



PPPTK BOLE
MALANG

BUKU INFORMASI

Teknik Audio Video

Memperbaiki Perangkat Audio Video
IJE.PM02.001.01

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	2
DAFTAR GAMBAR.....	4
DAFTAR TABEL	8
BAB I MEMPERBAIKI PERANGKAT AUDIO VIDEO.....	9
A. Tujuan Umum	288
B. Tujuan Khusus	29
BAB II PENYIAPAN PERANGKAT, PERALATAN TANGAN, PERALATAN UJI/UKUR DAN TEMPAT KERJA.....	30
A. Pengetahuan Dalam Menyiapkan Perangkat, Peralatan Tangan, Peralatan Uji/Ukur dan Tempat Kerja.....	30
B. Keterampilan yang diperlukan dalam menyiapkan perangkat, peralatan tangan, peralatan uji/ukur dan tempat kerja.	1255
C. Sikap kerja yang diperlukan dalam menyiapkan perangkat, peralatan tangan, peralatan uji/ukur dan tempat kerja.	1255
BAB III MEMERIKSA KERUSAKAN	1288
A. Pengetahuan Memeriksa Kerusakan	1288
B. Keterampilan yang diperlukan dalam memperbaiki Perangkat Audio Video	155
C. Sikap Kerja yang diperlukan dalam memperbaiki perangkat elektronika audio video	1566
BAB IV MENGANALISIS KERUSAKAN	1588
A. Pengetahuan Menganalisis Kerusakan	1588
B. Keterampilan yang diperlukan dalam menganalisis kerusakan	190
BAB V MEMPERBAIKI KERUSAKAN	1933
A. Pengetahuan Memperbaiki Kerusakan	1933
B. Keterampilan yang diperlukan dalam memperbaiki kerusakan	207
BAB VI MEMASANG KEMBALI DAN MENGETES	21010
A. Pengetahuan Memasang Kembali & Mengetes.....	21010
B. Keterampilan yang diperlukan dalam memasang kembali & mengetes fungsional perangkat audio video setelah selesai diperbaiki.....	2244
DAFTAR PUSTAKA.....	24141
A. Buku Referensi.....	24141
B. Referensi Lainnya	Error! Bookmark not defined. 41
DAFTAR ALAT DAN BAHAN	24242

A. Daftar Peralatan/Mesin	24242
B. Daftar Bahan.....	24242
DAFTAR PENYUSUN	2433

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Spesifikasi Data Teknis Dioda 1N4001-1N4007	38
Gambar 2. 2. Kurva arus maju terhadap suhu sekitar.....	40
Gambar 2. 3. Kurva arus maju terhadap tegangan maju pada suhu $T_J=25^{\circ}\text{C}$	40
Gambar 2. 4. Kurva arus maju surja terhadap jumlah gelombang	41
Gambar 2. 5. Kurva arus balik terhadap tegangan balik.....	41
Gambar 2. 6. Traformator Pemisah.....	46
Gambar 2. 7. Perlindungan ESD (<i>Electrostatic Discharge</i>) tempat Kerja	46
Gambar 2. 8. Simbol ESD menurut EPA	48
Gambar 2. 9. Tang Potong elektronika Standar ESD.....	48
Gambar 2. 10. Resistansi permukaan ESD standar EPA	49
Gambar 2. 11. Memasukkan ujung ke dalam tabung	51
Gambar 2. 12. Memasang ujung besi solder dengan benar dan tidak terlalu kencang	51
Gambar 2. 13. Spon solder dibasahi secukupnya	52
Gambar 2. 14. Mengatur Tempetarur pada jam 15.00.....	52
Gambar 2. 15. Menyeka dan membersihkan ujung bersih.....	53
Gambar 2. 16. Tin Solder.....	54
Gambar 2. 17. Prosedur Menyolder yang baik	56
Gambar 2. 18. Solder baik (kanan) dan buruk (kiri).....	57
Gambar 2. 19. Senapan panas untuk diagnosis kesalahan intermiten.....	58
Gambar 2. 20. Diagnosis komponen menggunakan senapan panas.....	59
Gambar 2. 21. Prosedur desoldering.....	60
Gambar 2. 22. Struktur Mata Solder Elektronik Profesional.....	61
Gambar 2. 23. Instrumen Elektronik	67
Gambar 2. 24. Q-meter.....	69
Gambar 2. 25. Prinsip dasar Q meter.....	70
Gambar 2. 26. Skema Blok Audio Signal Generator.....	72
Gambar 2. 27. Skema Blok Generator Fungsi.....	73
Gambar 2. 28. Pengubah Gelombang	74
Gambar 2. 29. Pembentuk Gelombang Metode Pembagi Tegangan.....	75
Gambar 2. 30. Tampilan Oscilloscope Khas.....	77
Gambar 2. 31. Seri MSO menyediakan 16 saluran digital terintegrasi yang memungkinkan Anda melihat dan menganalisis sinyal analog dan digital berkorelasi waktu.	78
Gambar 2. 32. Tampilan mix gelombang digital berkode warna.....	78

Modul Diklat Berbasis Kompetensi Sektor Jasa Industri Pemeliharaan dan Perbaikan Elektronika Sub Bidang Pemeliharaan dan Perbaikan Elektronika Rumah Tangga	Kode Modul IJE.PM02.001.01
Gambar 2. 33. Diagram Blok Oscilloscope Khas Digital 79 Gambar 2. 34. Tampilan Gelombang Kotak..... 81 Gambar 2. 35. Tampilan Frekuensi Gelombang Kotak..... 83 Gambar 2. 36. Tombol Kontrol Oscilloscope..... 83 Gambar 2. 37. Trigger Level Control 87 Gambar 2. 38. Pengukuran Manual..... 91 Gambar 2. 39. Efek triboelektrik 99 Gambar 2. 40. Tanda EPA khas. 108 Gambar 2. 41. Bahan Pelindung ESD anti-statis..... 111 Gambar 2. 42. Bahan Pelindung ESD anti-statis..... 112 Gambar 2. 43. Bahan Pelindung ESD anti-statis..... 112 Gambar 2. 44. Bahan Pelindung ESD anti-statis..... 113 Gambar 2. 45. Stasiun uji ESD (Sepatu tes ESD) 114 Gambar 2. 46. Baju Elektrostatis..... 116 Gambar 2. 47. Tikar anti Statik 116 Gambar 2. 48. Pelabelan ESD 117 Gambar 2. 49. Contoh Pelabelan ESD 118 Gambar 2. 50. Pengukuran ESD Lantai Anti Statik 118 Gambar 2. 51. Simbol kerentanan ESD & Simbol Pelindung ESD. 120 Gambar 2. 52. Sirkuit pengujian HBM 121 Gambar 3. 1. Cara berikir kritis pemecahan masalah dan berfikir kreatif inovatif 129 Gambar 3. 2. Uji Dioda Kondisi Baik 137 Gambar 3. 3. Kegagalan diode kerusakan resistif 138 Gambar 3. 4. Pengujian SCR..... 139 Gambar 3. 5. Pengujian TRIAC 140 Gambar 3. 6. Transistor merepresentasikan dua dioda 141 Gambar 3. 7. Mengatasi Masalah Bias Transistor Tahap Penguat Tunggal 143 Gambar 3. 8. Kondisi Abnormal Khas dalam BJT Bias 144 Gambar 3. 9. JFET, diwakili dengan Dua Dioda parallel Resistor 146 Gambar 3. 10. Kondisi Abnormal Khas dalam JFET Bias 147 Gambar 3. 11. Blok Diagram Power Supply..... 150 Gambar 3. 12(a) Metode Belah Tengah Kondisi Kapasitor Filter Terbuk..... 151 Gambar 4. 1. Mengidentifikasi Gejala dalam Sirkuit Cacat Sinyal 159	
Judul Modul: Perbaikan Perangkat Elektronika Audio Video Buku Informasi - Versi 2018	Halaman: 5 dari 244

Modul Diklat Berbasis Kompetensi Sektor Jasa Industri Pemeliharaan dan Perbaikan Elektronika Sub Bidang Pemeliharaan dan Perbaikan Elektronika Rumah Tangga	Kode Modul IJE.PM02.001.01
Gambar 4. 2. Diagram Blok Rectifier dalam keadaan baik..... 163 Gambar 4. 3. Diagram Sirkuit dari Bridge Rectifier..... 163 Gambar 4. 4. Gejala Kapasitor Gagal Pada Rangkaian Penyearah..... 164 Gambar 4. 5. Gejala dioda hubung singkat 165 Gambar 4. 6. Gejala diode kondisi terbuka 166 Gambar 4. 7. Sebuah representasi gambar piktorial dari VFD-Variable Frequency 169 Gambar 4. 8. Diagram blok aliran sinyal pada penerima radio superheterodyne:..... 170 Gambar 4. 9. Skema simbol untuk komponen elektronik 171 Gambar 4. 10. Skema penyearah gelombang penuh..... 172 Gambar 4. 11. Datasheet Transistor BC107 dari Philips 176 Gambar 4. 12. Kurva perubahan arus kolektor $I_C = f(V_{CE}, V_{BE})$..... 177 Gambar 4. 13. Kurva Penguatan arus DC (h_{FE}) terhadap arus kolektor (I_C)..... 177 Gambar 4. 14. Kurva penguatan arus AC (h_{fe}) terhadap arus kolektor (I_C) 178 Gambar 4. 15. Kurva resistansi masukan (h_{ie}, r_{BE}) terhadap arus kolektor I_C. 178 Gambar 4. 16. Kurva resistansi keluaran kolektor-emitor $V_{CE} = 1/h_{oe}$ 178 Gambar 4. 17. Kurva kapasitansi parasit kolektor-basis (C_c) dan emitor-basis (C_e)..... 179 Gambar 4. 18. Simbol Elektronik..... 181 Gambar 4. 19. Contoh Diagram Skema Elektronik 182 Gambar 4. 20. Perbandingan Diagram Skema Elektronik dan Diagram Tata Letak Gambarnya 183 Gambar 4. 21. Tanda Polaritas Transformator 184 Gambar 4. 22. Skema Menampilkan Sambungan Power Supply..... 184 Gambar 4. 23. Transistor NPN Transistor-Konduksi 185 Gambar 4. 24. Transistor NPN tidak bekerja 186 Gambar 4. 25. Transistor PNP..... 186 Gambar 4. 26. Simbol Dioda 186 Gambar 4. 27. Simbol Bistabil..... 187 Gambar 5. 1. Spesifikasi Data Teknis Dioda 1N4001-1N4007 200 Gambar 5. 2. Kurva arus maju terhadap suhu sekitar..... 202 Gambar 5. 3. Kurva arus maju terhadap tegangan maju pada suhu $T_J=25^{\circ}C$ 202 Gambar 5. 4. Kurva arus maju surja terhadap jumlah gelombang 203 Gambar 5. 5. Kurva arus balik terhadap tegangan balik..... 203 Gambar 6. 1. Pengukuran tahanan isolasi sisi sekunder..... 211	
Judul Modul: Perbaikan Perangkat Elektronika Audio Video Buku Informasi - Versi 2018	Halaman: 6 dari 244

Gambar 6. 2. Pengukuran Arus Bocor	212
Gambar 6. 3. Contoh Dokumenti Teknis Bahasa Inggris	216
Gambar 6. 4. Alur Kerja Dokumentasi Teknis.....	219

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1. Penilaian dan Kriteria Penilaian	12
Tabel 1. 2. Program tugas yang disarankan.....	22
Tabel 1. 3. Standar unit referensi yang berhubungan dengan unit IJE.PM02.001.01	23
Tabel 1. 4. Kemampuan berpikir, pembelajaran dan berpikir pribadi (PLTS).....	24
Tabel 1. 5. PLTS pengembangan personal dalam kerja tim.....	24
Tabel 1. 6. Keterampilan Fungsional - Level 2	25
Tabel 2. 1. Contoh generasi statis.....	100
Tabel 2. 2. Kisaran tegangan klasifikasi komponen HBM ESDS (V)	122
Tabel 3. 1. Spesifikasi Teknis Datasheet Komponen Elektronik	135
Tabel 3. 2. Jenis-Jenis Kerusakan Komponen Elektronik	154

BAB I

MEMPERBAIKI PERANGKAT AUDIO VIDEO

1.1. Pengantar Unit

Pemahaman tentang pengoperasian sirkuit elektronik merupakan isu penting tuntutan pelatihan untuk mempersiapkan teknisi dan insinyur menggapai sukses karir keahlian dalam pendidikan teknik. Sistem elektronik yang kompleks pada umumnya adalah sejumlah rangkaian individu yang dihubungkan bersama untuk melakukan fungsi tertentu. Namun, untuk memahami keseluruhan sirkuit perlu dipecah menjadi sirkuit yang lebih kecil dan lebih mudah dipahami. Hal ini sangat penting saat menguji dan menemukan kesalahan.

Unit ini akan memberi peserta diklat memiliki pemahaman tentang komponen elektronik, sirkuit dan sistem dan bagaimana memecahkan masalah yang melibatkan kesalahan sederhana dan kompleks terhadap standar profesional.

Peserta diklat akan mengembangkan pengetahuan mereka tentang penerapan komponen elektronik dan bagaimana sinyal listrik digunakan di berbagai rangkaian analog, digital dan komunikasi. Mereka juga akan mengembangkan kemampuan untuk memilih instrumen pencarian kesalahan dan menerapkan teknik yang digunakan untuk keperluan diagnosis kesalahan.

Unit ini akan memungkinkan peserta diklat dapat membaca diagram sirkuit, skematis dan pengkabelan dan melakukan prosedur mencari kesalahan dengan mendapatkan informasi, dokumentasi, alat dan peralatan yang diperlukan. Mereka juga akan belajar bagaimana mempersiapkan dan membuat laporan akurat tentang semua langkah yang telah diambil selama proses pencarian kesalahan.

Unit ini akan memastikan bahwa peserta diklat memiliki pemahaman yang kuat tentang praktik kerja yang aman saat melakukan aktivitas saat menghadapi kesalahan dan mereka dapat mengambil perlindungan yang diperlukan untuk melindungi keselamatan mereka dan keselamatan orang lain di tempat kerja.

1.2. Hasil Pembelajaran

Setelah menyelesaikan unit ini, peserta diklat memiliki kemampuan dalam:

1. membaca dan menafsirkan diagram rangkaian untuk sistem elektronik
2. merencanakan dan menerapkan strategi pencarian kesalahan
3. mendiagnosis kondisi kesalahan dengan menggunakan alat uji dan mencatat hasilnya.

1. Mampu membaca dan menafsirkan diagram rangkaian untuk sistem elektronik

Diagram rangkaian: diagram sirkuit analog dan digital yang mengacu pada standar seperti British Standards (BS) atau American National Standards Institute (ANSI); jenis diagram rangkaian misalnya blok skematis, rangkaian, pengkabelan, Papan Rangkaian Tercetak (PCB) diagram tata letak yang masing-masing mencakup minimal lima komponen dan harus menunjukkan koneksi input, output dan power supply ditambah koneksi kontrol eksternal.

Jenis rangkaian analog: misalnya amplifier frekuensi audio/radio, osilator, multiplekser, demultiplexer, generator fungsi, catu daya

Jenis rangkaian digital: misalnya sirkuit logika combinational/sekuensial, flip-flop, encoders, decoders, counter asinkron/sinkron, pembagi frekuensi, penghitung, generator bentuk gelombang, register, kode serial-ke-paralel dan paralel-ke-serial konverter

Komponen elektronik: komponen pasif misalnya resistor, kapasitor, induktor, dioda; perangkat aktif, misalnya amplifier transistor dan operasional - perangkat berukuran kecil (SSI), medium (MSI) dan skala besar yang terintegrasi (LSI) untuk rangkaian analog; perangkat logika untuk sirkuit digital misalnya gerbang logika, multivibrator, timer

Sinyal input/output: sirkuit yang bekerja dalam kondisi operasi normal/steady state; nilai sinyal misalnya tegangan, arus, gain, tingkat logika, sinyal periodik sinusoidal dan pulsa frekuensi rendah (LF), medium (MF) dan frekuensi tinggi (HF), arus searah (DC)

2. Mampu merencanakan dan menerapkan strategi pencarian kesalahan

Strategi pelokalan kesalahan: perencanaan misalnya mendapatkan diagram yang relevan (skema blok, diagram pengkabelan sirkuit), menetapkan toleransi komponen/rangkaian, spesifikasi, batasan atau batasan operasi; memprediksi operasi rangkaian dari diagram misalnya jejak sinyal melalui diagram skematik, menghasilkan jadwal uji, mengidentifikasi simpul uji/matriks input-output/tabel keputusan, tabel fungsi; hitung kondisi sinyal yang diharapkan untuk rangkaian analog dan digital misalnya penguat operasional (tentukan tingkat tegangan keluaran yang diharapkan dengan diberi tegangan sinyal masukan dan nilai resistor masukan dan umpan balik), gerbang logika (tentukan tingkat logika yang diharapkan dari keluaran yang diberikan tingkat masukan kondisi)

Teknik pelacakan letak dan sinyal kesalahan: metode input-to-output/output-to-input, half-split, gejala menyebabkan hirarki kesalahan, substitusi unit, pemeriksaan visual, pendekatan top-down, isolasi modul dan komponen; penggunaan alat bantu pencarian kesalahan, misalnya bagan fungsional, diagram, grafik pemecahan masalah, lembar data komponen, manual operasi dan pemeliharaan, catatan dan data berbasis perangkat lunak; kesalahan/pelaporan perbaikan misalnya angka rata-rata antara angka kegagalan (MTBF); sensitisasi jalur; jalur kritis dan sinyal kesalahan menelusuri titik-titik simpul

3. Mampu mendiagnosis kondisi kesalahan dengan menggunakan alat uji dan mencatat hasilnya

Instrumen uji: misalnya ammeter, voltmeter, multimeter, probe logika, osilator sinar katoda, penganalisis sinyal, penghitung frekuensi, uji set digital, meteran listrik, alat simulasi perangkat lunak

Kondisi kesalahan: kondisi pengoperasian peralatan normal (steady state); kegagalan komponen misalnya total, parsial; sirkuit kesalahan misalnya hubungan pendek sirkuit dan sirkuit terbuka, kesalahan desain dan catu daya; komponen diluar spesifikasi; kesalahan intermiten; pengujian kesalahan dan toleransi; Kesalahan digital misalnya sisi input, sisi output, kesalahan logika.

Uji data catatan: misalnya buku catatan pribadi, data tabulasi, catatan berbasis komputer (tabel, spreadsheet, database), referensi data (diindeks, diratifikasi silang, tanggal), rincian yang tercatat (deskripsi sistem/sirkuit, gejala, rincian operator, peralatan rincian, kondisi dan metode uji, hasil uji, statistik, komentar)

1.3. Penilaian dan Kriteria Penilaian

Untuk lulus unit ini, bukti yang diberikan peserta diklat untuk penilaian perlu menunjukkan bahwa mereka dapat memenuhi semua hasil pembelajaran untuk unit tersebut. Kriteria penilaian untuk nilai lulus menggambarkan tingkat pencapaian yang dibutuhkan untuk lulus pada unit kompetensi ini.

Tabel 1. 1. Penilaian dan Kriteria Penilaian

Penilaian dan kriteria penilaian		
Untuk mencapai kriteria nilai kelulusan , bukti harus menunjukkan bahwa peserta diklat mampu:	Untuk mencapai tingkat prestasi , bukti harus menunjukkan bahwa, selain kriteria nilai kelulusan , peserta diklat mampu:	Untuk mencapai tingkat perbedaan , bukti harus menunjukkan bahwa, di samping kriteria nilai kelulusan dan kelayakan , peserta diklat dapat:
P1 membaca diagram rangkaian untuk sistem elektronik dan mengidentifikasi dua jenis rangkaian analog, komponen yang membentuk setiap rangkaian dan sinyal masukan dan keluaran rangkaian. [IE4]	M1 membandingkan diagram rangkaian dari dua pendekatan yang berbeda dengan jenis rangkaian yang sama	D1 mengevaluasi diagram rangkaian untuk sistem elektronik dan mengidentifikasi sinyal sirkuit/input-output yang salah
P2 membaca diagram rangkaian untuk sistem elektronik dan mengidentifikasi dua jenis rangkaian digital yang berbeda, komponen yang membentuk setiap rangkaian dan sinyal masukan dan keluaran rangkaian. [IE4]	M2 mengevaluasi strategi lokalisir kesalahan dan membuat rekomendasi untuk perbaikan	D2 memeriksa kondisi kesalahan dalam sistem elektronik yang menghadirkan kesalahan pada lebih dari satu rangkaian.
P3 menyiapkan strategi lokalisir kesalahan tertulis untuk sistem elektronik analog yang diberikan dan mengidentifikasi teknik pencarian kesalahan dan pelacakan sinyal yang akan diterapkan. [IE1, IE4]	M3 membenarkan pilihan instrumen uji yang dipilih untuk mengidentifikasi kondisi kesalahan dalam sistem elektronik.	
P4 menyiapkan strategi lokalisir kesalahan tertulis untuk sistem elektronik digital tertentu dan mengidentifikasi teknik pencarian kesalahan dan teknik pelacakan sinyal yang akan diterapkan. [IE1, IE4]		

Modul Diklat Berbasis Kompetensi Sektor Jasa Industri Pemeliharaan dan Perbaikan Elektronika Sub Bidang Pemeliharaan dan Perbaikan Elektronika Rumah Tangga		Kode Modul IJE.PM02.001.01
P5 menggunakan instrumen uji untuk mengidentifikasi kondisi kesalahan dalam sistem elektronik analog yang memiliki setidaknya satu sirkuit yang salah dan satu kesalahan komponen. [IE1, CT1, SM3]		
P6 memilih dan menggunakan instrumen uji untuk mengidentifikasi kondisi kesalahan dalam sistem elektronik digital yang memiliki setidaknya satu sirkuit yang salah dan salah satu komponen salah. [IE1, CT1, SM3]		
P7 mengumpulkan dan mencatat data uji dari uji kesalahan-kesalahan sistem elektronik analog dan menyiapkan laporan uji. [IE4]		
P8 mengumpulkan dan mencatat data uji dari tes kesalahan sistim elektronik digital dan menyiapkan laporan pengujian. [IE4]		

Perbedaan Kompeten Kriteria Unjuk Kinerja P, M dan D

Contoh Penggunaan Dalam Kriteria Penilaian

→ **P**-Pass (Lulus): Kompeten dalam **mengidentifikasi** bagaimana informasi dikomunikasikan di tempat kerja ilmiah

→ **M**-Merit (Kelayakan): Kompeten dalam **menjelaskan** bagaimana informasi dikomunikasikan di tempat kerja ilmiah

→ **D**-Distinction (Perbedaan): Kompeten dalam **menganalisis** mengapa prosedur dan praktik laboratorium harus dikomunikasikan secara jelas

PLTS (*Personal, Learning and Thinking Skills*): Rangkuman dan dukungan referensi tentang tuntutan keterampilan sikap (*softskills*) dalam tanda kurung siku [**warna biru: lihat penilaian & kriteria penilaian tabel 1.1**] bila ada, unsur keterampilan pribadi, pembelajaran dan pemikiran yang berlaku dalam kriteria lulus. Ini mengidentifikasi peluang bagi peserta diklat untuk menunjukkan penerapan yang efektif dari elemen keterampilan PLTS yang direferensikan seperti tabel berikut:

Kunci	IE: Independent Enquirers CT: Creative Thinkers	RL: Reflective Learners TW: Team Workers	SM: Self-Managers EP: Effective Participators
--------------	--	---	--

1.4. Penyampaian Pembelajaran

Meskipun unit ini dapat diajarkan secara berdiri sendiri, namun demikian pelaksanaan dalam penyampaian pembelajaran direkomendasikan agar diintegrasikan dengan unit kompetensi lain sebagai unit kompetensi pendukung; seperti *Unit Kompetensi*

Judul Modul: Perbaikan Perangkat Elektronika Audio Video Buku Informasi - Versi 2018	Halaman: 13 dari 244
---	----------------------

Pengukuran dan Pengujian Elektronik, Unit Kompetensi Prinsip dan Penerapan Elektronika Analog dan Unit Kompetensi Konstruksi dan Penerapan Sistem Digital.

Penyampaian pembelajaran akan maksimal dan paling efektif melalui program terstruktur dan terpadu dengan kegiatan praktis yang melibatkan penggunaan peralatan standar industri dan perangkat lunak simulasi sirkuit elektronik/perangkat keras. Penekanan unit kompetensi memungkinkan peserta diklat untuk memperoleh keterampilan yang diperlukan untuk menemukan kesalahan secara sistematis dan terencana, dan bukan secara kebetulan, atau yang bertentangan dengan pendekatan yang tidak sistematis dan acak. Akibatnya tuntutan strategi penyampaian dalam pembelajaran, untuk itu kerja praktek dan penilaian harus mencerminkan dan memperkuat kebutuhan akan tingkat perencanaan dan dokumentasi yang memadai. Peserta diklat harus diberikan kesempatan untuk menyelidiki berbagai peralatan elektronik dengan memeriksa diagram rangkaian dan berbagai komponen. Unit ini paling baik disampaikan melalui program ceramah, demonstrasi dan kerja praktek. Perhatian yang tepat untuk unit kompetensi ini harus diberikan pada regulasi pelayanan kesehatan, keselamatan dan kesejahteraan selama proses penyampaian dan pelaksanaan pembelajaran.

Pendekatan pembelajaran yang digunakan harus ditentukan melalui analisis kebutuhan peserta diklat dan pertimbangan jangkauan industri dimana mereka akan bekerja dengan atau mempersiapkan kebutuhan peserta diklat. Pendekatan apa pun yang diambil harus cukup bervariasi untuk mengembangkan kemampuan peserta diklat untuk menggunakan teknik yang diperlukan untuk praktik pencarian kesalahan yang baik. Penyampaian pembelajaran juga harus mengembangkan keterampilan yang dibutuhkan untuk menemukan kesalahan pada sistem elektronik yang digunakan untuk kebutuhan industri.

Selama penyampaian pembelajaran, peserta diklat harus diberi tahu dan memiliki akses ke berbagai undang-undang kesehatan dan keselamatan kerja dan mengetahui pentingnya penilaian risiko sesuai dengan teknik yang mereka gunakan.

Selalu terlibat dalam lingkungan lokakarya, walaupun hal ini tidak secara eksplisit dinilai oleh unit ini, bahwa peserta diklat dapat bekerja dengan cara yang aman saat menggunakan peralatan atau mengerjakan sistem elektronik. Penerapan praktik kerja

yang aman secara implisit peserta diklat diharapkan dari semua kerja praktek dapat dilakukan dalam unit kompetensi ini.

Penyampaian pembelajaran unit ini dapat memberi kesempatan bagi peserta diklat untuk bekerja dalam tim atau kelompok saat mendiagnosa kesalahan komponen atau sistem. Unit ini harus berfokus pada kemampuan peserta diklat untuk mengembangkan keterampilan diagnostik dan praktis dan pemahaman mereka tentang komponen dan sistem elektronik.

Hasil pembelajaran disusun secara logis dan dapat dikembangkan secara berurutan di seluruh unit. Dengan cara ini, peserta diklat akan dapat menerapkan pengetahuan yang didapat dari membaca diagram rangkaian yang berkaitan dengan komponen elektronik dan sinyal dan penggunaan instrumen uji di lingkungan praktis.

Isi yang terkait dengan hasil pembelajaran 1 tentang "[kemampuan membaca dan menafsirkan diagram rangkaian untuk sistem elektronik](#)" dan 3 tentang "[kemampuan mendiagnosis kondisi kesalahan dengan menggunakan alat uji dan mencatat hasilnya](#)", yang berarti bahwa kedua bidang ini harus diberi proporsi waktu belajar yang terpandu dengan kriteria unjuk kinerja lebih tinggi daripada hasil belajar 2 tentang "[kemampuan merencanakan dan menerapkan strategi pencarian kesalahan](#)".

Peserta diklat memerlukan gambaran luas mengenai komponen dan sistem elektronik yang berbeda untuk memungkinkan pemilihan dan penerapan teknik pencarian kesalahan dan pengujian yang benar.

Perhatikan bahwa penggunaan 'contoh' dalam konten adalah memberi indikasi dan ilustrasi luas dan kedalaman area atau topik. Dengan demikian, tidak semua konten yang mengikuti 'contoh' perlu diajarkan atau dinilai.

1.5. Garis Besar Perencanaan Pembelajaran

- Garis Besar Perencanaan Pembelajaran telah disertakan dalam unit ini sebagai pedoman dan dapat digunakan bersamaan dengan program pemberian tugas yang disarankan.
- Garis Besar Perencanaan Pembelajaran menunjukkan satu cara dalam merencanakan strategi penyampaian pembelajaran dan penilaian unit ini.

1.6. Topik dan saran tugas/kegiatan dan/penilaian

Pembelajaran Unit Terpadu:

- pengenalan isi unit, skema kerja dan metode penilaian
- penjelasan persyaratan kesehatan dan keselamatan kerja untuk sistem elektronik
- penjelasan berbagai jenis diagram rangkaian
- penjelasan dan menunjukkan bagaimana menafsirkan diagram rangkaian untuk berbagai sirkuit analog yang berbeda, identifikasi komponen di dalam rangkaian dan sirkuit sinyal masukan/keluaran.
- penjelasan dan menunjukkan bagaimana menafsirkan diagram rangkaian untuk berbagai sirkuit digital yang berbeda, identifikasi komponen di dalam rangkaian dan sirkuit sinyal masukan/keluaran.
- membandingkan dan mengevaluasi rangkaian.

Kegiatan Pembelajaran Praktis:

- Peserta diklat diberi beragam diagram sirkuit analog dan digital untuk berbagai sistem elektronik untuk dibaca dan diinterpretasikan.
- **Siapkan dan berikan tugas 1:** Membaca dan Menafsirkan Diagram Sirkuit (P1, P2, M1, D1)
 - **P1** membaca diagram rangkaian untuk sistem elektronik dan mengidentifikasi dua jenis rangkaian analog, komponen yang membentuk setiap rangkaian dan sinyal masukan dan keluaran rangkaian
 - **P2** membaca diagram rangkaian untuk sistem elektronik dan mengidentifikasi dua jenis rangkaian digital yang berbeda, komponen yang membentuk setiap rangkaian dan sinyal masukan dan keluaran rangkaian
 - **M1** membandingkan diagram rangkaian dari dua pendekatan yang berbeda dengan jenis rangkaian yang sama
 - **D1** mengevaluasi diagram rangkaian untuk sistem elektronik dan mengidentifikasi sinyal sirkuit/input-output yang salah

Pembelajaran Unit Terpadu:

- menjelaskan pentingnya perencanaan dan kebutuhan untuk mengumpulkan informasi yang benar dan diagram yang relevan
- menjelaskan dan menunjukkan bagaimana memprediksi operasi rangkaian dari diagram dan menghitung kondisi sinyal
- menjelaskan dan menunjukkan penggunaan lokasi kesalahan dan teknik pelacakan sinyal yang berbeda dengan alat bantu pencarian kesalahan.

Kegiatan Pembelajaran Praktis:

- menyiapkan dan menulis strategi pencarian kesalahan untuk berbagai sistem analog dan digital.
- [Siapkan dan berikan tugas 2:](#) Strategi pencarian kesalahan (P3, P4, M2)
 - **P3** menyiapkan strategi lokalisir kesalahan tertulis untuk sistem elektronik analog yang diberikan dan mengidentifikasi teknik pencarian kesalahan dan pelacakan sinyal yang akan diterapkan
 - **P4** menyiapkan strategi lokalisir kesalahan tertulis untuk sistem elektronik digital tertentu dan mengidentifikasi teknik pencarian kesalahan dan teknik pelacakan sinyal yang akan diterapkan
 - **M2** mengevaluasi strategi lokalisir kesalahan dan membuat rekomendasi untuk perbaikan

Pembelajaran Unit Terpadu:

- Mengingat kembali persyaratan kesehatan dan keselamatan kerja untuk sistem elektronik
- menjelaskan dan menunjukkan penggunaan berbagai alat uji yang berbeda
- menjelaskan dan mendemonstrasikan kondisi operasi peralatan normal dan kondisi gangguan komponen dan sirkuit yang berbeda
- menjelaskan dan menunjukkan pengumpulan dan penggunaan data uji dan persiapan laporan pengujian.

Kegiatan Pembelajaran Praktis Bekerja Dalam Tim:

- peserta diklat menggunakan alat uji untuk mendiagnosis kesalahan pada sistem analog dan digital dan mengumpulkan dan mencatat data uji.
- **Siapkan dan berikan tugas 3:** Mendiagnosis kesalahan elektronik (P5, P6, P7, P8, M3, D2)
- **P5** menggunakan instrumen uji untuk mengidentifikasi kondisi kesalahan dalam sistem elektronik analog yang memiliki setidaknya satu sirkuit yang salah dan satu kesalahan komponen
 - **P6** memilih dan menggunakan instrumen uji untuk mengidentifikasi kondisi kesalahan dalam sistem elektronik digital yang memiliki setidaknya satu sirkuit yang salah dan salah satu komponen salah
 - **P7** mengumpulkan dan mencatat data uji dari uji kesalahan-kesalahan sistem elektronik analog dan menyiapkan laporan uji
 - **P8** mengumpulkan dan mencatat data uji dari tes kesalahan sistem elektronik digital dan menyiapkan laporan pengujian.
 - **M3** membenarkan pilihan instrumen uji yang dipilih untuk mengidentifikasi kondisi kesalahan dalam sistem elektronik.
 - **D2** memeriksa kondisi kesalahan dalam sistem elektronik yang menghadirkan kesalahan pada lebih dari satu rangkaian.
- Umpan balik penilaian dan evaluasi unit.

1.7. Penilaian

Sepanjang kegiatan penilaian, peserta diklat harus diberi tahu tentang bahaya kesehatan dan keselamatan yang dapat diterapkan pada operasi pencarian kesalahan elektronik.

Kemungkinan sistem yang memiliki kesalahan hanya membutuhkan satu komponen untuk diganti. Namun, pada beberapa kesempatan, lebih banyak kegagalan komponen dapat ditemukan. Perhatian perlu diambil di sini untuk tidak merugikan peserta diklat jika hal ini terjadi selama penilaian mereka. Kriteria dapat dibagi menjadi dua set, pertama (**kode P1, P3, P5 dan P7**) untuk sirkuit analog/sistem dan kedua kode (**P2, P4, P6 dan P8**) untuk sirkuit digital.

P1 dan P2 berhubungan dengan hasil belajar 1. Untuk memenuhi P1, peserta diklat harus dapat membaca diagram rangkaian untuk sistem elektronik dan mengidentifikasi dua jenis rangkaian analog di dalam sistem itu, komponen yang membentuk setiap rangkaian dan rangkaian masukan dan sinyal keluaran

Diagram rangkaian seharusnya dibuat sesuai standar internasional, misalnya British Standards (BS) atau American National Standards Institute (ANSI) atau DIN Jerman. Diagramnya bisa berupa blok skematis, rangkaian, pengkabelan atau papan sirkuit tercetak (PCB) diagram tata letak. Masing-masing harus menyertakan minimal lima komponen dan harus menunjukkan koneksi input, output dan power supply ditambah koneksi kontrol eksternal. Sirkuit analog bisa berupa amplifier frekuensi audio/radio, osilator, multiplekser, demultiplekser, generator fungsi atau catu daya.

P2 memerlukan pendekatan yang serupa namun untuk dua jenis rangkaian digital yang berbeda, yang dapat berupa komponen yang tercantum dalam bagian terkait dari konten unit.

P3 dan P4 mencakup hasil belajar 2. Peserta diklat diharapkan untuk menyiapkan strategi lokasi kesalahan tertulis untuk sistem elektronik analog (P3) dan sistem elektronik digital (P4) dan mengidentifikasi teknik pencarian kesalahan dan teknik pelacakan sinyal untuk masing-masing.

Strategi lokalisasi kesalahan untuk P3 dan P4 harus memberikan rincian perencanaan yang diperlukan untuk tugas tersebut (misalnya mendapatkan diagram yang relevan, membuat toleransi komponen/sirkuit, dll), memprediksi operasi rangkaian dari diagram dan menghitung kondisi sinyal yang diharapkan untuk analog dan sirkuit digital masing-masing.

Teknik pelacakan sinyal yang diterapkan akan tergantung pada jenis sirkuit elektronik dan kesalahan atau kesalahan yang ada. Namun, peserta diklat harus mengidentifikasi strategi yang tepat dari daftar yang disediakan dalam konten unit (misalnya metode input-ke-output/output-ke-input, half-split, gejala untuk menyebabkan hirarki kesalahan, substitusi unit, dll.). Mereka tidak diharapkan untuk menunjukkan semuanya untuk tujuan penilaian, namun seharusnya mengalaminya selama pengiriman sehingga memungkinkan mereka membuat pilihan yang paling tepat.

Peserta diklat juga harus mengidentifikasi alat bantu pencarian kesalahan yang paling tepat untuk digunakan (misalnya bagan fungsional, diagram, grafik pemecahan masalah, dll.). Strategi tertulis juga harus mengidentifikasi tingkat kesalahan/pelaporan pelaporan yang diperlukan (misalnya angka MTBF dan penggunaan sensitivitas jalur, jalur kritis dan kesalahan sinyal dalam menelusuri teknik titik ke titik).

Kriteria lulus yang tersisa berhubungan dengan hasil belajar 3 dan semua memerlukan keahlian dalam teknik praktis yang berkaitan dengan penemuan kesalahan.

Untuk memenuhi kriteria P5 dan P6, peserta diklat perlu memilih dan menggunakan instrumen tes yang paling tepat untuk sirkuit/sistem yang diuji.

Untuk memenuhi kriteria P7 dan P8, peserta diklat harus mengumpulkan dan mencatat semua data tes yang relevan dan menyiapkan laporan pengujian yang relevan.

Data harus disajikan dalam bentuk yang jelas dan terbaca, misalnya penggunaan buku catatan pribadi, data tabulasi yang mencakup judul dan unit yang relevan (tegangan/mV, Resistansi/Ohms, dll.), catatan berbasis komputer, dll.). Diharapkan bahwa laporan tersebut harus sampai pada kesimpulan tentang kemungkinan penyebab kesalahan tersebut dan mencakup rekomendasi pelajar tentang bagaimana rangkaian/sistem dapat dikembalikan ke urutan operasional penuh.

Saat merencanakan dan merancang kegiatan penilaian dan tugas, tutor harus mempertimbangkan cara terbaik untuk memasukkan peluang pencapaian kriteria prestasi dan perbedaan. Sebagai contoh, M1 adalah perpanjangan alami dari tugas yang dilakukan untuk memenuhi kriteria P1 dan P2, yang menilai kemampuan peserta diklat untuk membaca diagram rangkaian untuk sistem elektronik analog/digital.

Untuk kriteria M1, peserta diklat harus dapat menerapkan keterampilan ini secara lebih dalam dengan membandingkan diagram rangkaian dari dua pendekatan yang berbeda dengan jenis rangkaian yang sama. Diagram rangkaian bisa berupa rangkaian analog atau digital dan kemungkinan disediakan oleh tutor, walaupun bisa berasal dari tempat kerja peserta diklat jika tersedia.

Aspek penting di sini adalah kemampuan peserta diklat untuk mengenali bahwa umumnya selalu ada lebih dari satu cara untuk menghasilkan jenis rangkaian tertentu.

Kriteria M2 terhubung dengan P3 dan P4 - menyiapkan strategi lokasi kesalahan tertulis untuk sistem elektronik analog/digital yang diberikan. Peserta diklat harus mengevaluasi salah satu strategi lokasi kesalahan tertentu (analog atau digital) atau rekomendasi mereka sendiri untuk perbaikan. Ini harus menunjukkan kemampuan mereka untuk merenungkan karya mereka sendiri atau orang lain dan menerapkan pemahaman mereka untuk mencapai perbaikan yang realistis dan relevan.

Kriteria M3 terhubung dengan P5 dan P6 - pemilihan dan penggunaan instrumen uji untuk mengidentifikasi kondisi kesalahan pada sistem elektronik analog/digital. Peserta diklat harus membenarkan pilihan instrumen uji yang dipilih untuk mengidentifikasi kondisi kesalahan dalam sistem elektronik (analog atau digital). Pembeneran seharusnya tidak hanya menunjukkan mengapa instrumen uji digunakan tapi juga mengapa yang lain tidak. Ini akan menunjukkan kedalaman pemahaman tentang berbagai instrumen yang lebih besar (misalnya ammeter, voltmeter, multimeter, probe logika, osilator sinar katoda, penganalisis sinyal, penghitung frekuensi, uji set digital, meteran listrik, alat simulasi perangkat lunak) daripada yang dimungkinkan dalam pekerjaan untuk P5 dan P6.

Kriteria D1 adalah perpanjangan dari pekerjaan yang dilakukan untuk P1, P2, dan M1. Sekali lagi, diagram rangkaian bisa berupa analog atau digital dan bisa disediakan oleh tutor atau dari tempat kerja peserta diklat. Ini mengasumsikan bahwa rangkaian yang diberikan memiliki kesalahan sehubungan dengan rangkaian itu sendiri atau sinyal yang telah ditunjukkan di dalam rangkaian. Kemungkinan diagram rangkaian semacam itu perlu diproduksi oleh tutor.

Sebagai alternatif, mungkin bagi peserta diklat untuk menghasilkan bukti berbasis pekerjaan untuk mendeteksi kesalahan, misalnya melalui proses penjaminan mutu pada tahap perancangan produk elektronik.

Kriteria D2 adalah perpanjangan alami dari P5 dan P6. Hal ini dimaksudkan untuk memungkinkan peserta diklat untuk menunjukkan kemampuan mereka untuk menerapkan keterampilan yang didapat saat berjalan dalam konteks yang lebih kompleks. Ini berarti bahwa peserta diklat tidak hanya dapat menghargai bahwa ada

kesalahan pada salah satu rangkaian dalam sebuah sistem, namun gejalanya menunjukkan pengaruh eksternal lebih jauh pada kinerja rangkaian yang diharapkan secara keseluruhan.

Untuk kriteria **D2**, respon unjuk kinerja yang memenuhi dari peserta diklat akan dilakukan secara independen untuk menyelidiki lebih dari kesalahan asli dan mengidentifikasi masalah kedua. Karena ini tidak mungkin terjadi secara alami, dan untuk tutor ini sirkuit yang sedang diselidiki perlu dipersiapkan secara khusus untuk tugas khusus.

1.8. Program Tugas Yang Disarankan

Tabel 1.2. di bawah ini menunjukkan sebuah program tugas yang disarankan yang mencakup kriteria kelulusan, kelayakan dan perbedaan dalam asesmen dan grid penilaian. Ini untuk panduan dan disarankan agar pusat-pusat menulis tugas mereka sendiri atau menyesuaikan tugas untuk memenuhi kebutuhan dan sumber daya lokal.

Tabel 1. 2. Program tugas yang disarankan

Kriteria Tertutup	Judul Tugas	Skenario	Bukti Penilaian
P1, P2, M1, D1	Membaca dan Menafsirkan Diagram Sirkuit	Peserta diklat diminta untuk melihat diagram rangkaian untuk sistem elektronik yang digunakan oleh atasan mereka, mengidentifikasi komponen dan sinyal, dan menyarankan sirkuit alternatif.	Sebuah laporan tertulis berdasarkan temuan analisis diagram sirkuit.
P3, P4, M2	Strategi Dalam Menemukan Kesalahan	Peserta diklat diminta menyiapkan strategi lokasi kesalahan untuk sistem elektronik analog dan digital yang digunakan oleh atasan mereka.	Sebuah laporan tertulis/strategi pencarian kesalahan dalam mengidentifikasi rincian perencanaan yang relevan, operasi sirkuit yang diprediksi, teknik lokalisir kesalahan dan bantuan yang sesuai.
P5, P6, P7, P8, M3, D2	Mendiagnosis Kesalahan Elektronik	Peserta diklat harus menemukan kesalahan dalam sistem elektronik dari tempat kerja mereka, mengumpulkan dan mencatat data uji dan menyiapkan laporan pengujian.	Laporan tertulis berdasarkan teknik diagnostik kesalahan dan instrumen yang digunakan dan laporan pengujian berdasarkan data uji yang relevan.

Dalam penyampaian pembelajaran unit ini meskipun dapat disajikan secara terpisah, namun demikian unit ini juga merupakan bagian dari rangkaian sektor unit lain. Unit ini memiliki hubungan khusus dengan:

Tabel 1. 3. Standar unit SKKNI berhubungan dengan unit dengan standar BTEC dan AQF

Level 1	Level 2	Level 3
		Pengukuran dan Pengujian Elektronik (BTEC National)
		Prinsip dan Aplikasi Analog Elektronika (BTEC National)
		UEENEEH139A Penemuan kerusakan rangkaian dasar penguat (AQF Accreditation Qualification Framework Australia)

Unit ini mencakup beberapa pengetahuan dan pemahaman yang terkait dengan Standar Pekerjaan Nasional SKKNI Sektor Jasa Industri Pemeliharaan dan Perbaikan Elektronika Sub Bidang Pemeliharaan dan Perbaikan Elektronika Rumah Tangga NOMOR KEP. 153/MENA/III/20, khususnya:

→ Unit IJE.PM02.001.01: Melacak Kerusakan Produk elektronika, dan

Dan unit ini juga mencakup dan berhubungan dengan beberapa pengetahuan dan pemahaman yang terkait menurut Standar Pekerjaan Nasional Tingkat II SEMTA dalam Pemeliharaan Teknik, khususnya:

→ Unit 17: Menguji Peralatan dan Sirkuit Elektronik

1.9. Sumber Daya

Tempat Uji Kompetensi atau tempat diklat harus menyediakan rangkaian analog dan digital elektronik dan sistem untuk penyelidikan praktis dan perangkat keras dan perangkat lunak yang sesuai untuk mendukung simulasi berbasis komputer.

Peserta diklat akan meminta akses ke berbagai literatur pabrikan untuk komponen elektronik, perangkat dan sirkuit/sistem dan berbagai alat uji dan buku pegangan mereka. Alat uji harus cukup memadai untuk memungkinkan peserta diklat melakukan latihan pencarian kesalahan secara individual.

Berbagai sistem elektronik, sirkuit, perangkat dan komponen yang berfungsi dan rusak harus tersedia untuk tujuan diagnosis kesalahan, bersama dengan manual servis pabrik, daftar bagian dan diagram rangkaian yang relevan. Peralatan yang tepat, peralatan keselamatan dan lingkungan kerja yang aman juga harus disediakan.

Dalam kebanyakan kasus, bengkel atau laboratorium elektronik yang spesifik harus terbukti memadai untuk digunakan sebagai tempat diklat atau uji keahlian.

Keterlibatan stakeholder dan konteks kejuruan

Sebagian besar pekerjaan untuk unit ini dipersiapkan dan diatur dalam konteks diklat untuk guru keahlian ganda dan program keprofesian berkelanjutan atau didasarkan pada studi kasus tentang pemenuhan kebutuhan guru program keahlian.

Kemampuan pribadi, cara belajar dan berpikir

Tabel 1.4. menunjukkan identifikasi peluang untuk kemampuan berpikir, pembelajaran dan berpikir pribadi (PLTS *Personal, Learning and Thinking Skills*) yang telah disertakan dalam kriteria penilaian kelulusan untuk unit ini.

Tabel 1. 4. Kemampuan berpikir, pembelajaran dan berpikir pribadi (PLTS)

Keterampilan	Ketika peserta diklat ...
Peneliti independen (<i>Independent Enquirers</i>)	• mengidentifikasi pertanyaan untuk menjawab dan menyelesaikan masalah saat menyiapkan strategi lokasi kesalahan dan mengidentifikasi kesalahan pada sistem analog dan digital • menganalisis dan mengevaluasi informasi saat menafsirkan diagram rangkaian, menyiapkan strategi lokasi kesalahan dan menyiapkan laporan pengujian
Pemikir kreatif (<i>Creative Thinkers</i>)	• menghasilkan gagasan dan menjajaki kemungkinan saat menemukan kesalahan dalam sistem elektronik
Manajer diri (<i>Self-Managers</i>)	• merencanakan dan mengatur waktu dan sumber daya saat menggunakan instrumen uji untuk mengidentifikasi kesalahan dalam sistem elektronik.

Meskipun kebutuhan PLTS telah diidentifikasi dalam unit ini sebagai bagian inheren dari kriteria penilaian, ada peluang lebih lanjut untuk mengembangkan serangkaian PLTS melalui berbagai pendekatan pengajaran dan pembelajaran.

Tabel 1. 5. PLTS pengembangan personal dalam kerja tim

Keterampilan	Ketika peserta diklat ...
Personal yang reflektif	• menetapkan tujuan dengan kriteria keberhasilan untuk pengembangan dan pekerjaan mereka.
Pekerja Tim	• berkolaborasi dengan orang lain saat bekerja dalam kelompok kecil untuk memilih dan menggunakan instrumen uji untuk mengidentifikasi kesalahan dalam sistem elektronik

Tabel 1. 6. Keterampilan Fungsional - Level 2

Keterampilan	Ketika peserta diklat ...
TIK - Menggunakan sistem TIK	
Memilih, berinteraksi dengan dan menggunakan sistem TIK secara mandiri untuk tugas yang kompleks untuk memenuhi berbagai kebutuhan	menggunakan perangkat lunak simulasi untuk mendiagnosis kesalahan pada sistem elektronik
ICT - Mencari dan Memilih informasi	
Mengakses, mencari, memilih dan menggunakan informasi berbasis TIK dan penyegaran evaluasi untuk memenuhi tujuan pembelajaran	mencari internet untuk informasi produk/komponen/sirkuit
ICT - Mengembangkan, menyajikan dan mengkomunikasikan informasi	
Memasukkan, mengembangkan dan memformat informasi secara independen sesuai dengan maksud dan tujuan, seperti: - teks dan tabel - gambar - angka - catatan	- menyiapkan strategi lokalisasi kesalahan tertulis untuk sistem elektronik yang diberikan - merekam data uji dari uji kesalahan pencarian sistem elektronik dan menyiapkan laporan uji kesalahan - menyajikan hasil dan laporan latihan menemukan kesalahan
Menyajikan atau menyampaikan informasi dengan cara yang sesuai/efektif untuk tujuan dan audiens	- menyiapkan strategi lokalisasi kesalahan tertulis untuk sistem elektronik yang diberikan - merekam data uji dari uji kesalahan pencarian sistem elektronik dan menyiapkan laporan uji kesalahan - menyajikan hasil dan laporan latihan menemukan kesalahan
Matematika	
Memilih dan menerapkan berbagai keterampilan untuk menemukan solusinya	- menghitung karakteristik sinyal yang diharapkan dan karakteristik kinerja rangkaian - menafsirkan hasil tes dan perhitungan untuk membuat prediksi dari perhitungan dan simulasi sirkuit
membuat kesimpulan dan memberikan pembenaran matematis	menafsirkan hasil tes dan perhitungan untuk membuat prediksi dari perhitungan dan simulasi sirkuit
Bahasa	
Membaca - membandingkan, memilih, membaca dan memahami teks dan menggunakannya untuk mengumpulkan informasi, gagasan, argumen dan pendapat	meneliti dan mengumpulkan informasi tentang komponen elektronik, perangkat, sirkuit dan sistem
Menulis - menulis dokumen, termasuk tulisan yang diperluas, berkomunikasi informasi, gagasan dan opini, efektif dan persuasif	- menyiapkan strategi lokasi kesalahan untuk sistem elektronik analog dan digital - mempresentasikan hasil uji data dari uji faultfinding sistem elektronik.

1.10. UNIT KOMPETENSI & KRITERIA UNJUK KINERJA

Unit standar kompetensi perbaikan perangkat audio video, mencakup kerja dengan aman, menerapkan pengetahuan yang luas tentang sirkuit elektronika analog dan operasi perangkat dan penerapannya, mengumpulkan dan menganalisis data, menerapkan teknik pemecahan masalah, mengembangkan dan mendokumentasikan solusi dan mengembangkan solusi alternatif yang akan dijelaskan dan dijabarkan dalam setiap bab. Bukti kompetensi dalam unit ini harus dipertimbangkan secara holistik. Setiap elemen dan kriteria kinerja terkait harus dapat didemonstrasikan sesuai dengan "Pedoman penilaian kode unit kompetensi "IJE.PM02.001.01".

Buku Informasi terpadu dalam konsep pembelajaran bermakna 3Rx4C sesuai dengan standar uji keahlian diklat berdasarkan kebutuhan dari elemen/unit kompetensi dan sesuai dengan masing-masing kriteria unjuk kinerja, untuk itu penyajian materi diklat dapat dibagi secara terperinci menjadi beberapa bab seperti berikut ini:

BAB 1: Dasar pemikiran pemikiran dalam "Perbaikan Perangkat Audio Video" termasuk bidang karir keahlian yang paling sering dilakukan dan harus dikuasai oleh seorang teknisi elektronika dengan benar. Untuk itu diperlukan pendekatan pembelajaran dengan strategi terpadu yang mendukungnya. Ruang lingkup materi bahasan pada bab 1 meliputi:

- 1.1. Pengantar Unit
- 1.2. Hasil Pembelajaran
- 1.3. Penilaian dan Kriteria Penilaian
- 1.4. Penyampaian Pembelajaran
- 1.5. Garis Besar Perencanaan Pembelajaran
- 1.6. Topik dan saran tugas/kegiatan dan/penilaian
- 1.7. Penilaian

BAB 2: Menyiapkan perangkat, peralatan tangan, peralatan uji/ukur dan tempat kerja. Fokus pokok bahasan pada bab ini berkenaan dengan kemampuan pendukung dalam hal memilih peralatan tangan dan peralatan elektronika yang digunakan untuk melacak kerusakan peralatan produk elektronika dan bekerja

dengan aman. Ruang lingkup materi bahasan pada bab 2 berhubungan dengan kriteria unjuk kinerja:

- 2.1. Dokumen servis manual, servis informasi dan gambar teknik yang diperlukan, disiapkan sebelum melakukan aktifitas.
- 2.2. Tempat pengerjaan disiapkan sesuai kebutuhan yang ditetapkan oleh pabrikan.
- 2.3. Peralatan tangan dan peralatan uji/ukur disiapkan dan diperiksa kelayakannya sesuai kebutuhan.
- 2.4. Prosedur pengamanan Electro-static Discharge (ESD) diikuti sesuai dengan standar industri

BAB 3: Memeriksa kerusakan perangkat audio video. Fokus pokok bahasan pada bab ini dibahas berhubungan dengan pengetahuan fundamental pemahaman bidang rekayasa tentang bagaimana memeriksa kerusakan perangkat audio video. Ruang lingkup materi bahasan pada bab 3 berhubungan dengan kriteria unjuk kinerja:

- 3.1. Komponen, tombol-tombol, dan gejala kerusakan secara fisik diperiksa sesuai prosedur.
- 3.2. Rangkaian elektronika diukur dan atau diuji menggunakan alat uji/ukur yang sesuai peruntukannya mengacu pada spesifikasi manual service.
- 3.3. Rangkaian elektronika diisolir satu dengan yang lain sesuai dengan prosedur melacak kerusakan.
- 3.4. Temuan gejala kerusakan dilaporkan kepada pihak terkait sesuai prosedur kerja perusahaan.

BAB 4: Menganalisis kerusakan perangkat audio video. Pokok bahasan pada bab ini berhubungan dengan pengetahuan bagaimana menganalisis dan melakukan pelacakan dalam perbaikan peralatan produk elektronika, dan pengembangan solusi alternatif. Ruang lingkup materi bahasan pada bab 4 berhubungan dengan kriteria unjuk kinerja:

- 4.1. Gejala gejala kerusakan dipahami dengan menggunakan gambar gambar teknik
- 4.2. Gambar gambar teknik dipilih dan dipilah berdasarkan fungsi, tipe dan peruntukannya.

- 4.3. Komponen, bagian dan modul dalam gambar diidentifikasi dengan benar sesuai dengan fungsinya.
- 4.4. Simbol simbol dalam gambar diidentifikasi, diartikan dengan benar.
- 4.5. Hasil analisa dan testing dicatat dalam rekaman mutu, secara akurat dan lengkap termasuk waktu kejadiannya

BAB V: Memperbaiki kerusakan perangkat audio video. Pokok bahasan pada bab ini berhubungan dengan pengetahuan fundamental pekerjaan regular akhir dari pekerjaan seorang teknisi pelacakan peralatan produk elektronika, dan pengembangan solusi alternatif. Ruang lingkup materi bahasan pada bab 5 berhubungan dengan kriteria unjuk kinerja:

- 5.1. Komponen/bagian/modul yang rusak diganti dengan suku cadang yang sama atau yang direkomendasikan oleh pabrikan.
- 5.2. Papan rangkaian (PCB), bagian mekanik, koneksi kabel dan solderan diperiksa dan atau diperbaiki.
- 5.3. Pembersihan perangkat dilaksanakan sesuai dengan prosedur standar.

BAB VI: Memasang kembali dan mengetes. Pokok bahasan pada bab ini berhubungan dengan pengetahuan bagaimana memasang kembali dan mengetes peralatan produk elektronika setelah selesai diperbaiki. Ruang lingkup materi bahasan pada bab 6 berhubungan dengan kriteria unjuk kinerja:

- 6.1. Perangkat yang selesai perbaikan dirakit kembali.
- 6.2. Perangkat yang selesai dirakit dilakukan tera sesuai dengan spesifikasi pabrikan.
- 6.3. Perbaikan yang telah dilakukan dicatat kedalam dokumen

A. Tujuan Umum

Tujuan unit kompetensi ini dimaksudkan untuk mengantarkan peserta diklat dapat:

- Memahami prinsip-prinsip kesalahan elektronik, termasuk prosedur, teknik dan keterampilan yang diperlukan saat melakukan kegiatan pencarian kesalahan dan perbaikan peralatan elektronika audio video.

B. Tujuan Khusus

Setelah mempelajari unit kompetensi dan melalui diklat kompetensi melacak kerusakan pada produk elektronika kode unit kompetensi IJE.PM02.001.01, dan pada akhir diklat peserta/kandidat dapat menunjukkan bukti kinerjanya dan mampu:

1. Menyiapkan perangkat, peralatan tangan, peralatan uji/ukur dan tempat kerja.
2. Memeriksa kerusakan
3. Menganalisis kerusakan
4. Memperbaiki kerusakan
5. Memasang kembali dan mengetes

BAB II

PENYIAPAN PERANGKAT, PERALATAN TANGAN, PERALATAN UJI/UKUR DAN TEMPAT KERJA

A. Pengetahuan dalam Menyiapkan Perangkat, Peralatan Tangan, Peralatan Uji/Ukur dan Tempat Kerja

Unit ini akan memberi peserta diklat pengetahuan dan keterampilan bagaimana menyiapkan peralatan dan perangkat uji yang dibutuhkan untuk melakukan serangkaian pengukuran pada sirkuit elektronik.

Unit ini akan memberi peserta didik pemahaman tentang berbagai peralatan pengukuran elektronik seperti voltmeter, ammeter, multimeter analog/digital dan osiloskop. Unit ini juga memeriksa berbagai peralatan uji elektronik seperti generator sinyal, penghitung frekuensi/frekuensi digital, jembatan arus bolak (AC), probe logika, pulser logika dan pelacak saat ini.

Peserta diklat akan mengembangkan pemahaman tentang fungsi, fitur dan karakteristik pengukuran elektronik dan alat uji. Mereka juga akan mendapatkan pengalaman praktis penggunaannya saat melakukan pengujian dan pengukuran elektronik dalam berbagai aplikasi teknik elektronik. Ini termasuk memilih, menghubungkan dan mengoperasikan berbagai jenis peralatan uji dan menerapkan teknik pengukuran.

Peserta diklat akan menunjukkan bahwa mereka dapat menerapkan metode pengujian umum dan dapat menilai kesalahan yang melekat pada instrumen yang digunakan. Perhatian khusus diberikan untuk memastikan bahwa prosedur pengujian, serta alat uji dan pengukuran yang digunakan sesuai untuk keperluan dan dikalibrasi dengan benar. Peserta didik diharapkan dapat menjelaskan efek karakteristik instrumen seperti akurasi, resolusi tampilan dan pemuatan dan bagaimana hal ini mempengaruhi kuantitas yang terukur.

Akhirnya, peserta diklat akan dikenalkan penggunaan instrumen untuk melakukan pengukuran dan analisis data pengukuran. Peserta diklat akan memeriksa peralatan seperti osiloskop penyimpanan digital, penganalisis spektrum, voltmeter digital, meteran frekuensi digital, generator fungsi atau penganalisis logika. Peserta diklat

diharapkan melakukan pengukuran dengan menggunakan instrumen virtual dan menganalisis data yang diambil dengan menggunakan perangkat lunak yang sesuai. Alat ukur yang digunakan sesuai untuk tujuan dan dikalibrasi dengan benar. Peserta diklat diharapkan dapat menjelaskan efek karakteristik instrumen seperti akurasi, resolusi tampilan (display) dan pembebanan dan bagaimana hal ini mempengaruhi kuantitas yang terukur.

Untuk kegiatan unit ini peserta diklat diberi dan memiliki kesempatan untuk meneliti berbagai alat uji yang biasa digunakan untuk pengujian sirkuit elektronik. Ini termasuk catu daya, multi-meter, probe logika, generator sinyal dan osiloskop.

Peserta diklat dapat menggunakan cara logis, tentang fungsi dan fitur perangkat, alat ukur/uji, dan perlu mempertimbangkan masalah keamanan, baik itu untuk pengguna maupun rangkaian yang diuji atau keselamatannya sendiri.

Hasil Pembelajaran

Setelah menyelesaikan unit ini, peserta diklat memiliki kemampuan dalam:

4. mengetahui fungsi, fitur dan karakteristik pengukuran elektronik dan alat uji
5. memilih dan menggunakan peralatan pengukuran dan pengukuran elektronik untuk membuat pengukuran yang berarti pada sirkuit elektronik
6. mengetahui prinsip-prinsip kalibrasi dan konfigurasi alat uji elektronik
7. menggunakan datasheet dan service manual

1. Fungsi, fitur dan karakteristik peralatan pengukuran

Fungsi peralatan: yang sesuai dengan alat ukur dan uji misalnya pengukuran arus bolak arus (AC) dan arus searah (arus DC) dan arus, resistansi, bentuk gelombang dan pengukuran distorsi yang akurat, pengukuran parameter bentuk gelombang (periode, siklus tugas, pada Waktu, waktu off, waktu jatuh, waktu jatuh, frekuensi, frekuensi pengulangan pulsa (*PRF pulse repetition frequency*), impedansi, tingkat logika)

Fitur peralatan: yang sesuai dengan peralatan pengukuran dan uji misalnya display dan display technology, konektor input dan output, attenuator, pilihan rentang manual dan otomatis (auto-starting), fasilitas kalibrasi built-in, portabilitas, sumber daya, antarmuka bus eksternal.

Karakteristik peralatan: spesifikasi peralatan pengukuran dan uji misalnya impedansi masukan, impedansi keluaran, resolusi, akurasi, distorsi, bandwidth, rentang sinyal masukan, tingkat keluaran, laju sampel, sumber pemicu.

Instrumen pengukuran: meter (voltmeter, ammeter); analog/digital multimeter; osiloskop Peralatan uji elektronik: generator sinyal misalnya frekuensi audio (AF), frekuensi radio (RF) dan generator denyut nadi, generator bentuk gelombang/fungsi; counter digital/alat ukur frekuensi; Jembatan AC; probe logika; pulser logika; pelacak saat ini.

2. Peralatan ukur dan Pengukuran Elektronik.

Pemilihan peralatan: seleksi berdasarkan spesifikasi instrumen, karakteristik dan keterbatasan misalnya output, tingkat, sensitivitas masukan, rentang frekuensi, akurasi, resolusi dan distorsi.

Teknik pengukuran: pengukuran titik tegangan dan pengukuran bentuk gelombang; suplai tegangan dan pengukuran arus; daya, impedansi dan pengukuran sudut fasa dengan menggunakan beban variabel; frekuensi dan pengukuran PRF; pengukuran waktu naik dan turun; distorsi dan pengukuran kebisingan (hanya kualitatif); penggunaan spesifikasi uji misalnya dalam kasus catu daya DC variabel, pengukuran tegangan keluaran aktual yang dikirimkan pada arus beban tertentu saat catu daya telah diatur ke tegangan tertentu tanpa kondisi beban; dalam hal penguat audio, pengukuran daya keluaran dikirim ke beban eksternal yang ditentukan hambatan yang ditentukan, dengan menggunakan frekuensi uji dan bentuk gelombang yang ditentukan dan pada tingkat distorsi tertentu.

Pengukuran: penggunaan titik uji, uji tuntas dan probe; minimisasi efek pemuatan; penggunaan rentang instrumen yang tepat; tindakan pencegahan yang harus diambil saat mengukur tegangan dan arus tinggi; efek tingkat DC pada sinyal AC dan bentuk gelombang; efek sinyal yang ada pada titik uji DC; efek drift dan suhu; kebutuhan kalibrasi; spesifikasi uji dan teknik pengukuran yang relevan misalnya sampling, rata-rata

Peralatan elektronik: peralatan listrik dan elektronik industri/konsumen termasuk suplai daya DC tegangan rendah misalnya tipe linier, tipe mode switched; amplifier

misalnya AF, RF, sinyal kecil, daya; osilator misalnya sinusoidal, gelombang persegi, kristal dikendalikan; peralatan radio misalnya penerima radio, pemancar dan transceiver berdaya rendah; peralatan elektronik digital misalnya mikrokontroler, mikrokomputer, pengendali logika programmable; peralatan video misalnya televisi dan pemutar video/perekam

Prinsip kalibrasi dan konfigurasi peralatan uji elektronik.

Prinsip kalibrasi: prosedur misalnya memeriksa, menyesuaikan, secara sistematis membakukan alat ukur, pengaturan set-up; standar referensi misalnya sel standar kadmium Weston, resistor standar, induktor standar; teori misalnya akurasi, ketidakpastian; dampak kalibrasi terhadap kualitas, produktivitas dan keamanan; aplikasi misalnya selama pembuatan, setelah pemasangan, perawatan terjadwal berkala, sebagai respons terhadap penyimpangan yang diidentifikasi, pasca perbaikan atau perubahan lingkungan; terminologi pergeseran nol (offset), kesalahan rentang (atau span/range error), gabungan antara pergeseran nol dan kesalahan rentang, non-linier.

Masalah kesehatan dan keselamatan: misalnya tindakan pencegahan yang harus diperhatikan saat menyetel dan menyesuaikan voltase suplai utama, mengganti/mengisi/membuang baterai, membongkar dan memasang kembali peralatan, menghilangkan/mengganti penutup eksternal dan internal, membuat penyesuaian pada peralatan 'hidup', kontinuitas bumi (grounding atau bonding) peralatan listrik, safety cut-out dan residual current device (RCD), earth leakage circuit breaker (ELCB)

Masalah konfigurasi: pra-kondisi dan pemeriksaan untuk memastikan bahwa sistem/peralatan aman untuk diuji dan instrumen aman digunakan; set-up peralatan uji misalnya penggunaan prosedur pabrik pembuat peralatan, dengan menggunakan panduan komisioning.

2.1. Dokumen servis manual, servis informasi dan gambar teknik yang diperlukan, disiapkan sebelum melakukan aktifitas.

Sulit untuk memperbaiki peralatan elektronik yang rumit tanpa literatur layanan. Ada kemungkinan untuk memperbaiki peralatan elektronik tanpa manual servis, tapi cara

ini sangat menyita waktu. Anda bisa kehilangan banyak waktu servis yang berharga, ketika Anda melakukan pekerjaan selama perbaikan tanpa panduan dukungan servis manual yang baik. Manual servis adalah seperangkat dokumen yang disiapkan oleh pabrikan untuk membantu teknisi pelayanan perbaikan atau melayani peralatan elektronik yang rusak. Manual yang ditulis dengan baik akan banyak memberi bantuan servis terbaik. Informasi penting yang terkandung dalam buku service manual antara lain berisi tentang:

- Penjelasan tentang bagaimana rangkaian bekerja
- Blok diagram peralatan
- Diagram rangkaian
- Poin uji tegangan dan sinyal
- Prosedur kalibrasi atau peneraan ulang
- Daftar aksesoris
- Daftar suku cadang dengan nomor bagian, nilai, toleransi dan peringkat
- Langkah-langkah diagnosis kesalahan, umumnya berupa flow chart
- Tata letak perawatan pencegahan
- Tindakan pencegahan keselamatan untuk diperhatikan saat menangani peralatan
- Dan masih banyak lagi yang lainnya

Harga manual untuk servis bisa sangat mahal, tapi perlu investasi. Dengan bantuan manual servis, teknisi servis atau insinyur dapat:

- Melakukan alignment, mengkalibrasi dan menguji peralatan dengan benar untuk mendapatkan hasil optimal
- Mencari kesalahan dengan cepat
- Menggunakan komponen pengganti yang benar
- Melakukan perawatan, pencegahan kerusakan dengan benar

Dengan menggunakan manual servis yang benar, serta dengan bantuan alat yang bagus, peralatan pengujian dan pengembangan pengalaman sendiri, sehingga pada akhirnya kesiapan untuk memperbanyak kekuatan pemecahan masalah.

Dengan layanan elektronik yang selalu berubah dan pengembangan industri yang berkelanjutan, teknisi elektronik harus terus memperbarui diri dengan perkembangan teknologi dan metode penyelesaian masalah terkini.

Usahakan rajin menghadiri rapat layanan pabrikan, teknisi disarankan selalu aktif membaca buku dan majalah tentang layanan elektronik. Buku dan majalah bisa menjadi "alat" servis yang paling hemat biaya. Sebagian besar buku dan majalah ditulis oleh orang-orang berpengalaman yang telah berkecimpung dalam perdagangan selama bertahun-tahun, dan mereka dapat menyampaikan pengalaman berharga mereka kepada para pembaca. Teknik perbaikan baru, alat pemecahan masalah terbaru dan alat uji, masalah dan solusi pada peralatan elektronik tertentu akan dishare melalui buku dan majalah. Sempatkan sedikit waktu untuk melihat-lihat perkembangan teknologi melalui buku dan majalah.

Spesifikasi Data: Sebelum kita melakukan perbaikan peralatan produk elektronika, hal penting yang dapat mendukung kelancaran pekerjaan tersebut adalah dukungan dokumen datasheet komponen dan service manual. Untuk memahami dokumen service manual diperlukan kemampuan dalam memahami spesifikasi data setiap komponen.

Datasheet (lembar spesifikasi data) dari produsen suatu piranti elektronik memberikan informasi lengkap tentang data-data kelistrikan, sehingga sangat bermanfaat dan dapat digunakan untuk kebutuhan aplikasi tertentu. Sebuah datasheet khas memberikan peringkat nilai maksimal mengenai karakteristik kelistrikan, data mekanik, dan grafik dari berbagai macam parameter.

