

**LAPORAN  
KEGIATAN INDIVIDU**

**PRAKTIK PENGALAMAN LAPANGAN**

**DI SMK NEGERI 2 DEPOK SLEMAN YOGYAKARTA**

Jln. STM Pembangunan, Mrican, Caturtunggal, Depok, Sleman Yogyakarta 55281

Telp.(0274) 513515 Fax.(0274) 513438



Disusun oleh:

**Nuzul Fauzan Mustova**

**NIM. 13502241034**

**JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA YOGYAKARTA  
2016**

## HALAMAN PENGESAHAN

Pengesahan Laporan Praktik Pengalaman Lapangan (PPL) / Magang III di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Negeri 2 Depok Sleman:

Nama : Nuzul Fauzan Mustova  
NIM : 13502241034  
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika  
Fakultas/Universitas : Teknik/Universitas Negeri Yogyakarta

Telah melaksanakan kegiatan PPL/Magang III di SMK Negeri 2 Depok Sleman dari tanggal 15 Juli - 15 September 2016 dengan hasil kegiatan tercakup dalam naskah laporan ini.

Sleman, 15 September 2016

Menyetujui / Mengesahkan,

Dosen Pembimbing Lapangan PPL

Drs. Suparman, M.Pd

NIP. 19491231 197803 1 004

Guru Pembimbing Jurusan  
Teknik Audio Video

Dra. Endang Setyowulan

NIP. 19580625 198203 2 001

Kepala Sekolah

SMK Negeri 2 Depok Sleman



Drs. Aragam Mizan Zakaria, M.Pd

NIP. 19630203 198803 1 010

Koordinator PPL

SMK Negeri 2 Depok Sleman

Drs. Sriyana

NIP. 19591126 198603 1 008

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan rasa syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan laporan Praktik Kerja Lapangan (PPL) dengan baik sebagai wujud pertanggungjawaban atas pelaksanaan kegiatan PPL yang dilaksanakan di SMK Negeri 2 Depok, pada tanggal 15 Juli sampai dengan 15 September 2016.

Pelaksanaan kegiatan PPL di SMK Negeri 2 Depok sebagai media untuk mengembangkan keterampilan mengajar dan mendapatkan praktik pengalaman dalam mengajar langsung di Sekolah.

Penulis menyadari bahwa dalam pelaksanaan seluruh program kerja dan dalam penyusunan laporan tidak terlepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala hormat penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Lembaga Pengembangan dan Penjaminan Mutu Pendidikan (LPPMP) Universitas Negeri Yogyakarta yang telah bekerja sama mewujudkan PPL, sehingga kami dapat melaksanakan program tersebut dengan lancar.
2. Bapak Drs. Sudiyono, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing Lapangan PPL di SMK Negeri 2 Depok.
3. Bapak Drs. Suparman, M.Pd., selaku Dosen pembimbing jurusan Pendidikan Teknik Elektronika, Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Bapak Drs. Aragani Mizan Zakaria, M.Pd, selaku Kepala Sekolah SMK Negeri 2 Depok yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas selama melaksanakan program PPL di SMKN 2 Depok
5. Bapak Drs. Sriyana, selaku Koordinator PPL UNY di SMK Negeri 2 Depok.
6. Bapak Dra. Endang Styowulan., selaku Guru Pembimbing PPL di SMK Negeri 2 Depok yang selalu memberikan dukungan, motivasi, dan membantu selama proses pelaksanaan PPL.
7. Seluruh Guru dan Karyawan di SMK Negeri 2 Depok yang telah mendukung dan membantu selama proses pelaksanaan PPL terutama Guru - Guru di jurusan Teknik Audio Video.
8. Kedua orang tua atas dukungan, motivasi, nasihat, dan doa restunya.
9. Teman-teman mahasiswa PPL UNY yang menjadi keluarga baru sekaligus memberi motivasi bagi penulis.

10. Semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan kegiatan PPL, yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih kurang dari sempurna, sehingga perlu diberikan saran dan kritik yang membangun bagi kepenulisan laporan ini. Dari adanya penulisan laporan ini maupun saran dan kritik untuk memperbaiki kedepannya penulis berharap laporan ini dapat membawa manfaat bagi kalangan yang membaca atau yang membutuhkan.

Terimakasih.

Yogyakarta, 15 September 2016

Penulis

Nuzul Fauzan Mustova

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
ABSTRAK .....	ix
BAB 1 .....	1
PENDAHULUAN .....	1
A. Analisis Situasi.....	1
1. Letak Geografis SMK Negeri 2 Depok.....	2
2. Profil SMK Negeri 2 Depok .....	2
3. Kondisi Fisik Sekolah .....	3
4. Kondisi Non Fisik Sekolah .....	7
B. Perumusan Program dan Rancangan Kegiatan PPL .....	8
1. Menyusun Perangkat Kerja Guru.....	8
2. Menyiapkan Materi Bahan Ajar.....	9
3. Konsultasi Metode dan Media Pembelajaran.....	9
4. Pelaksanaan Praktik Mengajar di Kelas .....	9
5. Membuat dan Mengembangkan Alat Evaluasi .....	9
6. Membuat Inovasi dan Motivasi Pembelajaran di Kelas.....	10
7. Ekstrakurikuler Pelatihan Arduino.....	10
8. Menyusun Laporan PPL.....	10
BAB II.....	11
PERSIAPAN, PELAKSANAAN, ANALISIS HASIL .....	11
A. Persiapan Kegiatan PPL.....	11
1. Pengajaran Mikro .....	11
2. Pembekalan PPL .....	12
3. Observasi.....	13
B. Pelaksanaan Kegiatan PPL.....	15
1. Kegiatan Praktik Mengajar .....	15
2. Metode.....	17
3. Media Pembelajaran.....	17
4. Evaluasi Pembelajaran .....	18
5. Kegiatan Ekstrakurikuler Pelatihan Arduino.....	18
6. Evaluasi Pembelajaran .....	19

