



PPPTK BOE
M A L A N G

BUKU INFORMASI

Teknik Audio Video

*Install Commercial Video/Audio System
Components (Instalasi Komersial Komponen
Audio Video)*
UEENEEH110A



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	2
BAB I PENDAHULUAN	3
A. TUJUAN UMUM	3
B. TUJUAN KHUSUS	3
BAB II BERSIAP UNTUK MENGINSTAL KOMPONEN DAN SISTEM AUDIO/VIDEO	4
A. Pengetahuan yang diperlukan dalam bersiap untuk menginstal komponen dan sistem audio/video.	4
B. Keterampilan yang diperlukan dalam bersiap untuk menginstal komponen dan sistem audio / video.	4
BAB III INSTAL KOMPONEN DAN SISTEM AUDIO/VIDEO	6
A. Pengetahuan yang diperlukan dalam instal komponen dan sistem.....	6
B. Keterampilan yang diperlukan dalam dalam instal komponen dan sistem.....	50
C. Sikap kerja yang diperlukan dalam instal komponen dan sistem audio/video	50
BAB IV PENYELESAIAN PEKERJAAN INSTALASI DAN PELAPORAN	51
A. Pengetahuan yang diperlukan dalam penyelesaian pekerjaan instalasi dan pelaporan.	51
B. Keterampilan yang diperlukan dalam penyelesaian pekerjaan instalasi dan pelaporan.	51
C. Sikap kerja yang diperlukan dalam penyelesaian pekerjaan instalasi dan pelaporan.	51
DAFTAR PUSTAKA.....	52

BAB I PENDAHULUAN

A. TUJUAN UMUM

Setelah mempelajari modul ini peserta diharapkan mampu menginstal komponen sistem Audio/Video Komersial.

B. TUJUAN KHUSUS

Adapun tujuan mempelajari unit kompetensi melalui buku informasi instal komponen sistem Audio/Video Komersial ini guna memfasilitasi peserta sehingga pada akhir diklat diharapkan memiliki kemampuan sebagai berikut:

1. Bersiap untuk menginstal komponen dan sistem audio/video
2. Instal komponen dan sistem audio/video
3. Penyelesaian pekerjaan instalasi dan pelaporan

BAB II BERSIAP UNTUK MENGINSTAL KOMPONEN DAN SISTEM AUDIO/VIDEO

A. Pengetahuan yang diperlukan dalam bersiap untuk menginstal komponen dan sistem audio/video.

1. Mengidentifikasi, memperoleh dan memahami prosedur OHS untuk area kerja tertentu melalui rutinitas yang ditetapkan.
2. Mengikuti langkah-langkah pengendalian risiko K3 yang telah ditetapkan dalam persiapan untuk pekerjaan.
3. Mengkonsultasikan bahaya keselamatan, yang sebelumnya tidak diketahui, dilaporkan dan disarankan dari pengukuran pengendalian risiko dengan supervisor kerja.
4. Menetapkan ruang lingkup pekerjaan yang akan dilakukan sesuai sifat dan lokasi pekerjaan diperoleh dari supervisor pekerjaan atau orang lain.
5. Mengkoordinasikan saran dari atasan dan / atau orang lain yang tepat untuk memastikan bahwa pekerjaan tersebut secara efektif dengan orang lain.
6. Menetapkan sumber bahan yang mungkin dibutuhkan untuk pekerjaan sesuai dengan rutinitas yang telah ditetapkan
7. Memperoleh dan memeriksa peralatan, perlengkapan dan alat pengujian yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan untuk pengoperasian dan keamanan yang benar

B. Keterampilan yang diperlukan dalam bersiap untuk menginstal komponen dan sistem audio / video.

1. Menganalisa dan mengelompokkan materi pembelajaran dari matriks pembelajaran
2. Menyusun tahapan penyajian materi pembelajaran menurut urutan waktu penyajian

C. Sikap kerja yang diperlukan dalam bersiap untuk menginstal komponen dan sistem audio / video

Harus bersikap secara:

1. Cermat dan teliti dalam menganalisis data;
2. Taat asas dalam mengaplikasikan langkah-langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan dalam menyusun tahapan penyajian;
3. Berpikir analitis serta evaluatif waktu melakukan analisis.

BAB III INSTAL KOMPONEN DAN SISTEM AUDIO/VIDEO

A. Pengetahuan yang diperlukan dalam instal komponen dan sistem.

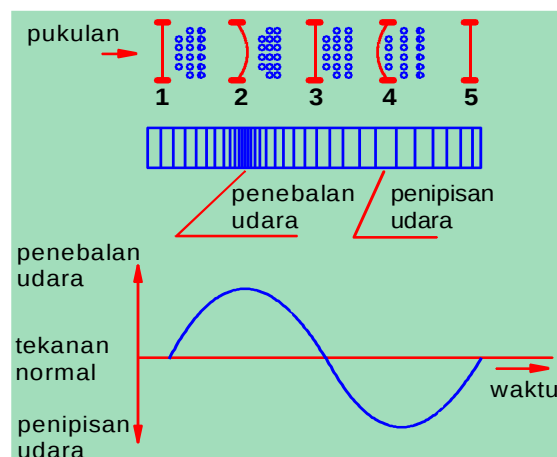
1. Aspek Pengetahuan

a. Dasar-Dasar Reproduksi Suara

1) Perambatan gelombang suara.

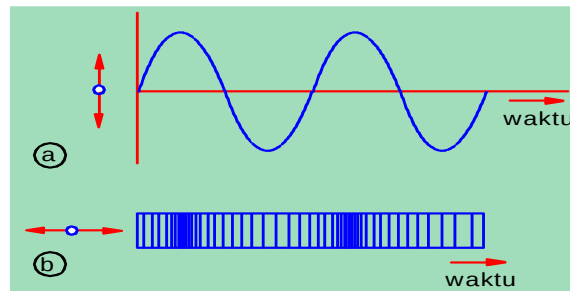
Sebuah instrumen musik gamelan misalkan gong, merupakan sebuah sumber bunyi. Gong yang terbuat dari plat logam, jika dipukul membangkitkan bunyi.

Gambar 2.1 menunjukkan bagaimana sumber bunyi membangkitkan bunyi dan oleh udara dirambatkan. Sebuah plat yang dapat melenting dipasangkan pada satu titik dan selanjutnya didorong dengan sebuah pukulan agar bergetar. plat menjadi pembangkit bunyi dan menekan udara didepannya bersama, sehingga terjaditekanan lebih (titik 2 pada Gambar 2.1). Pada getar balik dari plat (titik 4 pada Gambar 2.1), plat akan merenggangkan partikel udara, sehingga terbangkitlah tekanan kurang. Sumber bunyi segera akan mempengaruhi lingkungan sekitarnya dengan tekanan lebih dan tekanan kurang untuk bergetar. Partikel udara akan saling pukul dengan partikel didekatnya, sehingga getaran sebagai sumber bunyi merambat pada media udara.



Gambar 2.1. Terbangkitnya bunyi dengan penebalan dan penipisan partikel udara.

Bahwa partikel udara melalui penyimpangan penebalan dan penipisan secara periodis dari posisi diam menyebabkan fluktuasi tekanan periodik. Jika kita ambil satu penebalan dan satu penipisan partikel udara yang berdekatan, maka diperoleh satu gelombang penuh, yang disebut gelombang bunyi. Karena partikel udara dari getaran sumber bunyi merambat kearah yang sama, (bergetar sepanjang arah rambat), maka disebut sebagai gelombang panjang atau gelombang longitudinal.



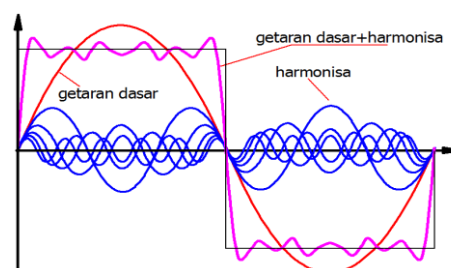
Gambar 2.2. (a) Gelombang transversal dan (b) gelombang longitudinal
Jika partikel udara bergetar tegak lurus dengan arah rambat, maka disebut sebagai gelombang transversal (Gambar 1.2). Setiap getaran ditandai dengan dua besaran, yaitu frekuensi dan amplitudo.

2) Warna nada suara

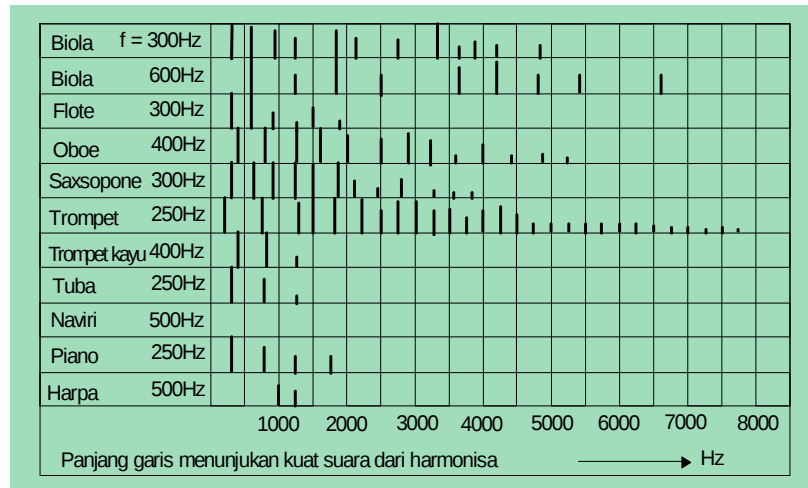
Pada musik atau reproduksi pembicaraan hanya dalam kejadian khusus direproduksi frekuensi murni. Lebih banyak reproduksi dari campuran suara dimana terdapat nada dasar dan perbanyak nada dasar yang disebut dengan harmonisa.

Gambar memperlihatkan, gelombang dasar dengan gelombang harmonisa dengan amplitudo tertentu membentuk gelombang kotak.

Catatan : Lakukan percobaan generator fungsi pada outputnya dipasang speaker kecil. Set frekuensi 1kHz dengan amplitudo tertentu, ubah gelombang sinus ke kotak, perhatikan bunyi speaker.



Gambar 2.3. Terbangkitnya gelombang kotak



Gambar 2.4. Harmonisa instrumen musik

Nada dasar dan hamonisa secara bersama-sama menimbulkan bunyi. Karakter bunyinya, yang disebut warna bunyi, ditentukan oleh perbandingan amplitudo masing-masing harmonisa satu sama lain, juga oleh spektrum frekuensi dari bunyi. Harmonisa yang memungkinkan instrumen, pembicaraan dan sebagainya berbunyi berlainan

3) Dampak media lain terhadap gelombang suara

Bunyi dapat menyebar dalam bahan padat, cairan dan bahan gas. Kecepatan penyebaran bergantung dari ketebalan medium, seperti diperlihatkan oleh tabel 2.1.

Tabel 2.1. Kecepatan penyebaran bunyi

Bahan	Kecepatan c dalam m/s
Gelas	5500
Besi	5000
Tembok	3500
Kayu	2500
Air	1480
Gabus	500
Udara (20°)	344
Karet (lunak)	70

Semakin tebal dan semakin elastis mediumnya, akan semakin lambat molekul dapat menyebarkan bunyi. Dan dalam ruang hampa udara, juga bunyi tidak dapat merambat.

Penyebaran bunyi dalam udara bergantung pada temperatur udara.

$$c = 331,4 \frac{m}{s} + 0,6 \frac{m}{s^{\circ}C} . T$$

,c = Kecepatan penyebaran (meter/detik)

T = Temperatur udara (°C)

Dalam akustik pada utamanya pada penyebaran bunyi dalam udara. Penyebarannya sangat tergantung pada temperatur seperti ditunjukkan pada Tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2. Penyebaran Bunyi dalam Udara berbeda temperatur

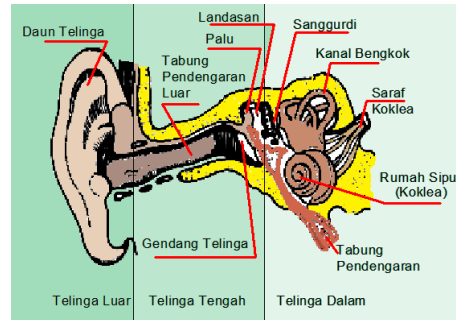
Temperatur	Kecepatan c dalam m/s
-30°C	302,9
0°C	331,8
10°C	338
20°C	344
30°C	349,6
100°C	390

Selain dipengaruhi oleh temperatur, kecepatan rambat bunyi juga dipengaruhi oleh tekanan udara dan kandungan karbondioksida

4) Karakteristik telinga manusia.

Manusia mendengar bunyi dengan telinganya. Dalam telinga getaran bunyi diubah menjadi perasaan terhadap bunyi. Hal ini membangkitkan kesan bunyi subyektif dalam otak.

Secara anatomi, telinga manusia terdiri dari 3 bagian, telinga luar, telinga tengah dan telinga dalam. Telinga luar berfungsi untuk menangkap bunyi, yang kemudian dilalukan ke telinga tengah dan terakhir ke telinga dalam. Telinga dalam merupakan organ pendengaran yang sesungguhnya

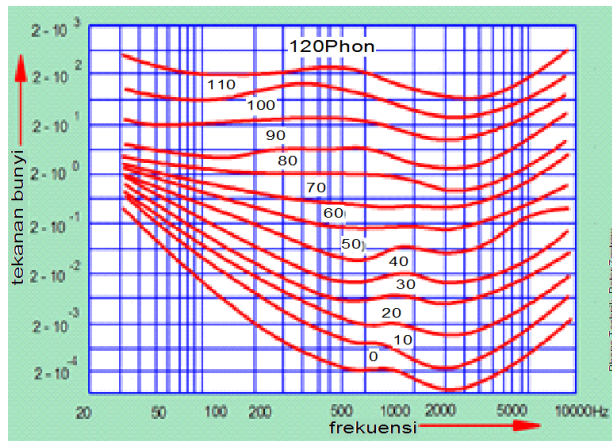


Gambar 2.5. Susunan telinga

Seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.5 telinga luar yang terdiri dari daun telinga, karena bentuknya seperti itu, sangat baik untuk dapat mengetahui arah dari mana bunyi datang. Pada telinga tengah yang berupa tabung, karena dimensinya, menyebabkan penerimaan yang baik pada frekuensi 3.000Hz. Pada telinga tengah ini mengubah tekanan udara menjadi gerakan mekanis. "Mekanik" terdiri dari "Palu", landasan, sanggurdi dengan hubungan yang elastis. Bagian mekanis ini mengakibatkan ketidak linieran perasaan bunyi yang didengar. Maksudnya : frekuensi tertentu dilalukan lebih baik dari yang lain. Pada tekanan bunyi yang besar timbul cacat. Telinga dalam yang dimulai gendang telinga. Getaran mekanis diubah menjadi pulsa listrik, yang mana oleh urat syaraf dialirkan ke otak. Pulsa listrik ini mengakibatkan kesan subyektif kuat suara dari bunyi. Dengan melalui sekitar 24.000 saraf yang satu sama lain terisolasi, menghubungkan pulsa listrik yang didapat ke otak. Maka telinga manusia dapat membedakan sekitar 3.000 tingkatan nada, jika dibandingkan dengan piano hanya memiliki 84 nada dan organ memiliki 108 nada. Telinga manusia mempunyai kepekaan yang luar biasa, selain mampu membedakan nada juga dapat membedakan kuat suara. Serta memiliki kemampuan menangkap frekuensi dari 20 Hz hingga 20.000Hz. Telinga mempunyai kepekaan terbesar dalam jangkauan frekuensi dari 1.000Hz sampai 4.000Hz, hal ini ditentukan oleh susunannya/konstruksi telinga. Telinga mulai dapat mendengarkan bunyi dengan tekanan bunyi sebesar $2 \cdot 10^{-4}$ bar pada frekuensi 1.000Hz. Saat telinga mulai mendengar disebut sebagai ambang dengar. Tekanan bunyi maksimum telinga dapat mendengar (batas sakit) pada tekanan bunyi sebesar 200 bar. Dengan

demikian telinga mengamati tekanan bunyi dari $2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar}$ sampai $200 \mu\text{bar}$ atau dalam perbandingan telinga memiliki daerah kepekaan 1:1.000.000.