Interpretasi dan kegunaan lembar spesifikasi data dari piranti elektronik antara lain:

- Peringkat nilai maksimum absolut (Define several absolute maximum ratings)
- Karakteristik termal (Define diode thermal characteristics)
- Karakteristik kelistrikan (Define several electrical characteristics)
- Interpretasi kurva arus derating arah maju (Interpret the forward current derating curve)
- Interpretasi kurva karakteristik arah maju (Interpret the forward characteristic curve)

- Bahasan mengenai arus surja nonrepetitive (Discuss nonrepetitive surge current)
- Bahasan mengenai karakteristik terbalik (Discuss the reverse characteristics)

Gambar 2.1 menunjukkan datasheet dioda penyearah khas. Penyajian informasi pada lembar data dapat bervariasi dan berbeda-beda dari satu produsen ke produsen yang lainnya, tetapi secara umum informasi yang tersaji didalam lembar spesifikasi data dari semua produsen pada dasarnya adalah sama. Informasi didalam lembar spesifikasi data yang baik memberikan kelengkapan data tentang dan informasi mekanis, dimensi kemasan (meski kadang tidak semua produsen menyediakan data dimensi kemasan).

Pada umumnya informasi yang diberikan dalam datasheet dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori data dalam bentuk tabel dan empat jenis karakteristik yang ditunjukkan dalam bentuk grafik

Kategori Data Bentuk Tabel

Rating maksimum absolut (*Absolute Maximum Ratings*) peringkat maksimum absolut menunjukkan nilai maksimum dari beberapa parameter di mana diode dapat dioperasikan tanpa kerusakan atau degradasi. Untuk menjamin dan memberikan tingkat keandalan yang baik dan hidup lebih lama, untuk itu dioda harus dioperasikan dengan baik di bawah nilai dari rating maksimum absolut. Secara umum, data informasi penting tentang peringkat maksimum absolut adalah mengenai suhu operasi ambien (TA) dan suhu lingkungan adalah suhu udara sekitar perangkat. Parameter-parameter yang terdapat pada rating maksimum absolut yang diberikan pada **Gambar 2.1** adalah sebagai berikut:

- *V_{rrm}* (*Peak Repetitive Reverse Voltage*) menyatakan kemampuan sebuah dioda menahan tegangan balik puncak maksimum secara terus menerus, sebagai contoh untuk dioda 1N4001 memiliki nilai peak reverse voltage maximum sebesar 50V, sedangkan untuk dioda tipe 1N4007 memiliki nilai peak reverse voltage maximum sebesar 1000V. Peringkat rating tegangan maksimum dioda secara teknis dinyatakan dalam PIV (*Peak Inverse Voltage*).
- *I_{f(av)}* (*maximum average value*) menyatakan suatu nilai rata-rata dari arus maju penyearah setengah gelombang untuk frekuensi kerja 60Hz. Pada

umumnya parameter ini berlaku pada nilai arus sebesar 1.0 A untuk semua jenis dioda dan suhu ditetapkan sekitar 75°C.

- I_{FSM} (*Peak Non-Repetitive Reverse Voltage*) menyatakan suatu nilai puncak maksimum arus arah maju gelombang non repetitif tunggal (penyearah gekombang tunggal) untuk durasi waktu 8,3ms. Parameter ini berlaku pada nilai arus 30A untuk semua jenis dioda.
- T_{stg} menyatakan kisaran temperatur yang diijinkan di mana perangkat dapat disimpan saat tidak beroperasi atau terhubung ke sirkuit (penyimpanan komponen selama tidak digunakan).
- T_j menyatakan kisaran suhu yang diijinkan disekitar sambungan pn (*pn-junction*) ketika dioda dioperasikan dalam sebuah rangkaian.

Absolute Maximum Ratings * $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value							Units
		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
V_{RRM}	Peak Repetitive Reverse Voltage	50	100	200	400	600	800	1000	V
$I_{F(AV)}$	Average Rectified Forward Current .375 " lead length @ $T_A = 75^\circ\text{C}$	1.0							A
I_{FSM}	Non-Repetitive Peak Forward Surge Current 8.3ms Single Half-Sine-Wave	30							A
I^2t	Rating for Fusing ($t < 8.3\text{ms}$)	3.7							A ² sec
T_{STG}	Storage Temperature Range	-55 to +175							°C
T_j	Operating Junction Temperature	-55 to +175							°C

* These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

Thermal Characteristics

Symbol	Parameter	Value	Units
P_D	Power Dissipation	3.0	W
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance, Junction to Ambient	50	°C/W

Electrical Characteristics $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_F	Forward Voltage @ 1.0A	1.1	V
I_{rr}	Maximum Full Load Reverse Current, Full Cycle $T_A = 75^\circ\text{C}$	30	μA
I_R	Reverse Current @ Rated V_R $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_A = 100^\circ\text{C}$	5.0 50	μA μA
C_T	Total Capacitance $V_R = 4.0\text{V}$, $f = 1.0\text{MHz}$	15	pF

Typical Performance Characteristics

Figure 1. Forward Current Derating Curve

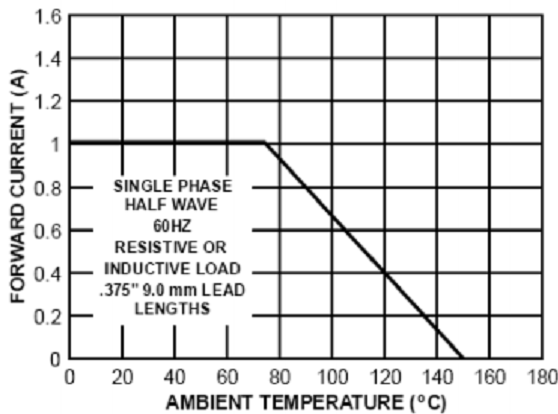


Figure 2. Forward Characteristics

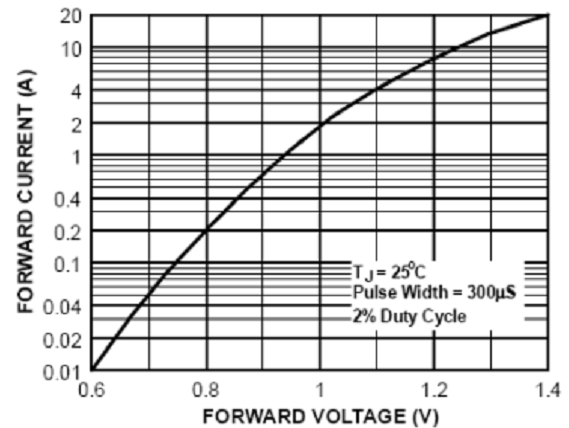


Figure 3. Non-Repetitive Surge Current

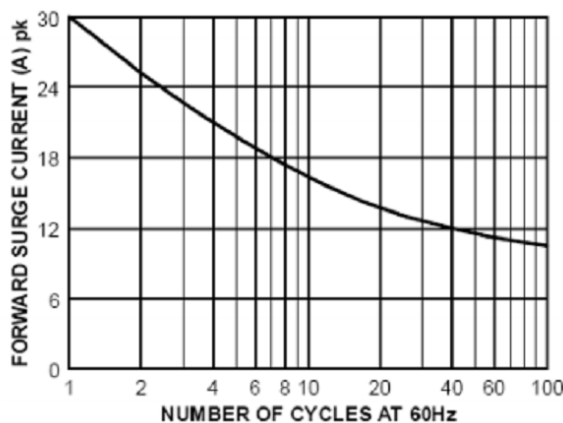
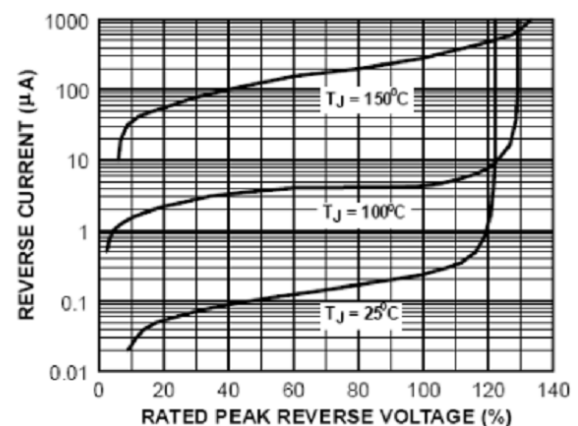


Figure 4. Reverse Characteristics



Gambar 2. 1. Spesifikasi Data Teknis Dioda 1N4001-1N4007

Karakteristik Termal

Semua piranti elektronik memiliki batas jumlah panas yang dapat diijinkan tanpa mengalami kegagalan dalam operasi normal. Pada umumnya informasi mengenai karakteristik termal meliputi:

- P_D (*average power dissipation*) menyatakan disipasi daya rata-rata yang merupakan jumlah daya hilang dioda dalam kondisi apapun. Untuk menjamin tingkat kehandalan dan hidup dalam operasi lebih lama, sebuah dioda tidak boleh dioperasikan pada daya maksimum, kecuali hanya diperuntukan periode waktu singkat.
- $P_{\theta JA}$ (*thermal resistance diode junction*) menyatakan ketahanan secara termal disekitar persimpangan dioda dalam hubungannya dengan udara sekitar. Hal

ini menunjukkan kemampuan bahan dari perangkat didalam melawan aliran panas dan menentukan jumlah perbedaan derajat antara persimpangan dan udara di sekitarnya untuk setiap watt yang dapat ditransfer dari persimpangan ke udara.

Karakteristik Elektrikal

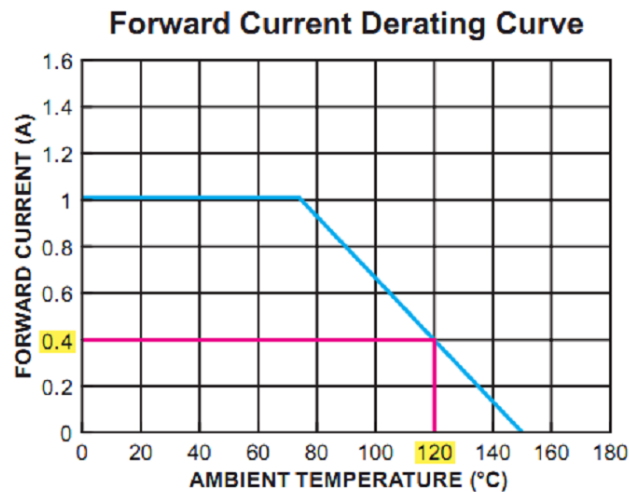
Karakteristik kelistrikan yang telah ditentukan di bawah kondisi pengujian tertentu dan berlaku sama untuk setiap jenis dioda. Nilai-nilai ini menyatakan ciri khas yang memberikan data kisaran lebih atau kurang tentang informasi mengenai spesifikasi data teknis kelistrikan dari sebuah dioda. Selain nilai khas untuk parameter, beberapa informasi didalam lembar spesifikasi data kelistrikan juga memberikan nilai batas minimum dan maksimum.

- V_F (*forward voltage*) menyatakan penurunan tegangan maju yang melintas antara kaki anode-katode dioda, misalnya seperti ketika arus maju ditetapkan sebesar 1A, maka penurunan tegangan maju adalah 0,94V. Untuk menentukan hubungan tegangan maju terhadap nilai-nilai arus maju yang berbeda, kita dapat melihat grafik karakteristik maju (lihat Gambar 2.1).
- I_{RR} (*maximum full load reverse current*) menyatakan nilai maksimum beban penuh arus balik rata-rata selama siklus ac penuh pada temperatur 75°C.
- I_R (*reverse current*) menyatakan arus balik pada nilai tegangan balik (V_{RRM}). Dimana nilainya ditentukan pada dua suhu lingkungan yang berbeda.
- C_T (*total diode capacitance*) menyatakan nilai kapasitansi dioda total termasuk kapasitansi junction pada saat bias mundur pada frekuensi kerja 1MHz. Secara teknis parameter ini tidak penting untuk aplikasi frekuensi rendah, seperti penyearah catu daya.

Karakteristik Grafis

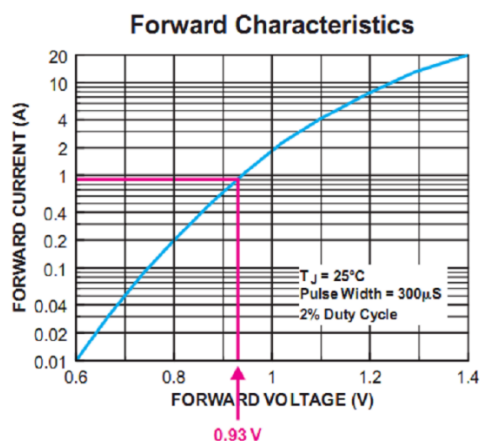
- Kurva arus maju (*forward current derating curve*) pada datasheet pada [Gambar 2.1](#) menunjukkan arus maju maksimum pada saat $I_{F(AV)}$ konstan dalam ampere terhadap perubahan suhu lingkungan. Nilai arus maju derating diode menyatakan nilai arus yang dapat mempertahankan nilai maksimal 1A sampai pada batas suhu tertentu.

Suhu diatas batas derating, arus dioda tidak dapat dipertahankan tetap 1A, sehingga arus maksimum harus turun seperti yang ditunjukkan oleh kurva [Gambar 2.2](#). Seperti contoh, jika dioda dioperasikan pada arus maju 0,4A, maka dioda mampu menangani suhu disekitar hingga 1200C seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 2.2](#).



Gambar 2. 2. Kurva arus maju terhadap suhu sekitar

Kurva Karakteristik forward lain grafik dari datasheet menunjukkan seketika maju saat ini sebagai fungsi dari tegangan maju seketika.

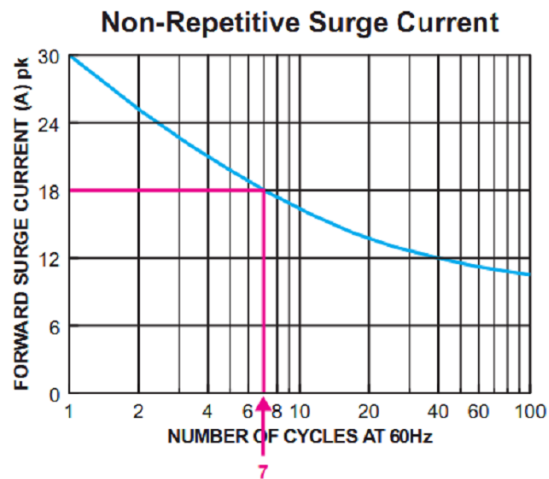


Gambar 2. 3. Kurva arus maju terhadap tegangan maju pada suhu T_J=25°C

Sebagaimana ditunjukkan pada [Gambar 2.3](#), data dari kurva ini diperoleh dengan menerapkan tegangan berbentuk pulsa dengan lebar 300μs pada perbandingan duty cycle sebesar 2%. Perhatikan hubungan grafik pada arus maju 1A berkaitan dengan suatu tegangan maju sekitar 0,93V, seperti Nampak pada [Gambar 2.3](#).

Kurva arus surja non-repetitif (surge current non-repetitive curve) menyatakan harga dari arus Ifsm sebagai fungsi dari banyaknya jumlah siklus pada kerja frekuensi 60Hz.

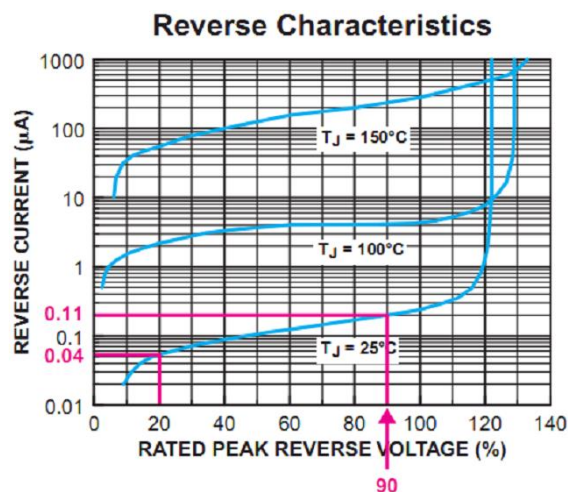
Bila gelombang yang diterapkan pada dioda hanya berjumlah satu, maka dioda memiliki kemampuan melakukan arus maju sampai sebesar 30A.



Gambar 2. 4. Kurva arus maju surja terhadap jumlah gelombang

Sedangkan, jika gelombang secara periodik (berulang) pada frekuensi 60Hz diterapkan pada dioda, maka kemampuan dioda melakukan arus menjadi menurun dari nilai arus maju maksimum I_{FSM} . Misalnya, jika gelombang periodik yang diterapkan pada dioda sebanyak 7kali, maka kemampuan dioda melakukan arus maju maksimum yang dapat diijinkan adalah 18A, seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 2.4.](#)

Karakteristik terbalik (reverse characteristics) menggambarkan grafik dari datasheet yang menunjukkan bagaimana arus balik (reverse current) bervariasi dengan tegangan balik (reverse voltage) untuk kondisi tiga suhu persimpangan yang berbeda (three different junction temperatures).



Gambar 2. 5. Kurva arus balik terhadap tegangan balik

Sumbu horisontal menunjukkan representasi dari persentase tegangan balik maksimum (V_{RRM}). Misalnya, pada 250C, 1N4001 memiliki arus balik sekitar 0,04mA pada 20% dari V_{RRM} maksimum atau 10V. Jika V_{RRM} meningkat sampai 90%, kenaikan arus balik menjadi sekitar 0,11 mA, seperti terlihat pada [Gambar 2.5](#).

2.2. Tempat kerja disiapkan sesuai kebutuhan yang ditetapkan oleh pabrikan

Kesejahteraan orang yang bekerja di bidang teknik sangat penting. Tempat kerja diharapkan dapat memberikan lingkungan kerja yang aman. Tempat kerja memberikan situasi yang menyenangkan dan tidak membahayakan kesehatan dan yang paling utama tidak merugikan kesejahteraan diri anda sendiri.

Keselamatan Pertama

Pengetahuan paling utama pada saat awal melakukan pekerjaan pelacakan dan perbaikan peralatan produk elektronika adalah Keselamatan Pertama. Pembaca secara tegas diperingatkan untuk mempertimbangkan dan menerapkan semua tindakan pencegahan keselamatan yang mungkin ditunjukkan pekerjaan atau kegiatan yang ada hubungannya dengan listrik dan untuk menghindari semua potensi bahaya. Meskipun semua tindakan yang mungkin dilakukan untuk memastikan keakuratan informasi dokumentasi harus disajikan dengan jelas, baik itu dokumentasi Perbaikan dan Pelayanan Komputer, maupun dokumen teknis yang berhubungan dengan kerusakan atau cedera, salah tafsir terhadap arahan, atau kesalahan penerapan informasi, bisa berakibat terhadap kecelakaan kerja. Dengan mengikuti petunjuk yang tercantum dan dukungan dokumentasi yang baik semua pekerjaan lebih mudah dan lancar. Untuk itu kelalaian dalam pekerjaan, pembaca dengan sukarela menanggung semua risiko sehubungan dengan kesalahan dan ketidaktelitian dalam membaca dan memahami instruksi kerja.

Kapan pun Anda mengerjakan peralatan elektronik, keselamatan Anda sendiri harus datang lebih dulu. Setiap teknisi elektronik harus selalu melakukan tindakan pencegahan sebelum mulai bekerja. Listrik harus ditangani dengan baik, jika tidak bisa melukai atau menyebabkan korban jiwa. Berikut adalah beberapa langkah dasar yang menunjukkan cara menghindari terjadinya kecelakaan.

Guncangan Listrik: Begitu Anda membuka penutup penutup, Anda sebenarnya benar-benar mengekspos diri Anda pada ancaman sengatan listrik. Selalu ingat bahwa



keselamatan harus didahulukan.

Kejutatan serius bisa menghentikan jantung Anda dan jika arus listrik besar mengalir melalui tubuh Anda, Anda akan terkena luka bakar yang serius. Berikut adalah beberapa peraturan, yang seharusnya membantu Anda menghindari bahaya listrik.

- Selalu matikan peralatan dan cabut sebelum Anda mulai bekerja.
- Jika Anda harus menjalankan tes saat peralatan beroperasi, matikan peralatan, buat tes Anda dengan hati-hati, lalu matikan peralatan lagi.
- Kenakan sepatu karet bawah atau sepatu kets.
- Cobalah untuk melakukan pekerjaan dengan satu tangan, sambil menyimpan yang lain di saku Anda. Itu membuat jalur arus mungkin jauh dari jantung.
- Jangan mencoba memperbaiki pekerjaan saat Anda lelah atau terburu-buru.
- Selalu asumsikan bahwa semua bagian di power supply adalah (HOT).

Gunakan hanya obeng plastik untuk proteksi kejutan selama pengoperasian layanan.

Di unit ini, Anda akan mendapatkan pemahaman tentang bahaya dan risiko yang terkait dengan tempat kerja teknik. Anda akan belajar bagaimana melakukan penilaian risiko penuh dan menyarankan langkah-langkah untuk menghadapi risiko yang diidentifikasi. Anda akan belajar pentingnya melaporkan dan merekam kecelakaan dan kejadian, untuk mencegahnya terjadi lagi.

Sebelum Anda mulai memperbaiki peralatan elektronik, Anda memerlukan area kerja yang kondusif untuk melakukan perbaikan. Persyaratan bengkel yang baik adalah sebagai berikut:

- Bengkel harus memiliki 3 outlet listrik grounded (kategori keamanan kelas 1), pencahayaan yang baik dan berventilasi baik. Area kerja Anda membutuhkan sistem pencahayaan yang sangat bagus. Beberapa peralatan elektronik menggunakan Surface Mount Devices (SMD) yang sangat kecil, sehingga menyulitkan untuk mengidentifikasi nilai atau nomor bagian. Tanpa penerangan yang bagus, Anda akan kesulitan mengidentifikasi komponennya.
- Bengkel yang representatif harus dilengkapi dengan alat uji dan alat, dan harus memiliki ruang penyimpanan yang cukup untuk suku cadang dan aksesoris terkait.

- Bahan lantai harus anti statis, tidak lengket, mudah dibersihkan dan tidak licin. Harus tetap bersih dari debu, kotoran, jaring, serangga, dll.
- Bengkel harus memiliki alat pemadam kebakaran dan kotak bantuan pertolongan pertama.
- Meja kerja harus dilengkapi dengan strip daya lengkap dengan pelindung gelombang, lampu neon dan lampu pembesar. Lampu pembesar tidak hanya memberi cahaya, tapi juga memudahkan membaca tanda komponen.
- Tempat kerja juga harus memiliki ruang yang cukup untuk menyimpan alat uji, peralatan, solder dan set yang diuji.
- Ada banyak aksesoris lain yang mempermudah perbaikan elektronik, yang mana termasuk kabel jumper, kabel listrik dan bahan kimia hanya untuk beberapa nama. Perencanaan yang baik dari sebuah bengkel elektronik akan membuat orang senang bekerja di sana.
- Ventilasi, Pastikan tempat kerja Anda memiliki ventilasi yang baik. Paparan lebih lanjut atau penghirupan uap yang berlebihan dari semprotan kimia dan asap dari timbal dapat menyebabkan kerusakan pada sistem saraf atau tubuh Anda.

Prosedur Keselamatan: Tidak ada yang lebih penting dari pada keselamatan. Mencoba menghemat beberapa rupiah dalam biaya perbaikan, namun jangan mengabaikan risiko terkena sengatan listrik.

Secara umum keselamatan dapat dibagi menjadi dua yaitu, keselamatan pribadi dan keamanan pengaman. Bahkan sistem operasi komputer yang mahal pun bisa diganti, namun tidak dengan kesehatan Anda, atau hidup Anda, kesehatan dan keselamatan manusia nomor satu dan manusia tidak bisa. Rentang keselamatan yang paling mendasar adalah jika Anda berpikir keselamatan adalah untuk orang lain, biarkan dan tinggalkan pekerjaan ketika menyangkut masalah keselamatan dan kesehatan kerja.

Ingatlah bahwa bukan hanya keamanan Anda sendiri yang menjadi perhatian. Anda bertanggung jawab atas keamanan semua orang di sekitar Anda juga. Bahkan jika Anda menyadari bahwa tempat tertentu di dalam TV yang Anda kerjakan berbahaya, mungkin orang lain tidak. Anda mungkin mengerti bahwa setrika solder menyala dan panas - anak kecil yang masuk ke area kerja Anda mungkin berpikir itu seperti mainan yang menyenangkan.

Begitu Anda dan orang-orang di sekitar Anda aman, pastikan peralatannya aman. Hati-hati, begitu seorang teknisi sedang memeriksa selama diagnosis awal, menyentuh probe dengan cara yang menyebabkan hubung singkat, dan menyebabkan sekering power supply putus, untuk itu harus memperhatikan:

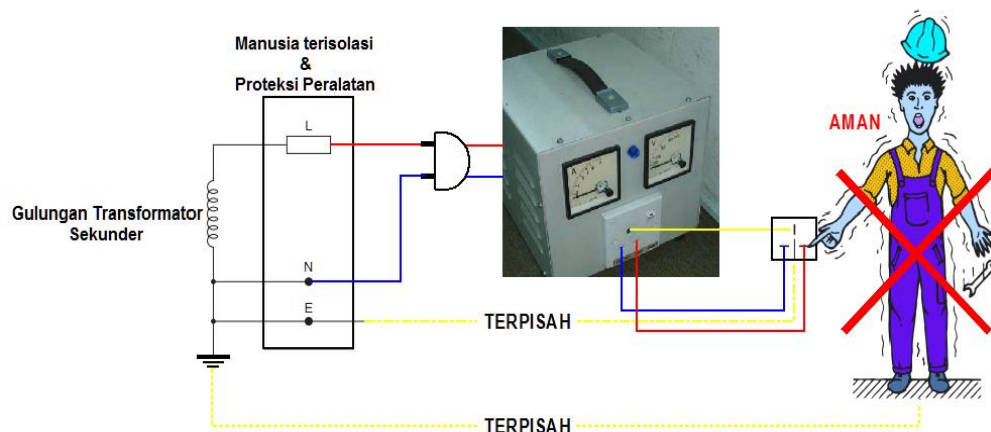
Peringatan

- Saat mengganti sekering, gunakan yang sama persis. Jika nilainya terlalu kecil, sekeringnya cenderung akan putus/terbakar; Jika nilainya terlalu tinggi, sekeringnya tidak bisa memberikan perlindungan.
- tidak disarankan untuk menggunakan kawat atau konduktor lainnya untuk mengganti sekering - bahkan tidak temporalitas.
- Bila memungkinkan, uji dan diagnosis dengan matikan dan unit dicabut.
- Jangan asumsikan unit yang tidak dicabut aman. Beberapa komponen, terutama kapasitor, dapat menahan muatan listrik dan mematikan untuk jangka waktu yang lama.
- Bila daya harus diterapkan, lanjutkan dengan sangat hati-hati. Bila memungkinkan, gunakan "One Hand Rule" (simpan satu tangan di saku Anda).
- Gunakan alat terisolasi, dan pegang HANYA oleh isolasi.
- Pakailah sepatu terisolasi.
- Bekerja pada permukaan nonkonduktif, TIDAK PERNAH di meja logam.
- Pastikan area kerja cukup terang.
- Area kerja pada umumnya harus bersih dan terorganisir dengan baik.
- Ingat bahwa panas mungkin juga menjadi bahaya. Beberapa komponen menjadi sangat panas selama operasi.
- Beberapa alat, seperti setrika solder, dimaksudkan untuk menjadi panas. Jika ujungnya cukup panas untuk mencairkan solder, cukup panas untuk menyebabkan luka bakar serius, kerusakan pada komponen dan permukaan, dan jika Anda ceroboh ujungnya bisa meleleh melalui kabel, termasuk kabel listrik alat itu.
- Selalu gunakan alat yang tepat. Misalnya, ujung obeng atau kunci pas harus pas dipilih dengan benar. Saat memangkas kabel, gunakan pemotong kawat (dan ukurannya yang tepat) bukan gunting.

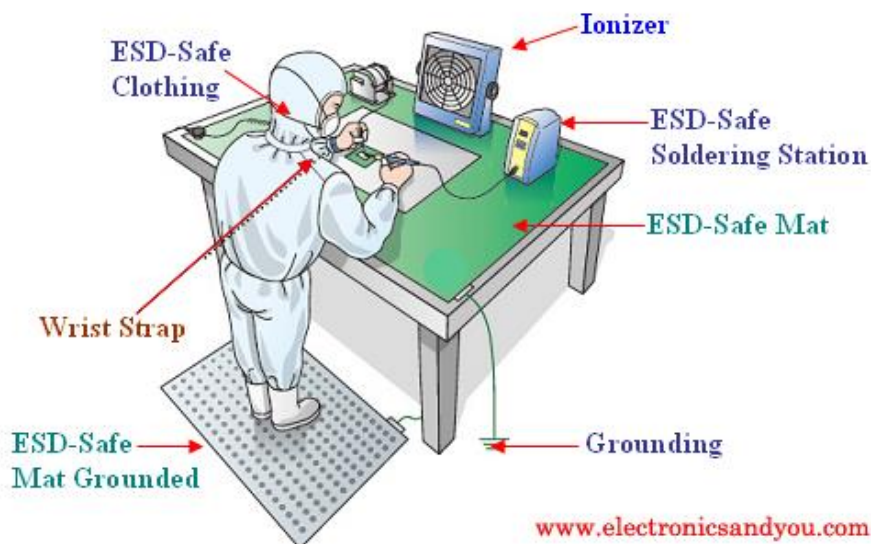
- Saat mengganti komponen, gunakan pengganti yang tepat.
- Ingat: Bila ragu, JANGAN LAKUKAN ITU!

2.2. Tempat pengerjaan disiapkan sesuai kebutuhan yang ditetapkan oleh pabrikaan.

Tempat Kerja Terlindung Pelepasan Muatan Elektrostatis (ESD): Perlindungan ESD (*Electrostatic Discharge*) sangat dibutuhkan pada saat bekerja dengan segala jenis peralatan elektronika ([Gambar 2.7](#)). ESD dapat merusak komponen sensitif atau perangkat, dan penyebab rusaknya komponen sensitif, sehingga bisa rusak total atau rusak secara prematur. Dalam masalah elektrostatis ini akan dijelaskan berbagai metode pengendalian ESD dan diharapkan akan mendapatkan pemahaman tentang bagaimana ESD terjadi dan mengapa?



Gambar 2. 6. Traformator Pemisah



Gambar 2. 7. Perlindungan ESD (*Electrostatic Discharge*) tempat Kerja

2.3. Peralatan tangan dan peralatan uji/ukur disiapkan dan diperiksa kelayakannya sesuai kebutuhan.

Alat adalah kebutuhan dasar teknisi servis atau insinyur. Tanpa alat, seseorang bahkan tidak bisa membuka kabinet dan memiliki akses ke sirkuit.

Peralatan dan peralatan uji yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah elektronik. Seorang teknisi akan memerlukan beragam alat dan alat uji mulai dari alat sederhana seperti obeng hingga peralatan canggih seperti osiloskop Digital.

Beberapa kesalahan sederhana peralatan elektronik dapat diperbaiki hanya dengan menggunakan alat dasar dan alat uji. Tetapi jika hendak memperbaiki peralatan elektronik secara profesional dan untuk memperbaiki semua jenis masalah elektronik, untuk itu perlu berinvestasi pada beberapa peralatan khusus.

2.2.1. Alat Tangan ESD

Perbedaan potensial yang tinggi menyebabkan pelepasan muatan elektrostatik - ESD. Pelepasan muatan elektrostatik menyebabkan kerusakan ketika bekerja dengan komponen elektronik peka terhadap elektrostatis. Untuk itu komponen serta unit elektronis dan lain-lain harus dilindungi terhadap muatan elektrostatik (ESD). Karena luka akibat gangguan pelepasan elektrostatis tidak selalu terlihat segera, akhirnya rangkaian dapat menghasilkan "kegagalan laten" pada komponen semikonduktor seperti transistor. Komponen dengan "kegagalan laten" atau "terluka" akibat ESD tidak rusak secara langsung.

Untuk menghindari pembuangan peralatan disipatif yang tidak terkontrol di sekitar area operasi benar-benar diperlukan. Oleh karena itu pentingnya area EPA di industri manufaktur elektronik yang disebut (kawasan lindung elektrostatik) pintu masuk hanya diperbolehkan untuk orang yang disipatif dilengkapi dan berpakaian yang dilengkapi dengan komponen ESD, hal ini bertujuan agar sistem grounding benar-benar dikontrol dan dipastikan aman.

Perlindungan Komponen: Menggunakan alat tangan ESD berkualitas tinggi merupakan persyaratan dasar dan keputusan ekonomis yang tepat. [Gambar 2.8](#) menunjukkan simbol perlindungan akibat ESD menurut standar EPA:

- a Simbol untuk perangkat perlindungan ESD – EPA
- b Simbol untuk Area Lindung Karstatik ESD - EPA

- c Simbol peringatan yang menunjukkan kerentanan perangkat terhadap pelepasan muatan listrik statis
- d Simbol titik grounding ESD untuk semua komponen



Gambar 2. 8. Simbol ESD menurut EPA

Kebutuhan dan persediaan berbagai operasi alat tangan elektronik berkualitas tinggi sangat penting untuk melindungi kerusakan komponen terhadap ESD. Alat tangan Tang ESD dan obeng ESD dilengkapi dengan pegangan disipatif ([Gambar 2.9](#)). Piranti tangan elektronik ESD anti dan kebal terhadap ESD dilapisi bubuk disipatif kelas tinggi yang dibakar pada suhu 200°C.



Gambar 2. 9. Tang Potong elektronika Standar ESD

Semua alat ESD diproduksi sesuai standar ESD IEC 61340-5-1. Dengan demikian kisaran resistansi permukaan semua alat ESD sesuai dengan target optimum antara 10^6 dan 10^9 Ohm. Area resistensi ini menjamin "pelepasan ESD dijamin sangat lunak" dalam ruang waktu yang ditentukan untuk manusia dan perakitan serta dapat memberikan perlindungan dan mencegah kerusakan pada komponen sensitive ESD.

Pada umumnya alat tersebut menawarkan berbagai alat terisolasi sesuai aturan VDE seperti **Gambar 2.10** berikut:

conductive	static dissipative	antistatic	insulating
10^3	10^5	10^{12}	10^{20}

Gambar 2. 10. Resistansi permukaan ESD standar EPA

Nilai umum alat tangan standar ESD untuk resistansi permukaan standar EPA:

- konduktif: Resistansi permukaan antara $<1 \times 10^3 \text{ Ohm}$ dan $> 1 \times 10^5 \text{ Ohm}$
- disipatif: Resistansi permukaan antara $<1 \times 10^5 \text{ Ohm}$ dan $1 \times 10^{12} \text{ Ohm}$

Semakin besar resistansi listrik semakin kuat pelepasan ESD berkurang. Semakin rendah resistansi maka semakin cepat debit ESD yang ditimbulkan.

Tabel 2.1: Alat Tangan Elektronik
Tang Potong-tang elektronik khusus konduktif

Alat Tangan			Fungsi							
No.	Length		Finish	Cutting capacity wire mm Ø			Weight g			
	mm	inches		soft	medium	hard				
			pemotong sisi karbida mini-konduktif untuk pekerjaan berat kontinyu, dengan tepi pemotongan karbida yang dimasukkan, juga untuk kabel nikel dan elektroda yang sulit							
			3-661-15	120	4 3/4	with side face very slim rounded head	2.0	1.0	0.6	7
			3-663-15	120	4 3/4	with side face very slim pointed head with special flat cutting edge	1.8	0.8	0.4	6
			3-667-15	115	4 1/2	without side face	2.0	1.0	0.6	6
			3-665-15	120	4 3/4	very slim rounded head				

2.2.2. Soldering and Desoldering

Transistor dan IC dapat dengan mudah dihancurkan oleh overheating. Untuk alasan ini, Anda harus memilih dengan hati-hati saat memilih solder untuk digunakan dengan



sirkuit digital seperti IC CMOS. Gunakan setrika bertenaga rendah, dengan rating sekitar 30 watt. Jangan menggunakan besi bertenaga tinggi, karena dengan mudah bisa terlalu panas IC atau bagian lainnya. Jika Anda terlalu panas jejak di papan sirkuit, panas dapat menyebabkan jejak untuk mengangkat dari papan. Tips

solder bisa diproduksi dalam berbagai bentuk dan ukuran. Sebelum memilih tip terbaik untuk pekerjaan itu, Anda harus memahami kondisi penyolderan yang ideal. **Ingatlah untuk mematikan peralatan sebelum melakukan perbaikan solder.**

Sebelum Anda hendak memulai menyolder, Anda perlu menyiapkan besi solder. Ini melibatkan beberapa langkah. Pertama, Anda harus menempelkan ujung besi solder rumah solder. Kemudian, Anda harus mempersiapkan stasiun: pastikan spons Anda dibasahi, atur suhu, dan ujung "timah" dengan menerapkan beberapa solder untuknya.

Pekerjaan awal adalah menyiapkan besi solder Anda terpasang dengan benar, bersih, dan cukup panas untuk mulai disolder.

Solder mengandung bahan kimia berbahaya. Cuci tangan setelah solder dan setelah menangani solder atau spons solder. Meskipun mungkin tergoda untuk ngemil atau merokok saat Anda bekerja, simpan makanan atau minuman dan sigaret dari tempat solder Anda.

1. Memasang Mata Solder

Cari solder (pastikan itu dicabut dan dingin), ujung besi solder, dan ujung mur  memegang ujung pada tempat dengan kuat tidak goyang. Masukkan ujung ke dalam solder seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 2.11](#), dan dorong sejauh mungkin. Tidak perlu banyak kekuatan untuk memasukkannya.

PERINGATAN: Pastikan ketika hendak melepas mata solder dalam kondisi dingin



Gambar 2. 11.Memasukkan ujung ke dalam tabung

2. Bekerja Aman

Putar ujung mur dengan menggunakan tang ke arah ujung mata solder. Anda bisa menggunakan tang untuk mengencangkannya ([lihat Gambar 2.12](#)). Berhati-hatilah untuk tidak terlalu kencang, karena pada akhirnya Anda perlu menggantinya saat ujungnya mulai dipakai dari semua proyek yang akan Anda hasilkan dengannya.



PERINGATAN: Seiring waktu, ujung mur mungkin menjadi kendur. Biarkan besi solder menjadi dingin sebelum Anda mengencangkannya.



Gambar 2. 12. Memasang ujung besi solder dengan benar dan tidak terlalu kencang

3. Spon Soldering

Anda harus melakukan langkah ini di awal setiap sesi solder.

Saat Anda menggunakan solder, Anda akan sering menyeka ujungnya, jadi Anda perlu menjaga agar spons solder tetap lembab. Tuangkan sedikit air bersih dan segar pada spons seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 2.13](#). Jangan merendamnya, tapi pastikan sudah benar-benar dibasahi.



CATATAN: Jika air Anda memiliki kandungan mineral tinggi, gunakan air suling untuk membasahi spons.



PERINGATAN: Pastikan stasiun solder dicabut saat Anda membasahi spons. Spons diangkat atau juga bisa secara langsung dibasahi di stasiun solder.



Gambar 2. 13. Spon solder dibasahi secukupnya

4. Mengatur Suhu Solder

Masukan dan letakkan ujung besi solder Anda ke dalam lubang pengaman panas, dan atur pengaturan panas ke tanda yang ditunjukkan pada [Gambar 1.14](#) (umumnya pilih posisi tombol jam ke-3). Panaskan ujung besi solder beberapa menit mendapatkan panas yang cukup.



Gambar 2. 14. Mengatur Tempetarur pada jam 15.00



CATATAN: Beberapa tip akan mengeluarkan sedikit asap saat Anda memanaskannya untuk pertama kalinya. Hal ini biasanya disebabkan oleh pembakaran minyak residu yang diaplikasikan oleh produsen untuk melawan karat.



PERINGATAN: Besi solder akan menjadi sangat panas, dan tentu saja cukup panas untuk bisa membakar tangan Anda. Jangan sentuh ujungnya dan jangan menyentuh ujungnya selain pegangan solder atau komponen timah solder.

5. Menyeka dan Membersihkan Ujung Solder

Membersihkan ujung solder dapat dilakukan dengan menggunakan spons seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 2.15](#), pastikan besi ujung solder masih tetap dalam kondisi panas, dan seka beberapa kali ujung solder pada spon, sampai semua ujung permukaan solder bersih. Pekerjaan ini akan membuat suara mendesis karena air di spons bersentuhan dengan ujung solder yang panas. Perhatikan gumpalan kecil solder yang telah terlepas dari waktu ke waktu. Tip bersih sangat penting untuk penyolderan yang baik. Bahkan lapisan kecil bahan teroksidasi atau kotoran lainnya akan membatasi jumlah panas yang ditransfer ke komponen yang Anda solder. Usap ujungnya secara regular dan sesering mungkin, dan jaga agar ujungnya tetap bersih dan panas.



Gambar 2. 15. Menyeka dan membersihkan ujung bersih

6. Tin Solder

Sebelum Anda memulai menyolder komponen, Anda harus meletakkan tin solder di ujung seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 2.16](#). Ini akan memiliki dua efek: membakar dan membersihkan setiap kotoran dingin yang menempel pada ujung solder, selain itu juga menyediakan lapisan tipis solder cair, sehingga hasil soldering menjadi baik. Lapisan ini membuat perpindahan panas yang sangat efektif antara

ujung solder dan komponen yang hendak di solder. Tempatkan ujung solder padaudukan solder sehingga anda lebih mudah ketika membutuhkan kembali.



Gambar 2. 16. Tin Solder



CATATAN: Tin Solder tergantung pada komposisi campuran bahan tin solder yang Anda gunakan, sedikit asap bisa muncul saat rosin fluxin bagian tengah solder diaktifkan. Damar berguna untuk dua tujuan; yakni membersihkan ujung besi solder (dan sambungan yang Anda solder) dan untuk membantu solder mengalir dengan bebas. Hindari menghirup asap ini.

2.2.3. Metode Solder

Tidak ada seni untuk solder, hanya dibutuhkan perawatan dan praktik untuk melakukannya dengan benar. Jika Anda melakukannya dengan benar, itu akan mudah dan sangat cepat. Pertama, pastikan ujung besi solder Anda bersih.

Jika kotor dari sekedar warna abu-abu terang, untuk itu Anda perlu segera membersihkannya. Anda bisa melakukan ini dengan amplas atau sikat Scotch Brite. Selanjutnya, balikkan solder dan berikan banyak waktu untuk memanaskannya. Untuk mengetes panasnya, gunakan sepenggal bahan solder dan sentuhkan ke ujung solder. Jika bahan solder segera meleleh dengan cepat, maka solder sudah siap untuk digunakan.

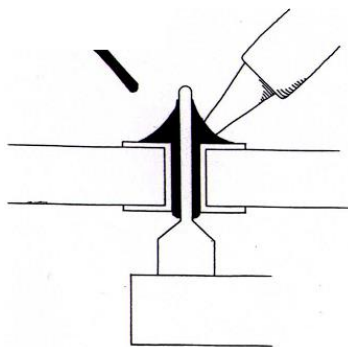
Cara yang paling umum untuk pekerjaan solder adalah membiarkan besi solder tetap berada di bagian yang akan disolder lebih lama. Apa yang dilakukan ini adalah mengoksidasi logam, membuatnya terlalu kotor untuk menarik solder. Jika Anda bekerja dengan papan sirkuit, terlalu banyak panas di papan, rendering itu tidak berguna dan membutuhkan perbaikan. Anda seharusnya hanya menahan solder ke bagian yang akan disambung tidak lebih dari 10-12 detik. Jika demikian, Anda akan melelehkan isolasi pada kawat atau merusak papan sirkuit.

Menyolder adalah pekerjaan dua orang. Anda perlu dua tangan untuk memegang bagian-bagiannya bersama-sama, satu tangan memegang besi solder, dan satu lagi untuk memberi timah solder. Metode yang benar untuk menerapkan solder adalah menahan sendi tetap sempurna saat memanaskan dengan solder. Setelah beberapa detik, ujung solder pada titik di mana besi solder akan memenuhi semua bagian-bagian yang akan disolder.

Jika solder tidak segera mencair dan mengalir ke sendi, tarik solder dan coba lagi setelah beberapa detik lagi. Jika Anda melebihi 10 detik, tarik besi solder dan coba lagi setelah semuanya mendingin. Anda mungkin tidak memiliki besi solder dengan panas yang cukup untuk bagian-bagian yang akan disolder.

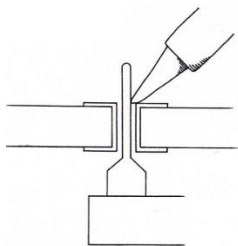
Terkadang, bagian yang disolder begitu besar sehingga mereka melakukan panas dengan sangat cepat dan menyulitkan penyolderan.

Solder kawat ke papan sirkuit - Ini adalah pekerjaan halus yang akan Anda lakukan pada saat selama menyolder. Terlalu banyak panas dan papan rangkaian

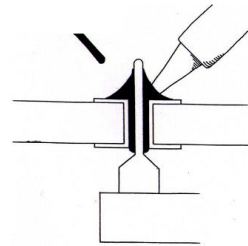


tercetak (PCB) Anda akan rusak. Jika Anda memasang kawat ke lubang yang ada di papan, pastikan lubang itu bersih dan bebas dari solder berlebih. Saran terbaik saat menyolder ke papan sirkuit adalah memiringkan ujung mata besi solder Anda sehingga bisa membuat kontak yang baik dengan bantalan pada papan sirkuit dan kabel atau bagian lain yang akan disolder dalam waktu hampir bersamaan.

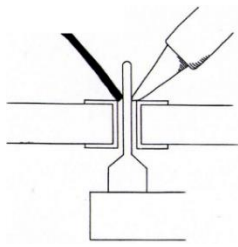
Panaskan bagiannya dan sentuh solder pada titik di mana ujungnya memenuhi bagian dan bantalan. Jika solder tidak segera mengalir, cabut semuanya dan tunggu hingga dingin dan coba lagi nanti. [Gambar 2.17](#) memperlihatkan langkah-langkah cara menyolder yang benar



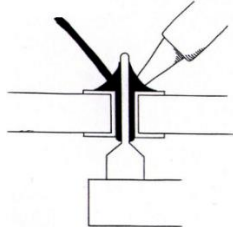
Langkah 1: Oleskan panas ke kedua pin dan pad pada papan sirkuit. Pastikan ujung solder menyentuh kedua pin dan pad.



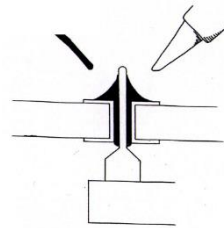
Langkah 4: Melepaskan dan membersihkan solder



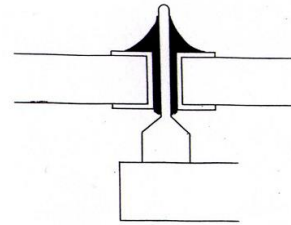
Langkah 2: Bila kedua pin dan pad cukup panas, oleskan solder ke pin dan pad. Solder harus mulai mengalir



Langkah 3: Oleskan cukup tapi jangan terlalu banyak solder. Sambil menerapkan solder, jangan gerakkan ujung mata besi solder.



Langkah 5: Lepaskan ujung solder besi juga.



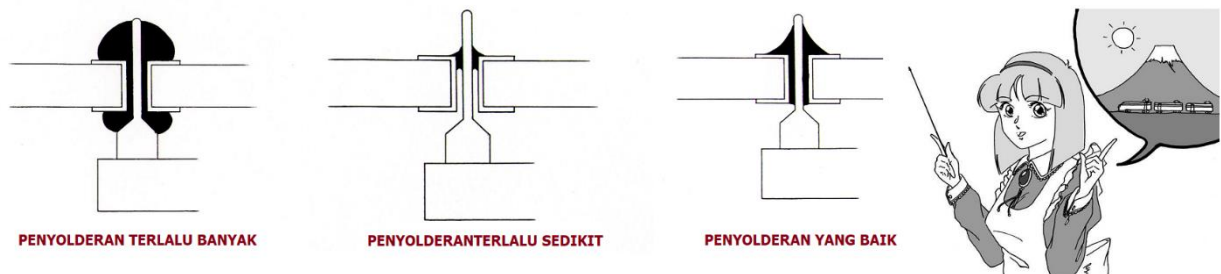
Langkah 6: Selesai!
Periksa sambungan untuk memastikan koneksi.

Gambar 2. 17. Prosedur Menyolder yang baik

Spesifikasi solder yang baik

Berikut pada [Gambar 2.18](#) adalah beberapa contoh hasil soldering yang baik dan soldering yang buruk.

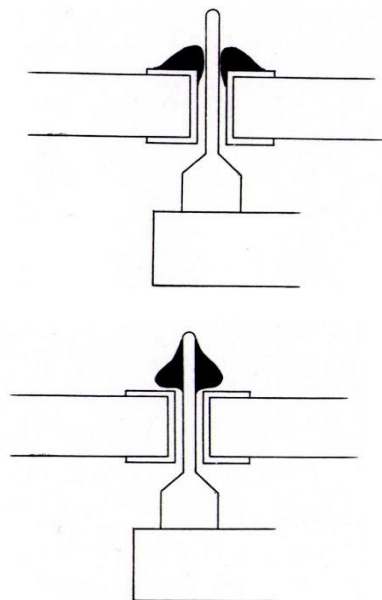
Mt. Fuji: Berlaku standar di Jepang, kita sering mengatakan, sisi penyolderan yang baik seharusnya terlihat seperti, berikut:



Gambar 2. 18. Solder baik (kanan) dan buruk (kiri)

Kontak solder dingin

Sambungan dingin adalah gabungan di mana solder tidak terjadi kontak dengan papan timbal atau papan sirkuit tercetak. Sambungan dingin terjadi saat komponen timah atau solder pad bergerak sebelum solder benar-benar didinginkan.



Sambungan dingin membuat sambungan listrik menjadi sangat buruk dan bisa mencegah sirkuit Anda bekerja.

Sambungan dingin bisa dikenali dengan ciri warna abu-abu kusam dan kasar, dan bisa dengan mudah diperbaiki. Hal ini dilakukan dengan terlebih dahulu mengeluarkan solder yang hendak diperbaiki dengan alat pemotong atau hanya dengan memanaskannya dan mengeluarkannya dengan mata besi solder.

Setelah solder yang kurang baik dilepaskan, Anda bisa memasang kembali sendi, memastikan agar tetap dingin.

Tips dan Trik

Solder adalah sesuatu yang perlu dipraktekkan. Kiat ini akan membantu Anda menjadi sukses sehingga Anda bisa berhenti berlatih dan turun ke bangunan yang serius.

1. Gunakan heat sinks. Heat sink adalah suatu keharusan untuk lead komponen sensitif seperti IC dan transistor. Jika Anda tidak memiliki klip pada heat sink, maka sepasang tang adalah pengganti yang baik.
2. Jaga agar ujung setrika bersih. Ujung besi bersih berarti konduksi panas yang lebih baik dan sambungan yang lebih baik. Gunakan spons basah untuk membersihkan ujung di antara persendian.
3. Periksa kembali sambungan. Sebaiknya periksa sambungan solder dengan ohmmeter setelah didinginkan. Jika besarnya sudut hubungan lebih dari beberapa sepersepuluh ohm, mungkin ada baiknya Anda memasang kembali soldernya.
4. Gunakan setrika atau suhu yang tepat. Ingat bahwa hubungan yang lebih besar akan memakan waktu lebih lama untuk memanaskan dengan besi 30W daripada besi 150W. Sementara 30W bagus untuk papan sirkuit tercetak dan sejenisnya, watt yang lebih tinggi sangat bagus saat menyolder ke sasis logam berat.

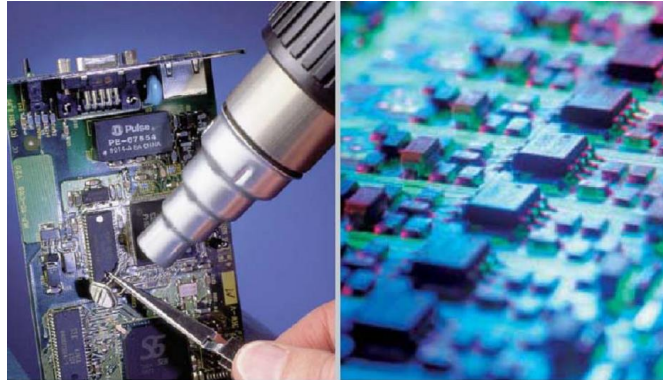
2.2.4. Senapan panas

Anda sering dapat menggunakan suhu sebagai alat diagnostik. Banyak yang intermiten termal. Artinya, mereka muncul pada satu suhu ekstrim atau lainnya. Jika masalah muncul hanya pada suhu tinggi, mungkin sangat sulit ditemukan dengan penutup yang dilepas. Dengan penutup yang dilepas, sirkuit biasanya berjalan lebih dingin, dan intermiten termal tidak akan terlihat. Dalam kasus ini, mungkin perlu menggunakan sedikit panas untuk mengidentifikasi masalahnya. Pengering rambut rumah bekerja dengan baik jika Anda menggunakan pengaturan panas serendah mungkin. Hati-hati jangan sampai terlalu panas pada sirkuit. Bahan plastik tertentu bisa mudah rusak.



Gambar 2. 19. Senapan panas untuk diagnosis kesalahan intermiten

Peredam 9mm memberikan aliran udara cepat terkonsentrasi tepat yang mudah bagi pengguna untuk dikendalikan di permukaan papan sirkuit. Ini menjadikannya aksesoris yang ideal untuk tugas yang rumit dari papan sirkuit pematrian.



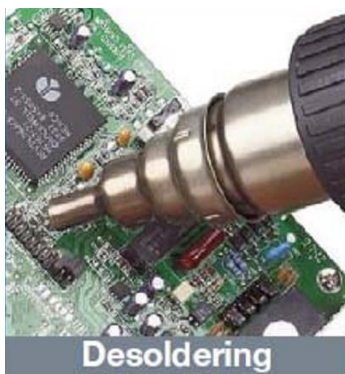
Gambar 2. 20. Diagnosis komponen menggunakan senapan panas

Heat Guns Elektronik

Jalur senapan panas ini menggunakan teknologi canggih untuk memaksimalkan ketepatan dan daya tahan. Ini menggabungkan fitur baru untuk merespons langsung persyaratan yang terus meningkat untuk kontrol kualitas formal yang ketat. Variabel suhu pistol panas elektronik banyak digunakan untuk kalibrasi control suhu.

Senapan panas dapat digunakan di industri elektronik untuk menarik komponen elektronik dari papan sirkuit yang rusak. Air panas, 750 - 850°F (400 - 455°C) akan melonggarkan sambungan solder yang memungkinkan komponen dilepas. Konsentrasikan air panas pada sendi solder dan lepaskan komponen dengan sepasang tang khusus begitu solder meleleh.

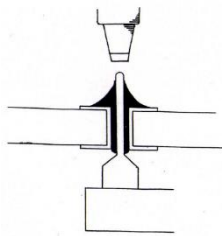
Desoldering sangat sulit dibandingkan dengan solder. Dalam proses instalasi Rom Board, bagian dan papan sirkuit harus dalam kondisi baik untuk menggunakannya



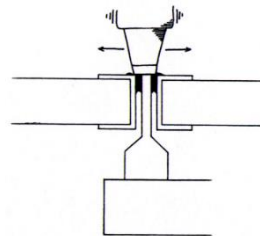
kembali. Alat yang kita gunakan adalah Desoldering Gun. Perangkat ini dilengkapi pompa vakum yang dilengkapi dengan ujung pemanas. Proses pemerataan itu sendiri sangat sederhana, namun ada beberapa trik untuk melakukan pekerjaan pemalsuan yang bersih dan aman.

Dalam elektronik, desoldering adalah penghapusan solder dan komponen dari papan sirkuit untuk pemecahan masalah, perbaikan, penggantian, dan penyelamatan. Hal ini dapat dicapai dengan tiga cara.

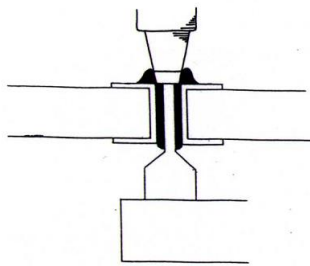
Salah satunya adalah dengan menggunakan keping (solder wik) yang diputuskan, dengan memanfaatkan panjang kawat jalinan yang sering dilapisi dengan fluks resin. Solder yang meleleh bergerak menjauh dari sendi dan masuk ke dalam jalinan dengan tindakan kapiler, membiarkan sendi bersih dan bersih. Keping yang sekarang disolder kemudian dipotong, memperlihatkan porsi yang baru.



Langkah 1: Letakkan ujung pistol desoldering ke solder. Pastikan nozzle sudut 90° dari papan sirkuit

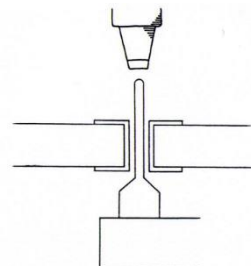


Langkah 3: Saat mengaplikasikan vakum, gerakkan ujung di sekitar pin untuk mendapatkan semua solder di sekitar pin keluar. Pada saat ini, Anda juga bisa merasakan pin bergerak bebas, jadi Anda tahu pinnya bebas dari papan sirkuit.



mentransfer panas.

Langkah 2: Oleskan panas yang cukup untuk melelehkan seluruh solder. Papan multi-lapisan atau pin ground mungkin berbahaya untuk



dari pin. Periksa lubang pin.

Langkah 4: Bila bisa mendengar suara aliran udara dari lubang, sebaiknya dilakukan perbaikan dan pembersihan. Berhenti menggunakan vakum dan lepaskan pistol

Gambar 2. 21. Prosedur desoldering

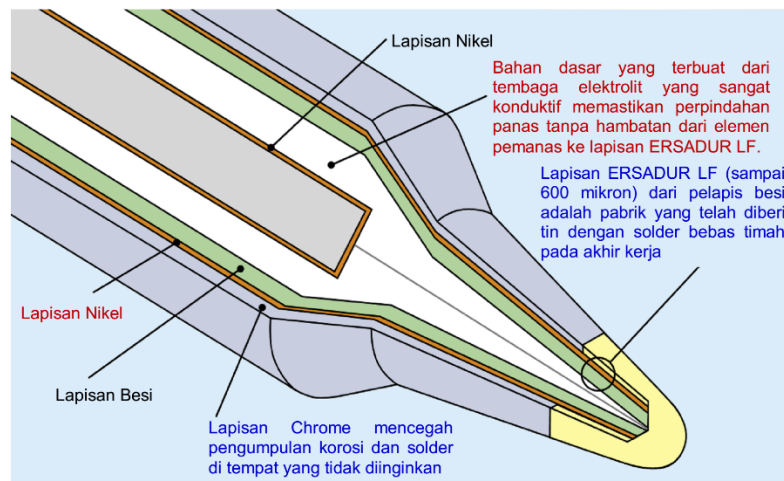
Bila Anda selesai dengan desoldering, bagian yang ingin Anda lepas harus bergerak dengan bebas. Jika tidak, cari pin mana yang masih memiliki solder kiri, dan pasang kembali solder segar ke dalamnya dan coba proses desoldering diulangi lagi. Papan sirkuit multi lapisan memerlukan lebih banyak panas agar solder didalam ceopot meleleh. Pastikan pin mulai bergerak bebas dengan menggerakkan ujung solder sebelum Anda mengaplikasikan vakum ke dalamnya.

Rangkuman:

Perawatan khusus untuk tips solder!

Operator solder tangan senang saat tips perawatan solder mereka bertahan lama dan terus solder dengan baik. Tip perawatan solder yang tidak memungkinkan solder meleleh dengan cepat karena kelebihan oksidasi dengan jelas mengganggu

produktivitas! Perhatian khusus dari tip perawatan solder harus dilakukan agar solder efisien.



Gambar 2. 22. Struktur Mata Solder Elektronik Profesional

Keterampilan Perawatan Solder:

- Jika ujung solder tetap panas untuk jangka waktu yang lama, ujungnya akan mengoksidasi atau menghitamkan. Ujung teroksidasi tidak akan lagi bisa dibersihkan dengan spon yang "basah" atau melelehkan solder dengan benar.
- Semakin tinggi suhu kerja dari ujung solder, semakin cepat oksidasi ini akan berlangsung dan ujung solder akan cepat rusak dan umurnya akan lebih pendek.
- Meningkatkan hidup, kondisikan ujung besi solder yang secara otomatis masuk ke suhu yang lebih rendah "stand-by".
- Oksidasi pada ujung solder akan sangat cepat jika tetap dibiarkan dalam kondisi "panas" tanpa tin solder cair yang menempel pada ujung solder. Hal ini terjadi, ketika ujung solder tidak sering dibasahi dengan spon secara regular setelah selesai menyolder.
- Kekuatan mekanik yang berlebihan selama penyolderan akan memperpendek waktu hidup ujung solder. Perawatan yang tepat ujung solder akan sangat meningkatkan tip hidup ujung solder.
- Ujung solder bebas timah dengan suhu yang lebih tinggi, lebih agresif menyebabkan ujung solder berumur pendek dan mempercepat kerusakan
- Ujung-reaktan harus mengijinkan tip regenerasi penyolderan teroksidasi. Ini aman dari segi lingkungan, bebas dari timbal dan halogen dan fungsi bahkan

pada suhu ujung solder rendah. Untuk tujuan ini ujung solder yang dipanaskan diseka di permukaan senyawa regenerasi

2.2.5. Semprotan beku (Freeze Sprays)

Semprotan Freeze atau semprotan semprotan tersedia untuk penelusuran thermal intermittent. Mereka menggunakan bahan kimia seperti komponen sirkuit Freon yang



cepat dingin. Sebuah tabung semprot disertakan untuk mengendalikan aplikasi secara ketat. Dengan demikian, mudah untuk membatasi semprotan ke komponen tertentu pada satu waktu. Berhati-hatilah untuk tidak menggunakan pendingin semprot saja. Beberapa dapat menghasilkan muatan statis dalam ribuan volt saat digunakan. Perangkat sensitif bisa rusak oleh muatan statis, jadi beli merek yang sudah ditentukan sebagai "anti-statis".

Semprotan Chemtronics® Freeze sangat murni, tidak mudah terbakar, dan memberikan tindakan pembekuan seketika sambil tidak meninggalkan residu. Mudah dikemas dan dirancang untuk aplikasi pinpoint atau full board, refrigeran sirkuit non-reaktif ini

menguap seketika saat pendinginan area yang ditargetkan.

Semprotan beku (Freeze Sprays) digunakan untuk:

- Uji dan temukan komponen dan sistem terputus termal
- Menyediakan perlindungan heat sink untuk komponen sensitif panas selama soldering dan desoldering
- Lakukan pengujian suhu rendah pada sirkuit prototipe dan sistem elektromekanik
- Menemukan celah rambut pada jejak PC yang tertekan karena mekanis
- Bekukan perekat untuk menghilangkan dengan cepat untuk antistatik reguler dan digunakan pada komponen yang sensitif terhadap gangguan elektrostatis.

Keuntungan menggunakan semprotan Beku

- Cepat mendinginkan sebuah area
- Tidak abrasif, aman pada plastik dan permukaan sensitif lainnya
- Tidak bisa dibakar

- Menguap cepat
- Biarkan tidak ada residu

2.2.6. Cermin gigi (*Dental Mirrors*)

Cermin gigi kecil yang dapat disesuaikan sangat membantu bila Anda perlu melihat ke tempat yang tidak biasa terutama jika komponen berada di bawah perut CRT.

2.2.7. Obeng (*Screwdrivers*)

Sekrup dibuat dalam berbagai ukuran, dan mereka dirancang untuk dihubungkan dengan obeng dari ukuran yang sesuai. Anda akan memerlukan serangkaian obeng yang bagus dengan kedua Philips dan kepala slotted datar. Banyak orang memiliki kebiasaan mencoba membalikkan sekrup dengan obeng yang mereka miliki. Sebagian besar sekrup dapat diputar dengan mudah jika Anda menggunakan obeng dengan ukuran yang tepat.

Obeng daya juga berguna dalam servis elektronik karena beberapa peralatan memiliki sekrup banyak, tangan Anda akan lelah membuka tutupnya.

Tang Hidung Panjang (Long-Nose Pliers)

Tang panjang hidung diperlukan untuk menghilangkan komponen begitu disarikan dari papan PCB. Mereka sangat berguna untuk menjangkau ruang rapat di dalam peralatan. Misalnya, komponen yang berada di bawah perut CRT sangat sulit dikeluarkan tanpa tang.

2.2.8. Pemotong kawat (*Wire Cutters*)

Pemotong kawat berguna untuk memotong kabel, kawat, dan timbal pada bagian besar, seperti resistor dan kapasitor.

2.2.9. Pengupas Isolasi Kabel

Sebelum Anda bisa membuat koneksi dengan kabel, Anda harus "melepaskan" isolasi plastik pada kabel. Tahan godaan untuk strip isolasi menggunakan pemotong kawat. Bahkan jika isolasi harus berhasil dilepas, pemotong kawat sering kali meninggalkan nick atau cubitan di konduktor, yang kemudian bisa terasa kelelahan dan pecah.

2.2.10. Lampu pembesar

Lampu pembesar tidak hanya memberi cahaya, tapi juga memudahkan membaca penandaan komponen terutama komponen permukaan yang terpasang (SMD) dan kode warna resistor kecil. Lampu pembesar juga bisa digunakan untuk memeriksa retakan, solder yang patah atau komponen yang terbakar di papan PCB.

2.2.11. Spray Cleaner

Wiper pada resistor variabel mungkin menumpuk debu setelah beroperasi dalam jumlah waktu tertentu. Hal ini dapat mengakibatkan semua jenis masalah sirkuit tidak menentu atau intermiten. Penyemprot dapat digunakan untuk mengatasi masalah seperti ini. Namun jika gejala terus berlanjut, ganti resistor variabel.

2.2.12. Sikat gigi

Anda bisa menggunakan sikat gigi untuk mencari koneksi terputus-putus atau buruk pada papan PCB. Cukup menjalankan sikat gigi di atas papan PCB sampai Anda mendorong koneksi yang tidak baik. Sebagian besar waktu Anda dapat menemukan kesalahan menggunakan cara ini.

Selain alat yang tercantum di atas, beberapa alat seperti meja kerja, palu dengan extractor kuku dan mesin bor juga digunakan di bengkel terutama untuk pekerjaan pemasangan dan pembongkaran.

2.3. Peralatan tangan dan peralatan uji/ukur disiapkan dan diperiksa kelayakannya sesuai kebutuhan

Sebelum mulai mengatasi masalah peralatan elektronik apapun, terlebih dahulu harus memahami cara kerjanya. Sebagai teknisi, harus mengembangkan tingkat pemahaman yang tepat yang dibutuhkan untuk memperbaiki peralatan secara efisien. Kebanyakan pemula berasumsi bahwa ini berarti harus mengerti setiap bagian atau fungsi rangkaian. Jenis pengetahuan terperinci ini sangat membantu, tentu saja, tapi tidak perlu.

Sebagai teknisi, tidak perlu berurusan dengan semua fungsi sirkuit secara detail, tidak perlu merancang peralatan, tapi yang perlu dilakukan hanyalah memastikan peralatan berfungsi dengan baik. set peralatan elektronik yang salah pernah bekerja; Dengan demikian dapat diasumsikan bahwa semua masalah desain yang kompleks telah

ditangani oleh para insinyur. Untuk itu, hal penting yang harus dilakukan adalah memperbaiki peralatan hidup kembali.

2.3.1. Instrumentasi Uji

Setelah benar-benar memahami fungsi rangkaian, masalah selanjutnya akan lebih mudah mengidentifikasi setiap bagian dari rangkaian dan menggunakan alat yang tepat dan alat uji untuk menentukan komponen yang gagal dalam waktu yang sangat singkat.

Instrumentasi elektronik adalah bidang yang menarik karena menggabungkan unsur teknik. Instrumentasi berbasis komputer modern sekarang banyak dijumpai di setiap laboratorium dan dilengkapi dengan katalog dari produsen.

Kemajuan ilmiah dan teknologi suatu negara bergantung pada kemampuannya untuk mengukur, menghitung dan akhirnya, memperkirakan hal yang tidak diketahui. Juga, keberhasilan seorang insinyur atau kemampuan teknisi untuk mengukur secara tepat dan benar dalam menafsirkan kinerja rangkaian. Ada tiga cara untuk membuat pengukuran seperti:

- (a) dengan cara mekanis seperti mengukur tekanan gas dengan alat pengukur tekanan Bourdon.
- (b) dengan cara listrik-seperti mengukur beda potensial dengan voltmeter listrik.
- (c) dengan cara elektronik - yang merupakan cara yang sangat sensitif untuk mendeteksi kuantitas yang diukur karena amplifikasi yang diberikan oleh perangkat elektronik aktif.

Instrumen ukur elektronik umumnya memiliki **sensitivitas** lebih tinggi, **respons** lebih cepat dan **fleksibilitas** yang lebih besar daripada instrumen mekanis atau elektrik dalam menunjukkan, merekam dan, jika diperlukan, dalam mengendalikan kuantitas yang diukur.

2.3.2. Instrumen Analog dan Digital

Instrumen jenis defleksi dengan skala dan penggerak bergerak disebut instrumen analog.

Defleksi pointer adalah fungsi dari (dan, karenanya, analog dengan) nilai kuantitas listrik yang diukur.

Instrumen digital adalah instrumen yang menggunakan rangkaian logika dan teknik untuk mendapatkan pengukuran dan kemudian menampilkannya dalam bentuk pembacaan numerik (digital). Pembacaan digital menggunakan display LED atau display kristal cair (LCD). Beberapa keuntungan dari instrumen digital melalui instrumen analog adalah sebagai berikut:

- mudah dibaca
- akurasi yang lebih besar
- resolusi yang lebih baik
- polaritas otomatis dan penekanan

2.3.3. Fungsi Instrumen

Secara fungsional, instrumen berbeda dan secara umum dapat dibagi menjadi tiga kategori berikut:

1) Instrumen penunjuk

Ini adalah instrumen yang menunjukkan nilai kuantitas sesaat dari yang diukur, pada saat diukur. Indikasinya berupa defleksi pointer (instrumen analog) atau digital readout (instrumen digital). Ammeters dan voltmeters adalah contoh instrumen tersebut.