C. Analisis Hasil Pelaksanaan dan Refleksi .....	19
1. Hambatan PPL/Magang III .....	19
BAB III .....	21
PENUTUP.....	21
A. Kesimpulan .....	21
B. Saran.....	21

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Kegiatan mengajar di SMK N 2 Depok Sleman .....	16
Tabel 2 Pelaksanaan Ekstrakurikuler Pelatihan Arduino.....	18

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Matrikulasi PPL
2. Laporan Mingguan
3. Laporan Penggunaan Dana
4. Kartu Bimbingan PPL
5. RPP
6. Agenda Kegiatan Mengajar
7. Analisis Penilaian

**LAPORAN PRAKTIK PENGALAMAN LAPANGAN  
SEMESTER KHUSUS TAHUN AKADEMIK 2015/2016  
DI SMK NEGERI 2 DEPOK**

*Oleh:*  
**NUZUL FAUZAN MUSTOVA**  
13502241034

*Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika*

**ABSTRAK**

Praktik Pengalaman Lapangan (PPL) merupakan salah satu program yang sangat dibutuhkan untuk membekali mahasiswa. Karena Universitas Negeri Yogyakarta sendiri merupakan universitas pendidikan. Yang dimana sebagian besar lulusannya diajarkan untuk menjadi seorang pendidik. Program ini akan sangat bermanfaat karena memberikan banyak sekali pengalaman bagaimana menjalani profesi sebagai pendidik. Mahasiswa akan menjadi lebih matang dalam menyongsong dunia pendidikan karena telah memiliki bekal dan persiapan. PPL ini mengajarkan secara lengkap proses-proses di dunia pendidikan dari mengelola waktu pertemuan selama satu semester, menyusun rencana mengajar, proses mengajar, sampai evaluasi pembelajaran. Proses-proses ini sangat penting supaya dalam memberikan ilmu kepada siswa menjadi efektif dan efisien. Pada tahun ini UNY juga melaksanakan PPL di SMK N 2 Depok yang bertempat di Depok, Sleman, Yogyakarta.

PPL dilaksanakan pada tanggal 15 Juli – 15 September 2016. Mengampu mata pelajaran Perekayasaan Sistem Audio dengan alokasi waktu setiap pertemuan adalah 4 jam pelajaran atau 180 menit. Pelaksanaan mengajar dimulai dari persiapan, dimana persiapan yang dilakukan adalah penyusunan atau pemahaman silabus, penyusunan Rencana Rencana Pembelajaran (RPP), pembuatan sistem penilaian, konsultasi dengan guru pembimbing dan dosen pembimbing, pembuatan media, dan persiapan materi. Setelah itu adalah praktik mengajar di kelas, dimana kita mengajar berpedoman pada RPP yang sudah disusun. Kegiatan motivasi dan pengelolaan adalah hal yang harus dikuasai agar kelas tetap kondusif dan siswa tidak bosan menerima pembelajaran. Pembelajaran dilakukan di kelas XI TAV pada hari Rabu dan dilaksanakan pada pukul 07.00 – 10.00 WIB (jam ke 1 sampai dengan 4). Mahasiswa dituntut wajib mengajar minimal 8 kali pertemuan. Disamping mengajar, mahasiswa PPL juga membantu acara-acara di SMK N2 Depok ini seperti penerimaan siswa baru (PPDB) dan pengenalan lingkungan sekolah (MPLS)

Hasil yang diperoleh dari kegiatan PPL adalah pengalaman secara nyata baik dalam pengalaman mengajar serta pengalaman menyusun administrasi pendidik. Selama mengajar siswa menerima pembelajaran dengan baik, dan mereka juga senang karena ada suasana baru, apalagi jika pembelajarannya menggunakan media seperti presentasi *powerpoint* dan *animasi* yang memberikan semangat tersendiri. Secara keseluruhan program PPL terlaksana dengan baik, meski tak lepas dari kekurangan. Harapannya adalah dengan adanya PPL mahasiswa dapat meningkatkan kompetensi mahasiswa untuk menjadi calon tenaga pendidik.

*Key words:* Pendidikan, UNY, PPL, RPP

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

Universitas Negeri Yogyakarta merupakan perguruan tinggi yang bergerak dibidang pendidikan. Sebagai kampus yang menghasilkan guru yang bermutu dan berkompeten, maka UNY menyelenggarakan Praktik Pengalaman Lapangan (PPL). PPL merupakan mata kuliah wajib tempuh dengan bobot 3 SKS yang harus dilaksanakan oleh seluruh mahasiswa yang mengambil jurusan kependidikan. Tujuan adanya program ini adalah untuk mengembangkan kompetensi mahasiswa sebagai calon pendidik atau tenaga kependidikan. Visi dari PPL yaitu sebagai wahana pembentukan calon guru atau tenaga kependidikan yang profesional. Sedangkan misinya untuk menyiapkan dan menghasilkan calon guru atau tenaga kependidikan yang memiliki nilai, sikap, pengetahuan, dan keterampilan profesional, mengintegrasikan dan mengimplementasikan ilmu yang telah dikuasai kedalam praktik keguruan dan/atau praktik kependidikan, memantapkan kemitraan UNY dengan sekolah atau lembaga kependidikan, dan mengkaji serta mengembangkan praktik keguruan atau kependidikan.