Manusia tidak langsung merasa tekanan bunyi, yang merupakan besaran dapat terukur secara fisika, tapi volume (kuat suara). Antara perasaan pendengaran dan tekanan bunyi atau intensitas bunyi terdapat (secara pendekatan) hubungan logaritmis (hukum Weber-Fechne).



Gambar 2.6. Ketergantungan tekanan suara dan frekuensi

Dengan telah ditetapkan level bunyi absolut dikarenakan ukurannya yang logaritmis juga digunakan sebagai ukuran untuk kuat suara. Sensitifitas kuat suara telinga manusia sangat tergantung dengan frekuensi (Gambar 2.6).

Dari Gambar 2.6 terlihat bahwa pada kuat suara yang rendah (60 Phon ke bawah), untuk dapat mendengar sama kerasnya, maka tekanan bunyi dengan frekuensi rendah dan tinggi harus dikuatkan lebih tinggi dari tekanan bunyi pada frekuensi tengahnya. Pada kuat suara yang tinggi (70 Phon ke atas), kuat suara merata pada semua daerah frekuensi. Berdasarkan sifat tersebut, maka pada penguat suara untuk mengatur kuat suara (volume) dikenal dengan pengaturan kuat suara dengan loudness. Pengaturan kuat suara sesuai psikologis.

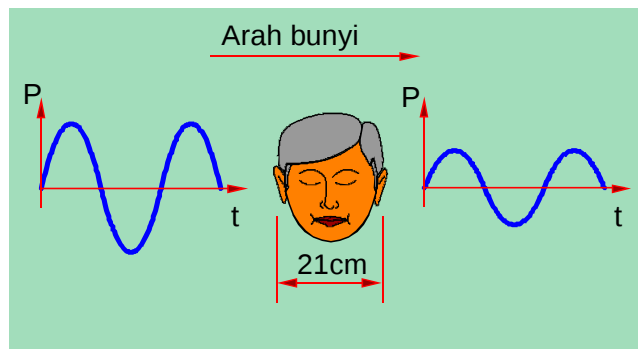
5) Perbedaan antara mono dan stereo

Dengan telinga kita tidak hanya mendengar kuat suara atau warna bunyi dari sebuah bunyi. Karena berpasangannya alat pendengar, sehingga

dapat untuk menentukan arah dan jarak. Orang menamakan kemampuan ini dengan kemampuan melokalisir dan berbicara tentang pendengaran secara ruangan.

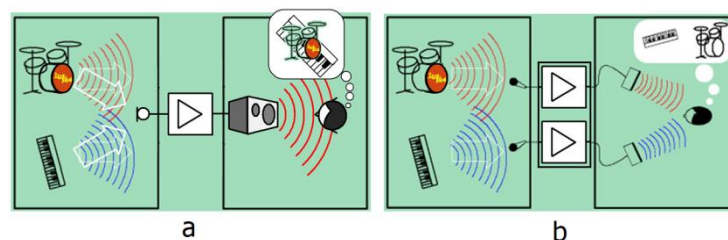
Melokalisir sebuah sumber bunyi tanpa melalui penglihatan dapat dibagi atas tiga daerah utama.

- Jarak (dekat - jauh) lokalisir kerendahan
- Arah dalam bidang tegak lurus (atas-bawah) lokalisir ketinggian
- Arah dalam bidang kesetimbangan (kanan-kiri) lokalisir sisi.



Gambar 2.7. intensitas bunyi dan perbedaan waktu berjalan

Paling baik mengembangkan adalah daya melokalisir sisi. Kemampuan memilah kanan-kiri ini karena letak kedua telinga dengan jarak kira-kira 21 cm (Gambar 2.7). Jika ada bunyi berada agak disebelah kiri, maka telinga kiri akan mendengar lebih kuat dibandingkan telinga sebelah kanan. Dengan demikian pada peninjauan terdapat kejadian bunyi antara telinga kanan-dan kiri tidak hanya sebuah perbedaan waktu berjalan t melainkan juga perbedaan intensitas bunyi.



Gambar 2.8. Prinsip pemindahan stereo

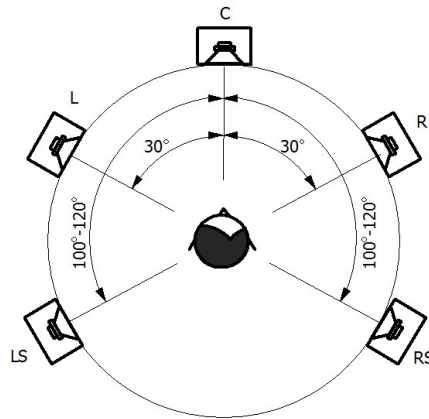
Stereophoni pada dasarnya pada perekaman reproduksi bunyi memperhatikan "efek kanan-kiri" ini (lihat Gambar 2.8b). Sedang pada gambar 2.8a memperlihatkan reproduksi bunyi secara mono. Pada system

mono, karena jalur reproduksinya hanya satu, maka daya melokalisir telinga hanya berkembang pada lokalisir kerendahan atau jauh dekat saja.

6) Prinsip suara mengelilingi (*Surround*)

Pada reproduksi stereo sudah lebih dari reproduksi mono, pada stereo baru dikembangkan daya lokalisir kanan-kiri. Pada sekitar tahun 1970an berkembang reproduksi yang disebut Quadrophonic (quad=empat), kalau pada Stereo digunakan dua speaker maka quadrophonic menggunakan 4 speaker dengan 4 kanal. Ini ekuivalen dengan sekarang yang disebut dengan surround 4.0, keempat speaker diletakkan pada sudut-sudut ruangan. Dikarenakan problem teknik dan ketidak kompatibelitas pada waktu itu, sehingga ketika diproduksi sangat mahal dibanding dengan memproduksi stereo 2 kanal yang standar.

Yang dikembangkan kemudian dengan yang disebut dengan surround atau mengelilingi. Dari sumber audio dengan menggunakan saluran tambahan dari speaker yang mengelilingi pendengar (kanal surround). Awal aplikasi digunakan di bioskop, pada awalnya pada bioskop standar memiliki tiga kanal yang dipancarkan melalui speaker di depan kanan – kiri dan tengah. Pada system surround ditambahkan satu atau lebih kanal untuk speaker di belakang pendengar. Dengan adanya speaker di belakang pendengar akan menciptakan suara yang datang dari arah horizontal selebar 360° mengelilingi pendengar. Banyak variasi format dan variasi rekam maupun main ulang dengan jumlah dan posisi saluran tambahan. Spesifikasi secara umum dalam standar ITU 5.1 terdapat 6 speaker yang diletakkan pada center (C) tepat didepan pendengar, speaker kanan dan kiri masing-masing 60° dari tengah. Dua buah lagi surround kiri dan kanan (LS dan RS) diletakkan sekitar 100°-120° dari titik tengah. Tambahan speaker subwoofer yang peletakkannya tidak kritis.

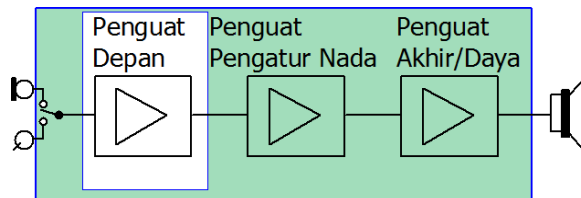


Gambar 2.9. Tata letak speaker sesuai ITU 5.1

b. Reproduksi Audio, komponen elektronik

1) Preamplifier (Penguat Depan)

a) Fungsi pada rantai reproduksi



Gambar 2.10. Letak Penguat Depan dalam Penguat Suara lengkap

Secara rangkaian blok, sebuah sistem penguat suara dapat dilihat pada Gambar 2.10. Pada gambar tersebut memperlihatkan rangkaian blok mulai dari sumber sinyal, dapat berupa mikrofon, pemungut piringan hitam atau lainnya, hingga diakhiri loudspeaker. Penguat depan (*preamplifier*) menguatkan sumber sinyal selain memiliki penguatan tertentu, juga harus menyesuaikan sumber sinyal jika memiliki tanggapan frekuensi yang tidak linear.

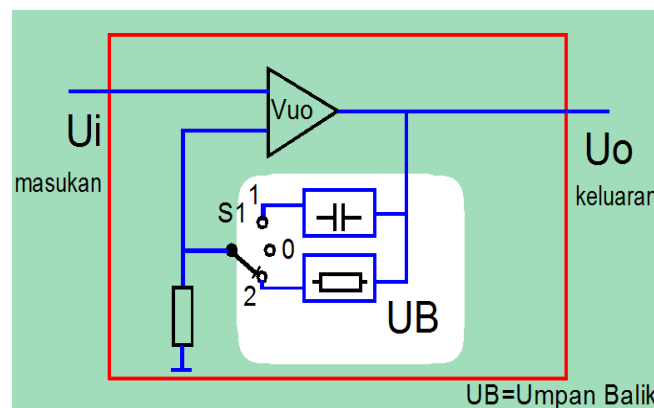
Pada prinsipnya penguat depan memiliki fungsi untuk:

- Menguatkan tegangan sumber sinyal
- Menggunakan level sinyal yang berbeda
- Mengkompensasi cacat linier
- Mencampur sumber sinyal yang berlainan

b) Pengaturan rangkaian khusus

(1) Penguat Mikrofon

Mikrofon dinamik menghasilkan tegangan kira-kira hanya 0,5 mV pada tanggapan frekuensi yang datar. Disini penguat mempunyai tugas hanya menaikkan level sinyal, karena tanggapan frekuensinya sudah datar. Pada rangkaian ini tidak dijumpai komponen yang mempengaruhi tanggapan frekuensi. Dengan begitu akan diperoleh daerah transfer dari 4Hz sampai 40kHz, Penguatan sedemikian besarnya sehingga diperoleh tegangan keluaran sebesar maksimum 1,4V.



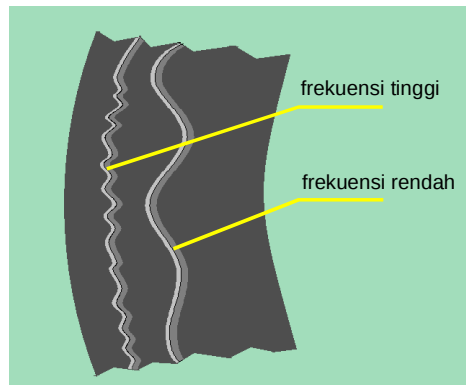
Gambar 2.11. Rangkaian blok penguat universal.

Karena diperlukan penguatan yang konstan dalam daerah frekuensi, maka untuk penguat mikrofon, jaringan umpan balik pada Gambar 2.11 (S1 pada 2) harus merupakan komponen yang tidak terpengaruh oleh frekuensi. Untuk ini digunakan komponen tahanan, dimana besar resistansinya tidak berubah dengan berubahnya frekuensi sinyal.

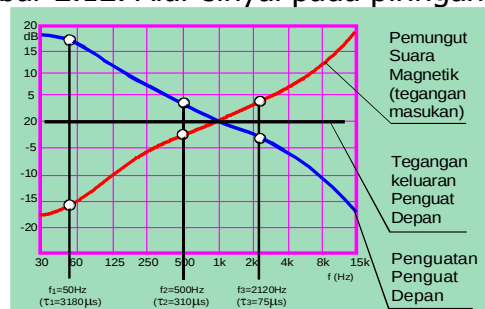
(2). Penguat Pemungut Suara

Pemungut suara magnetik, atau juga disebut Pick Up (PU) ada beberapa macam jenisnya, tergantung pengubah (transducer) yang digunakan. Yang banyak digunakan berdasar induksi, secara konstruksi terdiri dari kumparan dan magnet serta jarum. Pemungut dengan magnet yang terhubung dengan jarum

disebut dengan moving magnet (MM) dan kumparan yang terhubung jarum disebut dengan moving coil (MC)



Gambar 2.12. Alur sinyal pada piringan hitam



Gambar 2.13. Kurva standar RIAA dan penguatan penguat penyama

Pada MC, dengan bergetarnya jarum maka kumparan bergetar, sehingga medan magnet yang mengenainya akan berubah-ubah, maka akan timbul tegangan induksi.

Besar tegangan induksi yang terbangkit akan sebanding dengan frekuensi getaran jarum, getaran jarum tergantung pada frekuensi sinyal yang tercetak pada piringan hitam. Jadi tegangan keluaran pemungut suara magnetic akan naik dengan naiknya frekuensi suara. Selain itu, pada nada rendah (bass) memiliki tegangan yang besar (Gambar 2.12), sehingga ini akan menimbulkan alur yang besar pada piringan hitam, ini akan menghabiskan space pada piringan hitam, juga ketidakmampuan jarum untuk mengikuti alur tersebut.

Maka pada sistim perekaman piringan hitam, frekuensi rendah juga ditekan. Secara internasional penekanan amplitudo ini ditetapkan oleh RIAA (Record Industry Association of America)

seperti diperlihatkan pada Gambar 2.13 Penguat depan pemungut suara magnetis menguatkan sinyal frekuensi rendah lebih besar dari pada sinyal frekuensi tinggi. Sehingga tegangan keluaran penguat depan menjadi datar. Pada MC, dengan bergetarnya jarum maka kumparan bergetar, sehingga medan magnet yang mengenainya akan berubah-ubah, maka akan timbul tegangan induksi.

Besar tegangan induksi yang terbangkit akan sebanding dengan frekuensi getaran jarum, getaran jarum tergantung pada frekuensi sinyal yang tercetak pada piringan hitam. Jadi tegangan keluaran pemungut suara magnetic akan naik dengan naiknya frekuensi suara. Selain itu, pada nada rendah (bass) memiliki tegangan yang besar (Gambar 2.12), sehingga ini akan menimbulkan aluryang besar pada piringan hitam, ini akan menghabiskan *space* pada piringan hitam, juga ketidakmampuan jarum untuk mengikuti alur tersebut.

