

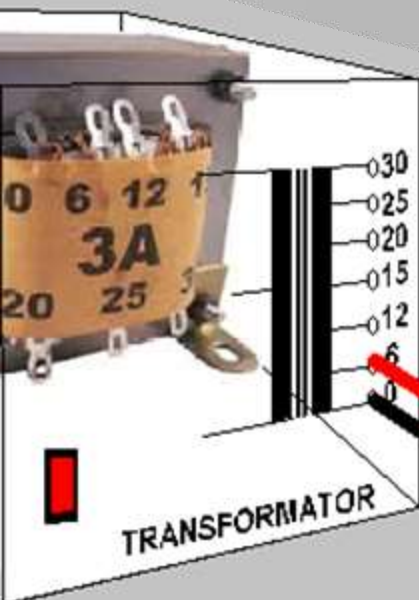


PPPTK BOE
MALANG

BUKU INFORMASI

Teknik Audio Video

Menggunakan Besaran Unit
ELM.UM01.010.01



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	2
DAFTAR GAMBAR.....	3
BAB I PENDAHULUAN.....	5
A. Tujuan Umum.....	5
B. Tujuan Khusus	5
BAB II MEMBACA BESARAN UNIT	6
A. Pengetahuan yang diperlukan.	6
B. Keterampilan yang diperlukan dalam Menyiapkan Pekerjaan.....	16
C. Sikap kerja yang diperlukan.....	16
BAB III MENGAPLIKASIKAN DALAM INSTRUMENT DAN PENGUKURAN	
ELEKTRONIK.....	17
A. Pengetahuan yang diperlukan.	17
B. Keterampilan yang diperlukan dalam	33
C. Sikap kerja.	33
DAFTAR PUSTAKA.....	34
DAFTAR ALAT DAN BAHAN	36
A. Daftar Peralatan/Mesin.....	36
B. Daftar Bahan	36
DAFTAR PENYUSUN.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Penggambaran penguatan.....	12
Gambar 2.2. Penguatan penguat bertingkat.	13
Gambar 2.3. Penguatan penguat bertingkat.	13
Gambar 2.4. Peredaman keluaran FG.....	14
Gambar 3.1. Istisar alat ukur listrik.....	17
Gambar 3.2. Arah gerak kawat berarus dalam medan magnet.....	18
Gambar 3.3. Alat ukur kumparan putar.	19
Gambar 3.4. Aplikasi kumparan putar pada multimeter.	20
Gambar 3.5. Hubungan Voltmeter (a) dan Ampermeter (b) dalam rangkaian.	20
Gambar 3.6. Mengatur penunjukkan jarum.	22
Gambar 3.7. Mengatur penunjukkan jarum.	22
Gambar 3.8. Mengatur penunjukkan jarum.	23
Gambar 3.6. Pembacaan hasil pengukuran pada Volt meter skala tunggal.	24
Gambar 3.7. Pembacaan hasil pengukuran pada Volt meter skala tunggal.	24
Gambar 3.8. Pembacaan hasil pengukuran tahanan pada Multimeter.	25
Gambar 3.9. Pembacaan hasil pengukuran tegangan DC pada Multimeter.	26
Gambar 3.10. Pembacaan hasil pengukuran tegangan AC pada Multimeter.....	27
Gambar 3.11. Pembacaan hasil pengukuran arus DC pada Multimeter.	29
Gambar 3.12. Perluasan BU Volt dan Ampermeter.	32

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Satuan Dasar Standar Internasional (SI Fundamental Units).....	7
Tabel 1.2. Besaran dan satuan dalam bidang elektronik	9
Tabel 1.3. Awalan Satuan	10
Tabel 1.4. Penguatan macam-macam sumber bunyi.....	14
Tabel 2. 1 Beberapa Simbol Alat Ukur	17
Tabel 2. 2 Pembacaan pada DCV	27
Tabel 2. 3 Pembacaan pada DCV	28
Tabel 2. 4 Pembacaan pada DCmA.....	30

BAB I

PENDAHULUAN

A. Tujuan Umum

Setelah mempelajari modul ini peserta diharapkan mampu menggunakan besaran unit.

B. Tujuan Khusus

Adapun tujuan mempelajari unit kompetensi melalui buku informasi menggunakan besaran unit ini diguna untuk memfasilitasi peserta sehingga pada akhir diklat diharapkan memiliki kemampuan sebagai berikut:

1. Dapat mempergunakan dan memahami besaran unit dalam industri elektronika sesuai dengan kebutuhan, menyiapkan tabel besaran unit yang digunakan di bidang elektronika sesuai dengan kebutuhan, membaca dan menjelaskan besaran unit (piko, mikro, mili dan seterusnya) sesuai urutan perubahan besaran tangga (volt, watt, ampere dan sebagainya), dapat memahami dan menjelaskan simbol besaran unit agar tidak salah dalam membaca, dapat mengkonversikan besaran unit dengan nilai ukur yang tetap, dapat memahami dan menjelaskan penguatan berdasar dB agar tidak salah dalam membaca.
2. Dapat mempelajari dan memahami prinsip dan cara kerja instrumen ukur sesuai dengan manual, dapat melakukan kalibrasi dan setting awal instrumen ukur sesuai dengan petunjuk dalam manual.

BAB II

MEMBACA BESARAN UNIT

A. Pengetahuan yang diperlukan.

1. Besaran unit yang digunakan dalam industri elektronika.

a. Besaran

Yang dimaksud dengan besaran adalah sesuatu yang dapat diukur/ditentukan dan dapat dinyatakan dengan angka. Panjang suatu benda merupakan besaran, karenanya dapat ditentukan/diukur besarnya dengan angka. Misalkan panjang sebuah pensil 15cm, panjang galah 8m dan sebagainya.