Pemilihan lokasi PPL berdasarkan pertimbangan kesesuaian antara mata pelajaran atau materi kegiatan yang dipraktikkan di sekolah atau lembaga dengan program studi mahasiswa. Lokasi PPL adalah (1) lembaga pendidikan yang ada diwilayah DIY dan Jawa Tengah meliputi SD, SLB, SMP, MTs, SMA, SMK, dan MAN, (2) lembaga pengelola pendidikan meliputi Dinas Pendidikan, Sanggar Kegiatan Belajar (SKB) milik kedinasan, club cabang olahraga, balai diklat di masyarakat ataupun instansi swasta. Pada praktik saat ini penulis ditempatkan di SMK Negeri 2 Depok Sleman (STM Pembangunan) yang beralamat di Jl. STM Pembangunan No. 1 Mrican, Caturtunggal, Depok, Sleman, D.I. Yogyakarta. SMK ini merupakan salah satu SMK di Indonesia yang menerapkan waktu studi selama 4 tahun.

#### **A. Analisis Situasi**

Analisis yang dilakukan merupakan upaya untuk menggali potensi dan kendala yang ada sebagai acuan untuk merumuskan konsep awal kegiatan PPL berdasarkan hasil analisis observasi yang dilaksanakan pada tanggal , maka diperoleh informasi tentang SMK N 2 Depok 7- 8 Maret 2016 meliputi kondisi fisik dan nonfisik, kelas, dan peserta didik. Observasi kondisi fisik dan nonfisik sekolah bertujuan untuk mengetahui fasilitas dan lingkungan sekolah yang mempengaruhi proses belajar mengajar di sekolah. Sedangkan observasi kelas dan peserta didik bertujuan untuk mengetahui sistem pembelajaran dan karakteristik peserta didik di dalam kelas.

## 1. Letak Geografis SMK Negeri 2 Depok

SMK Negeri 2 Depok terletak di Jalan STM Pembangunan No. 1 Mrican, Catur Tunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta. SMK Negeri ini merupakan salah satu dari delapan Sekolah Menengah Kejuruan di Indonesia yang memiliki waktu studi 4 tahun. Sekolah ini menempati area terpadu seluas 4,5 hektar (untuk ruang teori, praktik atau bengkel/laboratorium, auditorium, *show room*, perpustakaan, ruang guru, ruang kepala sekolah, ruang tata usaha, ruang komite, masjid, aula, lapangan sepak bola, lapangan voli, lapangan basket, tempat parkir, gudang, dan lain-lain).

## 2. Profil SMK Negeri 2 Depok

SMK N 2 Depok (STM Pembangunan) Yogyakarta diresmikannya pada tanggal 29 Juli 1972 dengan nama STM Pembangunan Yogyakarta, jenjang pendidikan adalah 4 tahun dengan fasilitas lengkap dan posisi tamatan apabila sudah bekerja di Industri adalah Teknisi Industri. Pada tanggal 7 Maret 1997 dengan Keputusan Mendikbud No. 036/O/1997 Nama Sekolah berubah menjadi SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta dengan jenjang pendidikan tetap 4 tahun.

Visi SMK Negeri 2 Depok ini adalah “Terwujudnya sekolah bertaraf internasional penghasil sumber daya manusia yang berkompeten”. Dengan Visi inilah yang mendorong dan menjadi tekad bagi seluruh guru dan karyawan serta warga sekolah untuk menciptakan sumber daya manusia yang berkualitas tinggi dalam setiap kelulusan siswa. Selain visi, SMK Negeri 2 Depok, Sleman, Yogyakarta juga mempunyai misi yaitu:

- a. Melaksanakan dan mengembangkan manajemen mutu yang mengacu pada sistem manajemen mutu ISO 9001 : 2008.
- b. Mengembangkan dan melaksanakan proses pendidikan dan pelatihan dengan pendekatan Kurikulum SMK Negeri 2 Depok.
- c. Menyediakan dan mengembangkan sarana dan prasarana sesuai dengan tuntutan kurikulum.
- d. Melaksanakan proses pendidikan dan pelatihan untuk menghasilkan sumber daya manusia yang berkompetensi internasional dan memiliki jiwa kewirausahaan.
- e. Menyelenggarakan dan mengembangkan berbagai program unggulan.
- f. Melaksanakan dan meningkatkan bimbingan konseling dan karier peserta didik.
- g. Melaksanakan dan mengembangkan kegiatan ekstrakurikuler sebagai sarana mengembangkan bakat, minat, prestasi, dan budi pekerti peserta didik.

- h. Melaksanakan dan meningkatkan ketertiban peserta didik.
- i. Membangun dan mengembangkan jaringan komunikasi dan kerja sama dengan pihak-pihak terkait (*stakeholder*) baik maupun internasional.
- j. Menyiapkan dan meningkatkan kualitas pendidik dan tenaga kependidikan yang profesional.