Maka pada sistim perekaman piringan hitam, frekuensi rendah juga ditekan. Secara internasional penekanan amplitudo ini ditetapkan oleh RIAA (*Record Industry Association of America*) seperti diperlihatkan pada Gambar 2.13 Penguat depan pemungut suara magnetis menguatkan sinyal frekuensi rendah lebih besar dari pada sinyal frekuensi tinggi. Sehingga tegangan keluaran penguat depan menjadi datar

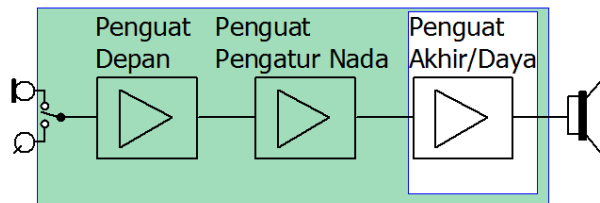
2) Amplifier Daya dan Amplifier terintegrasi

a) Fungsi pada rantai reproduksi

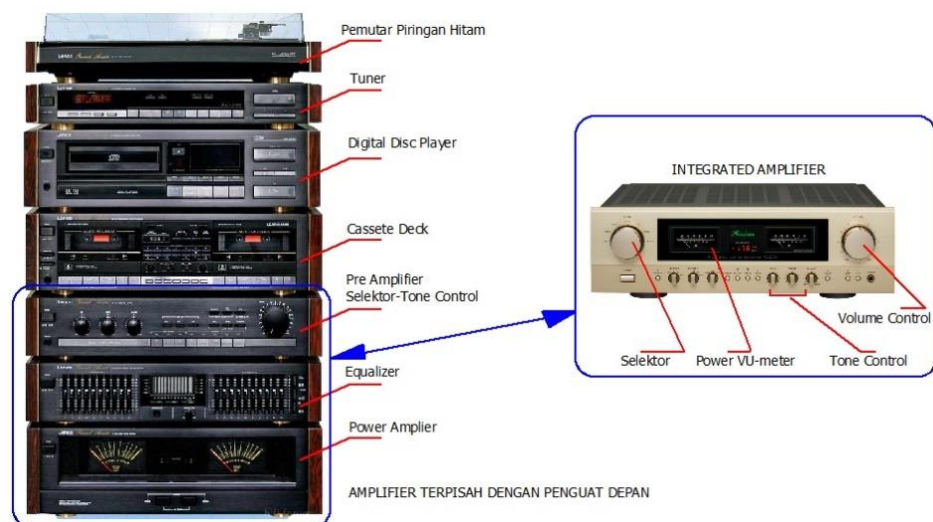
Penguat akhir bertugas menguatkan sinyal dengan penguatan tegangan dan arus yang besar dan dengan daya guna yang sesuai. Kepentingan utama sebuah penguat akhir, yang juga disebut penguat daya, terletak pada pembangkitan daya bolak-balik untuk loudspeaker. Transistor harus dikendalikan maksimal karena harus

memberikan daya yang besar, karena tidak liniernya kurva transistor akan timbul cacat.

Selain masalah efesiensi penguat daya, maksudnya perbandingan dari daya bolak-balik yang diberikan dan daya arus searah yang diambil sebesar mungkin, karena biaya operasi dan pendinginan transistor yang besar.



Gambar 2.14. Letak Penguat Daya dalam Penguat Suara lengkap
Secara kemasan, penguat daya ada yang dikemas sendiri, dalam penggunaannya harus dilengkapi dengan Pre Amplifier dan juga Tone Control atau equalizer (gambar berikut a). Kemasan lainnya, penguat daya dikemas bersama pre amplifier beserta tone control dalam sebuah kotak yang dikenal dengan *Integrated Amplifier* (penguat terintegrasi).

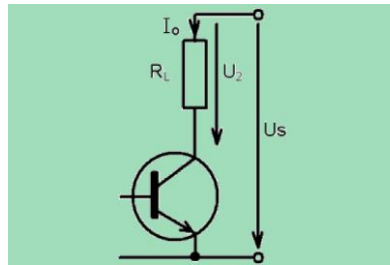


Gambar 2.15. (a). Penguat terpisah dan (b) Penguat terintegrasi

b) Pengaturan rangkaian khusus

Penguat dengan transistor tunggal bekerja selalu dalam kelas A. Dalam Gambar 2.17 terlihat bahwa titik kerja penguat kelas A berada kira-kira ditengah daerah pengendalian. Kedua sinyal setengah

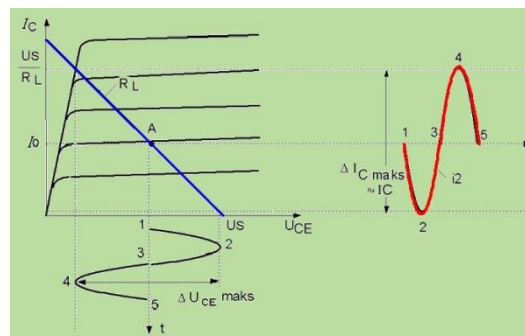
gelombang dikuatkan oleh sebuah transistor. Penguat kelas A seperti tergambar pada Gambar 2.16, mempunyai kekurangan bahwa catu dayanya besar.



Gambar 2.16. Penguat akhir klas A

Pada saat tanpa pengendalian pada masukan telah mengalir pula arus kolektor yang relatif besar. Dengan demikian daya guna dari penguat ini kecil, sehingga hanya digunakan untuk daya keluaran yang kecil.

Daya guna • adalah perbandingan daya arus bolak-balik yang diberikan pada pemakai P2 dengan daya arus searah dari sumber daya Ps yang diambil, yang juga tergantung pada rangkaian (lihat Gambar 2.17)



Gambar 2.17. Garis beban penguat kelas A

$$P_s = U_s \times I_o \quad (\text{untuk catu daya})$$

$$P_2 = U_{2\text{eff}} \times I_{2\text{eff}}$$

$$U_{2\text{eff}} = \frac{\Delta U_{CE \text{ maks}}}{2\sqrt{2}} \cong \frac{U_s}{2\sqrt{2}}$$

$$I_{2\text{eff}} = \frac{I_c \text{ maks}}{2\sqrt{2}} \cong \frac{I_o}{\sqrt{2}}$$

$$P_2 = \frac{U_s}{2\sqrt{2}} \times \frac{I_o}{\sqrt{2}} = \frac{U_s \cdot I_o}{4}$$

$$\eta \% = \frac{P_2}{P_s} \times 100\% = \frac{\frac{U_s \cdot I_o}{4}}{U_s \cdot I_o} \times 100\% = \frac{U_s \cdot I_o}{4 \cdot V_{s \cdot I_o}} \times 100\% = 25\%$$

Penguat *push pull* dibangun dengan dua transistor yang masing-masing bekerja dalam kelas B. Titik kerja kelas B terletak pada batas arus sisa. Sehingga satu transistor hanya menguatkan setengah tegangan sinyal. Tanpa pengendalian hanya mengalir arus kolektor yang kecil yang dapat diabaikan.

Daya hilang saat diam dengan demikian kecil sehingga daya gunanya sangat besar. Keburukan penguat kelas B adalah untuk menghasilkan tegangan bolak-balik penuh diperlukan dua transistor cacat saat melewati titik nol, yang dinamakan *cross over* atau cacat B. Cacat ini disebabkan oleh tegangan jenuh basis-emiter. Daya guna penguat *push pull* kelas B lebih besar dari penguat yang bekerja di kelas A untuk rangkaian Gambar 2.17:

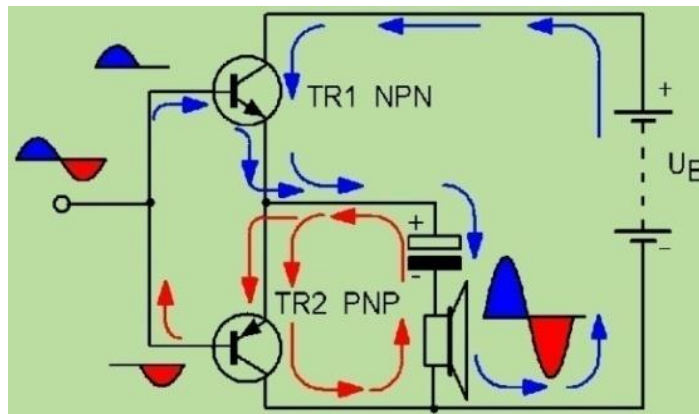
$$\begin{aligned} P_s &= U_s \times I_c = U_s \cdot \frac{2}{\pi} I_c \text{ maks} \\ P_2 &= U_{2\text{eff}} \times I_{2\text{eff}} \\ &= \frac{\Delta U_{CE} \text{ max}}{\sqrt{2}} \times \frac{\Delta U_c \text{ max}}{\sqrt{2}} = \frac{U_s}{\sqrt{2}} \times \frac{I_c \text{ max}}{\sqrt{2}} = \frac{U_s \times I_c \text{ max}}{2} \\ \eta \% &= \frac{P_2}{P_s} \times 100\% = \frac{\frac{U_s \times I_c \text{ max}}{2}}{U_s \times \frac{2}{\pi} \times I_c \text{ max}} \cdot 100\% \\ &= \frac{U_s \times I_c \text{ max}}{2 \times U_s \times 2 \times I_c \text{ max}} \times 100\% = \frac{\pi}{4} \times 100\% = 78\% \end{aligned}$$

Jadi daya guna penguat *push pull* tiga kali dari penguat tunggal kelas A.

Penguat *push pull* dibagi dalam dua jenis penguat komplementer dan penguat komplementer quasi. Jenis ini berbeda dalam pasangan kedua transistornya.

Penguat komplementer ini penguat *push pull* yang menggunakan dua transistor akhir yang berpasangan komplementer NPN dan PNP seperti diperlihatkan Gambar 2.18. Transistor NPN akan hidup jika

mendapat tegangan bias basis positif dan transistor PNP akan hidup jika mendapat tegangan bias basis negatif.

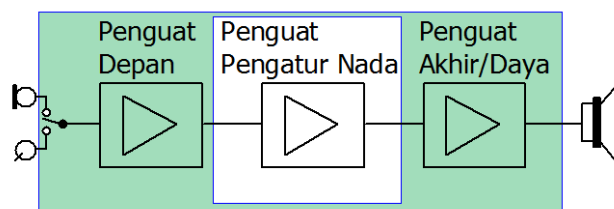


Gambar 2.18. Rangkaian dasar penguat komplementen

Pada saat sinyal setengah gelombang positif transistor TR1 akan hidup dan transistor TR2 akan mati. Maka akan terjadi aliran arus dari baterai (+) melalui transistor TR1, kapasitor C lalu loudspeaker dan kembali ke baterai (-). Arus ini sekaligus mengisi kapasitor C sesuai dengan polaritasnya. Pada sinyal setengah gelombang negatif transistor TR1 akan mati dan transistor TR2 akan hidup. Aliran arus dari kapasitor C (+) melalui TR2 ke loudspeaker dan kembali ke kapasitor C (-). Pada saat sinyal setengah gelombang negatif kapasitor C sebagai catu daya transistor TR2

3) Equalizer grafik

a) Fungsi pada rantai reproduksi



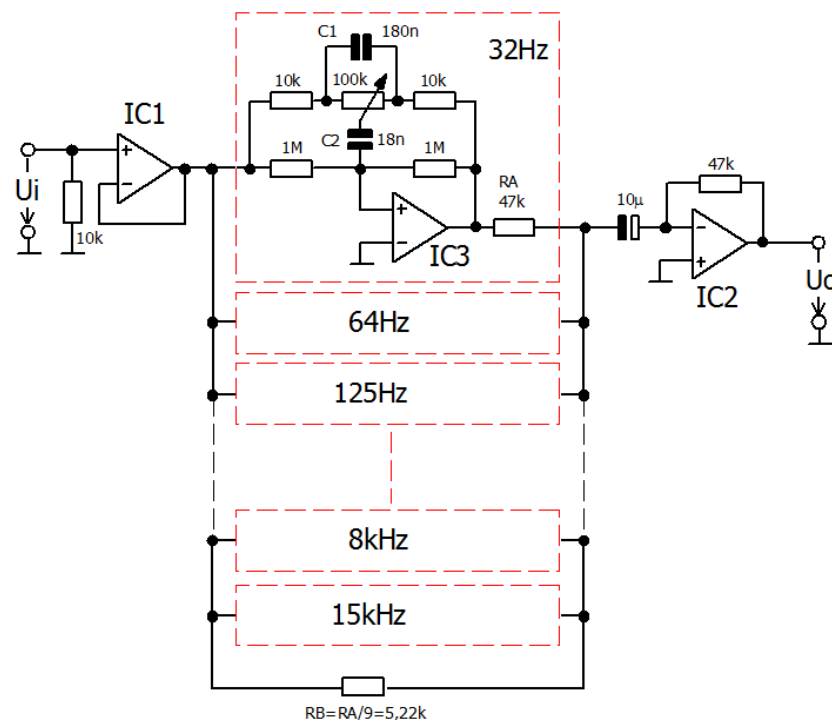
Gambar 2.19. Blok penguat pengatur nada dalam rangkaian penguat suara

Pengatur nada umumnya memiliki minimum 2 daerah frekuensi atau 3 daerah frekuensi, (gambar 2.19) yaitu pengaturan nada rendah (bass)

dan nada tinggi (treble) dan yang 3 daerah frekuensi ditambah pengaturan nada tengah (mid range). Pada ekualiser grafik, daerah frekuensinya diperbanyak dengan daerah frekuensi yang masing-masing dipersempit. Sehingga kalau digunakan potensiometer geser, secara penampilannya mirip grafik.