Pada umumnya besaran yang dapat diukur memiliki satuan. Satuan panjang misalnya meter, jengkal, depa, kaki, inchi dan lain-lainnya. Satuan waktu antara lain tahun, bulan, hari, jam, menit, dan detik. Untuk mengurangi keaneka ragaman jenis satuan diperlukan sistem satuan baku yang digunakan oleh seluruh belahan dunia

Besaran-besaran dalam fisika seperti massa, panjang, dan waktu dinyatakan dengan suatu angka yang biasanya diikuti dengan suatu satuan. Sebagai contoh, massa suatu benda sama dengan 4 kilogram (Kg), panjang meja 1.75 meter, selang waktu 30 menit, dan volume minyak 3 liter dan masih banyak lainnya. Besaran-besaran seperti itu (tidak mempunyai arah) dinamakan besaran scalar. Besaran jenis lain, yaitu besaran vektor, adalah besaran yang mempunyai baik besar (angka) maupun arah. Misalnya, ketika kita menyatakan sebuah mobil bergerak dengan kecepatan 100km/jam, maka pasti kita akan bertanya kemana arah mobil tersebut bergerak. Apakah bergerak 100km/jam kearah timur, sehingga besaran vector selalu dinyatakan dengan besaran (angka) dan arah.

b. Besaran Pokok

Berdasarkan konferensi umum mengenai berat dan ukuran ke-14 tahun 1971, dan hasil-hasil pertemuan sebelumnya, menetapkan tujuh besaran dasar. Ketujuh besaran ini ditunjukkan dalam Tabel 1.1 dan merupakan dasar bagi

Sistem Satuan Internasional, biasanya disingkat SI dari bahasa Perancis "*Le Systeme International d'Unites*".

Tabel 1. 1 Satuan Dasar Standar Internasional (SI Fundamental Units)

Besaran	Simbol besaran	Satuan	Simbol satuan
Panjang	ℓ	meter	m
Massa	m	kilogram	kg
Waktu	t	detik	s
Arus Listrik	I	Ampere	A
Suhu	T	Kelvin	K
Intensitas Cahaya	I_V	Candela	cd

(Sumber: Häberle, 1984:10)

2. Besaran Listrik

a. Tegangan Listrik

Dalam satu bentuk tenaga, maka secara terpisah terdapat muatan Positif dan Negatif. Muatan yang terpisah itu akan tarik-menarik, Gaya tarik menarik antara kedua muatan itu dinamakan tegangan listrik. Satuan teknik tegangan adalah volt (V). Ini diambil dari nama fisikawan Italia abad ke-18 Alessandro Volta. Perbedaan potensial satu volt pada resistansi satu ohm ketika satu ampere mengalir melewati resistansi tersebut.

Tegangan listrik itu bergantung pada tekanan elektron bebas yang diakibatkan oleh gerakan elektron tersebut.

Tegangan listrik itu terjadi apabila:

- Antara pasangan elektron yang rapat dan kurang rapat.
- Antara tempat yang mempunyai kerapatan elektron yang tinggi dan rendah
- Antara tempat yang kekurangan elektron dan yang kelebihan elektron

b. Arus Listrik

Listrik sebagai energi dapat dibangkitkan dari energi yang lain. Energi mekanik, energi kimia dan energi panas dapat membangkitkan energi listrik. Listrik dapat mengalir melalui bahan penghantar, tetapi tidak semua bahan dapat mengalirkan listrik. Bahan yang memiliki elektron bebas didalamnya, seperti logam, dapat mengalirkan listrik tetapi kayu yang tidak memiliki elektron bebas tidak dapat mengalirkan. Arus listrik memiliki satuan Amper dan juga sering ditulis dengan Amp dengan simbol A, adalah satuan dasar arus listrik dalam Sistem Satuan Internasional (SI). Ini diambil dari matematikawan dan fisikawan Prancis André-Marie Ampere (1775-1836), yang dianggap sebagai bapak elektrodinamika. 1 Amper adalah kuat arus yang dialirkan dalam 2 buah penghantar yang terletak paralel dengan jarak 1 meter menimbulkan gaya 2×10^{-7} newton/m satu sama lain.

c. Resistan/Tahanan

Tahanan juga ada yang menyebut dengan perlawanan atau hambatan, merupakan bagian dari rangkaian listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi panas yang merupakan lawan dari arus listrik. Resistan sering dianggap sebagai seperti lampu, pemanas dan resistor, meskipun merupakan ciri khas setiap bagian sebuah rangkaian, termasuk kabel penghubung dan jalur transmisi.

Tahanan memiliki satuan Ohm dengan simbol Ω dinamai menurut fisikawan Jerman Georg Simon Ohm. Pada Kongres Listrik Internasional (*International Electrical Congress*) di Chicago pada tahun 1893 "*reproducible ohm*" to "*international ohm*" dengan definisi 1 Ohm merupakan resisten dari air raksa dengan massa 14,4521 gram dalam tabung sepanjang 106,3 cm dengan penampang melintang yang seragam pada suhu 0°. Dengan massa seberat itu membuat penampangnya sebesar 1 mm^2 .

3. Besaran unit dan simbolnya dipergunakan di bidang elektronik.

Dalam penggunaannya, besaran dan satuan tidak selalu ditulis secara utuh tetapi dapat secara simbol. Hal ini untuk mempermudah saat perhitungan-perhitungan, sehingga kalimat dalam hitungan tidak terlalu panjang. Pada tabel berikut ditampilkan besaran dan satuan serta simbol-simbolnya yang sering digunakan dalam bidang teknik elektronika.

Tabel 1.2. Besaran dan satuan dalam bidang elektronik

Besaran	Simbol Besaran	Satuan	Simbol Satuan
kerapatan fluks magnetik	B	Tesla	T
kapasitas listrik	c	Farad	F
Kerapatan fluks listrik	D	Amper x detik x centimeter	$A \cdot s \cdot m^{-2}$
kekuatan medan listrik	E	volt per meter	V / m
Frekuensi	f	Hertz	Hz
konduktivitas listrik	G	Siemens	S
Kekuatan medan magnet	H	amper per meter	A / m
Arus listrik	I	Ampere	A
Henry	L	induktansi	H
Daya	P	Watt	W
daya semu	PS	volt-ampere	VA
daya reaktif	Pq	Var	var
muatan listrik	Q	Colomb	C
hambatan listrik	R	Ohm	Ω
tegangan listrik	U	volt	V

Kerja / Energi	W	Joule	J
reaktansi	X	Ohm	Ω
impedansi	Z	Ohm	Ω
Konstanta dielektrik	ϵ	Farad per meter	F / m
Permeabilitas	μ	Henry per meter	H / m
pergeseran fase	ϕ	derajat	$^{\circ}$

4. Awalan Satuan,

Dalam SI unit terdapat 20 awalan yang digunakan untuk membentuk kelipatan maupun pembagian, berikut ini ditampilkan daftar 8 awalan satuan yang digunakan dalam bidang elektronika.