Selain itu, misi SMK Negeri 2 Depok adalah profesional dalam melaksanakan tugas dan prima dalam memberi pelayanan pelanggan. Untuk mencapai visi dan misi tersebut, maka SMK Negeri 2 Depok ini memiliki tujuan jangka panjang dan tujuan jangka pendek. Adapun tujuan jangka penjangnya adalah menghasilkan tamatan semua program keahlian yang bermutu dan mampu bersaing di tingkat regional, nasional, dan internasional, sedangkan tujuan jangka pendeknya adalah dapat menghasilkan tamatan program keahlian Teknik Otomotif berstandar nasional dan program Keahlian Teknik Mesin berstandar internasional.

Adapun Program keahlian yang terdapat di SMK Negeri 2 Depok adalah:

- a. Teknik Gambar Bangunan,
- b. Teknik Audio Video,
- c. Teknik Komputer Jaringan,
- d. Teknik Otomasi Industri,
- e. Kimia Industri,
- f. Analisis Kimia,
- g. Teknik Pemesinan,
- h. Teknik Perbaikan Bodi Otomotif,
- i. Geologi Pertambangan, dan
- j. Teknik Pengolahan Migas dan Petrokimia.

Adapun 4 kegiatan lain yang bisa diikuti oleh siswa SMK Negeri 2 Depok ini selain belajar adalah kegiatan ekstrakurikuler. Kegiatan ini berjumlah lebih dari 15 jenis (keagamaan, kepemimpinan, kepramukaan, kesenian/ teater/ karawitan, sepak bola, basket, voli, karate, pencinta alam, dan lain-lain). Semua hal tersebut di atas didukung sarana dan prasarana yang memadai. Namun demikian, masih terdapat permasalahan-permasalahan yang harus diselesaikan.

### **3. Kondisi Fisik Sekolah**

SMK Negeri 2 Depok Sleman ini memiliki luas tanah 42.077 m<sup>2</sup>. Tanah tersebut merupakan hibah dari Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta pada tahun 1970. Luas tanah 42.077 m<sup>2</sup> tersebut digunakan untuk bangunan seluas 14.414 m<sup>2</sup> yang terdiri dari:

- a. Ruang Kepala Sekolah

Ruang kepala sekolah yang memiliki ukuran cukup luas yang terletak diantara serambi piket dan ruang tata usaha, di dalamnya terdapat meja dan kursi untuk menerima tamu.

b. Kantor Tata Usaha

Terletak di dekat ruang kepala sekolah, dengan luas ruangan kurang lebih mencapai 466 m<sup>2</sup>. Ruangan ini digunakan staf dan karyawan sekolah untuk mengelola semua administrasi yang berhubungan dengan siswa dan semua tata usaha di sekolah.

c. Auditorium

Terletak di sebelah utara kantor Tata Usaha dengan luas 564 m<sup>2</sup>. Ruangan ini biasanya digunakan untuk acara-acara sekolah seperti MOS, Wisuda dan pelepasan siswa.

d. Show Room (Ruang Sidang)

Ruangan ini Terletak di sebelah timur kantor tata usaha dengan luas 283,50 m<sup>2</sup>. Biasanya digunakan untuk rapat dan acara sekolah lainnya.

e. Ruang Kelas Teori

Terletak di bagian utara sekolah, sebelah ruang auditorium. Jumlah ruang sebanyak 30 ruang, dilengkapi dengan Toilet/WC dengan luas bangunan kurang lebih mencapai 3.459 m<sup>2</sup>.

f. Ruang Gambar

Terletak berdekatan dengan ruang kelas teori yang memiliki luas kurang lebih 324 m<sup>2</sup>. Ruangan ini digunakan untuk praktik menggambar desain oleh siswa.

g. Ruang Perpustakaan

Terdapat tiga macam perpustakaan yaitu perpustakaan manual, perpustakaan digital, dan perpustakaan audio video. Ruang baca dengan koleksi buku lengkap sesuai dengan program studi yang ada di sekolah. Di perpustakaan sistem K3 (kesehatan dan keselamatan kerja) juga sudah diperhatikan, terbukti dengan adanya tabung pemadam api. Terdapat katalog, surat kabar, dan instalasi penerangan yang baik.

h. Ruang Guru Normatif Adaptif

Terdapat ruang guru normatif adaptif yang berdekatan dengan ruang kelas teori dan ruang perpustakaan. Ruangan ini menjadi satu bangunan dengan laboratorium bahasa inggris, lantai bawah digunakan untuk ruang guru dan lantai atas digunakan untuk laboratorium bahasa Inggris. Letaknya di sebelah ruang kelas teori dengan luas 160 m<sup>2</sup>.