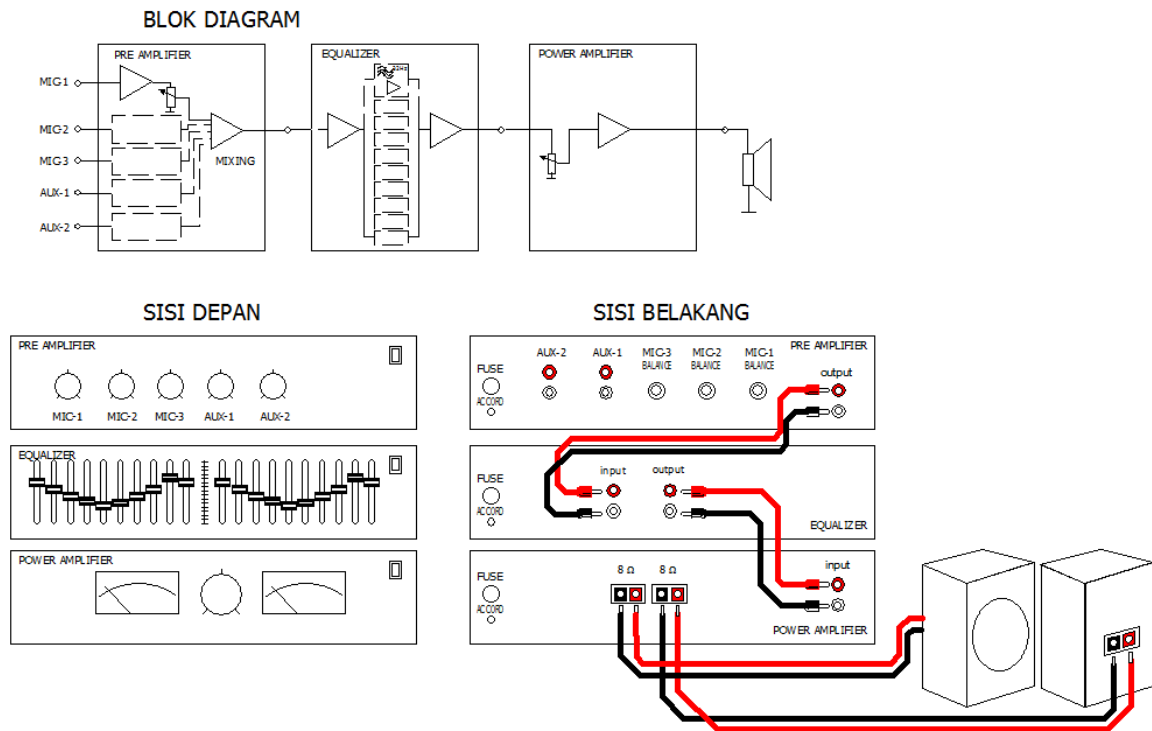
b) Pengaturan rangkaian khusus

Sebuah contoh skema rangkaian ekualiser 10 band oktav, memiliki blok rangkaian filter band 10 buah dengan frekuensi tengah band terbawah 32Hz, 64Hz, 125Hz selajutnya naik dua kali lipat (oktav) hingga 15kHz yang seluruhnya sebanyak 10 filter band. Rangkaian terintegrasi IC1 dibentuk menjadi penyangga atau buffer dan IC2 difungsikan sebagai penjumlah, yang menjumlahkan tegangan yang melalui bandpass filter 1 (32Hz) sampai dengan bandpass filter 10 (15kHz). Jika diperhatikan rangkaian yang dibentuk oleh IC3, penguatan rangkaian 1x jika posisi potensiometer pada posisi di tengah. Frekuensi terendah dan tertinggi dalam tiap band diabatasi oleh C1 dan C2.



Gambar 2.20. Skema rangkaian ekualiser 10 Band Oktav

3) Penginstalan dan keterhubungan (*interconnections*) komponen



Gambar 2.21. Menghubungkan penguat depan, ekualiser grafik dan power amplifier

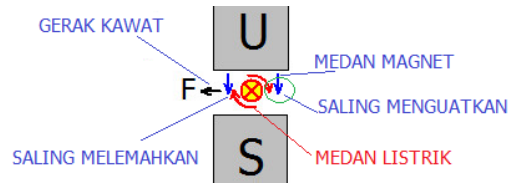
Gambar memperlihatkan cara menghubungkan penguat satu dengan penguat yang lainnya. Penghubung antara penguat depan ke ekuliser menggunakan konektor/kabel RCA ke RCA. Sedangkan dari penguat akhir ke speaker menggunakan kabel telanjang (*bare cable*), mengenai ini dijelaskan pada bab lain dalam buku ini.

c. Reproduksi Audio, dasar-dasar speaker

1) Jenis loudspeaker dan mekanisme kerjanya

Loudspeaker merupakan komponen pengubah sinyal listrik menjadi bunyi, ada banyak komponen dengan prinsip hukum fisika yang dapat melakukan ini. Ada beberapa jenis loudspeaker berdasarkan cara kerjanya, masing-masing loudspeaker magnetis, loudspeaker dinamik, loudspeaker elektrostatik dan loudspeaker piezo elektrik

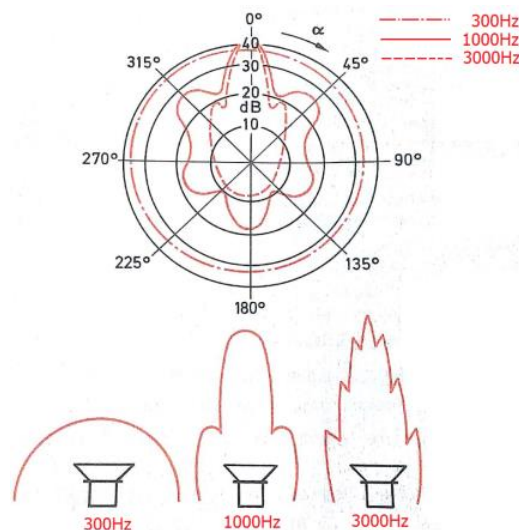
Secara prinsip, loudspeaker memiliki membrane dan digerakkan oleh penggerak. Untuk yang berdasarkan magnetis, dengan prinsip dasar jika ada kawat beraliran listrik dalam medan magnet akan bergerak (gambar 2.22).



Gambar 2.22. Penhantar berarus dalam medan magnet

2) Karakteristik kabinet loudspeaker

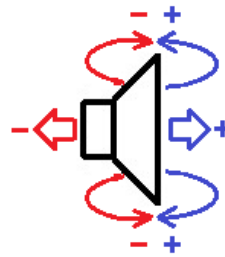
Loudspeaker dalam menyebarkan bunyi tergantung pada frekuensi yang direproduksi, semakin tinggi frekuensi, membran akan semakin cepat bergerak dan lama-lama seakan tidak bergerak. Maka bentuk konus membran akan menyerupai corong pengarah, terlihat pada gambar berikut pada frekuensi tinggi arah bunyi cenderung ke depan. Pada frekuensi rendah, bunyi akan tersebar keseluruh penjuru (lihat gambar 2.23 pada frekuensi 300Hz).



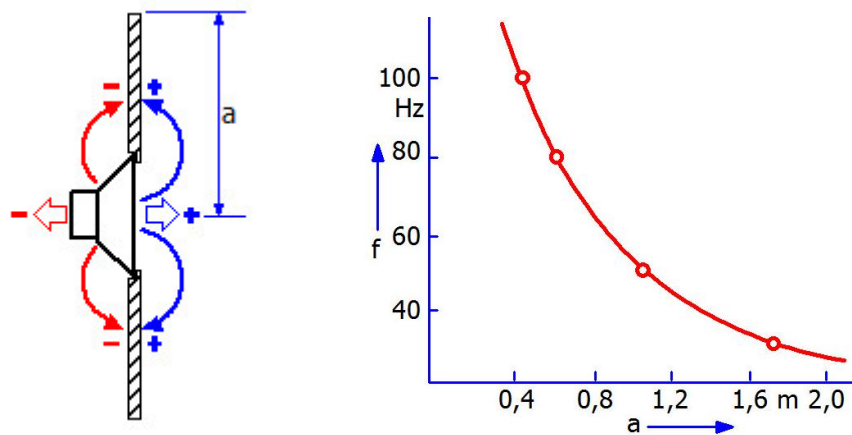
Gambar 2.23. Arah sebar bunyi tergantung frekuensi

Pada frekuensi rendah, tekanan depan (anggap sebagai tekanan +) dan tegangan belakang pada saat bersamaan akan memiliki tekanan negative (-). Kedua tekanan pada frekuensi rendah, tekanan depan terdengar dibelakang dan tekanan belakan terdengar di depan, hal ini akan

menyebabkan hubung singkat akustik. Bunyi akan terdengar lemah, lihat Gambar 2.24.



Gambar 2.24. Hubung singkat akustik



Gambar 2.25. Dinding bunyi

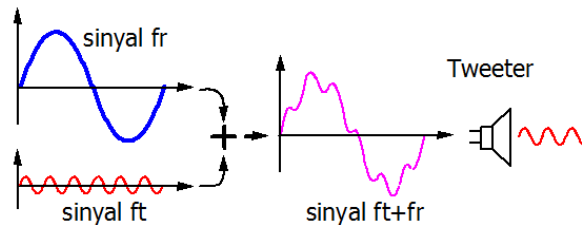
Untuk menghilangkan efek hubung singkat dipasang “dinding” bunyi, lebar didin bunyi ini tergantung dengan frekuensi paling bawah yang dapat direproduksi. Dalam gambar 2.25 (kiri) dipelihatkan loudspeaker dalam dinding bunyi dan ukuran radius dinding bunyi “ a ” (gambar 2.25 kanan).

Karena dengan menggunakan dinding bunyi secara fisik sangat besar, maka cara lain adalah menghilangkan tekanan bunyi yang berada di belakang loudspeaker. Cara menghilangkan tekanan bunyi di belakang loudspeaker dengan cara dibuat kotak. Besar kotak tergantung dari diameter loudspeaker, tekanan bunyi belakang loudspeaker tidak boleh memantul balik ke membrane, sehingga kotak dibuat besar dan diberi pemecah tekanan bunyi dengan bahan glasswool (wol kaca).

3) Kegunaan dan susunan rangkaian jaringan *crossover* khas

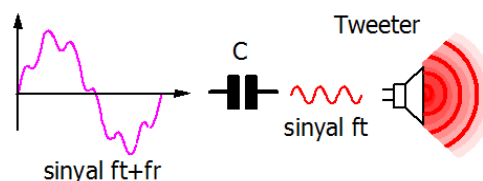
Pada dasarnya loudspeaker woofer maupun tweeter hanya mereproduksi frekuensi sesuai dengan konstruksinya. Woofer (speaker nada rendah)

hanya mampu mereproduksi nada rendah karena tingkat kelenturan membran hanya mampu mengikuti gerakan frekuensi rendah. Sedangkan speaker tweeter yang memiliki membran keras hanya mampu mereproduksi nada tinggi dan sangat tidak mungkin mengikuti frekuensi rendah.



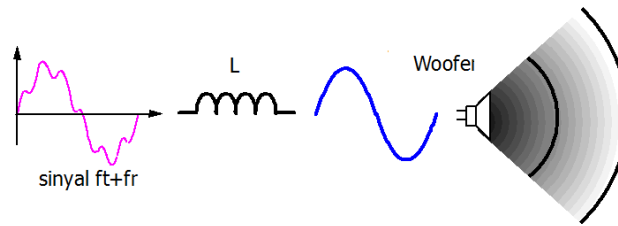
Gambar 2.26. Campuran sinyal direproduksi speaker tweeter

Pada gambar 2.26 diperlihatkan sinyal campuran antara frekuensi tinggi (ft) dan rendah (fr) secara konstruksi speaker tweeter hanya mereproduksi frekuensi tinggi (treble). Sinyal frekuensi rendah (bass) tidak terreproduksi, hanya saja secara listrik sinyal bass tetap masuk dalam kumparan speaker tweeter. Tegangan bass yang besar akan membahayakan kumparan speaker tweeter, karena kumparan speaker tweeter kecil dan gerak membran terbatas dapat menimbulkan arus yang besar. Untuk menghindari kumparan rusak dipasang sebuah kapasitor (Gambar 2.27).



Gambar 2.27. Mengamankan speaker tweeter dari sinyal bass

Pada kejadian sebaliknya, pada pencampuran sinyal frekuensi rendah dan tinggi seperti gambar diatas, frekuensi tinggi yang tertumpang pada sinyal frekuensi rendah. Hal ini akan membuat membran bergetar lebih, karena biasanya nada rendah tegangannya sangat besar. Untuk menghilangkan sinyal frekuensi rendah dipasangkah komponen yang memiliki tahanan tinggi saat frekuensi tinggi, komponen ini adalah induktor.

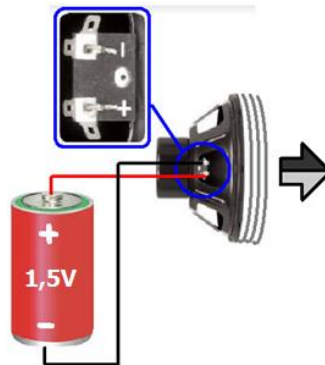


Gambar 2.28. Mengamankan speaker tweeter dari sinyal bass

Pada sinyal frekuensi semakin tinggi, maka nilai X_L dari induktor semakin tinggi (Gambar 2.28) sehingga sinyal frekuensi tinggi akan terredam dan yang keluar dari speaker hanya sinyal berfrekuensi rendah (bass).

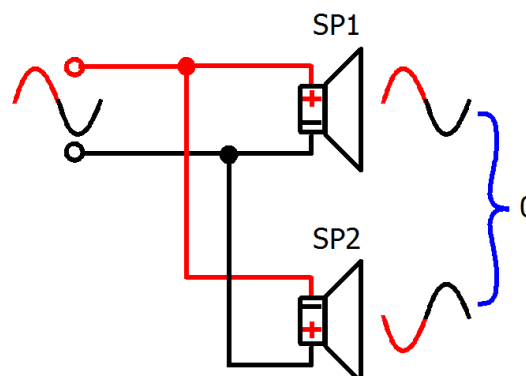
4) Koneksi loudspeaker

Loudspeaker memiliki dua terminal, masing-masing ditandai + dan -. Untuk reproduksi suara terminal terbalik tidak masalah, hanya bila kita pasang lebih dari satu loudspeaker akan memiliki pengaruh.



Gambar 2.29. Menguji polarits Loudspeaker

Gambar 2.29 memperlihatkan pengujian polaritas loudspeaker. Jika polaritas loudspeaker benar, maka ketika terminal + diberi catu baterai + maka membran bergerak ke depan.



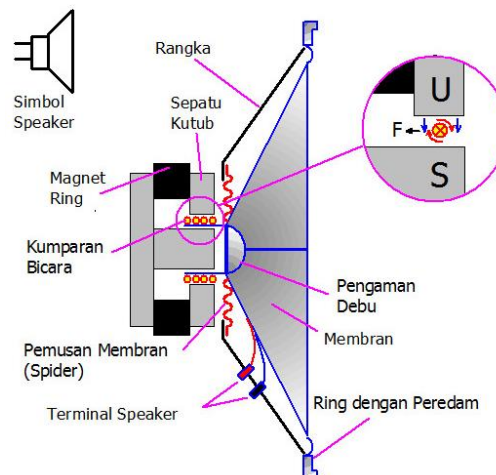
Gambar 2.30. Akibat kesalahan polaritas Loudspeaker

Jika ada 2 buah loudspeaker dihubungkan paralel seperti Gambar 2.28 tetapi terminal loudspeaker terbalik salah satu. Maka saat pulsa positif tegangan masuk, membran SP1 terdorong maju, tetapi SP2 membran tertarik masuk. Maka terjadi tekanan bunyi yang saling mengurangi, dengan kata lain terjadi hubung singkat akustik.

d. Loudspeaker dan mikrofon

1) Konstruksi dan aplikasi Loudspeaker

Prinsip fisika yang digunakan tergantung penggunaan dari loudspeaker, seperti dengan hukum induksi



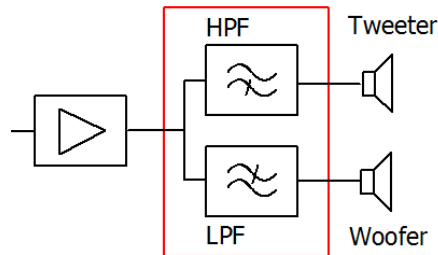
Gambar 2.31. Konstruksi Loudspeaker

Pada gambar 2.29 memperlihatkan susunan loudspeaker, kumparan bicara dililitkan pada sebuah koker yang dilekatkan pada membran. Dengan Bergeraknya kumparan bicara, maka membrane ikut bergetar. Untuk loudspeaker woofer (loudspeaker untuk frekuensi rendah) membrane semakin besar dan diperlukan arus penggerak yang besar pula. Untuk loudspeaker untuk mereproduksi frekuensi tinggi (tweeter) membran semakin kecil dan kaku.