2) Instrumen Perekaman

Instrumen semacam itu memberikan gambaran grafis variasi kuantitas yang diukur selama periode waktu yang dipilih. Banyak dari instrumen ini adalah perangkat elektromekanis yang menggunakan kertas grafik dan alat tulis mekanis seperti pulpen atau stylus.

Instrumen perekaman elektronik terdiri dari dua jenis:

- tipe null-yang beroperasi berdasarkan perbandingan.
- tipe galvanometer-yang beroperasi pada tipe defleksi

3) Alat pengontrol

Ini banyak digunakan dalam proses industri. Fungsi mereka adalah mengendalikan kuantitas yang diukur dengan bantuan umpan balik negatif berupa informasi yang dikembalikan ke input dengan memonitor perangkat. Teknik ini membentuk dasar

sistem kontrol otomatis (otomasi) yang banyak digunakan di bidang sains dan teknologi industri.

2.3.4. Instrumen Listrik versus Elektronik

Instrumen listrik dan elektronik mengukur jumlah listrik seperti voltase dan arus dll. Instrumen listrik murni tidak memiliki perangkat penguat yang dibangun untuk meningkatkan amplitudo kuantitas yang diukur. Voltmeter dc yang umum berdasarkan pergerakan gerakan koil meter jelas merupakan instrumen listrik.

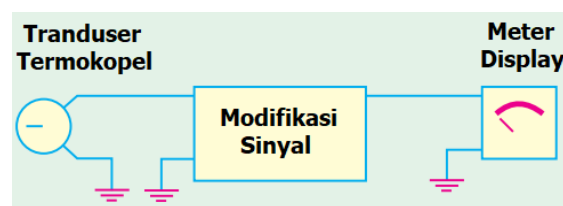
Instrumen elektronik selalu disertakan dalam pembuatan dan melibatkan beberapa perangkat elektron aktif seperti tabung hampa udara, dioda semikonduktor atau sirkuit terpadu, dll.

Seperti yang terlihat, faktor pembeda utama antara kedua jenis instrumen tersebut adalah adanya perangkat elektron dalam instrumen elektronik. Tentu saja, pergerakan elektron umum terjadi pada kedua jenis, perbedaan utamanya adalah kontrol gerakan elektron lebih efektif pada instrumen elektronik daripada instrumen listrik. Meskipun instrumen elektronik biasanya lebih mahal daripada instrumen listrik, mereka menawarkan keuntungan sebagai berikut untuk tujuan pengukuran:

- instrumen elektronik dapat memperkuat sinyal masukan, dan memiliki sensitivitas yang sangat tinggi, instrument elektronik mampu mengukur sinyal yang sangat kecil (low-amplitudo)
- memiliki sensitivitas yang lebih tinggi, impedansi masukan tinggi sehingga mengurangi efek pembebanan saat digunakan untuk pengukuran,
- memiliki kecepatan lebih tinggi yaitu respon dan keluwesan yang lebih cepat,
- instrument elektronik dapat memonitor sinyal jarak jauh.

2.3.5. Essentials dari Instrumen Elektronik

Seperti ditunjukkan pada [Gambar 2.23](#), instrumen elektronik terdiri dari tiga elemen berikut:



Gambar 2. 23. Instrumen Elektronik

1. Transduser

Ini adalah elemen penginderaan pertama dan hanya diperlukan bila mengukur kuantitas non-listrik, katakanlah, suhu atau tekanan. Fungsinya untuk mengubah kuantitas fisik non-listrik menjadi sinyal listrik.

Tentu saja, transduser tidak diperlukan jika kuantitas yang diukur sudah dalam bentuk listrik.

2. Modifikasi Sinyal

Ini adalah elemen kedua dan fungsinya adalah membuat sinyal masuk sesuai untuk aplikasi ke perangkat penunjuk.

Misalnya, sinyal mungkin perlu amplifikasi sebelum bisa ditampilkan dengan benar.

Jenis pengubah sinyal lainnya adalah: pembagi tegangan untuk mengurangi jumlah sinyal yang diterapkan pada perangkat penunjuk atau rangkaian pembentuk gelombang seperti filter, penyearah atau chopper, dll.

3. Perangkat Penunjuk

Untuk instrumen tujuan umum seperti voltmeter, ammeter atau ohm meter, alat penunjuk biasanya adalah tipe defleksi seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 2.23](#). Dalam instrumen pembacaan digital, alat penunjuk adalah display digital.

2.3.6. Standar Pengukuran

Semua instrumen, apakah listrik atau elektronik, dikalibrasi pada saat pembuatan terhadap standar pengukuran.

1). Standar Internasional

Ini ditentukan oleh kesepakatan internasional *Bureau of Weights and Measurements* di Paris.

2). Standar Utama

Ini dipelihara di laboratorium standar nasional di setiap negara. Mereka tidak tersedia untuk digunakan di luar laboratorium ini. Fungsi utama mereka adalah mengkalibrasi dan memverifikasi standar sekunder yang digunakan di industri.

3). Standar Sekunder

Ini adalah standar acuan dasar yang digunakan oleh laboratorium industri dan dikelola oleh industri tertentu tempat mereka berada. Mereka dikirim secara berkala ke laboratorium nasional untuk kalibrasi dan verifikasi terhadap standar utama.

4). Standar Kerja

Ini adalah alat utama dari laboratorium pengukuran dan digunakan untuk memeriksa dan mengkalibrasi instrumen yang digunakan di laboratorium.

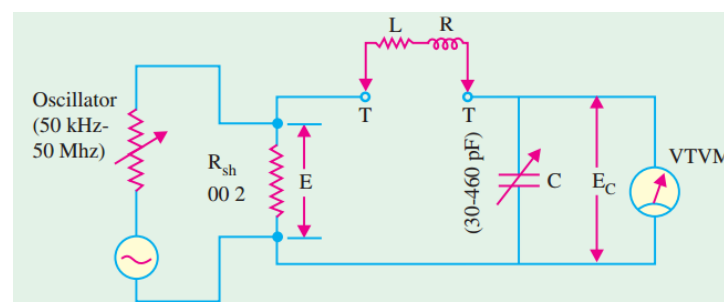
2.3.7. Q Meter

Instrumen ini dirancang untuk mengukur beberapa sifat listrik koil dan kapasitor dengan mengukur nilai Q dari sirkuit R-L-C.

1) Konstruksi

Seperti ditunjukkan pada [Gambar 2.24](#), pada dasarnya terdiri dari

- (i) frekuensi-dikalibrasi terus menerus-variabel RF osilator,
- (ii) kapasitor variabel yang dikalibrasi C,
- (iii) VTVM yang dikalibrasi untuk membaca Q secara langsung.



Gambar 2. 24. Q-meter

2) Prinsip Operasi

Prinsip dasar yang digunakan dalam Q-meter adalah kenaikan resonansi dari tegangan kapasitor pada rangkaian R.L.C. Kondisi resonansi seri (Pasal 14.10) adalah

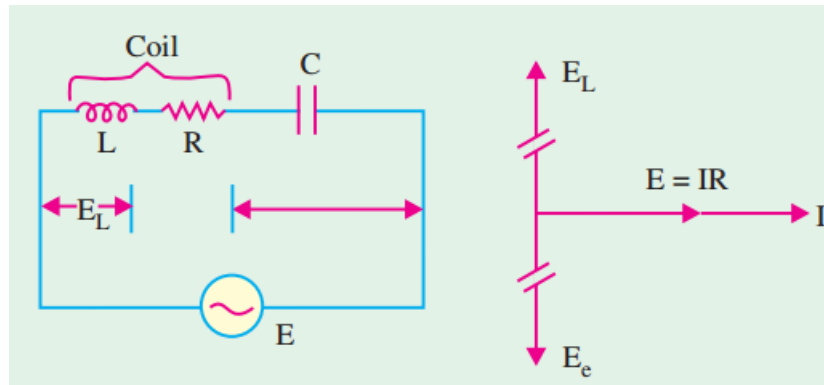
$$X_L = X_C \text{ dan } E = I_R$$

Nilai rangkaian Q adalah

$$Q = X_L / R = X_C / R = E_C / E$$

Jika tegangan yang diberikan E konstan, maka Q sebanding E_C . Oleh karena itu, dengan mengukur penurunan tegangan di kapasitor C pada kondisi resonansi, Q dapat ditemukan. Sebagai alternatif, VTVM dapat dikalibrasi secara langsung dalam hal Q (bukan tegangan).

Seperti yang terlihat dari [Gambar 2.24](#), osilator memberikan arus ke resistansi shunt sangat kecil ($0,02 \Omega$) sehingga menghasilkan tegangan E di atasnya. Ini menjadi tegangan yang diterapkan untuk rangkaian RLC dan sesuai dengan tegangan sumber E pada [Gambar 2.25](#).



Gambar 2. 25. Prinsip dasar Q meter

Hal ini diukur dengan meteran termokopel yang diberi tanda 'Multiply Q by'. Tegangan E pada variabel C diukur dengan VTVM.

Nilai Q -faktor diberikan oleh $Q = E_C/E$.

Untuk membuat pengukuran, koil yang tidak diketahui terhubung ke terminal uji TT dari instrumen dan sirkit disetel ke resonansi ([Gambar 73.44](#)) (i) dengan menyatel osilator ke frekuensi tertentu dan memvariasikan C ,

(ii) atau dengan menjaga nilai konstanta C dan mengatur frekuensi osilator.

Pembacaan di VTVM harus dikalikan dengan pengaturan indeks dari 'Multiply Q by' meter untuk mendapatkan nilai sebenarnya dari Q .

3) Aplikasi

Beberapa kegunaan khusus instrumen ini adalah untuk mengukur

- Q sebuah koil,
- induktansi dan kapasitansi,
- mendistribusikan kapasitansi koil,
- Q dan p.f. dari bahan dielektrik,
- saling induktansi dari sirkit digabungkan,
- koefisien kopling,
- kopling kritis,
- reaktansi dan hambatan efektif dari sebuah induktor pada frekuensi operasi,

→ bandwidth dari rangkaian yang disetel dll.

Daftar di atas tidak menghabiskan jumlah aplikasi yang mungkin. Sudah sangat benar-benar mengatakan bahwa jika ada masalah RF, Q meter selalu dapat memberikan jawabannya.

Generator audio

Generator audio mencakup rentang frekuensi 20Hz sampai 20kHz, walaupun beberapa model menghasilkan sinyal hingga 100kHz. Generator audio selalu



menghasilkan gelombang sinus murni dan paling banyak menghasilkan gelombang persegi. Mereka menggunakan impedansi keluaran 600 ohm dan menghasilkan tingkat keluaran dari -40 dB mW sampai + 4 dBmW.

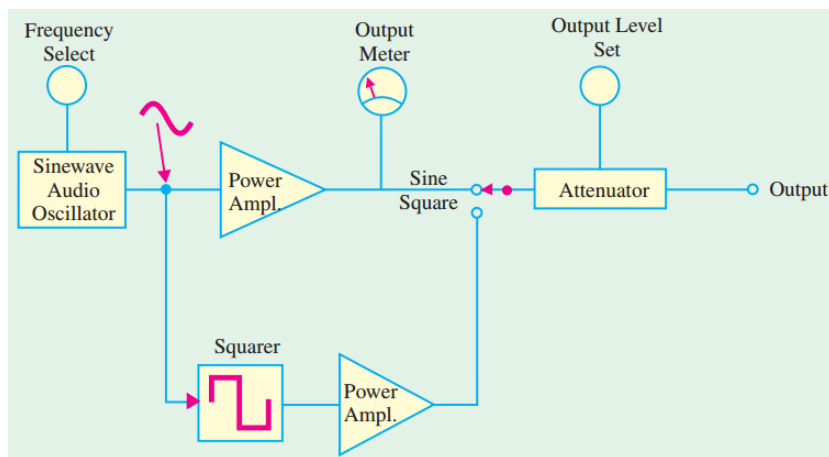
Dua metode pemilihan frekuensi biasanya digunakan pada generator sinyal audio. Terus menerus dan melangkah. Pada jenis sambung yang terus menerus, kita memutar kenop ke frekuensi yang diinginkan. Banyak generator audio semacam itu memiliki skala yang terbaca

20 sampai 200 (atau alternatif 2 sampai 20) dan sakelar pemilih rentang menentukan apakah frekuensi keluaran 20 sampai 200Hz, 200 sampai 2000Hz atau 2000 sampai 20.000Hz. Pada generator step-tuned, kontrol ini digantikan oleh switch switch atau saklar tombol tekan.

Sebanyak empat switch decade bisa digunakan, meski tiga adalah nomor yang lebih umum. Ini akan ditandai 0 sampai 100, 0 sampai 10 dan 0,1 sampai 1,0 dalam langkah dekade. Sebuah pengalih pengali menentukan apakah frekuensi sebenarnya adalah X1, X10, X100 atau X1000 frekuensi yang ditunjukkan pada sakelar pemilih.

[Gambar 2.26](#) menunjukkan diagram blok generator sinyal audio. Bagian osilator audio biasanya adalah rangkaian osilator pergeseran fasa RC (atau rangkaian jembatan Wien). Sebuah tahap penguat daya menyediakan penyangga antara beban dan osilator dan ia mengembangkan amplitudo sinyal keluaran. Voltmeter ac pada output benar-benar opsional, namun pada beberapa model digunakan dengan kontrol tingkat

untuk mengatur sinyal masukan dengan tepat ke attenuator. Tidak semua generator sinyal audio berkualitas menggunakan fitur ini. Jadi kekurangan meteran output ac tidak, dengan sendirinya, indikasi kualitas. Pada beberapa model, penghitung frekuensi digital audio digunakan di depan attenuator untuk memberikan tampilan digital frekuensi output.



Gambar 2. 26. Skema Blok Audio Signal Generator

Aplikasi

Generator audio pada dasarnya digunakan untuk menguji amplitudo dan respons frekuensi amplifier audio.

Fungsi generator

Generator ini biasanya, mencakup setidaknya rentang frekuensi yang sama dengan generator sinyal audio (yaitu 20Hz sampai 20kHz) namun kebanyakan desain modern memiliki rentang frekuensi yang diperluas. Rentang frekuensi yang sangat umum untuk generator fungsi adalah 0,01Hz sampai 3MHz.



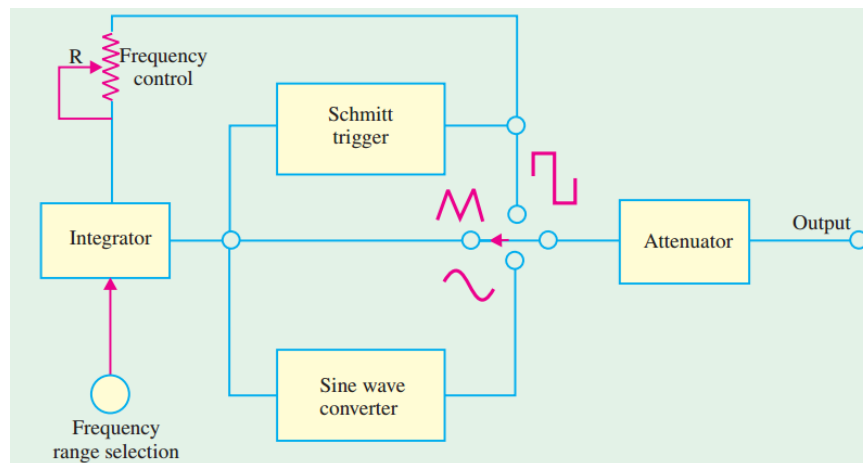
Perbedaan utama antara generator fungsi dan generator audio ada pada jumlah bentuk gelombang output. Generator sinyal audio hanya menghasilkan gelombang sinus dan gelombang persegi. Sementara hampir semua generator fungsi menghasilkan bentuk gelombang dasar ini ditambah gelombang segitiga. Selain itu, beberapa fungsi

generator juga menghasilkan gergaji gigi, pulsa dan gelombang kuadrat non simetris.

Gambar 2.26 menunjukkan kontrol dari generator fungsi khas.

Gambar 2.27 menunjukkan diagram blok sederhana dari generator fungsi. Bagian utama dari generator fungsi adalah pemacu Schmitt, integrator, konverter gelombang sinus dan sebuah attenuator.

Pemacu schmitt mengubah sinyal masukan yang bervariasi secara perlahan ke sinyal gelombang persegi. Sinyal gelombang persegi ini tersedia pada output dan juga terhubung ke integrator sebagai masukan melalui potensiometer (R). Potensiometer digunakan untuk mengatur frekuensi sinyal output. Rentang frekuensi disesuaikan dengan memilih kapasitor yang sesuai yang terhubung dalam rangkaian integrator. Konverter gelombang sinus adalah rangkaian pemuatan resistor berenergi enam tingkat (atau lebih).



Gambar 2. 27. Skema Blok Generator Fungsi

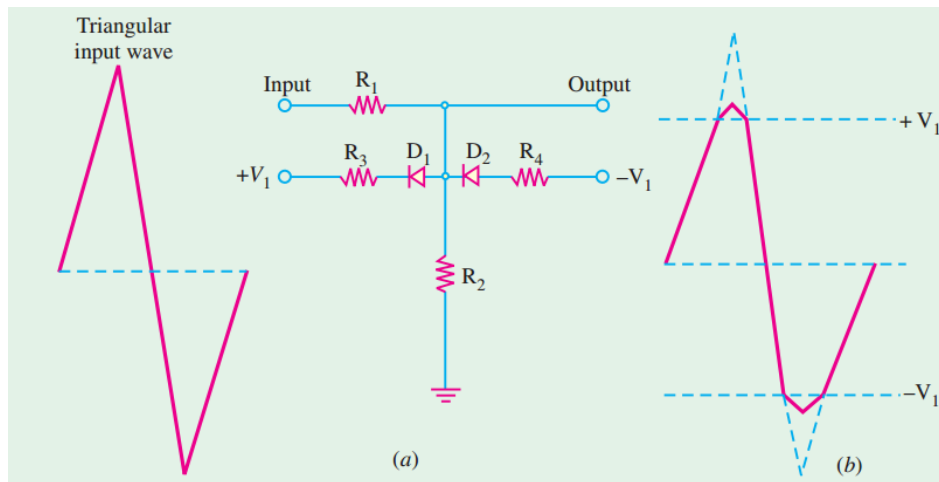
Mari kita lihat bagaimana rangkaian resistor dioda sederhana yang ditunjukkan pada **Gambar 2.28(a)** digunakan untuk mengubah gelombang segitiga menjadi gelombang persegi.

Perhatikan bahwa jika dioda D1 dan D2 dan resistor R3 dan R4 tidak ada dalam rangkaian, pada **Gambar 2.28 (a)**, R1 dan R2 hanya akan berperilaku sebagai pembagi tegangan. Dalam hal ini output dari rangkaian akan menjadi versi dilemahkan dari gelombang segitiga:

$$V_0 = V_i \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Dengan dioda D1 dan R3 di sirkuit, R1 dan R2 tetap berperilaku sebagai pembagi tegangan sederhana sampai tegangan turun di R2, VR2 melebihi +V1. Pada titik ini D1 menjadi bias maju, dan R3 secara efektif sejajar dengan R2. Sehingga atenuasi ditentukan oleh,

$$V_0 = V_i \frac{R_2 \parallel R_3}{R_1 + R_2 \parallel R_3}$$



Gambar 2. 28. Pengubah Gelombang

Tingkat tegangan keluaran di atas +V1 dilemahkan sampai batas yang lebih tinggi dari pada tingkat di bawah +V1.

Akibatnya, tegangan output naik kurang tajam daripada tanpa D1 dan R3 seperti diperlihatkan [Gambar 2.28\(b\)](#). Bila output turun di bawah +V1, dioda D1 bias balik. Sebagai hasil dari ini, R3 tidak lagi sejajar dengan R2, dan atenuasi oleh $R_2/(R_1+R_2)$. Demikian pula selama setengah siklus negatif dari input, tegangan output,

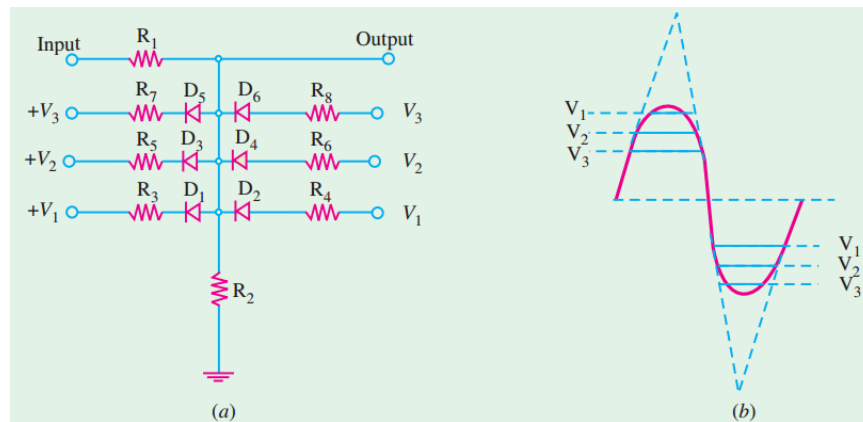
$$V_0 = V_i \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

sampai V0 berjalan di bawah -V1. Kemudian D2 menjadi bias maju, menempatkan R4 secara paralel dengan R2 dan membuat,

$$V_0 = V_i \frac{R_2 \parallel R_4}{R_1 + R_2 \parallel R_4}$$

Dengan $R_3 = R_4$, setengah siklus negatif dari keluaran serupa dalam bentuk setengah siklus positif. Jika kita menggunakan enam atau lebih dioda, semua terhubung melalui resistor ke tingkat tegangan bias yang berbeda ([Gambar. 73.54a](#)), perkiraan gelombang sinus yang baik dapat dicapai. Dengan enam dioda, tiga tingkat tegangan

bias positif dan tiga tingkat tegangan bias negatif, kemiringan gelombang output berubah tiga kali selama setiap siklus. Dengan mengasumsikan tegangan bias dan nilai resistor yang dipilih dengan tepat, bentuk gelombang output seperti ditunjukkan pada [Gambar 2.29\(b\)](#).



Gambar 2. 29. Pembentuk Gelombang Metode Pembagi Tegangan

Spesifikasi Teknis

Generator fungsi merupakan peralatan penting untuk laboratorium elektronik untuk menghasilkan sinyal untuk menguji berbagai sistem analog dan digital selama tahap perancangan dan juga masalah untuk memotret sistem.

Generator fungsi Tektronix Model No. CFG 253 memiliki rentang frekuensi 0,03Hz sampai 3MHz. Selain gelombang sinus, persegi dan triangu-lar, juga bisa menghasilkan sinyal TTL. Fungsi lain

Generator dari Tektronix (Model No. CFG280 memiliki rentang rentang frekuensi yang lebar 0,01Hz sampai 11MHz.

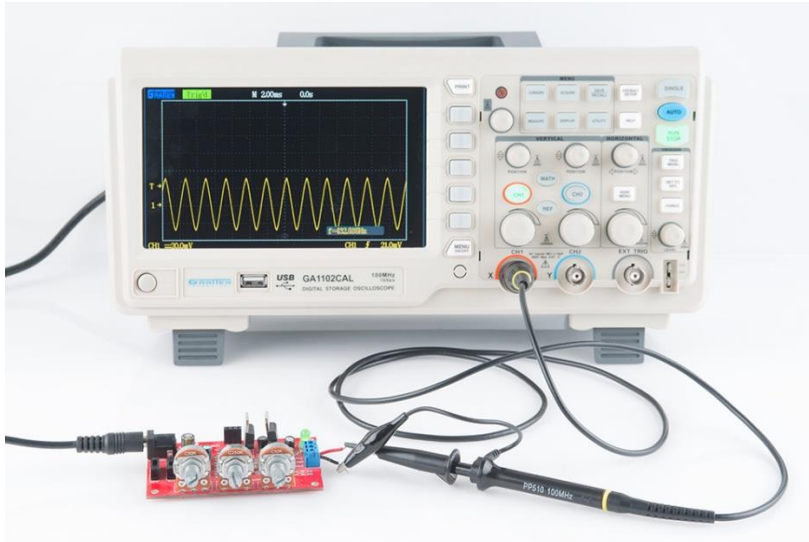
Ini memiliki penghitung frekuensi terpasang dengan rentang dari 1Hz sampai 100MHz.

Aplikasi

Fungsi generator dapat digunakan dalam berbagai aplikasi di bidang desain produk, pelatihan, uji produksi manufaktur, perbaikan lapangan, kalibrasi bangku dan perbaikan, laboratorium dan penelitian, dan pendidikan. Terutama mereka digunakan untuk pengujian amplifier, filter dan sirkuit digital.

Osiloskop

Dengan catatan panjang 1mpoint standar di semua saluran, MSO/DPO2000B memungkinkan dapat digunakan untuk merekam jendela lama aktivitas sinyal sambil mempertahankan resolusi waktu yang baik.



Spesifikasi kinerja utama osiloskop digital

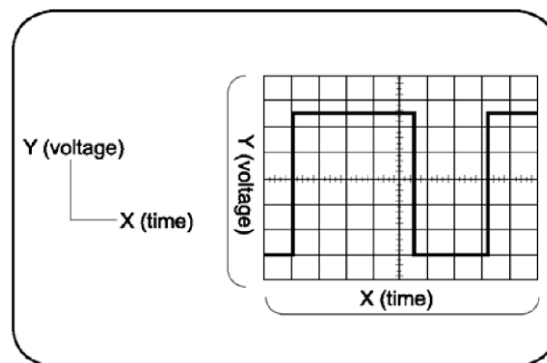
- Model bandwidth 200, 100, 70 MHz
- 2 dan 4 model saluran analog
- 16 saluran digital (seri MSO Mixed Signal Oscilloscope)
- 1GS/s sample rate pada semua saluran
- 1 megapoint record length pada semua channel
- Tingkat pengambilan gelombang maksimum 5.000wfm/s
- Suite pemacu lanjutan

Pengantar: Menemukan dan mengatasi masalah dalam sirkuit elektronika, membutuhkan informasi lebih banyak daripada yang bisa diberikan multimeter sederhana? Jika dalam mengatasi masalah diperlukan informasi lebih banyak seperti frekuensi, kebisingan, amplitudo, atau karakteristik lain yang mungkin berubah dari waktu ke waktu, untuk itu diperlukan osiloskop sebagai solusi masalah!

Osiloskop adalah alat uji elektronik yang mewakili sinyal listrik secara grafis, biasanya sebagai sumbu (sumbu vertikal atau Y) versus waktu (sumbu horisontal atau sumbu) seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 2.30](#). Intensitas atau kecerahan bentuk

gelombang kadang-kadang dianggap sumbu Z. Ada beberapa aplikasi dimana sumbu vertikal lainnya seperti frekuensi atau voltase lain dapat digunakan.

Osiloskop juga digunakan untuk mengukur sinyal listrik sebagai respons terhadap rangsangan fisik, seperti suara, tekanan mekanis, tekanan, cahaya, atau panas. Misalnya, teknisi televisi dapat menggunakan osiloskop untuk mengukur sinyal dari papan sirkuit televisi sementara peneliti medis dapat menggunakan osiloskop untuk mengukur gelombang otak.



Gambar 2. 30. Tampilan Oscilloscope Khas

Osiloskop biasanya digunakan untuk aplikasi pengukuran seperti:

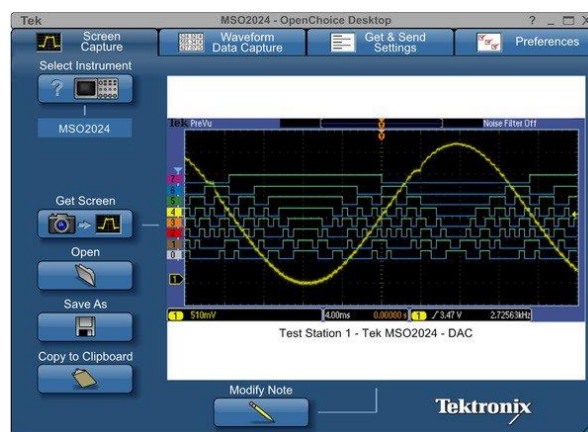
- mengamati bentuk gelombang sinyal
- mengukur amplitudo sinyal
- mengukur frekuensi sinyal
- mengukur waktu antara dua peristiwa
- mengamati sinyal arus searah (DC) atau alternating current (AC)
- mengamati suara dari sinyal

Osiloskop berisi dari berbagai kontrol untuk membantu dalam analisis bentuk gelombang yang ditampilkan pada grid grafis yang disebut graticule. Graticule, seperti yang ditunjukkan pada [gambar 2.30](#), dibagi menjadi potongan-potongan informasi di sepanjang sumbu horizontal dan vertikal. Pembagian ini memudahkan penentuan parameter kunci tentang bentuk gelombang. Dalam kasus osiloskop Seri MSO/DPO2000, ada 10 divisi secara horizontal dan 8 potongan-potongan secara vertikal. Perancangan dan analisis sinyal campuran (MSO series) Seri MSO2000B Mixed Signal Oscilloscopes menyediakan 16 saluran digital. Saluran ini terintegrasi ke antarmuka pengguna perangkat keras, menyederhanakan operasi dan sehingga

memungkinkan untuk memecahkan masalah sinyal campuran dengan mudah seperti yang ditunjukkan [Gambar 2.31](#).

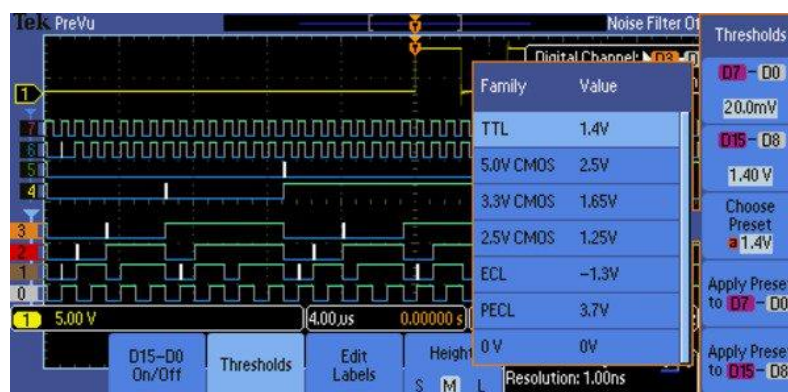
Tampilan gelombang digital berkode warna

Seri MSO2000B telah mendefinisikan ulang bagaimana cara melihat bentuk gelombang digital. Satu masalah umum yang dihadapi oleh kedua penganalisis logika dan osiloskop sinyal campuran yaitu untuk menentukan apakah data adalah angka satu atau nol saat diperbesar sehingga jejak digital tetap rata sepanjang layar. Seri MSO2000B memiliki jejak digital berkode warna, menampilkan warna hijau dan nol berwarna biru.



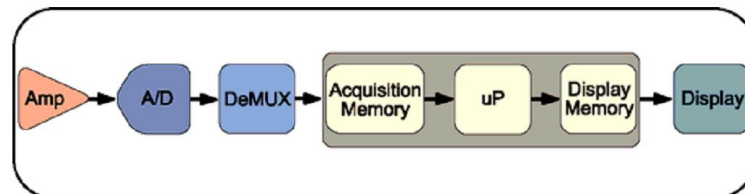
Gambar 2. 31. Seri MSO menyediakan 16 saluran digital terintegrasi yang memungkinkan Anda melihat dan menganalisis sinyal analog dan digital berkorelasi waktu.

Dengan tampilan gelombang digital berkode warna, grup dibuat hanya dengan menempatkan saluran digital bersama di layar, memungkinkan saluran digital dipindahkan sebagai sebuah grup. Anda dapat menetapkan nilai ambang untuk setiap polong dari delapan saluran, memungkinkan dukungan hingga dua keluarga logika yang berbeda seperti yang ditampilkan [Gambar 2.32](#) berikut,



Gambar 2. 32. Tampilan mix gelombang digital berkode warna

Osiloskop digital memperoleh bentuk gelombang dengan mengkondisikan sinyal input pada penguat vertikal analog, mengambil sampel sinyal input analog, mengubah sampel menjadi representasi digital dengan konverter analog-ke-digital (ADC atau A/D), menyimpan sampel digital data dalam memori, dan kemudian merekonstruksi bentuk gelombang untuk dilihat di layar.



Gambar 2. 33. Diagram Blok Oscilloscope Khas Digital

Persyaratan dan Pertimbangan Kinerja

Ada banyak cara untuk menentukan kinerja osiloskop digital, namun yang terpenting adalah bandwidth, rise time, sample rate, dan record length.

Bandwidth

Bandwidth adalah spesifikasi pertama yang perlu dipertimbangkan. Bandwidth adalah rentang frekuensi osiloskop, biasanya diukur dalam Megahertz (MHz). Ini adalah frekuensi di mana amplitudo gelombang sinus yang ditampilkan dilemahkan menjadi 70,7% dari amplitudo sinyal asli.

Ketika mengukur frekuensi tinggi atau cepat naik-waktu (rise time) sinyal, bandwidth osiloskop sangat penting. Tanpa bandwidth yang memadai, osiloskop tidak akan dapat menampilkan dan mengukur perubahan frekuensi tinggi. Umumnya disarankan agar bandwidth osiloskop paling sedikit 5 kali frekuensi tertinggi yang perlu diukur. Aturan "5 kali" ini memungkinkan tampilan harmonik ke-5 dari sinyal dan memastikan bahwa kesalahan pengukuran karena bandwidth diminimalkan.

$$\text{oscilloscope bandwidth} \geq 5^{\text{th}} \text{ harmonic of signal}$$

Contoh: Jika sinyal yang akan diukur adalah 100MHz, maka kebutuhan bandwidth osiloskop minimal 500MHz.

Rise Time

Kecepatan naik (rise time) dari sinyal digital dapat membawa lebih banyak konten frekuensi tinggi daripada tingkat pengulangannya dari sinyal isyarat/informasi. Osiloskop dan probe harus memiliki waktu kenaikan yang cukup cepat untuk menangkap komponen frekuensi yang lebih tinggi, dan karena itu menunjukkan transisi sinyal secara akurat. Waktu naik adalah waktu yang dibutuhkan oleh sebuah step atau pulsa naik dari 10% sampai 90% dari tingkat amplitudonya. Ada lagi aturan "5 kali" yang merekomendasikan agar waktu naik osiloskop setidaknya 5 kali lebih cepat daripada waktu naik sinyal yang perlu diukur.

$$\text{oscilloscope rise time} \leq \frac{\text{signal rise time}}{5}$$

Contoh: Jika sinyal masukan memiliki waktu naik 5µsec, maka waktu naik osiloskop harus lebih cepat dari 1µsec.

Sample Rate

Osiloskop digital menggambarkan sinyal input pada frekuensi yang disebut sample rate, diukur dalam sampel/detik (S/detik). Untuk merekonstruksi ulang sinyal dengan tepat, sampling Nyquist mensyaratkan bahwa sample rate minimal dua kali frekuensi tertinggi diukur. Itulah minimum teoritisnya. Dalam prakteknya, sampling minimal 5 kali lebih cepat biasanya diinginkan.

$$\text{sample rate} \geq 5 * f_{\text{Highest}}$$

Contoh: Rasio sampel yang benar untuk sinyal 450MHz adalah ≥ 2.25 GS/detik

Panjang Rekaman

Osiloskop digital menangkap sejumlah sampel atau titik data tertentu, yang dikenal sebagai panjang rekaman, untuk setiap bentuk gelombang yang diperoleh. Panjang record, diukur dalam poin atau sampel, dibagi dengan sample rate (dalam Sampel/detik) menentukan total waktu (dalam detik) yang diperoleh.

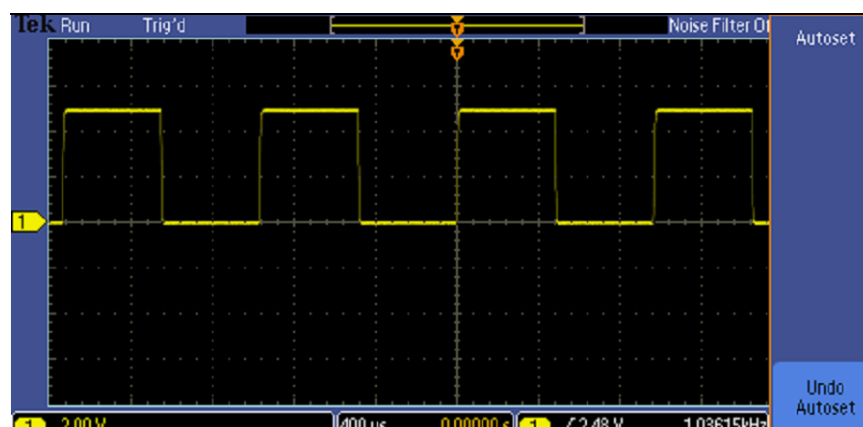
$$\text{acquired time} = \frac{\text{record length}}{\text{sample rate}}$$

Contoh: Dengan panjang catatan 1M dan sample rate 250MS/detik, osiloskop akan menangkap sinyal 4 msec.

Pengaturan Awal dan Penjelasan Layar

Membuat Tampilan Stabil

1. Langkah-langkah berikut akan menjelaskan bagaimana membuat tampilan osiloskop yang stabil dengan menggunakan gelombang 1kHz, 5Vpk-pksquare.
 - a. Power up the MSO/DPO2000 Series oscilloscope dengan menekan tombol power di sudut kiri bawah instrumen.
 - b. Tekan tombol Default Setup panel depan untuk mengatur osiloskop ke titik awal yang diketahui.
 - c. Sambungkan probe pasif P2221 1X/10X ke input saluran 1. Untuk menghubungkan konektor BNC, dorong dan putar konektor probe sampai meluncur pada konektor. Kemudian, putar ring pengunci searah jarum jam untuk mengunci konektor pada tempatnya.
 - d. Gunakan tombol slide probe untuk mengatur atenuasi probe ke 10X.
 - e. Lampirkan tanah alligator probe probe mengarah ke konektor ground di sudut kanan bawah osiloskop.
 - f. Pasang ujung probe ke KOMPONEN PROBE tepat di bawah konektor timah dasar. Konektor PROBE COMP menyediakan gelombang persegi 1kHz yang akan digunakan lab ini untuk menunjukkan pengoperasian osiloskop.
 - g. Tekan panel depan Autoset button untuk menyebabkan osiloskop secara otomatis mengatur pengaturan vertikal, horizontal dan trigger untuk tampilan stabil dari gelombang persegi PROBE COMP 1kHz.



Gambar 2. 34. Tampilan Gelombang Kotak

Poin Kunci untuk Ingat

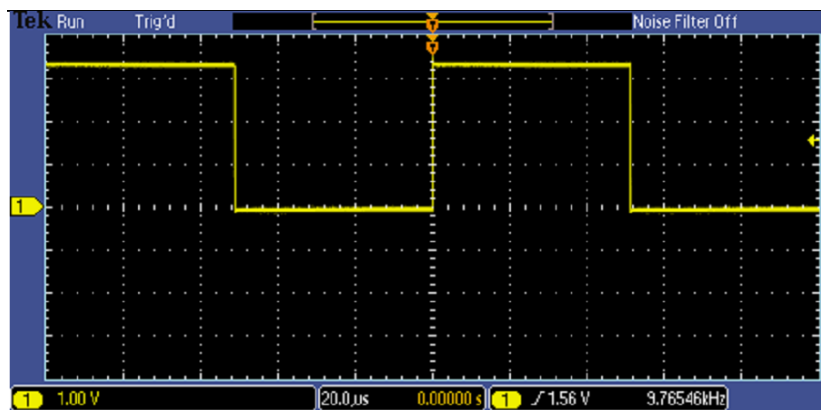
- 1) Untuk mengembalikan osiloskop ke keadaan yang diketahui, tekan tombol Default Setup.
- 2) Tombol Autoset menyesuaikan pengaturan vertikal, horizontal dan pemicu sehingga empat atau lima siklus bentuk gelombang ditampilkan dengan pemicu di dekat bagian tengah layar.

Penjelasan Layar (display)

1. Berikut ini adalah tinjauan terhadap tampilan osiloskop.
 - a. Tombol sumbu vertikal saluran 1 berwarna kuning dan sebagian besar elemen pada layar yang berhubungan dengan sinyal saluran 1 berwarna kuning.
 - b. Di layar, item berikut berwarna kuning menunjukkan bahwa mereka terkait dengan saluran 1:
 - bentuk gelombang
 - indikator tingkat dasar permukaan (kiri tengah layar)
 - embacaan skala vertikal (kiri bawah layar 2,00V)
 - c. Saluran 2, 3, dan 4 tombol sumbu vertikal berwarna biru, magenta dan hijau. Layar menggunakan pengkodean warna saluran ini sama seperti pada saluran kuning 1.
 - d. Seperti dapat dilihat pada layar osiloskop, gelombang persegi meluas sekitar $2\frac{1}{2}$ bagian pada layar graticule dari indikator permukaan tanah. Karena faktor skala vertikal adalah 2Volts/div, ini mengindikasikan bahwa puncak positif sinyal berada di sekitar +5V.
 - e. Satu siklus dari waveform adalah sekitar $2\frac{1}{2}$ divisi untuk lebar. Waktu per divisi horizontal ditunjukkan dengan pembacaan skala horizontal yang dalam hal ini adalah 400 μ sec/div (bagian tengah bawah layar). Pada 400 μ sec/div, periode sinyal sekitar 1msec dan frekuensinya sekitar 1kHz.
 - f. Akhirnya, pembacaan frekuensi pemicu menunjukkan sinyal saluran 1 memiliki frekuensi sekitar 1kHz seperti yang ditunjukkan di sudut kanan bawah layar.

Poin kunci untuk diingat

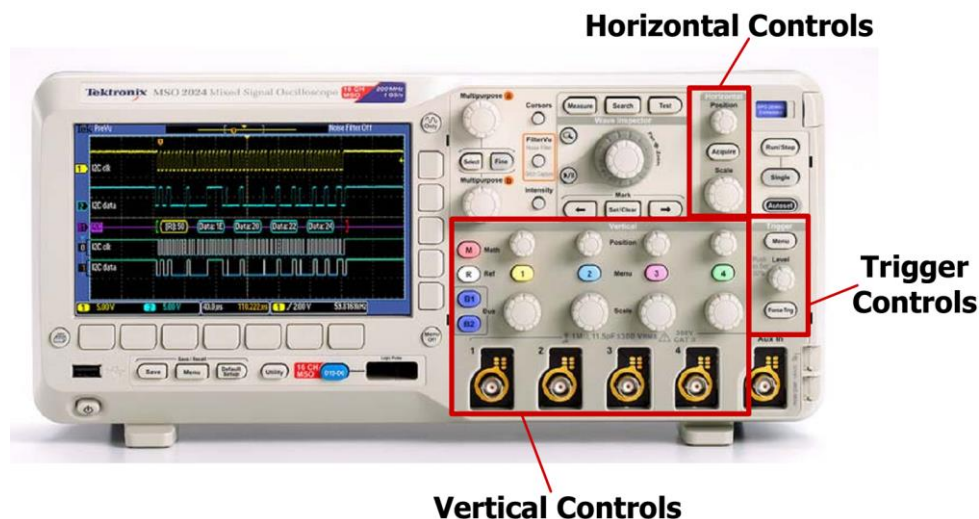
- 1) Saluran input diberi kode warna. Informasi saluran layar ada di dalam warna saluran itu, termasuk bentuk gelombang, ground indicator, dan vertical scale factor (Volts/div).
- 2) Amplitudo sinyal dapat ditentukan dengan mengalikan jumlah perpecahan vertikal yang bentuk gelombangnya membentang pada faktor skala vertikal.
- 3) Periode sinyal dapat ditentukan dengan mengalikan jumlah pembagian horizontal dengan skala faktor skala horizontal.
- 4) Frekuensi sinyal dihitung dengan membagi 1 dengan periode sinyal.



Gambar 2. 35. Tampilan Frekuensi Gelombang Kotak

Kontrol Instrumen

Kontrol osiloskop khas dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori utama: vertikal, horizontal, dan pemicu. Ini adalah tiga fungsi utama yang digunakan untuk membuat osiloskop. Penggunaan kontrol ini dijelaskan pada bagian lab berikut ini.



Gambar 2. 36. Tombol Kontrol Oscilloscope

Berikut adalah beberapa petunjuk yang akan membuat penggunaan kontrol osiloskop lebih mudah:

- Tentukan apakah tugas terkait dengan sumbu vertikal osiloskop (biasanya tegangan), sumbu horisontal (biasanya waktu), pemicu, atau fungsi lainnya. Ini akan memudahkan untuk menemukan kontrol atau menu yang benar.
- Menekan tombol panel depan biasanya akan menampilkan menu tingkat pertama di bagian bawah layar. Item menu secara logis diprioritaskan dari kiri ke kanan. Jika mereka dipilih dalam urutan itu, penyiapannya harus mudah dilakukan.
- Dalam kebanyakan kasus, menekan tombol di bawah item menu di bagian bawah tampilan akan menghasilkan menu tingkat kedua di samping layar. Item menu ini diprioritaskan secara logis dari atas ke bawah.
- Jika oranye kecil (a) atau (b) ditampilkan di layar, ini menunjukkan panel depan Multipurpose (a) atau (b) kontrol dapat digunakan untuk mengubah pilihan menu.
- Menekan tombol Menu Off akan mematikan satu tingkat menu pada satu waktu sampai semua menu dan pembacaan dihapus.

Kontrol Vertikal

Pengantar: Kontrol vertikal mengatur atau memodifikasi skala vertikal, posisi, dan pengkondisian sinyal lainnya untuk masing-masing saluran input analog.

Ada satu set kontrol vertikal untuk setiap saluran input. Kontrol ini digunakan untuk mengukur, memposisikan, dan memodifikasi sinyal masukan saluran sehingga dapat dilihat secara tepat pada layar osiloskop. Selain kontrol vertikal khusus untuk setiap saluran, ada juga tombol untuk mengakses menu matematika, menu referensi dan menu bus.

Kontrol Posisi/Skala Vertikal

1. Langkah-langkah berikut akan mengeksplorasi penggunaan posisi sumbu vertikal dan panel kontrol panel depan.
 - a. Gunakan tombol 1 tombol Posisi vertikal untuk memposisikan bentuk gelombang di dekat bagian bawah layar dan perhatikan indikator tingkat dasar juga bergerak. Kontrol posisi vertikal menggerakkan bentuk gelombang ke atas dan

ke bawah. Hal ini umumnya digunakan untuk menyelaraskan bentuk gelombang dengan perpecahan vertikal pada graticule. Posisi umumnya fungsi tampilan grafis saja dan tidak mempengaruhi data waveform yang didapat.

- b. Gunakan Scaleknob vertikal 1 saluran untuk mengubah skala vertikal dari 2V/div menjadi 1V/div.

Kontrol skala vertikal (Volts/division) mengatur ketinggian bentuk gelombang pada layar.

Umumnya, kontrol skala vertikal mengubah pengaturan penguat masukan dan/atau attenuator dan mempengaruhi data bentuk gelombang yang diperoleh. Karena skala vertikal mengendalikan amplitudo sinyal yang masuk ke ADC, pengukuran dengan resolusi tertinggi dicapai saat sinyal hampir memenuhi layar secara vertikal tanpa mematikan layar.

Poin kunci untuk diingat

1. Tombol posisi vertikal mengendalikan posisi bentuk gelombang pada sumbu vertikal.
2. Tombol skala vertikal mengendalikan jumlah voltase yang ditunjukkan oleh pembagian vertikal pada graticule.

Kontrol Horisontal

Pengantar: Kontrol horisontal digunakan untuk mengukur dan menempatkan sumbu waktu pada layar osiloskop. Ada kontrol panel depan khusus untuk mengatur skala horisontal (waktu/pembagian) layar dan satu lagi untuk menyetel posisi horisontal sinyal yang ditampilkan. Menu Acquire menawarkan pilihan tambahan untuk memodifikasi tampilan waveform, serta mengatur panjang rekaman.

Kontrol Posisi/Skala Horisontal

1. Langkah-langkah berikut akan mengeksplorasi penggunaan kontrol panel depan skala sumbu horisontal. Kontrol skala horisontal (juga dikenal sebagai time / division atau seconds/division) menyesuaikan jumlah waktu yang ditampilkan di layar.
 - a. Tekan panel depan Autosetbutton untuk mengembalikan osiloskop ke titik awal yang diketahui dan kemudian mengatur skala vertikal ke 1 V / div.

b. Gunakan Positionknob vertikal untuk memusatkan bentuk gelombang pada layar.

c. Putar Scaleknob horizontal sampai pembacaan horizontal menunjukkan $10\mu\text{s} / \text{div}$ (pembacaan ditampilkan di bagian tengah bawah layar.)

Karena ada 10 divisi secara horisontal, faktor skala $10\mu\text{sec} / \text{div}$ menghasilkan jendela waktu $100\mu\text{sec}$. Pengaturan ini menunjukkan bentuk aktual dari sisi kenaikan gelombang persegi.

2. Kontrol Posisi horizontal menggerakkan bentuk gelombang dan referensi horizontal atau titik pemicunya (ditunjukkan dengan ikon oranye di bagian atas layar) bolak-balik pada layar. Ini digunakan untuk menyelaraskan bentuk gelombang yang ditampilkan dengan pembagian horizontal pada tampilan graticule.

Sebuah. Putar Positionknob horizontal berlawanan arah jarum jam ke posisi tepi jatuh gelombang di tengah layar.

Poin kunci untuk diingat

1. Kontrol skala horizontal mengatur jendela waktu yang ditampilkan pada layar osiloskop. Karena ada 10 divisi secara horisontal, jendela waktu sama dengan:

$$\text{time window} = \text{horizontal scale factor} * 10 \text{ divisions}$$

Tombol posisi horizontal memungkinkan Anda menyelaraskan bentuk gelombang yang ditampilkan dengan pembagian horizontal tampilan graticule atau untuk melihat bagian berbeda dari bentuk gelombang yang ditampilkan.

Menetapkan Panjang Rekaman

1. Langkah-langkah berikut akan menyelidiki hubungan antara faktor skala horizontal osiloskop, panjang rekam dan laju sampel.
- Tetapkan skala horizontal sampai $100\mu\text{s}/\text{div}$.
 - Tekan tombol panel Acquirefront. Tekan tombol beacon Detailsbottom bezel. Perhatikan bahwa sample rate saat ini $125\text{MS}/\text{s}$ untuk panjang rekor 125kpoints.
 - Tekan tombol bezel Record Lengthbottom dan tekan tombol bezel samping 1.00M. Ini menentukan panjang record menjadi 1Mpoints.

- d. Tekan tombol bezel Detailsbottom bezel lagi. Perhatikan bahwa sample rate sekarang 1GS/s. Jendela waktu 1msec tidak berubah, yang berarti tingkat sampel meningkat dengan rasio yang sama dengan panjang record.

Poin kunci untuk diingat

1. Tingkat sampel osiloskop ditentukan oleh jendela waktu yang ditampilkan (dan oleh karena itu, faktor skala horisontal) dan panjang rekaman yang dipilih.

$$sample\ rate = \frac{record\ length}{time\ window}$$

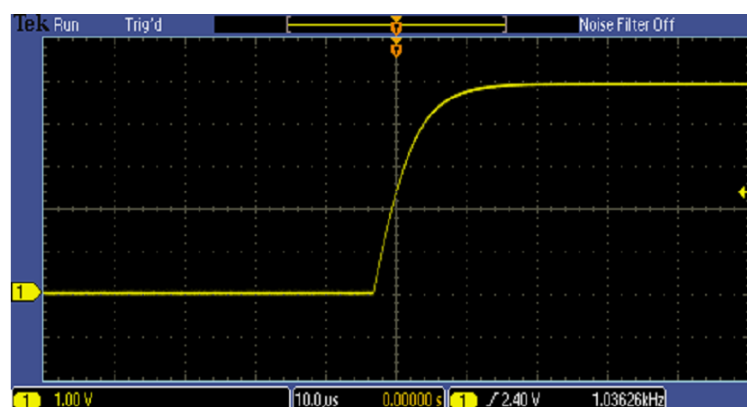
Kontrol Pemicu

Pengantar: Pemicunya menentukan kapan sinyal diperoleh dan disimpan di memori. Untuk sinyal berulang, pemicu diperlukan untuk menstabilkan layar.

Ada kontrol panel depan untuk mengatur tingkat pemicu dan sebuah tombol untuk memaksa osiloskop dipicu. Menu Trigger menawarkan jenis pemicu yang berbeda dan memungkinkan Anda menyetel kondisi pemicu.

Trigger Level Control

- 1) Langkah-langkah berikut akan mengeksplorasi penggunaan panel kontrol tingkat panel depan.
 - a. Gunakan Default Setup dan Autosetbuttons untuk mengatur osiloskop ke titik awal yang diketahui.
 - b. Tekan Menu Off button untuk mematikan menu. Atur osiloskop agar sesuai dengan tampilan yang ditunjukkan di sini.



Gambar 2. 37. Trigger Level Control

2. Pada pengaturan pemicu default, osiloskop mencari tepi yang naik pada sinyal masukan saluran 1.

Kontrol tingkat pemicu digunakan untuk mengatur voltase yang memicu osiloskop. Bentuk gelombang ditampilkan dengan tepi yang naik sejajar dengan titik pemicu (ditunjukkan oleh ikon T jeruk di bagian atas layar). Tingkat tegangan pemicu ditunjukkan oleh panah kuning di sisi kanan layar. Dalam hal ini, panah sedikit di atas titik tengah sumbu vertikal.

- a. Putar Level trigger Trigger sampai tingkat pemicu, seperti yang ditunjukkan oleh panah kuning di sisi kanan layar, berada di atas waveform (sekitar 5,5 V) sehingga menghasilkan tampilan yang tidak dipicu.

Poin kunci untuk diingat

- 1) Pemacu didefinisikan saat sinyal diperoleh dan disimpan di memori.
- 2) Tingkat pemacu harus berada dalam kisaran sinyal untuk memicu osiloskop dengan benar.
- 3) Untuk sinyal berulang, pemacu perlu untuk mendapatkan tampilan yang stabil

Menu Pemacu

- 1) Selama langkah-langkah berikut, pemacu akan disiapkan untuk membuat tampilan yang stabil.
 - a. Tekan tombol Trigger Level (berfungsi ganda sebagai tombol) untuk memaksa pengaturan tegangan pemacu ke titik 50% dari sinyal. Tampilan osiloskop sekarang harus sesuai dengan gambar di bagian sebelumnya.
 - b. Ubah faktor skala horisontal hingga 100 μ sec untuk menampilkan satu siklus penuh sinyal.
 - c. Tekan tombol Menu Trigger Menu depan.

Menu Pemacu memungkinkan Anda menentukan peristiwa pemacu yang digunakan untuk menangkap bentuk gelombang. Tipe pemacu yang tersedia meliputi lebar pulsa dan glitches yang spesifik, pulsa "runt" digital pendek, waktu naik, waktu jatuh dan beberapa lainnya.
 - d. Tekan tombol bezel bawah Sumber. Menu sumber memungkinkan Anda memilih sinyal yang akan dipantau untuk memicu peristiwa.

- e. Gunakan kontrol Multipurpose (a) untuk memilih saluran yang akan menjadi sumber pemicu.

Pilih saluran 2, 3 dan 4 secara berurutan dan perhatikan efeknya pada keadaan dipicu tampilan. Bila saluran 1 tidak dipilih, layar tidak dipicu karena saluran 2, 3 dan 4 tidak memiliki sinyal terapan.

- f. Gunakan kontrol Serbaguna (a) untuk memilih saluran 1 dan pastikan layar dipicu. Tekan tombol panel depan Menu Off.

- g. Tekan tombol bezel Slopebottom untuk memilih tepi sinyal yang jatuh sebagai titik pemicu.

Menu kemiringan mengontrol apakah pemicu mencari sisi positif atau negatif pada sinyal pemicu.

2. Pemicu tepi digunakan secara default. Namun, karena pemicunya merupakan elemen penting dalam melakukan pengukuran, ada beberapa opsi pemicu untuk memilih berdasarkan kebutuhan pengukuran Anda.

Lakukan langkah-langkah berikut untuk melihat bagaimana beberapa jenis pemicu lainnya digunakan.

- a. Tekan tombol bezel Typebottom untuk pemilihan jenis pemicu.

- b. Gunakan tombol Serbaguna (a) untuk memilih Lebar Pulse.

- c. Tekan tombol Trigger Saat tombol bezel bawah.

- d. Gunakan kontrol Multipurpose (a) untuk memilih Pulse Width =.

Lebar Pulsa = setting menyebabkan osiloskop tertrigger saat lebar pulsa berada dalam +/- 5% dari nilai yang ditentukan.

- e. Gunakan kontrol Serbaguna (b) untuk memilih 500 μ s dan catat pemicu osiloskop pada pulsa 500 μ sec. Ingat sinyal ini memiliki jangka waktu 1 msec dengan duty cycle 50%. Dengan demikian lebar pulsa adalah 500 μ sec.

- f. Untuk kembali ke mode pemicu Ujung default, tekan tombol bezel Typebottom dan gunakan tombol Serba Guna (a) untuk memilih Edgetrigger. Kemudian tekan tombol panel depan Menu Matikan dua kali untuk menghapus menu.

Poin kunci untuk diingat

1. Menekan tombol tingkat pemacu memaksa level pemacu ke titik 50% dari sinyal yang diterapkan.
2. Menu pemacu memungkinkan Anda menentukan peristiwa pemacu yang digunakan untuk menangkap bentuk gelombang.
3. Gunakan menu sumber pemacu untuk memilih saluran input yang akan dipantau untuk acara pemacu.
4. Gunakan kontrol kemiringan pemacu untuk menentukan tepi (naik atau turun) yang akan dipicu.
5. Pemacu lebar pulsa dapat mengisolasi pulsa dalam suatu sinyal.

Pengukuran Oscilloscope

Pengantar: Osiloskop digital dapat membuat berbagai pengukuran pada sinyal listrik, seperti pengukuran amplitudo puncak dan puncak dan pengukuran frekuensi, frekuensi, dan waktu lebar pulsa. Osiloskop menyediakan beberapa cara untuk melakukan pengukuran ini. Bagian ini akan meninjau tiga metode pengukuran yang paling umum:

- Pengukuran manual
- Pengukuran kursor
- Pengukuran otomatis

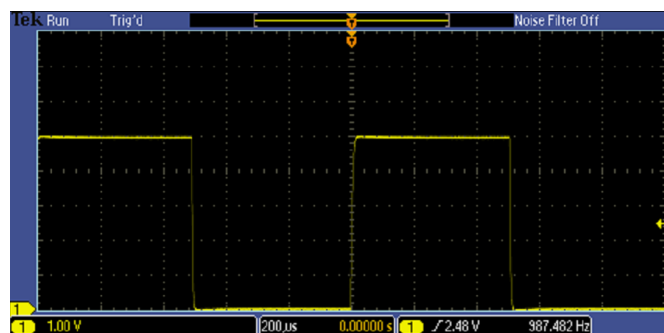
Pengukuran Manual. Pengukuran manual bergantung pada graticule pada layar dan pengaturan skala vertikal dan horizontal untuk melakukan pengukuran. Graticule khas memiliki 8 divisi secara vertikal dan 10 divisi secara horizontal. Untuk ketepatan, skala dan posisikan waveform untuk mengisi tampilan secara vertikal dan horizontal dan kemudian secara visual mengukur parameter pada unit divisi graticule. Kemudian perbanyak jumlah divisi dengan faktor skala untuk mendapatkan nilai pengukuran akhir.

Pengukuran Kursor. Pengukuran kursor dilakukan dengan menyelaraskan secara manual sepasang kursor ke titik pada bentuk gelombang dan kemudian membaca nilai pengukuran dari kursor tampilan yang dibaca out.

Pengukuran Otomatis. Pengukuran otomatis menggunakan algoritma yang tersimpan dalam firmware osiloskop. Algoritma ini mengidentifikasi karakteristik gelombang yang sesuai, membuat pengukuran, mengukur skala, menerapkan unit yang sesuai dan menampilkannya pada osiloskop.

Pengukuran Manual

1. Latihan berikut akan mengeksplorasi pembuatan pengukuran bentuk gelombang manual.
 - a. Setel ulang osiloskop kembali ke titik yang diketahui dan gunakan panel depan kontrol untuk membuat tampilan ini.
Biasanya, untuk akurasi yang paling besar, bentuk gelombang disesuaikan secara vertikal untuk mengisi sebanyak mungkin tampilan. Untuk latihan ini, tinggalkan bentuk gelombang seperti yang ditunjukkan ke kanan.



Gambar 2. 38. Pengukuran Manual

Pengukuran Kursor

1. Untuk akurasi pengukuran yang lebih besar, osiloskop menyediakan kursor yang akan digunakan pada rangkaian langkah berikutnya.
 - a. Tekan panel depan Cursor sbutton dua kali untuk menyalakan semua kursor.
 - Kursor vertikal mengukur waktu sepanjang sumbu horizontal.
 - Kursor horisontal mengukur tegangan sepanjang sumbu vertikal.
 - Bila kursor tidak aktif, garis putus-putus. Garis padat menunjukkan kursor aktif.
 - b. Tekan tombol Select untuk menyebabkan kursor horizontal tertinggal solid jika belum. Gunakan tombol Serbaguna (a) dan (b) untuk menempatkan kursor

horizontal ke atas dan bawah bentuk gelombang. Tulis amplitudo sinyal dari sudut kanan atas layar di bagian Latihan di bawah ini.

- c. Tekan tombol Select untuk memilih kursor vertikal. Perhatikan (a) dan (b) indikator bergerak ke pembacaan waktu dan kursor vertikal beralih dari titik-titik ke titik padat.
- d. Gunakan tombol Serbaguna (a) dan (b) untuk memposisikan kursor pada awal dan akhir satu siklus sinyal (jatuh ke tepi jatuh) dan kemudian membacakan waktu di layar.

Pengukuran Otomatis

1. Osiloskop Seri MSO/DPO2000 menawarkan 29 pengukuran otomatis. Untuk membuat pengukuran amplitudo, periodik dan frekuensi puncak otomatis ke puncak, osiloskop perlu menampilkan setidaknya satu siklus penuh bentuk gelombang dan memiliki bentuk gelombang sebanyak sumbu vertikal sebanyak mungkin tanpa sinyal turun dari bagian atas. dari layar Ini memastikan algoritma pengukuran memiliki deskripsi lengkap bentuk gelombang di memori untuk membuat perhitungan.

Langkah selanjutnya akan menggunakan pengukuran otomatis osiloskop untuk menganalisa sinyal.

- a. Tekan tombol Kursor sekali untuk mematikan kursor.
- b. Tekan panel depan Measurebutton.
- c. Tekan tombol bezel Measurementbottom Tambah.
- d. Gunakan (a) knob serbaguna untuk memilih Peak-to-peak dan tekan tombol bezel sisi OK Add Measurement.
- e. Gunakan (a) knob serbaguna untuk memilih Periode dan tekan tombol OK Add Measurementside bezel.
- f. Gunakan (a) knob serbaguna untuk memilih Frekuensi dan tekan tombol OK Add Measurementside bezel.
- g. Tekan Menu Matikan dua kali. Pengukuran otomatis Pk-Pk, Period dan Freq sekarang harus ditampilkan di bagian bawah layar.

Poin kunci untuk diingat

1. Pengukuran dapat dilakukan secara manual, dengan kursor atau secara otomatis menggunakan algoritma berbasis firmware yang memproses data bentuk gelombang yang tersimpan dalam memori osiloskop.
2. Pengukuran manual memiliki akurasi terendah, kursor biasanya lebih akurat daripada pengukuran manual dan pengukuran otomatis adalah teknik yang paling akurat.
3. Semua elemen sinyal yang berkaitan dengan pengukuran otomatis harus ditampilkan pada layar osiloskop.

Transistor Tester

Anda dapat membuat beberapa tes sederhana pada transistor yang hanya menggunakan DMM. Namun, Anda bisa menguji transistor dengan lebih mudah menggunakan "tester transistor" khusus. Sebuah tester transistor melakukan pekerjaan yang lebih teliti dalam memeriksa transistor daripada yang dapat Anda lakukan hanya dengan DMM. Berbagai jenis tersedia di pasaran. Transistor tester memungkinkan Anda melakukan tes di sirkuit, tanpa melepaskan transistor dari papan sirkuit. Penguji menunjukkan apakah transistor bekerja, dan ini juga memungkinkan Anda untuk mengukur "keuntungan" atau keluaran dari bagian tersebut. Kebanyakan tester transistor juga bisa mengukur dioda.



Frekuensi Counter



Beberapa DMM dilengkapi dengan built in frequency counter yang bisa membaca frekuensi secara langsung. Rentang yang tersedia bergantung pada meter khusus Anda. Meter genggam sederhana seringkali bisa dibaca hingga 100KHz, dan bangku multimeter teratas bisa menangani 10MHz atau lebih.

Counter frekuensi berguna untuk memeriksa frekuensi, misalnya sinyal sinkronisasi horisontal dan vertikal yang berasal dari komputer dan sinyal clock mikroprosesor.

DC Power Supply

Dalam pekerjaan servis, kadang-kadang Anda perlu menyediakan sumber tegangan pada bagian-bagian board sirkuit, tanpa menggunakan pasokan keluaran peralatan untuk tujuan pemecahan masalah. Output dari catu daya harus diatur sedemikian sehingga tegangan output tidak berubah saat catu daya dibebani. Untuk kebutuhan servis, sebaiknya



menggunakan jenis digital catu daya DC dengan tegangan keluaran yang dapat diatur. Umumnya memiliki rentang tegangan antara 0 dan 30 volt dan rentang arus 0 sampai 5A. Sumber tegangan sebaiknya memiliki pengaturan arus yang dapat disetel maksimum dibatasi hingga 5A, ini bertujuan melindungi catu daya dan perangkat yang diuji dari kerusakan.

Catu daya berguna untuk mengatasi masalah; Misalnya, bila Anda menduga bahwa mikroprosesor menyebabkan Monitor tidak dapat dinyalakan. Anda dapat selalu menempatkan +5Volt ke pin input VCC dari mikroprosesor dan memeriksa apakah output menghasilkan sinyal. Catu daya bisa digunakan dengan sirkuit lain, seperti sirkuit di bagian power, driver video, osilator dan lain-lain.

Kapasitansi Meter

Tanpa meter kapasitansi, terkadang sulit untuk menentukan nilai kapasitor.

Pilihlah meter kapasitansi yang mengukur secara akurat nilai dari setiap kapasitor antara 0.1PF sampai 20.000UF.

Kapasitansi meter biasanya akan menampilkan kapasitansi pada microfarad (uf), Nano farad (nf) atau Pico farad (pf). Selama pembacaan Anda sesuai dengan nilai kapasitor yang ditandai, Anda tahu bagiannya bagus. Paling baik digunakan untuk memeriksa kapasitor tetap (keramik, Mylar, dll). Untuk jenis kapasitor elektrolitik, meteran ESR lebih disukai. Beberapa DMM juga dilengkapi dengan checker kapasitor built-in. Selalu lepaskan kapasitor sebelum pengujian.

Induktansi meter

Sebagian besar inductance meter hadir bersamaan dengan resistansi dan pengukuran kapasitansi/range. Ini juga disebut meter LCR. Inductance meter diperlukan untuk menentukan nilai koil atau nilai berkelok-kelok. Nilai Winding di Flyback, transformator

daya, Kumparan yoke horisontal dan vertikal bisa diperiksa dengan induktansi meter. Meter induktansi biasanya akan menampilkan nilai induktansi secara langsung pada Henry (H), milihenry (MH) atau microhenry (UH).

ESR Meter

Hampir semua kegagalan kapasitor elektrolitik disebabkan oleh ESR tinggi (Equivalent Series Resistance). Resistansi internal yang tinggi mengurangi tingkat muatan dan



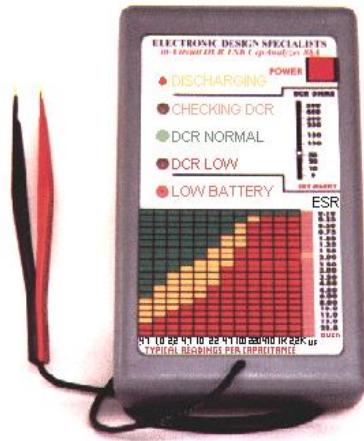
pelepasan kapasitor, yang secara efektif membuatnya menjadi kapasitor "terbuka". ESR tinggi biasanya akibat dehidrasi elektrolit akibat panas peralatan, usia tua, korosi, segel karet rusak dan arus

riak tinggi.

ESR tinggi dalam elektrolisis menyebabkan berbagai masalah. Di bagian vertikal monitor, mereka dapat menyebabkan masalah pemindaian di atas / di bawah masalah. Di bagian power, tidak ada kekuatan dan kekuatan yang berkedip. Dalam rangkaian warna atau video, keduanya menyebabkan warna yang terputus-putus atau hilang. Pada bagian tegangan tinggi, mereka menyebabkan transistor keluaran horizontal (HOT) meniup beberapa menit setelah diganti.

Tugas mencari ESR tinggi pada kapasitor elektrolitik dilakukan oleh ESR meter. Perhatikan bahwa ESR tidak dapat diukur dengan meteran kapasitansi digital atau multimeter. Ini harus diukur dengan ESR meter. ESR meter datang dalam segala bentuk, ukuran dan merek. Kami menemukan sebuah unit yang disebut cap analyzer 88A ESR meter yang diproduksi oleh EDS di Amerika Serikat untuk menjadi nilai terbaik untuk bengkel elektronika. Cap analyzer 88A adalah ESR meter yang kuat, user friendly, robust, serbaguna dan mampu menemukan kapasitor elektrolitik yang buruk atau korslet saat masih berada di sirkuit.

Meter unik ini menggunakan frekuensi uji yang lebih tinggi daripada kebanyakan lainnya ($>100\text{KHz}$), secara otomatis melepaskan



kapasitor yang diuji, memeriksa kebocoran DCR (DC Resistance), lalu memeriksa dan menampilkan ESR pada skala bar LED 20 segmen. Ini termasuk kapasitansi rendah satu pinset uji probe, dan bahkan berbunyi bip dari satu sampai lima kali tergantung pada pembacaan ESR kapasitor. Karena mikroprosesor dikontrol, ia memiliki lebih banyak fitur dan jauh lebih akurat dibanding meter lainnya. Mungkin, atribut terbaiknya

adalah grafik tiga warna pada panel depan yang menunjukkan pembacaan ESR khas kapasitor bagus, baik dan buruk tergantung pada kapasitansi mereka.

Alat analisa cap 88A memeriksa kapasitor secara sirkit secara akurat karena frekuensinya cukup tinggi untuk memperbesar kapasitas sebenarnya kapasitor, dan hanya mengukur ESR. Pengukuran DCR dan ESR berada di bawah 50 milivolt sehingga tidak ada perangkat aktif yang diaktifkan.