i. Laboratorium

- 1) Laboratorium Bahasa Inggris  
Digunakan untuk proses belajar mengajar mata pelajaran Bahasa Inggris dan dilengkapi dengan komputer yang telah diinstall software yang mendukung pembelajaran.
- 2) Laboratorium Otomasi Industri / Elektronika Audio Video  
Digunakan untuk proses KBM dan praktik Program Studi Teknik Otomasi Industri dan jurusan Teknik Audio Video dengan luas bangunan mencapai 600 m<sup>2</sup>.
- 3) Laboratorium Pemrograman dan Perakitan  
Digunakan untuk proses KBM dan praktik oleh siswa Program Studi Teknik Komputer dan Jaringan. letak bangunan di sebelah lapangan olahraga.
- 4) Laboratorium Batuan, Ukur Tanah, Palentologi, dan Perpetaan  
Digunakan untuk proses KBM dan praktik Program Studi Teknik Geologi Pertambangan dengan luas bangunan mencapai 900 m<sup>2</sup>.
- 5) Laboratorium Kimia  
Digunakan untuk proses kegiatan belajar mengajar dan praktik Program Studi Analisis Kimia, Kimia Industri, dan Teknik Pengolahan Migas dan Petrokimia dengan luas bangunan mencapai 660 m<sup>2</sup>. Namun saat ini bangunan ini sedang mengalami tahap renovasi sehingga pembelajaran berlangsung di laboratorium transit yaitu di bangunan laboratorium Geologi Pertambangan.

j. Bengkel

- 1) Bengkel Kayu Mesin  
Digunakan untuk praktikan proses KBM jurusan Teknik Gambar Bangunan dengan luas 528 m<sup>2</sup>.
- 2) Bengkel Otomotif  
Bengkel Body & Paint, Bengkel General, dan Bengkel Chasis. Digunakan untuk praktik dan proses KBM jurusan Teknik Otomotif dengan luas 588 m<sup>2</sup>.
- 3) Bengkel Pemboran dan CNC  
Terletak di bagian Selatan sekolah sebelah parkir siswa dengan luas 810 m<sup>2</sup>. Digunakan untuk praktik jurusan Teknik Pemesinan.
- 4) Bengkel Kerja Plat/Las  
Terletak di jurusan Teknik Pemesinan dengan luas 600 m<sup>2</sup>.
- 5) Bengkel Mesin Perkakas  
Terletak di jurusan Teknik Pemesinan dengan luas 632 m<sup>2</sup>.

- 6) Bengkel Plambing dengan luas 210 m<sup>2</sup>.
- 7) Powerplan/Ruang Tenaga dengan luas 200 m<sup>2</sup>.
- 8) Bengkel Batu-Beton terletak di bagian Timur sekolah luasnya 81 m<sup>2</sup>.

k. Ruang OSIS

Letak ruangan OSIS di dalam ruangan serbaguna. Struktur organisasi OSIS terdiri atas 8 staf yaitu ketua umum, ketua 1, ketua 2, sekretaris umum, sekretaris 1, sekretaris 2, bendahara 1, bendahara 2 dan 9 Koordinator SekBid. Terdapat fasilitas pendukung di dalamnya yaitu seperangkat komputer untuk memperlancar kegiatan OSIS.

l. Ruang UKS

UKS memiliki peranan penting dalam menjaga 7 kesehatan para siswa dilengkapi dengan dua buah dan obatobatan.

m. Koperasi

Siswa Keberadaan koperasi sudah cukup memadai untuk memenuhi kebutuhan siswa dan guru, koperasi dikelola oleh siswa dibawah bimbingan guru. Koperasi sekolah menyediakan peralatan siswa seperti buku, pensil, penggaris, jasa foto copy dan lain sebagainya di sini juga menyediakan makanan ringan dan minuman ringan. Ruang OSIS, UKS, dan Koperasi Siswa ini letaknya dalam satu bangunan yang luasnya 72 m<sup>2</sup>.

n. Masjid/Mushola

Bangunan tersebut terletak di sebelah Timur ruang guru dan ruang kelas teori. Dilengkapi dengan fasilitas yang lengkap, antara lain Mukena, Al-Quran, sajadah, tempat wudhu untuk pria dan wanita, mimbar khotib, ruang kajian yang biasanya sebagai tempat untuk pelajaran agama, ruang basecamp remais, dan *sound system*. Saat ini masjid sedang dalam proses renovasi yang direncanakan akan menjadi dua lantai.

o. Parkir

1) Tempat Parkir Siswa

Terletak di sebelah Selatan lapangan dengan luas bangunan 1.100 m<sup>2</sup>.

2) Tempat Parkir Guru

Terletak di sebelah utara berdekatan dengan ruang teori.

p. Lapangan

1) Sepak Bola

Selain sebagai lapangan sepak bola juga digunakan untuk kegiatan upacara bendera setiap hari senin dan upacara hari-hari besar.

2) Lapangan Basket

Lapangan ini digunakan untuk olahraga basket yang letaknya berdekatan dengan lapangan sepak bola.

q. Fasilitas pendukung

1) Kantin

Semua kantin ditempatkan di sebelah Barat lapangan dengan luas bangunan keseluruhan mencapai 321 m<sup>2</sup>.

2) Gudang

Terletak di dekat laboratorium kimia dengan luas bangunan mencapai 210 m<sup>2</sup>. Digunakan untuk menyimpan barang-barang inventarisasi sekolah.

3) Kantor Gugus Depan/MK dengan luas 24 m<sup>2</sup>.

4) Ruang Pompa dengan luas 6,25 m<sup>2</sup>.

5) Rumah Jaga dengan luas 6,25 m<sup>2</sup>.

6) Rumah Dinas Guru (8 kopel) dengan luas 864 m<sup>2</sup>.

r. Ruang Pompa seluas dan ruang jaga dengan luas 12,25 m<sup>2</sup>

s. Rumah Dinas Guru dengan luas 864 m<sup>2</sup>

Fasilitas tersebut pada umumnya dalam kondisi baik, meskipun terdapat beberapa ruangan yang tidak berfungsi. Selain itu pekarangan atau halaman yang dimiliki masih memerlukan penataan lebih lanjut.