2) Cara kerja rangkaian dan jaringan *cross over*.

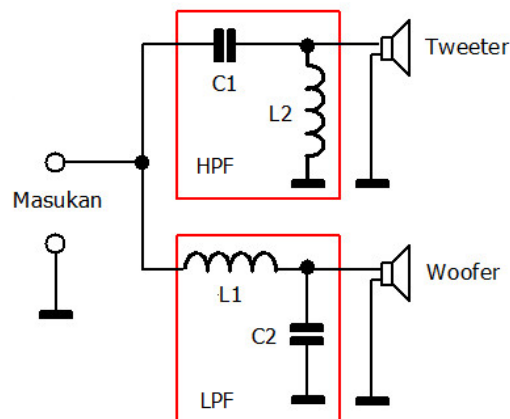
Gambar 2.30 merupakan diagram blok Crossover, selain dipilah menjadi dua (bass dan treble), terdapat pula dengan tiga pilahan yaitu untuk Woofer-

Midrange-Treble dengan tiga filter. Dalam contoh Crossover dengan dua loudspeaker atau sering disebut dengan 2-way.



Gambar 2.32. Diagram blok Crossover

Pada Gambar 2.31 memperlihatkan rangkaian crossover 2-way, pada blok atas dengan komponen C_1 dan L_2 , semakin tinggi frekuensi maka X_C mengecil dan X_L semakin besar. Hal ini memperlihatkan sebagai fungsi HPF (*High Pass Filter*, filter pelalu atas).



Gambar 2.33. Rangkaian Crossover

Sedang pada blok bawah terdiri dari komponen L_1 dan C_2 , semakin rendah frekuensi akan menyebabkan X_{L1} semakin kecil dan X_{C2} akan semakin besar. Hal ini memperlihatkan perilaku sebagai LPF (*Low Pass Filter*, filter pelalu bawah).

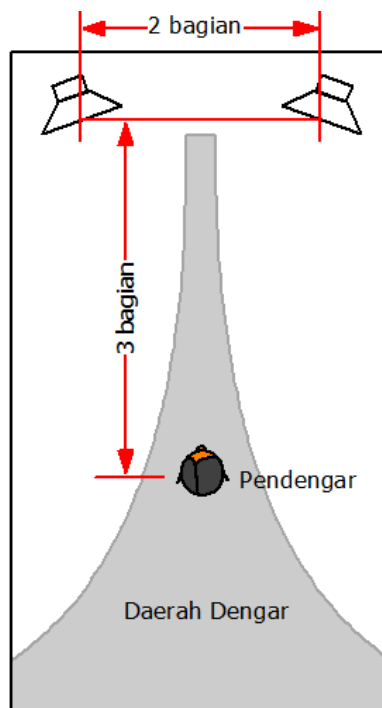
3) Tata letak optimal dari sistem speaker.

a). Tata letak pada system Home Stereo

Peletakan loudspeaker sangat penting dalam reproduksi suara, pada jenis reproduksi suara tertentu perlu menentukan letak loudspeaker

sebagai sumber bunyi. Pada sistem penyuaran umum, sistem paging serta pada home stereo memiliki cara peletakan yang berbeda.

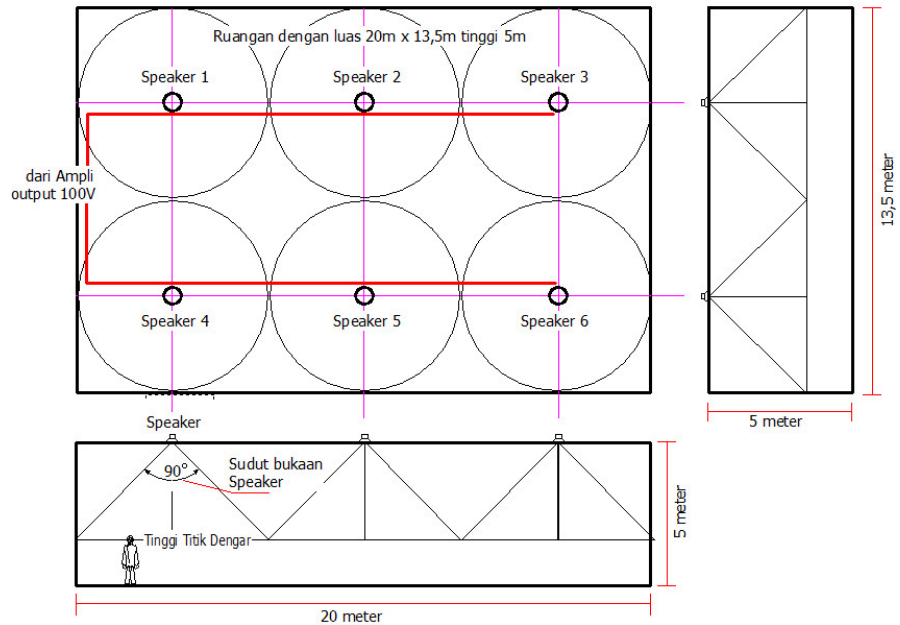
Pada Gambar 2.34 memperlihatkan peletakan loudspeaker pada ruang dengar untuk dapat mereproduksi sistem stereo dengan baik. Dengan jarak loudspeaker kanan dan kiri sejarak 2 bagian, jarak denganya sejauh 3 bagian. Selain pada titik ini, daerah yang masih baik mendengarkan efek stereo jika pendengar berada pada daerah yang diwarnai abu-abu.



Gambar 2.34. Peletakan loudspeaker stereo pada ruang dengar

b). Tata letak pada sistem audio komersial

Peletakan loudspeaker system audio komersial seperti pada system paging pada gedung-gedung komersil diatus dengan suara yang merata pada seluruh ruang. Dengan memerakan tekanan bunyi keseluruhan ruangan maka diperlukan banyak loudspeaker berdaya rendah yang letaknya disebar merata keseluruh ruangan.

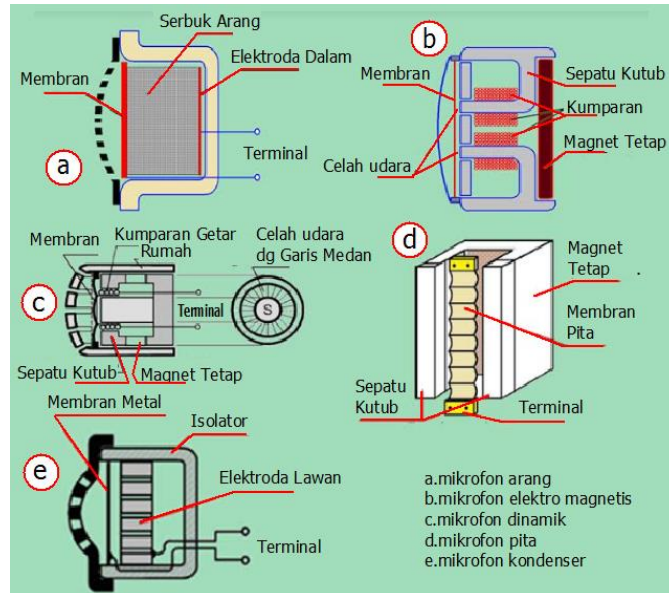


Gambar 2.35. Peletakan loudspeaker pada sistem audio komersial

Pada gambar 2.35 diperlihatkan sebuah ruangan dengan luas 20meter x 13,5meter dengan tinggi 5meter. Speaker diletakkan pada langit-langit, maka jaran speaker ke titik dengar setinggi telinga manusia, maka pada sisi panjang akan terdapat 3 speaker, sudat bukaan speaker 90°. pada sisi lebar diperoleh 2 buah speaker, maka jumlah speaker yang diperlukan ada 6 buah speaker.

4) Prinsip dan cara kerja mikrofon.

Mikrofon mengubah energi bunyi kedalam energi listrik dan dengan demikian mikrofon sebagai penerima bunyi sebaliknya yang merubah energi listrik kedalam energi bunyi disebut Loudspeaker. Dan dengan demikian sebagai pemancar bunyi, keduanya disebut pengubah elektro akustik (pengubah bunyi). Berdasarkan hukum fisika sebagian dapat digunakan berkebalikan, bahwa sebuah pengubah bunyi dapat bertindak sebagai mikrofon ataupun loudspeaker seperti pada pesawat intercom.



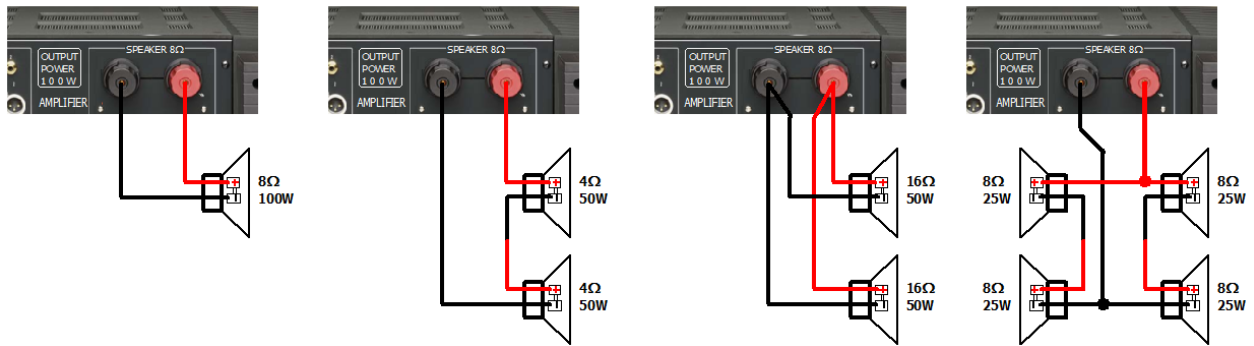
Gambar 2.36. Macam-macam konstruksi mikrofon

Mikrofon arang mengubah gelombang bunyi kedalam perubahan nilai tahanan. Pada **mikrofon elektromagnetis** gelombang bunyi menggetarkan membran. Maka celah udara antara membran dan kumparan berubah-ubah mengakibatkan rapat medan berubah-ubah dan menginduksi tegangan bolak-balik dalam kumparan. Tegangan ini seirama dengan getaran gelombang bunyi. **Mikrofon dinamik** tegangan bolak-balik dibangkitkan melalui induksi yang sebanding dengan kecepatan membran. Gelombang bunyi menggetarkan membrane maka kumparan pun akan ikut bergerak tegak lurus terhadap arah medan. Mikrofon pita memiliki konstruksi seperti mikrofon dinamik. Pada **mikrofon pita**, antara kedua sepatu kutub dari magnet yang kuat terdapat pita tipis alumunium yang bergelombang sebagai kumparan induksi. Getaran gelombang bunyi menggetarkan pita. Pita bergetar dalam medan magnet maka akan diinduksi tegangan dalam pita itu. Konstruksi mikrofon diperlihatkan pada Gambar 2.36.

5) Pemasangan loudspeaker dan mikrofon dalam rangkaian.

a) Pemasangan loudspeaker dalam rangkaian

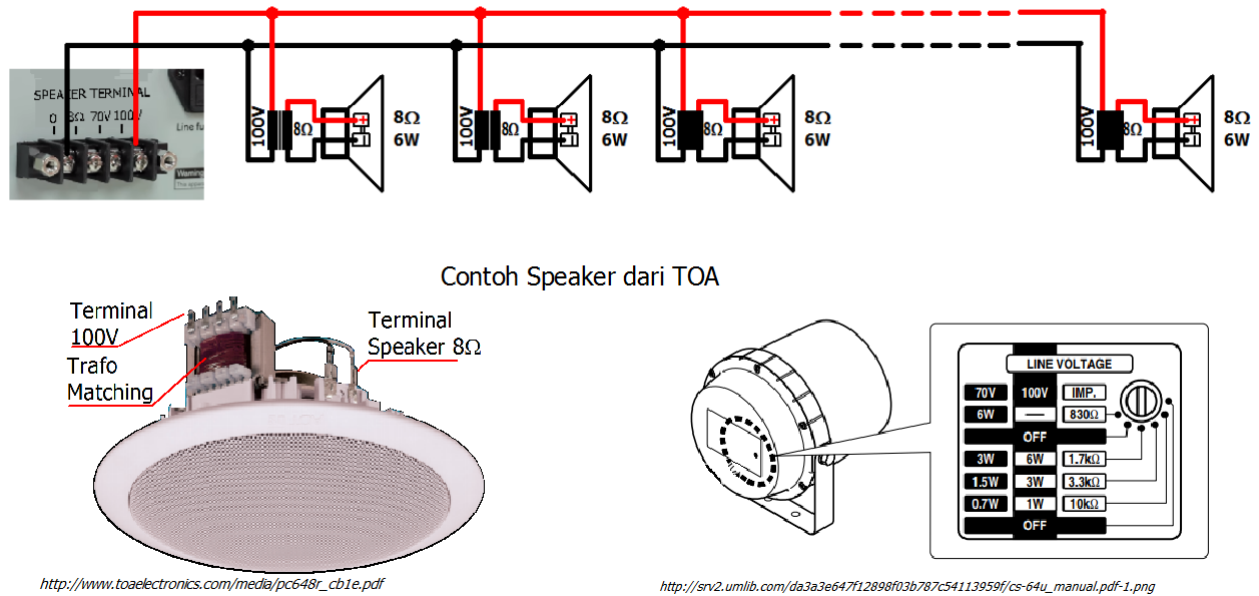
Pada bahasan lain, telah dibahas bagaimana menyambung loudspeaker dengan polaritas yang benar. Dalam bahasan ini bagaimana menyambung loudspeaker dengan amplifier.



Gambar 2.37. Pemasangan pada amplifier

Bahwa pemasangan loudspeaker harus sesuai, kemampuan daya amplifier dan kemampuan dan impedansi loudspeaker. Gambar 2.37 memperlihatkan beberapa konfigurasi loudspeaker, sehingga loudspeaker yang jumlahnya lebih dari satu secara impedansi sesuai dengan yang disyaratkan amplifier.

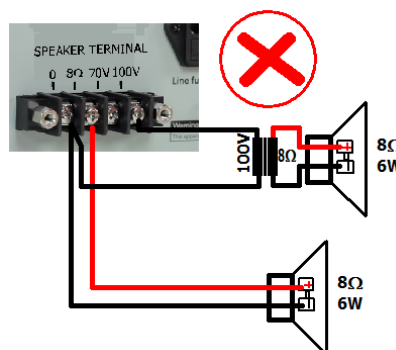
Pada pemasangan dengan loudspeaker yang sangat banyak seperti pada Mall atau rumah sakit atau area apapun, kalau sejumlah loudspeaker disambung secara kombinasi seri-paralel sehingga memenuhi seperti gambar 2.37 jadi sangat rumit. Pada sistem audio komersial dengan loudspeaker yang jumlahnya banyak, digunakan dengan sistem tegangan konstan. Dapat berupa tegangan konstan 70V atau 100V. Pemasangannya diperlihatkan pada gambar 2.35.