Tabel 1.3. Awalan Satuan

Singkatan	Awalan	Arti	Tertulis dengan angka	Bilangan sepuluh
T	Tera	Triliun	1.000.000.000.000	10^{12}
G	Giga	Miliar	1.000.000.000	10^9
M	Mega	Juta	1.000.000	10^6
k	kilo	Ribu	1.000	10^3
m	mili	Seper seribu	0,001	10^{-3}
μ	mikro	Seper sejuta	0,000001	10^{-6}
n	nano	Seper miliar	0,000000001	10^{-9}
p	piko	Seper triliun	0,000.000.000.001	10^{-12}

Sebagai catatan penting untuk "kilogram" merupakan satuan satu-satunya dalam SI-unit dengan awalan sebagai bagian dari nama simbol (lihat Tabel 1.1).

Karena beberapa awalan tidak boleh digunakan, dalam kasus kilogram nama awalan dari Tabel 1.3 digunakan dengan nama unit "gram" dan simbol awalan digunakan dengan simbol satuan "g". Dengan ini dikecualikan, sedang awalan lainnya dapat digunakan dengan SI-unit, termasuk termasuk derajat Celsius dan simbolnya °C.

Contoh : $10^{-6}\text{kg}=1\text{mg}$ (satu miligram), **tapi bukan** $10^{-6}\text{kg}=1\mu\text{kg}$ (satu mikrokilogram)

5. Konversi Besaran Unit dengan Nilai Ukur yang Tetap,

Secara kuantitas seringkali besaran sebuah unit nilainya sangat kecil, misalkan 0,001V, maka hal ini akan lebih sederhana kalau ditulis 1mV. Atau sebuah pemancar radio memiliki frekuensi pancar sebesar 1.000.000Hz maka akan lebih sederhana dituliskan 1MHz.

Contoh :

Sebuah rangkaian RC memiliki konstanta waktu (τ) sebesar 0,000001s dan besarnya resistor R 1.000 Ω , berapa besarnya kapasitansi kapasitor C ?

Penyelesaian :

Diketahui : $\tau = 0,000001\text{S} = 1\mu\text{S}$

$R = 1.000\ \Omega = 1\text{k}\Omega$

Ditanya : C = ?

Jawab $\tau = R \times C$

$$C = \frac{\tau}{R} = \frac{1\mu\text{S}}{1\text{k}\Omega} = 0,000000001\text{F} = 1\text{pF}$$

6. Penguatan berdasar dB.

Desi bell bukanlah satuan seperti halnya volt atau amper atau yang lainnya, tetapi merupakan nilai perbandingan. Pada angka dengan satuan dB (desi Bell) merupakan dua buah angka yang dibandingkan. Ini pada dasarnya merupakan pernyataan matematis yang jika berdiri sendiri tidak berarti. Maka dari itu harus ada penjelasan.

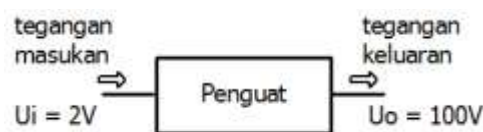
Nama satuan ini diambil dari nama fisikawan Alexander Graham Bell untuk menghormatinya. Dengan desi Bell merupakan 1/10 dari satuan Bell seperti halnya desi meter merupakan 1/10 meter.

1 Bell = 10 dB

1 meter = 10 desi meter

Pada propagasi (penyebaran) sinyal di udara dayanya akan tereduksi secara kuadratis proporsional terhadap jaraknya. Dalam teknik radio (RF) berdasarkan hal ini maka yang diperhitungkan adalah dayanya bukan tegangan. Maka daya akan dikonversikan dalam desi Bell (dB).

Dalam perhitungan dengan menggunakan desi Bell akan menjadi sangat sederhana, dalam penguatan maupun perlemahan akan digunakan penjumlahan (+) dan pengurangan (-). Jika tidak dalam dB, maka perhitungan akan dalam perkalian dan pembagian.



Gambar 2.1. Penggambaran penguatan.

Contoh 1 :

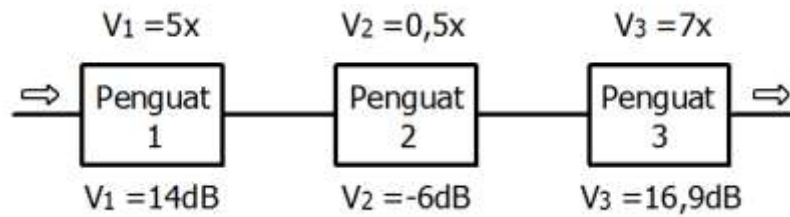
Sebuah penguat seperti pada gambar 2.1, memiliki penguatan (v) sebesar 50 kali, jika dihitung dalam dB maka :

$$v = 20 \log \frac{100V}{2V} = 20 \log 50 = 34 \text{ dB atau}$$

$$v = 20 \log \frac{100V}{2V} = 20 \log 50 = 34 \text{ dB}$$

Contoh 2 :

Sebuah penguat memiliki tiga buah blok penguat didalamnya seperti ditunjukkan dalam gambar 2.2 berikut;



Gambar 2.2. Penguatan dalam penguat bertingkat.

Berapakah penguatan keseluruhan dari penguat tersebut?

Penyelesaian :

1. Perhitungan dengan faktor penguatan

$$\begin{aligned}
 V_{\text{total}} &= v_1 \times v_2 \times v_3 \\
 &= 5 \times 0,5 \times 7 = 17,5 \times
 \end{aligned}$$

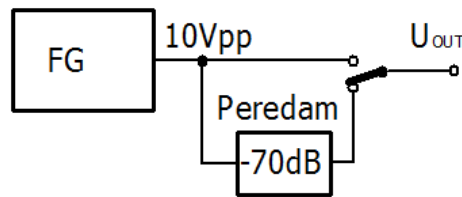
2. Perhitungan dengan penguatan dalam dB

$$\begin{aligned}
 V_{\text{total}} &= v_1 + v_2 + v_3 \\
 &= 14 + (-6) + 16,9 = 24,9\text{dB}
 \end{aligned}$$



Gambar 2.3. Penguatan penguat bertingkat.

Satuan dB juga digunakan pada perlemahan, seperti pada gambar 2.3 Function Generator memiliki tombol perlemahan 3 buah, masing-masing 10dB 20dB dan 40dB. Besar perlemahan bisa bervariasi mulai 10dB sampai 70dB. Semisal ditetapkan tegangan keluaran 10Vpp tombol ATTENUATION OFF, saat diaktifkan seluruhnya, berarti tegangan keluaran akan diperlemah sebesar 10+20+40=70dB.



Gambar 2.4. Peredaman keluaran FG.