#### 4. Kondisi Non Fisik Sekolah

a. Potensi Siswa

1) Jumlah siswa sebanyak 32 siswa tiap kelas, dengan setiap angkatan berjumlah 14 kelas.

2) Siswa aktif mengikuti perlombaan atas nama sekolah tingkat kota, provinsi, dan nasional. Baik dalam bidang akademik maupun non akademik.

3) Sebagian besar alumninya memiliki masa tunggu pendek untuk bekerja.

b. Potensi Guru

1) Jumlah guru tetap ada 127 orang dan guru tidak tetap 21 orang.

2) Guru umum 48 orang.

3) Strata pendidikan guru : S1 dan S2.

c. Potensi Karyawan

1) Jumlah karyawan sebanyak 51 orang yang terdiri dari 18 orang PNS, dan 37 orang non PNS.

2) Karyawan terbagi menjadi 6 bagian yaitu kepegawaian, kesiswaan, keuangan, surat menyurat, perlengkapan.

3) *Tool man Up* Greeding karyawan dilakukan secara insidental

4) Telah terstandarisasi ISO pada tahun 2008 dan SBI.

d. Kondisi Kedisiplinan SMK N 2 Depok Sleman

Berdasarkan hasil observasi diperoleh data kondisi kedisiplinan di SMK N 2 Depok Yogyakarta sebagai berikut:

- 1) Jam masuk atau pelajaran dimulai tepat 07.00 WIB. Namun jam pulang kegiatan belajar mengajar disesuaikan dengan jadwal jurusan masing-masing.
- 2) Kedisiplinan siswa masih perlu ditingkatkan, masih ada beberapa siswa yang terlambat dan tidak lengkap berseragam sekolah, bahkan kurang rapi.
- 3) Larangan menggunakan jaket setelah memasuki area sekolah, dan jika ada siswa menggunakan jaket maka akan mendapat point kedisiplinan.

e. Media dan Sarana Pembelajaran

Sarana pembelajaran di SMKN 2 Depok Yogyakarta cukup mendukung untuk KBM, karena ruang teori dan praktik terpisah, serta adanya ruang teori di dalam bengkel (untuk teori mata diklat produktif). Sarana yang ada di SMKN 2 Depok Yogyakarta meliputi laboratorium, perpustakaan dan media pembelajaran, serta proyektor sudah ada di masing-masing jurusan.

f. Kegiatan Ekstrakurikuler

Kegiatan ekstrakurikuler yang ada di SMK N 2 Depok meliputi:

- |                           |                                |
|---------------------------|--------------------------------|
| 1) OSIS                   | 10) Basket                     |
| 2) Karawitan              | 11) Sepakbola                  |
| 3) Pramuka                | 12) Volley                     |
| 4) Teater                 | 13) Bulutangkis                |
| 5) Pecinta Alam           | 14) Pencak silat Merpati Putih |
| 6) Kelompok Ilmiah Remaja | 15) Seni Baca Al-Qur'an        |
| 7) Debat Bahasa Inggris   | 16) Kaligrafi                  |
| 8) Bahasa Jerman          | 17) Paskibra                   |
| 9) Bahasa Jepang          |                                |

## B. Perumusan Program dan Rancangan Kegiatan PPL

Kegiatan PPL UNY dilaksanakan selama 2 bulan terhitung mulai 15 Juli 2016 .d 15 September 2016, adapun program rancangan kegiatan PPL UNY di SMK N 2 Depok yaitu sebagai berikut:

### 1. Menyusun Perangkat Kerja Guru

Perangkat Kerja Guru atau Administrasi Guru merupakan perangkat yang harus dimiliki mahasiswa PPL sebelum melaksanakan praktik mengajar di

kelas. Perangkat kerja guru terdiri dari kalender akademik, alokasi waktu, rencana program tahunan, rencana program semester, silabus, dan RPP.

## **2. Menyiapkan Materi Bahan Ajar**

Penyiapan materi ajar disesuaikan dengan KD pada silabus dan RPP yang telah disusun agar tujuan pembelajaran dapat tercapai. Bahan materi ajar yang akan disampaikan dapat berupa materi yang telah diperoleh mahasiswa dibangku kuliah atau dapat menambah referensi dengan buku pegangan guru dan *browsing* diinternet.

## **3. Konsultasi Metode dan Media Pembelajaran**

Sebelum praktik mengajar, mahasiswa diharuskan berkonsultasi dengan guru mengenai metode yang akan digunakan saat guru biasa mengajar. Mahasiswa dapat menerapkan beberapa inovasi dalam menerapkan kegiatan belajar mengajar agar lebih menarik minat siswa dengan mengkonsultasikan terlebih dahulu dengan guru pembimbing.

Penerapan metode yang akan digunakan sejalan dengan media pembelajaran yang dibutuhkan. Media pembelajaran ini bertujuan untuk membantu mahasiswa dalam praktik mengajar di kelas dan membantu siswa untuk memahami materi ajar yang disampaikan. Media pembelajaran ini pun sebaiknya dikonsultasikan dengan guru pembimbing sebelum disampaikan kepada siswa agar tujuan pembelajaran dapat disampaikan.