Gambar 2.38. Pemasangan pada amplifier

Semua loudspeaker dihubungkan paralel dengan catatan total daya loudspeker tidak boleh melebihi kemampuan daya amplifier. Misal amplifier dengan daya 120W maka jumlah maksimum loudspeaker adalah 20 buah loudspeaker yang masing-masing 6Watt.

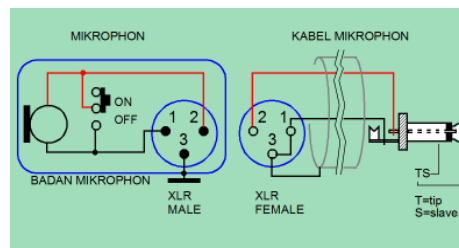
Pada amplifier dengan terminal output banyak, hanya boleh dihubungkan dengan beban (loudspeaker) 1 pasang saja. Untuk pemasangan lebih dari satu dapat menggunakan cara seperti gambar 2.37 dan gambar 2.38 (untuk tegangan konstan). Sedangkan pemasangan speaker seperti gambar 2.39 tidak dibenarkan, karena dapat menimbulkan derau dan panas pada trafo output.



Gambar 2.39. Pemasangan loudspeaker yang tidak benar

b) Pemasangan mikrofon dalam rangkaian

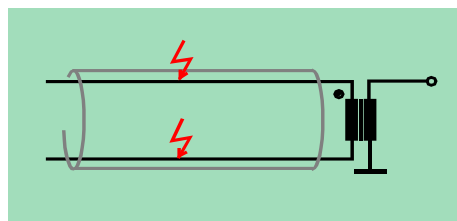
Pada mikrofon kebanyakan memiliki konektor XLR *Male*, konektor ini sering juga disebut konektor Canon, dengan 3 pin. Secara bawaan pabrik dilengkapi dengan kabel sekitar 5 meter dengan XLR Female dan ujungnya konektor TS (*Tip* dan *Slave*) atau sering juga disebut jack phono dengan diameter 6mm. Kabel ini akan mengubah rangkaian dalam mikrofon yang simetris menjadi tidak simetris atau *balance* menjadi *unbalance*.



Gambar 2.40. Mikrofon dan kabelnya

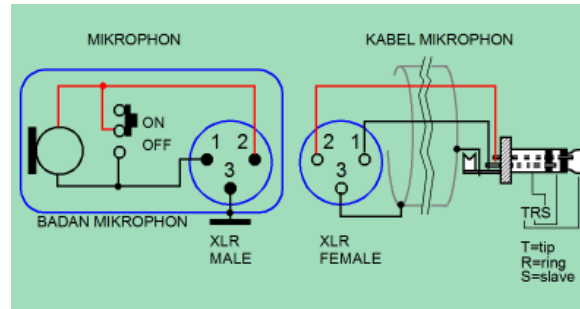
Dengan menghubungkan pin 1 dan 3, secara otomatis penghantar dingin (*cold*) akan terhubung ke pelindung kabel dan akhirnya terhubung ke slave konektor TS / phono, diperlihatkan pada Gambar 3.40.

Jika jarak mikrofon dan penguat yang melebihi 5 meter, maka untuk menghindari gangguan dari radio atau sumber gangguan lainnya seperti kendaraan bermotor, maka hubungan antara penguat dan mikrofon harus dalam simetris. Dalam hubungan simetris atau *balance*, jika salah satu penghantar terkena gangguan, maka penghantar yang lainnya juga terkena gangguan. Gangguan ini akan menjadi netral atau hilang, karena diujung penghantar akan digabungkan secara terbalik, maka kedua gangguan akan saling meniadakan.



Gambar 2.41. Proses peniadaan gangguan pada sistem simetris

Pengubah simetris menjadi tidak simetris bisa dengan menggunakan transformator atau secara elektronik. Pada Gambar 3.41 diperlihatkan jika mikrofon menggunakan penghantar dengan sistem simetris



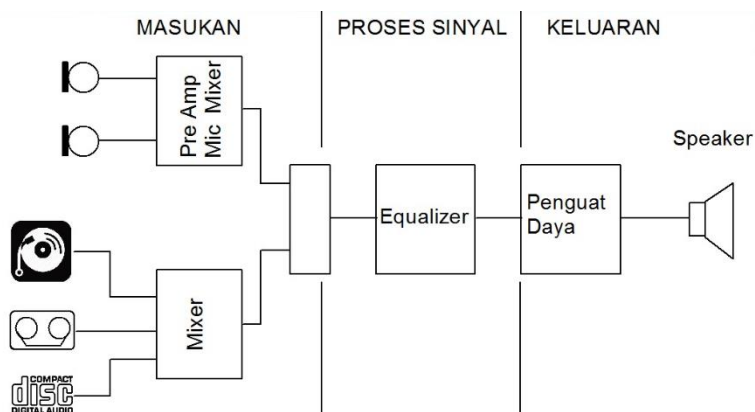
Gambar 2.42. Kabel mikrofon dengan sistem simetris

Pada sistem simetris konektor yang digunakan jenis TRS (*Tip, Ring, Slave*) atau sering dikenal dengan jack phono 6mm stereo. Pin 1 dan 3 tidak terhubung, slave terhubung ke pin 3 melalui pelindung kabel (gambar 2.42). Pengubahan dari sistem simetris ke tidak simetris tidak mengubah sambungan dalam mikrofon.

e. Spesialis instalasi pengkabelan dan terminasi audio/video

1) Fitur dari kabel audio dan video berkinerja tinggi dan interkoneksi

Dalam bidang audio-video, menghubungkan satu peralatan dengan peralatan atau komponen lain dihubungkan menggunakan kabel penghubung.



Gambar 2.43. Blok diagram penguat suara dalam kategori level sinyal

Berbagai macam kabel sesuai dengan dimana kabel digunakan, kabel pada daerah *masukan* seperti mikrofon berbeda dengan kabel untuk sinyal yang lebih

tinggi (daerah *keluaran*) dan berbeda untuk menghubungkan speaker (gambar 2.43). Kabel ini dibedakan atas perbedaan besar arus yang dilalukan. Selain itu akan dibedakan dengan frekuensi yang dilalukan, kabel untuk audio akan berbeda yang digunakan untuk sinyal video, disini berbeda frekuensi sinyal yang dilalukan.

Kabel pada Masukan, seperti pada mikrofon atau pada pengubung pemutar piringan hitam dengan pre-amplifier memiliki tegangan sangat kecil hanya beberapa mili-volt rentan akan gangguan elektromagnetis dari luar. Dipilih kabel yang memiliki

- fleksibilitas tinggi dan
- *extra heavy overall sheath* serta memiliki
- sifat listrik dengan :
 - *tahanan penghantar* sangat rendah,
 - *kapasitansi* penghantar ke penghantar maupun penghantar ke pelindung sangat rendah dan memiliki
 - *tahanan isolasi* yang sangat besar.

Salah satu contoh kabel dalam datasheet memperlihatkan data *electrical performance* diperlihatkan gambar 2.41.

ELECTRICAL PERFORMANCE							
Model	Cond. D.C.R. ohm/1000ft (ohm/100m)	Shield D.C.R. ohm/1000ft (ohm/100m)	Nom. Cap. *** pF/m	Nom. Cap. ** pF/m	Nom. Imp. ohm	Nom. Atten. V/1000ft (V/100m)	Group Delay Time nS/ft (nS/m)
L-2T2S	less than 19.8 (less than 6.5)	less than 9.4 (less than 3.1)	70	106	88	0.9 (0.3)	1.83 (6.00)

***Capacitance between conductors.

**Capacitance between conductors to shield.

Gambar 2.44. Contoh spesifikasi kelistrikan kabel mikrofon

Gambar 2.41 memperlihatkan contoh spesifikasi sebuah kabel mikrofon secara kelistrikan.

Kabel pada Keluaran, seperti menghubungkan secara listrik antara amplifier dengan loudspeaker. Kabel listrik merupakan dua atau lebih penghantar listrik yang diisolasi satu sama lain dengan plastik seperti PVC

atau PE atau lainnya. Kedua kabel ini identik hanya ditandai untuk polaritas sinyal audio dengan benar. Ada warna isolasinya yang dibedakan atau warna penghantar yang dibedakan pada kabel yang biisolasi bening.

Kabel speaker merupakan komponen listrik pasif yang memiliki impedansi Z. Komponen ini dapat diurai dalam 3 sifat, yaitu resistif, kapasitif dan induktif. Kabel listrik ideal tidak memiliki tahanan, kapasitan maupun induktan. Tahanan merupakan efek terbesar dalam kabel speaker, karena besarnya proporsional dengan panjangnya, sedang induktan maupun kapasitansinya hanya memiliki pengaruh yang sedikit. Sepanjang resistansi kabel dijaga kurang dari 5% dibanding dengan impedansi speaker, kabel cukup baik digunakan.

Karena tegangan keluaran amplifier ke speaker dapat mencapai 100V maka direkomendasikan kabel dengan isolasi ganda, diinstal pada tempat kabel dan lokasi yang benar sehingga terlindungi dari kerusakan mekanik.

Sedangkan bahan maupun tebal isolasi penghantar tidak berpengaruh pada kualitas audio. Hanya saja jenis isolasi bisa saja bereaksi kimia terhadap penghantar itu sendiri sehingga memperpendek ketahanan dari kabel speaker. Tabel 2.3 memperlihatkan panjang kabel yang dapat digunakan tergantung besar impedansi loudspeaker.

Tabel 2.3. Panjang kawat maksimum untuk dua kawat penghantar tembaga

Ukuran Penghantar	Beban 2Ω	Beban 4 Ω	Beban 6Ω	Beban 8Ω
22 AWG (0.326 mm ²)	3 ft (0.9 m)	6 ft (1.8 m)	9 ft (2.7 m)	12 ft (3.6 m)
20 AWG (0.518 mm ²)	5 ft (1.5 m)	10 ft (3 m)	15 ft (4.5 m)	20 ft (6 m)
18 AWG (0.823 mm ²)	8 ft (2.4 m)	16 ft (4.9 m)	24 ft (7.3 m)	32 ft (9.7 m)
16 AWG (1.31 mm ²)	12 ft (3.6 m)	24 ft (7.3 m)	36 ft (11 m)	48 ft (15 m)
14 AWG (2.08 mm ²)	20 ft (6.1 m)	40 ft (12 m)	60 ft (18 m)*	80 ft (24 m)*
12 AWG (3.31 mm ²)	30 ft (9.1 m)	60 ft (18 m)*	90 ft (27 m)*	120 ft (36 m)*

Ukuran Penghantar	Beban 2Ω	Beban 4 Ω	Beban 6Ω	Beban 8Ω
10 AWG (5.26 mm ²)	50 ft (15 m)	100 ft (30 m)*	150 ft (46 m)*	200 ft (61 m)*

(<http://www.roger-russell.com/wire/wire.htm>)

Pada sistem speaker 100V setelah dihitung jumlah speaker dan jumlah daya total, maka tabel 2.4. berikut dapat digunakan untuk memilih besar dari kabel speakernya.

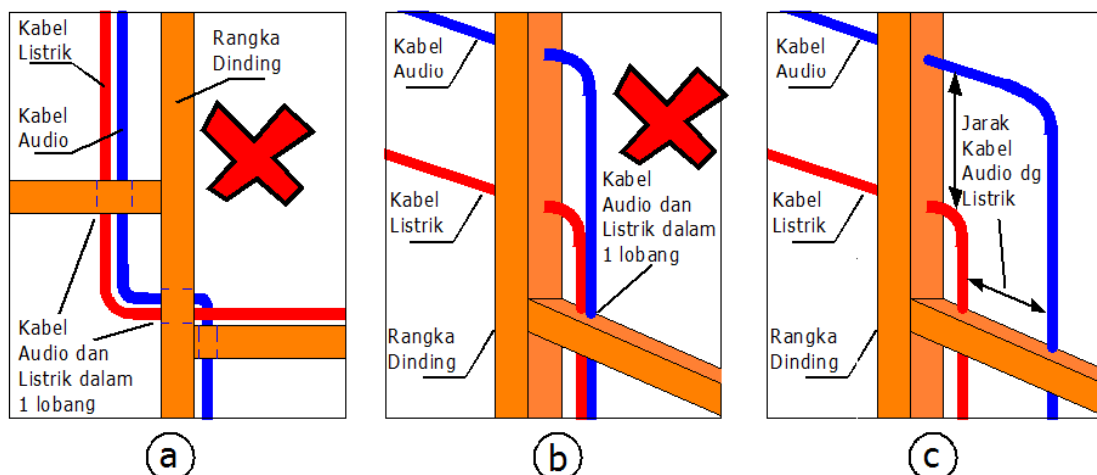
Tabel 2.4. Panjang kabel speaker

Daya	Panjang kabel (dalam m) untuk penampang					
	0.75m ²	1.0m ²	1.5m ²	2.5m ²	4.0m ²	6.0m ²
30Watt	800	1.066	1.600	2.666	4.266	6.400
60Watt	400	533	800	1.333	2.133	3.200
120Watt	200	266	400	666	1.066	1.600
240Watt	100	133	200	333	533	800

2) Kabel audio dan video berkinerja tinggi dan interkoneksi meliputi:

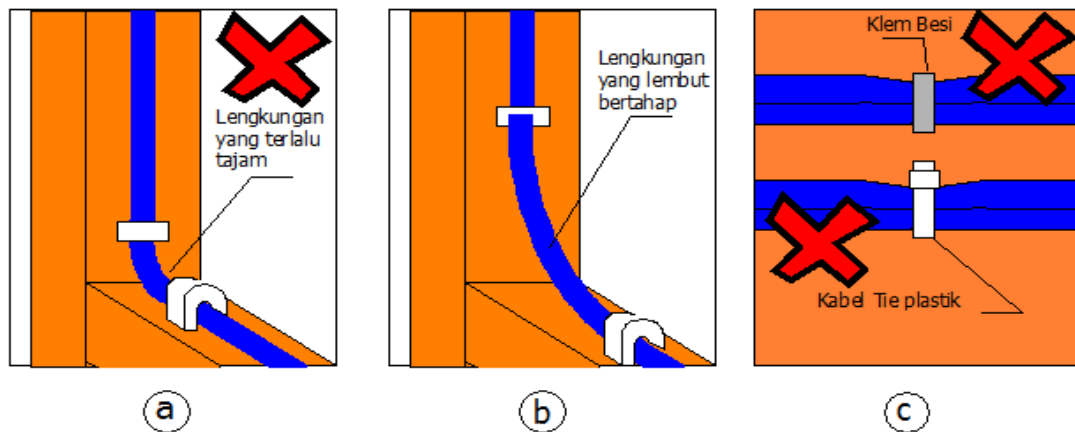
a) Metode instalasi dan pembatasan

Penginstalasian dapat dilakukan dalam dinding maupun diluar dinding. Hal yang perlu diperhatikan, adalah jalur instalasi listrik yang sudah ada. Penginstalasian kabel audio dapat saja sejajar dengan kabel listrik, tapi harus mempunyai jarak minimal tertentu, sehingga tidak terganggu oleh induksi kabel listrik. Jika terpaksa bersilang dengan kabel listrik, persilangan harus dibuat 90°.