Sehingga besar tegangan keluarannya akan sebesar :

$$U_o = 10^{\left(\frac{-70}{20}\right)} \times 10 = 0,00316V_{pp}$$

Selain digunakan untuk penguatan elektronis juga digunakan untuk kuat suara akustik. Telinga mulai mendengar pada tekanan bunyi $2 \times 10^{-4} \mu\text{bar}$ tekanan ambang dengar ini digunakan sebagai referensi dan diberi tanda P_o . Dengan P sebagai tekanan dengan satuan μbar .

Jika kita memiliki tekanan bunyi $2 \times 10^{-4} \mu\text{bar}$, maka level bunyi L dalam dB akan sebesar

$$L = 20 \times \log \frac{P}{P_o} = 20 \times \log \frac{2 \times 10^{-4} \mu\text{bar}}{2 \times 10^{-4} \mu\text{bar}} = 20 \times \log 1 = 0\text{dB}$$

Pada batas sakit, level bunyi besarnya 120 dB, pada level ini besarnya tekanan bunyi akan sama dengan ;

$$P = 10^{\left(\frac{L}{20}\right)} \times 2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar} = 10^{\left(\frac{120}{20}\right)} \times 2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar} = 10^{(6)} \times 2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar} = 200 \mu\text{bar}$$

Tabel 1.4. Penguatan macam-macam sumber bunyi

Jenis Sumber Bunyi	Penguatan
Ambang dengar	0dB
Detak jarum lembut	20-30dB
Percakapan lembut	30-50dB
Sobekan Kertas	40-60dB
Percakapan biasa	50-70dB

Suara Norma Manusia	40-75dB
Penghisap debu	45-75dB
Orkes Kecil	20-80dB
Radio di Ruang Kecil	40-85dB
Orkes Besar	20-90dB
Sepeda Motor	75-105dB
Klakson (2m)	90-105dB
Bengkel pembuat ketel	105-120dB
Pesawat terbang (3m)	110-130dB
Batas Sakit	130dB

Daftar pada tabel 1.4 memperlihatkan penguatan macam-macam sumber bunyi dibandingkan dengan ambang dengar dengan tekanan bunyi $2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar}$

B. Keterampilan yang diperlukan dalam Menyiapkan Pekerjaan.

- a. Mengidentifikasi komponen elektronika pasif
- b. Mengoperasikan alat dan instrument ukur elektronika yang diperlukan dengan benar.
- c. Membaca tabel dan daftar komponen.

C. Sikap kerja yang diperlukan.

Harus bersikap secara:

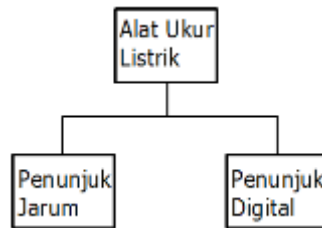
- a. Cermat dan teliti dalam mengidentifikasi komponen elektronika pasif
- b. Teliti dalam mengoperasikan alat dan instrument ukur yang diperlukan.
- c. Cermat membaca tabel dan daftar komponen yang diperlukan.

BAB III

MENGAPLIKASIKAN DALAM INSTRUMENT DAN PENGUKURAN ELEKTRONIK

A. Pengetahuan yang diperlukan.

1. Prinsip dan cara kerja instrumen ukur.



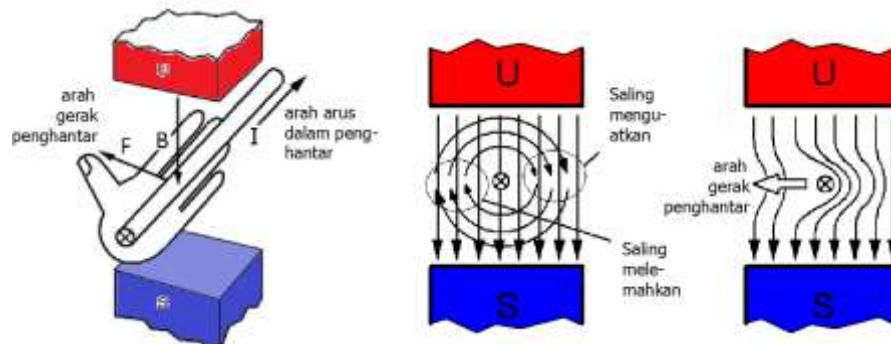
Gambar 3.1. Istisrar alat ukur listrik.

Alat ukur listrik dapat memiliki penunjuk hasil ukur berupa jarum dan digital (gambar 3.1). Pada bahasan ini akan dijelaskan alat ukur dengan penunjuk jarum. Untuk menggerakkan jarum penunjuk pada alat ukur penunjukan jarum, terdapat beberapa cara, pada tabel 3.1 ditunjukkan beberapa simbol penggerak alat ukur penunjuk. Masing-masing yang tunjukkan dalam tabel 3.1 mempunyai prinsip dasar hukum induksi.

Tabel 2. 1 Beberapa Simbol Alat Ukur

Simbol	Nama	Keterangan
	Alat ukur kumparan putar	Hasil penunjukanya sebanding dengan kuat arus. Kebenaran dari hasil penunjukan tergantung pada ketepatan arusnya.
	Alat ukur besi putar	Dapat untuk mengukur arus searah dan bolak-balik. Pada pengukuran besaran bolak-balik dapat menunjukkan harga efektif dari berbagai bentuk kurva (bukan hanya untuk kurva sinus saja)
	Alat ukur elektro dinamis	Menunjukkan hasil / Produksi dari 2 buah arus. Dapat untuk mengukur besaran searah

		dan bolak-balik.
	Alat ukur induksi	Dapat mengukur hasil dari dua buah arus yang besar. Hanya untuk mengukur besaran bolak-balik



Gambar 3.2. Arah gerak kawat berarus dalam medan magnet.