## **4. Pelaksanaan Praktik Mengajar di Kelas**

Praktik mengajar di kelas merupakan komponen terpenting dalam program PPL ini. Praktik mengajar ini bertujuan agar mahasiswa mampu menerapkan ilmu yang didapat di bangku kuliah sebagai calon pendidik. Hal ini dapat membuat mahasiswa mendapat pengalaman mengajar di lapangan secara langsung sebelum terjun langsung ke dunia pendidikan.

Pada PPL ini, mahasiswa melakukan praktik mengajar sesuai dengan kesepakatan dan tugas yang diberikan oleh universitas maupun oleh sekolah. Pembagian jadwal ini menyesuaikan dengan pembagian jadwal dari guru pembimbing. Mahasiswa melakukan praktik mengajar untuk kelas XI TAV pada mata pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika.

## **5. Membuat dan Mengembangkan Alat Evaluasi**

Evaluasi merupakan tolak ukur keberhasilan proses kegiatan belajar mengajar di kelas. Kegiatan evaluasi ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan peserta didik dalam menangkap atau memahami materi yang telah disampaikan oleh mahasiswa. Evaluasi didapatkan dari berbagai macam sumber, seperti tes

tertulis, tes lisan, kinerja praktik, maupun laporan yang dibuat oleh siswa. Dalam setiap evaluasi, diharapkan terdapat berbagai macam indikator yang digunakan sebagai tolak ukur keberhasilan dari setiap pembelajaran. Apabila indikator yang telah ditetapkan tidak dapat dipenuhi oleh siswa, maka dapat diadakan program remedi untuk memperbaiki kinerja siswa.

## **6. Membuat Inovasi dan Motivasi Pembelajaran di Kelas**

Inovasi merupakan hal yang cukup penting dalam kegiatan pembelajaran. Inovasi dapat dilakukan sesuai dengan perkembangan teknologi yang ada saat ini. Perkembangan inovasi dalam dunia pendidikan, terutama untuk proses pembelajaran saat ini, sudah sangat beragam sejalan dengan perkembangan teknologi.

Inovasi dilakukan agar siswa tidak merasa monoton dalam setiap pembelajaran. Hal ini juga mampu menarik minat siswa terhadap materi ajar yang diberikan. Namun, diharapkan setiap inovasi yang akan diberikan dikonsultasikan terlebih dahulu dengan guru pembimbing agar tujuan dari pembelajaran tetap tersampaikan dan tidak menyimpang.

Sebelum melakukan praktik inti mengajar di kelas, diharapkan mahasiswa mampu memberikan motivasi terhadap siswa. Pemberian motivasi ini diharapkan mampu membangkitkan minat siswa terhadap pelajaran yang akan diberikan. Siswa juga akan menjadi lebih ingin tahu mengenai materi ajar yang akan disampaikan. Selain itu memberikan motivasi juga dapat dilakukan diakhir pelajaran agar semangat belajar siswa tidak hanya di sekolah namun juga ketika di rumah.

## **7. Ekstrakurikuler Pelatihan Arduino**

Ekstrakurikuler Pelatihan Arduino merupakan program kerja yang berisi tentang pengenalan dan penerapan Arduino dalam kehidupan sehari-hari. Sebelum berjalannya ekstrakurikuler ini harus dikonsultasikan dengan guru dan kepala program keahlian. Selain itu juga harus ditawarkan kepada siswa agar diperoleh data peserta ekstrakurikuler ini. Rencana kegiatannya akan dilaksanakan setiap seminggu sekali.

## **8. Menyusun Laporan PPL**

Pembuatan laporan PPL/Magang III (individu) merupakan salah satu bentuk pertanggungjawaban mahasiswa terhadap kegiatan PPL/Magang III yang telah dilaksanakan. Laporan berisi segala sesuatu mengenai persiapan, pelaksanaan dan evaluasi kegiatan PPL, serta Perangkat Kerja Guru yang dibuat oleh mahasiswa. Laporan ini digunakan sebagai penilaian kegiatan PPL mahasiswa.

## **BAB II**

### **PERSIAPAN, PELAKSANAAN, ANALISIS HASIL**

#### **A. Persiapan Kegiatan PPL**

Kegiatan Praktik Pengalaman Lapangan (PPL) yang dilakukan menyesuaikan dengan kalender akademik dari dinas pendidikan setempat memerlukan beberapa tahap persiapan. Persiapan kegiatan PPL perlu dilakukan untuk memberi pembekalan terhadap mahasiswa sebelum diterjunkan di lapangan. Persiapan ini dilakukan guna menyiapkan fisik maupun mental dari mahasiswa. Beberapa program yang dilakukan oleh pihak Lembaga Pengembangan dan Penjaminan Mutu Pendidikan (LPPMP) untuk memberi bekal mahasiswa sebelum penerjunan adalah sebagai berikut:

##### **1. Pengajaran Mikro**

Guru merupakan pendidik, pengajar pembimbing, pelatihan, pengembangan dan pengelola program, dan tenaga profesional. Tugas dan fungsi guru dapat menggambarkan kompetensi yang harus dimiliki oleh guru yang profesional. Oleh karena itu, guru harus mendapatkan bekal yang memadai agar dapat menguasai kompetensi yang diharapkan tersebut, baik melalui *preservice* maupun *inservice training*. Salah satu bentuk *preservice training* bagi guru adalah dengan melalui pembentukan kemampuan mengajar (*teaching skill*) baik secara teoritis maupun praktis. Secara praktis bekal kemampuan mengajar dapat dilatihkan melalui kegiatan *microteaching* atau pengajaran mikro.