Karena itu cek DCR terlebih dahulu, maka akan segera mengingatkan teknisi jika kapasitor atau apapun yang ada di sirkuit itu korsleting atau bocor, sebelum cek ESR. Portabilitas dan baterai dioperasikan, ini membuatnya ideal untuk perbaikan di lokasi, menghilangkan panggilan layanan ganda dan waktu perjalanan teknis yang berharga.

Peralatan Uji Khusus

Pada bagian ini disajikan peralatan khusus untuk memperbaiki beberapa jenis peralatan elektronik. Alat uji ini dirancang khusus untuk menangani hanya pada jenis sirkuit atau komponen tertentu. Beberapa perbaikan tidak bisa dicoba tanpa bantuan peralatan. Alat uji khusus yang diperlukan bergantung pada bagian mana dari bidang perbaikan elektronik yang diinginkan oleh teknisi atau insinyur.

Mengatasi Masalah Monitor dan TV

- Flyback Tester (Selain mengecek apakah Flyback Transformer yoke mengalami korsleting, juga bisa digunakan untuk mengecek belitan catu daya mode saklar, koil B + dan kumparan horisontal.
- Probe tegangan tinggi (Untuk mengukur tegangan tinggi pada anoda CRT).

- Pola generator (Ini memungkinkan Anda untuk menguji dan menyelaraskan Monitor/TV dengan menggunakan pola visual standar).
- CRT Tester/Regenerator (sebuah CRT tester/regenerator memungkinkan Anda untuk menguji dan meregenerasi tabung sinar katoda (CRT) dari Monitor atau TV).
- Monitor/TV Analyzer (Ini adalah peralatan all-in-one yang dirancang khusus untuk uji Monitor atau TV).
- Universal Horizontal Analyzer (Melokalisir cacat pasokan Horizontal dan B + pada Monitor dan TV).

2.4. Prosedur pengamanan Electro-static Discharge (ESD) diikuti sesuai dengan standar industri

Pelepasan muatan elektrostatik (ESD-*Electrostatic Discharge*) adalah masalah umum



di bidang industri, hampir semua proses industri memungkinkan dapat menyebabkan terkena kejadian ESD. ESD dapat menyebabkan kerusakan *irreversibel* dan inilah mengapa perlindungan ESD sangat penting. Terutama di bidang elektronika dan industri yang memproduksi dan mengerjakan perangkat elektronik dan elektrik. Komponen dan sirkuit terpadu yang sensitif

terhadap ESD yang terkena dampaknya dapat rusak total atau dapat terdegradasi dan mulai mengalami malfungsi kemudian, bahkan lolos tes tanpa masalah. Komponen dan sirkuit yang rusak meningkatkan biaya produksi, yang juga mempengaruhi kualitas dan keandalan produk. Seiring kemajuan teknologi, perangkat elektronik dan apa yang ada di dalamnya menjadi lebih kompleks dan dipasang dalam ukuran yang lebih kecil, kepekaan mereka terhadap ESD pada umumnya meningkat. Biasanya perusahaan memiliki instruksi keselamatan ESD mereka sendiri namun tidak semua orang menyadari masalah yang mungkin ditimbulkannya. Untuk menempatkan ini dalam perspektif ada banyak item yang berbeda, tidak ada yang bisa memikirkan, di tempat kerja yang dapat membawa muatan cukup tinggi untuk merusak sirkuit. Mungkin ada alat tertentu di meja Anda yang bisa membawa muatan destruktif pada mereka.

Oleh karena itu ESD menjadi masalah yang nyata di bidang industri, ada Asosiasi ESD yang menyediakan standar ESD. Standar ESD adalah kolaborasi antara semua organisasi dan individu yang terpengaruh oleh standar ini. Standar ESD memberikan informasi mengenai persyaratan, metode pengujian dan laporan teknis mengenai semua isu terkait ESD.

Kawasan pelepasan muatan elektrostatik (EPA) juga merupakan bagian mendasar dari ESD, karena merupakan keseluruhan area yang terlindungi dari listrik statis. Daerah ini dibangun di pabrik dan bengkel perbaikan untuk tempat kerja ESD yang aman.

Tujuan dari elemen kompetensi ini adalah untuk memberikan petunjuk yang cukup baik tentang perlindungan dan informasi ESD tentang EPA untuk bengkel kerja ABB dan untuk insinyur servis lapangan. Tapi juga bengkel perbaikan listrik lainnya yang harus mengambil perlindungan ESD yang sedang dipertimbangkan.

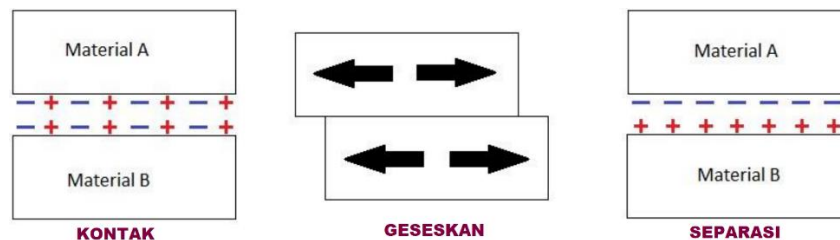
Latar Belakang Teoritis tentang ESD dan EPA

Untuk mendapatkan pelepasan muatan elektrostatik dan cara mengendalikan yang lebih baik, untuk itu perlu memahami bagaimana muatan elektrostatik terjadi, diperlukan. Muatan elektrostatik didefinisikan sebagai muatan statis pada saat kondisi diam.

Listrik statis ada di sekitar kita dan merupakan fenomena alam. Bahan tanpa muatan statis memiliki jumlah muatan positif yang sama dengan proton dan muatan negatif menjadi elektron. Agar listrik statis terjadi, material itu perlu kehilangan atau mendapatkan elektron. Dengan membawa dua bahan ke dalam kontak dan menambahkan gesekan, ikatan kimia telah tercipta di antara bahan-bahan ini, yang memungkinkan elektron berpindah dari satu bahan ke bahan lainnya.

Hal ini terjadi karena muatan cenderung berpindah dari satu bahan ke bahan lainnya untuk menyamakan potensi elektrokimia mereka. Setelah memisahkan bahan-bahan ini satu sama lain, beberapa elektron tertinggal dari satu material dan jumlah yang sama telah diperoleh di sisi lain. Kedua bahan sekarang muatan elektrostatik, yang kehilangan elektron sekarang bermuatan positif dan yang lainnya memperoleh elektron bermuatan negatif. Kejadian ini dikenal sebagai efek triboelectric dan merupakan cara yang paling umum untuk membuat muatan listrik pada material, lihat [Gambar 2.39](#). Bila muatan positif atau negatif terbentuk pada benda, muatan

listriknnya tidak seimbang di dalam atau di permukaan objeknya. Tuduhan akan tetap pada objek sampai dapat mentransfer pergi dengan cara arus listrik, debit listrik atau acara ESD. Grounding objek akan menetralsir muatan. Konduktor listrik lainnya juga bekerja, karena konduktor memungkinkan aliran arus listrik di dalamnya. Cara lain untuk menetralsir muatan elektrostatik adalah dengan membawa benda bermuatan ke suatu wilayah dengan polaritas yang berlawanan. Ketidakseimbangan medan listrik saling membatalkan.



Gambar 2. 39. Efek triboelektrik

Muatan statis yang dibuat oleh efek triboelektrik memiliki banyak variabel lain yang mempengaruhi jumlah muatan. Kuantitas muatan elektrostatik diukur dalam coulomb. Kuantitas muatan elektrostatik pada benda tertentu dilambangkan sebagai "q". Muatan elektrostatik dapat dihitung dengan produk dari kapasitansi objek, dilambangkan sebagai "C", dan potensial listrik "V", pada objek. Hubungan persamaan elektrostatik dapat diilustrasikan sebagai [Persamaan 2.1](#) berikut:

$$q = C * V \quad (2.1)$$

Variabel yang mempengaruhi jumlah muatan adalah seperti area kontak, kecepatan



pemisahan, kelembaban relatif, kekasaran dan bentuk permukaan kontak bahan kimia dan bahan. Bahan yang cenderung kehilangan atau mendapatkan elektron yang bersentuhan, dimasukkan ke dalam daftar yang dikenal sebagai seri triboelectric. Seri Triboelectric membantu untuk melihat bagaimana bahan yang berbeda cenderung mengisi pada kontak dan pemisahan. Daftar ini hanya berfungsi sebagai panduan umum, karena ada banyak variabel sehingga sulit dikendalikan agar hasil pengulangannya bisa sama. Bahan yang lebih dekat ke atas daftar muatan positif muatan positif dan yang lainnya

negatif. Selanjutnya bahannya satu sama lain dalam daftar, muatan listrik yang ditransfer di antara keduanya akan lebih besar dan daya tarik antara bahan lebih kuat. Jika bahan-bahan yang ada di dekat satu sama lain pada rangkaian mungkin tidak menimbulkan biaya apapun atau bahkan dapat mengisi polaritas yang berlawanan dari pada daftar.

Cara bagaimana muatan statis terbentuk, bisa jadi agak rumit. Segala sesuatu di sekitar kita mempengaruhi pembangkitan muatan dan hampir semuanya bisa menjadi muatan triboelektrik, bahkan partikel pengotor terkecil pun ada di udara. Bahan kimia dan karakteristik fisik menentukan berapa banyak muatan yang dihasilkan.

Setiap kali sebuah benda membangun muatan listrik, jumlah potensial listriknya bervariasi. Potensi listrik dapat dihitung dengan energi potensial "E", per satuan muatan "q". Besarnya potensial energy tergantung dari persamaan berikut:

$$V = \frac{E}{q} \quad (2.2)$$

Nilai potensi listrik tergantung seberapa kuat muatannya dan berapa banyak energi yang ada dalam muatan itu. Skenario yang berbeda menghasilkan berbagai potensi listrik dalam setiap kasus. Kelembaban relatif mempengaruhi hal ini. Udara lembab mengurangi listrik statis. Lebih lembab itu, semakin banyak air yang ada di udara. Air tentu saja melakukan listrik. Jadi, objek muatan elektrostatik memiliki molekul air di atasnya yang memiliki potensi listrik dan mengurangnya. Kita akan berbicara tentang melakukan bahan dan konduksi lebih jauh dalam teks. Di tabel berikut, ada beberapa contoh generasi elektrostatik dan tingkat potensi potensial di udara kering dan udara lembab, lihat tabel 1. Angka-angka ini tidak tepat. Karena ada banyak elemen variatif yang berbeda, namun ini memberi pengetahuan umum berapa banyak energi yang dapat dihasilkan oleh skenario sehari-hari tertentu.

Tabel 2. 1. Contoh generasi statis.

Cara Menghasilkan Listrik Statis	Potensial Listrik, V	
	RH 10-20%	RH 60-80%
Berjalan melintasi karpet, tubuh manusia	>30 000	>2 500
Memisahkan dengan gulungan bungkus gelembung	>20 000	>3 000
Pengepakan mekanis / pembungkus dengan bungkus plastik	>5 000	>1 000
Berdiri dari kursi busa poliuretan	>5 000	>1 000

Berjalan di lantai berlapis PVC	>2 000	>600
Berjalan dengan sepatu konduktif, di lantai disipatif statis	<50	<5

Ada bahan yang mengisolasi listrik karena daya tahannya yang tinggi. Kotoran dan kondisi permukaan material memiliki dampak luas pada resistansi permukaan isolator. Suhu juga memiliki peran penting dalam isolator, karena suhu meningkatkan resistivitas menurun. Bahan yang berbeda tentu saja memiliki karakteristik listrik yang berbeda dan ini mempengaruhi resistansi isolator. Resistansi volume isolator bervariasi antara mega (10^6) ohm meter ($\Omega \cdot m$) sampai puluhan tera (10^{12}) ohm meter. Permukaan resistivitas diukur dengan ohm per persegi, sehingga luas permukaan memiliki nilai resistivitas tertentu. Ini bervariasi antara giga (10^9) ohm per persegi bahkan di luar tera ohm. Bahan isolasi ini dapat diisi dengan mudah oleh listrik statis, namun elektron tidak mengalir melintasi permukaannya atau melalui volumenya. Insulator listrik dapat membawa muatan besar di atasnya dengan kehilangan atau mendapatkan elektron.

Dan karena resistansi listrik yang tinggi mencegah aliran elektron, ia dapat memiliki muatan negatif dan positif di atasnya, hanya di tempat yang berbeda pada isolator. Jika biaya yang berlawanan berdekatan satu sama lain pada isolator mereka mungkin akan membatalkan satu sama lain, namun dalam sebagian besar kasus, tagihan tersebut dapat tinggal di sana untuk jangka waktu yang lama. Bahkan dengan konduktor listrik masuk biaya akan memerlukan beberapa saat untuk melepaskannya, karena hanya ada sejumlah kecil pembawa muatan yang dapat membawa arus dan dengan melepaskan isolator ini.

Bahan konduktif di sisi lain adalah bahan yang memiliki daya tahan rendah, yang memungkinkan elektron mengalir dengan mudah. Ketahanan dan konduktansi konduktor bergantung pada panjang konduktor, daerah penampang silang konduktor, konduktivitas listrik dan tahanan listrik. Resistansi bervariasi dari seratus ohm sampai seratus kilo (10^3) ohm. Suhu juga memiliki faktor yang relatif kecil dalam hal ini. Bahan konduktif yang pernah diisi, hanya dapat bermuatan positif atau negatif. Aliran cepat elektron akan mencoba untuk menjaga konduktor pada keadaan netral.

Membawa konduktor netral yang bersentuhan dengan yang bermuatan, konduktor netral bahkan akan menyebabkan ketidakseimbangan listrik dengan yang terisi

dengan cepat. Juga menghubungkan konduktor ke titik ground listrik apapun, akan menetralkan muatannya.

Campuran kedua bahan ini disebut bahan disipatif statis. Ketahanan listriknya ada di antara bahan insulatif dan konduktif. Aliran elektron dalam bahan disipatif terutama bergantung pada ketahanannya. Jika resistivitas senyawa lebih dekat dengan ketahanan bahan insulatif, aliran elektron akan sangat lambat dan akan bertindak seperti isolator, dan jika lebih dekat dengan ketahanan bahan konduktif, ia bertindak seperti konduktor. Bahan disipatif statis juga bisa membawa muatan listrik dan bisa diisi secara triboelektrik. Bahan disipatif bekerja seperti konduktor, ia akan mencoba bahkan muatan di dalamnya jika ada konduktor netral atau grounding point. Pengalihan muatan, memakan waktu lebih lama dibandingkan dengan bahan konduktif berukuran sama, namun lebih cepat dari bahan insulatif. Karena itu, bahan disipatif statis banyak digunakan untuk proteksi ESD. Ia melakukan kelebihan muatan dengan cepat, namun konduktivitasnya tidak terlalu tinggi sehingga bisa menciptakan arus yang cukup tinggi sehingga bisa berbahaya atau cepat dibuang.

Jika bahan bermuatan listrik, ini berarti ia memiliki bidang elektrostatik di sekelilingnya.

Bidang elektrostatik ini dapat diukur dan dihitung. Kekuatan medan listrik "E" dapat sama dengan gaya, dilambangkan dengan "F", dibagi dengan muatan, dilambangkan sebagai "q". Persamaan Kekuatan medan listrik.

$$\bar{E} = \frac{\bar{F}}{q} \quad (2.3)$$

Kekuatan medan listrik "E" dan gaya "F" adalah jumlah vektor. Biaya "q" tidak memiliki garis kekuatan yang terkait dengannya. Jika garis gaya dari medan listrik jauh dari muatan itu positif dan jika kearah negatif maka. Kekuatan medan listrik menurun dari kejauhan.

Benda konduktif dapat terpolarisasi dengan membawa benda-benda itu ke medan elektrostatik objek bermuatan. Fenomena ini disebut induksi. Pada permukaan benda konduktif elektron akan melepaskan diri dari medan listrik atau tertarik mendekati sumber medan listrik. Jika medan negatif, elektron negatif akan terdorong menjauh dari sumbernya, dan jika bidangnya positif maka akan menarik elektron lebih dekat, mencoba untuk mendapatkan muatan positif dari sumbernya. Dalam kedua kasus,

bahan konduktif sekarang terpolarisasi, memiliki muatan negatif di satu sisi dan positif di sisi lain. Sekarang jika kita menghubungkan bahan konduktif ini ke titik grounding, muatan akan mencoba memperbaiki ketidakseimbangan listrik di dalam dan muatannya akan mengalir dari atau ke ground. Setelah melepaskan bahan konduktif dari tanah dan melepaskan medan listrik, muatan listrik akan tetap berada pada objek. Ini adalah cara untuk menghasilkan potensial listrik pada suatu benda, dengan bantuan bidang elektrostatik. Hanya bahan konduktif dan disipatif yang bisa diisi dengan induksi. Perangkat yang sensitif terhadap elektrostatik seringkali rusak karena hal ini, jika perangkat berada di bidang kelebihan muatan dan kemudian disentuh dengan alat logam, sehingga kelebihan muatan masuk ke perangkat melalui konduktor ini.

ESD: Pelepasan muatan elektrostatik, seperti yang dapat ditalar dari namanya, perpindahan listrik statis dengan medan elektrostatik yang cepat. Jadi sesuatu yang memiliki muatan listrik dengan cepat kehilangannya dengan mengeluarkan kelebihan muatan menjadi sesuatu. Membawa dan benda bermuatan listrik di dekat benda netral elektrik, akan mengisi benda netral.

Benda netral akan bermuatan positif atau negatif, tergantung pada polaritas objek yang dibebankan. Dalam kontak dielektrik antara mereka rusak dan objek bermuatan debit ke benda netral. Ini akan menciptakan percikan listrik, yang biasanya terlihat oleh mata manusia, namun dalam beberapa kasus muatan listriknya tidak cukup tinggi untuk dilihat. Lebih dari 3000 volt discharge dapat dirasakan, lebih dari 4000 volt discharge dapat didengar dan lebih dari 5000 volt discharge dapat dilihat. Saat mengendarai mobil Anda bisa melihat ini.

Selama perjalanan, Anda dan tempat duduk mobil akan mulai mengisi muatan secara elektrik oleh gerakan Anda dan dua bahan berbeda saling menggosok. Anda sekarang bermuatan positif atau negatif tergantung pada bahan yang Anda kenakan. Ketika sampai di tempat tujuan dan keluar dari mobil, Anda mungkin bisa merasakan sengatan saat menyentuh pintu atau bingkai mobil, muatan listrik yang telah diisi Saat Anda mengemudi sekarang telah habis.

ESD dapat mengubah karakteristik listrik perangkat semikonduktor yang merusak perangkat. Terkadang kejadian ESD dapat menyebabkan kerusakan temporal atau

kegagalan pada sistem elektronik, tidak merusaknya. Permukaan yang dibebankan dapat bekerja sebagai magnet untuk kotoran dengan menarik dan menahannya, sehingga menghilangkan partikel sulit. Pengotor ini dapat membawa muatan listrik sendiri dan mungkin merusak komponen yang sangat sensitif, seperti wafer silikon atau bahkan sirkuit listrik.

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, kerusakan ESD dapat terjadi seketika atau perangkat sensitif elektrostatik "ESDS" telah terkena kejadian ESD dan akan rusak nanti, tanpa menunjukkan gejala sebelumnya. Adalah baik untuk mengingat agar proteksi ESD dari manufaktur sampai saat ini di tempat perbaikan yang menangani perangkat elektronik. Jika ada istirahat dalam perlindungan ESD di suatu tempat antara waktu, tidak ada yang bisa menjamin bahwa hal itu harus bekerja dengan baik.

ESD dapat melakukan kerusakan sehingga perangkat elektronik akan segera berhenti berfungsi, ini sering dilambangkan sebagai bencana besar. Kerusakan tersebut disebabkan oleh ledakan listrik yang tinggi dan kekurangan perisai terhadap lonjakan listrik yang tinggi. Volume listrik yang tinggi dalam ledakan bisa melelehkan logam, komponen penggorengan, sambungan rusak, semua ini bisa menjadi penyebab perangkat elektronik berhenti bekerja.

Ada juga skenario dimana perangkat elektronik terkena peristiwa ESD, namun tetap berfungsi seperti yang diinginkan dan rinciannya nanti. Skenario seperti ini biasanya disebut sebagai cacat laten. Ini sulit dikenali, karena perangkat dengan cacat kecil bisa melewati semua tes yang diperlukan, namun tetap terdegradasi dan rusak sebagian sebelum waktunya. Perangkat yang cacat ini mahal untuk diperbaiki dan dapat membuat bahaya bagi orang yang menjadi plugin di perangkat. Hal-hal ini juga mahal bagi perusahaan yang memproduksinya, uang dan reputasi yang bijaksana.

Kegagalan bencana agak mudah dilihat melalui tes. Ada berbagai jenis tes untuk berbagai jenis fitur, namun semuanya diuji dari komponen ke perangkat elektronik sebelum dikirim. Tes ini akan mencegah pengiriman perangkat yang salah. Cacat laten yang sangat sulit dideteksi, bisa melewati tes ini dan bergerak maju tanpa ada bukti kekurangan. Mungkin sebagai kemajuan teknologi, kita memiliki alat yang benar untuk bisa mengenali kekurangan yang tak terlihat ini suatu saat nanti.

Ada beberapa penyebab berbeda untuk kejadian ESD, dalam laporan ini saya telah berbicara tentang listrik statis dan induksi elektrostatis. Peristiwa ini adalah penyebab kerusakan ESD. Kejadian ESD yang menyebabkan kerusakan dapat berupa pelepasan muatan elektrostatis ke ESDS, pelepasan muatan elektrostatis dari ESDS atau dengan induksi elektrostatis, yang berarti medan elektrostatis dan gangguannya oleh ESDS. Potensi debit elektrostatis bervariasi menurut variabel yang berbeda selama event ESD. ESDS mungkin rusak akibat pelepasan jika tidak memiliki ukuran keamanan yang memadai di dalamnya. Energi yang ditransfer selama acara ESD harus didistribusikan secara merata di sepanjang sirkuit jika tidak, hal itu akan menyebabkan kejadian "EOS (*Electrostatic Overstress*)" berlebih elektrostatis, yang juga merusak perangkat. Faktor lainnya adalah tingkat tegangan muatan yang bervariasi dari beberapa volt sampai ratusan kilo volt dalam beberapa kasus ekstrim.

Untuk diingat, banyak peristiwa ESD terjadi tanpa not notic, seperti percikan yang terlihat atau suara berderak. Sekecil 10 volt discharge dapat merusak beberapa peralatan seperti disk drive dan sirkuit di dalamnya. Berapa banyak energi dari debit dan voltase perangkat yang dapat diambil dan bila gagal dikenal sebagai kerentanan ESD perangkat.

Pelepasan muatan elektrostatis langsung dari konduktor bermuatan ke ESDS adalah salah satu peristiwa ESD yang sangat umum yang menyebabkan kerusakan pada perangkat atau komponen sensitif. Tubuh manusia bekerja seperti konduktor dan dapat mengisi daya bahkan sampai 30.000 volt, saat berjalan di karpet dan kelembaban relatif di ruangan itu antara 10% dan 20%. Jadi tubuh manusia yang bermuatan bisa bekerja sebagai pembawa energi elektrostatis itu. Membawa tangan di dekat atau dalam kontak dengan perangkat sensitif akan memungkinkan semua energi mengalir, karena tubuh manusia memiliki potensi tertentu dan pada sebagian besar kasus, perangkat ini sangat berbeda sehingga memungkinkan arus mengalir. Pelepasan akan terjadi karena muatan pada tubuh manusia sedang mencoba menyeimbangkan potensi beda antara keduanya.

Pada pelepasan tubuh manusia kehilangan semua kelebihan muatan itu dan akan hilang dari peranti dan merusaknya pada sebagian besar kasus. Ada tes menggunakan metode yang sama namun dengan sirkuit yang dibangun untuk mengukur dan menguji kerentanan ESD. Ini disebut Human Body Model "HBM". Juga alat metalik

bisa bekerja sebagai konduktor dan melakukan kerusakan yang sama, dalam hal ini acara disebut Model Mesin "MM". Ada lebih banyak informasi tentang HBM dan MM di bagian pengukuran ESD.

ESDS juga dapat membawa muatan elektrostatik yang dapat dibuang ke konduktor.

Kejadian ESD yang berlawanan dengan yang sebelumnya adalah cara lain untuk menyebabkan kerusakan ESD pada perangkat atau komponen sensitif. Penanganan, pengepakan, pemindahan semua kontak dan perpisahan yang menumpuk muatan bahan. Perangkat atau komponen sensitif dalam perjalanan menuju pengepakan dan di dalam bahan kemasan dapat mulai membangun muatan statis dengan semua ini.

Membawa perangkat bermuatan di dekat konduktor ini kemudian akan dilepaskan dan oleh perubahan potensial yang cepat biasanya merusak ESDS, menyebabkan kerusakan dan bahkan kerusakan. Acara ini juga dimodelkan menjadi uji kerentanan ESD dan dikenal sebagai Charged Device Model (CDM).

Tentu saja seiring kemajuan teknologi dan perakitan manusia yang sebenarnya kurang dibutuhkan, skenario HBM tidak begitu relevan. Tapi dalam sebuah karya lapangan adalah bijaksana untuk mengingat bahwa Anda harus menyiapkan segalanya sebelum menyentuh ESDS. Masih dengan jalur produksi otomatis semakin populer, ESD masih menjadi masalah umum karena perangkat dapat diisi saat sedang menyusut feeder dan kemudian berhubungan dengan sesuatu yang sangat konduktif, sehingga menghasilkan acara ESD.

Induksi elektrostatik yang juga mengisi bahan dapat menjadi sumber langsung atau tidak langsung kerusakan ESD. Setiap kali sebuah benda menumpuk muatan, ia juga memiliki bidang elektrostatik. ESDS di dalam bidang elektrostatik ini akan diisi melalui induksi dan dipolarisasi juga. Bila ESDS yang terisi terhubung ke titik grounding maka debitnya akan sama seperti saat acara CDM dijelaskan.

Seperti disebutkan dalam pendahuluan, standar memberikan panduan bagaimana menerapkan perlindungan ESD di tempat yang dibutuhkan. Ada tiga kategori standar yang berbeda. Yang pertama adalah yang menyediakan info dan persyaratan program kontrol ESD. Program pengendalian ESD adalah memiliki garis panduan bagaimana melindungi peralatan listrik, perangkat atau komponen ESD yang sensitif

akibat kerusakan ESD lebih besar dari atau sama dengan 100 volt oleh model tubuh manusia atau 200 volt oleh model perangkat yang dibebankan. Standar tersebut dapat diterapkan dalam aktivitas apapun yang mungkin rentan terhadap kerusakan ESD. Standar ini menyediakan semua persyaratan administratif dan teknis yang diperlukan untuk membangun bengkel perbaikan listrik. Persyaratan administrasi adalah, rencana program pengendalian ESD, persyaratan rencana pelatihan dan rencana verifikasi kepatuhan. Dan persyaratan teknisnya adalah, sistem grounding dan bonding, grounding personel, kawasan lindung, pengemasan, penandaan, peralatan, penanganan. Audit kadang-kadang dilakukan untuk memverifikasi kepatuhan terhadap persyaratan ini. Audit adalah cara yang efisien untuk melihat bahwa perlindungan ESD sudah mutakhir dan personil mengikuti garis panduan yang diberikan.

Kelompok standar kedua adalah tentang persyaratan kemasan dan grounding. Kelompok terakhir memiliki metode dan dokumentasi uji standar tentang semua tes yang telah dilakukan.

Kerentanan ESD ditentukan dengan menguji dan mengukur berapa banyak ESDS dapat menghilangkan energi yang habis pada kejadian ESD dan bagaimana tingkat tegangan tinggi dapat bertahan.

Pengujian dilakukan oleh model acara ESD yang sebelumnya telah dijelaskan sebelumnya, sesuai dengan situasi yang diinginkan. Untuk melihat seberapa banyak komponen atau perangkat tertentu dapat menangani saat ada orang yang bekerja, acara HBM dapat digunakan. Ini akan membantu menentukan batasan ESD dan langkah-langkah keselamatan yang benar. Tidak ada ide untuk menghabiskan jutaan untuk proteksi kontrol ESD yang benar, jika ada seperangkat peraturan yang masuk akal dan akan melakukan pekerjaan yang sama, tanpa memerlukan biaya yang besar untuk perusahaan itu. Model-model ini hanya merupakan prosedur uji untuk membantu memilih cara yang tepat untuk mendekati situasi yang sama, namun bukan merupakan kejadian real time dengan variabel lain di sekitarnya. Akan ada lebih banyak informasi tentang pengujian ESD nanti dalam laporan ini.

Semuanya semakin kecil dan lebih kompleks dengan cara digital, pada saat bersamaan masalah ESD meningkat, karena komponen dan sirkuit yang lebih kecil ini cenderung lebih sensitif terhadap kerusakan ESD dan memerlukan tindakan pencegahan yang lebih tinggi lagi. Sudah ada banyak item yang hanya rentan terhadap ratusan volt atau bahkan di bawahnya. Dan seperti yang terlihat dari tabel 1, angka tersebut mudah dipenuhi jika tidak ada perlindungan ESD yang dipertimbangkan.

EPA (Electrostatic discharge protected area): Area lindung bebas elektrostatis "EPA", berarti area yang memiliki potensi listrik yang sama antara semua permukaan, ESDS, orang dan alat. EPA dilengkapi dengan item dan bahan pengendali ESD. Memiliki potensi listrik yang sama antara objek yang berbeda meminimalkan risiko kejadian ESD dan mencegah perangkat dan komponen sensitif rusak. Di daerah yang dilindungi ESD bahan isolasi tidak digunakan, karakteristik elektriknya tidak sesuai disana. Seperti yang disebutkan sebelumnya, bahkan grounding bahan insulatif tidak akan menetralkan muatan segera dan mereka dapat membangun muatan besar yang merupakan risiko ESDS. Sebaliknya, bahan disipatif dan bahan yang digunakan digunakan dan segala sesuatu di dalam EPA terhubung ke tanah untuk menyamakan potensi listrik di antara keduanya. Kawasan lindung ESD biasanya terlihat jelas dengan tanda-tanda, seperti pada [Gambar 2.40](#).



Gambar 2. 40. Tanda EPA khas.

Dalam pekerjaan lapangan, mengerjakan perangkat yang tidak Anda pakai di area perlindungan ESD adalah mungkin untuk membangun EPA sementara. Matras ESD misalnya terbuat dari bahan disipatif atau konduktif statis, bahan yang sama yang digunakan di kawasan lindung ESD. Ini adalah bagian penting dari EPA sementara, ketika seseorang dan perangkat yang sedang dalam perawatan berada di atas tikar,

mereka memiliki kesamaan. Ada beberapa cara lain untuk dilindungi dari ESD dan saya akan menceritakan lebih banyak tentang hal tersebut nanti dalam laporan ini.

Perlindungan ESD

Ada banyak aspek yang perlu diperhatikan. Dalam perlindungan ESD di bidang elektronika. Pendekatan dasar untuk perlindungan ESD adalah menetralkan kemungkinan arus mengalir, dengan membawa semua elemen di lokasi ke potensi listrik yang sama. Ini berarti segala sesuatu mulai dari obeng sederhana hingga manusia yang mengerjakan barang elektronik. Uang juga merupakan bagian fundamental saat mempertimbangkan pilihan antara bahan dan metode perlindungan. Penting untuk mengetahui apa yang dibutuhkan. Beberapa tindakan perlindungan mungkin menghabiskan biaya lebih dari yang sebenarnya mereka berikan. Sewaktu merencanakan bengkel perbaikan listrik baru atau semacamnya, perlu dipikirkan apakah semua tindakan harus disertakan dan berapa banyak uang yang akan dibebankan dan mungkin disimpan. Konsep kunci tentang perlindungan ESD adalah memiliki langkah-langkah perlindungan mendasar yang terkendali dan keandalan produk tinggi. Bagi seorang amatir yang menyiapkan langkah-langkah perlindungan yang benar dapat memakan waktu lama, namun saat bekerja dengan perusahaan besar, mereka biasanya memberikan pandangan mereka terhadap ESD dan dapat membantu membangun bengkel perbaikan listrik.

Secara umum, perlindungan ESD dimulai dengan disain. Elektronika hari ini diperkirakan akan bertahan lebih lama dan bekerja lebih cepat. Juga desain dan implementasi semakin kecil, kepekaan mereka terhadap ESD diuji. Saat merancang efek perangkat elektronik acara ESD perlu dipertanggungjawabkan. Perangkat elektronik kemungkinan besar akan berhubungan dengan ESD di beberapa titik siklus hidupnya. Adalah penting bahwa perangkat dirancang sedemikian sehingga tidak terlepas dari debit sedikit pun. Perlindungan perlu dibangun di sirkuit. Sirkuit harus bisa mentolerir tinggi puncak tegangan dan arus. Disipasi adalah tujuan utama di sini, bahkan disipasi energi ini memberikan keamanan pada acara ESD. Menyediakan perlindungan ESD yang memadai pada perangkat juga akan mengurangi biaya produksi dan meningkatkan keandalan produk. Desain tidak sendirian sebagai metode perlindungan ESD yang efisien, ini hanyalah tindakan pencegahan untuk penggunaan

lebih lanjut, namun setiap kali komponen yang sensitif secara elektrik ditangani, lingkungan menjadi perhatian utama.

Perlindungan ESD melewati seluruh siklus hidup perangkat elektronik, mulai dari produksi hingga perakitan hingga pemasangan dan penggunaannya akhir. Dan penting untuk tidak pernah melanggar rantai perlindungan ESD. Terobosan dalam rantai berarti kemungkinan terjadinya kerusakan ESD

Ada banyak cara untuk menghabiskan terlalu banyak waktu dan uang untuk merancang perlindungan ESD. Tingkat perlindungan yang dibutuhkan bervariasi dalam setiap kasus. HBM, MM dan CDM adalah cara yang baik untuk melakukan tes kerentanan ESD dan mencari tahu tingkat perlindungan ESD apa yang dibutuhkan.

Memiliki EPA untuk manufaktur, perbaikan pekerjaan, penyimpanan atau kesempatan lain dengan ESDS adalah metode kontrol ESD yang kuat. Pada bahan pengisian EPA tinggi seperti bahan insulatif dilarang. Tidak ada cara nyata menyingkirkan semua listrik statis, namun landasan bersama dan potensi elektrostatik yang sama antara semua benda di dalam EPA itu penting. Juga dengan mengurangi akumulasi muatan listrik, dengan bahan konduktif atau disipatif, kemungkinan acara ESD semakin rendah.

Bahan pelindung ESD yang berbeda membawa peran penting dalam perlindungan ESD. Bahan pelindung ESD digunakan di dalam dan di luar EPA. Bahan pelindung memberikan perlindungan yang dibutuhkan untuk ESDS untuk penanganan, pengangkutan dan penyimpanan. Melindungi sebuah ESDS untuk menghasilkan tagihan dan diberhentikan. Ketika sebuah ESDS meninggalkan sebuah EPA, seharusnya ada pelepasan debit yang tepat di sekitarnya. Misalnya ada tas antistatik, terbuat dari plastik konduktif untuk mencegah kerusakan ESD selama fase pengangkutan atau penyimpanan.

Tidak hanya mengesampingkan faktor kemungkinan kejadian ESD bukanlah segala hal yang ada dalam perlindungan ESD. Personil perlu dilatih juga. Jika personil tidak mengerti arti ESD atau cara kerja di EPA, proteksi tidak terjamin. Pelatihan dan proses

ESD penting untuk diketahui dan tidak dianggap tepat. Audit ESD berkala dan pengukuran bahan pelindung diperlukan. Memeriksa bahwa segala sesuatu bekerja sebagaimana dimaksudkan sebagai bukti kualitas.

Bengkel perbaikan listrik penting bahwa semua personil memiliki pengetahuan tentang ESD dan workstation memenuhi standar perlindungan ESD yang dipersyaratkan. Area perlindungan ESD harus ditandatangani dengan jelas dan hanya untuk petugas yang berwenang. Sepatu ESD konduktif dan baju katun juga wajib.

Bahan Pelindung ESD: Bahan pelindung ESD terbuat dari bahan non-insulatif. Ini bisa menjadi senyawa dari bahan yang berbeda namun sifat elektriknya selalu tidak menyekat.

Bahan kemasan biasanya terbuat dari bahan anti-statis. Bahan anti-statis mengurangi listrik statis yang sudah dibangun atau mengurangi debit. Bahan konduktif dan disipatif digunakan pada pakaian ESD, rantai EPA dan tikar ESD. Serbuk karbon atau bahan serat karbon digunakan dalam aplikasi dimana suhu tinggi diperhitungkan.

Bahan anti statis biasanya terbuat dari bahan plastik yang sangat mengisolasi. Tapi plastik itu jenuh dengan zat anti-statis. Memiliki lapisan anti-statis dan dengan bantuan kelembaban di udara bahannya sangat resistif, namun tetap konduktif cukup untuk mengurangi atau menghilangkan penumpukan listrik statis. Papan sirkuit dan biasanya dibungkus tas anti-statis, ada dua jenis senyawa yang berbeda yang digunakan. Yang lainnya adalah disipatif dan konduktif lainnya.



Gambar 2. 41. Bahan Pelindung ESD anti-statis

Tas anti-statis dissipative dibuat seperti yang dijelaskan di atas. Bahan ini mencegah listrik statis untuk ditumpuk. Di kotak transportasi bergetar dan dapat dikenakan biaya triboelektrik, bahan ini akan mencegah kenaikan muatan sendiri. Namun jika benda bermuatan listrik menyentuh tas, bisa merusak isi tas. Lapisan kimia terlipat warna tas pink. Jika ada senyawa yang mengandung jejak karbon itu hitam. Karbon memberikan perisai parsial, tapi itu bukan sesuatu yang bisa diandalkan. Membuka kemasan ESDS penting untuk dibumikan agar bodi tidak bisa merusak isi tas



Gambar 2. 42. Bahan Pelindung ESD anti-statis

Tas anti-statis konduktif memiliki lapisan logam konduktif dan lapisan plastik dielektrik.

Ini juga dilapisi dengan lapisan dissipatif. Dengan lapisan logam di dalamnya, isinya di dalam lebih tebal terhadap ESD. Komponen dan papan sirkuit yang lebih sensitif dikemas dalam ini. Lapisan logam tidak tahan lama dan bisa aus pada waktunya. Warna tas ini berasal dari lapisan logam, berwarna perak atau abu-abu.



Gambar 2. 43. Bahan Pelindung ESD anti-statis

Bungkus gelembung anti-statis dan busa kemasan juga ada, dan memiliki atribut warna yang sama seperti tas anti-statis. Bahan kemasan ini juga melindungi dari kerusakan mekanis.



Gambar 2. 44. Bahan Pelindung ESD anti-statis

Alat Pelindung: Perangkat pelindung ESD dibuat untuk mencegah kerusakan listrik pada perangkat dan komponen.

Seseorang di tempat kerja adalah salah satu sumber muatan statis yang hebat. Inilah sebabnya mengapa alat pelindung gigi banyak digunakan di bidang industri elektronik. Di sini adalah alas kaki anti-statis, alas kaki yang disipatif, tali pergelangan tangan anti-statis, pakaian yang bisa dipakai yang memiliki benang konduktif di dalamnya, tikar anti-statis dan semacamnya.

Alas kaki yang tidak akan melindungi tubuh manusia dari tanah adalah cara terbaik untuk mencegah manusia dari pengisian. Dengan sepatu insulatif, tubuh manusia akan mengisi dari gerakan dan akan membawa muatan sampai terhubung dengan sesuatu dan pembuangan. Sepatu dissipative dan konduktif memberikan saluran dari tubuh manusia ke tanah, mencegah muatan menumpuk di tubuh manusia. Lantai disipatif atau lantai diperlukan. Hal ini meningkatkan keamanan ESD saat bekerja dengan peralatan elektronik sensitif. Ada juga anti-static heel straps yang menyediakan saluran yang sama dari tubuh manusia ke tanah.

Sebelum memasuki EPA sebaiknya bijak untuk memeriksa alas kaki atau tali tumit yang sedang dilakukan. Perusahaan biasanya memiliki stasiun uji ESD untuk ini, lihat gambar 4. Stasiun uji ESD memiliki pelat logam konduktif, yang terisolasi dari lantai,

kawat untuk menghubungkan pelat ke titik referensi dan kemudian alat uji, juga terhubung ke referensi titik, yang memiliki tombol uji dan tampilan yang tepat yang menunjukkan jika alas kaki atau tali tumit bekerja dengan baik. Menetapkan kaki di atas pelat uji dan menekan tombol akan memberi tahu jika Anda tidak terisolasi dari tanah. Ada indikator pada panel uji yang akan memberi tahu Anda jika Anda telah lulus atau gagal dalam tes dengan menyalakan LED yang sesuai. Sepatu ESD adalah salah satu elemen kunci untuk mencegah kerusakan ESD, seperti yang terlihat pada tabel 1. Seseorang akan terus-menerus melakukan pemakaian, mencegah muatan substansial untuk ditumpuk. Seperti perlengkapan pelindung lainnya, penting untuk menjaga alas kaki tetap utuh dan bersih. Tunggul sepatu yang salah atau mereka yang tercakup dalam kotoran meningkatkan kesempatan untuk tidak bekerja dengan benar.



Gambar 2. 45. Stasiun uji ESD (Sepatu tes ESD)

Tali pengikat anti-statis adalah perangkat grounding yang dapat dipakai. Ini mendasari seseorang ke landasan bersama di dalam EPA atau tikar anti-statis dalam kasus lain. Tali pergelangan tangan anti-statis memberi perlindungan terhadap akumulasi biaya dan mencegah kejadian ESD. Ini digunakan saat bekerja dengan peralatan elektronik yang sangat sensitif. Tali pergelangan tangan terbuat dari bahan elastis yang memiliki serat konduktif di dalamnya dan kawat melingkar dengan konektor ke ground, socket atau klip buaya. Untuk keamanan ekstra beberapa tali

pergelangan tangan memiliki resistor 1 mega ohm dalam kaitan antara kabel dan tali pergelangan tangan. Ini melindungi dari bahaya kejutan saat bekerja dengan perangkat bertegangan rendah. Saat bekerja dengan tegangan ekstra yang lebih tinggi diperlukan ketahanan keamanan terhadap arus yang berlebihan. Biasanya setiap 250V 0,75-megaohm ditambahkan antara tali pergelangan tangan dan tanah. Tali pergelangan tangan rapuh dan memiliki beberapa mekanisme kegagalan sehingga tidak menjadikan metode perlindungan yang menguntungkan. Pengujian harian dengan tester khusus atau monitor kontinu diperlukan. Juga mereka bisa menjadi canggung, karena mereka pada akhirnya akan sesuai keinginan Anda saat bekerja. Tentu disarankan memakai ini di tangan yang tidak dominan.

Pakaian pelindung ESD hanya dipertimbangkan di area pelindung ESD, seperti cleanrooms. Bahan pakaian yang berbeda bisa menghasilkan muatan statis pada diri



mereka sendiri. Tuduhan ini karena biaya lainnya dapat dikeluarkan ke perangkat yang sedang dalam perawatan atau memiliki bidang elektrostatik yang cukup kuat yang dapat menyebabkan biaya. Kain sintetis, wol dan sutra adalah bahan pakaian seperti itu dan perlu dihindari saat bekerja dengan peralatan

elektronik. Kapas adalah bahan netral sesuai dengan seri triboelektrik, lihat [gambar 2.46](#), dan oleh karena itu disarankan bahan pakaian untuk digunakan di tempat kerja normal. Terutama di bengkel kelistrikan beberapa perangkat yang perlu diperbaiki bisa ditutupi oleh imunitas imunitas yang berbeda, sarung tangan bisa digunakan. Sarung tangan ini harus terbuat dari bahan disipatif atau konduktif untuk mencegah kejadian ESD. Cleanrooms digunakan dalam berbagai proses manufaktur yang memerlukan tindakan pencegahan tertentu, namun cleanrooms tidak relevan dalam laporan ini. Semua kotoran bisa membawa muatan sehingga disarankan untuk menjaga agar pakaian tetap bersih.



Gambar 2. 46. Baju Elektrostatik

Tikar anti-statis adalah bagian dari alat pelindung ESD yang banyak digunakan pada kasus yang berbeda.

Matras anti-statis memiliki daya tahan listrik yang rendah untuk menetralkan listrik statis. Resistansi listrik bervariasi dari 100 kilo ohm sampai 100 mega ohm, tergantung pada pabrikannya. Tikar anti-statis ini terbuat dari sekurang-kurangnya dua lapisan senyawa material yang berbeda. Informasi lebih lanjut tentang jenis tikar ESD dan jenis bahan lantai yang berbeda akan dibahas di bab berikutnya. Lapisan bawah konduktif memungkinkan jalur pelepasan cepat ke ground dan ke lapisan atas bersifat disipatif statis. Tikar anti-statis ini disediakan untuk penggunaan lantai dan meja. Tikar juga memiliki grounding socket yang bisa dihubungkan ke common ground atau tali pergelangan tangan. Tikar anti-statis bagus dalam pekerjaan lapangan, ini adalah bagian penting dari EPA sementara.



Gambar 2. 47. Tikar anti Statik

Memiliki alat pelindung ESD tidak sendirian menjamin kerja aman ESD. Bahan ini disarankan untuk tetap bersih dan utuh. Kesempatan untuk acara ESD meningkat

dengan kecerobohan. Sepatu yang dilapisi kotoran atau tikar dengan lapisan debu bisa bekerja sebagai katalisator untuk kejadian kerusakan ESD.



Gambar 2. 48. Pelabelan ESD

Lantai Pelindung ESD: Bahan lantai yang tepat dengan alas kaki pelindung ESD adalah cara terbaik untuk mengendalikan muatan statis. Lantai pelindung ESD dibuat berlapis-lapis. Di bagian bawah ada subfloor beton, di atas perekat konduktif itu untuk menghubungkan bahan lantai yang diinginkan ke tanah. Juga dari lapisan ini ada lempeng tembaga untuk kesamaan. Di atas lapisan perekat akan ditambahkan bahan lantai konduktif atau disipatif yang diinginkan. Sekarang ada jalan melalui alas kaki konduktif dan lantai, agar muatan statis dikeringkan dengan aman ke tanah bersama. Memilih jenis lantai yang benar untuk bengkel perbaikan listrik bisa menjadi masalah yang memakan waktu. Ada empat jenis bahan lantai yang berbeda, karet, vinil, lilin konduktif, digunakan sebagai perawatan permukaan, karpet dan epoksi. Setiap materi mengalami pasang surut dan penting untuk memahami apa yang dibutuhkan di tempat kerja. Lantai dapat berupa bahan konduktif atau disipatif, namun perlu mengikuti persyaratan standar ANSI/ESD 20.20 seperti ketahanan gabungan alas kaki tubuh manusia, lantai dan ESD di bawah 35 mega ohm dan tubuh manusia tidak dapat mengisi daya lebih dari 100 volt.



Gambar 2. 49. Contoh Pelabelan ESD

Karet yang digunakan sebagai bahan pelindung lantai ESD bekerja dalam berbagai tujuan.

Ada bahan lantai karet disipatif dan konduktif. Karet konduktif secara elektrik telah dibuat dengan menggunakan karbon. Karbon memiliki daya tahan listrik yang sangat rendah dan materialnya sangat konduktif dan kekal, memperpanjang siklus hidup dari bahan lantai ini hingga maksimum. Bahan ini juga sangat tahan lama dan cocok untuk membawa beban berat.

Saat memilih bahan lantai yang benar di tempat di mana peralatan listrik berat terus bergerak, dibutuhkan bahan yang langgeng. Karet juga mudah dibersihkan dan perawatannya. Karet akan menjaga sifat listriknya dan tidak perlu menggunakan lilin konduktif apapun dalam siklus hidupnya. Hal pertama yang mungkin ada dalam pikiran dari karet adalah sesuatu yang lembut, namun dalam hal ini lantai karet yang diinfeksi karet tidak berpori seperti vinil.

Lantai karet memiliki biaya awal yang tinggi dan biaya perawatan yang rendah hingga sedang, tergantung bahan pabrikan mana yang sedang digunakan.



Gambar 2. 50. Pengukuran ESD Lantai Anti Statik

Vinyl datang biasanya di ubin atau lembaran. Ada dua jenis bahan vinyl, satu itu tidak membutuhkan lilin konduktif untuk mempertahankan sifat ESD-nya, dan yang membutuhkan lilin.

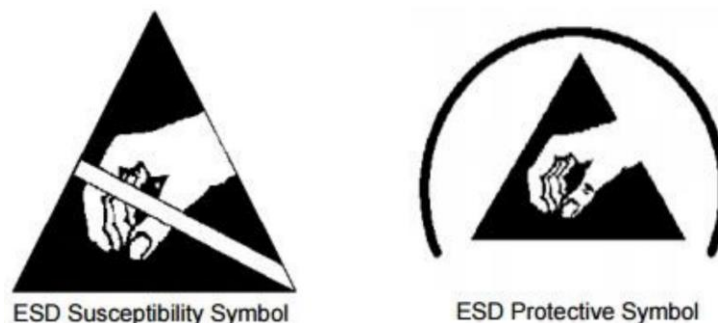
Vinyl sebagai bahan yang murah, mudah diperbaiki, murah dan cukup tahan lama untuk membawa beberapa beban berat. Sekadar catatan, vinil bisa sangat kenyal, dan saat menggerakkan benda berat pada ban kecil, dibutuhkan kejenuhan. Saat menggerakkan benda tinggi yang memiliki pusat gravitasi relatif tinggi, lantai berpori bisa mengisap ban dan gerakan bisa tiba-tiba berhenti. Ini bisa berbahaya dan bagus untuk diingat saat memindahkan apapun ke lantai vinyl. Juga pergerakan benda berat yang terus-menerus bisa membuat keramik vinil agak cepat.

Ubin vinil yang membutuhkan waxing periodik disebut ubin komposisi vinyl, dan ini adalah bahan lantai pelindung ESD yang paling murah. Kelemahan utama pada ini adalah lilin, Anda harus yakin bahwa lantai itu utuh dan lilinnya tidak aus. Karena ini memiliki biaya perawatan yang tinggi dan tidak disarankan untuk digunakan dalam solusi jangka panjang. Secara keseluruhan vinil bukan pilihan bahan lantai yang bagus sebagai solusi jangka panjang di tempat di mana produk berat terus bergerak. Tetapi bila perlindungan ESD sederhana diperlukan, vinil dapat menyediakan karakteristik pelindung ESD yang cukup murah yang dibutuhkan. Bahan yang bekerja dengan perawatan permukaan memiliki biaya awal yang rendah namun biaya perawatannya bisa tinggi.

Karpet ESD hadir dalam bahan anti-statis, disipatif dan konduktif. Karpet ini memiliki serat konduktif dan aditif anti-statis di dalamnya untuk menetralkan muatan statis dari pembangkit. Tekstur yang lembut lebih baik berjalan dan bisa bekerja sebagai bahan peredam suara, yang meningkatkan kenyamanan kerja. Ini tidak sesuai untuk area dimana benda berat dipindahkan. Karpet dijual di genteng atau sebagai karpet pas untuk lantai. Karpet mudah dipasang dan dapat dipasang pada hampir semua jenis subfloor yang setidaknya disipatif secara elektrik. Mereka mudah diperbaiki hanya mengganti kain lama dengan yang baru dan perawatannya biasanya hanya menyedot debu. Karpet tidak dimaksudkan untuk keperluan industri, namun bisa bekerja dengan baik di kantor tempat perlindungan ESD juga dibutuhkan.

Epoxy mungkin adalah bahan lantai pelindung ESD yang paling umum digunakan dalam penggunaan industri. Epoxy terbuat dari nilai dpt disipatif konduktif atau statis resin dalam campuran pengeras suara yang tepat. Lantai epoksi dibuat di beberapa lapisan dan di antara lapisan-lapisan ini terdapat kabel grounding tembaga untuk memberi jalan menuju landasan bersama. Epoxy dapat diubah dengan campuran resin dan pengerasan yang berbeda. Serbuk karbon juga bisa ditambahkan ke dalam campuran untuk meningkatkan konduktivitasnya. Perubahan campuran epoksi memberikan lantai yang tepat untuk berbagai aplikasi. Lantai beton dasar dapat ditutupi dengan lapisan resin epoksi. Epoxy memberikan daya tahan yang besar dan mudah dipasang dan dirawat. Daya tahan memastikan gerakan konstan benda berat tidak akan merusak lantai. Di sisi lain epoxy menjadi bahan yang sangat keras, mudah tergores dan sulit diperbaiki.

Penanganan ESD: Mengetahui bagaimana menangani atensi air ESD sensitif penting. Kapan pun Anda memasukkan EPA Anda harus mengenakan pakaian yang tepat dan membutuhkan pengetahuan bagaimana bekerja di dalam sebuah EPA. Saat menangani materi sensitif ESD apakah Anda sedang mengerjakan pemasangan atau pengepakannya, keamanan ESD adalah masalah materi. Begitu ESDS meninggalkan EPA, ia harus dimasukkan ke dalam tas antistatik atau tas antistatis disipatif. Semua personil terlatih diizinkan menangani bahan sensitif ESD. Pelatihan biasanya mencakup informasi umum tentang muatan elektrostatik dan pelepasan.

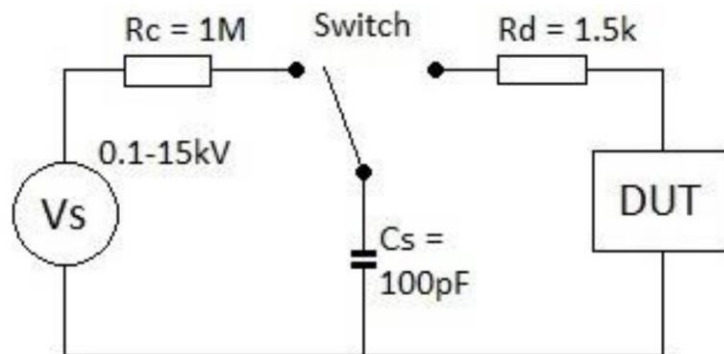


Gambar 2. 51. Simbol kerentanan ESD & Simbol Pelindung ESD.

Penanganan ESDS dilakukan di dalam sebuah EPA. Hanya personil dengan pelatihan yang benar yang diperbolehkan di dalam EPA atau jika ada orang yang mengunjungi EPA, mereka perlu dikawal dengan orang yang terlatih. Di dalam EPA semua

konduktor termasuk tenaga kerja perlu didasarkan pada kesamaan. Saat menggunakan alas kaki ESD, Anda harus mengujinya setiap hari. Jaga kebersihan area kerja dan hindari semua isolator yang tidak perlu dari area tersebut. Saat menyimpan atau mengangkut digunakan bahan kemasan yang dibutuhkan.

Pengukuran ESD dan Metode Pengujian: Saat menentukan berapa banyak kontrol ESD diperlukan, metode pengujian ESD yang berbeda sangat berguna. Seperti yang disebutkan sebelumnya sebelum ada HBM (*Human Body Model*), MM (*Machine Model*) dan CDM (*Charged Device Model*). Pertama-tama metode pengujian yang benar harus dipilih, kemungkinan kejadian ESD harus dipertimbangkan. Apakah akan menjadi pelepasan dari manusia, mesin otomatis/alat atau jalur manufaktur otomatis.



Gambar 2. 52. Sirkuit pengujian HBM

Metode pengujian HBM adalah metode yang paling umum digunakan. Ini mensimulasikan sebuah ESD dari manusia ke perangkat elektronik. Ini adalah kasus kerusakan ESD yang paling umum di bengkel perbaikan listrik. Kerusakan yang biasa terjadi pada acara ESD ini adalah penetrasi logam, kerusakan persimpangan, lapisan logam yang meleleh dan kerusakan oksida gerbang. Penyiapan untuk metode pengujian ini adalah rangkaian sederhana dengan catu daya tegangan tinggi secara seri dengan resistor 1-Mohm dan kapasitor 100-pF, sebuah sakelar dan satu lagi loop dengan resistor 1,5-kohm dan perangkat yang diuji (DUT *Device Under Test*).

Tabel 2. 2. Kisaran tegangan klasifikasi komponen HBM ESDS (V)

TABLE 1: ESD IMMUNITY CLASSIFICATION FOR HBM	
Class	Voltage range
Class 0	<250 V (fails for ESD pulse of 250 V)
Class 1A	250 V to <500 V (passes 250 V and fails 500 V)
Class 1B	500 V to <1000 V (passes 500 V and fails 1000 V)
Class 1C	1000 V to <2000 V (passes 1000 V and fails 2000 V)
Class 2	2000 V to <4000 V (passes 2000 V and fails 4000 V)
Class 3A	4000 V to <8000 V (passes 4000 V and fails 8000 V)
Class 3B	≥8000 V (passes 8000 V or above)

EPA (*Electrostatic Discharge Protected Area*): Area perlindungan ESD adalah tempat semua ESDS sedang dikerjakan. Area ini sangat penting untuk lingkungan aman ESD. EPA bisa menjadi workstation sederhana dengan meja kerja ESD yang aman, peralatan, dan peralatan kontrol ESD. Saat membuat EPA tidak ada ide untuk melakukan kontrol ESD. Dengan mengenali berapa banyak kontrol ESD diperlukan, sejumlah besar uang dapat disimpan. Fitur utama EPA adalah lingkungan dimana kejadian ESD tidak boleh terjadi dan jika terjadi kejadian ESD, hal itu akan hilang dengan aman tanpa merusak perangkat sensitif.

Menyiapkan EPA: Saat menyiapkan EPA segala sesuatu yang telah dibahas sebelumnya. Perlindungan ESD, dapat diimplementasikan. Pertama dari semua pilihan lantai perlu dipertimbangkan. Memilih pilihan lantai yang tepat untuk kebutuhan Anda penting, benda berat akan dipindahkan ke lantai atau vinil PVC murah akan cukup. Setelah membangun lantai Anda mulai dengan menentukan daerah mana yang akan menjadi EPA dan mana yang tidak. Semua area yang digunakan untuk mengerjakan ESDS harus ditandai dengan tanda EPA dan pita lantai untuk menunjukkan batas-batas untuk personil yang berwenang dan tidak berwenang. Di dalam EPA seharusnya tidak ada bahan yang bekerja sebagai isolator. Insulator meningkatkan kesempatan terjadinya peristiwa ESD. Bagi pengunjung, di luar EPA harus menggunakan ground holder ESD sekali pakai dan unit uji untuk memastikan bahwa sepatu Anda sesuai. Pada workstation harus ada meja kerja ESD yang aman yang terhubung ke ground bersama melalui resistor 1 Mohm. Gelang pergelangan tangan ESD

direkomendasikan, namun tidak selalu dibutuhkan. Dengan pilihan lantai yang tepat dan sepatu konduktif, tubuh manusia tidak akan mengenakan biaya yang cukup tinggi untuk melakukan kerusakan. Ada pengecualian tergantung pada tingkat kontrol ESD. Workstation mencakup kursi aman ESD, meja kerja, peralatan dan kontainer. Jika ESDS (*Electrostatic Sensitive Device*) diangkut di luar EPA atau disimpan, bahan pengemas diperlukan. Bahan kemasan juga tersimpan di dalam EPA. Trolley's yang digunakan untuk memindahkan ESDS di dalam EPA perlu juga aman dari ESD. Area penyimpanan dan penyimpanan perlu dilakukan ESD dengan aman. EPA diperlukan untuk menjaga kebersihan dan perawatan secara teratur. Kotoran pada permukaan bisa menimbulkan beban mematikan untuk ESDS. Untuk membersihkan hanya gunakan perlengkapan pembersih yang dimaksudkan untuk bahan ESD. Personil yang bekerja di dalam sebuah EPA dilengkapi dengan pakaian kontrol ESD yang tepat.

Perhatian: Apa yang bisa dipelajari tentang keamanan ESD, adalah bahwa ada banyak cara yang berbeda untuk mencegah kejadian ESD tidak terjadi. Pengendalian ESD juga sangat penting bagi perusahaan untuk membuat lini produk dan perbaikan mereka seefisien mungkin.

Listrik statis merupakan fenomena umum yang terjadi terus menerus di sekitar kita. Dan seiring kemajuan teknologi, sirkuit terpadu semakin kecil dan lebih kompleks menyebabkannya lebih sensitif terhadap faktor eksternal seperti ESD.

Kesimpulan

ESD merupakan masalah umum di bidang teknologi dan tujuan utama dari tesis ini adalah untuk mengetahui bagaimana melindungi dari kejadian ESD. Cara untuk mendekati masalah ini adalah melakukan penelitian terhadap sumber yang berbeda. Melalui materi online yang berbeda dan karena buku memberi gagasan yang lebih baik tentang keseluruhan topik. Karena banyaknya masalah yang dapat dilakukan kejutan ESD sederhana, keamanan dan pengendalian ESD penting dilakukan. Ada beberapa cara berbeda untuk mengendalikan ESD, tidak setiap satu dari mereka perlu digunakan. Penting untuk mengetahui tingkat kontrol ESD yang dibutuhkan. Workstation yang juga dikenal sebagai EPA harus bersih dan seharusnya tidak ada bahan yang bersifat insulatif. Bahan dissipative dan konduktif memberikan cara yang

aman untuk akumulasi muatan yang akan dipindahkan. Insulator tidak mereda dan dapat membawa muatan yang akan membahayakan ESDS Anda. Pada dasarnya dengan lantai disipatif yang tepat, sepatu dan latihan ESD konduktif, Anda bisa membatasi hampir semua kerusakan yang terjadi dari tubuh manusia. Tujuannya dicapai dengan mencari tahu informasi yang cukup tentang bagaimana bekerja dengan ESDS (*Electrostatic Sensitive Device*) dan pembuatan instruksinya yang tepat.

Istilah penting yang berhubungan dengan masalah elektrostatik:

- CDM : Charged Device Model
- EOS : Electrostatic Overstress
- EPA : Electrostatic Discharge Protected Area
- ESD : Electrostatic Discharge
- ESDS : Electrostatic Sensitive Device
- DUT : Device Under Test
- HBM : Human Body Model
- MM : Machine Model
- RH : Relative Humidity

B. Keterampilan yang diperlukan dalam menyiapkan perangkat, peralatan tangan, peralatan uji/ukur dan tempat kerja.

Lakukan prosedur standar dalam menyiapkan perangkat, peralatan tangan, peralatan uji/ukur dan tempat kerja sesuai dengan kebutuhan KUK ruang lingkup unit kompetensi perbaikan perangkat audio video.

- 2.1. Dokumen servis manual, servis informasi dan gambar teknik yang diperlukan, disiapkan sebelum melakukan aktifitas.
- 2.2. Tempat pengerjaan disiapkan sesuai kebutuhan yang ditetapkan oleh pabrikan.
- 2.3. Peralatan tangan dan peralatan uji/ukur disiapkan dan diperiksa kelayakannya sesuai kebutuhan.
- 2.4. Prosedur pengamanan Electro-static Discharge (ESD) diikuti sesuai dengan standar industri

C. Sikap kerja yang diperlukan dalam menyiapkan perangkat, peralatan tangan, peralatan uji/ukur dan tempat kerja.

Beberapa sikap kerja berhubungan dengan pemecahan masalah dalam melacak kerusakan produk elektronik

1. Keselamatan pertama; mengetahui bahaya yang terkait dengan peralatan elektronik yang digunakan. Menerapkan semua tindakan pencegahan dan tindakan tak terduga
2. Cermat dan teliti dalam mengidentifikasi komponen elektronika aktif;
3. Taat asas dalam mengaplikasikan langkah-langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan dalam mengoperasikan Peralatan dan Instrumen Ukur Komponen elektronika aktif;
4. Berpikir analitis serta evaluatif waktu melakukan pengukuran komponen elektronika aktif sesuai dengan kebutuhan. Selalu berpikir 'bagaimana jika'. Ini berlaku baik untuk prosedur analitik maupun tindakan pencegahan sehubungan dengan penggunaan peralatan elektronik.
5. Belajar dari kesalahan. Dalam perbaikan hindari kesalahan, karena beberapa di antaranya bisa menyebabkan biaya sangat mahal. Masalah sederhana bisa berubah menjadi masalah mahal karena ada sedikit kesalahan selama proses penyelidikan dan ini sering disebabkan karena keinginan untuk mencoba-coba sesuatu sebelum memikirkan.

6. Jangan mulai dengan alat uji elektronik, mulailah dengan beberapa pemikiran analitis. Banyak masalah yang terkait dengan peralatan elektronik tidak didukung oleh skematis (meski mungkin bisa bermanfaat), berfikirilah atas dasar logis.
7. Jika Anda terjebak dengan masalah dan membuat lelah, istirahatlah. Jangan mengatasi masalah dengan kepala dibawah tekanan, Bekerja dengan kepala yang benar-benar segar akan menghasilkan pendekatan atau solusi maksimal dan logis. Peralatan elek - ini berbahaya dan sebagian besar tidak produktif (atau mungkin merusak)
8. Banyak masalah memiliki solusi sederhana. Jangan langsung berasumsi bahwa masalah Anda adalah beberapa kombinasi kegagalan yang rumit dan kompleks. Kegagalan Perangkat Penerima TV, dimungkinkan hanya koneksi yang buruk atau gagal dioda.
9. Ketika menghadapi dan mendapatkan pembacaan yang tidak masuk akal, jangan membabi buta berdasarkan hasil dari pengambilan data instrumen. Mungkin saja disebabkan karena pemilihan dan menggunakan peralatan Anda dengan cara yang membingungkan dan tidak tepat. Penggunaan dan pemilihan DMM tidak baik dalam memeriksa semikonduktor di sirkuit langsung atau transistor daya yang akan diuji, mungkin ada dioda peredam dan/atau resistor penghambat.
10. Benar-benar sadarilah bahwa kebetulan itu memang terjadi, tapi kasus penyelesaian masalah seperti ini relatif jarang terjadi. Biasanya, ada penyebab umum. Misalnya, jika TV tidak memiliki defleksi vertikal dan tidak ada gambar, kemungkinan besar keluaran catu daya secara umum telah mengalami kegagalan, daripada mengasumsikan bagian-bagian dan subsistem lainnya. Dengan kata lain, pertama yang harus dilakukan untuk berfikir logis adalah mencari akar penyebab yang umum daripada mencoba menemukan bagian sirkuit lainnya yang terpisah secara fungsi.
11. Konfirmasikan masalah sebelum menyelam ke dalam ranah perbaikan. Berfikir solusi logis berguna untuk mengidentifikasi secara tepat apa yang sebenarnya dan penyebab perangkat tidak bekerja, sehingga kita akan tahu apakah beberapa kesalahan yang muncul sebenarnya merupakan masalah yang

sudah ada sebelumnya atau justru disebabkan karena kecerobohan pada saat selama perbaikan. Cobalah untuk mendapatkan informasi sebanyak mungkin tentang masalah kerusakan perangkat tersebut dari pemiliknya. Dan jika Anda sendiri adalah pemiliknya, cobalah merekonstruksi kejadian kejadian yang mengarah pada kegagalan. Misalnya, apakah TV tidak berfungsi saat dinyalakan atau ada beberapa gejala awal sebelum menjadi gagal total? Apakah masalah datang dan pergi sebelum akhirnya menjadi rusak selamanya?

BAB III

MEMERIKSA KERUSAKAN

A. Pengetahuan Memeriksa Kerusakan

Sebagai seorang teknisi di bidang elektronik dibutuhkan kemampuan untuk melacak secara cepat kerusakan pada peralatan dan rangkaian elektronika merupakan salah satu keterampilan yang penting sebagai prasyarat bagi teknisi elektronik atau mekanik. Kemampuan dan keterampilan dalam melacak kerusakan dibutuhkan pengetahuan berfikir logis, karena keterampilan ini memerlukan pemahaman tentang komponen dan prinsip kerja rangkaian dan dukungan pengetahuan tentang metode pengujian dan kerusakan komponen.

Untuk mediagnosa kerusakan suatu komponen elektronik, diperlukan adanya gejala kerusakan untuk menentukan apakah komponen tersebut mengalami kerusakan atau kegagalan.

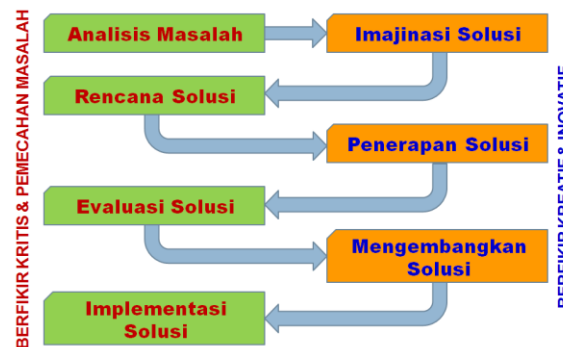
Kemampuan didalam melakukan pelacakan kerusakan menggabungkan aspek pengetahuan teoritis kedalam pengalaman praktis (logika). Sebelum melakukan pelacakan komponen yang rusak, seorang teknisi di bidang elektronika harus membekali pemahaman tentang fungsi komponen dan karakteristiknya.

Pencarian kesalahan adalah suatu proses penerapan cara berpikir logis dikombinasikan dengan kemampuan pengetahuan dalam mengidentifikasi kerusakan sistem kerja suatu rangkaian sehingga menjadi tidak rusak.

Pendekatan pengembangan yang sistematis dalam memecahkan suatu kesalahan/kerusakan terdiri dari tiga tahapan, yaitu; analisis, perencanaan, dan pengukuran.

Analisis Kesalahan: Langkah awal dalam mengatasi masalah ketika sirkuit/sistem mengalami kegagalan/tidak berfungsi normal/cacat adalah menganalisis permasalahan sistem sebanyak yang dimungkinkan, mencakup identifikasi dan menghilangkan gejala sebagai penyebab kegagalan. Pemecahan masalah dimulai dengan berpikir kritis-menganalisis tentang masalah dan kemudian bergeser ke solusi dalam berfikir dan berimajinasi kreatif. Merencanakan solusi membutuhkan pemikiran yang lebih kritis.

Dalam beberapa kasus, untuk mengidentifikasi gejala kesalahan pada rangkaian tertentu, diperlukan metode bagaimana melokalisir masalah/kegagalan pada komponen tunggal dalam suatu rangkaian. Langkah penting dalam menemukan kesalahan, seorang teknisi harus menerapkan pemikiran logis dan pengetahuan tentang gejala kerusakan yang disebabkan oleh kegagalan komponen tertentu. Beberapa kegagalan komponen memiliki ciri-ciri yang spesifik/khas, untuk itu identifikasi gejala kerusakan komponen yang bermasalah metode penemuan kerusakan yang sering dilakukan oleh seorang teknisi elektronik.