Gaya Lorentz yang dihasilkan dapat dituliskan seperti berikut :

$$F = I \cdot t \cdot \frac{\ell}{t} \cdot B$$

$$F = I \cdot \ell \cdot B$$

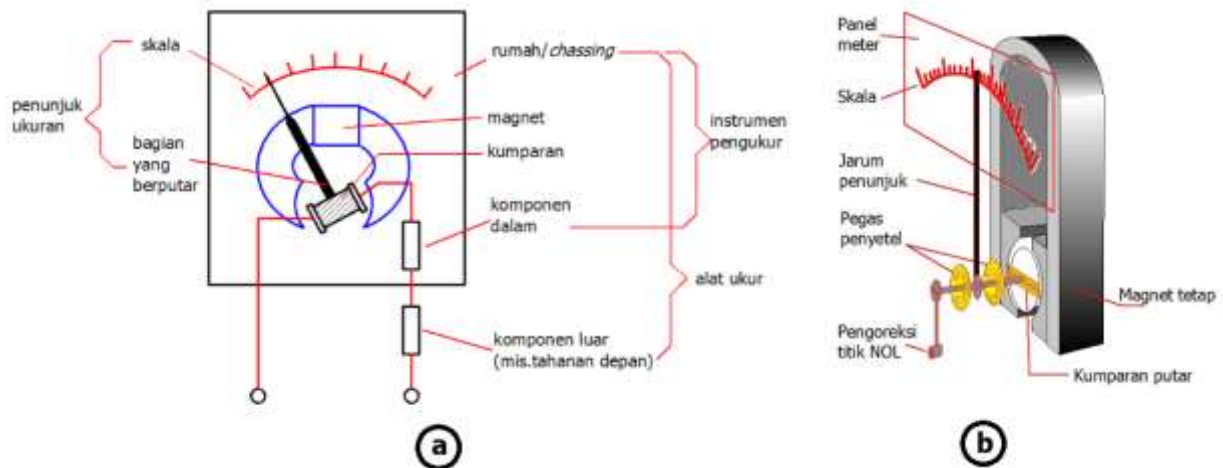
F = gaya lorentz

I = arus

ℓ = panjang penghantar yang terpotong medan

B = kerapatan medan magnet

Dari persamaan terlihat, dengan kuat arus yang bervariasi melewati penghantar akan menyebabkan simpangan penghantar bervariasi juga. Atau dengan kata lain, simpangan jarum tergantung dengan arus yang melewati penghantar.



Gambar 3.3. Alat ukur kumparan putar.

Bagian-bagian alat ukur kumparan putar diperlihatkan gambar 3.3, untuk ketepatan dalam mengukur, tumpuan sistem penggerak (bagian yang berputar) harus mengakibatkan kemudahan jarum bergerak. Setelah jarum mudah bergerak, kemungkinan akan terdapat pantulan, maka diberi juga sistem peredam. Sehingga jarum cepat menunjukkan harga yang semestinya diukur, tetapi tidak berlebihan, maka dipasang juga peredam. Gambar 3.3b terdapat dua buah pegas penyetel yang akan mengatur hal ini.

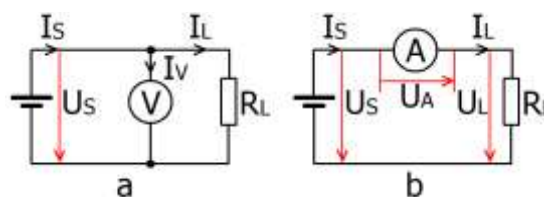
Alat ukur dengan kumparan putar hanya dapat mengukur tegangan atau arus searah (DC), jika akan digunakan untuk mengukur arus bolak-balik harus ditambahkan dioda penyearah.

Kumparan putar dibuat memiliki jumlah kumparan sedikit mungkin sehingga memiliki tahanan dalam sekecil mungkin. Dengan tahanan dalam yang kecil, maka meter dapat dibuat menjadi Volt meter maupun Amper meter. Pada dasarnya, tahanan dalam Volt meter harus sebesar mungkin dan tahanan dalam Amper meter harus sekecil mungkin.



Gambar 3.4. Aplikasi kumparan putar pada multimeter.

Pada gambar 3.4 terlihat aplikasi dari kumparan putar, terlihat kawat pada kumparan putar sangat kecil. Seperti pada spesifikasinya, arus untuk dapat menggerakkan jarum hingga simpangan penuh ke kanan (FSD = display skala penuh) hanya memerlukan $19\mu\text{A}$ dengan tegangan maksimum $0,7\text{V}$.



Gambar 3.5. Hubungan Voltmeter (a) dan Ampermeter (b) dalam rangkaian.

Pada gambar 3.5a hubungan alat ukur dalam mengukur tegangan dengan menghubungkan Voltmeter secara paralel dengan beban yang tegangan diukur. Supaya tidak mempengaruhi arus dan tegangan dalam rangkaian, maka arus yang mengalir dalam Voltmeter I_V harus sekecil mungkin.

$$I_S = I_L + I_V \text{ jika } I_V \text{ sangat kecil, maka}$$

$$I_S = I_L$$

Untuk mewujudkan hal ini, tahanan dalam Voltmeter harus sangat besar.

Pada gambar 3.5b hubungan alat ukur dalam mengukur arus dengan menghubungkan Ampermeter secara seri dengan beban yang arusnya diukur. Supaya tidak mempengaruhi arus dan tegangan dalam rangkaian, maka tegangan jatuh (*drop voltage*) U_A Ampermeter harus sekecil mungkin.

$U_S = U_L + U_A$ jika U_A sangat kecil, maka

$$U_S = U_L$$

Untuk mewujudkan hal ini, tahanan dalam Ampermeter harus sangat kecil.

2. Kalibrasi dan setting awal instrumen ukur

a. Kalibrasi.

Kalibrasi instrumen sangat diperlukan untuk menjaga akurasi instrumen ukur. Guna meminimalkan faktor-faktor penyebab kesalahan dalam pengukuran.

Prosedur kalibrasi dapat bervariasi dari satu produk dengan produk yang lainnya. Pada prinsipnya instrumen yang dikalibrasi dibandingkan dengan instrumen lain yang dinilai standar yang disebut dengan kalibrator. Bisa saja kalibrator bisa dari beberapa instrumen.

Pada pengujian tidak harus seluruh titik diujikan, tetapi bisa beberapa titik tertentu saja.

Jika hasil terdapat penyimpangan, maka bisa dilakukan pengaturan dalam instrumen yang dikalibrasi. Perlu memeriksa dokumen *service manual* instrumen tersebut untuk mempermudah dalam kalibrasi.

b. Seting awal instrumen ukur.

1). Penyesuaian posisi nol jarum penunjuk.

Posisi jarum pada skala nol merupakan salah satu penentu keakuratan pengukuran. Jika saat sebelum digunakan, jarum tidak pada skala nol di kiri (untuk Volt-Ampermeter) maka saat digunakan akan menunjukkan nilai yang tidak benar. Pada kenyataannya semua alat ukur yang menggunakan penunjuk jarum selalu dilengkapi dengan penyesuai titik nol jarum. Seperti pada gambar 3.6 melakukan penyesuai titik nol dengan obeng pipih kecil, putar kanan-kiri dengan perlahan hingga jarum berada pada skala nol dikiri.