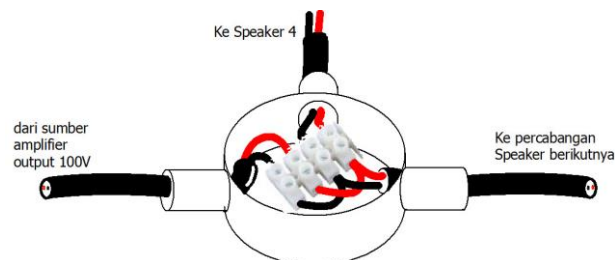
Gambar 2.45. Cara pemasangan kabel dalam dinding

Pada gambar 2.45 memperlihatkan pemasangan kabel dalam dinding dengan rangka, gambar 2.45a dan b terdapat contoh yang salah. Gambar 2.45a dan b terdapat jalur paralel antara kabel listrik dengan kabel audio dan terdapat kabel listrik dan audio dalam 1 lobang. Contoh yang baik diperlihatkan gambar 2.45c, kabel listrik dan kabel audio pada lobang dan jalur masing-masing dengan jarak minimal 30cm.



Gambar 2.46. Cara pembuatan bengkokan kabel (a dan b) dan klem/mengikat kabel yang salah (c)

Untuk kabel yang harus belok, tidak boleh belok terlalu tajam, belok melingkar dengan gradual (gambar 2.46 a belok yang salah dan gambar 2.46 b belok kabel yang benar). Untuk meng-klem kabel, gunakan klem kabel dengan diameter yang sesuai dengan diameter kabel, tidak longgar dan tidak terlampau kecil. Dan bukan menggunakan semacam "staples" besi atau kabel tie yang mengikat kabel terlampau kuat dan isolasi tertekan dengan kuat pula (gambar 2.46c).



Gambar 2.47. Percabangan dari speaker satu ke speaker berikutnya

b) Teknik terminasi

Pada kotak speaker terdapat beberapa jenis terminal yang menghubungkan speaker dengan kabelnya untuk disambung dengan amplifier. Jenis terminal ini juga akan mempengaruhi konektor kabel, seperti contoh gambar 2.48, pada terminal speaker model jepit dapat dihubungkan dengan kabel speaker yang hanya dikupas ujungnya (gambar 2.48b dan c). Pada speaker yang menggunakan binding post, ujung kabel speaker diberi banana plug atau kalau binding post nya bisa dibuka (*unscrew*) maka kabel speaker bias dikupas dan dimasukkan kemudian di eratkan lagi (gambar 2.48d).



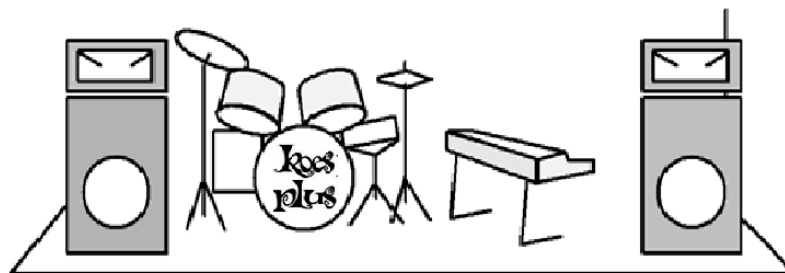
Gambar 2.48. Macam-macam terminal speaker dan cara menghubungkan kabel speaker.

Gambar 2.48a, biasanya amplifier dengan output 100V menggunakan jenis ini, maka kabel speaker diberi sepatu kabel dan diskrup dengan erat ke terminal yang sesuai.

f. Elektronik Audio profesional

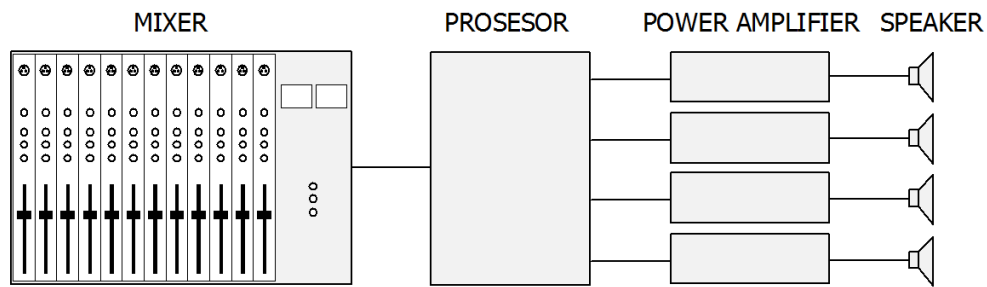
1) Sistem audio kompleks yang digunakan untuk suara langsung (*live*) atau aplikasi teater

Pada penyiapan sistem suara untuk pertunjukan musik skala kecil dengan penonton sekitar 300 sampai 500 orang



Gambar 2.49. Panggung band kecil

2) Koneksi dan pentahapan peralatan

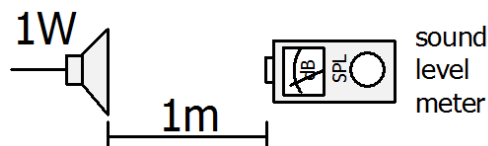


Gambar 2.50. Susunan peralatan sistem suara

Gambar memperlihatkan susunan bagian-bagian peralatan audio untuk keperluan panggung, terdiri mixer yang mencampur sumber suara dari mikrofon dan instrument, kemudia diolah di prosesor untuk di bagikan ke penguat daya.

3) Level sinyal optimal untuk lingkungan akustik (*acoustic environment*)

Level tekanan bunyi yang diperlukan pada titik dengar terjauh pada daerah dengar berapa dB yang diinginkan dan dengan memperhatikan noise lingkungan dan jarak sumber bunyi.



Gambar 2.51. Pengukuran tekanan bunyi pada spesifikasi sensitifitas speaker

Untuk pengunjung sebanyak 300-500 orang diperlukan ruangan sekitar 3000-4000square feet 278 – 370 m², diambil 400m² sebagai contoh 15m x 26m. Dengan data lain seperti bising ruang misalkan 80dB, beda tekanan bunyi diinginkan 10dB, redaman tekanan bunyi dalam jarak 26m sebesar 28dB (setiap 2x jarak, terdapat redaman 6dB), maka tekanan bunyi total yang diperlukan :

Bising	=	80dB
Beda tekanan bunyi diinginkan	=	10dB
Redaman jarak 26m	=	28dB
----- +		
Jumlah tekanan bunyi diperlukan	=	118dB

Daya yang diberikan ke speaker sebesar jika digunakan speaker dengan sensitivitas 1W-1m sebesar 80dB :

$$\begin{array}{rcl}
 \text{tekanan bunyi diperlukan} & = & 118\text{dB} \\
 \text{Sensitivitas speaker 1W 1m} & = & 80\text{dB} \\
 \hline
 \text{Jumlah tekanan bunyi diperlukan} & = & 38\text{dB}
 \end{array}$$

Dengan menambahkan daya 2 kali lipat maka tekanan bunyinya naik 3dB demikian seterusnya. Jika dengan daya 100W tekanan bunyinya jadi 20dB (tabel 2.5), maka ketika diberi 200W tekanannya jadi 23dB jika daya ke speaker 400W maka tekanan bunyi menjadi 26dB. Jika speaker yang sama sebanyak 4 buah maka tekanan bunyi totanya menjadi 26+6=32dB. Dengan demikian terpenuhi tekanan bunyi yang diperlukan sebesar 32dB dengan 4 buah speaker yang masing masing diberi daya 400W.

Tabel 2.5. Penambahan tekanan bunyi dengan penambahan daya masukan

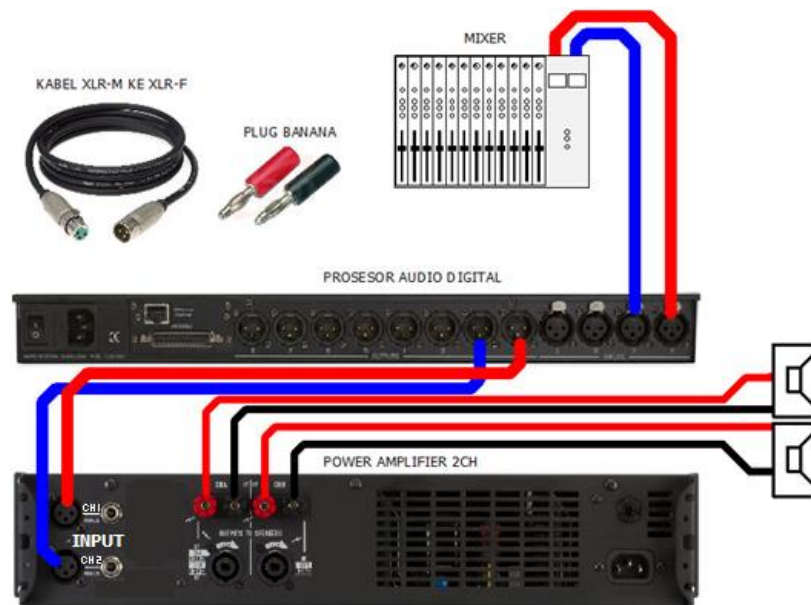
Masukan speaker	tekanan bunyi penambahan	Masukan speaker	tekanan bunyi penambahan	Masukan speaker	tekanan bunyi penambahan	Masukan speaker	tekanan bunyi penambahan
1 watt	0 dB	7 watt	8.5 dB	16 watt	12 dB	50 watt	17 dB
2 watt	3 dB	8 watt	9 dB	20 watt	13 dB	60 watt	17.6 dB
3 watt	5 dB	9 watt	9.5 dB	25 watt	14 dB	70 watt	18.5 dB
4 watt	6 dB	10 watt	10 dB	30 watt	14.8 dB	80 watt	19 dB
5 watt	7 dB	13 watt	11 dB	32 watt	15 dB	90 watt	19.5 dB
6 watt	8 dB	15 watt	11.8 dB	40 watt	16 dB	100 watt	20 dB

Pada tabel 2.6 memperlihatkan penambahan tekanan bunyi dengan jumlah loudspeaker yang digunakan, setiap 2x jumlah loudspeaker menambah tekanan bunyi sebesar 6dB.

Tabel 2.6 Penambahan tekanan bunyi dengan penambahan loudspeaker

Jumlah loudspeaker	Penambahan tekanan bunyi	Jumlah loudspeaker	Penambahan tekanan bunyi
1	0 dB	3	5 dB
2	3 dB	4	6 dB

4) Koneksi dan penyesuaian unit pemrosesan sinyal



Gambar 2.52. Koneksi sistem

Gambar 2.52 memperlihatkan penyambungan antar unit dalam sebuah system penguat untuk panggung, unit prosesor audio dan power amplifier berada dalam rak, pada gambar diperlihatkan panel belakang. Mixer diletakkan tersendiri dalam sebuah meja operator. Dari mixer ke prosesor audio menggunakan kabel XLR to XLR, sedang untuk menghubungkan power amplifier menggunakan kabel speaker dengan plug banana.

5) Tuning, penyesuaian dan diagnosis sistem

Setelah system selesai diinstal, lakukan pengujian. Pengujian tanggapan frekuensi sistim suara yang diinstal, gunakan mikrofon dan kurangi sebesar mungkin kejadian umpan balik (*feedback*).

Semua pengatur level pada konsol mixer diset pada *unity gain* (0 dB).

Naikkan pengatur mikrofon perlahan hingga mulai *feedback*, kemudian turunkan hingga *feedback* berhenti.

Temukan daerah frekuensi pada ekualiser grafik, turunkan *fader* perlahan hingga *feedback* berhenti.



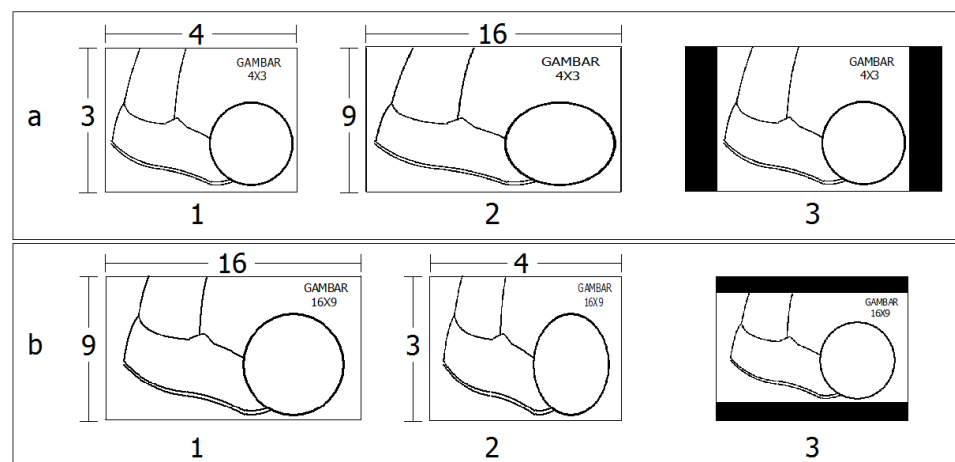
Gambar 2.53. Setting *unity gain*

g. Video and display set up Pengaturan video dan layar

1) Proyektor

a) Rasio aspek, Ukuran layar, Orientasi, *Throw distance*),

Secara dasar terdapat 2 macam rasio aspek layar proyektor ataupun display, 3:4 yang merupakan standar lama yang hampir kubus dengan dasar tabung TV lama. Dan yang akhir-akhir ini dengan rasio aspek lebar 16:9 dengan kehadiran HDTV (*High Definition TV*) layar lebar.



Gambar 2.54. Perbandingan rasio aspek

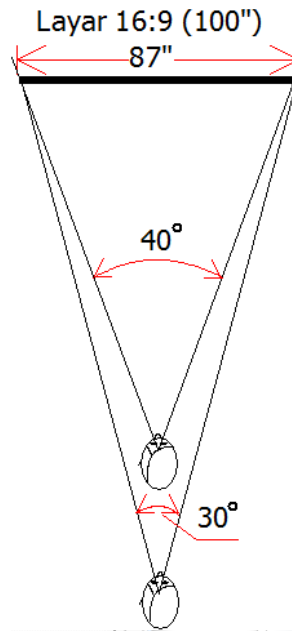
Jika sumber gambar memiliki aspek rasio 4x3 ditampilkan pada layar 16x9 secara *default* pada beberapa monitor/layar akan ditarik secara mendatar sehingga gambar penuh (*screen fit*), sehingga gambar akan

“gepeng” perhatikan gambar 2.54 a2. Kalau layar diatur 4x3 maka akan timbul balok hitam di kanan-kiri gambar gambar 2.54 a3.