Gambar 3. 1. Cara berikir kritis pemecahan masalah dan berfikir kreatif inovatif

Menerapkan Pemecahan Masalah digunakan untuk sebuah proses kreatif, untuk sebuah karir pekerjaan sangat dibutuhkan dan mendesak dalam menghadapi tantangan & persaingan kebutuhan pasar tenaga kerja, sehingga dapat mengelola perubahan, belajar seumur hidup, dan mendefinisikan kembali karir (*career and learning self reliance*). [Gambar 3.1](#). Memperlihatkan cara berikir kritis pemecahan masalah dan berfikir kreatif inovatif.

Perencanaan: Pada fase ini, Anda harus mempertimbangkan bagaimana Anda akan menerapkan pendekatan masalah. Ada tiga pendekatan yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah pada rangkaian atau sistem elektronik dapat dilakukan langkah-langkah berikut:

1. Metode Pencarian Kesalahan Sisi Masukan

Pencarian kerusakan dimulai dari tingkat masukan/input sampai pada tingkat keluaran. Periksa tegangan pada setiap titik uji sampai didapatkan hasil pengukuran yang salah. Bilamana dalam pengukuran menunjukkan ada tegangan di tingkat masukan, maka pengujian selanjutnya adalah menemukan kesalahan di tingkat

berikutnya sampai ditemukan data pengukuran berdasarkan fakta adalah tidak benar. Dan bilamana dalam tahap ini tidak ditemukan tegangan yang salah selama pencarian kesalahan, maka setidaknya dalam proses ini telah mempersempit masalah dimulai dari pencarian kesalahan titik awal hingga titik tes terakhir dimana tidak ditemukan tegangan yang salah. Dalam rangka mengenali tegangan pengukuran yang salah, penerapan proses pendekatan pemecahan masalah melalui pengukuran, seharusnya mengetahui tegangan apa yang akan diukur pada setiap titik pengukuran.

2. Metode Pencarian Kesalahan Sisi Keluaran

Pencarian kerusakan dimulai dari tingkat keluaran dari sirkuit menuju ke arah masukan. Periksa tegangan pada setiap titik uji sampai didapatkan hasil pengukuran yang benar. Jika dalam pengukuran telah ditemukan hasil pengukuran yang benar pada titik tertentu, maka pencarian kesalahan telah dapat mengisolasi/menemukan masalah pada bagian dari rangkaian antara titik tes terakhir dan titik uji, yaitu dengan dibuktikan dan ditemukan-nya tegangan ukur yang benar.

3. Metode Pencarian Kesalahan Belah Tengah

Metode belah dua bagian merupakan cara yang ampuh dalam melokalisasikan kerusakan dalam instrumen yang terdiri dari sejumlah besar blok-blok secara seri. Proses pencarian kesalahan dimulai dari titik tengah rangkaian. (1) Bilamana keadaan pengukuran menunjukkan dan memberi hasil yang benar, maka berdasarkan hasil pengukuran ini telah diketahui daerah rangkaian mana yang berfungsi normal dan daerah mana yang diasumsikan mengalami kerusakan/kesalahan. Daerah rangkaian yang berfungsi normal dimulai dari tingkat masukan sampai ke titik uji terakhir, dan ini berarti bahwa kesalahan adalah antara titik uji keadaan saat ini sampai pada tingkat titik keluaran, jadi penelusuran pencarian kesalahan dimulai dari titik terakhir sampai ke tingkat keluaran. Jika pengukuran di tengah sirkuit tidak menunjukkan tegangan yang salah, maka kesalahan dilokalisasi berada diantara tingkat masukan dan titik uji keadaan saat ini. Oleh karena itu, penelusuran kesalahan dapat dimulai dari titik uji keadaan saat ini menuju ke tingkat masukan.

Metode belah dua sangat efektif manakala sejumlah komponen atau blok yang dirangkai berjumlah besar, misalkan ketika dalam rangkaian banyak digunakan sejumlah plug dan sambungan soket atau sederetan pemanas dalam peralatan katup.

Meskipun demikian, ada sejumlah anggapan tertentu sebagai prasyarat dalam penerapan metode pencarian kesalahan belah tengah:

- 1) keandalan seluruh komponen rata-rata sama;
- 2) dimungkinkan untuk melakukan pengukuran pada titik-titik yang diinginkan dan praktis;
- 3) seluruh pengujian sama bentuknya dan membutuhkan waktu yang sama. Anggapan-anggapan ini tidak selalu sah dan itu bergantung teknisi yang selanjutnya akan menetapkan metode pendekatan terbaik yang dipilihnya.

Metode belah tengah dapat juga menjadi tidak efektif, bilamana:

- 1) Jumlah unit yang dirangkai ganjil,
- 2) divergensi (penguraian): keluaran dari suatu blok yang diumpankan pada dua unit atau lebih,
- 3) Konvergensi (penyempitan): dua masukan atau lebih diperlukan untuk mendapatkan kerja yang benar dari suatu unit,
- 4) umpan balik positif: yang mungkin digunakan untuk memodifikasi karakteristik unit atau pada kenyataannya merupakan jaringan umpan balik positif sebagai sumber terjadinya masalah.

Jika dalam pencarian kesalahan menerapkan salah satu dari metode yang diuraikan di atas, cobalah dan terapkan metode tersebut atau kombinasikan metode-metode tersebut, sehingga hanya diperlukan waktu yang singkat atau melokalisasikan blok yang rusak dalam suatu sistem.

3.1. Komponen, tombol-tombol, dan gejala kerusakan secara fisik diperiksa sesuai prosedur

Identifikasi Komponen: Kemampuan pemecahan masalah di tingkat komponen, adalah penting bahwa seorang yang bekerja di bidang elektronik harus dapat mengidentifikasi karakteristik komponen dengan benar.

Beragam komponen, kemasan dan pengkodean cukup membingungkan bagi teknisi berpengalaman dan dapat benar-benar membingungkan bagi pendatang baru. Untungnya, pada sebagian besar kasus, PCB memiliki komponen bersepuh sutra yang secara jelas dapat mengidentifikasi setiap komponen dan bahkan titik uji tertentu. (Yang terakhir mungkin atau mungkin tidak bernilai tergantung pada tingkat

pelabelannya. Dalam membantu pemeriksaan kerusakan, untuk itu seringkali diperlukan panduan servis manual untuk penggunaan pelacakan dan perbaikan.).

Substitusi Komponen: Dalam banyak kasus, mungkin mengganti komponen yang gagal dengan penggantian yang tepat. Penggunaan "tepat" sering kali diartikan sebagai penggantian komponen "kritis". Permasalahan di lapangan ada kalanya penggantian komponen yang kritis sering kali sulit didapatkan dan kadang tidak tersedia. Hal ini terutama sering terjadi ketika peralatan tersebut sudah tua atau diimpor. Dalam kasus seperti itu Anda mungkin tidak punya pilihan selain mengganti dengan pengganti komponen yang setara (ekivalen) dan ini bukan pengganti dengan mengganti komponen yang tepat. Cara seperti ini sering dilakukan oleh seorang teknisi ketika menghadapi masalah akan ketersediaan komponen, dan dalam banyak kasus cara seperti ini diperbolehkan, asalkan beberapa faktor penting berkenaan dengan persyaratan spesifikasi teknis komponen terpenuhi.

Secara umum, komponen pengganti harus memiliki nilai dan fungsi yang sama dengan aslinya. Sebagai contoh jangan lakukan mengganti resistor 220Ω dengan resistor $1k\Omega$.), sebagai acuan seperti karakteristik, toleransi, stabilitas dll perlu diperhatikan. Dan paling tidak, sama baiknya dengan yang asli. Anda bisa mengupgrade komponen dengan komponen lain, tapi jangan sampai turun grade.

Resistors: Pastikan komponen pengganti memiliki nilai resistansi yang sama. Toleransinya setidaknya mendekati sama atau lebih baik. Meskipun mungkin untuk mengganti resistor toleransi 10% dengan toleransi 5%, dan jangan mengganti sebaliknya. Demikian juga, jika resistor yang asli diberi nilai rating daya maksimum 0,5W, Anda dapat mengganti dengan resistor yang memiliki rating daya maksimum lebih tinggi, sebagai contoh pilih resistor dengan daya 1W, namun tidak mengganti resistor dengan nilai rating daya 0,25W.

Perlu diingat, bahwa dalam beberapa aplikasi karakteristik lain mungkin juga penting untuk diperhatikan. Sebagai contoh, resistor yang digunakan pada beberapa tahap pertama penguat AF atau RF harus memiliki konstruksi dengan noise rendah, dan untuk aplikasi RF juga harus dipilih yang memiliki induktansi dan kapasitansi minimal (kecil).

Dalam hal dengan peralatan yang diperlukan untuk pengujian dan pengukuran peralatan, pemilihan resistor seharusnya tidak hanya toleransi yang menjadi perhatian, namun juga harus memiliki stabilitas tinggi. Jika karakteristik mereka berubah seiring bertambahnya usia (stabilitas rendah), seiring dengan waktu maka menyebabkan akurasi instrument uji menjadi menurun dan kurang dapat diandalkan.

Kapasitor: Pastikan komponen pengganti memiliki nilai kapasitansi yang sama dengan yang asli, dan gantilah kapasitor dengan toleransi yang sama atau lebih baik. Nilai tegangan kerja juga harus sama atau lebih lebih besar. Sebagai contoh, kapasitor elektrolitik 100pF yang diberi nilai pada tegangan kerja maksimum 25V dapat digunakan untuk mengganti kapasitor elektrolitik 100pF dengan nilai 15V, tapi sebaliknya jangan mengganti dengan tegangan kerja yang lebih kecil.

Nilai toleransi tidak begitu penting bila kapasitor digunakan sebagai perata atau decoupling. Dalam aplikasi waktu; yaitu, ketika kapasitor digunakan untuk rangkaian osilator atau rangkaian pembentuk gelombang, maka nilai toleransi bisa menjadi penting. Dalam kasus seperti ini hanya komponen toleransi sama atau mendekati sama yang harus dipilih dan digunakan.

Dalam beberapa aplikasi karakteristik tambahan mungkin penting. Kapasitor yang digunakan pada tahap pertama penguat RF harus memiliki induktansi minimal sementara yang digunakan dalam aplikasi tegangan tinggi (dan pada rangkaian impedansi tinggi pada umumnya) harus menunjukkan nilai kebocoran arus yang sangat rendah. Kapasitor yang digunakan untuk aplikasi penghalusan harus diberi nilai yang memadai dalam hal arus riak AC yang dapat diterapkan. Ini harus sama dengan atau lebih besar dari komponen aslinya. Dalam kasus alat ukur untuk uji dan pengukuran, pemilihan kapasitor seharusnya tidak hanya toleransi sama yang diperhatikan, namun juga kapasitor harus dipilih yang memiliki stabilitas tinggi. Seperti halnya resistor, jika kapasitor yang digunakan di sini berubah seiring bertambahnya usia atau suhu, instrumen akan menjadi tidak dapat diandalkan.

Induktor: Kumparan atau induktor pengganti harus memiliki nilai yang sama seperti aslinya. Rating arus biasanya tidak begitu penting dalam aplikasi berdaya rendah (seperti filter AF) namun dapat menjadi penting dalam aplikasi daya yang lebih tinggi (misalnya, filter saluran listrik AC). Rentang frekuensi koil pengganti sebagian besar

diatur oleh bahan inti dan konstruksi fisik komponen. Penting untuk menggunakan bahan inti yang memiliki nilai yang sesuai untuk rentang frekuensi yang diperlukan spesifikasi teknis. Pertimbangan ini terutama berlaku untuk inti ferit, dimana nilai ferit tertentu menjadi kerugian pada frekuensi tinggi. Jika ragu, disarankan untuk memilih dan menggunakan nilai bahan yang memiliki nilai lebih tinggi. Sebagai contoh, inti ferit dengan nilai efektif bekerja pada 10MHz umumnya bisa digunakan dan sesuai untuk digunakan pada 3MHz.

Pada beberapa aplikasi karakteristik tambahan, mungkin penting seperti kerugian yang disebabkan oleh kapasitansi parasit, kerugian resistansi gulungan, dll. Induktor yang digunakan pada beberapa tahap pertama penguat RF atau penguat audio dengan gain tinggi mungkin memerlukan pemindaian magnetik untuk mencegah radiasi medan magnet liar dan kebisingan dan dengung yang diinduksi. Beberapa percobaan dan penerapan rangkaian, mungkin perlu diperhatikan untuk mengetahui bagaimana meletakkan posisi optimum dalam pemasangan koil.

Transformator: Penggantian komponen transformator harus memiliki rasio gulungan yang sama, rasio tegangan/arus dan rating daya seperti komponen aslinya. Rating daya (VA) dan rentang frekuensi juga harus diperhatikan dan ini bisa jadi menjadi hal penting.

Untuk aplikasi audio dan wideband, rentang frekuensi transformator sebagian besar diatur oleh bahan inti dan konstruksi fisik. Penting untuk menggunakan bahan inti yang sesuai untuk rentang frekuensi minimum sama. Seperti induktor, pertimbangan ini terutama diterapkan pada inti ferit. Sekali lagi, bila informasi tidak jelas dengan spesifikasi teknis transformator, lebih baik gunakan dan pilih bahan dengan nilai lebih baik. Seperti juga induktor, faktor seperti munculnya efek kapasitansi parasit, kerugian akibat gulungan, dan lain-lain mungkin menjadi perhatian penting. Pemilihan tuntutan spesifikasi teknis tentang transformer dalam kasus ini sama dengan induktor.

Transistor: Pemilihan komponen aktif seperti Transistor memiliki batasan substitusi yang cukup umum, terutama dengan peralatan biaya lebih rendah. Dalam beberapa kasus Anda mungkin memiliki pilihan antara sejumlah transistor yang berbeda. Untuk itu penggantian komponen transistor pastikan harus tepat dan sesuai dengan

parameter spesifikasi teknis dari datasheet. Salah satu pertimbangan dalam memilih transistor adalah:

Tabel 3. 1. Spesifikasi Teknis Datasheet Komponen Elektronik

Parameter	Deskripsi
Penguatan arus (current gain)	Penting untuk sebagian besar aplikasi. Penggantian harus memiliki gain arus paling tidak sama dengan aslinya pada arus kolektor kerja nominal.
Tegangan maksimum (Maximum Voltage)	Penting terutama dalam aplikasi tegangan tinggi, termasuk pasokan listrik, amplifier daya, dan lain-lain. Tegangan rating maksimum penggantian harus sama dengan, atau lebih besar dari aslinya.
Daya Maksimum (Maximum Power)	Penting untuk aplikasi daya menengah / tinggi, seperti catu daya, amplifier daya, dan lain-lain. Tegangan rating maksimum setidaknya sama, atau lebih besar dari aslinya.
Frekuensi Maksimum (Maximum Frequency)	Penting untuk aplikasi frekuensi tinggi (misalnya RF). Frekuensi rating transistor pengganti maksimum harus sama, atau lebih besar dari aslinya.
Kebisingan (Noise)	Hal ini penting pada amplifier RF dan AF tingkat rendah. Dalam aplikasi seperti itu, penggantian harus dipilih transistor yang memiliki "noise rendah".
Kemasan atau paket (Package)	Secara umum, paket (case) harus sama dengan aslinya. Hal ini terutama berlaku untuk konfigurasi pin. (Bahkan jika Anda tahu cara menguji konfigurasi yang tepat, jangan berasumsi bahwa orang lain akan tahu seperti apa yang anda lakukan pada saat melakukan pengujian). Untuk itu informasi kemasan harus jelas.

Komponen Terintegrasi: Pergantian IC biasanya hanya berlaku untuk perangkat maksud dan tujuan umum, sehingga disebut penguat yang digunakan untuk segala operasional, seperti gerbang logika dan amplifier penguat operasional (Op-Amp). Dalam setiap kasus, penting untuk memastikan bahwa karakteristik listrik (mis., Suplai tegangan dan arus suplai) kompatibel, dan bahwa komponen pengganti menawarkan spesifikasi yang paling tidak sama dengan yang asli. Misalnya, biasanya diperbolehkan mengganti perangkat TTL standar (7400) dengan versi yang disempurnakan (74LS00). Demikian pula, versi perbaikan amplifier operasional biasanya dapat digunakan untuk mengganti versi standar. Penting untuk dicatat bahwa dalam beberapa aplikasi ini tidak benar, dan penggantian semacam itu dapat menciptakan masalah baru. Contoh khas dari hal ini adalah osilasi yang dapat terjadi bila perangkat high-gain/high-speed menggantikan komponen yang lebih tua, lebih lambat, dan lebih rendah.

Komponen lain: Pertimbangan yang sama berlaku untuk jenis komponen lain (dioda, sekering, speaker, dll.). Dalam setiap kasus, perlu dilanjutkan dengan hati-hati, dan pastikan penggantinya diberi nilai dengan benar sesuai spesifikasi teknis.

3.2. Rangkaian elektronika diukur dan atau diuji menggunakan alat uji/ukur yang sesuai peruntukannya mengacu pada spesifikasi manual service.

Pengujian Komponen: Sebelum melakukan pengukuran dan pengujian rangkaian rangkaian elektronika untuk tujuan perbaikan, untuk itu persyaratan kriteria unjuk kinerja yang perlu dikuasai adalah kemampuan menguji kinerja komponen, seperti:

- Uji dioda, SCR dan TRIAC
- Uji BJT, JFET dan MOSFET
- Gunakan hukum Ohm dan Kirchhoff untuk memecahkan masalah bias BJT dan FET.

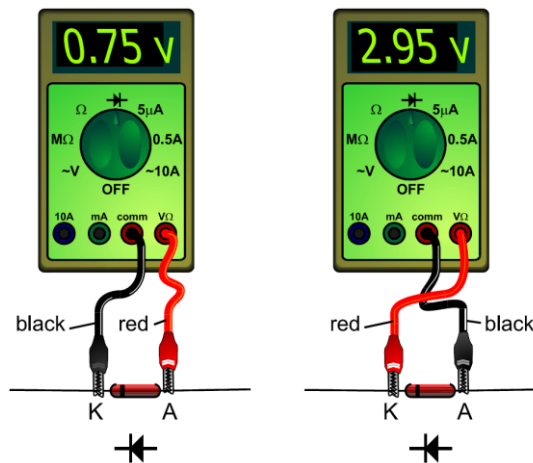
3.2.1. Pengujian Dioda

Seperti yang telah dibahas pada unit kompetensi sebelumnya, dioda adalah perangkat semikonduktor, yang melakukan arus searah dalam satu arah saja. Dengan kata lain, dioda menunjukkan resistansi yang sangat rendah saat berada bias maju dan memiliki resistansi tinggi ketika mendapat bias terbalik. Pengujian diode dapat menggunakan alat ohmmeter dengan memanfaatkan pasokan sumber tegangan internal (baterai) melalui resistor batas ukur seri. Secara teoritis, tegangan ini bisa mencapai 1.5V atau 3V. Dioda membutuhkan tegangan 0,7V sehingga diode dapat terbias maju. Oleh karena itu, jika uji positif dari ohmmeter terhubung ke anoda dan uji negatif dari ohmmeter terhubung ke katoda, dioda menjadi bias maju. Dalam kasus ini, ohmmeter membaca resistansi sangat rendah. Jika hasil tes dibalik sehubungan dengan anoda dan katoda, dioda menjadi bias balik. Kemudian, ohmmeter membaca resistansi yang sangat tinggi. Jadi ohmmeter dapat digunakan untuk menguji dioda.

Sebagian besar multimeter digital (DMM) memiliki fungsi uji dioda. Ini ditandai pada tombol pilih dengan simbol dioda kecil. Bila DMM diatur ke mode uji dioda, multimeter menyediakan tegangan internal yang cukup untuk menguji dioda di kedua arah.

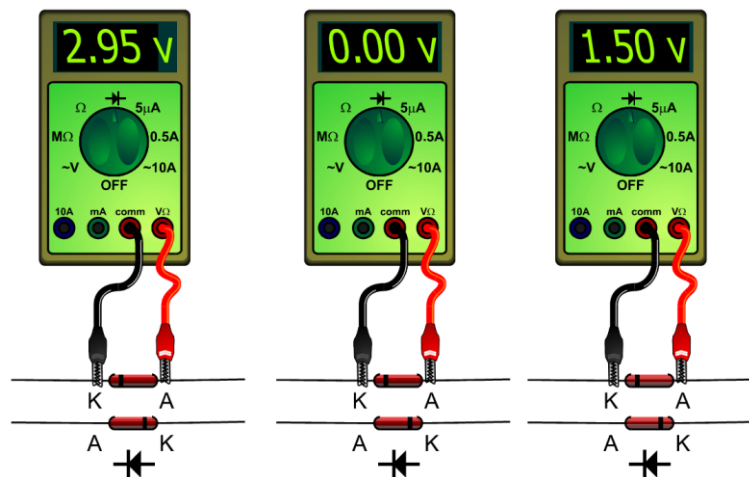
Gambar 3.2 mengilustrasikan prosedur pengujian dioda. Uji positif dari DMM (dalam warna merah) terhubung ke anoda, dan uji negatif DMM (dalam warna hitam)

terhubung ke katoda. Jika dioda dalam keadaan baik, multimeter harus menampilkan nilai di kisaran antara 0.5V dan 0.9V (nilai tipikal 0.7V). Kemudian hasil uji DMM dibalik sehubungan dengan anoda dan katoda. Sebagai dioda dalam kasus ini muncul sebagai rangkaian terbuka ke multimeter, hampir semua tegangan DMM internal akan muncul di seluruh dioda. Nilai pada layar tergantung pada sumber tegangan internal meter dan biasanya berada di antara 2.5V dan 3.5V.



Gambar 3. 2. Uji Dioda Kondisi Baik

Dioda yang rusak dicirikan sebagai sirkuit terbuka atau sebagai sirkuit tertutup di kedua arah pengujian. Kasus pertama lebih umum dan terutama disebabkan oleh kerusakan internal pada sambungan-pn (pn-junction) akibat panas yang berlebihan. Kerusakan dioda semacam ini ditandai dengan hasil uji dengan penunjukkan nilai tahanan yang sangat tinggi saat keduanya terbias maju dan bias balik. Di sisi lain, multimeter membaca 0V di kedua arah jika dioda dalam kondisi rusak hubung singkat. Kadang-kadang dioda yang gagal mungkin tidak menunjukkan hubung singkat total (0V), namun mungkin tampak sebagai dioda resistif, dalam hal ini alat ukur ohm membaca resistansi yang sama di kedua arah (misalnya 1.5V). Ilustrasikan kerusakan resistif diode ditunjukkan pada [Gambar 3.3](#).



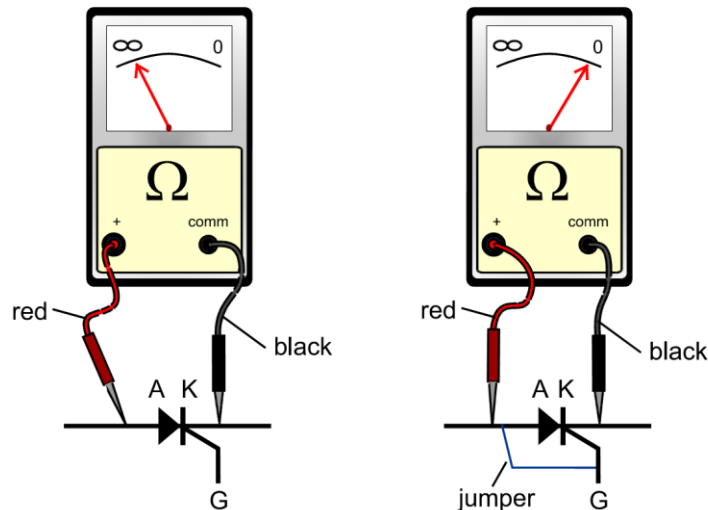
Gambar 3. 3. Kegagalan diode kerusakan resistif

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, jika fungsi alat uji diode khusus tidak diberikan dalam multimeter tertentu, dioda masih dapat diperiksa, dengan mengukur resistansi di kedua arah. Saklar pemilih diatur dalam posisi OHM. Bila dioda terbias maju, ohm-meter membaca nilai resistansi dari beberapa ratus sampai beberapa ribu ohm. Nilai resistansi tipikal dari dioda biasanya tidak melebihi 100 Ω , namun tegangan internal pada rentang OHM beberapa ohm-meter relatif rendah dan tidak cukup untuk menyediakan bias maju sambungan pn dari dioda sepenuhnya. Untuk alasan ini, nilai yang ditampilkan lebih tinggi. Bila dioda bias balik, meteran biasanya menampilkan beberapa jenis indikasi di luar jangkauan, seperti "OL", karena resistansi dioda dalam kasus ini terlalu tinggi dan tidak dapat diukur dari meter.

Nilai sebenarnya dari tahanan yang diukur tidak penting. Meskipun demikian hal penting adalah memastikan bahwa ada perbedaan besar dalam pembacaan, saat dioda bias maju dan bila bias balik. Sebenarnya dalam hal pengujian diode statis, hanya itu pengetahuan yang perlu diketahui dan dikuasai. Hal ini sudah cukup untuk membuktikan dan menunjukkan bahwa dioda dapat bekerja dengan baik.

3.1.2. Pengujian SCR

Seperti yang telah dibahas pada unit kompetensi sebelumnya, komponen SCR adalah dioda, dengan terminal gerbang tambahan. SCR dapat dibawa dalam daerah konduksi hanya jika bias maju dan pada gerbang diberi pulsa picu. Dengan demikian, SCR dapat diperiksa dengan cara yang sama dengan dioda konvensional, menggunakan DMM dipilih fungsi dioda-cek atau dengan ohmmeter biasa.



Gambar 3. 4. Pengujian SCR

Ujung tes positif (merah) dari alat ukur dihubungkan ke anoda SCR dan konektor uji negatif (hitam) diterapkan pada katoda. Ini dilakukan pada [Gambar 3.4](#). Instrumen harus menunjukkan resistansi tinggi yang tak terbatas. Jumper dapat digunakan untuk memicu SCR. Tanpa melepaskan alat ukur, untuk mendapatkan arus hubung singkat, gunakan jumper untuk ke terminal gerbang SCR dengan konektor kabel positif dari meter. Dalam kondisi ini SCR harus menunjukkan penurunan resistensi yang besar seperti yang diperlihatkan [Gambar 3.4](#) sebelah kanan.

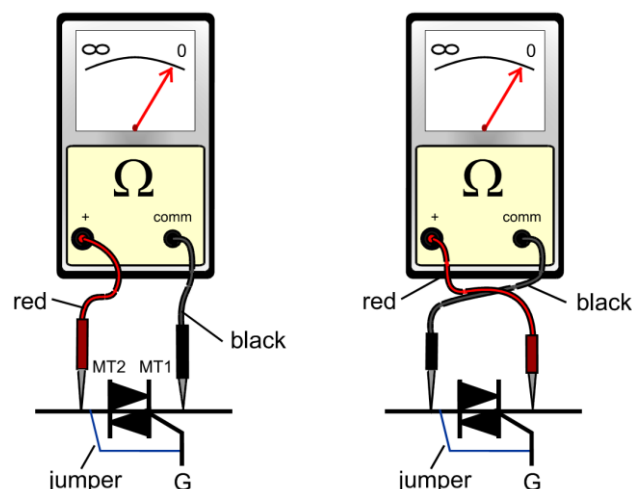
Bila jumper diputus, perangkat mungkin SCR terus mempertahankan kondisi HIDUP atau mungkin MATI. Hal ini tergantung pada sifat SCR dan alat ukur. Jika arus penahan SCR kecil, maka ohmmeter akan menghasilkan dan mengalirkan arus yang cukup untuk membuat SCR tetap menyala. Namun, jika arus penahan SCR tinggi, perangkat akan mati ketika jumper dilepaskan.

Beberapa SCR daya tinggi mungkin memiliki resistansi internal yang terhubung antara katoda dan gerbangnya. Nilai resistansi ini dapat mencegah ketika SCR dipicu karena lonjakan interferensi kecil. Seorang teknisi pada saat pengujian, kadang banyak yang tidak dapat mengenali pengaruh resistansi ini, dan mungkin bisa salah dalam mendiagnosis SCR seperti kegagalan akibat arus bocor antara katoda dan gerbang. Untuk itu, nilai resistansi dapat dikecualikan selama pengujian dengan menggunakan ohm-meter.

3.1.3. Pengujian TRIAC

Karena susunan TRIAC sebenarnya terdiri dari dua SCR yang dihubungkan secara paralel dan berlawanan arah, prosedur untuk menguji TRIAC pada dasarnya sama dengan pengujian SCR. Uji positif alat ukur ohm-meter dihubungkan ke MT2 dan ujung uji negatif dihubungkan pada MT1. Saat gerbang terbuka, ohmmeter harus menunjukkan resistansi tak terbatas. Kemudian, dengan cara yang sama dengan prosedur pengujian SCR, jumper digunakan untuk menyentuh terminal gerbang ke MT2 (pulsa pemicu positif diterapkan ke gerbang). TRIAC harus menunjukkan penurunan resistansi yang signifikan (menunjukkan perubahan besar). Ini menunjukkan bahwa salah satu fungsi SCR pada pasangan berfungsi dengan benar.

Berikutnya kedua ujung konektor alat ukur ohm-meter dibalik sehubungan dengan anoda dan katoda. Sekali lagi, jika gerbang terbuka, ohmmeter harus menunjukkan hambatan di luar jangkauan. Dengan menggunakan jumper, terminal gerbang disentuh sebentar ke MT2 (pulsa pemicu negatif diterapkan ke gerbang). Pada posisi ini harus menunjukkan gejala penurunan signifikan nilai resistensi TRIAC. Ini mengindikasikan berfungsinya pasangan SCR yang kedua. Prosedur ini diilustrasikan pada [Gambar 3.5](#).

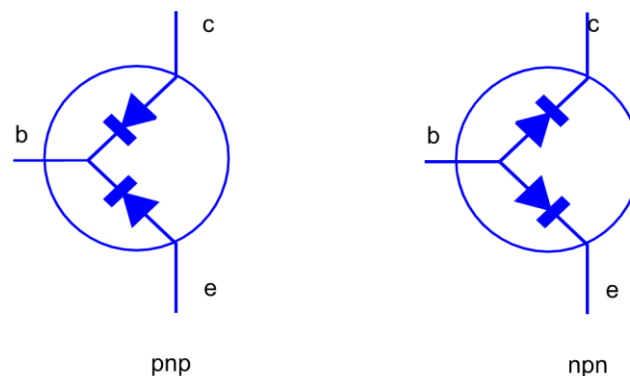


Gambar 3. 5. Pengujian TRIAC

3.1.4. Testing BJT

Seperti yang telah dibahas pada unit kompetensi sebelumnya, transistor persimpangan bipolar (BJT bipolar junction transistor) adalah perangkat, yang terdiri dari tiga lapisan bahan semikonduktif dan dapat berupa jenis pnp atau npn. Oleh

karena itu, setiap transistor dapat direpresentasikan sebagai kombinasi dua dioda, dihubungkan bersama seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 3.6](#). Dasar setara transistor tipe pnp muncul saat kedua diode terhubung ke katoda. Jika transistor tipe npn, basis ekivalen tampak dari kedua dioda terhubung ke anoda. Dua terminal yang tersisa dari dioda mewakili emitor dan kolektor. Kedua pn-junction transistor diuji secara terpisah sebagai dua dioda independen. Jika keduanya tidak menunjukkan cacat, transistor bekerja dengan benar.



Gambar 3. 6. Transistor merepresentasikan dua dioda

Fungsi diode-test dari multimeter digital dapat juga digunakan untuk menguji transistor. Mari kita asumsikan bahwa transistor tipe pnp harus diuji. Uji negatif dari kabel warna (hitam) multimeter diterapkan pada basis transistor. Tes positif kabel warna (merah) diterapkan terlebih dahulu ke emitor dan kemudian ke kolektor. Dalam pengukuran dan pengaturan ini, kedua persimpangan akan bias maju saat diuji. DMM harus membaca resistansi rendah pada kedua kasus. Kemudian kabel uji warna merah diaplikasikan pada basis transistor dan bukan yang hitam. Prosedur diulang. Kedua pn-junction sekarang bias balik, saat diuji. Multimeter membaca resistansi tinggi pada kedua kasus. Prosedur untuk menguji transistor npn identic dengan prosedur uji transistor pnp. Perbedaannya adalah DMM sekarang akan membaca nilai resistansi tinggi, ketika kabel warna hitam diaplikasikan pada basis dan resistansi rendah ketika kabel warna merah terhubung dengan basis.

Jika multimeter tanpa mode diode test digunakan, transistor dapat diuji dengan fungsi OHMs. Operasi uji serupa dengan pemeriksaan dioda fungsi OHM, yang dijelaskan pada bagian sebelumnya. Penting untuk ditekankan lagi, bahwa pada kondisi bias maju didapatkan hasil pembacaan beberapa ratus sampai beberapa ribu ohm, kondisi

bias, tidak selalu mengindikasikan adanya transistor yang salah. Ini bukan pertanda bahwa pasokan daya internal meter tidak cukup untuk meneruskan bias sepenuhnya. Indikasi diluar range (resistansi tinggi) untuk reverse-biasing transistor menunjukkan bahwa perangkat berfungsi dengan baik. Pertimbangan penting di sini adalah perbedaan antara dua pembacaan dan bukan nilai aktualnya.

Transistor rusak jika kedua pn-junction menunjukkan nilai resistansi yang hampir sama di kedua arah bias. Dengan cara yang sama untuk dioda, sambungan-pn-junction dari transistor yang rusak menunjukkan resistansi yang sangat tinggi di kedua arah (*open circuit internal*), atau tahanan nol di kedua arah (sirkuit hubung singkat internal). Kadang-kadang persimpangan pn yang salah memperlihatkan resistansi kecil, dengan nilai yang sama di kedua arah. Misalnya, pembacaan meter di kedua arah adalah 1.2V, sedangkan pembacaan yang benar adalah 0.7V dan 2.9V. Dalam hal ini, transistor rusak dan harus dibuang.

Sebagian besar multimeter digital mampu mengukur penguatan arus transistor β_{DC} . Ketiga terminal transistor ditempatkan pada slot khusus, masing-masing diberi tanda E, B dan C. Kemudian nilai I_B yang diketahui diterapkan pada transistor dan masing-masing I_C diukur. Seperti yang Anda tahu, rasio I_C/I_B sama dengan β_{DC} . Meskipun ini adalah metode yang mudah dan cepat untuk memeriksa transistor, kita harus sadar bahwa beberapa DMM mengukur nilai β_{DC} dengan akurasi rendah. Sebelum mengandalkan nilai yang terukur dari penguatan arus β_{DC} , untuk itu spesifikasi DMM harus diperiksa. Beberapa alat uji memiliki fitur yang dapat digunakan untuk menguji penguatan arus β_{DC} dengan transistor yang masih terangkai didalam sirkuit. Disini tidak perlu melepas transistor yang dicurigai dari rangkaian yang lain dan bisa langsung diuji di PCB.

3.1.5. Mengatasi masalah BJT

Terkadang transistor itu sendiri mungkin tidak ada hal salah, namun masalahnya dikarenakan kesalahan di sirkuit eksternal (bias eksternal), sehingga transistor tidak beroperasi dengan benar. Sebagai contoh, sambungan dingin (*cold junction*) pada terminal dasar transistor secara efektif mengisolasi basis dari rangkaian lainnya. Oleh karena itu, tegangan bias pada transistor yang terukur menjadi 0V, sehingga kondisi ini akan menyebabkan transistor terdorong menjadi cut-off. Pada saat menghadapi

masalah dan memeriksa tegangan bias transistor dengan kasus semacam ini, dari sisi komponen PCB, akan tampak berfungsi dengan benar. Namun, sinyal tetap tidak keluar pada output.

Untuk lebih memahami bagaimana memecahkan masalah bias BJT, perlu dipertimbangkan tahap penguat sederhana seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 3.7](#). Rangkaian ini dibangun di atas transistor 2N3946. Menurut lembar data, β_{DC} untuk transistor ini berada pada kisaran 50 sampai 150. Oleh karena itu, kita dapat mengasumsikan bahwa β_{DC} untuk transistor yang ditentukan adalah 100. Tegangan bias dipilih $V_{BB} = 3V$ dan $V_{CC} = 9V$. Lakukan beberapa perhitungan sederhana untuk mendapatkan nilai hubungan arus kolektor I_C dan tegangan kolektor V_C :

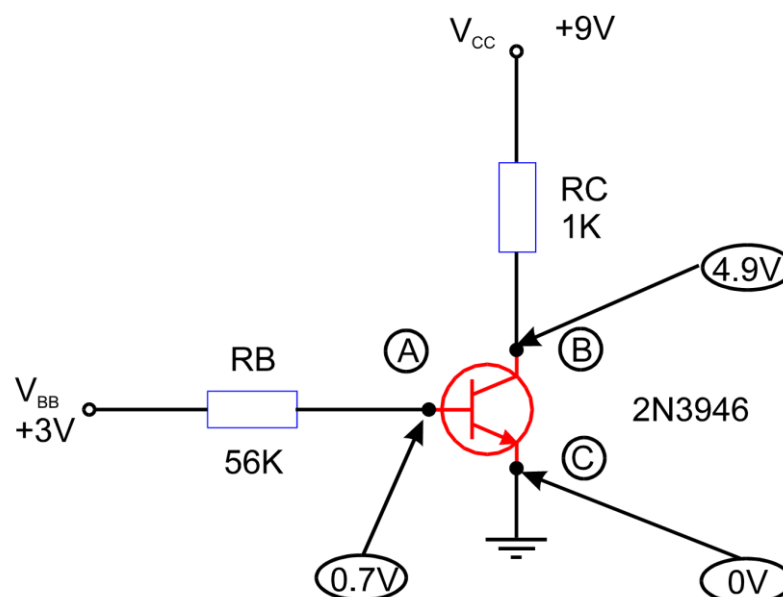
$$V_{BE} = 0.7 V$$

$$I_B = \frac{3V - 0.7V}{56k\Omega} = \frac{2.3V}{56k\Omega} = 41.4\mu A$$

$$\Rightarrow I_C = \beta_{DC} I_B = 100 (41.1 \mu A) = 4.1 mA$$

$$\Rightarrow V_C = 9 V - I_C R_C = 9 V - (4.1 mA) (1k\Omega) = 4.9 V$$

Tegangan dan nilai komponen ditentukan pada Gambar 3.6. Semua tegangan diukur terhadap referensi tanah (ground). Jika rangkaian beroperasi dengan benar, tegangan terukur menunjukkan hasil 0,7V pada titik A; + 4.9V pada titik B dan 0V pada titik C.

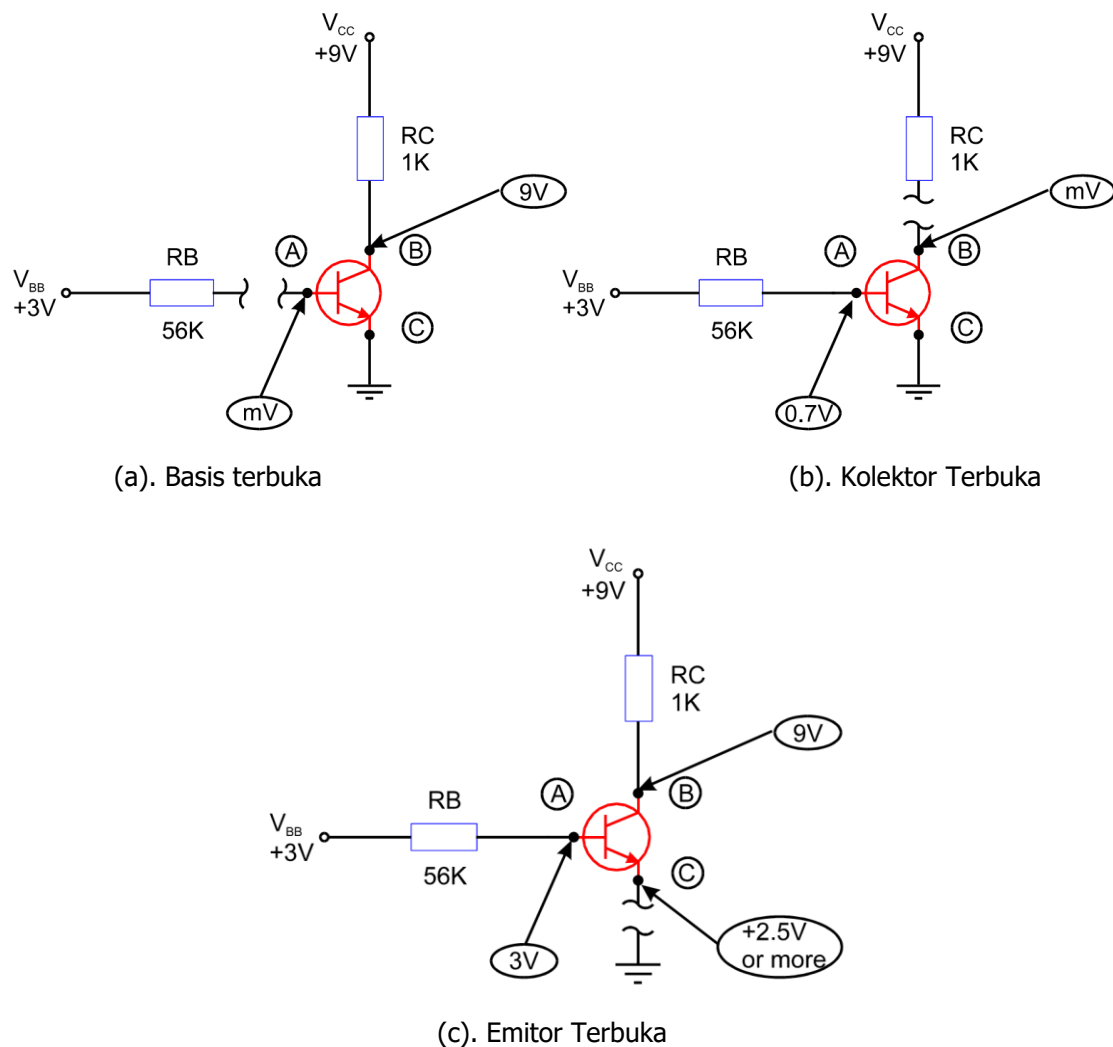


Gambar 3. 7. Mengatasi Masalah Bias Transistor Tahap Penguat Tunggal

Pertama, transistor harus diperiksa. Jika transistor tidak rusak, maka langkah berikutnya adalah memeriksa cacat mekanis secara visual jalur PCB, adakah

komponen yang terbakar sehingga menyebabkan sambungan yang disolder rusak atau dalam kondisi baik. Untuk membuktikan harus dilakukan pengujian atau pemeriksaan tegangan pada masing-masing terminal transistor seperti [Gambar 3.7](#).

Tiga kondisi abnormal yang khas dapat terjadi, karena adanya kesalahan pada sirkuit eksternal. Mereka diilustrasikan pada [Gambar 3.8](#). Mengukur tegangan pada terminal transistor dapat membantu mendeteksi kesalahan ini secara lebih efektif. Jika tegangan pada titik B hanya beberapa μV dan bukan 0,6mV normal, ini adalah indikasi bahwa basis transistor terbuka ([Gambar 3.8a](#)). Sambungan solder pada dasar transistor dan pada resistor R_B harus diperiksa. Nilai tegangan di titik B harus diukur. Setiap sirkuit eksternal, yang mengarah ke dasar transistor harus diperiksa terutama untuk sambungan yang disolder secara visual nampak tidak baik dan selain itu perlu memeriksa komponen yang mempengaruhi bias yang berada di luar toleransi.



Gambar 3. 8. Kondisi Abnormal Khas dalam BJT Bias

Dan jika ketika alat ukur mengindikasikan tegangan yang dibaca adalah beberapa μV sampai beberapa mV pada terminal kolektor (titik B), ini merupakan indikasi bahwa kolektor tidak terhubung ke sirkuit lainnya ([Gambar 3.8b](#)). Pada saat yang sama, tegangan pada terminal dasar (titik A) terukur sekitar $0,7\text{V}$, dikarenakan antara base-emitor pn-junction bias maju. Untuk kasus ini, sambungan solder pada kolektor dan resistor kolektor ke PCB harus diperiksa. Nilai resistor R_C harus diukur. Setiap komponen, atau semua komponen yang terhubung dengan resistor kolektor harus diperiksa.

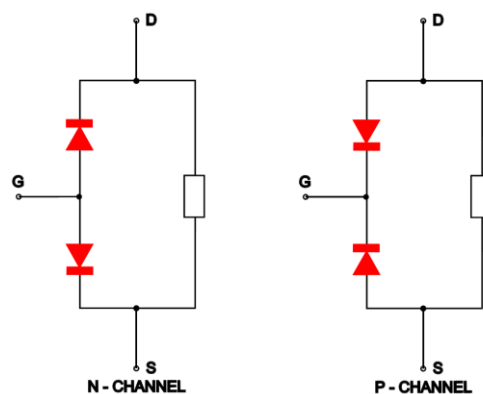
Akhirnya jika ada sambungan ground terbuka, gejalanya adalah sebagai berikut: $+3\text{V}$ di terminal dasar (titik A) dan $+9\text{V}$ di terminal kolektor (titik B), hal ini dikarenakan tidak ada arus basis I_B dan arus emitor I_E ([Gambar 3.8c](#)). Tegangan yang diukur pada emitor adalah 2.5V atau lebih. Hal ini terjadi karena resistansi internal voltmeter dari alat ukur secara otomatis menghubungkan jalur terputus pada emitor dan memberikan bias maju basis-emitor. Ini menyebabkan tegangan bias dari V_{BB} , melalui R_B , persimpangan base-emitor dan melalui voltmeter pengukuran ke tanah. Dengan demikian, voltmeter mencatat jatuh tegangan pada sambungan pn. Sambungan solder pada emitor harus diperiksa. Semua sirkuit eksternal yang terhubung ke emitor juga harus diperiksa dan diuji.

3.1.6. Pengujian FET

Transistor efek medan lebih sulit diuji daripada transistor junction bipolar. Sebelum menguji FET, harus diketahui apakah transistor adalah tipe JFET atau MOSFET. Selanjutnya harus diklarifikasi jika ada p-channel atau perangkat n-channel. Untuk tipe JFET dapat diuji dengan alat ukur ohm-meter pada umumnya.

[Gambar 3.9](#) menggambarkan rangkaian ekuivalen JFET. Tampak ohmmeter sebagai dua dioda dihubungkan secara seri antara saluran gerbang (gate-G) dan sumber (drain-D). Polaritas dioda terbalik. Terminal gerbang diambil dari titik tengah di antara pertemuan keduanya. Dalam kasus tipe n-channel, gerbang terhubung ke anoda dari kedua dioda. Jika transistor adalah tipe p-channel, gerbang terhubung ke katoda kedua dioda. Lapisan isolasi SiO_2 nampak pada ohmmeter sebagai penghambat yang dihubungkan antara saluran gerbang (gate-G) dan sumber (drain-D) sejajar dengan kedua dioda.

Oleh karena itu, transistor JFET dapat diperiksa menggunakan ohmmeter, dengan menguji persimpangan pn antara gerbang (gate-G) dan saluran pembuangan (Source-S) dari satu sisi dan gerbang (gate-G) dan sumber (drain-D) dari yang lain. Jika JFET adalah urutan kerja yang baik, kedua sambungan pn harus berperilaku seperti dioda biasa, menunjukkan resistansi tinggi dalam satu arah dan resistansi rendah di sisi lain. Kemudian resistansi antara saluran pembuangan (source-S) dan sumber (drain-D) diukur. Meteran harus menunjukkan beberapa jumlah hambatan yang besar pada kondisi polaritas meter dibolak-balik, nilai hambatan tergantung pada sifat JFET.



Gambar 3. 9. JFET, diwakili dengan Dua Dioda parallel Resistor

Dalam skenario kasus terbaik, pengujian MOSFET dengan menggunakan ohmmeter adalah tugas yang sangat sulit. Seperti yang Anda tahu, persimpangan gerbang (gate-G) dan saluran (drain-D) dipisahkan dengan lapisan oksida, logam oksida yang sangat tipis. Properti MOSFET ini memastikan impedansi masukan yang sangat tinggi dan lebih tinggi dari resistansi perangkat uji. Dan perlu hati-hati dengan gangguan ESD, MOSFET rentan dan mudah rusak permanen, bahkan bisa disebabkan oleh tegangan statis yang dibangun dari rangkaian transistor.

MOSFET dapat diuji dengan sangat hati-hati dengan ohmmeter tegangan rendah, set ke kisaran tertinggi. D-MOSFET yang berada dalam urutan kerja yang baik, menunjukkan beberapa kontinuitas antara sumber (D) dan saluran pembuangan (S). Namun, seharusnya tidak ada hambatan antara pintu gerbang (G) ke drain (D) dan gerbang (G) ke terminal sumber (S) (*gate to drain and the gate to source terminals*). E-MOSFET yang bekerja dengan baik tidak menunjukkan kontinuitas antara salah satu terminal.

- Resistor R_G rusak atau berada di luar toleransi,
- Koneksi yang jelek di terminal gerbang (G),
- Sirkuit terbuka JFET internal di terminal gerbang (G).

Beberapa kesalahan sangat sulit untuk dipecahkan. Salah satu contohnya adalah karena D-MOSFET yang terbias nol pada gerbang, maka dalam kondisi rusak terbuka secara internal maka sulit untuk mengujinya, dan setelah terbukti terjadi kesalahan, tegangan gerbang ke sumber tegangan, hasilnya tetap sama (0V). Untuk alasan ini, arus penguras tidak mengubah nilai dan bias tampak normal. Secara umum, pemecahan masalah FET adalah tugas yang jauh lebih sulit dan membutuhkan lebih banyak keterampilan dan pengalaman daripada mengatasi masalah BJT.

3.1.8. Memecahkan Masalah Op-amp

Op-amp adalah perangkat yang kompleks dan canggih. Banyak kegagalan internal dapat terjadi. Namun, penguat operasional seperti itu tidak bisa diuji. Jika ada masalah internal, tidak mungkin memecahkan masalah dan memperbaikinya. Karena itu, jika op-amp gagal, satu-satunya pilihan adalah menggantinya.

Biasanya hanya ada beberapa komponen eksternal di sirkuit op-amp. Sirkuit khas terdiri dari resistor masukan, resistor umpan balik, dan potensiometer, yang digunakan untuk kompensasi tegangan off-set. Jika ada gangguan rangkaian, komponen eksternal harus diperiksa terlebih dahulu. Mungkin ada koneksi yang kurang baik, atau komponen terbakar, atau di luar toleransi. Jika ini tidak mengatasi masalah, kontak pada setiap pin op-amp itu sendiri harus diperiksa. Ada kemungkinan beberapa dari mereka salah. Akhirnya, jika segala sesuatu muncul dalam urutan kerja yang baik, namun rangkaiannya masih belum berjalan dengan baik, harus diasumsikan bahwa penguat operasional itu sendiri rusak dan harus diganti. Beberapa kesalahan khas pada rangkaian op-amp diberikan di bawah ini:

- Tegangan catu daya. Ini adalah hal pertama yang harus Anda periksa (seperti halnya pemecahan masalah sirkuit lainnya). Tegangan suplai yang tepat dan system grounding harus ada. Harus diingat bahwa tingkat catu daya cukup penting untuk kebanyakan IC.

- Buka resistor umpan balik. Kesalahan ini menyebabkan tegangan output terpotong, karena op-amp beroperasi pada penguatan tegangan maksimum (dalam hal ini sirkuit yang muncul sebagai penguat loop terbuka).
- Hubung singkat feedback resistor. Dalam hal ini, sinyal output memiliki amplitudo yang sama dengan sinyal input.
- Buka resistor input. Dalam kasus penguat pembalik, tidak ada sinyal pada keluaran, karena tidak ada sinyal pada input. Dalam kasus penguat non-pembalik, gain sama dengan 1, dan tegangan keluaran sama persis dengan tegangan masukan. Dengan kata lain penguat akan bertindak sebagai pengikut tegangan masukan atau sebagai buffer.
- Potensiometer offset salah/rusak. Kesalahan ini menyebabkan tegangan kliping hanya pada sisi positif, atau hanya puncak tegangan keluaran negatif.

3.1.9. Ringkasan

Sebagian besar multimeter digital (DMM) menyediakan fungsi khusus untuk pengujian dioda dan BJT. Namun, jika fungsi tersebut tidak tersedia, kebanyakan komponen elektronik. Bisa diuji dengan ohmmeter biasa. Jika dioda berada dalam urutan kerja yang baik, pembacaan ohmmeter harus berubah dari yang tinggi ke rendah (dan sebaliknya) setiap kali hasil tes dibalik sehubungan dengan anoda dan katoda.

SCR diuji dengan cara yang sama. Perbedaannya adalah bahwa penggunaan jumper antara gerbang dan anoda untuk memicu SCR. Saat SCR dipicu, resistansi turun secara signifikan dari yang tinggi ke rendah.

TRIAC diuji sebagai SCR dengan dua arah (prosedurnya diulang). BJTs diperlakukan sebagai dua dioda, dihubungkan secara seri. Setiap dioda setara diuji secara independen.

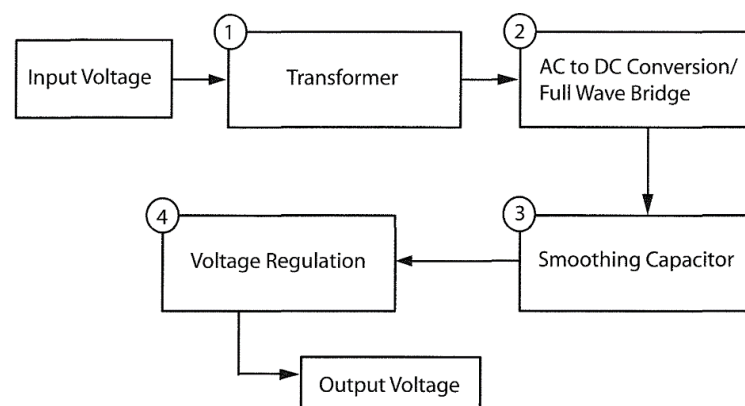
FET lebih sulit untuk diuji. Perhatian khusus harus dilakukan agar tidak merusak perangkat karena pengisian muatan statis. Transistor jFET dapat direpresentasikan sebagai dua dioda yang dihubungkan secara seri, dan dengan resistor tambahan dihubungkan secara paralel di atasnya. Kedua dioda ekuivalen diuji secara independen. Nilai resistansi juga diukur.

Untuk menemukan kesalahan dalam rangkaian transistor bias, langkah awal, perkiraan tegangan pada terminal masing-masing transistor dihitung. Kemudian tegangan diukur. Setiap penyimpangan dari nilai yang dihitung dianalisis secara logis, yang pada intinya mengarah pada menemukan dan memperbaiki masalah.

Op-amp tidak dapat diuji, seperti perangkat lainnya. Semua komponen eksternal dan sambungan solder harus diperiksa dan jika sirkit masih tidak beroperasi dengan benar, op-amp harus diganti.

3.3. Rangkaian elektronika diisolir satu dengan yang lain sesuai dengan prosedur melacak kerusakan.

Cara efisien untuk mengisolasi masalah elektronik adalah teknik yang dikenal sebagai "halfstepping atau belah tengah." Secara mental membagi area masalah perangkat yang gagal menjadi dua bagian. Menggunakan multimeter digital (DMM) dan uji aturan satu tangan untuk pembacaan tegangan. Begitu pembacaan tegangan benar ditemukan atau hilang, mental membagi area masalah menjadi dua bagian lagi. Lanjutkan menerapkan metode setengah langkah sampai Anda mengisolasi area kecil dari bagian elektronik perangkat.

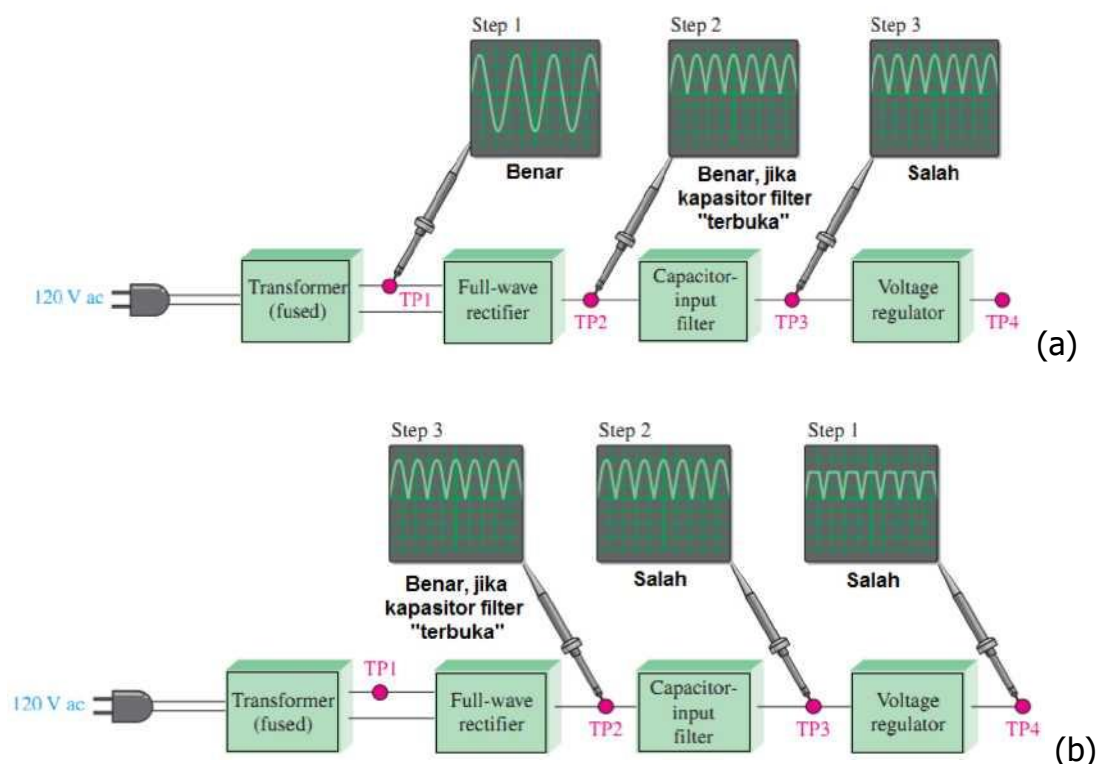


Gambar 3. 11. Blok Diagram Power Supply

Block Diagram of Power Supply: Setelah menerapkan metode setengah langkah, pembacaan tegangan abnormal yang diperoleh akan menjadi hasil rangkaian terbuka atau sirkuit korsleting. Rangkaian terbuka mengacu pada masalah elektronik yang disebabkan oleh jalur sirkuit yang tidak lengkap, yang mencegah aliran elektron dari sisi negatif rangkaian ke sisi positif rangkaian. Seperti namanya "open circuit", ada celah karena komponen yang gagal atau kerusakan fisik pada jalur sirkuit.

Penerapan metode pencarian kesalahan rangkaian belah tengah dapat diilustrasikan pada [Gambar 3.12](#) dengan indikasi kasus kesalahan diasumsikan filter kapasitor keluaran penyearah dalam kondisi terbuka. Sebagai contoh power supply yang ditunjukkan dalam diagram blok dari [Gambar 3.12](#) yang terdiri dari empat blok memungkinkan menggunakan metode belah tengah menjadi dua bagian. Pengujian belah dua bagian, dapat menentukan dan menguraikan bagian mana rangkaian dalam kondisi bekerja/normal dan yang tidak berfungsi/rusak, selanjutnya menguraikan bagian yang tak berfungsi menjadi dua bagian lagi sampai mendapatkan lokasi kerusakan. Contoh merupakan cara terbaik untuk merealisasikan pengertian atas metoda ini. Anggaplah ada suatu kerusakan pada blok filter rangkaian power supply, urutan pengujian dapat dilakukan sebagai berikut:

- Membelah blok menjadi dua bagian, periksa tegangan masukan blok filter titik uji (TP2) dan tegangan keluaran blok filter (TP3).
- Membelah blok kearah masukan menjadi dua bagian, bilamana hasil pengukuran titik uji (TP2) dihasilkan pengujian yang salah.
- Membelah blok kearah keluaran menjadi dua bagian, bilamana hasil pengukuran titik uji (TP3) dihasilkan pengujian yang salah.



Gambar 3. 12. Metode Belah Tengah Kondisi Kapasitor Filter Terbuka

Pengukuran pada titik uji (Test Point-TP2) menunjukkan tegangan pada tingkat keluaran penyearah gelombang penuh dan tegangan keluaran sekunder transformator secara proporsional memberikan indikasi data tegangan dengan frekuensi ripple yang benar. Oleh karena dari hasil pengukuran tegangan pada titik uji (TP3) menunjukkan hasil yang sama dengan hasil pengukuran pada titik uji (TP2), maka dari itu hasil pengukuran dari titik uji (TP2 dan TP3) memberikan indikasi, bahwa kapasitor filter penyearah dalam keadaan terbuka. Dan bilamana filter dalam keadaan normal, maka hasil pengukuran tegangan dc pada titik uji (TP3) adalah lebih besar bila dibandingkan dengan hasil pengukuran titik uji (TP2), dan tegangan ripple pada titik uji (TP3) lebih kecil dari titik uji (TP2). Dan bilamana kondisi filter kapasitor penyearah dalam keadaan hubung singkat, maka tidak ada tegangan pada semua titik uji (TP1), (TP2), maupun (TP3), dan tanda-tanda kegagalan komponen hubung singkat, kemungkinan besar diindikasikan dengan putusnya sekering (fuse). Kerusakan hubung singkat dalam suatu sistem dimanapun tempatnya, merupakan jenis kerusakan yang sulit untuk dilokalisir, karena selalu ditandai dengan putusnya sekering. Oleh karena itu untuk melokalisir kegagalan hubung singkat dalam suatu sistem, penerapan 3 metode diatas tidak bisa dilakukan. Dan kebanyakan suatu sistem yang mengalami kegagalan hubung singkat ditandai dengan panas yang berlebihan pada komponen tertentu. Ilustrasi yang ditunjukkan oleh [Gambar 3.12](#) memberikan gambaran penerapan metode dalam pencarian kesalahan pada rangkaian regulated power supply sederhana. Penerapan metode rangkaian belah tengah memerlukan dua kali pengukuran guna melokalisir/mengisolasi daerah kerusakan. Dan jika pengukuran dimulai dari tingkat masukan transformator atau dimulai dari tingkat akhir keluaran, diperlukan tiga kali pengukuran untuk melokalisir/mengisolasi daerah kerusakan/kegagalan. Oleh karena itu, penerapan metode rangkaian belah tengah lebih banyak digunakan untuk melokalisir daerah kerusakan.

Metode belah dua sangat efektif manakala sejumlah komponen atau blok yang dirangkai berjumlah besar, misalkan ketika dalam rangkaian banyak digunakan sejumlah plug dan sambungan soket atau sederetan pemanas dalam peralatan katup. Meskipun demikian, ada sejumlah anggapan tertentu sebagai prasyarat untuk metode dibelah dua: (1) keandalan seluruh komponen rata-rata sama; (2) dimungkinkan

untuk melakukan pengukuran pada titik-titik yang diinginkan dan praktis; (3) seluruh pengujian sama bentuknya dan membutuhkan waktu yang sama. Anggapan-anggapan ini tidak selalu sah dan itu bergantung teknisi yang selanjutnya akan menetapkan metode pendekatan terbaik yang dipilihnya. Metode dipecah dua dapat juga menjadi tidak efektif, bilamana: (a) Jumlah unit yang dirangkai ganjil, (b) divergensi (penguraian): keluaran dari suatu blok yang diumpankan pada dua unit atau lebih, (c) Konvergensi (penyempitan): dua masukan atau lebih diperlukan untuk mendapatkan kerja yang benar dari suatu unit, (d) umpan balik: yang mungkin digunakan untuk memodifikasi karakteristik unit atau pada kenyataannya merupakan jaringan penyokong bagi osilator.

Jika dalam pencarian kesalahan menerapkan salah satu dari metode yang diuraikan di atas, cobalah dan terapkan metode tersebut atau kombinasikan metode-metode tersebut, sehingga hanya diperlukan waktu yang singkat atau melokalisasikan blok yang rusak dalam suatu sistem.

Analisis Kesalahan: Dalam beberapa kasus, untuk mengidentifikasi gejala kesalahan pada rangkaian tertentu, diperlukan metode bagaimana melokalisir masalah/kegagalan pada komponen tunggal dalam suatu rangkaian. Langkah penting dalam menemukan kesalahan, Siswa harus menerapkan pemikiran logis dan pengetahuan tentang gejala kerusakan yang disebabkan oleh kegagalan komponen tertentu. Beberapa kegagalan komponen memiliki ciri-ciri yang spesifik/khas dan pada bab ini siswa dituntut untuk dapat mengidentifikasi gejala kerusakan beberapa komponen yang bermasalah dalam suatu rangkaian penyearah.

Komponen Kategori Rusak: Suatu komponen dikatakan rusak bila sebarang tetapannya di luar batas yang telah ditentukan dalam spesifikasi data teknis. Sebagai contoh, bila sebuah resistor $5,6k\Omega \pm 5\%$ pada kenyataan bernilai $6k\Omega$, atau arus bocor pada kapasitor elektrolit $64\mu F/12V$ adalah $150pA$ bila nilai maksimum yang ditentukan adalah $10pA$, maka kedua komponen tersebut dikatakan rusak (gagal). Kedua contoh ini dapat digolongkan kerusakan parsial (terpisah), karena mereka tidak membawa kerugian dalam penampilan keseluruhan, tetapi cenderung membawa sedikit perubahan. Kerusakan parsial teristimewa penting bila komponen yang digunakan berada dalam posisi rangkaian kritis.

Kerusakan yang akan kita perhatikan adalah kerusakan katastrofik (kerusakan fatal), yaitu kerusakan yang terjadi secara mendadak dan menyeluruh. Sebagai contoh, resistor nilainya menjadi amat besar atau menjadi rangkaian terbuka, atau dioda yang anoda dan katodanya menjadi rangkaian hubung singkat. Jenis kerusakan semacam ini membawa dampak terhadap sistem rangkaian secara keseluruhan, dan pada umumnya disertai dengan gejala perubahan yang signifikan terhadap tegangan panjar/bias dc.

Pada umumnya, komponen yang mengalami kerusakan memiliki jenis dan ciri- ciri kerusakan tertentu. Misalnya; (1) resistor, terutama jenis film, ketika rusak berubah menjadi rangkaian terbuka, karena komponen resistor lebih sering terjadi patahan kecil pada bagian resistansi spiral daripada rusak hubung singkat. (2) Sebaliknya, jenis komponen kapasitor elektrolit cenderung rusak sebagai rangkaian hubung singkat. [Tabel 3.2.](#) memperlihatkan jenis-jenis kerusakan yang mungkin terjadi untuk berbagai jenis komponen elektronika.

Tabel 3. 2. Jenis-Jenis Kerusakan Komponen Elektronik

KOMPONEN	JENIS KERUSAKAN
Resistor	Nilainya resistansi membesar atau rangkaian terbuka
Resistor variabel	Rangkaian terbuka akibat terbakar atau terjadi kontak dan gesekan mekanik kurang baik yang dapat aliran arus temutus-putus
Induktor (termasuk T	Terbuka atau hubung singkat
Peranti semikonduktor: Dioda, Transistor, FET, SCR.	Terbuka atau hubung singkat

Jenis kerusakan komponen elektronik yang mudah dipahami adalah jenis kerusakan yang disebabkan akibat cacat produksi atau karena mendapat beban lebih. Pada umumnya, jenis kerusakan komponen yang banyak dijumpai adalah jenis kerusakan karena usia pakai akibat tekanan beban yang diterima secara terus-menerus. (1) Kerusakan komponen akibat tekanan beban ada dua macam, yakni tekanan akibat operasi kerja serta tekanan lingkungan. Kerusakan komponen oleh tekanan operasi kerja berkaitan langsung dengan kondisi perancangan sehingga usia pakai (life-time) dapat diperpanjang bila pengoperasiannya berada pada daerah di bawah batas maksimum spesifikasi data teknis yang diberikan, seperti nilai batas untuk arus, tegangan, dan daya yang diijinkan. (2) Kerusakan komponen akibat tekanan lingkungan, disebabkan oleh kondisi sekitarnya. Temperatur terlalu tinggi, tekanan

tinggi atau rendah, kelembaban tinggi atau korosi oleh zat-zat kimia, debu-debu di udara, merupa[an kondisi yang tak diinginkan. Semua tekanan oleh lingkungan dapat membawa pengaruh bagi komponen dan menyebabkan terjadinya penyimpangan dari spesifikasinya dan pada akhirnya dapat merusak komponen. Sebagai contoh, misalkan komponen menerima panas dan kemudian dingin dalam siklus terus-menerus, akan menyebabkan komponen menjadi cepat rusak, dan atau karena guncangan mekanis tertentu akan menyebabkan komponen menjadi rangkaian terbuka atau rusak.

3.4. Temuan gejala kerusakan dilaporkan kepada pihak terkait sesuai prosedur kerja perusahaan.

- Langkah selanjutnya setelah gejala kerusakan ditemukan, dan sebelum melakukan penggantian komponen, temuan gejala kerusakan berdasarkan hasil identifikasi didiskusikan dan dilaporkan kepada pihak terkait (atasan langsung) sesuai prosedur kerja perusahaan.

B. Keterampilan yang diperlukan dalam memperbaiki Perangkat Audio Video

Lakukan prosedur standar dalam melakukan perbaikan kerusakan perangkat elektronik sesuai dengan kebutuhan KUK ruang lingkup unit kompetensi perbaikan perangkat audio video.

- 3.1. Komponen, tombol-tombol, dan gejala kerusakan secara fisik diperiksa sesuai prosedur.
- 3.2. Rangkaian elektronika diukur dan atau diuji menggunakan alat uji/ukur yang sesuai peruntukannya mengacu pada spesifikasi manual service.
- 3.3. Rangkaian elektronika diisolir satu dengan yang lain sesuai dengan prosedur melacak kerusakan.
- 3.4. Temuan gejala kerusakan dilaporkan kepada pihak terkait sesuai prosedur kerja perusahaan.