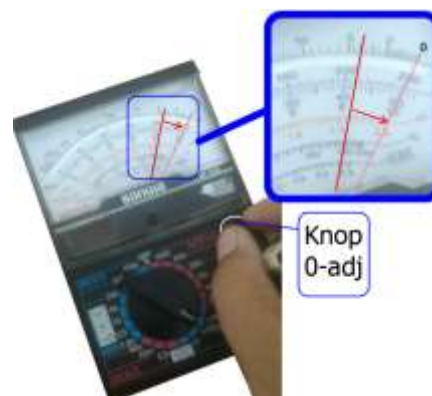


Gambar 3.6. Mengatur penunjukkan jarum.

Pada penyesuaian nol jarum (dikiri) ini terminal meter tidak perlu dihubungkan dengan rangkaian maupun komponen apapun. Penyesuaian titik nol ini untuk beberapa merek berada tepat di panel depan (seperti gambar 3.6) ada juga yang berada di tutup bagian bawah panel meter.

2). Penyesuaian posisi 0 Ω jarum penunjuk.

Untuk pengukuran resistansi atau tahanan, multimeter menggunakan baterai. Dalam penggunaannya tenaga dari baterai ini bisa berkurang dari waktu ke waktu. Selain itu saat pergantian batas ukur, memiliki rangkaian berbeda sehingga skala 0 Ω tiap batas ukur berbeda.



Gambar 3.7. Mengatur penunjukkan jarum.

Pada gambar 3.7 memperlihatkan penyesuaian skala 0Ω , untuk tipe ini knop pengatur 0-adj berada di bawah panel meter sebelah kanan. Selektor dipilih pada posisi Ω (kanan bawah), pilih $\times 1$ $\times 10$ atau $\times 1k$ sesuai perkiraan besar tahanan yang akan diukur, kemudian colokan (*test lead*) dihubungkan singkat. Jarum akan menyimpang ke kanan, putar knop hingga jarum persis menunjukkan skala 0Ω . Setiap kali mengganti batas ukur dan juga setiap kali akan mengukur tahanan, penyesuaian 0Ω selalu dilakukan.

3). Catu daya

Pada multimeter analog yang sederhana hampir semua tidak menggunakan catu daya, biasanya baterai hanya untuk pengukuran tahanan seperti dijelaskan sebelum ini. Pada multimeter elektronik baik analog maupun digital pasti menggunakan baterai. Pada multimeter digital seringkali ditunjukkan dilayar bila baterai telah melemah (bisa dengan kemunculan gambar baterai atau kode lain, lihat di buku manualnya), silakan ganti baterainya (gambar 3.8a). Untuk multimeter analog yang menggunakan catu daya, seperti gambar 3.8b hidupkan tombol daya kemudian selektor pilih tanda baterai. Jarum akan menyimpang ke kanan. Pada skala ada tanda baterai pada jangkah tertentu, jika jarum berada pada daerah ini, maka baterai masih baik.



Gambar 3.8. Mengatur penunjukkan jarum.

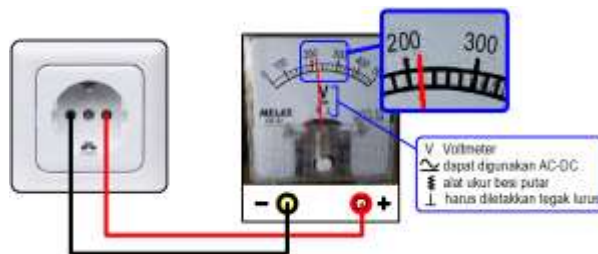
Untuk penghematan daya baterai, selalu matikan tombol power walaupun untuk tipe digital biasanya sudah ada *auto power off* saat lama tidak

digunakan. Untuk multimeter analog yang tanpa catu daya, bila selesai menggunakan tombol selektor letakkan di OFF bila ada, kalau tidak ada letakkan pada ACV batas ukur tertinggi.

c. Pembacaan hasil ukur.

1). Pembacaan pada alat ukur tunggal.

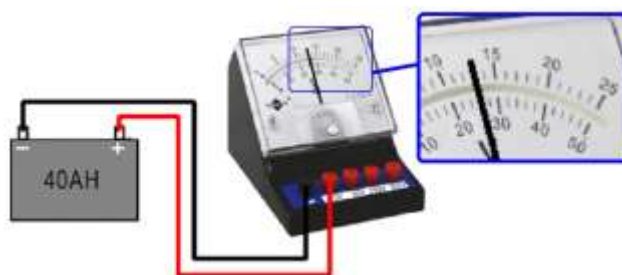
Pembacaan hasil pengukuran dengan alat ukur skala tunggal sangatlah mudah, sebagai contoh pengukuran tegangan yang ditunjukkan hasilnya pada gambar berikut ini.



Gambar 3.9. Pembacaan hasil pengukuran pada Volt meter skala tunggal.

Dari gambar 3.6 terlihat jarum menunjuk 1 div antara angka 200 dan 300. Antara angka 200 dan 300 terdapat 5 div, ini berarti 1 div bernilai 20Vac, sehingga hasil ukurnya adalah $200\text{Vac} + 20\text{Vac} = 220\text{Vac}$.

2). Pembacaan pada alat ukur tunggal dengan BU banyak.



Gambar 3.10. Pembacaan hasil pengukuran pada Volt meter skala tunggal.

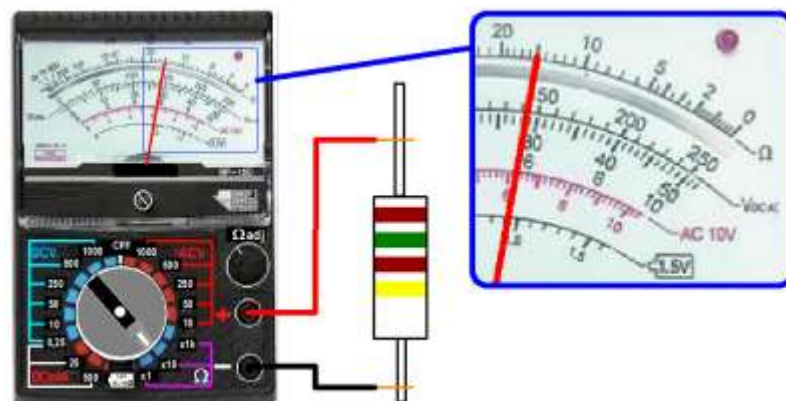
Contoh berikutnya, sebuah Voltmeter yang mempunyai batas ukur banyak, pada gambar 3.7 digunakan Voltmeter dengan 4 batas ukur yaitu 25V, 50V, 250V dan 500V. pada gambar 3.7 terlihat batas ukur (BU) digunakan

BU=25V, sehingga skala yang digunakan gambar skala sisi atas dengan penunjukkan maksimum (FSD) 25V. jarum menunjuk antara 10V dan 15V dengan 5 div, berarti tiap div bernilai 1V. karena jarum penunjuk berada pada div ke 3, maka hasil ukurnya adalah : $10V + 3V = 13V$.