Pada kejadian lain, jika ada gambar aslinya 16x9 ditampilkan pada layar 4x3 secara *default* pada beberapa monitor/layar akan ditarik secara tegak sehingga gambar penuh (*screen fit*), sehingga gambar akan “gepeng” secara horisontal perhatikan gambar 2.54 b2. Kalau layar diatur 16x9 maka akan timbul balok hitam di atas-bawah gambar gambar 2.54 b3.

Ukuran layar untuk sebuah ruang sangat penting, jangan sampai audien harus menyipitkan mata untuk dapat melihat tampilan dalam layar. Ukuran layar juga tergantung bagaimana menata audien, walau dengan jumlah yang sama, apakah ditata melingkar atau ditata seperti dalam gedung bioskop.

Ada banyak sumber yang berbeda-beda dalam menentukan berapa besarnya layar yang diperlukan. Salah satunya sebagai berikut. Tinggi layar kira-kira sekitar $\frac{1}{6}$ dari jarak layar ke deretan kursi terakhir. Hal ini untuk memungkinkan teks masih bisa dibaca dan detil gambar yang proyeksikan masih terlihat. Jadi misal, sebuah layar dengan diagonal 80” dengan tinggi 39” maka jarak kursi terjauh adalah 20 kaki dan baris pertama harus sekitar 6,5 kaki. Layar bagian bawah minimal sekitar 4 kaki dari lantai, supaya penonto paling belakang masih bisa melihat layar bagian bawah. Sedang secara sudut pandang arah horisontal dalam sebuah penelitian oleh NHK Jepang, 30° merupakan sudut pandang minimum yang diperlukan untuk menciptakan sensasi realitasi mendalam pada banyak pemirsa. Pertimbangan lain adalah ketajaman visual, detail gambar yang lebih kecil dari $\frac{1}{60}^\circ$ tidak dapat dilihat. Sedang untuk gambar beresolusi 1080p sudut pandang minimum 32° sedang untuk resolusi 720p sudut pandangnya 21° , untuk layar dengan diagonal 100” pemirsa harus berada sekita 13,95 kaki.



Gambar 2.55. Jarak pandang

Jarak proyektor dengan layar disebut *throw distance*, perbedaan jarak ini akan mempengaruhi harga proyektor. Proyektor yang memiliki *throw distance* jauh lebih murah. Proyektor yang memiliki *throw distance* jauh akan mudah terganggu orang lalu lalang di depannya.

h. Praktik kerja elektronika yang aman meliputi:

1) Manajemen risiko dan penilaian risiko:

a) Prinsip dan tujuan pengelolaan risiko.

Beberapa prinsip utama yang spesifik dalam pengelolaan resiko (*risk management*). Ketika ingin melakukan penilaian risikoyang sesungguhnya, area target berikut harus menjadi bagian dari keseluruhan prosedur pengelolaan risiko.

Proses harus menciptakan nilai, yang harus menjadi bagian integral dari proses organisasi. Hal ini harus menjadi faktor dalam keseluruhan proses pengambilan keputusan. Yang secara eksplisit mengatasi ketidak pastian. Proses ini harus sistematis dan terstruktur. Harus didasarkan pada informasi terbaik yang disesuaikan dengan proyek dan memperhitungkan faktor manusia, transparan dan menyeluruh. Tetapi juga harus dinamis dan mudah disesuaikan dengan perubahan.

Menejemen resiko bertanggungjawab untuk membuat dan melaksanakan keputusan yang akan meminimalkan dampak buruk kerugian akibat kecelakaan yang melibatkan aset.

b) Proses untuk melakukan penilaian risiko

Tidak ada aturan baku yang tetap bagaimana penilaian resiko (*risk assesment*) itu dilakukan, namun ada beberapa prinsip yang umum yang harus diikuti.

Ada lima langkah yang dapat diikuti untuk memastikan bahwa penilaian resiko. Kelima langkah itu adalah,

- identifikasi bahaya
- tentukan siapa yang mungkin dirugikan dan bagaiman caranya.
- mengevaluasi resiko dan memutuskan tindakan pengendalian.
- temuan-temuan dicatat dan diimplementasikan.
- tinjau penilaian dan perbaharui jika perlu.

2) Bahaya yang terkait dengan tegangan rendah, tegangan ekstra rendah dan arus tinggi:

a) Bagian dari sistem dan peralatan elektronik yang beroperasi pada tegangan rendah dan voltase ekstra rendah,

Kelebihan arus listrik bertegangan rendah, seperti yang digunakan pada telekomunikasi, keamanan atau audio-video, tidak cukup kuat untuk sebabkan sengatan listrik yang fatal. Walau begitu keburukannyapun masih ada resiko keselamatan saat melakukan instalasi bertegangan rendah.

Kelemahan lain dari instalasi bertegangan rendah adalah dengan mudahnya memiliki rasa puas diri dapat membangun rasa aman yang salah. Maka dari itu sangatlah penting untuk mengikuti aturan-aturan kelistrikan termasuk pada tegangan rendah.

b) Bagian dari sistem dan peralatan elektronik dimana arus tinggi mungkin terjadi.

Pada peralatan elektronik, seperti pada penguat akhir atau juga disebut dengan penguat daya, dapat saja tegangan catu hanya 12V, berapa arusnya jika amplifier tersebut mampu memberikan daya 1000W pada

speaker 4Ω . Jadi pada peralatan seperti ini harus diperhatikan dalam penyambungan, jangan sampai terjadi hubung singkat atau kesalahan penggunaan kabel.

3) Risiko dan tindakan pengendalian yang terkait dengan tegangan tinggi:

a) Bagian dari sistem dan peralatan elektronik yang beroperasi pada tegangan tinggi,

Secara umum semua peralatan elektronik dengan catu dari jala-jala rumah, tentu memiliki bagian catu daya, dengan catu daya setinggi 220Vac haruslah berhati-hati dalam menangani pada bagian ini. Pada peralatan yang baru, sering digunakan power supply *switching*, pada power supply jenis ini teganganVi 5 jala-jala disearahkan dulu hingga tegangannya cukup tinggi.

Selain itu, pada penyambungan speaker sistem 100V, sudah barang tentu penyambungan-penyambungan speaker harus memperhatikan ketentuan tegangan sebesar ini. Dalam peraturan listrik, tegangan 100V masih termasuk tegangan rendah, tapi karena sudah lebih besar dari yang disyaratkan 50V, perlakuannya harus memperhatikan ketentuan

b) Istilah yang digunakan - 'tegangan sentuh', 'tegangan langkah', 'tegangan induksi' dan 'Creepage' sebagaimana berhubungan dengan bahaya tegangan tinggi, dan

Yang dimaksud dengan tegangan sentuh tegangan yang timbul selama gangguan isolasi antara dua bagian yang dapat terjangkau dengan serempak.

Tegangan langkah adalah bagian tegangan elektrode bumi antara dua titik di permukaan bumi, yang jaraknya sama dengan satu langkah biasa (*step voltage*).

Tegangan induksi adalah tegangan yang dihasilkan oleh sistem induksi

c) Tindakan pengendalian yang digunakan untuk mengatasi bahaya tegangan tinggi.

Arus listrik antara 30-50mA dapat membahayakan jiwa manusia, seberapa Volt tegangan yang dapat mengakibatkan arus sebesar ini tergantung dari tahanan tubuh manusia. Tegangan terbagi dalam beberapa tingkatan :

- tegangan ekstra rendah besarnya lebih kecil dari 50V
- tegangan rendah (TR) tegangan 50V - <1000V
- tegangan menengah (TM) dari >1kV hingga 35kV
- tegangan tinggi (TT) tegangan > 35kV

Tegangan domestik 220/230V serta 380V (pada 3 fasa) dan tegangan pada sistem speaker 70 dan 100V.

Bahaya sentuh baik langsung maupun tidak langsung pada bagian aktif perlengkapan atau instalasi listrik diatasi dengan cara :

Memproteksi bagian aktif, memproteksi dengan penghalang atau selungkup, merintangi dengan rintangan, memproteksi dengan penempatan diluar jangkauan, atau pemasangan gawai proteksi arus sisa.

B. Keterampilan yang diperlukan dalam instal komponen dan sistem

- 1 Mengidentifikasi dan mengelompokkan bahan dan perlengkapan yang digunakan
- 2 Melakukan pemasangan sesuai dengan rancangan

C. Sikap kerja yang diperlukan dalam instal komponen dan sistem audio/video

Harus bersikap secara:

1. Cermat dan teliti dalam mengidentifikasi dan mengelompokkan bahan/perlengkapan pembelajaran
2. Taat asas dalam mengaplikasikan cara, langkah-langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan pada saat penyusunan rencana pembelajaran

BAB IV PENYELESAIAN PEKERJAAN INSTALASI DAN PELAPORAN

A. Pengetahuan yang diperlukan dalam penyelesaian pekerjaan instalasi dan pelaporan.

1. Langkah-langkah dan prosedur pengendalian risiko kerja OHS.
2. Membersihkan dan mengamankan tempat kerja sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan.

Tempat kerja dirapihkan dan dibersihkan, bahan yang masih dapat digunakan disimpan pada tempat penyimpanan bahan. Peralatan yang sudah selesai digunakan dibersihkan, diberi vaselin atau bahan lainnya untuk mengamankan peralatan dalam penyimpanan.

3. Memberitahu pengawas kerja tentang selesainya pekerjaan instalasi sesuai dengan rutinitas yang telah ditetapkan.

Selanjutnya dibuatkan laporan bahwa pekerjaan telah selesai dikerjakan dilengkapi dengan pengukuran-pengukuran yang diperlukan.

B. Keterampilan yang diperlukan dalam penyelesaian pekerjaan instalasi dan pelaporan.

1. Mengidentifikasi tempat kerja
2. Memberishkan tempat kerja
3. Mengorganisasikan fasilitas dan peralatan yang telah digunakan

C. Sikap kerja yang diperlukan dalam penyelesaian pekerjaan instalasi dan pelaporan.

Harus bersikap secara:

1. Cermat dan teliti dalam mengidentifikasi dan mengelompokkan bahan dan media pembelajaran
2. Taat asas dalam mengaplikasikan cara, langkah-langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan dalam membuat dan mengisi checklist kesiapan bahan/perlengkapan dan media/sarana pembelajaran

Berpikir analitis serta evaluatif waktu mengisi checklist kesiapan bahan/perlengkapan dan media/sarana pembelajaran

DAFTAR PUSTAKA

- "_____", product, [online] (<http://www.canare.com/ProductItemDisplay.aspx?productitemID=57> , diakses tanggal 17-2-2018)
- "_____", wire, , [online] (<http://www.roger-russell.com/wire/wire.htm> , diakses tanggal 17-2-2018)
- "_____", 5_1_decoders, [online] (http://pcfarina.eng.unipr.it/Public/B-format/5_1_conversion/5_1_decoders.htm , diakses tanggal 2-2-2018)
- "_____", definisi-istilah-kelistrikan-pada-puil <http://dunia-listrik.blogspot.co.id/2010/05/definisi-istilah-kelistrikan-pada-puil.html> 4-3-2018)
- "_____", diy_pa_tannoy, [online] (http://www.abletek.co.uk/diy_pa_tannoy , diakses tanggal 17-2-2018)
- "_____", HA227WH1000-Specifications, [online] (<http://m.markertek.com/Attachments/Specifications/WestPenn/HA227WH1000-Specifications.pdf> , diakses tanggal 2018-2-14)
- "_____", How_To_Choose_Mic_Cable, [online] (http://carlodramaqueen.wikispaces.com/file/view/ProCo_How_To_Choose_Mic_Cable.pdf/108245153/ProCo_How_To_Choose_Mic_Cable.pdf , diakses tanggal 19-2-2018)
- "_____", kabelmicrophone-xlr-to-xlr, [online] (<http://www.tokodistorsi.com/kabelmicrophone-xlr-to-xlr.html> , diakses tanggal 14-2-2018)
- "_____", MC85-InstallGuide-Copy, [online] (<https://gibbyselectronicsupermarket.ca/wp-content/uploads/2011/02/MC85-InstallGuide-Copy.pdf> , diakses tanggal 18-2-2018)
- "_____", paging-system-design-a-step-by-step-process, [online] (<http://www.cablinginstall.com/articles/print/volume-12/issue-3/contents/design/paging-system-design-a-step-by-step-process.html> , diakses tanggal 5-2-2018)
- "_____", pengawasan-k3-listrik <http://jurnal-k3lh.web.id/2014/12/09/pengawasan-k3-listrik/> 4-3-2018
- "_____", speaker, [online] (http://www.yamahaproaudio.com/global/en/training_support/pa_guide_beginner/speaker/ , diakses tanggal 18-2-2018)
- "_____", Speaker_wire, [online] (https://en.wikipedia.org/wiki/Speaker_wire , diakses tanggal 17-2-2018)
- "_____", speaker-impedance-power-handling-and-wiring, [online] (<http://amplifiedparts.com/tech-corner/speaker-impedance-power-handling-and-wiring> , diakses tanggal 8-2-2018)
- "_____", speakers_wire, [online] (https://www.crutchfield.com/S-fQ6UI53xw6A/learn/learningcenter/home/speakers_wire.html , diakses tanggal 17-2-2018)
- "_____", TOA_Speaker_Guide ,[online] (http://www.toaelectronics.com/products/speakers/TOA_Speaker_Guide.pdf, diakses tanggal 28-8-2008)
- "_____"<https://news-ralali.co/kupas-tuntas-prosedur-kerja-k3/> 2-3-2018

"_____ "https://programsucces.wordpress.com/2011/05/29/risk-manajemen-prinsip-dan-definisi-28-2-2018)

"_____ "Quality Sound System ; Technical Information ; National 1986

Wirsum ; Praktische Beschallungs Technik; Munchen, Franzis-Verlag GmbH,1990

Zastrow ,Peter, Phono Technik, Cetakan ke3, Frankfurt [Main],frankfurter fachverlag,1984)

DAFTAR ALAT DAN BAHAN

A. Daftar Peralatan/Mesin

No.	Nama Peralatan/Mesin	Keterangan
1.	Laptop, infocus, laserpointer	Untuk di ruang teori
2.	Laptop	Untuk setiap peserta
3.	CRO,	Grup tiap 3 peserta
4.	AFG,	Grup tiap 3 peserta
5.	Power Supply,	Grup tiap 3 peserta
6.	Toolset elektronik,	Grup tiap 3 peserta
7.	Sound Level Meter	Grup tiap 3 peserta

B. Daftar Bahan

No.	Nama Bahan	Keterangan
1.	Speaker langit-langit ZS-646R	Grup tiap 3 peserta
2.	Speaker dinding ZS-1030	Grup tiap 3 peserta
3.	Volume Control ZV-303	Grup tiap 3 peserta
4.	Wall Mount Speaker ZS-633 AT	Grup tiap 3 peserta
5.	Mixing Amplifier	Grup tiap 3 peserta
6.	Kabel speaker	Grup tiap 3 peserta
7.		
8.		
9.		
10.		Setiap peserta

1. Multimeter,

2. Bahan : Mixing Amplifier, Speaker, Dummy Load, Kabel

DAFTAR PENYUSUN

No.	Nama	Profesi
1.	Drs.Hendro Hermanto,MT.	1. Widyaiswara

**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