C. Sikap Kerja yang diperlukan dalam memperbaiki perangkat elektronika audio video

1. Keselamatan pertama; mengetahui bahaya yang terkait dengan peralatan elektronika yang digunakan. Menerapkan semua tindakan pencegahan dan tindakan tak terduga
2. Cermat dan teliti dalam mengidentifikasi komponen elektronika aktif;
3. Taat asas dalam mengaplikasikan langkah-langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan dalam mengoperasikan Peralatan dan Instrumen Ukur Komponen elektronika aktif;
4. Berpikir analitis serta evaluatif waktu melakukan pengukuran komponen elektronika aktif sesuai dengan kebutuhan. Selalu berpikir 'bagaimana jika'. Ini berlaku baik untuk prosedur analitik maupun tindakan pencegahan sehubungan dengan penggunaan peralatan elektronika.
5. Belajar dari kesalahan. Dalam perbaikan hindari kesalahan, karena beberapa di antaranya bisa menyebabkan biaya sangat mahal. Masalah sederhana bisa berubah menjadi masalah mahal karena ada sedikit kesalahan selama proses penyelidikan dan ini sering disebabkan karena keinginan untuk mencoba-coba sesuatu sebelum memikirkan.
6. Jangan mulai dengan alat uji elektronik, mulailah dengan beberapa pemikiran analitis. Banyak masalah yang terkait dengan peralatan elektronik tidak didukung oleh skematis (meski mungkin bisa bermanfaat), berfikirlah atas dasar logis.
7. Jika Anda terjebak dengan masalah dan membuat lelah, istirahatlah. Jangan mengatasi masalah dengan kepala dibawah tekanan, Bekerja dengan kepala yang benar-benar segar akan menghasilkan pendekatan atau solusi maksimal dan logis. Peralatan elek - ini berbahaya dan sebagian besar tidak produktif (atau mungkin merusak)
8. Banyak masalah memiliki solusi sederhana. Jangan langsung berasumsi bahwa masalah Anda adalah beberapa kombinasi kegagalan yang rumit dan kompleks. Kegagalan Perangkat Penerima TV, dimungkinkan hanya koneksi yang buruk atau gagal dioda.
9. Ketika menghadapi dan mendapatkan pembacaan yang tidak masuk akal, jangan membabi buta berdasarkan hasil dari pengambilan data instrumen. Mungkin saja

disebabkan karena pemilihan dan menggunakan peralatan Anda dengan cara yang membingungkan dan tidak tepat. Penggunaan dan pemilihan DMM tidak baik dalam memeriksa semikonduktor di sirkuit langsung atau transistor daya yang akan diuji, mungkin ada dioda peredam dan/atau resistor penghambat.

10. Benar-benar sadarilah bahwa kebetulan itu memang terjadi, tapi kasus penyelesaian masalah seperti ini relatif jarang terjadi. Biasanya, ada penyebab umum. Misalnya, jika TV tidak memiliki defleksi vertikal dan tidak ada gambar, kemungkinan besar keluaran catu daya secara umum telah mengalami kegagalan, daripada mengasumsikan bagian-bagian dan subsistem lainnya. Dengan kata lain, pertama yang harus dilakukan untuk berfikir logis adalah mencari akar penyebab yang umum daripada mencoba menemukan bagian sirkuit lainnya yang terpisah secara fungsi.
11. Konfirmasikan masalah sebelum menyelam ke dalam ranah perbaikan. Berfikir solusi logis berguna untuk mengidentifikasi secara tepat apa yang sebenarnya dan penyebab perangkat tidak bekerja, sehingga kita akan tahu apakah beberapa kesalahan yang muncul sebenarnya merupakan masalah yang sudah ada sebelumnya atau justru disebabkan karena kecerobohan pada saat selama perbaikan. Cobalah untuk mendapatkan informasi sebanyak mungkin tentang masalah kerusakan perangkat tersebut dari pemiliknya. Dan jika Anda sendiri adalah pemiliknya, cobalah merekonstruksi kejadian kejadian yang mengarah pada kegagalan. Misalnya, apakah TV tidak berfungsi saat dinyalakan atau ada beberapa gejala awal sebelum menjadi gagal total? Apakah masalah datang dan pergi sebelum akhirnya menjadi rusak selamanya?

BAB IV

MENGANALISIS KERUSAKAN

A. Pengetahuan Menganalisis Kerusakan

4.1. Gejala gejala kerusakan dipahami dengan menggunakan gambar gambar teknik

Teknik Pemecahan Masalah: ada tiga langkah cara yang umum digunakan dalam menemukan gejala (tanda-tanda) kerusakan pada peralatan elektronika, yaitu:

Langkah ke-1: menentukan hubungan antara gejala dan penyebab suatu masalah

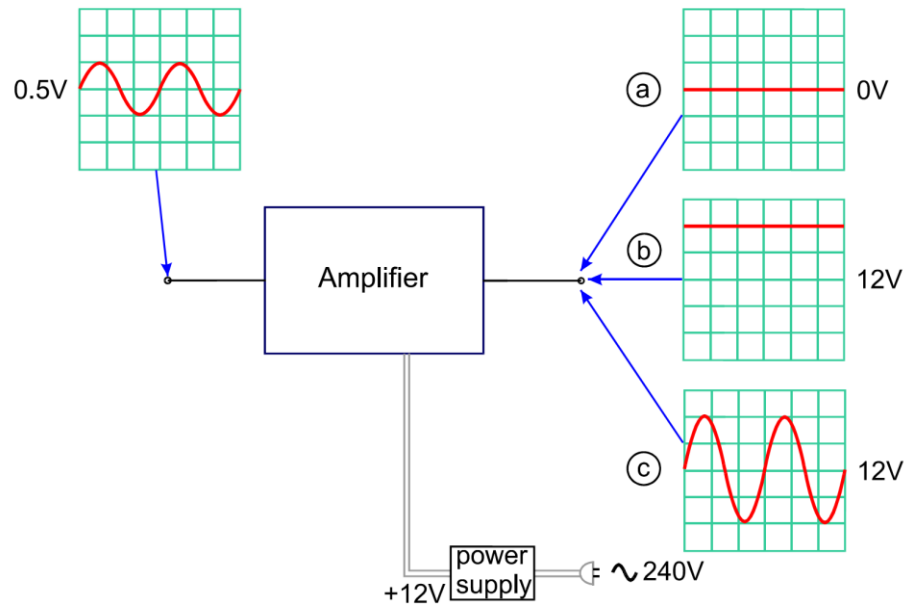
Langkah ke-2: mengatasi masalah sirkuit umum, menggunakan metode yang logis

Langkah ke-3: melakukan analisis kesalahan

4.1.1. Gejala dan Penyebab Kerusakan

Pemecahan masalah rangkaian elektronik secara umum banyak melibatkan tiga langkah, yang harus dilakukan dengan urutan tertentu. Langkah pertama adalah mengidentifikasi kesalahan pada rangkaian. Langkah kedua melakukan analisis kesalahan dan penentuan kemungkinan penyebabnya. Langkah ketiga adalah memperbaiki masalah.

Pertama, penting untuk mengidentifikasi masalahnya. Dengan kata lain, kita harus mengenali gejala di sirkuit yang rusak. Rangkaian yang rusak dapat didefinisikan mempunyai satu kerusakan, yaitu parameter tegangan keluaran yang salah, meskipun parameter masukannya benar. Misalnya, sinyal masukan penguat, yang digambarkan pada [Gambar 4.1a](#) benar, namun tidak ada sinyal pada keluaran. Dalam hal ini, gejala kekurangan tegangan pada output.



Gambar 4. 1. Mengidentifikasi Gejala dalam Sirkuit Cacat Sinyal

Gejala kerusakan khusus semacam ini tidak memberikan banyak informasi tentang kemungkinan penyebab cacat. Kegagalan berbagai komponen di sirkuit dengan tegangan nol di tingkat keluaran akan menghasilkan gejala yang sama (*zero voltage at the output*). Dalam kasus lain, gejala tertentu langsung mengarah ke area tertentu dimana kesalahan tersebut kemungkinan besar terjadi. Sebagai contoh, tegangan dc pada output dengan tingkat sama dengan tegangan suplai menunjukkan bahwa ada transistor dalam kondisi cut-off di sirkuit [Gambar 4.1b](#). Langkah pencarian kerusakan, mulai dari tahap mendekati output dan langkah mundur, semua transistor harus diperiksa untuk sambungan-pn internal terbuka. Sambungan solder dan nilai resistor emitor perlu juga harus diperiksa.

Tanda-tanda, jika penguat tidak rusak adalah sinyal yang diperkuat muncul pada output. Amplitudo sinyal output kira-kira sama dengan nilai catu daya yang diperbaiki. Bentuk gelombang harus menjadi replika sinyal input yang diamplifikasi dengan tepat, dengan jenis sinyal uji coba apapun. Ini diilustrasikan pada [Gambar 4.1c](#).

4.1.2. Teknik Mengatasi Masalah

Begitu gejala teridentifikasi, alasan yang menyebabkannya harus ditentukan. Pilihan dari beberapa metode yang digunakan bergantung pada kompleksitas rangkaian; pada gejala dan preferensi pribadi teknisi. Teknik pemecahan masalah yang paling umum tercantum di bawah ini:

Sumber Daya: Ini adalah masalah pertama yang harus dilakukan. Sungguh menakjubkan berapa kali sebuah masalah sederhana seperti sekering yang meledak, atau tegangan baterai adalah penyebab kerusakan rangkaian. Jadi awalnya, pastikan kabel listrik terpasang dan sekeringnya tidak meledak. Jika rangkaian dinyalakan dari baterai, pastikan tegangannya sesuai spesifikasi dan dapat diterima. Jika penyearah power supply ada, periksa tingkat tegangan pada output dan pastikan bahwa rangkaian dinyalakan dengan polaritas yang benar.

Inspeksi Visual: Inspeksi ini yang disebut sebagai bagian dari pemeriksaan sensorik. Pemeriksaan sensorik bergantung pada indra dalam mendeteksi kemungkinan kesalahan. Pemeriksaan visual PCB adalah teknik pemecahan masalah yang paling sederhana (yang sangat efektif dalam menganalisis setengah kasus). Sambungan solder harus diperiksa secara menyeluruh. Jika ada keraguan tentang kualitas sambungan tertentu, maka harus disolder ulang. PCB harus diperiksa secara visual untuk komponen yang terbakar. Secara visual terkadang, komponen yang terlalu panas meninggalkan bekas kecoklatan di papan rangkaian tercetak (PCB). Tanda kesalahan ini dapat digunakan sebagai "titik awal" dalam proses pemecahan masalah dan alasan mengapa terlalu panas harus ditentukan. Ini adalah pengalaman dari hasil praktek yang buruk hanya untuk mengganti komponen dengan pengalaman kesalahan yang tidak baik, tanpa berusaha mencari tahu apa sebenarnya yang menyebabkan komponen terlalu panas. Dalam banyak kasus, alasannya adalah komponen yang salah (atau di luar jangkauan) di sekitar komponen yang gagal, dan komponen perlu diganti.

Inspeksi Menggunakan Sentuhan: Ini adalah pemeriksaan sensorik lainnya. Komponen yang terlalu panas bisa dideteksi dengan menggunakan metode sentuhan. Namun, cek ini harus dilakukan dengan sangat hati-hati. Sirkuit harus dimatikan, dan beberapa saat membiarkan kapasitor terbesar dilepas. Selalu sentuh komponen dengan tangan kanan saja! Hal ini penting karena dalam kasus sengatan listrik, kemungkinan kecil arus akan melewati jantung Anda. Jika memungkinkan, kenakan sepatu terisolasi. Selain itu, perawatan harus dilakukan agar tidak membakar jari Anda. Menggunakan rasa sentuhan adalah teknik pemecahan masalah yang sangat

berguna di sirkuit, di mana semuanya tampak bekerja dengan baik untuk sementara waktu, dan kemudian sirkuit gagal, karena terlalu panas pada komponen tertentu.

Mengidentifikasi komponen semacam itu membantu mendeteksi kemungkinan penyebab kesalahan. Semprotan beku khusus tersedia untuk mengidentifikasi masalah ini, semprotan beku memungkinkan pembekuan komponen secara instan. Jika rangkaian mulai beroperasi dengan benar segera lakukan semprotan beku pada komponen yang mengalami panas, ini merupakan indikasi bahwa komponen ini menyebabkan kegagalan rangkaian. Sebelum mengganti komponen, diperlukan penyelidikan lebih lanjut untuk mengetahui penyebab kenapa komponen overheating.

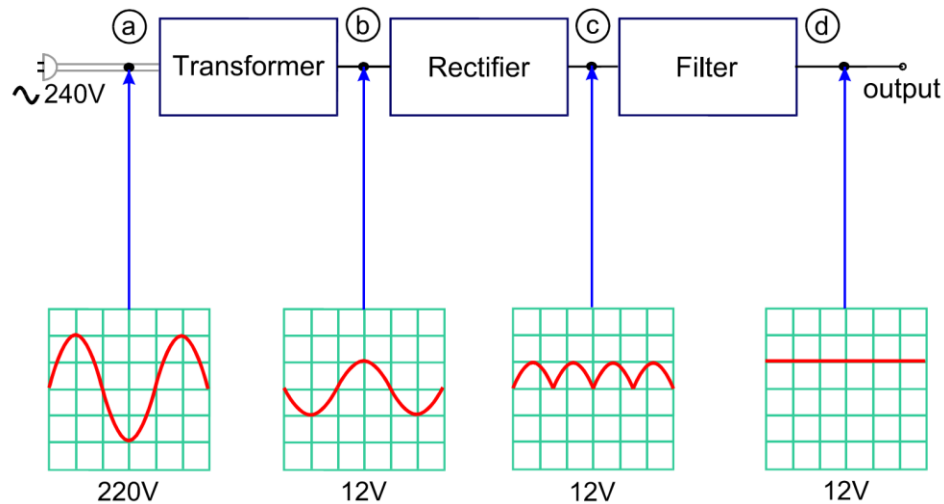
Inspeksi Bau: Bila komponen tertentu gagal karena terlalu panas, sangat mungkin terjadi untuk mendeteksi bau asap. Ini biasanya terjadi, jika teknisi kebetulan ada di sana saat kecelakaan itu terjadi. Jika tidak, biasanya mungkin untuk mendeteksi komponen yang gagal dengan inspeksi visual sesudah bau terjadi.

Penggantian Komponen: Metode pemecahan masalah ini sangat bergantung pada kemampuan dan pengalaman teknisi. Gejala tertentu merupakan indikasi jelas kegagalan komponen tertentu. Pernyataan ini terutama berlaku untuk teknisi elektronik berpengalaman. Sebagai contoh, beberapa teknisi layanan/servis TV dapat secara jelas mengidentifikasi komponen yang gagal di pesawat TV (bahkan sebelum membukanya), dengan hanya sebentar memeriksa gejalanya. Penggantian komponen adalah teknik pemecahan masalah yang baik untuk teknisi elektronika yang berpengalaman, karena menghemat banyak waktu dan uang. Apalagi, teknik ini menjamin keberhasilan perbaikan, karena jika cukup komponen diganti, akhirnya yang salah juga akan diganti. Namun, disarankan agar teknisi amatir pada awalnya menerapkan beberapa pemikiran logis terhadap proses pemecahan masalah.

Pelacakan Sinyal: Penandaan sinyal adalah penggunaan teknik pemecahan masalah yang bersifat spesifik/khusus bukan yang paling umum dan jarang digunakan, namun demikian cara ini yang paling diminati karena memerlukan pemikiran cerdas dan logis dari pemecah masalah. Metode ini didasarkan pada pengukuran sinyal pada berbagai titik uji sepanjang rangkaian. Titik uji di sirkuit adalah titik di mana nilai tegangan diketahui oleh operator/teknisi. Teknik pemecahan masalah ini bergantung

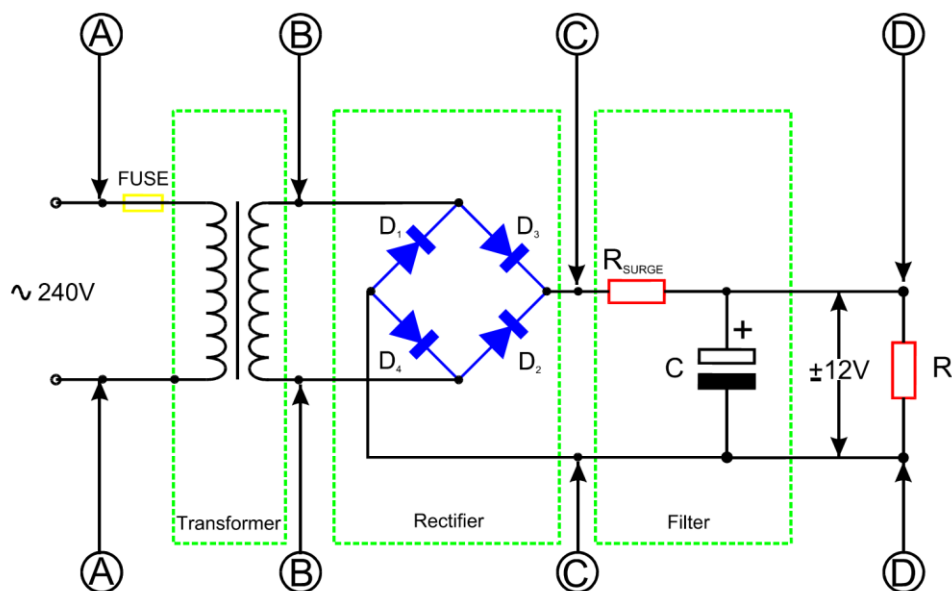
pada bagaimana menemukan letak suatu titik kesalahan, dimana sinyal menjadi tidak benar. Dengan demikian, operator/teknisi mengetahui bahwa masalahnya ada di bagian sirkuit tersebut, di antara titik di mana sinyal menjadi tidak benar, dan titik di mana sinyal tampak benar untuk yang terakhir kalinya. Dengan kata lain, operator/teknisi terus mempersempit bagian yang dicari dari sirkuit, sampai menemukan penyebabnya. Ada dua pendekatan dasar dalam melakukan signal tracing. Pada pendekatan pertama, pemeriksaan sinyal dimulai dari input, memeriksa secara berurutan titik uji menuju keluaran. Pemeriksaan dilakukan, sampai suatu titik, dengan sinyal yang salah ditemukan. Pendekatan kedua adalah mulai dari output dan bekerja mundur terhadap input dengan cara yang sama sampai sinyal yang benar muncul.

Analisis Kesalahan: Analisis kesalahan membutuhkan pengetahuan yang baik tentang teori dan pemikiran analitis yang baik. Ini bukan sesuatu, yang hanya bisa dipelajari dari buku, tapi juga bisa didapat melalui pemecahan masalah dan percobaan terus-menerus. Pertanyaan mendasar dalam analisis kesalahan adalah: "Apa gejala dalam sirkuit, jika komponen X rusak?" Untuk setiap aplikasi spesifik, tidak ada jawaban yang siap untuk pertanyaan ini. Jika memang begitu, banyak buku yang ditujukan untuk industri elektronik tidak ada gunanya. Namun, ada beberapa aturan, yang bisa dipatuhi, selama proses pencarian kesalahan, yaitu dukungan buku service manual. Salah satu tugas dari buku service manual adalah mengajarkan beberapa peraturan dasar apa yang harus dilakukan ketika dalam proses pencarian kesalahan. Sebagai contoh, mari kita periksa penyearah jembatan, untuk menggambarkan proses analisis kesalahan. Rangkaian blok penyearah jembatan yang bekerja dengan benar ditunjukkan pada [Gambar 4.2](#). Ini terdiri dari transformator, rectifier dan filter. Hasil tegangan uji, yang diambil dengan osiloskop ditunjukkan pada setiap titik uji digambarkan sehingga dapat diidentifikasi.



Gambar 4. 2. Diagram Blok Rectifier dalam keadaan baik

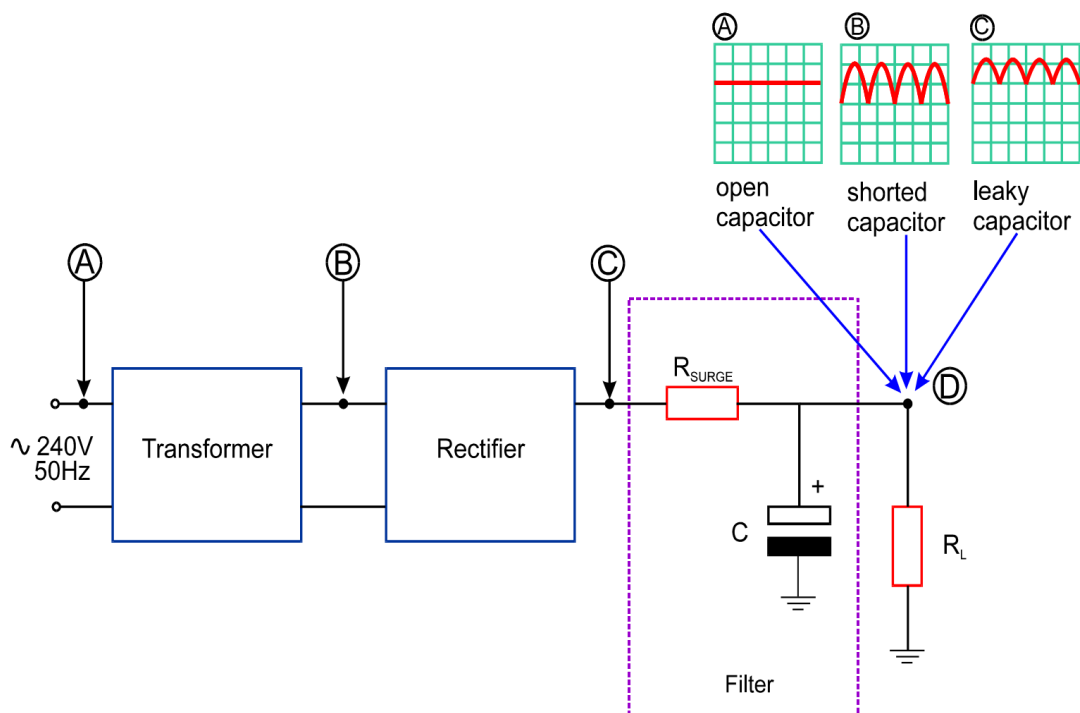
Diagram rangkaian penyearah jembatan yang sama digambarkan pada [Gambar 4.3](#). Sebuah jejak sinyal dilakukan mulai dari output sampai jejak menuju input. Analisis dari semua kemungkinan kesalahan di sirkuit ini diberikan di bawah ini:



Gambar 4. 3. Diagram Sirkuit dari Bridge Rectifier

Kesalahan Kapasitor Perata C. Ada tiga kemungkinan masalah. Kapasitor bisa menjadi rangkaian hubung singkat (*shorted capacitor*), terbuka (*open capacitor*) atau bocor (*leaky capacitor*). Jika rangkaian kapasitor mengalami hubung singkat, secara efektif membawa kedua terminal resistor beban bersama-sama dan karena itu tegangan keluarannya menjadi nol (0V). Hal ini diilustrasikan pada [Gambar 4.4a](#). Jika kapasitor terbuka ([Gambar 4.4b](#)), tidak meratakan tegangan output yang disuplai dari penyearah. Bentuk gelombang tegangan pada output tetap sama dengan bentuk

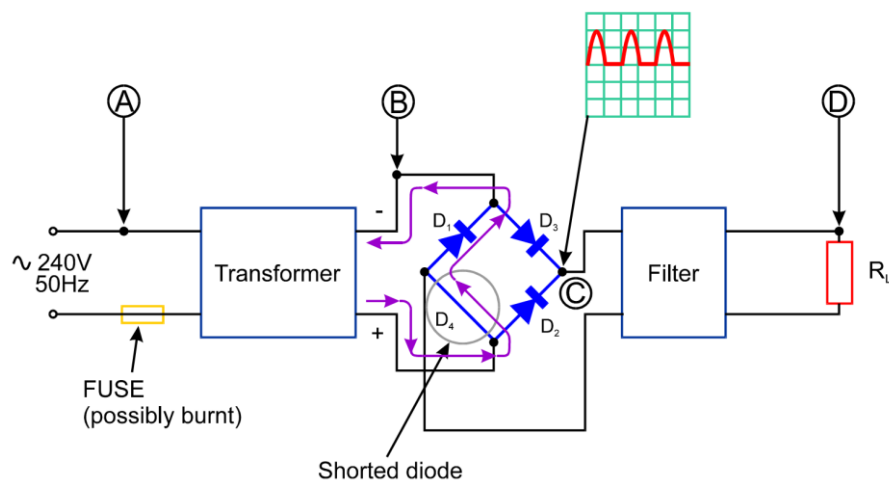
gelombang tegangan setelah penyearah. Oleh karena itu, bentuk gelombang pada titik C dan D adalah identik. Satu-satunya perbedaan adalah bahwa amplitudo tegangan pada titik D lebih kecil karena penurunan tegangan pada resistor R_{SURGE} . Akhirnya, jika kapasitor bocor, tegangan output akan muncul dengan riak yang meningkat pada output ([Gambar 4.4c](#)). Kapasitor bocor tampak seolah ada resistor bocor, dihubungkan secara paralel. Kebocoran resistor menurunkan waktu untuk pada saat pengosongan (discharge), sehingga riak tegangan meningkat pada output.



Gambar 4. 4. Gejala Kapasitor Gagal Pada Rangkaian Penyearah

Kesalahan resistor R_{SURGE} . Hanya ada satu kemungkinan kondisi yang salah, yaitu panas berlebihan pada resistor R_{SURGE} (R lonjakan muncul sebagai rangkaian terbuka). Hal ini terjadi, bila arus yang berlebihan mengalir melewatinya. Arus yang berlebihan mengalir melalui R_{SURGE} jika terminal keluaran dalam kondisi terhubung singkat, arus mengalir maksimum pada R_{SURGE} atau tanda-tanda yang sama jika kapasitor hubung singkat. Dalam kedua kasus kemungkinan R_{SURGE} menjadi panas dan terbakar dengan cepat. R_{SURGE} mengamankan sirkuit dan mencegah terbakarnya dioda yang lebih mahal harganya daripada resistor. Tegangan output dalam kasus ini adalah nol. Sebelum mengganti R_{SURGE} pastikan bahwa kapasitor atau terminal output dari rangkaian tidak hubung singkat dan jalur konduktif dari PCB tidak korslet.

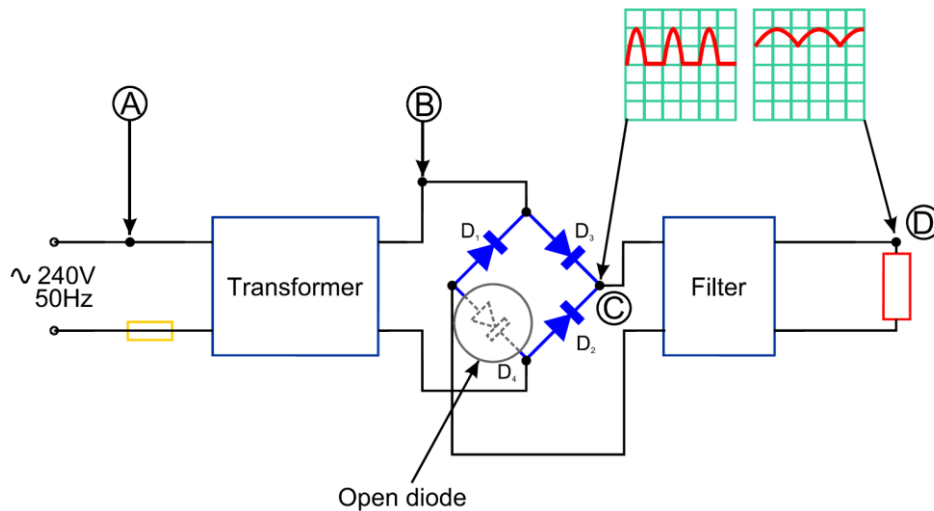
Dioda Hubung Singkat: Sebuah dioda hubung singkat muncul sebagai jumper antara titik-titik koneksi, karena ia melakukan arah inboth saat ini. **Gambar 4.5** mengilustrasikan arus yang mengalir di sirkuit, ketika dioda D4 disingkat. Selama periode setengah positif, arus mengalir melalui D3 dan D4 seperti biasa. Dioda horten menunjukkan nol perlawanan di kedua arah dan tampak untuk rangkaian seolah-olah hanya bias maju. Jadi, periode setengah positif muncul seperti normal pada titik C. Namun, selama periode setengah negatif gambar berubah. Arus sekarang mengalir melalui D1 dan D4, bukan melalui rangkaian lainnya, karena kedua dioda ini, yang dihubungkan secara seri memberikan jalan yang kurang tahan. Secara efektif gulungan sekunder adalah arus pendek dan arus yang berlebihan mengalir melewatinya. Dengan demikian, dioda D4 bisa rusak cukup cepat, karena overheating. Kenaikan arus pada gulungan sekunder meningkatkan arus pada belitan utama. Jika sirkuit benar menyatu, sekering pada gulungan primer harus meniup. Jika ini bukan kasus diode D1 terlalu panas (dan bahkan mungkin terbakar) dan voltase pada titik uji C memiliki bentuk yang ditunjukkan pada **Gambar 4.5**. Dengan beberapa pemikiran Anda dapat menganalisis apa yang terjadi di sirkuit ketika beberapa dioda lain keluar, atau ketika dua atau lebih dioda keluar secara singkat.



Gambar 4. 5. Gejala dioda hubung singkat

Dioda Terbuka: Mari kita asumsikan bahwa dioda yang sama (D4) terbuka. Tidak ada arus yang mengalir melalui dioda terbuka di kedua arah. Selama periode setengah negatif, dioda ini tampak pada sirkuit dengan bias balik, dan karena itu tidak berdampak pada tegangan keluaran. Namun, selama periode setengah positif, jalur untuk arus terputus dan tidak ada tegangan yang muncul pada output. Dengan kata

lain, rangkaian bekerja sebagai penyearah setengah gelombang. Hal ini dapat dideteksi oleh riak-riak yang lebih besar pada tegangan keluaran. Selain itu, frekuensi riak adalah 50Hz, bukan 100Hz. Hal ini diilustrasikan pada [Gambar 4.6](#). Demikian pula, rangkaian dapat dianalisis untuk dioda terbuka lainnya.



Gambar 4. 6. Gejala diode kondisi terbuka

Kerusakan Transformator: Transformator rusak, ini bukan kesalahan yang sangat umum, jika terjadi dalam urutan kerja yang baik, transformator harus diperiksa. Beberapa kesalahan mungkin dilakukan: gulungan primer atau sekunder dapat dibuka atau sebagian korsleting. Jika salah satu gulungan terbuka, maka tidak ada tegangan yang diaplikasikan ke alur lainnya. Ini jelas menghasilkan tegangan 0V pada output. Jika tegangan jatuh berada di gulungan primer atau sebagian korsleting, rasio belitan transformator akan meningkat secara efektif. Tegangan pada prospek sekunder juga meningkat; Dengan demikian, tingkat tegangan pada kecepatan tinggi. Kumparan sekunder yang sebagian korsleting rasio gulungan transformator turun. Tegangan yang diberikan ke penyearah lebih rendah; Dengan demikian, tingkat tegangan juga lebih rendah.

Sekering Terbakar: Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, ini terjadi saat salah satu dioda terjadi hubung singkat. Jadi, sebelum mengganti sekeringnya, dioda harus diperiksa. Sebuah gulungan kumparan primer atau sekunder yang sebagian hubung singkat juga dapat meningkatkan arus melalui sekering, sehingga sekering menjadi terbakar/putus. Dengan demikian, transformator juga harus diuji sebelum mengganti sekeringnya.

Sumber Daya listrik: Kedengarannya sepele, tapi jika kabel daya tidak terpasang, atau tombol suplai power tidak dinyalakan, sirkuit pasti tidak berfungsi. Jika Anda telah memeriksa seluruh rangkaian dari keluaran hanya untuk mengetahui bahwa inilah masalahnya, maka disarankan untuk memulai melakukan pemeriksaan dari masukan!

Ringkasan: Mengatasi masalah sirkuit elektronik melibatkan tiga langkah, yang harus dilakukan dalam urutan tertentu.

- **Langkah pertama;** adalah mengidentifikasi cacat pada rangkaian. Rangkaian yang rusak dapat didefinisikan sebagai satu kesalahan parameter, di mana parameter masukannya benar, namun parameter outputnya salah.
- **Langkah kedua;** meliputi analisis kesalahan dan penentuan kemungkinan penyebabnya. Berbagai teknik bisa diaplikasikan disini. Yang paling umum adalah: cek catu daya, pemeriksaan sensorik (visual, menggunakan sentuhan, bau dll), penggantian komponen dan pelacakan sinyal. Penggantian komponen adalah teknik pemecahan masalah yang sangat efektif dan bekerja dengan baik untuk teknisi elektronik berpengalaman. Pelacakan sinyal melibatkan pengukuran tegangan pada tiap titik uji, sampai ditemukan tegangan dengan nilai yang salah. Ini adalah teknik yang paling sulit, namun disukai oleh seorang teknisi ahli, karena membutuhkan kemampuan pengetahuan yang baik tentang dukungan teori, dan beberapa pemikiran logis.
- **Langkah ketiga;** dari proses pemecahan masalah adalah memperbaiki masalah. Hal ini bisa dilakukan dengan penggantian komponen, memperbaiki hubungan solder yang jelek dan sebagainya.
- **Langkah Penutup:** Sebelum melakukan penggantian komponen, temuan gejala kerusakan dilaporkan kepada pihak terkait (atasan langsung) sesuai prosedur kerja perusahaan.

4.2. Gambar gambar teknik dipilih dan dipilah berdasarkan fungsi, tipe dan peruntukannya.

Setelah membaca sub-unit kompetensi ini, peserta diklat seharusnya dapat belajar tentang:

- Bagaimana diagram skematik elektronik digunakan oleh teknisi dalam pemecahan masalah dan perbaikan

- Bagaimana memahami dan menciptakan alat-alat penting dalam pemecahan masalah dan memahami perangkat elektronik
- menggunakan simbol skematik elektronik
- membaca Schematics Elektronik
- memahami pentingnya diagram gambar/piktorial dan blok
- mencari dokumentasi seperti datasheet, service manual dari pabrik pembuat
- Menerapkan skema tipikal untuk berbagai jenis peralatan elektronik

Dalam peralatan elektronik, telah terjadi perubahan terus menerus menuju kompleksitas dan peningkatan miniaturisasi. Tren ini membuat pemecahan masalah dan diagnosis semakin sulit. Sebagai contoh, untuk pengontrol gerak elevator di gedung publik, taruhannya tinggi, karena ada padam, bahkan selama satu jam, bisa menyamakan biaya yang besar. Selain itu, ada masalah kesehatan dan keselamatan yang mengintensifkan skenario. Pertimbangkan sebuah bank lift di fasilitas kesehatan yang lumpuh karena kegagalan komponen diskrit tunggal yang disolder di tempat di salah satu dari banyak papan sirkuit.

Terkadang, perangkat yang terbakar, kawat atau penghentian akan mengungkapkan titik kegagalan, namun lebih dari itu, sirkuit hanya akan menatap Anda kembali. Alat uji diagnostik mungkin menunjukkan jalannya, tapi Anda masih harus tahu di mana mencarinya. Tanpa diragukan lagi, aset tunggal terbesar dalam bekerja melalui teka-teki semacam itu adalah diagram skematisnya. Dalam sebuah wawancara kerja, pemohon akan ditanya, "Bisakah Anda membaca skema?" Jawabannya tidak selalu jelas: beberapa skema adalah model kejelasan dan menyampaikan informasi yang diinginkan secara efektif dan tanpa ambiguitas, sementara yang lain berantakan dan tidak terorganisir.

Diagram

Pabrikan umumnya menyediakan tiga jenis (dengan sub tipe) diagram sebagai bagian dari dokumentasi yang menyertai peralatan elektronik. Selain skema, ada diagram bergambar dan blok.

Gambar (Piktorial)

Diagram bergambar terdiri dari foto atau gambar hingga skala, menunjukkan komponennya karena berada secara fisik di sasis atau papan sirkuit. Grafis ini sangat membantu jika perbaikan telah dilakukan dengan berhasil mengembalikan semuanya tanpa kerusakan. Dalam elektronik, ada beberapa aspek mekanis yang penting untuk pekerjaan itu, seperti ketika unit motor/pompa harus dipisahkan untuk diperbaiki dan kemudian dipasang kembali. Tampilan yang meledak, semacam diagram bergambar, sangat membantu.



Gambar 4. 7. Sebuah representasi gambar piktorial dari VFD-Variable Frequency

Saat berhadapan dengan majelis elektromekanis yang kompleks dan menantang dan tidak ada diagram gambar yang tersedia - pendekatan yang baik adalah mengambil foto digital dengan resolusi tinggi dari peralatan pada berbagai tahap pembongkaran. Ini bisa membantu dalam menghubungkan kembali kabel dengan benar. Kabel yang salah hubungan (dihubungkan) telah diketahui apa penyebab kegagalan.

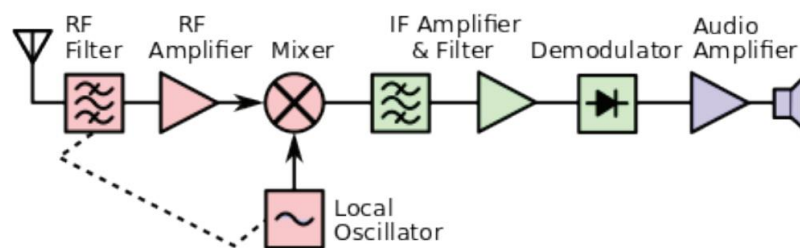
Blok

Diagram Blok: Diagram blok sering digunakan untuk menampilkan sub-sistem fungsional yang ada di dalam perangkat elektronik yang kompleks. Setiap sub-sistem utama diberi blok tersendiri dan dikenali fungsinya. Aliran sinyal umumnya dari kiri ke kanan, tapi ini bisa dimodifikasi bila diperlukan. Yang paling penting adalah arah arus dari blok ke blok sudah benar.

Diagram lain yang biasanya disertakan dalam dokumentasi pabrik pembuat adalah diagram blok. Di sini, komponen individual dan kabel sirkuit tidak digambarkan.

Sebagai gantinya, tahap utama dalam peralatan elektronik ditunjukkan dengan garis tunggal yang menunjukkan daya dan informasi menurun di antara tahap-tahap. Jenis diagram ini memberikan gambaran bagus tentang peralatan dan sangat membantu sebagai pendekatan awal dalam penilaian kegagalan dan diagnosis.

Sejak penemuan penerima radio superheterodyne ([Gambar 4.8](#)) pada awal abad 20, desain ini telah mendominasi komunikasi radio, dan juga digunakan di televisi (TV). Osilator, yang disetel dalam sinkronisasi dengan pemancar frekuensi radio (RF) yang memilih siaran dari berbagai frekuensi, memasok energi listrik yang dicampur di blok mixer dengan sinyal RF, dan agar lebih mudah diatur perlu diubah di frekuensi perantara. Sinyal ini kemudian diperkuat, didemodulasi dan dikuatkan lagi dalam tahap audio dan, akhirnya, diumpankan ke speaker.



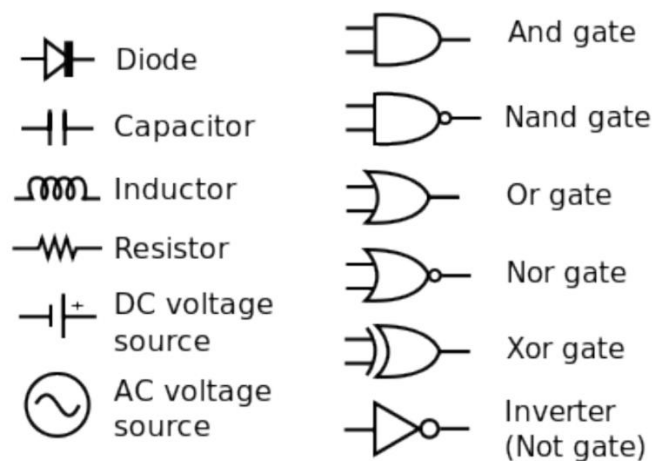
Gambar 4. 8. Diagram blok aliran sinyal pada penerima radio superheterodyne: aliran daya sengaja dihilangkan untuk kejelasan.

Skema

Sejauh ini, item tunggal yang paling membantu dalam dokumentasi produsen adalah diagram skematik, disertai daftar bagian. Ini mungkin terdiri dari satu halaman atau banyak halaman, yang terikat spiral sehingga akan Nampak lebih rumit di meja kerja. Bila diagram skematik, karena ukuran dan kompleksitas, beberapa halaman, setiap halaman akan memiliki penghentian yang menunjukkan interkoneksi. Tampaknya ini bisa menjadi sumber kebingungan, namun sebenarnya cukup mudah digunakan, karena setiap halaman berisi informasi yang berkaitan dengan fungsi spesifik, jadi fokusnya terbatas pada satu halaman saja.

Diagram skematik, yang berlawanan dengan diagram bergambar/piktorial, tidak menggambarkan komponen seperti sebenarnya. Sebagai gantinya digunakan, simbol, dan yang terkait erat sesuai dengan standar internasional. Simbol ini sangat intuitif, tidak menunjukkan tampilan komponennya, tapi bagaimana kinerjanya. Pertimbangkan, misalnya, simbol skematis untuk resistor, kapasitor dan induktor.

Simbol skematis untuk sebuah resistor didasarkan pada suatu waktu ketika komponen dibentuk dari segmen kawat panjang yang dibungkus sedemikian rupa sehingga menghindari induktansi. Saat ini, kebanyakan resistor terdiri dari karbon dan bahan lainnya digabungkan sehingga memiliki nilai tahanan yang dibutuhkan, meski resistor kawat tetap digunakan dalam aplikasi presisi tinggi. Saat arus masuk melalui resistor, tegangan turun, dan kelebihan energi listrik dihamburkan dalam bentuk panas. Panas yang dihamburkan sebanding dengan kuadrat jumlah arus dikalikan dengan nilai resistansi, yang dinyatakan sebagai I^2R . Insinyur menyatakan tentang kehilangan daya I^2R pada perangkat atau konduktor yang memiliki nilai tahanan.



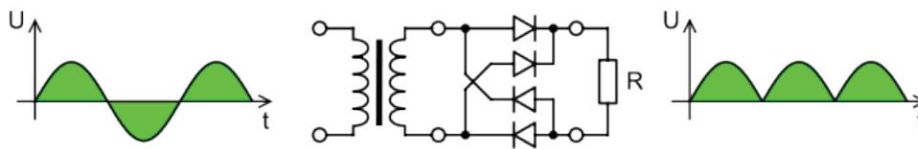
Gambar 4. 9. Skema simbol untuk komponen elektronik

Simbol skematik untuk dioda memiliki anoda dan katoda, dan ini terbukti dari melihat simbol arus yang akan jatuh ke satu arah saat bias maju, namun tidak ke arah lain bila bias terbalik. Simbol skematis untuk induktor dengan jelas menyampaikan gagasan tentang gulungan kawat. Induktor teras udara ditunjukkan. Jika satu atau lebih garis ditambahkan sejajar dengan gulungan, perangkat memiliki inti besi. Simbol untuk kapasitor juga cukup intuitif. Dua pelat paralel ditunjukkan dengan lead yang terbawa, dan ada celah di antara keduanya sesuai dengan lapisan dielektrik. Sebuah kapasitor dunia nyata dapat digulung untuk membentuk silinder, namun simbol tersebut menyampaikan gagasan tersebut secara skematis.

Simbol untuk gerbang digital menjadi semakin intuitif dengan eksposur. Perhatikan bahwa sebuah gerbang mungkin memiliki satu atau lebih input tapi selalu satu output. Lingkaran bulat pada output menunjukkan input terbalik pada perangkat. Garis

cekung pada input menunjukkan perangkat adalah gerbang logika digital OR atau salah satu turunannya.

Gambar 4.10 menunjukkan daya input (biasanya standar arus udara 120-VAC) pada keluaran DC yang tidak bergejolak dengan arus di sebelah kanan. Empat dioda disusun untuk memberikan rectification gelombang penuh tanpa perlu pembungkus pusat. Simbol untuk resistor adalah varian. Skema menunjukkan polarisasi yang benar untuk dua pasang dioda. Trafo daya selalu memiliki inti besi, seperti yang ditunjukkan.



Gambar 4. 10. Skema penyearah gelombang penuh

Dengan latihan, skema yang semakin kompleks bisa dibaca sehingga tujuan dari berbagai komponen menjadi jelas dan daya dan aliran sinyal terpahami. Skema yang teruji dengan baik mematuhi standar ini. Setiap improvisasi atau usaha untuk meniru simbol secara definitely tidak pada tempatnya dan akan menghambat interpretasi yang efisien dan akurat. Katalog lengkap simbol skematik, termasuk banyak variasi semikonduktor, dapat ditemukan di Internet, dan disarankan agar Anda mencetak, mengeposkan meja kerja dan menyimpan di komputer sebagai grafik simbol-simbol ini.

Selain konvensi untuk simbol skematik individu, ada konvensi bagaimana tata letak keseluruhan direalisasikan. Diagram skematik tidak berhubungan dengan posisi komponen dunia nyata pada sasis atau papan sirkuit. Tujuannya adalah untuk menunjukkan koneksi logis dan listrik. Dalam diagram skematik, simbol komponen diposisikan sehubungan dengan aliran daya dan arus informasi, dan sesuai dengan konvensi. Teknisi elektronik berpengalaman memahami konvensi ini. Dengan pengalaman dalam menganalisa skema dan membandingkannya dengan papan sirkuit aktual dan peralatan elektronik secara keseluruhan, pekerja menginternalisasi konvensi ini sehingga diagram skematis masuk akal sejak awal.

Konsultasikan skematis dengan orang yang ahli dan kemudian mempertimbangkan gejala yang ditunjukkan sehubungan dengan peralatan yang sedang diselidiki, hal ini

bertujuan untuk memastikan lokasi kesalahan umum, jika tidak tepat. Mengacu pada skematis, setelah area umum kesalahan ditemukan, beberapa teknik tersedia untuk menunjukkan masalah. Misalnya, mikroprosesor yang tidak normal panas mungkin rusak dan tidak berfungsi. Jika tidak hangat sama sekali (yaitu, pada suhu kamar), perangkat tidak menerima, atau tidak melewati arus. Jika suhu kerja tidak normal, microchipnya tidak baik secara internal atau perangkat rusak (biasanya korsleting atau terbuka), dan energi listrik tidak berjalan ke tempat yang seharusnya.

Penyelesaian masalah

Diagnosis menjadi lebih sulit saat kesalahan operasional terputus-putus. Hal ini mungkin disebabkan oleh retakan kecil yang hampir tidak terlihat pada alat atau konduktor yang mengembang saat suhu kritis tercapai. Kadang-kadang mungkin untuk menerapkan sejumlah kecil panas ke komponen atau konduktor yang dipertanyakan untuk menimbulkan kesalahan. Semprotan pendinginan, dibuat untuk tujuan itu, kadang-kadang untuk sementara memulihkan operasi untuk tujuan diagnostik. Diagram skematik akan selalu membawa Anda ke kesalahan.

Apa yang sulit (terkadang agak sulit, kadang sangat sulit) adalah menemukan komponen, seperti yang ditunjukkan pada skematik, pada papan sirkuit atau chassis cetak yang sebenarnya. Dengan miniaturisasi yang meningkat, berikut konduktor cetak di sisi sebaliknya papan sirkuit dan lokasi dan mengidentifikasi penghentian perangkat (node) dan simpul rangkaian menjadi semakin sulit. Lokasi perangkat pada papan sirkuit ditentukan oleh banyak faktor, termasuk impedansi karakteristik dari jejak sirkuit cetak, penentuan posisi perangkat untuk mengurangi efek termal dan elektromagnetik, dan sebagainya.

Sangat mudah untuk merusak perangkat terdekat dan/atau papan sirkuit itu sendiri saat komponen pematian dan pematerian. Jika perangkat yang mengalami kegagalan berada di tempat umum dan mudah mengganti suku cadang, pilihan terbaik mungkin untuk mengganti satu (atau lebih) keseluruhan papan sirkuit untuk mengembalikan operasi dengan cepat. Namun, ini tergantung pada ketersediaan. Pertimbangkan juga bahwa:

- Seluruh papan sirkuit sangat mahal. Ini karena, untuk peralatan khusus, mereka diproduksi dalam jumlah yang relatif kecil.

- Karena mengandung sejumlah besar perangkat gerbang terisolasi transistor oksida logam-oksida-semikonduktor (metal-oxide-semiconductor field-effect transistor) yang serupa dengan konfigurasi semikonduktor oksida logam komplementer (*complementary metal-oxide-semiconductor configurations*), papan sirkuit modern dapat langsung rusak oleh sejumlah kecil listrik statis. Masalah serius adalah bahwa papan sirkuit yang rusak dengan cara ini tidak menunjukkan tanda kerusakan. Teknisi mungkin berasumsi bahwa karena substitusi gagal menyelesaikan masalah, kesalahan harus berada di tempat lain.
- Sebuah papan sirkuit mungkin rusak akibat tegangan atau panas yang berlebihan yang berasal dari luar. Masalah yang terkait muncul saat kipas pendingin, mungkin karena bantalan yang buruk, catu daya, sensor atau kabel kontrol, gagal melakukan fungsi pendinginannya. Juga, cari ventilasi pendingin tersumbat atau tersumbat atau suhu lingkungan yang tinggi.

Untuk alasan di atas, terkadang lebih masuk akal mengganti komponen individual di papan sirkuit. Hal ini terutama berlaku bila Anda tidak berurusan dengan outage (penghentian pekerjaan) di tempat umum. Misalnya, Anda mungkin telah mengganti papan sirkuit yang buruk dan ingin menjadikannya sebagai cadangan. Ada tutorial online dan buku cetak dan artikel yang tersedia yang mencakup teknik solder dan perbaikan papan sirkuit secara rinci.

Penutup: Skema elektronik sekaligus menantang, namun user menjadi friendly untuk teknisi yang peduli menggunakan dokumen skema elektronik untuk melakukan perawatan dan perbaikan. Tanpa skema dan dokumentasi lainnya, tugas yang ada jauh lebih sulit, dan kemungkinan keberhasilan sangat berkurang.

4.3. Komponen, bagian dan modul dalam gambar diidentifikasi dengan benar sesuai dengan fungsinya.

Identifikasi komponen sirkuit dan simbol skematiknya

Semua komponen listrik dan elektronik diberi data teknis nilai arus, tegangan, dan nilai lainnya yang berbeda, tergantung penggunaannya. Mengganti komponen listrik dan elektronik dengan salah satu dari nilai yang berbeda dapat menghadirkan bahaya keamanan serius bagi orang yang menggunakan peralatan ini. Jika Anda harus

mengganti komponen listrik dan elektronik kapan saja, pastikan selalu, tegangan, dan peringkat listrik pengganti lainnya sesuai dengan yang asli. Untuk dapat mengenali atau mengatasi masalah perangkat elektronik, Anda harus terbiasa dengan terminologi dan simbol yang benar yang digunakan untuk mengidentifikasi mereka. Salah satu cara yang tepat dalam mengidentifikasi komponen elektronik adalah melalui datasheet komponen dan penggunaannya.

Selain itu, untuk memastikan keamanan publik dari bahaya sengatan listrik dan api, komponen standard harus memberikan jaminan dan menyetujui bahwa komponen listrik dan elektronik yang digunakan dapat memberikan perlindungan keamanan. Setiap komponen harus diuji sebelum bisa dijual ke pasar. Untuk itu dalam mengganti komponen, selalu gunakan hanya dengan peralatan yang telah mendapat lisensi melalui standar uji. Lisensi uji komponen harus dapat dilihat dengan jelas pada komponen atau pakatnya.

Datasheet: Komunikasi merupakan bagian penting dari rekayasa dan "komunikasi" yang menyiratkan kejelasan dan pengertian.

Lembar data kertas (atau elektronik) adalah hubungan komunikasi penting antara individu atau perusahaan dengan kebutuhan yang berbeda secara diametris, yaitu antara penjual dan pembeli. Kepada calon pelanggan, lembar data adalah perusahaan. Pembaca biasanya tidak akan mengomentari kesalahan kecil, namun kesalahan ejaan, tata bahasa, atau teknis dicatat dan spesifikasi yang hilang atau membingungkan mencerminkan langsung kredibilitas dan kinerja yang diharapkan dari perusahaan. Lembar data sering dianggap oleh pembeli sebagai dokumen hukum dan jaminan kinerja produk.

Lembar data juga dapat digunakan dalam satu perusahaan antara individu dengan sudut pandang atau latar belakang yang berbeda, yaitu antara produk manufacturer desain dan pemasaran produk, atau antara rekayasa sistem pengguna dan inspeksi masuk.

Lembar data harus mencakup semua informasi yang dibutuhkan oleh pengguna untuk merancang produk ke dalam sistemnya dan untuk menentukan tingkat kinerja yang dapat diterima dalam sistem tersebut. Makna dari setiap istilah dan simbol yang

digunakan harus sesuai dengan standar industri yang telah ditetapkan atau dijelaskan dalam lembar data. Produk yang ingin ditangani oleh individu yang dilatih di bidang lain mungkin memerlukan informasi tambahan atau berbeda

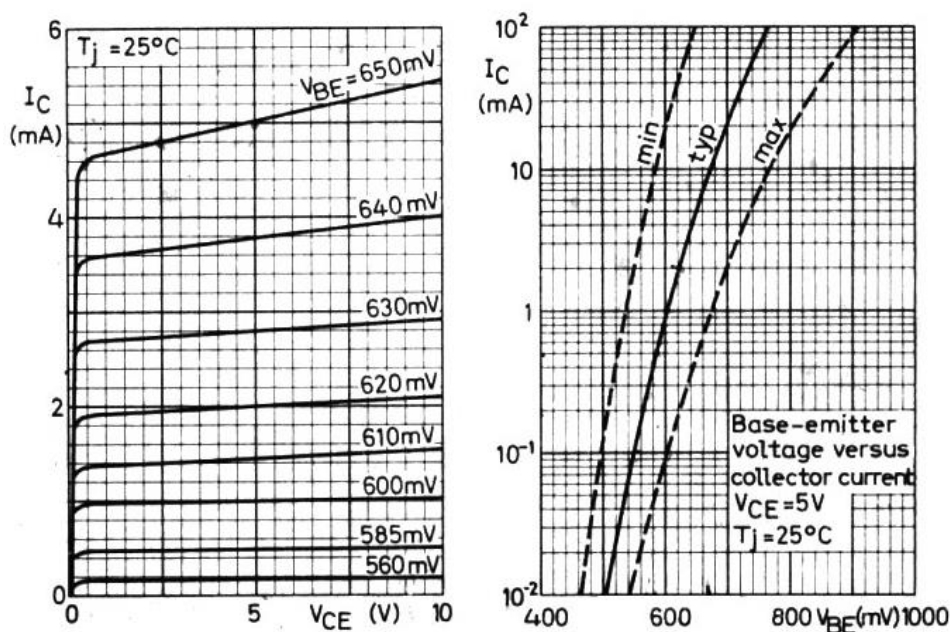
Yang penting, apakah lembar data tertentu dipahami sama dengan yang dimaksudkan? Dijelaskan di sini adalah beberapa komponen lembar data dengan penekanan pada komunikasi antara penulis dan pembaca. Ini dimaksudkan sebagai tutorial baik bagi penulis maupun pembaca.

Pembacaan Datasheet Transistor BC107

Beberapa kurva berikut memperlihatkan karakteristik dari transistor BC107 yang dikeluarkan oleh Philips Firma. Dengan menggunakan datasheet, maka perhitungan dan pendekatan perancangan sistem diharapkan dapat dilakukan dengan mudah dan cepat. Datasheet karakteristik dinamik transistor BC107 (Philips Firma) diperlihatkan pada Gambar dan tabel berikut:

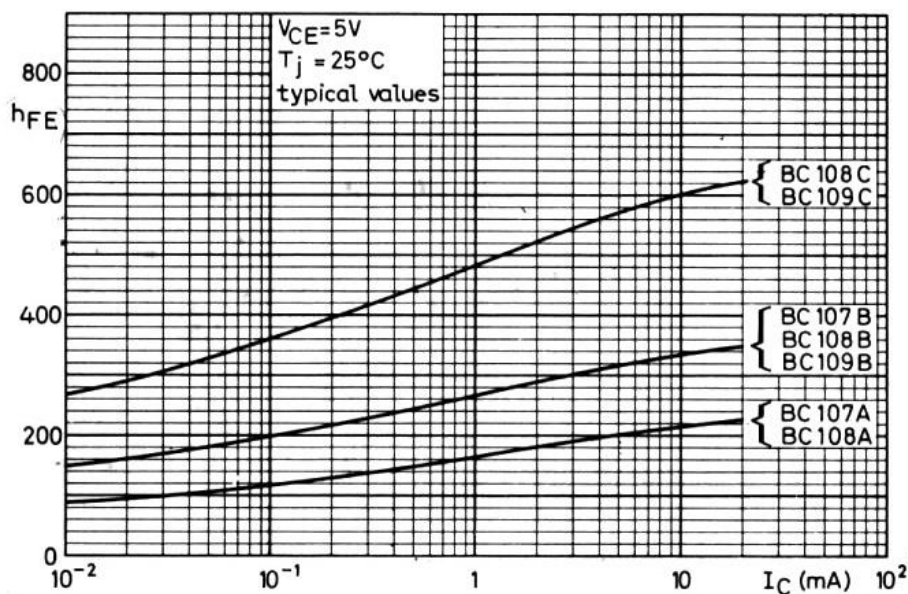
CHARACTERISTICS		$T_j = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified		
		BC107A BC108A	BC107B BC108B BC109B	BC108C BC109C
<u>D.C. current gain</u>				
$I_C = 10\ \mu\text{A}; V_{CE} = 5\ \text{V}$	h_{FE}	> 90	40	100
	typ.	90	150	270
$I_C = 2\ \text{mA}; V_{CE} = 5\ \text{V}$	h_{FE}	> 110	200	420
	typ.	180	290	520
	<	220	450	800
<u>h parameters at $f = 1\ \text{kHz}$ (common emitter)</u>				
$I_C = 2\ \text{mA}; V_{CE} = 5\ \text{V}$	h_{ie}	> 1.6	3.2	6 $\text{k}\Omega$
Input impedance	typ.	2.7	4.5	8.7 $\text{k}\Omega$
	<	4.5	8.5	15 $\text{k}\Omega$
Reverse voltage transfer ratio	h_{re}	typ. 1.5	2	3 10^{-4}
Small signal current gain	h_{fe}	> 125	240	450
	typ.	220	330	600
	<	260	500	900
Output admittance	h_{oe}	typ. 18	30	60 $\mu\Omega^{-1}$
	<	30	60	110 $\mu\Omega^{-1}$
<u>Base-emitter voltage</u>				
$I_C = 2\ \text{mA}; V_{CE} = 5\ \text{V}$	V_{BE}	typ. 620	550 to 700	mV
$I_C = 10\ \text{mA}; V_{CE} = 5\ \text{V}$	V_{BE}	< 770		mV

Gambar 4. 11. Datasheet Transistor BC107 dari Philips

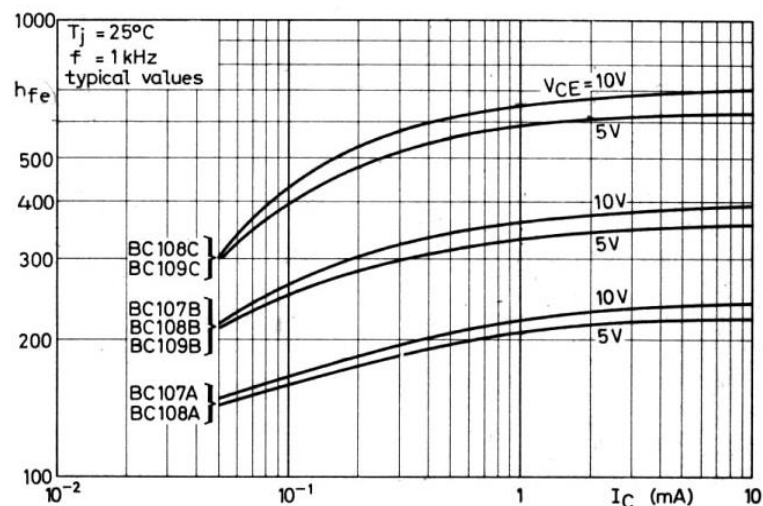


Gambar 4. 12. Kurva perubahan arus kolektor $I_C = f(V_{CE}, V_{BE})$

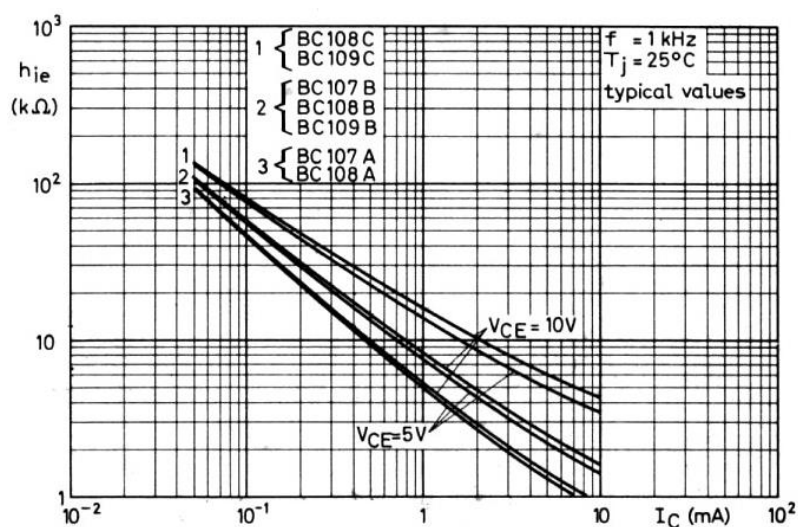
Akibat perubahan temperatur mengakibatkan nilai tegangan basis emitor (V_{BE}) bergeser dari nilai tipikal ke minimal dan nilai maksimal. Pada arus kolektor 2mA nilai tipikal V_{BE} adalah 0,62V, turun ke nilai minimal sekitar 0,55V dan naik sebesar 0,7V



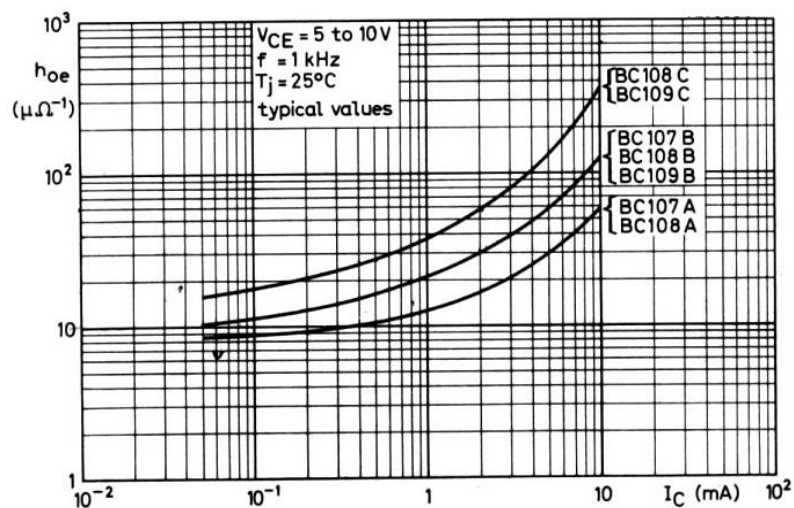
Gambar 4. 13. Kurva Penguatan arus DC (h_{FE}) terhadap arus kolektor (I_C)



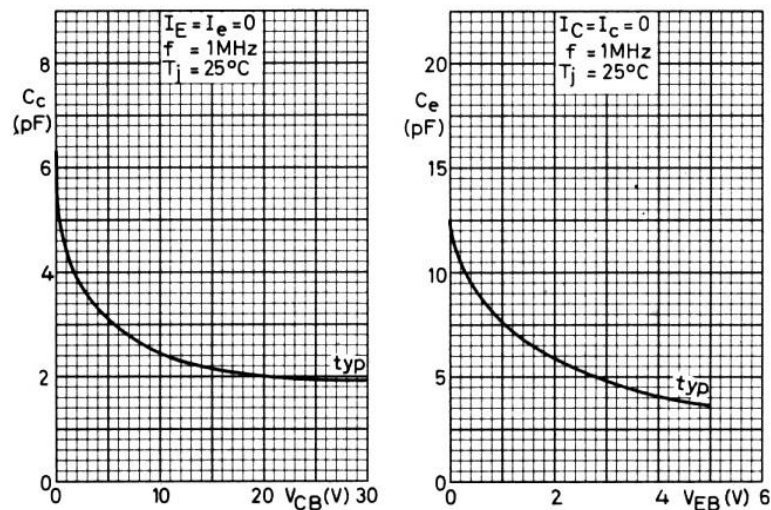
Gambar 4. 14. Kurva penguatan arus AC (h_{fe}) terhadap arus kolektor (I_C)



Gambar 4. 15. Kurva resistansi masukan (h_{ie} , r_{BE}) terhadap arus kolektor I_C .



Gambar 4. 16. Kurva resistansi keluaran kolektor-emitor $V_{CE} = 1/h_{oe}$



Gambar 4. 17. Kurva kapasitansi parasit kolektor-basis (C_c) dan emitor-basis (C_e)

Parameter Transistor pada arus $I_C = 2\text{mA}$

- Tahanan masukan basis-emitor ($r_{BE} = h_{ie} = h_{11}$)
 $= 3,2\text{k}\Omega$ (min)
 $= 4,5\text{k}\Omega$ (nom)
 $= 8,5\text{k}\Omega$ (mak)
- Tahanan keluaran kolektor-emitor ($r_{CE} = 1/h_{oe} = 1/h_{22}$)
 $= 16,7\text{k}\Omega$ (min)
 $= 33,3\text{k}\Omega$ (mak)
- Penguatan arus statis DC ($\beta_{DC} = h_{FE}$)
 $= 200$ (min)
 $= 290$ (nom)
 $= 450$ (mak)
- Penguatan arus dinamis $\beta = h_{fe} = h_{21}$
 $= 240$ (min)
 $= 330$ (nom)
 $= 500$ (mak)
- Tegangan basis-emitor (V_{BE}) pada arus 2mA
 $= 0,62\text{Volt}$

Catatan:

Sesuai dengan acuan perhitungan dan tuntutan dari spesifikasi, maka semua nilai diatas dipilih pada arus kolektor 2mA

4.4. Simbol simbol dalam gambar diidentifikasi, diartikan dengan benar.

Untuk membaca dan memahami diagram elektronik atau skema elektronik, untuk itu pengetahuan tentang simbol dasar dan konvensi harus dipahami.

IDENTIFIKASI simbol yang digunakan pada diagram blok elektronik, cetakan elektronik dan skema, untuk komponen.

Anda mungkin harus merakit perangkat di sirkuit dari rencana atau gambar di mana simbol digunakan untuk mewakili perangkat dan komponen listrik dasar. Meskipun beberapa rencana menggunakan gambar perangkat dan bukan simbol, Anda harus terbiasa dengan simbol sehingga Anda dapat mengidentifikasi setiap perangkat individual. Tidak semua simbol dari komponen listrik, komponen elektronik, rangkaian elektronik dinyatakan dalam standar, namun demikian secara umum kebanyakan simbol bisa dikenali dengan mudah oleh seorang insinyur.

Schematics adalah peta berguna untuk merancang, membangun, dan mengatasi masalah sirkuit. Memahami cara membaca dan mengikuti skema adalah keterampilan penting bagi insinyur elektronika. Unit kompetensi ini bertujuan untuk memberikan kemampuan dalam membaca, mengidentifikasi skematik dan simbol.

Diagram blok dan diagram skematik elektronik

Cetakan elektronik terbagi menjadi dua kategori dasar, yaitu skema elektronik dan diagram blok. Skema elektronik mewakili kategori gambar elektronik yang paling rinci. Mereka menggambarkan setiap komponen dalam sebuah rangkaian, informasi teknis komponen (seperti peringkatnya), dan bagaimana masing-masing komponen dihubungkan ke sirkuit. Diagram blok adalah jenis gambar yang paling sederhana.

Sesuai dengan namanya, diagram blok mewakili bagian, komponen, atau sistem apa pun sebagai bentuk geometris sederhana, dengan setiap blok mampu mewakili komponen tunggal (seperti relay) atau keseluruhan sistem. Penggunaan gambar yang dimaksudkan menentukan tingkat detail yang diberikan oleh masing-masing blok. Bab ini akan meninjau simbol dan konvensi dasar yang digunakan pada kedua jenis gambar.

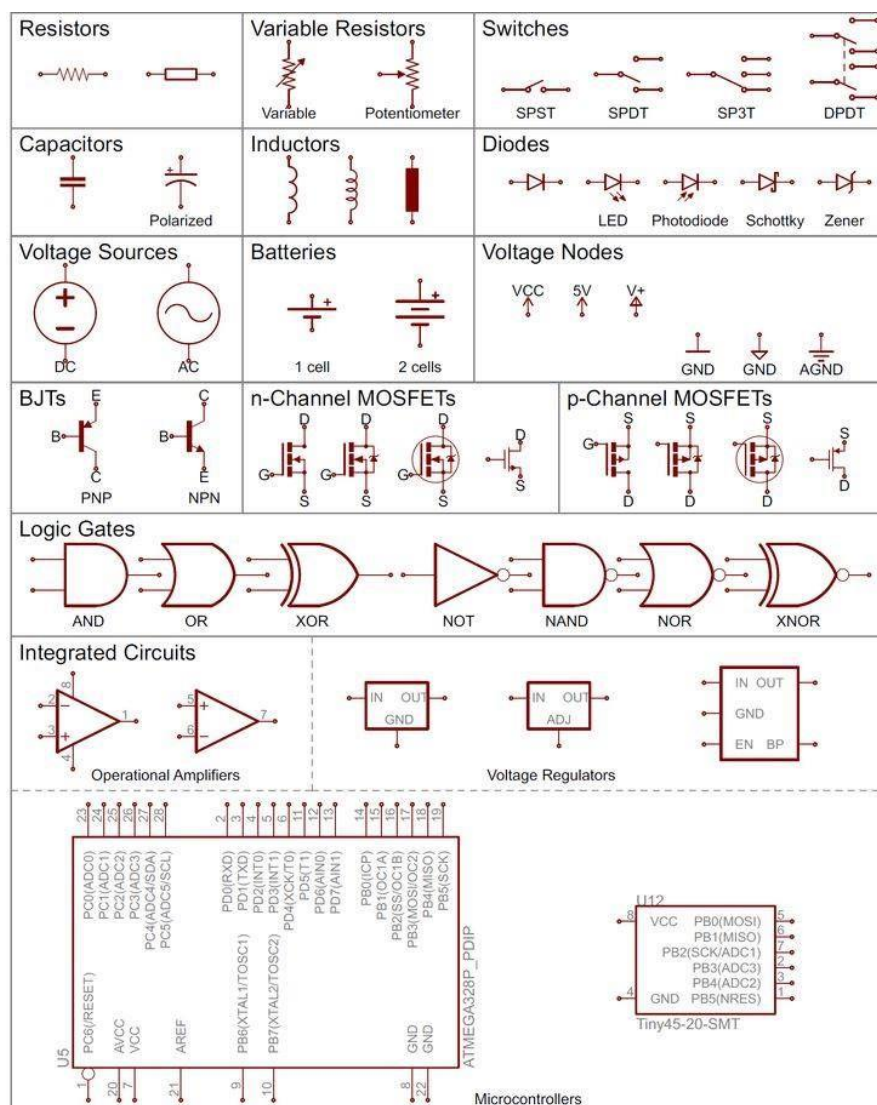
Simbologi gambar skematik elektronik

Dari semua jenis gambar elektronik, skema elektronik memberikan detail dan informasi paling detail tentang rangkaian. Setiap komponen elektronik dalam rangkaian tertentu akan digambarkan dan dalam kebanyakan kasus penilaiannya atau informasi komponen lainnya yang berlaku akan disediakan. Jenis gambar ini

memberikan tingkat informasi yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah sirkuit elektronik.