3). Pembacaan pada Multimeter.

Multimeter beragam macamnya, paling dasar multimeter memiliki 3 pengukuran besaran, yaitu untuk mengukur arus, tegangan dan tahanan yang sering disebut dengan AVOMeter (Amper-Volt-Ohm meter).

a). Pembacaan Hasil Pengukuran Tahanan



Gambar 3.11. Pembacaan hasil pengukuran tahanan pada Multimeter.

Pengukuran tahanan pada gambar 3.8 dengan saklar pemilih pada $\times 1\Omega$, skala meter hanya ada satu buah yaitu skala bertanda Ω . Contoh pada gambar jarum menunjukkan skala pada 15, maka hasil ukurnya :

$$\begin{aligned} \text{Hasil Ukur, } R &= \text{Hasil penunjukkan X selektor pilihan} \\ &= 15 \times 10\Omega = 150 \Omega \end{aligned}$$

b). Pembacaan Hasil Pengukuran Tegangan

Gambar 3.9 berikut ini memperlihatkan pengukuran tegangan arus searah (DC). Hasilnya terlihat pada penunjukkan jarum pada gambar 3.9 tersebut. Dengan selektor pada DCV 10V maka skala yang digunakan

adalah pada baris kedua dengan tanda VDC disebelah kanan. Pada skala kedua ini terdapat 3 angka yaitu 10, 50 dan 250. Karena selektor pada DCV 10V maka angka skala dipilih yang 10V. Maka pembacaan dapat langsung dibaca sesuai letak jarum, yaitu 3V.



Gambar 3.12. Pembacaan hasil pengukuran tegangan DC pada Multimeter.

Tabel 2. 2Pembacaan pada DCV

Selektor pada posisi	Skala ke 2 dengan angka	Pembacaan
0,25	250	$\div 100$
10	10	X1
50	50	X1
250	250	X1
500	500	X1
1000	10	X 100

c). Pembacaan Hasil Pengukuran Tegangan AC

Gambar 3.10 berikut ini memperlihatkan pengukuran tegangan arus bolak-balik (AC). Karena selektor pada 10VAC, maka skala yang digunakan skala khusus yaitu skala warna merah AC 10V. Sehingga pembacaan hasil pengukuran pada gambar 3.10 adalah 6VAC, pembacaan langsung.



Gambar 3.13. Pembacaan hasil pengukuran tegangan AC pada Multimeter.

Untuk selektor ACV lainnya dapat menggunakan skala seperti pada tabel berikut dengan pembacaan pada kolom paling kanan.

Tabel 2. 3 Pembacaan pada DCV

Selektor pada posisi	Skala ke 2 dengan angka	Pembacaan
10	Khusus AC 10V (merah)	X1
50	50	X1
250	250	X1
500	50	X10
1000	10	X100

d). Pembacaan Hasil Pengukuran Arus DC mA.

Gambar 3.11 berikut ini memperlihatkan pengukuran arus bolak-balik (AC), pada tipe multimeter seperti gambar memiliki tiga batas ukur yaitu 0,25mA, 25mA dan 500mA. Pembacaan pada pengukuran seperti pada gambar 3.11 adalah sebagai berikut:

Selektor pada 500mA maka skala yang digunakan skala kedua dan menggunakan angka pada 50 dengan hasil dikali 10 (karena $\frac{\text{selektor}}{\text{angka skala}} = \frac{500}{50} = 10$)

$$\begin{aligned} \text{Hasil Ukur, I} &= \boxed{\text{Hasil penunjukkan} \times \frac{\text{selektor}}{\text{angka skala}}} \\ &= 25 \times 10 = 250\text{mA} \end{aligned}$$



Gambar 3.14. Pembacaan hasil pengukuran arus DC pada Multimeter.

Tabel 2. 4 Pembacaan pada DCmA

Selektor pada posisi	Skala ke 2 dengan angka	Pembacaan
0,25	250	X 0,001
25	250	X 0,1
500	50	X10

d. Menetapkan selektor range

Selektor batas ukur (untuk DCV, ACV dan DcmA) terdapat angka-angka yang menentukan batas maksimum pengukuran. Seperti pada DCV 50 ini berarti kemampuan maksimum pengukuran tegangan DC adalah 50V.

Khusus untuk pengukuran tahanan, selektor range digunakan untuk mengalikan, hasil pembacaan penunjukkan jarum dikalikan range selektor.

1. Menetapkan selektor sesuai jenis pengukuran.

Selektor setelah dan sebelum digunakan diletakkan pada posisi **OFF** jika multimeter memiliki fungsi ini, jika tidak letakkan selektor letakkan pada fungsi pengukuran tegangan bolak-balik dengan batas ukur tertinggi (ACV dengan BU tertinggi).

Langkah berikutnya menetapkan fungsi pengukuran apakah akan mengukur tahanan, letakkan selektor pengukuran ke arah fungsi pengukuran tahanan **Ω** .

Untuk pengukuran tegangan arus bolak-balik (AC) letakkan selektor pengukuran ke arah fungsi pengukuran tegangan arus bolak-balik **ACV**.

Untuk pengukuran tegangan arus searah (DC) letakkan selektor pengukuran ke arah fungsi pengukuran tegangan arus searah **DCV**.

Untuk pengukuran arus searah, letakkan selektor pengukuran ke arah fungsi pengukuran arus searah **DCmA**.

2. Menetapkan selektor sesuai batas ukur.

Dalam melakukan pengukuran, dalam hal memilih batas ukur (BU), tetapkan BU sedikit lebih tinggi dari harga yang diukur. Sebagai contoh, ketika mengukur tegangan sebesar 9V pilih selektor BU pada 10V jangan pada 50V apalagi pada 250V. Semakin tinggi pemilihan BU kesalahan ukur akan semakin besar. Pada meter dengan 50 strip skala, maka kesalahan 1strip pada BU 10V memiliki kesalahan $\frac{10V}{50 \text{ strip}} = 0,2V/\text{strip}$, pada BU 50V kesalahan 1 strip akan memiliki 1V kesalahan. Pada BU 250V kesalahan 1strip akan berpotensi kesalahan $\frac{250V}{50 \text{ strip}} = 5V$.

Dengan ketentuan lain untuk memperkecil kesalahan hasil ukur, sebisa mungkin simpangan minimum 60% dari simpangan penuh.

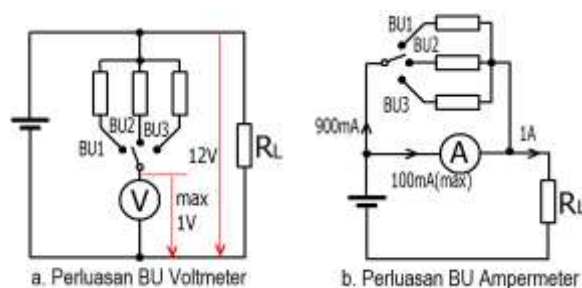
Sekiranya kita dapat memperkirakan seberapa besar nilai yang diukur, maka BU dapat dipilih yang sedikit lebih besar dari perkiraan nilai yang diukur. Jika tidak bisa memperkirakan, pilih BU yang paling besar. Setelah dilakukan pengukuran dan terlihat simpangan jarum sangat kecil, maka BU dapat diturunkan hingga simpangan jarum paling besar, mendekati simpangan penuh.

Untuk pengukuran tahanan, karena pengukuran tahanan komponennya harus dalam keadaan terlepas tapi ada tegangan/arus yang mengalir pada komponen, pemindahan range ukur bisa langsung dilakukan. Tetapi saat pemindahan range ukur, periksa lagi titik nol-nya dengan menghubungkan singkat kedua colok multimeter dan mengatur Ω -adj. Apakah jarum masih dapat menunjuk nol di kanan, ini untuk multimeter analog.

Pemindahan BU untuk pengukur tegangan dan pengukur arus bagaimana? Pada saat memperbicangkan tentang batas ukur yang banyak, maka dalam teknik pengukuran dikenal dengan yang namanya perluasan batas ukur.

Sebuah meter dengan kemampuan ukur tertentu diluaskan sehingga mampu mengukur lebih tinggi dan bervariasi besarnya.

Perhatikan gambar gambar 3.12 memperlihatkan prinsip perluasan batas ukur. Perhatikan saklar pemindah BU. Pada Voltmeter ketika memindahkan dari BU1 ke BU2, ada saatnya belum terhubung kemana-mana, Voltmeter aman, karena seakan posisinya mati atau OFF. Sedang pada pemindahan BU pada amperemeter, saat BU1 dipindah ke BU2 ada saat belum terhubung kemana-mana. Akibatnya arus yang sedianya lewat ke tahanan paralel, semua lewat Amperemeter. Sehingga semestinya hanya mampu maksimum 100mA terpaksa dilewati seluruh arus yang 1A, akan mengakibatkan meter rusak.



Gambar 3.15. Perluasan BU Volt dan Amperemeter.

Pada pemindahan BU untuk amperemeter supaya aman, paling sederhana sumber tegangan dimatikan, baru dilakukan pemindahan BU. Kalau tidak memungkinkan sumber tegangan dimatikan, maka terminal Amperemeter di *hubung singkat* dahulu baru selektor BU dipindahkan, kemudian penghubung singkat dilepas.

B. Keterampilan yang diperlukan dalam

1. Kemampuan mengaplikasikan instrumen dalam pengukuran.
2. Kemampuan membaca alat ukur.

C. Sikap kerja.

Harus bersifat :

1. Cermat dan tepat dalam melakukan pengukuran.
2. Teliti dalam mengidentifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- "_____", 670 Moving Coil Instrument DC
mmeter,[online],(<http://zjapeks.en.made-inchina.com/product/vqfJQBEUOKpX/China-670-Moving-Coil-Instrument-DC-Ammeter.html/>, diakses tanggal 2/26/2014)
- "_____", XL5135 Digital Ammeter,[online],(<http://www.ecvv.com/product/2634415.html/>, diakses tanggal 2/26/2014)
- "_____", amplification-factor-gain 1, [online],
(<http://whatis.techtarget.com/definition/amplification-factor-gain/>
diakses tanggal 1/19/2018 10:22:18 AM)
- "_____", Boundless Physics [online],
(<https://courses.lumenlearning.com/boundless-physics/>) 25 Januari 2018, 17:20:10)
- "_____", Darstellung naturwissenschaftlicher Größen, [online],
(http://www.elektrotechnik-fachbuch.de/e_grundlagen_kap_02.html /
diakses tanggal 1/18/2018 10:24:40 AM)
- "_____", elektrische_einheiten , [online],
(https://www.westfalia.de/static/informationen/ratgeber/technik/normen_und_kennzeichnungen/elektrische_einheiten.html/ diakses tanggal
1/18/2018 1:53:19 PM)
- "_____", ohm, [online], (<https://sizes.com/units/ohm.htm/> diakses tanggal
1/18/2018 10:39:10 AM)
- "_____", prefixes, [online], (<https://physics.nist.gov/cuu/Units/prefixes.html/>
diakses tanggal 1/19/2018 8:48:49 AM)

"_____", Resistance, [online], (<https://www.britannica.com/technology/resistance-electronics> / diakses tanggal 1/18/2018 10:04:07 AM)

"_____", resistance-electronics, [online],
(<https://www.britannica.com/technology/resistance-electronics> / diakses tanggal 1/18/2018 1:24:19 PM)

"_____", what-is-calibration, [online],
(<https://www.aicompanies.com/education/calibration/what-is-calibration/>
diakses tanggal 1/24/2018)

Heinz Haeberle, Fachkunde Informationselektronik , Wuppertal; Verlag Europa
Lehrmittel,1984

DAFTAR ALAT DAN BAHAN

A. Daftar Peralatan/Mesin

No.	Nama Peralatan/Mesin	Keterangan
1.	Laptop, LCD Projector, pointer	Untuk di ruang teori
2.	Laptop	Untuk setiap peserta
3.	Multimeter Analog	Grup peserta (maks 3pst/grup)
4.	Multimeter Digital	Grup peserta (maks 3pst/grup)
5.	Power Supply Unit 0-30V 0-3A	Grup peserta (maks 3pst/grup)
6.	Transformator (dalam kotak) output 6-30VAC	Grup peserta (maks 3pst/grup)
7.		

B. Daftar Bahan

No.	Nama Bahan	Keterangan
1.	Resistor	Grup peserta (maks 3pst/grup)
2.	Baterai	Grup peserta (maks 3pst/grup)
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		

DAFTAR PENYUSUN

No.	Nama	Profesi
1.	Drs. Hendro Hermanto, M.T.	Widyaiswara Teknik Elektronika

**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