Skema elektronik adalah jenis gambar yang paling sulit untuk dibaca, karena mereka memerlukan tingkat pengetahuan yang sangat tinggi mengenai bagaimana masing-masing komponen elektronik mempengaruhi, atau terpengaruh oleh arus listrik. Bab ini mengulas hanya simbol yang umum digunakan dalam menggambarkan banyak komponen dalam sistem elektronik. Setelah menguasai, pengetahuan ini harus memungkinkan pembaca untuk mendapatkan pemahaman fungsional kebanyakan cetakan dan skema elektronik.

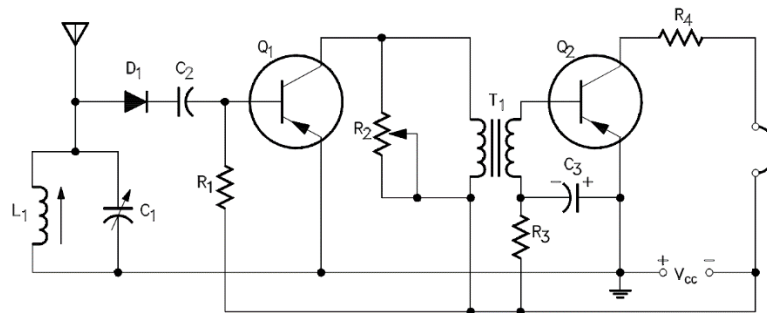
Gambar 4.18 menggambarkan simbol elektronik yang paling umum digunakan pada skema elektronik.



Gambar 4. 18. Simbol Elektronik

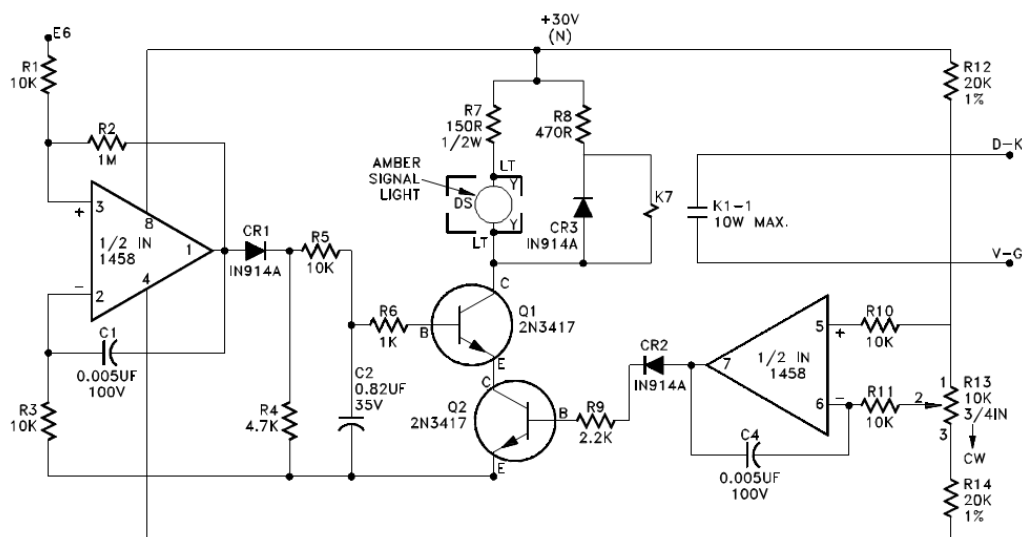
Contoh Diagram Skema Elektronik

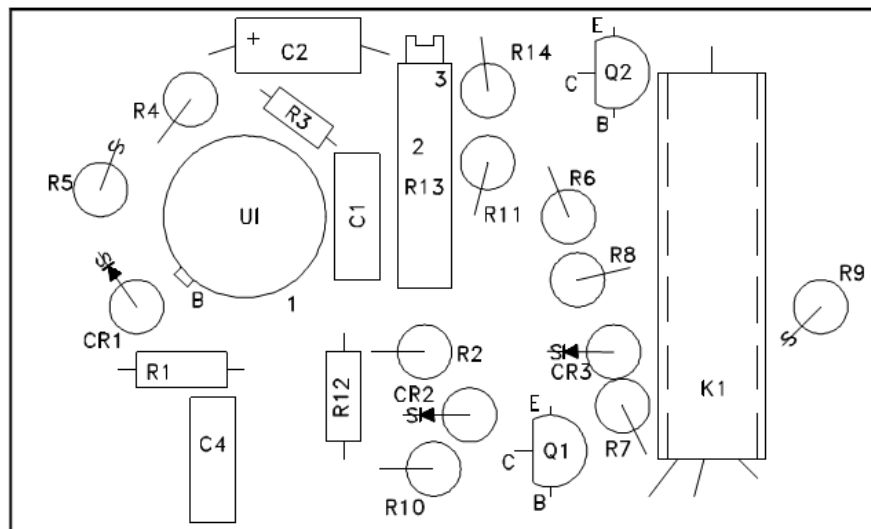
Skema penggunaan simbol elektronik untuk setiap komponen yang ditemukan di sirkuit listrik, tidak peduli seberapa kecilnya. Skema tidak menunjukkan penempatan atau skala, hanya berfungsi dan mengalir. Dari sini, cara kerja sebenarnya dari peralatan elektronik bisa ditentukan. [Gambar 4.19](#) adalah contoh diagram skematik elektronik.



Gambar 4. 19. Contoh Diagram Skema Elektronik

Tipe kedua diagram skematik elektronik, diagram tata letak bergambar, sebenarnya tidak begitu banyak sebagai skematik elektronik sebagai gambaran bagaimana rangkaian elektronik benar-benar terlihat. Gambar-gambar ini menunjukkan tata letak sebenarnya dari komponen pada papan sirkuit. Ini menyediakan gambar dua dimensi, biasanya melihat ke bawah dari atas, merinci komponen di lokasi mereka. Ditunjukkan pada [Gambar 4.20](#) adalah skematis untuk rangkaian dan sirkuit yang sama yang digambar dalam format bergambar atau tata letak untuk perbandingan. Biasanya layout bergambar akan disertai daftar bagian.





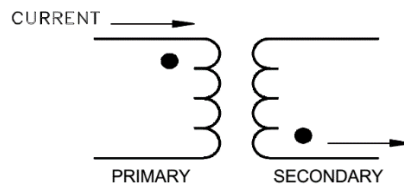
Gambar 4. 20. Perbandingan Diagram Skema Elektronik dan Diagram Tata Letak Gambarnya

Membaca Cetakan, Diagram dan Schematics Elektronik

Untuk membaca cetakan dan skema dengan benar, langkah pertama harus mengidentifikasi kondisi komponen yang ditunjukkan dan juga mengikuti kejadian yang terjadi sebagai fungsi rangkaian. Seperti halnya sistem kelistrikan, relay dan kontak yang ditunjukkan selalu dalam kondisi deenergized. Sistem elektronik modern biasanya hanya berisi sedikit, jika ada, relay atau kontak, sehingga biasanya memainkan peran kecil.

Skema elektronik lebih sulit dibaca daripada skema listrik, terutama bila perangkat solid diatur (Electronic Electronic Fundamental Handbook membahas skema listrik secara rinci). Pengetahuan tentang cara kerja perangkat ini diperlukan untuk mengetahui aliran arus. Pada bagian ini, hanya dasar-dasar yang akan dibahas untuk membantu keterampilan membaca.

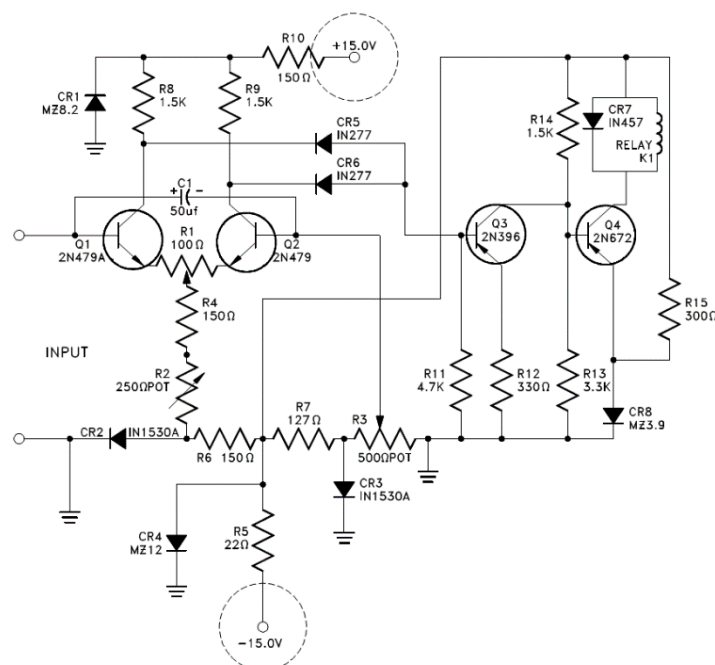
Pengamatan pertama yang melibatkan skematik elektronik rinci adalah sumber dan polaritas daya. Umumnya, daya akan ditunjukkan satu dari dua cara, baik sebagai transformator masukan, atau sebagai nilai numerik. Bila daya dipasok oleh transformator, tanda polaritas akan membantu menentukan aliran arus. Dalam konvensi ini, titik-titik pada primer dan sekunder menunjukkan arus mengalir ke primer dan keluar sekunder pada waktu instan. Pada [Gambar 4.21](#), arus masuk dari bagian atas primer dan keluar bagian bawah sekunder.



Gambar 4. 21. Tanda Polaritas Transformator

Umumnya, sumber tenaga listrik ditunjukkan pada titik di mana ia memasuki skema tertentu. Nilai-nilai ini dinyatakan secara numerik dengan polaritas yang ditetapkan (+15 volt, -15 volt).

Tanda-tanda ini biasanya di bagian atas dan bawah skema, tapi tidak selalu. Pada contoh yang ditunjukkan pada [Gambar 4.22](#), power ditunjukkan pada bagian atas dan bawah pada sebuah rangkaian yang menggunakan dua sumber daya. Tidak seperti yang ditentukan sebagai sumber arus Alternating Current (AC), tegangan biasanya diasumsikan sebagai Direct Current (DC).



Gambar 4. 22. Skema Menampilkan Sambungan Power Supply

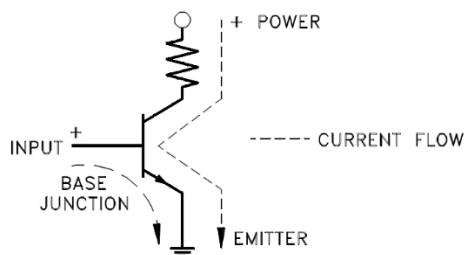
Dalam rangkaian apapun, tanah harus dibentuk untuk menciptakan jalur arus yang lengkap sebagai jaringan tertutup. Ground biasanya digambarkan dengan penggunaan simbol tanah yang ditunjukkan sebelumnya. Arah aliran arus bisa ditentukan dengan mengamati polaritas pasokan listrik. Saat polaritas ditunjukkan, aliran arus dapat terbentuk dan tanah mungkin tidak selalu diperlihatkan.

Dengan sumber daya yang berada dan titik ground yang terbentuk, pengoperasian perangkat bisa ditentukan.

Semikonduktor yang paling umum adalah transistor dan dioda. Mereka terbuat dari bahan seperti silikon dan germanium, dan memiliki sifat listrik antara bahan semikonduktor dan isolator. Semikonduktor akan menjadi salah satu dari dua varietas, yaitu PNP atau NPN.

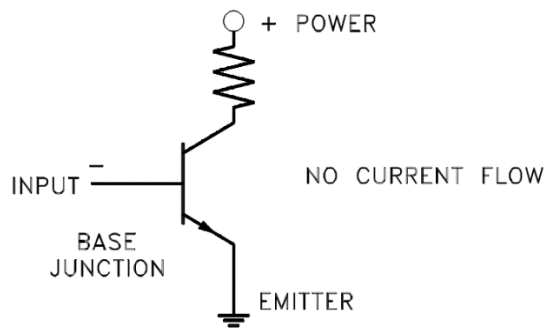
Penunjukan mengindikasikan arah elektron bergerak melalui perangkat. Arah panah menunjukkan tipe, seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 4.23](#). Ada, namun, banyak cara untuk memasang transistor untuk mencapai karakteristik operasional yang berbeda. Ini terlalu banyak untuk dibahas di sini, jadi konfigurasi yang paling umum dan mendasar (common emitter) akan ditampilkan.

Meskipun transistor mengandung banyak persimpangan material tipe p atau n, aliran arus umumnya berada pada arah yang sama. Dengan menggunakan arah aliran arus konvensional (mis. dari + sampai -), arus akan berjalan melalui transistor dari yang paling positif ke paling negatif dan ke arah panah pada emitor. Pada [Gambar 4.23](#), transistor memiliki catu daya positif dengan ground pada emitor. Dan jika inputnya juga positif, transistor akan bekerja.



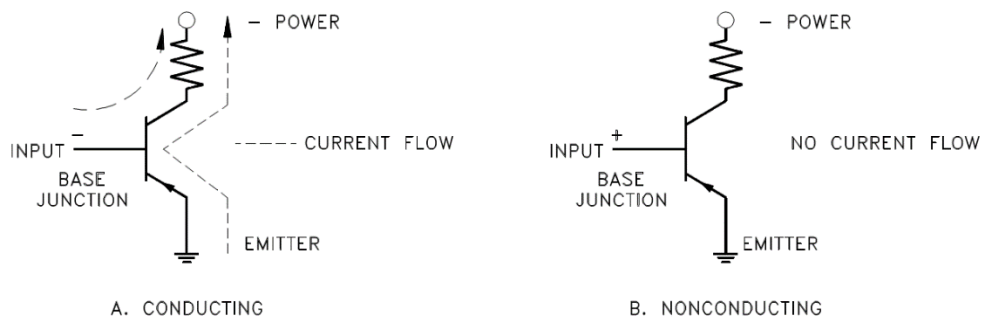
Gambar 4. 23. Transistor NPN Transistor-Konduksi

Jika input menjadi negatif, seperti pada [Gambar 4.24](#), konduksi perangkat berhenti karena input, atau dalam kasus ini persimpangan dasar, mengendalikan kondisi transistor. Perhatikan bahwa ketika arus mengalir, ia melakukannya ke arah panah.



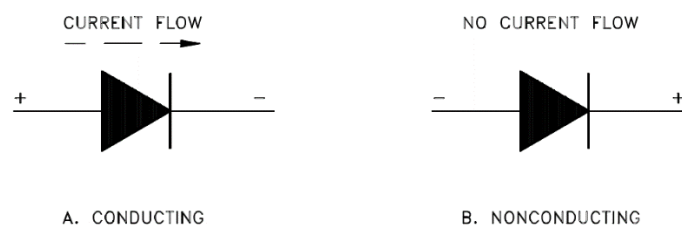
Gambar 4. 24. Transistor NPN tidak bekerja

Gambar 4.25 menggunakan transistor PNP. Aturan yang sama berlaku seperti di atas kecuali bahwa saat ini polaritas daya harus berubah untuk memungkinkan arus mengalir.



Gambar 4. 25. Transistor PNP

Aturan yang sama berlaku untuk transistor tetap berlaku dengan dioda. Namun, dioda lebih sederhana daripada transistor karena hanya memiliki satu persimpangan dan hanya melakukan satu arah, seperti ditunjukkan pada [Gambar4.26](#). Simbol dioda, seperti simbol transistor, menunjukkan arah konduksi dengan arah panah, yang berasal dari positif ke negative.



Gambar 4. 26. Simbol Dioda

[Gambar 4.27\(A\)](#). Garis di atas atau di sekitar bistables ini tidak hanya menandai mereka sebagai bistables, tapi juga menunjukkan bagaimana fungsinya.

A. BASIC BISTABLE SYMBOLS

BISTABLE:  OR 

B. CONVENTIONS DENOTING BISTABLE STATUS

TRIPS ON DECREASING SIGNAL: 

TRIPS ON INCREASING SIGNAL: 

TRIPS ON DECREASING SIGNAL AT ONE SETPOINT AND RESETS ON AN INCREASING SIGNAL AT ANOTHER SETPOINT:  OR 

TRIPS ON AN INCREASING SIGNAL AT ONE SETPOINT AND RESETS ON A DECREASING SIGNAL AT ANOTHER SETPOINT:  OR 

Gambar 4. 27. Simbol Bistabil

Item yang dapat menyebabkan kebingungan saat membaca cetakan elektronik atau skema adalah tanda yang digunakan untuk menunjukkan operasi yang bistable. Dalam kebanyakan kasus, bistables akan ditunjukkan oleh kotak atau lingkaran, seperti yang ditunjukkan pada

[Gambar 4.27\(B\)](#) menunjukkan berbagai konvensi yang digunakan untuk menunjukkan operasi bistable. Biasanya, satu rangkaian akan terhubung dengan sirkuit lain, yang memerlukan metode yang memungkinkan pembaca mengikuti satu jalur kawat atau sinyal dari gambar pertama sampai yang kedua. Hal ini dapat dilakukan dengan berbagai cara, namun biasanya garis atau konduktor yang akan diteruskan akan berakhir di papan terminal. Board ini akan diberi label dan diberi nomor dengan gambar kelanjutan yang ditunjukkan (gambar terpisah mungkin ada untuk setiap baris). Dengan gambar berikutnya, hanya papan terminal yang sesuai dengan nomor sebelumnya yang perlu ditemukan untuk melanjutkan. Dalam kasus di mana papan terminal tidak digunakan, konduktor harus diakhiri dengan angka (biasanya satu digit) dan juga nomor gambar berikutnya. Untuk membantu menemukan kelanjutannya, koordinat disediakan pada beberapa gambar yang menunjukkan lokasi kelanjutan pada gambar kedua. Titik kelanjutan pada gambar kedua juga akan mengacu kembali pada gambar pertama dan koordinat kelanjutannya.

4.5. Hasil analisa dan testing dicatat dalam rekaman mutu, secara akurat dan lengkap termasuk waktu kejadiannya.

Dokumentasi yang baik merupakan bagian penting dari sistem penjaminan mutu dan merupakan kunci untuk beroperasi sesuai dengan persyaratan standar dokumen teknis. Berbagai jenis dokumen dan media yang digunakan harus sepenuhnya didefinisikan dalam Sistem Manajemen Mutu produsen.

Dokumentasi mungkin ada dalam berbagai bentuk, termasuk media berbasis kertas, elektronik atau fotografi. Tujuan utama sistem dokumentasi yang digunakan adalah membangun, mengendalikan, memantau dan mencatat semua kegiatan yang secara langsung atau tidak langsung berdampak pada semua aspek kualitas produk hasil rekayasa. Sistem Manajemen Mutu harus mencakup detail instruksional yang memadai untuk memfasilitasi pemahaman umum mengenai persyaratan, di samping memberikan pencatatan yang memadai atas berbagai proses dan evaluasi setiap pengamatan, sehingga penerapan persyaratan yang berkelanjutan dapat ditunjukkan.

Ada dua jenis dokumentasi utama yang digunakan untuk mengelola dan mencatat berdasarkan asas kepatuhan:

- Instruksi (petunjuk, persyaratan) dan catatan/laporan. Praktik dokumentasi yang tepat harus diterapkan sehubungan dengan jenis dokumen.
- Kontrol yang sesuai harus diterapkan untuk memastikan keakuratan, integritas, ketersediaan dan keterbacaan dokumen. Dokumen instruksi harus bebas dari kesalahan dan tersedia secara tertulis. Istilah 'tertulis' berarti dicatat, atau didokumentasikan di media dimana data dapat diberikan dalam bentuk yang mudah dibaca manusia.

Generasi dan Pengendalian Dokumentasi

- Semua jenis dokumen harus didefinisikan dan dipatuhi. Persyaratan berlaku sama untuk semua bentuk jenis media dokumen. Sistem kompleks perlu dipahami, didokumentasikan dengan baik, divalidasi, dan kontrol yang memadai harus ada. Banyak dokumen (instruksi dan/atau catatan) mungkin ada dalam bentuk hibrida, yaitu beberapa elemen sebagai elektronik dan lainnya berdasarkan kertas. Hubungan dan tindakan pengendalian untuk dokumen utama, salinan resmi,

penanganan dan catatan data perlu dinyatakan untuk sistem hibrida dan homogen. Kontrol yang tepat untuk dokumen elektronik seperti template, formulir, dan master dokumen harus diimplementasikan. Kontrol yang tepat harus dilakukan untuk memastikan integritas catatan selama periode retensi.

- Dokumen harus dirancang, disiapkan, ditinjau, dan didistribusikan dengan hati-hati. Dokumen harus mematuhi bagian-bagian yang relevan dari berkas Spesifikasi Produk, Dokumen Otorisasi Manufaktur dan Pemasaran dan Pelayanan Pelanggan Seperti perbaikan perangkat elektronik. Reproduksi dokumen kerja dari dokumen utama jangan sampai ada kesalahan yang diperkenalkan melalui proses reproduksi.
- Dokumen yang berisi instruksi harus disetujui, ditandatangani dan diberi tanggal oleh orang yang tepat dan berwenang. Dokumen harus memiliki isi yang tidak ambigu dan dikenali secara unik. Tanggal efektif harus ditetapkan.
- Dokumen yang berisi instruksi harus disusun dengan baik dan mudah diperiksa. Gaya dan bahasa dokumen harus sesuai dengan penggunaannya. Prosedur Operasi Standar, Petunjuk dan Metode Kerja harus ditulis dalam gaya sesuai dengan jenis pekerjaannya.
- Dokumen dalam Sistem Manajemen Mutu harus ditinjau dan diperbaharui secara berkala.
- Dokumen tidak boleh ditulis tangan; Meskipun, jika dokumen memerlukan masuknya data, ruang yang cukup harus disediakan untuk entri semacam itu.

Praktik Dokumentasi yang Baik

- Entri tulisan tangan harus dibuat dengan cara yang jelas, terbaca dan tidak terhapuskan.
- Rekaman harus dibuat atau diselesaikan pada saat setiap tindakan diambil dan sedemikian rupa sehingga semua kegiatan penting mengenai pembuatan, perbaikan, sampai produk dapat dilacak.
- Perubahan yang dibuat pada entri pada dokumen harus ditandatangani dan diberi tanggal; perubahan tersebut harus memungkinkan pembacaan informasi asli. Bila perlu, alasan perubahan harus dicatat.

B. Keterampilan yang diperlukan dalam menganalisis kerusakan

Lakukan prosedur standar dalam menganalisis kerusakan perangkat elektronik sesuai dengan kebutuhan KUK ruang lingkup unit kompetensi perbaikan perangkat audio video

- 3.1. Gejala gejala kerusakan dipahami dengan menggunakan gambar gambar teknik
- 3.2. Gambar gambar teknik dipilih dan dipilah berdasarkan fungsi, tipe dan peruntukannya.
- 3.3. Komponen, bagian dan modul dalam gambar diidentifikasi dengan benar sesuai dengan fungsinya.
- 3.4. Simbol simbol dalam gambar diidentifikasi, diartikan dengan benar.
- 3.5. Hasil analisa dan testing dicatat dalam rekaman mutu, secara akurat dan lengkap termasuk waktu kejadiannya.

C. Sikap yang diperlukan dalam menganalisis kerusakan

1. Keselamatan pertama; mengetahui bahaya yang terkait dengan peralatan elektronik yang digunakan. Menerapkan semua tindakan pencegahan dan tindakan tak terduga
2. Cermat dan teliti dalam mengidentifikasi komponen elektronika aktif;
3. Taat asas dalam mengaplikasikan langkah-langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan dalam mengoperasikan Peralatan dan Instrumen Ukur Komponen elektronika aktif;
4. Berpikir analitis serta evaluatif waktu melakukan pengukuran komponen elektronika aktif sesuai dengan kebutuhan. Selalu berpikir 'bagaimana jika'. Ini berlaku baik untuk prosedur analitik maupun tindakan pencegahan sehubungan dengan penggunaan peralatan elektronik.
5. Belajar dari kesalahan. Dalam perbaikan hindari kesalahan, karena beberapa di antaranya bisa menyebabkan biaya sangat mahal. Masalah sederhana bisa berubah menjadi masalah mahal karena ada sedikit kesalahan selama proses penyelidikan dan ini sering disebabkan karena keinginan untuk mencoba-coba sesuatu sebelum memikirkan.

6. Jangan mulai dengan alat uji elektronik, mulailah dengan beberapa pemikiran analitis. Banyak masalah yang terkait dengan peralatan elektronik tidak didukung oleh skematis (meski mungkin bisa bermanfaat), berfikirilah atas dasar logis.
7. Jika Anda terjebak dengan masalah dan membuat lelah, istirahatlah. Jangan mengatasi masalah dengan kepala dibawah tekanan, Bekerja dengan kepala yang benar-benar segar akan menghasilkan pendekatan atau solusi maksimal dan logis. Peralatan elek - ini berbahaya dan sebagian besar tidak produktif (atau mungkin merusak)
8. Banyak masalah memiliki solusi sederhana. Jangan langsung berasumsi bahwa masalah Anda adalah beberapa kombinasi kegagalan yang rumit dan kompleks. Kegagalan Perangkat Penerima TV, dimungkinkan hanya koneksi yang buruk atau gagal dioda.
9. Ketika menghadapi dan mendapatkan pembacaan yang tidak masuk akal, jangan membabi buta berdasarkan hasil dari pengambilan data instrumen. Mungkin saja disebabkan karena pemilihan dan menggunakan peralatan Anda dengan cara yang membingungkan dan tidak tepat. Penggunaan dan pemilihan DMM tidak baik dalam memeriksa semikonduktor di sirkuit langsung atau transistor daya yang akan diuji, mungkin ada dioda peredam dan/atau resistor penghambat.
10. Benar-benar sadariilah bahwa kebetulan itu memang terjadi, tapi kasus penyelesaian masalah seperti ini relatif jarang terjadi. Biasanya, ada penyebab umum. Misalnya, jika TV tidak memiliki defleksi vertikal dan tidak ada gambar, kemungkinan besar keluaran catu daya secara umum telah mengalami kegagalan, daripada mengasumsikan bagian-bagian dan subsistem lainnya. Dengan kata lain, pertama yang harus dilakukan untuk berfikir logis adalah mencari akar penyebab yang umum daripada mencoba menemukan bagian sirkuit lainnya yang terpisah secara fungsi.
11. Konfirmasikan masalah sebelum menyelam ke dalam ranah perbaikan. Berfikir solusi logis berguna untuk mengidentifikasi secara tepat apa yang sebenarnya dan penyebab perangkat tidak bekerja, sehingga kita akan tahu apakah beberapa kesalahan yang muncul sebenarnya merupakan masalah yang sudah ada sebelumnya atau justru disebabkan karena kecerobohan pada saat selama perbaikan. Cobalah untuk mendapatkan informasi sebanyak mungkin tentang

masalah kerusakan perangkat tersebut dari pemiliknya. Dan jika Anda sendiri adalah pemiliknya, cobalah merekonstruksi kejadian kejadian yang mengarah pada kegagalan. Misalnya, apakah TV tidak berfungsi saat dinyalakan atau ada beberapa gejala awal sebelum menjadi gagal total? Apakah masalah datang dan pergi sebelum akhirnya menjadi rusak selamanya?

BAB V

MEMPERBAIKI KERUSAKAN

A. Pengetahuan Memperbaiki Kerusakan

Sebelum Anda mulai memperbaiki elektronik, jelaskan satu fakta penting: segera setelah Anda membuka kasus produk, Anda telah membiarkan peraturan yang telah diatur pemerintah, "Saya akan menuntut Anda jika hal ini menyakiti saya," memanjakan, di belakang dunia konsumen elektronik yang dilindungi.

Setelah penutup lepas, Anda sendirian, dan Anda bisa terluka atau terbunuh jika Anda tidak hati-hati! Anda mungkin sudah sering mendengar betapa berbahayanya TV CRT untuk melayani konsumen, tapi jangan membodohi diri Anda sendiri dengan berpikir bahwa perlengkapan hari ini jauh lebih aman. Bahkan beberapa perangkat yang dioperasikan dengan baterai dapat meningkatkan tegangan cukup untuk membunuh hidup Anda.

Konon, Anda bisa belajar menavigasi semua jenis perbaikan dengan aman. Mari kita lihat beberapa cara yang bisa menyebabkan anda terluka dan bagaimana menghindarinya, ikuti cara berfikir kebalikan, yaitu bagaimana Anda bisa merusak produk yang ingin Anda servis.

Sengatan listrik

Ini adalah bahaya yang paling jelas dan yang paling mudah dibiarkan terjadi. Kelihatannya mudah untuk tidak menyentuh titik koneksi langsung, namun kontak semacam itu terjadi setiap saat, karena bagian dalam produk tidak dirancang untuk keamanan. Ingat, Anda tidak seharusnya berada di sana! Anda mungkin menemukan tempat yang benar-benar telanjang dan tidak terlindungi yang menyimpan tegangan berbahaya, dan secercah alat ini bisa menjadi serius.

Lepaskan arloji dan perhiasan Anda sebelum masuk tangan Anda masuk ke produk elektronik langsung. Ya, bahkan baterai yang dioperasikan. Lepaskan cincin kawin anda juga. Perhiasan yang anda pakai tidak terhubung langsung ke terminal kontak logam, untuk itu hati hati dengan keselamatan dan keamanan anda saat bekerja dengan perangkat elektronik!

Pada kebanyakan perangkat, titik referensi listrik disebut sirkuit ground adalah berupa chassis logam dan/atau pelindung/pembungkus logam untuk perangkat elektronik. Di sinilah elektron tua mati setelah melakukan pekerjaan mereka, dengan cara melewati berbagai komponen hingga sampai ke ground. Caranya adalah dengan tidak membiarkan mereka membawa Anda bersama untuk perjalanan! Jika Anda berada dalam kontak dengan titik sirkuit dan juga titik pada tegangan yang lebih tinggi dari sekitar 40V atau 50V, maka Anda akan terkejut akibat sengatan listrik. Jika tangan Anda lembab, bahkan tegangan yang lebih rendah pun bisa mengganggu Anda. Kerusakan fisik dari kejutan muncul dari arus (jumlah elektron) yang melewati Anda, bisa juga lebih tinggi dari tegangan (tegangan sentakan dari komponen) itu sendiri. Semakin tinggi sentakannya, maka semakin banyak elektron yang dipaksakannya melalui daya tahan tubuh Anda, itulah sebabnya mengapa tegangan penting dan bisa datang dari mana saja. Besarnya arus yang mengalir melalui tubuh Anda sangat penting, terutama dengan tangan, dan yang paling berbahaya dari tangan ke tangan, karena arus akan mengalir melintasi dada dan melalui jantung Anda.

Tubuh manusia salah satunya adalah otot yang diatur secara elektrik yang ritmenya tidak boleh di interupsi. Untuk itu, sangat bijaksana untuk menjauhkan tangan Anda dari sirkuit saat melakukan pengukuran, hindari dan ada kalanya anda lupa dengan tangan Anda yang lain yang tidak memegang colok alat ukur menyentuh tegangan yang signifikan.

Pada melakukan perbaikan terutama TV CRT yang lama, saat pengukuran gunakan metode "satu peraturan tangan," meletakkan satu tangan yang bebas di belakang punggung pada saat anda memeriksa sinyal pada daerah sumber daya. Dan perlu juga hati-hati, jangan servis perangkat elektronik saat Anda bertelanjang kaki atau memakai kaus kaki; tubuh Anda lebih cenderung di grounding, dan seperti memberi jalan konduksi melalui tubuh Anda. Untuk itu selalu pakai sepatu.

Switching power supplies yang akan dibahas dalam sub-unit kompetensi ini memiliki bagian dari sirkuit mereka yang terhubung langsung ke saluran AC. Pada saat melakukan pengukuran, perhatian khusus pada bagian transformer isolasi, karena pada bagian ini adalah hal yang sangat berbahaya, dan waspadalah di sekitar Anda di ruangan anda bekerja, dimungkinkan barang-barang tersebut dapat mewakili titik-

titik tanah dimana elektron-elektron yang tidak terkonsentrasi dapat menyebabkan kecelakaan kerja akibat sengatan listrik yang tak terduga. Sekali lagi perlu ekstra hati-hati, jika tidak pernah bekerja di sirkuit yang terhubung langsung ke saluran AC.

Banyak produk yang dioperasikan dengan listrik AC, tanpa perlindungan sama sekali melalui sekering dan barang-barang lainnya yang terhubung langsung ke saluran AC. Menyentuh salah satu bagian itu tidak berbeda dengan menempelkan obeng di soket dinding. Terlalu mudah untuk telapak tangan Anda untuk mendapatkan kejutan listrik yang berbahaya, dan sementara jari yang lainnya berada dan tertuju ke tempat lain. Bahkan jika syoknya tidak serius (bisa terjadi), Anda secara naluriah akan menyentak tangan Anda dan mungkin secara reflek akan memegang sasis mesin. Untuk itu dan demi keselamatan dan keamanan pada saat melakukan pengukuran dengan perangkat elektronika dengan pasokan sumber yang terbuka, peganglah sesuatu dari bahan non logam seperti pensil atau gunakan potongan potongan vinyl yang lembut dari sampul buku catatan atau kardus kecil.

Kapasitor perata, terutama elektrolit besar, dapat menyimpan sejumlah energi yang cukup lama setelah meski listrik diputus. Beberapa kejadian kapasitor tersebut masih terisi penuh dalam waktu yang cukup lama, meskipun banyak komponen dalam sirkuit membantu mengeluarkan energi yang masih tersimpan dalam kapasitor. Satu-satunya cara untuk memastikan sebuah kapasitor melepaskan energi adalah dengan bantuan resistor dan jangan dengan cara di hubung singkat langsung. Aliran arus bisa ratusan ampere, menghasilkan percikan besar dan terkadang bahkan bisa untuk mengelas obeng atau kawat ke terminal. Lebih buruk lagi, aliran cepat dan deras itu bisa menyebabkan lonjakan arus yang sangat besar mengalir ke sirkuit, dan bisa menghancurkan transistor dan chips. Sebagai gantinya, hubungkan resistor 10Ω yang dengan rating daya 1W atau 2W. Dengan cara ini kita melepaskan energy dalam kapasitor sedikit lebih lambat. Pertahankan agar tetap terhubung selama 20detik, lalu lepaskan satu dan kemudian ukur dengan DMM Anda, tegangan yang terbaca pada DMM adalah 0V atau mendekati. Jika tidak, lakukan ulangi sekali lagi sampai kapasitor tidak ada tegangan.

Sebelum melepas sebuah kapasitor, ukur dan lihatlah nilai tegangannya, karena tegangan yang tersimpan dalam kapasitor selalu kurang dari nilai tegangan

dielektrikum dari kapasitor itu sendiri. Jika sebuah kapasitor diberi nilai 16V, itu tidak akan berbahaya. Hati-hati, jika masih terbaca dengan nilai 150V. Bahkan dengan bagian tegangan rendah, Anda mungkin ingin melepaskannya sebelum menyolder atau memilah komponen lainnya, untuk menghindari terjadinya korsleting sesaat yang memungkinkan karena kapasitor masih menyimpan energi mengalir ke tempat-tempat bagian lainnya. Sebagian besar waktu, kapasitor bertegangan rendah ada di bagian sirkuit yang menyebabkan kapasitor melepaskan energi dengan cukup cepat begitu daya dimatikan, tapi tidak selalu.

Nilai kapasitansi dari kapasitor memberi tahu Anda berapa banyak energi yang dapat disimpan oleh kapasitor. Kapasitor 0.1 μ f tidak dapat menyimpan cukup banyak sehingga membahayakan Anda kecuali jika terisi daya pada tegangan tinggi, namun bila Anda memiliki puluhan, ratusan atau ribuan μ f, potensi pengalaman kecelakaan masih cukup besar terhadap tegangan referensi yang lebih rendah.

CRT, terutama di TV berwarna, bertindak seperti kapasitor dan memiliki kebocoran yang cukup rendah untuk menyimpan tegangan tinggi yang diterapkan pada anoda mereka (lubang di samping dengan kapasitor karet dan kawat tebal) dan energy tersimpan di CRT dapat disimpan selama berbulan-bulan. Tidak banyak kapasitansi, sehingga tidak banyak arus, tapi tegangannya sangat tinggi (dari 25.000 sampai 50.000V). CRT akan melakukan apa yang harus dilakukan, jadi Anda mungkin tidak akan bekerja dengan mereka. Untuk itu, sangat berhati-hatilah jika Anda melakukan pengosongan tegangan tinggi CRT. Terminal di bagian belakang tabung juga membawa beberapa tegangan yang cukup tinggi.

Rangkaian backlighting monitor LCD dan TV, bersamaan dengan sebagian sirkuit TV plasma, beroperasi pada tegangan yang cukup tinggi juga perlu diperlakukan dengan hati-hati saat melakukan pengukuran.

Tidak bijaksana untuk mencoba mengukur keluaran rangkaian lampu belakang (*backlighting*) pada titik di mana yang sedang berjalan terhubung ke tabung lampu neon kecuali Anda memiliki probe tegangan tinggi yang dibuat untuk jenis pekerjaan itu. Tanpa alat ukur dengan probe tegangan tinggi, Anda mungkin akan terkejut dengan tegangan yang melebihi nilai penguraian pada probe Anda, kemungkinan bisa dan akan merusak DMM anda, dan dengan melakukan pengukuran menggunakan alat

ukur yang memiliki tahanan dalam lebih kecil dari tahanan lampu backlight, akan menyebabkan pembebanan dan dimungkinkan bisa merusak output sirkuit rangkaian lampu belakang LCD (backlighting).

5.1. Komponen/bagian/modul yang rusak diganti dengan suku cadang yang sama atau yang direkomendasikan oleh pabrikan.

Spesifikasi Data: Untuk mengganti komponen yang rusak dengan suku cadang yang memiliki karakteristik yang sama dapat menggunakan lembar datasheet komponen elektronik yang disediakan oleh pabrikan.

Datasheet (lembar spesifikasi data) dari produsen suatu piranti elektronik memberikan informasi lengkap tentang data-data kelistrikan, sehingga sangat bermanfaat dan dapat digunakan untuk kebutuhan aplikasi tertentu. Sebuah datasheet khas memberikan peringkat nilai maksimal mengenai karakteristik kelistrikan, data mekanik, dan grafik dari berbagai macam parameter.

Interpretasi dan kegunaan lembar spesifikasi data dari piranti elektronik antara lain:

- Peringkat nilai maksimum absolut (Define several absolute maximum ratings)
- Karakteristik termal (Define diode thermal characteristics)
- Karakteristik kelistrikan (Define several electrical characteristics)
- Interpretasi kurva arus derating arah maju (Interpret the forward current derating curve)
- Interpretasi kurva karakteristik arah maju (Interpret the forward characteristic curve)
- Bahasan mengenai arus surja nonrepetitive (Discuss nonrepetitive surge current)
- Bahasan mengenai karakteristik terbalik (Discuss the reverse characteristics)

Gambar 5.1 menunjukkan datasheet dioda penyearah khas. Penyajian informasi pada lembar data dapat bervariasi dan berbeda-beda dari satu produsen ke produsen yang lainnya, tetapi secara umum informasi yang tersaji didalam lembar spesifikasi data dari semua produsen pada dasarnya adalah sama. Informasi didalam lembar spesifikasi data yang baik memberikan kelengkapan data tentang dan informasi mekanis, dimensi kemasan (meski kadang tidak semua produsen menyediakan data dimensi kemasan).

Pada umumnya informasi yang diberikan dalam datasheet dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori data dalam bentuk tabel dan empat jenis karakteristik yang ditunjukkan dalam bentuk grafik

Kategori Data Bentuk Tabel

Rating maksimum absolut (*Absolute Maximum Ratings*) peringkat maksimum absolut menunjukkan nilai maksimum dari beberapa parameter di mana diode dapat dioperasikan tanpa kerusakan atau degradasi. Untuk menjamin dan memberikan tingkat keandalan yang baik dan hidup lebih lama, untuk itu dioda harus dioperasikan dengan baik di bawah nilai dari rating maksimum absolut. Secara umum, data informasi penting tentang peringkat maksimum absolut adalah mengenai suhu operasi ambien (TA) dan suhu lingkungan adalah suhu udara sekitar perangkat. Parameter-parameter yang terdapat pada rating maksimum absolut yang diberikan pada [Gambar 5.1](#) adalah sebagai berikut:

- V_{rrm} (*Peak Repetitive Reverse Voltage*) menyatakan kemampuan sebuah dioda menahan tegangan balik puncak maksimum secara terus menerus, sebagai contoh untuk dioda 1N4001 memiliki nilai peak reverse voltage maximum sebesar 50V, sedangkan untuk dioda tipe 1N4007 memiliki nilai peak reverse voltage maximum sebesar 1000V. Peringkat rating tegangan maksimum dioda secara teknis dinyatakan dalam PIV (*Peak Inverse Voltage*).
- $I_{f(av)}$ (*maximum average value*) menyatakan suatu nilai rata-rata dari arus maju penyearah setengah gelombang untuk frekuensi kerja 60Hz. Pada umumnya parameter ini berlaku pada nilai arus sebesar 1.0 A untuk semua jenis dioda dan suhu ditetapkan sekitar 75°C.
- I_{FSM} (*Peak Non-Repetitive Reverse Voltage*) menyatakan suatu nilai puncak maksimum arus arah maju gelombang non repetitif tunggal (penyearah gekombang tunggal) untuk durasi waktu 8,3ms. Parameter ini berlaku pada nilai arus 30A untuk semua jenis dioda.
- T_{stg} menyatakan kisaran temperatur yang diijinkan di mana perangkat dapat disimpan saat tidak beroperasi atau terhubung ke sirkuit (penyimpanan komponen selama tidak digunakan).

→ T_j menyatakan kisaran suhu yang diijinkan disekitar sambungan pn (*pn-junction*) ketika dioda dioperasikan dalam sebuah rangkaian.

Absolute Maximum Ratings * $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value							Units
		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
V_{RRM}	Peak Repetitive Reverse Voltage	50	100	200	400	600	800	1000	V
$I_{F(AV)}$	Average Rectified Forward Current .375" lead length @ $T_A = 75^\circ\text{C}$	1.0							A
I_{FSM}	Non-Repetitive Peak Forward Surge Current 8.3ms Single Half-Sine-Wave	30							A
I^2t	Rating for Fusing ($t < 8.3\text{ms}$)	3.7							A^2sec
T_{STG}	Storage Temperature Range	-55 to +175							$^\circ\text{C}$
T_J	Operating Junction Temperature	-55 to +175							$^\circ\text{C}$

* These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

Thermal Characteristics

Symbol	Parameter	Value	Units
P_D	Power Dissipation	3.0	W
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance, Junction to Ambient	50	$^\circ\text{C}/\text{W}$

Electrical Characteristics $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_F	Forward Voltage @ 1.0A	1.1	V
I_{rr}	Maximum Full Load Reverse Current, Full Cycle $T_A = 75^\circ\text{C}$	30	μA
I_R	Reverse Current @ Rated V_R	$T_A = 25^\circ\text{C}$ 5.0	μA
		$T_A = 100^\circ\text{C}$ 50	μA
C_T	Total Capacitance $V_R = 4.0\text{V}$, $f = 1.0\text{MHz}$	15	pF

Typical Performance Characteristics

Figure 1. Forward Current Derating Curve

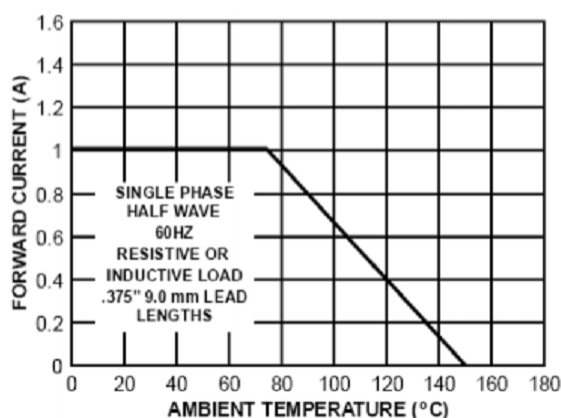
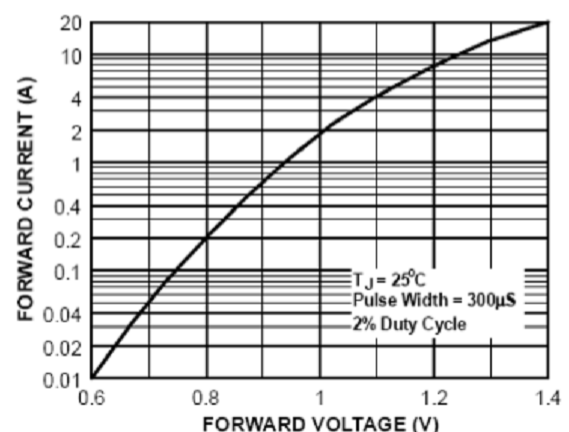
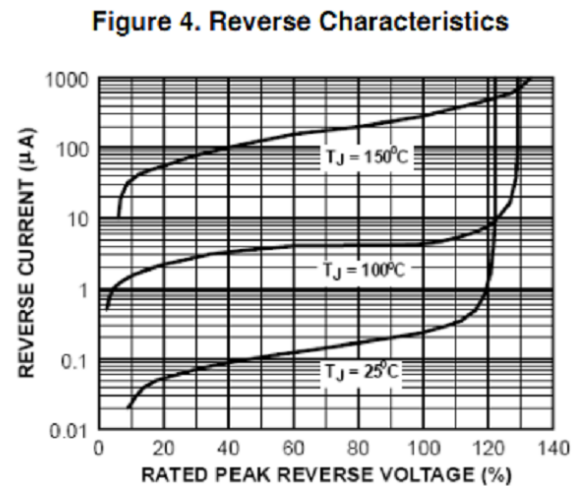
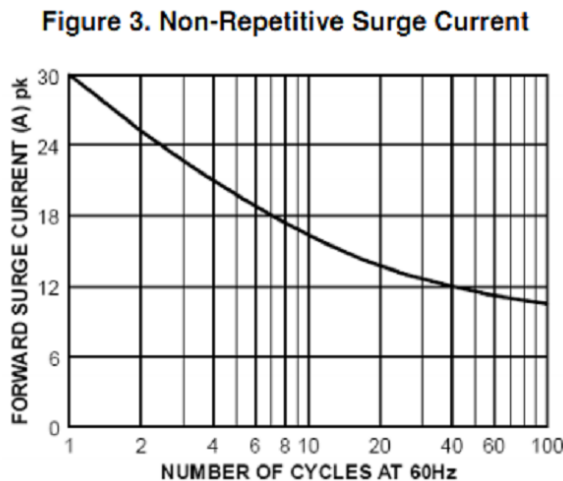


Figure 2. Forward Characteristics





Gambar 5. 1. Spesifikasi Data Teknis Dioda 1N4001-1N4007

Karakteristik Termal

Semua piranti elektronik memiliki batas jumlah panas yang dapat diijinkan tanpa mengalami kegagalan dalam operasi normal. Pada umumnya informasi mengenai karakteristik termal meliputi:

- P_D (*average power dissipation*) menyatakan disipasi daya rata-rata yang merupakan jumlah daya hilang dioda dalam kondisi apapun. Untuk menjamin tingkat kehandalan dan hidup dalam operasi lebih lama, sebuah dioda tidak boleh dioperasikan pada daya maksimum, kecuali hanya diperuntukan periode waktu singkat.
- $P_{\theta JA}$ (*thermal resistance diode junction*) menyatakan ketahanan secara termal disekitar persimpangan dioda dalam hubungannya dengan udara sekitar. Hal ini menunjukkan kemampuan bahan dari perangkat didalam melawan aliran panas dan menentukan jumlah perbedaan derajat antara persimpangan dan udara di sekitarnya untuk setiap watt yang dapat ditransfer dari persimpangan ke udara.

Karakteristik Elektrikal

Karakteristik kelistrikan yang telah ditentukan di bawah kondisi pengujian tertentu dan berlaku sama untuk setiap jenis dioda. Nilai-nilai ini menyatakan ciri khas yang memberikan data kisaran lebih atau kurang tentang informasi mengenai spesifikasi data teknis kelistrikan dari sebuah dioda. Selain nilai khas untuk parameter, beberapa

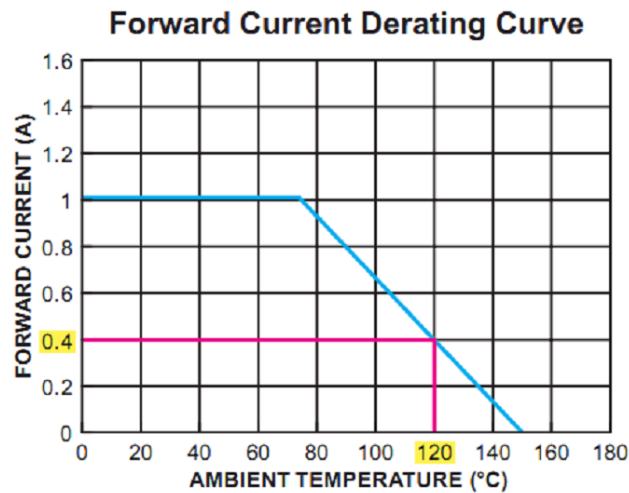
informasi didalam lembar spesifikasi data kelistrikan juga memberikan nilai batas minimum dan maksimum.

- V_F (*forward voltage*) menyatakan penurunan tegangan maju yang melintas antara kaki anode-katode dioda, misalnya seperti ketika arus maju ditetapkan sebesar 1A, maka penurunan tegangan maju adalah 0,94V. Untuk menentukan hubungan tegangan maju terhadap nilai-nilai arus maju yang berbeda, kita dapat melihat grafik karakteristik maju ([lihat Gambar 5.1](#)).
- I_{RR} (*maximum full load reverse current*) menyatakan nilai maksimum beban penuh arus balik rata-rata selama siklus ac penuh pada temperatur 75°C.
- I_R (*reverse current*) menyatakan arus balik pada nilai tegangan balik (V_{RRM}). Dimana nilainya ditentukan pada dua suhu lingkungan yang berbeda.
- C_T (*total diode capacitance*) menyatakan nilai kapasitansi dioda total termasuk kapasitansi junction pada saat bias mundur pada frekuensi kerja 1MHz. Secara teknis parameter ini tidak penting untuk aplikasi frekuensi rendah, seperti penyearah catu daya.

Karakteristik Grafis

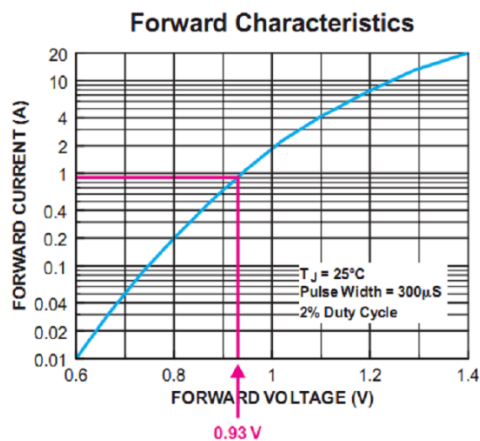
- Kurva arus maju (*forward current derating curve*) pada datasheet pada [Gambar 5.1](#) menunjukkan arus maju maksimum pada saat $I_{F(AV)}$ konstan dalam ampere terhadap perubahan suhu lingkungan. Nilai arus maju derating diode menyatakan nilai arus yang dapat mempertahankan nilai maksimal 1A sampai pada batas suhu tertentu.

Suhu diatas batas derating, arus dioda tidak dapat dipertahankan tetap 1A, sehingga arus maksimum harus turun seperti yang ditunjukkan oleh kurva [Gambar 5.2](#). Seperti contoh, jika dioda dioperasikan pada arus maju 0,4A, maka dioda mampu menangani suhu disekitar hingga 120°C seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 5.2](#).



Gambar 5. 2. Kurva arus maju terhadap suhu sekitar

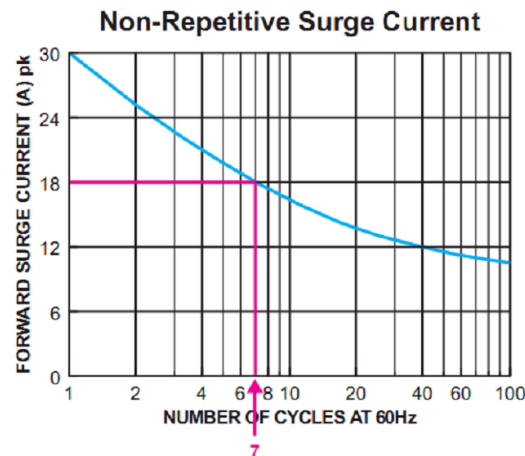
Kurva Karakteristik forward lain grafik dari datasheet menunjukkan seketika maju saat ini sebagai fungsi dari tegangan maju seketika.



Gambar 5. 3. Kurva arus maju terhadap tegangan maju pada suhu $T_J=25^\circ\text{C}$

Sebagaimana ditunjukkan pada [Gambar 5.3](#), data dari kurva ini diperoleh dengan menerapkan tegangan berbentuk pulsa dengan lebar $300\mu\text{s}$ pada perbandingan duty cycle sebesar 2%. Perhatikan hubungan grafik pada arus maju 1A berkaitan dengan suatu tegangan maju sekitar 0,93V, seperti Nampak pada [Gambar 5.3](#).

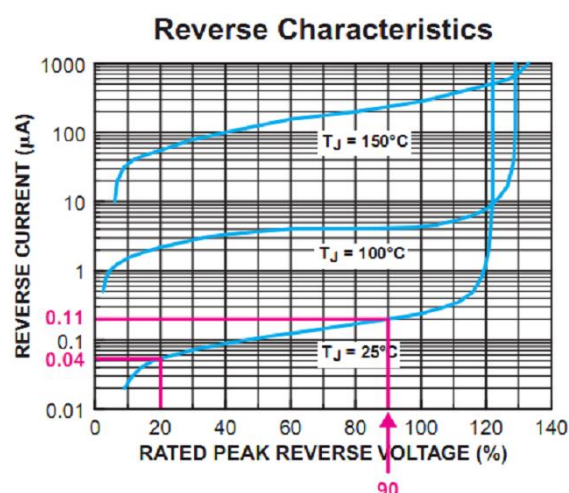
Kurva arus surja non-repetitif (surge current non-repetitive curve) menyatakan harga dari arus I_{fsm} sebagai fungsi dari banyaknya jumlah siklus pada kerja frekuensi 60Hz. Bila gelombang yang diterapkan pada dioda hanya berjumlah satu, maka dioda memiliki kemampuan melalukan arus maju sampai sebesar 30A.



Gambar 5. 4. Kurva arus maju surja terhadap jumlah gelombang

Sedangkan, jika gelombang secara periodik (berulang) pada frekuensi 60Hz diterapkan pada dioda, maka kemampuan dioda melalukan arus menjadi menurun dari nilai arus maju maksimum I_{FSM} . Misalnya, jika gelombang periodik yang diterapkan pada dioda sebanyak 7kali, maka kemampuan dioda melalukan arus maju maksimum yang dapat diijinkan adalah 18A, seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 5.4.](#)

Karakteristik terbalik (reverse characteristics) menggambarkan grafik dari datasheet yang menunjukkan bagaimana arus balik (reverse current) bervariasi dengan tegangan balik (reverse voltage) untuk kondisi tiga suhu persimpangan yang berbeda (three different junction temperatures).



Gambar 5. 5. Kurva arus balik terhadap tegangan balik

Sumbu horisontal menunjukkan representasi dari persentase tegangan balik maksimum (V_{RRM}). Misalnya, pada 25°C, 1N4001 memiliki arus balik sekitar 0,04mA

pada 20% dari V_{RRM} maksimum atau 10V. Jika V_{RRM} meningkat sampai 90%, kenaikan arus balik menjadi sekitar 0,11 mA, seperti terlihat pada [Gambar 5.5](#).

5.2. Papan rangkaian (PCB), bagian mekanik, koneksi kabel dan solderan diperiksa dan atau diperbaiki.

Sub-unit kompetensi ini akan mengajarkan teknisi elektronik tentang metode perbaikan dan peralatan yang sesuai secara umum. Melalui eksperimen, peserta diklat akan mengalami perilaku masing-masing dan setiap komponen secara rinci untuk dapat memecahkan masalah 'dengan dan tanpa diagram skematik' dan hanya dengan 'mengamati perilaku rangkaian yang rusak'. Peserta akan mendapatkan pengetahuan praktis yang baik tentang soldering dan desoldering komponen elektronik. Dengan menerapkan soldering dan desoldering yang benar, maka risiko kerusakan pada PCB dan komponen tidak akan terjadi. Untuk itu setelah menyelesaikan pembelajaran pada sub-unit kompetensi ini, peserta diklat akan dapat melakukan perbaikan pada jalur PCB dan penggantian komponen yang rusak.

Begitu Anda menemukan komponen yang ingin Anda uji, atau yang jelas-jelas meledak dan secara visual mengalami kegagalan fisik, untuk itu anda perlu melepaskan komponen tersebut dari papan rangkaian tercetak (PCB). Selanjutnya memasang kembali pada tempat yang sama pada lubang PCB dengan posisi yang sama dan hasil yang baik, untuk itu perlu keterampilan soldering dan desoldering.

Setiap metode perakitan/pengerjaan ulang memiliki kelebihan dan kekurangan tertentu tergantung pada perancangan, ukuran, material material, dan pemasang komponen. Untuk itu, sebaiknya pilih metode yang kemungkinan paling sesuai berdasarkan Sasaran dan Pedoman Proses yang berlaku dalam organisasi Anda sendiri.

Sirkuit dan Mengganti Komponen

- Memilah-milah komponen lubang-lubang dan permukaan-mount.
- Memilih suku cadang pengganti: baru, dari simpanan Anda dan dari suku cadang mesin.
- Menggantikan komponen yang sama saat Anda tidak bisa mendapatkan penggantian yang tepat: karakteristik vital yang harus disesuaikan atau

dilampaui, dan perbedaan kapasitor, dioda, resistor, transistor dan zener yang diijinkan.

- Memasang komponen baru: melalui lubang dan transistor daya mount-mounting mounting.
- Menemukan komponen: standar, proprietary, lokal, mail order, baru dan surplus.
- Menyimpan papan yang rusak: menjembatani konduktor rusak dan interkoneksi lapisan yang buruk.
- Mencerminkan solder pada chip sirkuit terpadu berkapasitas tinggi.

5.3. Pembersihan perangkat dilaksanakan sesuai dengan prosedur standar.

Pembersihan adalah proses penting dalam pembuatan elektronik dan telah digunakan bertahun-tahun untuk menghilangkan kontaminan yang berpotensi berbahaya selama pembuatan PCB.

Kontaminan tersebut meliputi fluks, solder dan residu perekat, dan kontaminan lainnya yang lebih umum seperti debu dan kotoran yang berasal dari proses pembuatan lainnya.

Tujuan pembersihan, khususnya di dalam industri elektronika yang berkembang pesat, pada dasarnya memperbaiki umur produk dengan memastikan ketahanan permukaan yang baik dan dengan mencegah kebocoran aliran arus yang mengarah ke kegagalan PCB. Pasar yang berkembang ini melihat elektronik modern dan masa depan menjadi lebih kecil dan lebih kecil dan persyaratan untuk kinerja tinggi dan kehandalan lebih kuat dari sebelumnya. Untuk mencapai ketahanan insulasi yang baik dan memastikan adhesi pelapis konformulasi dan resin enkapsulasi yang adekuat, kebersihan majelis elektronik sangat penting.

Ada banyak tahap di mana pembersihan diperlukan; sebelum memadamkan dan menyolder untuk menghilangkan kontaminan dari sekian banyak tahap produksi sebelumnya, setelah diencerkan untuk menghilangkan pasta solder berlebih/perekat dan setelah disolder untuk menghilangkan residu fluks korosif dan bola solder apapun.

Di industri saat ini, banyak produsen beralih ke proses 'tidak bersih', menyiratkan bahwa pembersihan tidak diperlukan setelah penyolderan. Dalam proses 'tidak bersih', kandungan padatan dari fluks lebih rendah dari pada jenis tradisional, namun tetap mengandung rosin dan aktivator.

Residu semacam itu, bersama dengan unsur lain yang tidak diinginkan yang dikumpulkan karena tahap pembersihan yang hilang, dapat menyebabkan masalah adhesi dan mungkin mempengaruhi kinerja media pelindung yang diterapkan, yaitu. Enkapsulasi Resin atau Lapisan Konformal. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa meskipun dengan kemajuan teknologi baru, seperti fluks 'tidak bersih', pembersihan masih merupakan proses multi-tahap penting dalam industri elektronik.

Akhirnya, ada juga tahap pembersihan yang diperlukan untuk menghilangkan pelapis dan perekat saat perlu dilakukan kembali, untuk membersihkan komponen individual dan untuk pemeliharaan lini produksi.

Pelarut dan Pembersih Cair:

Electrolube menawarkan berbagai pembersih elektronik berbasis pelarut dan berair.



Sistem berbasis pelarut sangat efisien, memungkinkan proses satu tahap yang mudah.

Bahan pembersih ini sering mudah terbakar sehingga kesehatan dan keselamatan operator serta tingkat emisi pelarut semua harus dipertimbangkan saat menggunakan bahan semacam itu.

Dengan masalah lingkungan pada saat yang bersamaan, banyak produsen elektronik bergerak menjauh dari pembersih pelarut tradisional yang menggunakan bahan kimia merusak ozon atau mengandung kandungan senyawa VOC (senyawa organik volatil) yang tinggi, dan menggantinya dengan alternatif yang lebih aman. Meskipun penggunaan mudah dari banyak pembersih pelarut, pembersih berbasis air memiliki beberapa keunggulan termasuk sifat yang tidak mudah terbakar, bau rendah, rendah/non-VOC dan toksisitas sangat rendah.

Ada berbagai pilihan aplikasi saat menggunakan pembersih berair, termasuk ultrasonik, semprot di bawah perendaman atau aplikasi jenis pencuci piring dan dengan demikian mengidentifikasi produk yang benar untuk pekerjaan tertentu

sangat penting. Pembersih berair dapat menggunakan teknologi surfaktan untuk membantu menghilangkan kontaminan dari PCB dengan mengurangi ketegangan antar muka dan menunda atau mengemulsikannya dalam larutan. Sebagai alternatif, penghilang fluks berbasis air bekerja dengan saponifikasi, menetralkan asam fluks.

Sebagai teknologi pembersihan telah dikembangkan, telah dikembangkan sistem bebas surfaktan; Berdasarkan glikol, pembersih ini menggabungkan keuntungan pembersih berbasis air dan pembersih berbasis pelepasan minimal yang diperlukan. Dalam keadaan mikro-emulsi, mereka memberikan pembersihan yang sangat efisien dan dapat dimanfaatkan di semua jenis peralatan. Electrolube juga telah mengembangkan bahan dalam bentuk konsentrat dengan penghambat korosi terintegrasi, dan menghilangkan tahap lain dalam proses ini. Pengadaan dalam bentuk konsentrat juga mengurangi biaya transportasi, baik dalam hal ekonomi dan lingkungan.

B. Keterampilan yang diperlukan dalam memperbaiki kerusakan

Lakukan prosedur standar dalam memperbaiki kerusakan perangkat elektronik sesuai dengan kebutuhan KUK ruang lingkup unit kompetensi perbaikan perangkat audio video

- 5.1. Komponen/bagian/modul yang rusak diganti dengan suku cadang yang sama atau yang direkomendasikan oleh pabrikan.
- 5.2. Papan rangkaian (PCB), bagian mekanik, koneksi kabel dan solderan diperiksa dan atau diperbaiki.
- 5.3. Pembersihan perangkat dilaksanakan sesuai dengan prosedur standar.

C. Sikap yang diperlukan dalam memperbaiki kerusakan

1. Keselamatan pertama; mengetahui bahaya yang terkait dengan peralatan elektronik yang digunakan. Menerapkan semua tindakan pencegahan dan tindakan tak terduga
2. Cermat dan teliti dalam mengidentifikasi komponen elektronika aktif;
3. Taat asas dalam mengaplikasikan langkah-langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan dalam mengoperasikan Peralatan dan Instrumen Ukur Komponen elektronika aktif;

4. Berpikir analitis serta evaluatif waktu melakukan pengukuran komponen elektronika aktif sesuai dengan kebutuhan. Selalu berpikir 'bagaimana jika'. Ini berlaku baik untuk prosedur analitik maupun tindakan pencegahan sehubungan dengan penggunaan peralatan elektronika.
5. Belajar dari kesalahan. Dalam perbaikan hindari kesalahan, karena beberapa di antaranya bisa menyebabkan biaya sangat mahal. Masalah sederhana bisa berubah menjadi masalah mahal karena ada sedikit kesalahan selama proses penyelidikan dan ini sering disebabkan karena keinginan untuk mencoba-coba sesuatu sebelum memikirkan.
6. Jangan mulai dengan alat uji elektronik, mulailah dengan beberapa pemikiran analitis. Banyak masalah yang terkait dengan peralatan elektronik tidak didukung oleh skematis (meski mungkin bisa bermanfaat), berfikirilah atas dasar logis.
7. Jika Anda terjebak dengan masalah dan membuat lelah, istirahatlah. Jangan mengatasi masalah dengan kepala dibawah tekanan, Bekerja dengan kepala yang benar-benar segar akan menghasilkan pendekatan atau solusi maksimal dan logis. Peralatan elek - ini berbahaya dan sebagian besar tidak produktif (atau mungkin merusak)
8. Banyak masalah memiliki solusi sederhana. Jangan langsung berasumsi bahwa masalah Anda adalah beberapa kombinasi kegagalan yang rumit dan kompleks. Kegagalan Perangkat Penerima TV, dimungkinkan hanya koneksi yang buruk atau gagal dioda.
9. Ketika menghadapi dan mendapatkan pembacaan yang tidak masuk akal, jangan membabi buta berdasarkan hasil dari pengambilan data instrumen. Mungkin saja disebabkan karena pemilihan dan menggunakan peralatan Anda dengan cara yang membingungkan dan tidak tepat. Penggunaan dan pemilihan DMM tidak baik dalam memeriksa semikonduktor di sirkuit langsung atau transistor daya yang akan diuji, mungkin ada dioda peredam dan/atau resistor penghambat.
10. Benar-benar sadarilah bahwa kebetulan itu memang terjadi, tapi kasus penyelesaian masalah seperti ini relatif jarang terjadi. Biasanya, ada penyebab umum. Misalnya, jika TV tidak memiliki defleksi vertikal dan tidak ada gambar, kemungkinan besar keluaran catu daya secara umum telah mengalami kegagalan, daripada mengasumsikan bagian-bagian dan subsistem lainnya. Dengan kata lain,

pertama yang harus dilakukan untuk berfikir logis adalah mencari akar penyebab yang umum daripada mencoba menemukan bagian sirkuit lainnya yang terpisah secara fungsi.

11. Konfirmasikan masalah sebelum menyelam ke dalam ranah perbaikan. Berfikir solusi logis berguna untuk mengidentifikasi secara tepat apa yang sebenarnya dan penyebab perangkat tidak bekerja, sehingga kita akan tahu apakah beberapa kesalahan yang muncul sebenarnya merupakan masalah yang sudah ada sebelumnya atau justru disebabkan karena kecerobohan pada saat selama perbaikan. Cobalah untuk mendapatkan informasi sebanyak mungkin tentang masalah kerusakan perangkat tersebut dari pemiliknya. Dan jika Anda sendiri adalah pemiliknya, cobalah merekonstruksi kejadian kejadian yang mengarah pada kegagalan. Misalnya, apakah TV tidak berfungsi saat dinyalakan atau ada beberapa gejala awal sebelum menjadi gagal total? Apakah masalah datang dan pergi sebelum akhirnya menjadi rusak selamanya?

BAB VI

MEMASANG KEMBALI DAN MENGETES

A. Pengetahuan Memasang Kembali & Mengetes

6.1. Perangkat yang selesai perbaikan dirakit kembali.

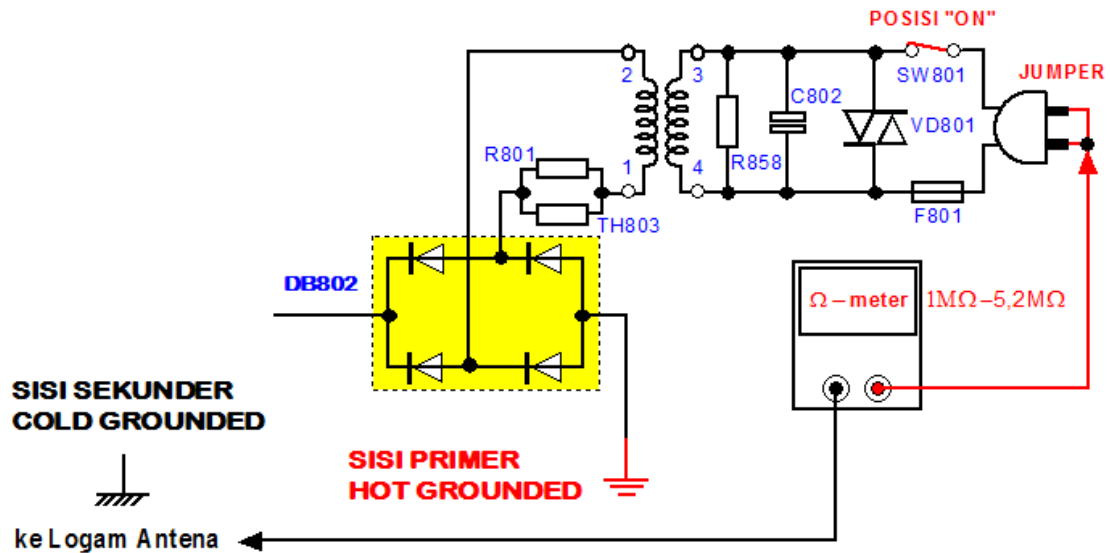
Selamat anda selesai memperbaiki perangkat elektronik! Sekarang saatnya untuk mengembalikan semuanya. Pekerjaan akhir yang harus diselesaikan biasanya, hanya memasang sekrup pada papan rangkaian tercetak, pasang kembali konektor, tutup kembali casing dan Anda selesai. Bagi seorang teknisi apakah pekerjaan dan tanggung jawab kepada pelanggan telah selesai? Jawabnya belum dan bukan seperti itu saja pekerjaan seorang teknisi dalam hal menjaga hubungan terhadap kepuasan dan keselamatan pelanggan. Terkadang, pekerjaan yang perlu dilakukan adalah perakitan ulang namun tidak secara metodis untuk semua jenis masalah, dari kegagalan memperbaiki kerusakan baru, dan bahkan membahayakan pengguna produk. Pekerjaan penting yang tidak boleh lupa adalah pengukuran arus bocor perangkat elektronik, hal ini bertujuan untuk keamanan pelanggan terlindungi dari sengatan arus bocor.

Pengukuran Arus Bocor

Perangkat elektronik dengan kategori steker AC kelas II memiliki tahanan isolasi antara bagian logam terminal antena terhadap jalur kembali ke chassis dan ketika diukur dengan ohm-meter memiliki nilai resistansi antara $1M\Omega$ dan $5.2M\Omega$. Dan jika antara logam terminal antena terhadap steker AC tidak memiliki jalur kembali ke chassis, maka tahanan isolasi yang terbaca dalam ohm-meter adalah tetap sama dan terbatas. Dan bila terdapat kelainan atau tidak normal, maka harus diperbaiki lagi sebelum perangkat tersebut dikembalikan kepada pengguna.

Arus Bocor Sisi Sekunder (Leakage Current COLD Test)

Lepaskan steker AC dari sumber jala-jala 220V, hubungkan kabel jumper diantara steker AC tersebut. Tempatkan posisi switch AC dalam kondisi "ON", lalu hubungkan ohm-meter antara ke konektor steker AC bagian logam terminal antena.



Gambar 6. 1. Pengukuran tahanan isolasi sisi sekunder

Arus Bocor Sisi Primer (*Leakage Current HOT Test*)

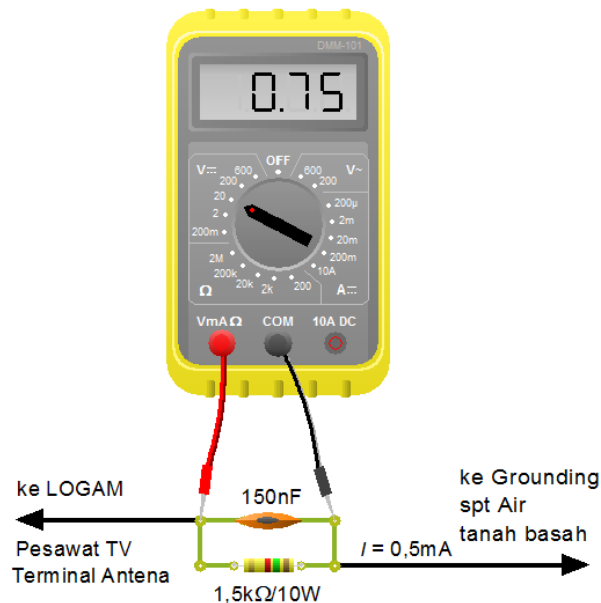
Untuk menghindari dan melindungi pengguna terhadap arus kejut ketika menghubungkan kabel antena ke sistem penerima TV, untuk itu diperlukan data pengukuran arus bocor (*Leakage Current Test*). Semua peralatan elektronik katagori stop kontak klas II setelah dilakukan perbaikan, wajib dilakukan pengujian arus bocor sebelum alat tersebut dikembalikan kepada Pengguna. Besarnya arus bocor yang diperbolehkan tidak boleh melebihi 0,5mA. Alat ukur yang dipergunakan untuk menguji arus bocor peralatan elektronik katagori stop kontak klas II berbeda dengan alat ukur yang digunakan untuk menguji arus bocor sistem pentanahan instalasi listrik. [Gambar xx](#). memperlihatkan metode pengujian arus bocor perangkat elektronik, jika tidak memiliki alat ukur khusus untuk pengujian arus bocor.

Langkah Pengukuran Arus Bocor

- Colokkan kabel AC langsung ke stopkontak listrik.
- Jangan menggunakan Transformasi Isolasi selama pengukuran arus bocor.
- Hubungkan resistor 1,5K/10watt secara paralel dengan kapasitor 0,15uF antara tanah bumi yang baik (Air Pipa, Conduit, dll) dan bagian-bagian logam.
- Ukur tegangan AC di resistor menggunakan AC voltmeter dengan sensitivitas 1000Ω/volt atau lebih.
- Lepas dan pasang kembali kabel AC dalam posisi terbalik dengan posisi pertama ke sumber tegangan dan ulangi pengukuran tegangan AC untuk setiap bagian

logam yang terbuka. Setiap tegangan terhadap logam yang telah diukur tidak boleh melebihi 0,75 volt RMS dengan arus $\leq 0.5\text{mA}$.

- Jika hasil pengukuran melebihi batas yang ditentukan, maka kemungkinan bahaya sengatan listrik terhadap pengguna ketika memasukan kabel antenna, untuk itu pesawat TV harus diperiksa dan diperbaiki sebelum dikembalikan kepada pelanggan.



Gambar 6. 2. Pengukuran Arus Bocor

6.2. Perangkat yang selesai dirakit dilakukan tera sesuai dengan spesifikasi pabrikan.

Banyak orang melakukan pemeriksaan perbandingan lapangan antara dua perangkat elektronik setelah selesai diperbaiki dan kemudian dibandingkan dengan produk pembanding, dan menyebutnya "dikalibrasi" ketika hasil pengujian memberikan bacaan yang sama.

Ini bukan proses kalibrasi. Ini adalah cek lapangan dengan cara membandingkan dua perangkat. Hasil ini hanya menunjukkan kepada Anda apakah ada masalah, tapi tidak bisa menunjukkan piranti mana yang benar. Jika kedua meter berada di luar kalibrasi dengan jumlah yang sama dan dengan arah yang sama, tidak ada yang menunjukkan apa-apa. Anda juga tidak akan menunjukkan tren apapun - Anda tidak akan tahu instrumen Anda menuju kondisi "out of calibration".

Untuk proses kalibrasi yang efektif, alat ukur standar kalibrasi industri harus lebih akurat daripada instrumen yang diuji.

6.3. Perbaikan yang telah dilakukan dicatat kedalam dokumen

Sub-unit kompetensi ini berusaha memberikan ikhtisar dokumentasi teknis untuk produk atau layanan. Ini juga menyoroti alat dan teknologi yang digunakan dalam dokumentasi teknis serta tantangan di bidang pelayanan dan perbaikan.

Dokumentasi teknis merupakan bagian integral dari pengenalan produk atau layanan ke pasar. Proses dokumentasi yang tidak efisien dapat berpengaruh signifikan terhadap kesuksesan finansial suatu produk atau layanan.

Dokumentasi teknis (Panduan pengguna, Panduan pemasangan, Informasi garansi, Manual perawatan, Panduan mengatasi masalah, Petunjuk perbaikan dll.) Harus selalu memberikan informasi produk yang paling akurat.

Dokumentasi teknis juga berperan penting dalam siklus hidup produk selama operasi dan pemeliharaan.

Ada banyak kejadian/kecelakaan karena dokumentasi yang tidak benar atau petunjuk operasi/perawatan yang tidak lengkap.

Kertas putih ini menunjukkan mengapa dokumentasi teknis diperlukan dan juga membantu pembaca memahami alat dan teknik yang digunakan untuk membuat dokumentasi teknis di lingkungan saat ini.

Dokumentasi teknis menyebar di seluruh siklus hidup produk dari tahap perancangan ke tahap pembuangan di industri termasuk bidang aerospace, industri, rekayasa perangkat lunak, teknik berat, elektronik konsumen, minyak dan gas dll. Dokumen teknis yang umum digunakan di seluruh siklus hidup produk meliputi dokumen spesifikasi, prosedur uji penerimaan, prosedur uji lingkungan, dokumen validasi dan verifikasi, mode kegagalan dan analisis efek (FMEA Failure Mode and Effects Analysis), manual operasi, manual servis, manual perawatan, panduan pengguna, prosedur perbaikan, daftar suku cadang dll.

Namun dokumentasi teknis terutama mengaitkan istilah dengan dokumen dan informasi yang disampaikan ke publik oleh produsen - Petunjuk pengguna, instruksi pengoperasian, instruksi servis, manual instalasi, manual perawatan, dan manual perangkat lunak.

Praktik yang umum di antara perusahaan adalah menunda pengembangan dokumentasi sampai pada tahap pengembangan produk atau layanan, ketika semua perubahan desain seharusnya dilakukan. Seringkali, pendekatan ini menyebabkan penundaan peluncuran produk, sehingga peluang pasar menjadi tertunda, dan karenanya kerugian pendapatan.

Dokumen yang berisi informasi teknis produk termasuk dalam kategori dokumentasi teknis. Isi dokumentasi teknis tergantung pada persyaratan dokumen dibuat seperti untuk menguji fungsionalitas produk, perakitan produk, perawatan produk, perbaikan produk atau deskripsi teknis produk.

Dokumentasi teknis merupakan bagian integral dari siklus hidup produk dari desain ke operasi dan sangat membantu dalam validasi verifikasi produk, pengujian, dan perbaikan. Dokumentasi teknis juga sangat berguna untuk melakukan inspeksi, audit, dan persyaratan hukum lainnya. Ini juga membantu dalam penyelidikan kecelakaan untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan yang benar dan muncul dengan tindakan pencegahan yang solid.

Namun, perhatian penyedia dokumentasi teknis ada pada dokumen yang dibutuhkan saat produk masuk ke bidang operasi yaitu manual servis, manual pemeliharaan, daftar komponen, manual perbaikan, manual operasi, prosedur penyimpanan, prosedur pengujian, dll. Ada yang besar dalam kebutuhan dan permintaan dokumentasi teknis dalam hal instruksi yang disederhanakan, prosedur dan kepatuhan yang diilustrasikan dengan jelas terhadap standar yang berlaku.

Untuk membuat dokumentasi teknis, diperlukan banyak pengalaman tentang authoring dan illustration tools bersama dengan pemahaman yang adil tentang produk secara teknis. Kombinasi pengetahuan dasar, pengalaman memenuhi persyaratan dan pengetahuan spesialis khusus dokumentasi mutlak diperlukan untuk penyedia layanan dokumentasi teknis. Umumnya penulis/penulis teknis berperan sebagai mediator antara produsen dan pengguna baik di dalam perusahaan maupun di luar perusahaan.

Jaman sekarang, dokumentasi teknis berbasis kertas hampir ketinggalan dan ditinggalkan karena selain pemborosan juga tidak ramah lingkungan dan perlahan-lahan berubah menjadi manual animasi 3D interaktif. Buku manual dan publikasi

elektronik sangat berguna untuk memperlancar proses, memfasilitasi pelatihan produk, berbagi dan aksesibilitas.

Tantangan

Menulis konten yang benar dan yang berlaku dengan ilustrasi pendukung merupakan tantangan nyata karena ini tidak hanya membutuhkan keterampilan menulis teknis yang efektif, tetapi juga pengetahuan tentang produk/domain, keterampilan untuk menafsirkan gambar teknik, keterampilan visualisasi, dan juga sudut pandang pengguna akhir, karena pada akhirnya pengguna akhir yang perlu memahami manual dan dokumen teknis.

Tantangan lain yang dihadapi oleh para penulis teknis adalah membuat dokumen mudah dinavigasi, dicari, dan digunakan kembali. Jika dokumen teknis tidak mudah dinavigasi, mereka dapat membuat banyak penundaan dan dapat menyebabkan ketidakpuasan pengguna.

Hambatan bahasa juga menjadi tantangan utama dalam dokumentasi teknis. Meskipun bahasa Inggris adalah bahasa yang diterima secara luas di seluruh dunia, sangat sedikit negara yang menggunakan bahasa Inggris sebagai bahasa ibu mereka. Oleh karena itu data teknis/petunjuk dalam dokumen harus ditulis dalam format yang sederhana, pendek, dan singkat sehingga tidak ada kebingungan/kesalahpahaman pada sebagian pengguna saat menafsirkan informasinya. Dokumentasi teknis harus selalu jelas dan tidak ambigu. Kebingungan bisa membuat frustrasi, menyita waktu, mahal, dan bahkan berbahaya.

Ketidakkonsistenan dalam urutan dan struktur informasi di dokumen serupa membuat informasi sulit dipahami pembaca.

Berikut **Gambar 6.3** adalah contoh dokumen teknis

Written in Technical English...

Gain access to blade. After removing old blade, new blade may be fitted by proceeding in reverse order, using gloves to avoid injuries by teeth of blade.

Before you attempt any of the above, the power should have been switched off.

...Written in Simplified English

Make sure that the on/off switch is in the "off" position.
Remove the blade cover from the machine.
Warning: wear gloves when you touch the blade.
Remove the old blade. Install the new blade. See figure A.
Install the blade cover.

Source: 1974-2007 – Tedopres International

The Risks

After removing old bolt, new screw may be fitted by proceeding in reverse order, using gloves to avoid injuries by sharp edges of fan blades.



- ▶ Confused and frustrated readers
- ▶ **Safety risk**
- ▶ **Damage** during operation or maintenance
- ▶ Potential for **product liability**
- ▶ High **localization** costs
- ▶ Unsatisfactory **translations**
- ▶ Higher training support costs
- ▶ Ineffective **customer services**

Gambar 6. 3. Contoh Dokumenti Teknis Bahasa Inggris

Source: 1974-2007 – Tedopres International

Ada banyak kecelakaan karena instruksi yang tidak memadai atau tidak lengkap dalam dokumentasi teknis atau karena instruksi yang diberikan tidak diikuti dengan benar. Berikut adalah beberapa contoh berikut:

Dalam kecelakaan Japan Airlines Flight 123 (Boeing 747SR), laporan yang diterbitkan oleh Komisi Investigasi Kecelakaan Pesawat Jepang kemudian adalah sebagai berikut:

Pesawat tersebut terlibat dalam insiden pemogokan ekor di Bandara Internasional Osaka pada tanggal 2 Juni 1978, yang merusak sekat tekanan belakang pesawat terbang. Perbaikan selanjutnya dari sekat tidak sesuai dengan metode perbaikan yang disetujui oleh Boeing. Teknisi Boeing yang memperbaiki pesawat terbang

menggunakan dua pelat doubler terpisah, satu dengan dua baris paku keling dan satu dengan hanya satu baris saat prosedur memanggil satu piring peluncur kontinyu dengan tiga baris paku keling untuk memperkuat sekat yang rusak. Hal ini mengurangi ketahanan komponen terhadap kelelahan logam hingga 70%. Menurut Federal Administrasi Penerbangan, satu "piring doubler" yang ditentukan untuk pekerjaan tersebut (Federal Aviation Administration menyebutnya "lempeng sambatan" - pada dasarnya sebuah patch) dipotong menjadi dua bagian yang sejajar dengan retakan tegangan yang dimaksudkan untuk memperkuat, "untuk membuatnya sesuai ". Ini meniadakan keefektifan dua baris paku keling. Selama penyelidikan Boeing menghitung bahwa instalasi yang salah ini akan gagal setelah sekitar 10.000 tekanan; pesawat mencapai 12.318 penerbangan sukses dari saat perbaikan yang salah dilakukan saat kecelakaan terjadi.

Kesulitan yang dihadapi oleh kurangnya dokumen teknis yang baik telah banyak didokumentasikan. Sebuah laporan oleh BP diterbitkan menyusul kecelakaan tumpahan minyak Teluk Meksiko. Menurut laporan 'Deepwater Horizon Accident Investigation', alasan yang menyebabkan kecelakaan itu adalah kurangnya dokumen teknis yang baik dan tidak patuh terhadap yang sudah ada. Misalnya, tim investigasi tidak dapat mengidentifikasi standar industri yang ada untuk melakukan tes tekanan negatif. Hal ini didukung oleh kesaksian ahli dalam audiensi 23 Maret 2010, Badan Pengawas Kelautan (MBI). Hasil investigasi lain menyatakan bahwa aditif defoamer digunakan dalam bubur semen, sedangkan standar pemasok mencakup rekomendasi khusus untuk menghindari penggunaan aditif dispersan atau defoamer dengan semen busa, yang mengindikasikan ketidakpatuhan pada rekomendasi yang ada.

Ketidakmampuan untuk menggunakan kembali informasi dan mengotomatisasi penerbitan merupakan salah satu bidang inefisiensi terbesar di lingkungan perusahaan saat ini. Ketika total, inefisiensi ini memiliki dampak dramatis, namun biasanya tidak dikenali pada biaya internal, pengakuan pendapatan, produktivitas, waktu ke pasar, dan kepuasan pelanggan. Dalam lingkungan yang kompetitif saat ini, permintaan pelanggan akan inovasi yang lebih besar harus dipenuhi dengan membawa produk ke pasar secara tepat waktu dengan biaya serendah mungkin. Meskipun manajemen senior sering mengabaikan dampak dokumentasi teknis, proses

penerbitan yang tidak efisien dapat berpengaruh signifikan terhadap kesuksesan finansial suatu produk atau layanan.

Akurasi dokumentasi teknis sangat penting dalam memastikan bahwa tindakan perawatan yang tepat dilakukan. Namun, integrasi OEM, Supplemental Type Certificate (STC), data pemasok, dan data operator dalam lingkungan operasi juga penting untuk menyampaikan pada janji data yang akurat (misalnya, data yang tepat, pada waktu yang tepat, dalam format yang dapat digunakan untuk lingkungan yang ada). Kesempatan untuk menangani kualitas data dari sudut pandang pengguna komunitas adalah dalam integrasi pengiriman data, umpan balik pengguna, dan pembaruan data yang memenuhi kebutuhan kelompok pengguna secara real-time.

Saat ini, organisasi memiliki waktu yang sulit untuk menerapkan sumber daya yang tepat, dengan pengetahuan, keterampilan, dan / atau solusi sistem yang tepat untuk mengatasi masalah sehari-hari yang disebabkan oleh kurangnya integrasi data teknis.

Alur Kerja Dokumentasi Teknis

Dokumentasi teknis umumnya mengikuti alur kerja khas seperti yang diuraikan di bawah:

Analisis Kebutuhan: Analisis Kebutuhan merupakan langkah penting dalam siklus hidup dokumentasi teknis.

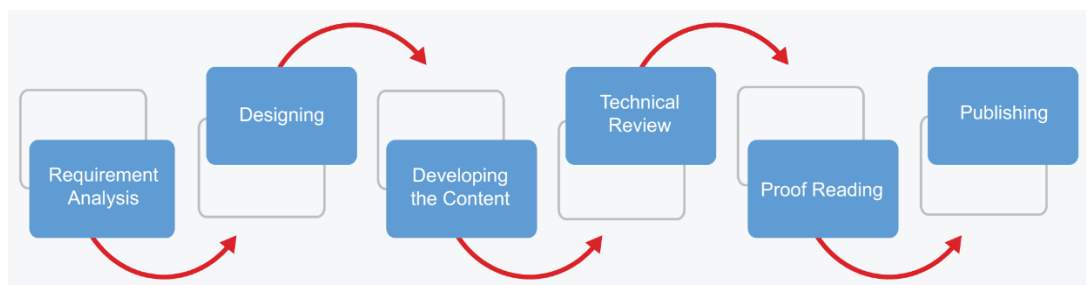
Penulis teknis mempelajari dokumen masukan yaitu spesifikasi teknis, gambar teknik, dll yang diberikan oleh pelanggan dan memasukkan informasi ke dalam urutan logis sesuai dokumen output yang dipersyaratkan. Penulis teknis menganalisis persyaratan dokumen, target audiens, alat dokumentasi yang akan digunakan, kompleksitas dan kedalaman dokumen, dan tingkat bahasa yang akan digunakan.

Banyak usaha diperlukan untuk proses ini karena informasi diambil dari berbagai masukan yang diberikan oleh pelanggan. Informasi ini kemudian diverifikasi oleh spesialis domain dan keraguan dan pertanyaan lebih lanjut mengenai produk diklarifikasi dengan bantuan pelanggan. Jika ada dokumentasi untuk versi produk sebelumnya, ini disebut untuk memahami produk dengan jelas. Bantuan produk online juga dimanfaatkan untuk memahami fitur produk secara jelas.

Penulis teknis perlu memahami produk dari sisi teknis maupun pengguna. Mereka kemudian harus mencatat semua pertanyaan dan masalah yang ditemukan saat mempelajari input produk. Mereka mungkin perlu membahas masalah ini dengan pakar domain untuk menyelesaikan pertanyaan jika ada dan untuk memahami proyek dengan jelas.

Perancangan: Dalam template dokumen fase ini dirancang. Persyaratan pemformatan, gaya presentasi, font dll diperlukan untuk merancang template dokumen. Perkiraan tersedia untuk jumlah halaman yang dibutuhkan, jumlah ilustrasi, jenis ilustrasi, gambar 2D atau 3D atau foto dll.

Pengembangan Konten: Pada tahap ini, konten ditulis sesuai persyaratan yang ditentukan dengan menggunakan template dan sesuai dengan perencanaan dokumentasi sebelumnya. Penulis teknis cerdas menggunakan ilustrasi grafis untuk pemahaman yang lebih baik oleh pembaca.



Gambar 6. 4. Alur Kerja Dokumentasi Teknis

Peninjauan teknis: Pada tahap ini, dokumen ditinjau oleh pakar teknis untuk relevansi konten teknis sesuai dengan dokumentasi masukan. Kajian ini harus sangat ketat karena ini akan menentukan keaslian konten teknis untuk kebenaran dan urutan logis.

Bukti keterbacaan: Pada tahap ini dokumen ditinjau secara menyeluruh untuk estetika dan kesalahan tata bahasa oleh orang ketiga. Proofreading sangat penting untuk dokumentasi teknis karena memverifikasi penyajian data, format, dan aspek lain dari dokumen.

Dokumen menjadi siap untuk diterbitkan setelah verifikasi kualitas secara menyeluruh.

Penerbitan Dokumen: Dokumen teknis umumnya diterbitkan dalam format elektronik di internet atau hard copy dan didistribusikan bersamaan dengan modul sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Distribusi tergantung pada apa yang diminta oleh pelanggan secara khusus, baik hard copy atau softcopy yang diformat sebagai PDF, file Word, bantuan online, halaman web, atau format yang serupa pada CD atau di internet.

Alat dan Teknologi

Sistem penerbitan tradisional seperti pengolah kata dan perangkat lunak desktop publishing digunakan pada tahap awal namun memiliki banyak keterbatasan sehingga membuang waktu dan sumber daya organisasi. Limbah ini biasanya muncul dari cara penulis membuat dan mempublikasikan informasi dalam mode tradisional. Keterbatasan utama pengolah kata tradisional dan perangkat lunak desktop publishing meliputi:

Pembaruan manual: Menyalin/menyisipkan konten adalah metode umum untuk melakukan perubahan saat menggunakan desktop publishing. Meskipun metode ini dapat menambah efisiensi penulisan saat membuat dokumen mandiri, namun juga akan mempersulit pemeliharaan dokumen.

Perubahan pada konten mengharuskan penulis untuk mencari dan memperbarui konten secara manual di beberapa bagian dalam beberapa dokumen. Perubahan adalah mimpi buruk penulis dan merupakan bagian utama dari "usaha terbuang" penulis.

Pemformatan manual: Penulis biasanya menghabiskan antara 30% dan 50% dokumen pemformatan waktu mereka dalam aplikasi penerbitan tradisional yang menggunakan karakter, paragraf, dan gaya halaman. Bahkan bila dilengkapi dengan template authoring, kebanyakan penulis membuat format dan perubahan gaya pada setiap dokumen saat mereka menulis. Jika dokumen itu kecil, sederhana, komunikasi satu kali seperti memo atau email, upaya terbuang dari desain manual dan pemformatan biasanya tidak signifikan. Namun, untuk dokumen panjang yang disusun dari informasi warisan dan mengalami siklus revisi berulang, rangkaian upaya

manual ini menyebabkan pemborosan tenaga kerja yang berlebihan, yang mengakibatkan keterlambatan inefisiensi dan produksi.

Merevisi konten yang ada: Penulis akan menciptakan konten yang sudah ada jika tidak dapat menemukannya. Dan saat mereka menemukan kontennya, penulis biasanya menyalinnya ke dokumen baru.

Kedua pendekatan itu boros karena membuat perbaikan informasi selanjutnya memerlukan pencarian, pembaharuan, dan peninjauan kembali semua dokumen yang berisi bagian, keterangan, atau frase yang berulang.

Bila versi konten yang dilokalkan diperlukan, biaya terjemahan dapat menambahkan biaya eksponensial ke operasi penerbitan. Selain itu, menulis ulang konten alih-alih menggunakan kembali tidak hanya meningkatkan biaya dan waktu untuk mengembangkan konten, namun juga menimbulkan risiko ketidakkonsistenan informasi yang berlebihan dengan dokumen lainnya, sehingga sulit untuk diperbarui.

Kurang struktur: Ketidakkonsistenan dalam urutan dan struktur informasi di dokumen serupa membuat konten lebih sulit dibaca oleh pembaca dan lebih sulit bagi penulis untuk menemukan dan memperbarui.

Informasi yang tidak terstruktur tidak mungkin digunakan kembali atau secara otomatis format. Program komputer tidak dapat memproses input yang tidak konsisten - masalah "sampah, sampah keluar" klasik. Kurangnya struktur menambahkan siklus pengulangan dan pengeditan yang berlebihan ke proses penerbitan, karena banyak pembaruan harus diedarkan.

Proses yang tidak efisien dalam menciptakan ilustrasi teknis: Ilustrasi teknis adalah inti dari publikasi teknis. Sebuah perusahaan biasa mengembangkan ratusan hingga jutaan ilustrasi teknis dan menyimpan ilustrasi tersebut untuk kehidupan produk. Bagi sebagian besar perusahaan, proses pembuatan ilustrasi teknis penuh dengan inefisiensi. Pertama, sebagian besar ilustrasi digambar ulang dari nol atau dengan mengacu pada gambar produk 2D menggunakan sistem ilustrasi tujuan umum. Alat ilustrasi tujuan umum sangat bagus untuk menggambar grafis bentuk bebas, pengeditan foto dan sentuhan, dan menciptakan gambar warna berkualitas tinggi. Namun, alat ini tidak dapat memahami aspek teknis produk manufaktur, dan

tidak berarti mempercepat dan menyederhanakan tugas umum yang dilakukan oleh ilustrator teknis.

Selama periode waktu banyak perubahan telah terjadi di domain penerbitan dan sistem publikasi otomatis sekarang sedang populer. Bila Anda harus mengirimkan konten di media cetak, di web, bantuan online, perangkat nirkabel, atau format tambahan dan jenis media, perangkat lunak penerbitan tradisional mengharuskan Anda menugaskan seseorang untuk memformat konten Anda secara manual untuk setiap jenis media.

Tidak hanya upaya manual ini membuang waktu dan uang, ini juga menyebabkan inkonsistensi dalam konten yang dihasilkan, yang dapat menyebabkan ketidakpuasan pelanggan atau pertanggungjawaban hukum.

Sistem publikasi otomatis memiliki kelebihan seperti Multi-channel Delivery, Multiple Embedded Diagrams, Large Volume Support, Repeatable Processes, Personalized Content, Configurable Products, dan mendukung penciptaan konten yang dinamis dan interaktif.

Melalui XML, seseorang dapat menentukan ukuran komponen informasi yang dapat digunakan kembali secara konsisten, sehingga memudahkan pertukaran satu komponen dengan komponen lainnya. XML membuat struktur dokumen eksplisit dan memastikan konsistensi dokumentasi secara mutlak. Dalam hal ini, XML itu unik; Tidak ada format data standar lainnya (kecuali GML, pendahulu XML) dapat mewakili semua jenis informasi - teks, data, dan grafik. Dengan menerapkan struktur yang konsisten di semua komponen dokumen, XML memfasilitasi identifikasi dan konsolidasi konten yang berlebihan, dan penggunaan ulang dan repurposisi komponen informasi. XML juga memungkinkan pemisahan konten dari presentasinya.

XML mewakili informasi dalam format "media netral" yang tidak dibatasi oleh keterbatasan dan kemampuan media tertentu, sehingga memungkinkan penulis untuk membuat informasi dalam bentuknya yang "murni", dan memprosesnya secara terpisah untuk menghasilkan produk informasi.

Selama periode waktu tertentu, alat khusus untuk membuat ilustrasi teknis telah dikembangkan, yang memindahkan gambar raster tradisional ke format vektor.

Beberapa alat terbaru seperti IsoDraw mengambil data CAD produk sebagai masukan tanpa platform CAD asli dan menghasilkan ilustrasi vektor yang dibutuhkan dengan usaha minimum dan ukuran terkecil. Hal ini tidak hanya mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan visual yang dibutuhkan, namun juga menghilangkan kesalahan teknis yang berkaitan dengan konfigurasi produk. Alat lain seperti komposer 3DVia mampu menciptakan ilustrasi animasi 3D beserta petunjuk singkat sehingga menghilangkan kebutuhan untuk menggunakan alat authoring terpisah.

Kesimpulan: Dokumentasi teknis harus dimulai dengan perancangan produk agar lebih efektif. Dokumentasi teknis terstruktur dengan baik yang dibuat dengan menggunakan alat dan teknologi baru dengan data yang benar dapat mengurangi banyak usaha yang dilakukan selama pengembangan serta pengoperasian dan juga mengurangi downtime produk. Hal ini juga dapat mengurangi insiden / kecelakaan selama siklus hidup produk jika konten yang benar dan logis digabungkan dan diikuti dengan benar. Karena alat dan teknologi baru telah membuat platform dokumentasi teknis yang netral dan mudah diakses dan dibagi di seluruh organisasi, kebanyakan produsen mengintegrasikan dokumentasi teknis di tahap pembuatan produk untuk memanfaatkan manfaat dan keuntungan yang terkait.

Tentang QuEST Global

QuEST Global adalah penyedia solusi rekayasa global yang terfokus dengan rekam jejak yang terbukti lebih dari 17 tahun yang melayani pengembangan produk dan kebutuhan teknik produksi perusahaan teknologi tinggi. Sebagai pelopor dalam layanan teknik global, QuEST adalah mitra terpercaya, strategis dan berjangka panjang bagi banyak perusahaan Fortune 500 di industri Aero, Aerospace & Defense, Transportation, Oil & Gas, Power, Healthcare dan industri berteknologi tinggi lainnya. Perusahaan ini menawarkan perangkat lunak mekanikal, elektrikal, elektronik, tertanam, rekayasa, analisis teknik, teknik manufaktur dan solusi transformatif rantai pasokan di seluruh siklus hidup teknik yang lengkap.

Mitra QuEST dengan pelanggan untuk terus menciptakan nilai melalui budaya customer-centric, pola pikir perbaikan terus-menerus, serta kemampuan teknik spesifik domain. Melalui model lokal-globalnya, QuEST memberikan interaksi rekayasa nilai maksimum secara lokal, bersamaan dengan pengiriman berkualitas tinggi dengan

biaya optimal dari lokasi global. Perusahaan ini terdiri dari lebih dari 7.000 insinyur bergairah dari sembilan kebangsaan yang berbeda yang bermaksud membuat dampak positif bagi bisnis pelanggan kelas dunia, yang mengubah cara mereka melakukan rekayasa.

B. Keterampilan yang diperlukan dalam memasang kembali & mengetes fungsional perangkat audio video setelah selesai diperbaiki

Lakukan prosedur standar dalam memasang kembali dan mengetes (re-assembly) sesuai dengan kebutuhan KUK ruang lingkup unit kompetensi perbaikan perangkat audio video

- 6.1. Perangkat yang selesai perbaikan dirakit kembali.
- 6.2. Perangkat yang selesai dirakit dilakukan tera sesuai dengan spesifikasi pabrikan.
- 6.3. Perbaikan yang telah dilakukan dicatat kedalam dokumen

C. Sikap yang diperlukan dalam memasang kembali dan mengetes fungsional perangkat audio video setelah selesai diperbaiki

1. Keselamatan pertama; mengetahui bahaya yang terkait dengan peralatan elektronik yang digunakan. Menerapkan semua tindakan pencegahan dan tindakan tak terduga
2. Cermat dan teliti dalam mengidentifikasi komponen elektronika aktif;
3. Taat asas dalam mengaplikasikan langkah-langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan dalam mengoperasikan Peralatan dan Instrumen Ukur Komponen elektronika aktif;
4. Berpikir analitis serta evaluatif waktu melakukan pengukuran komponen elektronika aktif sesuai dengan kebutuhan. Selalu berpikir 'bagaimana jika'. Ini berlaku baik untuk prosedur analitik maupun tindakan pencegahan sehubungan dengan penggunaan peralatan elektronik.
5. Belajar dari kesalahan. Dalam perbaikan hindari kesalahan, karena beberapa di antaranya bisa menyebabkan biaya sangat mahal. Masalah sederhana bisa berubah menjadi masalah mahal karena ada sedikit kesalahan selama proses penyelidikan dan ini sering disebabkan karena keinginan untuk mencoba-coba sesuatu sebelum memikirkan.

6. Jangan mulai dengan alat uji elektronik, mulailah dengan beberapa pemikiran analitis. Banyak masalah yang terkait dengan peralatan elektronik tidak didukung oleh skematis (meski mungkin bisa bermanfaat), berfikirilah atas dasar logis.
7. Jika Anda terjebak dengan masalah dan membuat lelah, istirahatlah. Jangan mengatasi masalah dengan kepala dibawah tekanan, Bekerja dengan kepala yang benar-benar segar akan menghasilkan pendekatan atau solusi maksimal dan logis. Peralatan elek - ini berbahaya dan sebagian besar tidak produktif (atau mungkin merusak)
8. Banyak masalah memiliki solusi sederhana. Jangan langsung berasumsi bahwa masalah Anda adalah beberapa kombinasi kegagalan yang rumit dan kompleks. Kegagalan Perangkat Penerima TV, dimungkinkan hanya koneksi yang buruk atau gagal dioda.
9. Ketika menghadapi dan mendapatkan pembacaan yang tidak masuk akal, jangan membabi buta berdasarkan hasil dari pengambilan data instrumen. Mungkin saja disebabkan karena pemilihan dan menggunakan peralatan Anda dengan cara yang membingungkan dan tidak tepat. Penggunaan dan pemilihan DMM tidak baik dalam memeriksa semikonduktor di sirkuit langsung atau transistor daya yang akan diuji, mungkin ada dioda peredam dan/atau resistor penghambat.
10. Benar-benar sadarilah bahwa kebetulan itu memang terjadi, tapi kasus penyelesaian masalah seperti ini relatif jarang terjadi. Biasanya, ada penyebab umum. Misalnya, jika TV tidak memiliki defleksi vertikal dan tidak ada gambar, kemungkinan besar keluaran catu daya secara umum telah mengalami kegagalan, daripada mengasumsikan bagian-bagian dan subsistem lainnya. Dengan kata lain, pertama yang harus dilakukan untuk berfikir logis adalah mencari akar penyebab yang umum daripada mencoba menemukan bagian sirkuit lainnya yang terpisah secara fungsi.
11. Konfirmasikan masalah sebelum menyelam ke dalam ranah perbaikan. Berfikir solusi logis berguna untuk mengidentifikasi secara tepat apa yang sebenarnya dan penyebab perangkat tidak bekerja, sehingga kita akan tahu apakah beberapa kesalahan yang muncul sebenarnya merupakan masalah yang sudah ada sebelumnya atau justru disebabkan karena kecerobohan pada saat selama perbaikan. Cobalah untuk mendapatkan informasi sebanyak mungkin tentang

masalah kerusakan perangkat tersebut dari pemiliknya. Dan jika Anda sendiri adalah pemiliknya, cobalah merekonstruksi kejadian kejadian yang mengarah pada kegagalan. Misalnya, apakah TV tidak berfungsi saat dinyalakan atau ada beberapa gejala awal sebelum menjadi gagal total? Apakah masalah datang dan pergi sebelum akhirnya menjadi rusak selamanya?

LAMPIRAN:

Peralatan Uji Perbaikan Perangkat Standar Klas II

Auto-Transformer

Pengujian Kestabilan Power Supply

Kualitas power supply setelah diperbaiki sebaiknya perlu dilakukan uji kestabilan. Auto traformer dapat digunakan untuk menguji tingkat kestabilan khususnya *power supply*. Dengan auto transformer tegangan jala-jala dapat diatur mulai dari nol sampai nilai maksimum dari tegangan jala-jala.



Gambar 1-L. Auto Transformator

LCR Meter Digital

Pengujian parameter komponen induktif, kapasitif dan resistif

Agar lebih mudah untuk memahami karakteristik komponen seperti induktor, kapasitor dan resistor, maka perlu merubah bentuk fisis komponen-komponen tersebut kedalam sebuah rangkaian pengganti elektrik pengukuran parameter kelistrikan menurut IEC-384-4 adalah sebagai berikut;

- ⇒ Arus patah (*leakage current*)
- ⇒ Induktance, Capacitance dan Resistance
- ⇒ Faktor kerugian (*dissipation factor*) akibat munculnya komponen parasit seperti $\tan \delta$ atau *ESR*
- ⇒ Impedansi Z

Metode pencarian kesalahan dengan menggunakan *LCR meter* adalah cara mudah, cepat, namun mahal untuk menguji komponen induktif Q tinggi. Metode ini

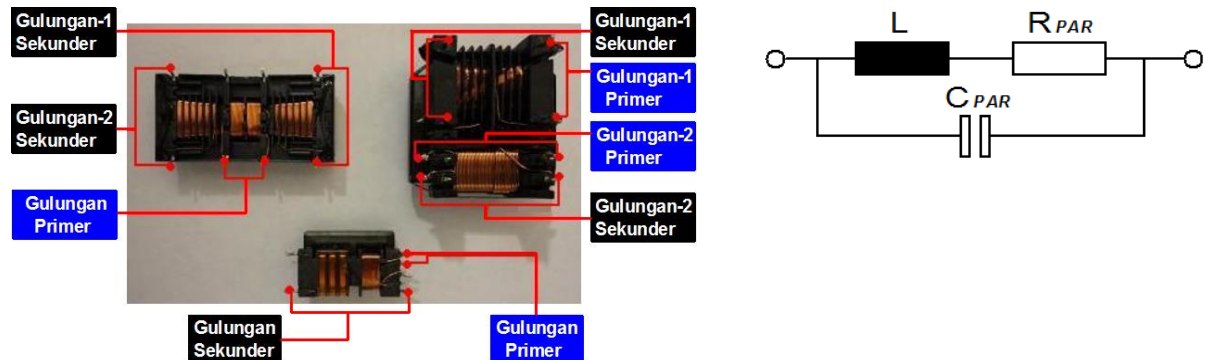
terutama sangat berguna dalam melakukan pemeriksaan cepat pada pembelok horisontal (flyback), keluaran transformator baris gambar dan komponen frekuensi tinggi lainnya seperti gulungan defleksi tabung gambar dan transformer SMPS.



Gambar 2-L. LCR Meter Digital

Pengujian Komponen Induktif

Pengujian kerusakan untuk komponen induktif tidak mudah bila dibandingkan dengan pengujian komponen resistor. Pengujian komponen resistor kita hanya perlu mengetahui berapa besarnya nilai resistansi dari resistor tersebut.



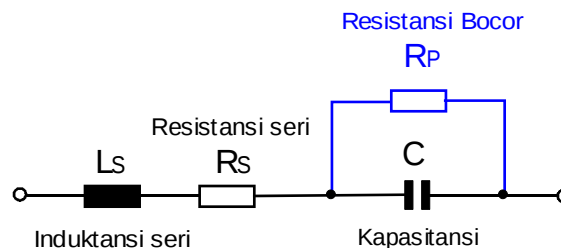
Gambar 3-L. Komponen Induktor dan Rangkaian Pengganti

Pengujian komponen induktor selain perlu mengetahui berapa besarnya nilai induktansi suatu induktor, juga perlu mengetahui besarnya reaktansi seri dan faktor kualitas suatu induktor. Faktor kualitas sebuah induktor ditentukan oleh "RESISTANSI SERI", sebuah induktor yang baik memiliki nilai resistansi yang kecil. Cara untuk memperkecil nilai "RESISTANSI SERI" seri sebuah induktor dapat dengan menghubungkan dua atau lebih induktor secara paralel.

Pengujian Komponen Kapasitif

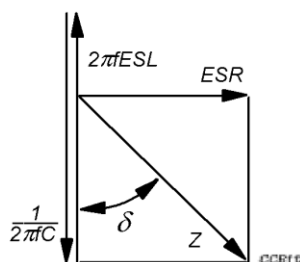
Kapasitor selain mengandung kapasitansi, juga terdapat resistansi dan induktansi yang terhubung secara seri, untuk mendapatkan parameter-parameter tersebut dapat dilakukan melalui pengukuran dengan arus bolak-balik sinusioda pada frekuensi tertentu. Biasanya frekuensi yang digunakan adalah sebesar 100 Hz atau 120 Hz.

Gambar 4-L menunjukkan sebuah rangkaian ekuivalen resonator sebuah kapasitor, yang terdiri atas induktansi seri, resistansi seri yang merupakan ekuivalen dengan kerugian dielektrikum, dan sebuah kapasitansi dengan resistansi bocor paralel. Dengan mengabaikan tingkat kebocoran, maka rangkaian ekuivalen kapasitor membentuk sebuah resonansi seri dengan persamaan seperti berikut:



Gambar 4-L. Rangkaian ekuivalen resonator sebuah kapasitor

Jenis kapasitor-kapasitor elektrolit dapat dioperasikan pada rentang frekuensi resonansi jauh dibawah 100kHz, hal ini menunjukkan suatu hambatan mengapa jenis ini tidak dapat dipergunakan untuk menghilangkan lonjakan-lonjakan dengan jangka waktu yang pendek atau cepat pada saat tersambung dengan beban. Filter pada sebuah catu daya merupakan salah satu contoh permasalahan yang tidak bisa dihindarkan, dan salah satu cara untuk mengatasi permasalahan ini biasanya pada rangkaian filter dihubungkan kapasitor paralel non polaritas sebesar 100nF



Gambar 5-L. Diagram fasor sebuah kapasitor

Karakteristik penting lainnya untuk sebuah kapasitor adalah bagaimana memperkecil kerugian-kerugian resistansi seri dan tanpa adanya resistansi kebocoran

akibat dielektrikum bahan. Diatas telah dijelaskan (lihat rangkaian ekuivalen kapasitor), untuk frekuensi dibawah resonator besarnya efek induktansi seri dapat diabaikan. Untuk mempermudah dalam melihat kerugian-kerugian sebuah kapasitor, maka berdasarkan persamaan di atas dapat digambarkan suatu diagram fasor yang dapat menunjukan seberapa besar efek pengaruh akibat besarnya resistansi seri seperti yang ditunjukan pada [Gambar 5-L](#).

Keterangan [Gambar 5-L](#):

$$\delta \text{ adalah sudut kerugian } \left(\tan \delta = \frac{R_s}{X_c} \right)$$

$$\varphi \text{ adalah sudut fasa } \left(\cos \varphi = \frac{R_s}{Z} \right)$$

$$Z \text{ adalah impedansi } \left(Z = \sqrt{X_c^2 + R_s^2} \right)$$

Nilai sudut kerugian δ adalah menunjukan ukuran dari besarnya perbandingan antara resistansi seri ($ESR = \text{Equivalent Serie Resistor}$) dengan reaktansi induktif. Untuk sebuah kapasitor yang baik nilai dari ESR kecil dengan sudut kerugian δ juga harus kecil. Didalam lembaran data (datasheet) suatu sudut kerugian disebutkan juga dengan istilah faktor disipasi daya (*dissipation factor, df*) atau $\tan \delta$, yang diukur pada rentang frekuensi (50 Hz untuk jenis kapasitor elektrolit, dan 1 kHz untuk jenis-jenis yang lain) adalah merupakan ukuran mengenai seberapa besar sebuah kapasitor mengalami kerugian. Besarnya faktor disipasi dapat dinyatakan dalam:

$$\tan \delta = \frac{R_s}{X_c}$$

Untuk kapasitor-kapasitor dari jenis bahan polistiren besarnya nilai terendah dari faktor disipasi $\tan \delta$ berkisar antara 2×10^{-4} untuk frekuensi uji 1kHz, dan sampai diatas 0,3 untuk kapasitor jenis elektrolit aluminium dengan nilai kapasitansi besar (pada frekuensi uji 50Hz).

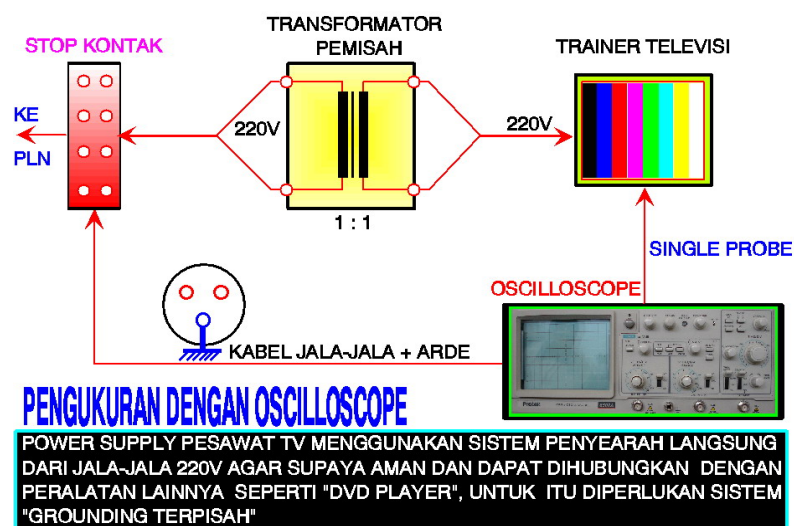
Ada juga beberapa produksi dari pabrik yang berbeda, untuk menyatakan sudut kerugian dengan sebutan faktor daya yang dinyatakan dalam:

$$\cos \varphi = \frac{R_s}{Z}$$

Resistansi bocor R_p untuk kebanyakan jenis kapasitor non-elektrolit adalah sangat tinggi sekali, nilai tipikal lebih besar dari $10^{10} \Omega$. Biasanya untuk jenis kapasitor elektrolit, yang diberikan dalam lembaran data adalah arus kebocoran sesungguhnya, dimana untuk ukuran yang sangat kapasitansi yang sangat besar bias mencapai kisaran miliampere. Nilai resistansi dan arus kebocoran sangat tergantung pada perubahan suhu dan tegangan operasi yang terpasang. Dan nilai resistansi paralel R_p akan menurun bila tegangan dan suhu mengalami kenaikan.

Trafo-Pemisah (Insulation Transformer)

Gambar 6-L dibawah memperlihatkan skema blok metode pengukuran peralatan elektronik. Piranti elektronik dengan power supply penyearahan langsung dari jala-jala mempunyai dua sistem grounding yang terpisah. Pengukuran dengan menggunakan jenis alat ukur standar Klas I, diharuskan selalu menggunakan Trafo Pemisah (Isolation Transformator).



Gambar 6-L. Pengujian Menggunakan Trafo Pemisah

Menghubungkan semua jenis peralatan elektronik standar Klas I terhadap peralatan elektronik standar klas II yang menggunakan sistem power supply grounding terpisah juga harus menggunakan traformator pemisah.

Multimeter

Metode pencarian kesalahan dengan menggunakan *Multimeter* standar adalah cara mudah, cepat karena selain dapat untuk mengukur tegangan kerja, uji kontak juga dapat digunakan untuk menguji komponen induktif Q tinggi. Metode ini terutama

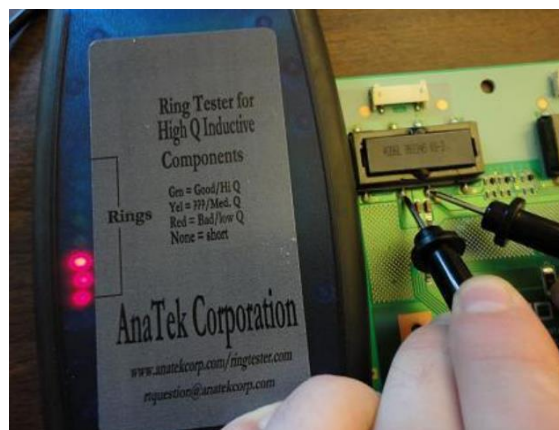
sangat berguna dalam melakukan pemeriksaan cepat pada pembelok horisontal (flyback), keluaran transformator baris gambar dan komponen frekuensi tinggi lainnya seperti gulungan defleksi tabung gambar dan transformer SMPS.



Gambar 7-L. Uji Kontak dengan Multimeter standar

Blue Ring Tester

Metode pencarian kesalahan dengan menggunakan *blue ring tester* adalah cara mudah, murah dan efektif untuk menguji setiap komponen induktif Q tinggi. Metode ini terutama sangat berguna dalam melakukan pemeriksaan cepat pada pembelok horisontal (*flyback*), keluaran transformator baris gambar dan komponen frekuensi tinggi lainnya seperti gulungan defleksi tabung gambar dan transformer SMPS.



Gambar 8-L. Blue Ring Tester

Contact Cleaner

Perbaikan Kontak Resistor Variabel

Kerusakan kontak yang kurang baik sering terjadi akibat tekanan mekanik, akibat panas dan variabel resistor yang kotor dan solderan yang mengelupas. Jenis kerusakan ini pada umumnya sering terjadi pada komponen-komponen yang berdekatan dengan panas seperti pada IC power supply sisi primer, penguat akhir horisontal dan penguat akhir vertikal.

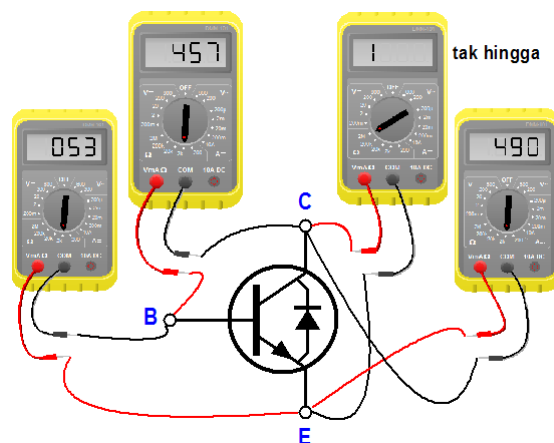


Gambar 9-L. Contact Cleaner Oil

Salah satu jenis kerusakan kontak yang sering terjadi adalah pada variabel resistor seperti pada bagian power supply. Perbaikan kontak yang kurang baik jenis komponen resistor variabel dapat menggunakan "*Contact Cleaner Oil*"

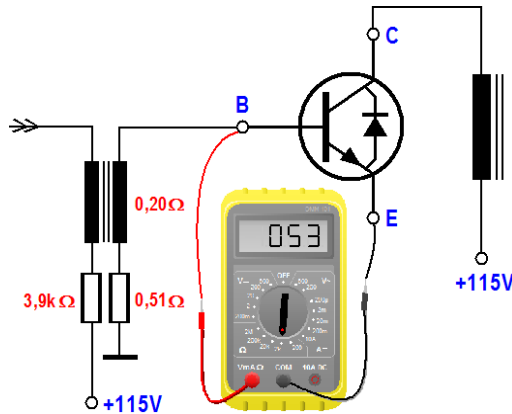
Pengujian Komponen Aktif

Nilai-nilai tipikal hasil pengukuran transistor dengan dioda damper menggunakan alat ukur Multimeter Digital.



Gambar 10-L. Pengukuran Transistor Dengan Dioda Damper

Nilai tipikal hasil pengukuran kebocoran transistor dengan dioda damper menggunakan alat ukur Multimeter Digital. [Gambar 11-L](#). Memperlihatkan sebuah contoh pengujian kebocoran transistor didalam rangkaian penguat akhir horisontal dengan menggunakan Multimeter Digital.



Gambar 11-L. Uji Kebocoran Transistor dengan Multimeter Digital

PENGUKURAN SETELAH PERBAIKAN

Perlindungan Konsumen

Jenis pekerjaan seperti di bidang desainer, produsen suatu produk atau semua pekerjaan di bidang pelayanan seperti perbaikan perangkat elektronik, harus mengutamakan keselamatan dan memberikan kepastian keamanan terhadap kualitas hasil produknya, sehingga pengguna/konsumen tidak mengalami kecelakaan atau terluka pada saat ketika produk tersebut digunakan oleh konsumen. Dua hal penting yang perlu diperhatikan terhadap perlindungan keselamatan konsumen mengenai perangkat elektronik yang telah selesai diperbaiki sebelum diberikan kembali kepada konsumen meliputi:

Perlindungan terhadap ARUS BOCOR

Semua peralatan elektronik untuk keperluan rumah tangga seperti pesawat penerima TV yang telah selesai diproduksi (diperbaiki), sebelum peralatan tersebut dijual ke pasar atau dikembalikan ke pengguna, maka terlebih dahulu pesawat penerima TV tersebut harus dilakukan pemeriksaan kebocoran arus AC untuk semua bagian yang terkena logam pada bagian dari kabinet, seperti antena, terminal, dll, hal ini untuk memastikan bahwa TV tersebut aman tanpa kerusakan dan tidak terjadi kejutan listrik.

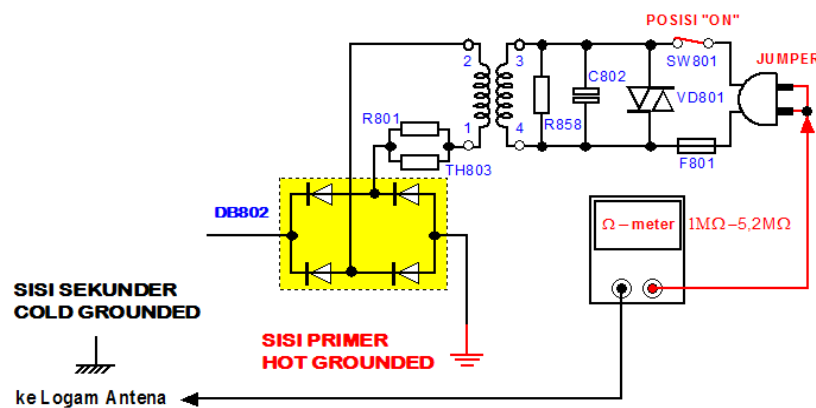
Pengukuran Arus Bocor

Perangkat elektronik dengan kategori steker AC kelas II memiliki tahanan isolasi antara bagian logam terminal antena terhadap jalur kembali ke chassis dan ketika diukur dengan ohm-meter memiliki nilai resistansi antara $1\text{M}\Omega$ dan $5.2\text{M}\Omega$. Dan

jika antara logam terminal antenna terhadap steker AC tidak memiliki jalur kembali ke chassis, maka tahanan isolasi yang terbaca dalam ohm-meter adalah tetap sama dan terbatas. Dan bila terdapat kelainan atau tidak normal, maka harus diperbaiki lagi sebelum perangkat tersebut dikembalikan kepada pengguna.

Pengukuran Arus Bocor Sisi Sekunder (*Leakage Current COLD Test*)

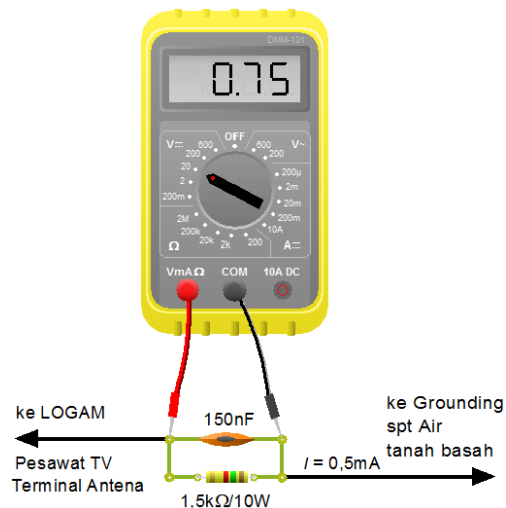
Lepaskan steker AC dari sumber jala-jala 220V, hubungkan kabel jumper diantara steker AC tersebut. Tempatkan posisi switch AC dalam kondisi "ON", lalu hubungkan ohm-meter antara ke konektor steker AC bagian logam terminal antenna.



Gambar 12-L. Pengukuran tahanan isolasi sisi sekunder

Arus Bocor Sisi Primer (*Leakage Current HOT Test*)

Untuk menghindari dan melindungi pengguna terhadap arus kejutan ketika menghubungkan kabel antenna ke sistem penerima TV, untuk itu diperlukan data pengukuran arus bocor (*Leakage Current Test*). Semua peralatan elektronik kategori stop kontak kelas II setelah dilakukan perbaikan, wajib dilakukan pengujian arus bocor sebelum alat tersebut dikembalikan kepada Pengguna. Besarnya arus bocor yang diperbolehkan tidak boleh melebihi 0,5mA. Alat ukur yang dipergunakan untuk menguji arus bocor peralatan elektronik kategori stop kontak kelas II berbeda dengan alat ukur yang digunakan untuk menguji arus bocor sistem pentanahan instalasi listrik. [Gambar 13-L](#) memperlihatkan metode pengujian arus bocor perangkat elektronik, jika tidak memiliki alat ukur khusus untuk pengujian arus bocor.



Gambar 13-L. Pengukuran Arus Bocor

Langkah Pengukuran Arus Bocor

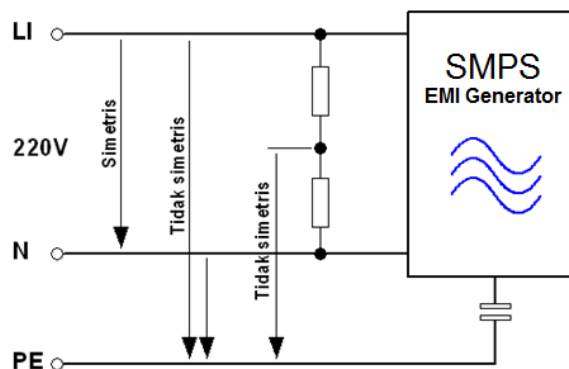
- Colokkan kabel AC langsung ke stopkontak listrik.
- Jangan menggunakan Transformer Isolasi selama pengukuran arus bocor.
- Hubungkan resistor 1,5K/10watt secara paralel dengan kapasitor 0,15uF antara tanah bumi yang baik (Air Pipa, Conduit, dll) dan bagian-bagian logam.
- Ukur tegangan AC di resistor menggunakan AC voltmeter dengan sensitivitas 1000Ω/volt atau lebih.
- Lepas dan pasang kembali kabel AC dalam posisi terbalik dengan posisi pertama ke sumber tegangan dan ulangi pengukuran tegangan AC untuk setiap bagian logam yang terbuka. Setiap tegangan terhadap logam yang telah diukur tidak boleh melebihi 0,75 volt RMS dengan arus $\leq 0.5\text{mA}$.
- Jika hasil pengukuran melebihi batas yang ditentukan, maka kemungkinan bahaya sengatan listrik terhadap pengguna ketika memasukan kabel antenna, untuk itu pesawat TV harus diperiksa dan diperbaiki sebelum dikembalikan kepada pelanggan.

Perlindungan Gangguan Radiasi Sinar X (X-Ray Radiation)

Radiasi sinar X (X-RAY radiation), sumber radiasi sinar-X dalam penerima TV berasal dari bagian pembangkit tegangan tinggi dan bagian tabung Gambar. Untuk perlindungan terhadap X-RAY RADIASI, tabung pengganti harus tabung tipe yang sama seperti yang ditetapkan dalam daftar penggantian suku cadang.

Perlindungan Gangguan Radiasi Elektromagnetik

Efek pensaklaran terhadap komponen-komponen *switching (non-linear)* menyebabkan munculnya gangguan gelombang radio atau lebih dikenal dengan istilah *electromagnetic interference*. Untuk mengeliminasi gangguan tersebut dibutuhkan rangkaian *EMI filter*, letak pemasangannya adalah pada daerah masukan *switched mode power supply*. Gambar 14-L memperlihatkan ilustrasi dari beberapa gangguan *EMI* yang dibangkitkan atau diakibatkan oleh *SMPS*.



Gambar 14-L. Gangguan *EMI* pada rangkaian *switching*

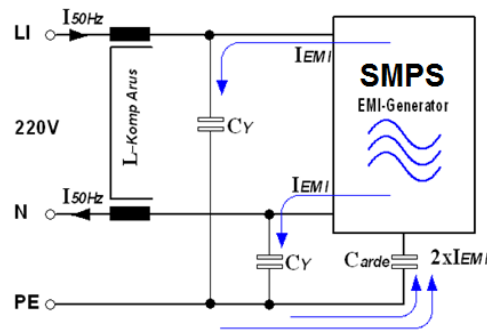
Gangguan *EMI* dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu:

Gangguan tidak simetris I: adalah gangguan yang muncul akibat tegangan frekuensi tinggi antara bumi/*Protection Earth (PE)*. Untuk mengeliminasi gangguan jenis ini pabrik telah menetapkan jenis kapasitor khusus yang lebih dikenal dengan sebutan kapasitor (C_Y), fungsinya adalah untuk menghilangkan gangguan *EMI* tidak simetris yang dibangkitkan oleh *switching power supply*.

Gangguan tidak simetris II: adalah gangguan gelombang radio pada saat *mode sama-common mode ratio*.

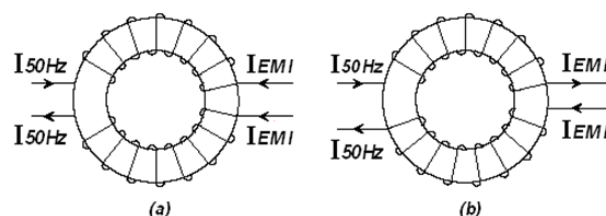
Gangguan simetris adalah gangguan gelombang radio dimana antara fasa dan netral mempunyai arah dengan fasa yang sama. Untuk mengeliminasi gangguan jenis ini pabrik telah menetapkan jenis kapasitor khusus yang lebih dikenal dengan sebutan kapasitor (C_X), fungsinya adalah untuk menghilangkan gangguan *EMI* simetris yang dibangkitkan oleh *switching power supply*.

Gambar 15-L memperlihatkan ilustrasi aliran arus gangguan *EMI* yang berasal dari blok rangkaian *SMPS*.



Gambar 15-L. Gangguan *EMI* Tidak Simetris Dengan Kompensasi Kapasitor C_Y .

Untuk mengkompensasi gangguan tersebut, dengan cara menghubungkan dua kapasitor (C_Y) antara fasa LI terhadap arde (PE), sedangkan yang satunya adalah dengan menghubungkan kapasitor (C_Y) antara netral (N) terhadap arde (PE). Karena sifat dari gangguan tidak simetris yang muncul dari dua kabel yang berbeda dengan amplitudo dan fasa yang sama, maka antara (PE), dan akibatnya pada rangkaian *SMPS* muncul suatu kapasitansi parasit (C_{arde}) yang kecil dengan arus atau tegangan dua kali lebih besar ($2 \times I_{EMI}$). Kapasitor parasit mempunyai impedansi yang tinggi dan membangkitkan gangguan tidak simetris-asymmetris terhadap rangkaian *SMPS*. Untuk meniadakan interferensi antara arus dari jala-jala ($I_{50\text{Hz}}$) dan arus gangguan yang berasal dari blok rangkaian *SMPS* (I_{EMI}), untuk itu diperlukan sebuah lilitan induktor untuk kompensasi arus seperti yang nampak pada [Gambar 16-L\(a\)](#). Untuk mengkompensasi gangguan dari jala-jala ($I_{50\text{Hz}}$), maka antara induktor (L) dan kapasitor (C_Y) membentuk suatu jaringan filter untuk frekuensi rendah (*LPF*). Dengan demikian nilai induktansi dari induktor (L) harus ditetapkan dan dibatasi pada daerah pita frekuensi resonansi sebesar 50 Hz atau 60 Hz.

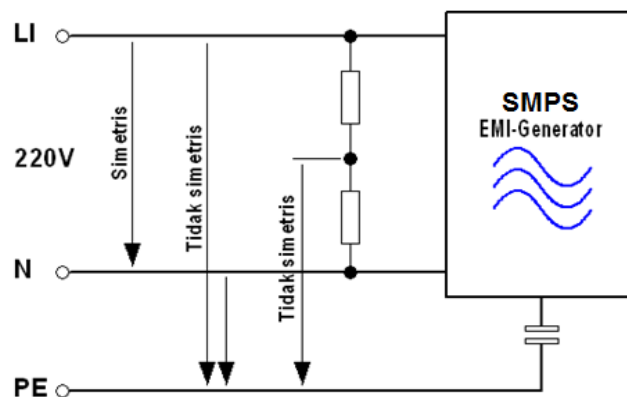


Gambar 16-L. (a) Induktor Kompensasi Arus dan (b) Kompensasi Tegangan Pulsa

Karakteristik dari kapasitor tidak simetris (C_Y) mempunyai nilai toleransi yang tinggi terhadap perubahan temperature dan dengan jaminan keamanan dengan kemampuan untuk menahan tegangan dielektrikum yang tinggi pula. Besarnya kapasitansi tidak simetris yang bekerja pada tegangan 230 V dengan frekuensi jala-

jala 50 Hz (C_Y) ≤ 22 nF. Suatu *switching power supply* yang dilengkapi dengan rangkaian kompensator *EMI filter*, untuk itu arus bocor yang terukur pada kabel AC harus tidak boleh lebih besar dari 3,5 mA untuk klas II seperti *TV*, *VCD* dll, sedangkan untuk peralatan medical yang dikelompokkan klas I seperti *Electrocardiograph-ECG* tidak boleh lebih besar dari 1mA.

Seperti yang diperlihatkan pada [Gambar 17-L](#) gangguan tegangan simetris muncul antara kabel fasa (LI) dengan kabel titik netral (N). Untuk menindas gangguan ini, yaitu dapat dengan menambahkan sebuah rangkaian LC lurus bawah yang diletakan antara jaringan (LI) dan (N). Tegangan gangguan ini membentuk beda potensial pada masukan kapasitor garis putus-putus (C_X) dari rangkaian *SMPS*, sehingga tegangan jatuh pada kapasitor tersebut membentuk impedansi parasit yang rendah antara fasa (LI) dan titik netral (N).

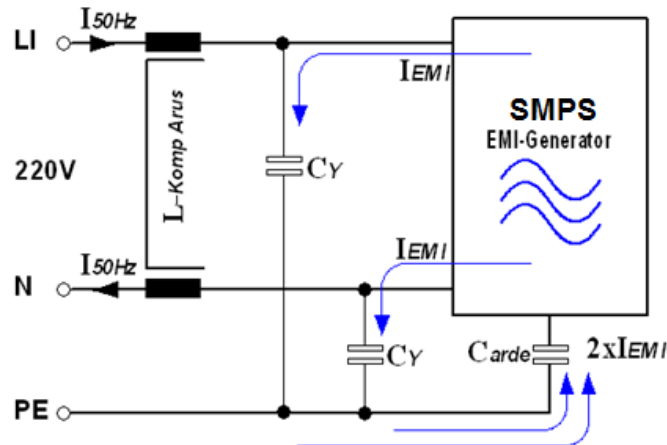


Gambar 17-L. Rangkaian Kompensasi Tegangan Pulsa Pada Gangguan Simetris

Oleh karena itu dan agar tidak membebani rangkaian *SMPS* dan sekaligus untuk menghindari sebagai rangkaian kompensasi arus, maka diantara kapasitor (C_X) diberi sebuah induktor dengan arah lilitan seperti yang diperlihatkan pada [Gambar 17-L\(b\)](#). Besarnya kapasitansi tidak simetris yang bekerja pada tegangan 230 V dengan frekuensi jala-jala 50 Hz (C_X) berkisar sampai $1\mu\text{F}$, dan biasanya terbuat dari bahan *folien*.

Fungsi induktor (L_1) adalah untuk kompensator arus frekuensi rendah dari jala-jala, sedangkan induktor (L_2) untuk memisahkan pengaruh kapasitor (C_X) yang berimpedansi rendah, dengan demikian pada masukan *SMPS* tidak menjadi beban arus (kompensator arus) tapi berfungsi sebagai kompensator *EMI* pulsa.

Gambar 18-L, memperlihatkan rangkaian lengkap kompensator gangguan untuk menghindari inteferensi frekuensi radio (*EMI filter*) yang dibangkitkan blok *EMI generator*. Oleh karena impedansi dari simetris kapasitor (C_X) mempunyai beda potensial yang sama, maka untuk meniadakan gangguan yang bersifat simetris tersebut diperlukan dua kapasitor (C_X) dan induktor L_1 , dan L_2 yang membentuk jaringan π filter lulus bawah.



Gambar 18-L. Rangkaian *EMI* Gangguan Simetris nan non-Simetris

DAFTAR PUSTAKA

A. Buku Referensi

1. Bruce Carter dan Ron Mancini; Op-Amp for Everyone Edisi-3; National Instrument
2. William H. Hayt, Jr; Jack E. Kemmerly; Steven M. Durbin; ENGINEERING CIRCUIT ANALYSIS; edisi ke-8; 2012
3. David L. Terrell; OPAMPS Design, Application, and Troubleshooting, edisi ke-2
4. Michael Jay Geier; How to Diagnose and Fix Everything Electronic; 2011

DAFTAR ALAT DAN BAHAN

A. Daftar Peralatan / Mesin

No.	Nama Peralatan/Mesin	Keterangan
1.	Peralatan tangan untuk Perbaikan	
2.	Perlatan uji untuk perbaikan	
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		

B. Daftar Bahan

No.	Nama Bahan	Keterangan
1.	Peralatan produk audio video, seperti Power Supply	
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		

DAFTAR PENYUSUN

No.	Nama	Profesi
1.	Drs. Asmuniv, MT	Widyaiswara Dept. Elektro PPPPTK BOE Malang

**PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
BIDANG OTOMOTIF DAN ELEKTRONIKA**

Jl. Teluk Mandar, Arjosari Tromol Pos 5 Malang 65102

Telp. (0341) 491239, 495849 Fax. (0341) 491342

e-mail : pppptk.boe@kemdikbud.go.id

website : www.vedcmalang.com