Pengajaran mikro merupakan mata kuliah wajib tempuh dan wajib lulus bagi mahasiswa program studi kependidikan terutama menjelang PPL/Magang III. Mata kuliah ini dilaksanakan satu semester sebelum pelaksanaan PPL, yaitu pada semester VI. Untuk dapat mengikuti mata kuliah mikro atau *microteaching*, mahasiswa diharuskan lulus dari mata kuliah prasyarat yang telah diberikan pada semester sebelumnya, yaitu Pengembangan Kurikulum, Evaluasi Pembelajaran, Media Pendidikan, dan Metodologi Pembelajaran.

*Microteaching* merupakan salah satu persyaratan yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan PPL/Magang III. Mahasiswa yang mengikuti kegiatan PPL/Magang III adalah mahasiswa yang telah menempuh minimal semester VI untuk program S1 dan minimal semester II untuk program PKS. Selain itu, mahasiswa juga harus lulus dalam kuliah *microteaching* dengan nilai minimal predikat "B". Dalam kegiatan *microteaching*, mahasiswa sebagai calon guru dilatih keterampilan dalam menyelenggarakan kegiatan belajar mengajar di dalam kelas.

Dengan kuliah ini mahasiswa dibagi menjadi beberapa kelompok yang setiap kelompoknya terdiri dari 10 sampai 15 mahasiswa dibawah bimbingan dan pengawasan seorang dosen pembimbing. Setiap kelompok mengadakan pengajaran mikro bersama dosen pembimbing dalam satu minggu sekali pada hari yang telah disepakati bersama dan melakukan pengajaran mikro selama 15-20 menit tiap penampilan.

Praktik Pembelajaran Mikro atau *microteaching* meliputi:

- a. Praktik menyusun perangkat pembelajaran berupa Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan media pembelajaran.
- b. Praktik membuka pelajaran.
- c. Praktik mengajar dengan metode yang dianggap sesuai dengan materi yang disampaikan.
- d. Praktik menyampaikan materi (teori dan praktik).
- e. Teknik bertanya kepada peserta didik.
- f. Teknik menjawab pertanyaan peserta didik.
- g. Praktik penguasaan atau pengelolaan kelas.
- h. Praktik menggunakan media pembelajaran yang sesuai dengan materi yang disampaikan
- i. Praktik menutup pelajaran.

Selama praktik mengajar, mahasiswa lain bertindak sebagai siswa, pengawas maupun komponen lain di dalam kelas. Selama rekannya melakukan kegiatan pengajaran, mahasiswa yang lain aktif dalam kegiatan pembelajaran tersebut sesuai dengan perannya. Setelah selesai dengan penampilannya, mahasiswa lain pun melakukan penilaian terhadap kinerja teman yang sedang tampil di depan kelas. Penilaian dilakukan dengan memberikan komentar terhadap penampilan yang telah dilakukan.

Dosen pendamping memberikan pengarahan dan koreksi terhadap penampilan dari mahasiswa tersebut. Kesalahan, kekurangan, maupun kelebihan disampaikan oleh dosen pembimbing sebagai wacana untuk melakukan perbaikan untuk penampilan mahasiswa selanjutnya.

## **2. Pembekalan PPL**

Pembekalan PPL dilakukan dengan tujuan agar mahasiswa memiliki bekal pengetahuan dan keterampilan dalam melaksanakan program PPL di sekolah. Kegiatan ini sangat bermanfaat bagi mahasiswa PPL karena dapat memberikan gambaran tentang pelaksanaan pendidikan yang relevan dengan kebijakan-kebijakan baru di bidang pendidikan dan materi yang terkait dengan program PPL.

### 3. Observasi

Observasi dilaksanakan bersamaan dengan penerjunan observasi oleh Dosen Pembimbing Lapangan dan pembelajaran mikro, sehingga hasil observasi dapat direalisasikan langsung ketika melaksanakan pembelajaran mikro.

#### a. Observasi Kondisi Sekolah

Kegiatan observasi berupa pengamatan langsung, wawancara dan kegiatan lain yang dilakukan di luar dan di dalam kelas. Kegiatan ini dilakukan dua tahap yaitu pada saat pengambilan mata kuliah Pengajaran Mikro, yang salah satu tugasnya adalah observasi ke sekolah dan pada saat minggu pertama sebelum pelaksanaan PPL/Magang III. Aspek yang diamati antara lain, kondisi fisik sekolah, potensi siswa, laboratorium, bimbingan konseling, bimbingan belajar, kegiatan ekstra, OSIS, UKS, administrasi karyawan dan sekolah, karya tulis ilmiah remaja dan guru, koperasi siswa, tempat ibadah, serta kesehatan lingkungan. Hasil observasi tahap satu didiskusikan dengan pembimbing dan dijadikan bahan perkuliahan pada pengajaran mikro saat kuliah berlangsung sehingga mahasiswa mampu mengerti dan paham dengan apa yang terjadi di lingkungan sekolah tersebut. Kemudian yang terpenting adalah mahasiswa mampu menyiapkan diri untuk menghadapi masalah yang berbeda-beda.

#### b. Observasi Pembelajaran di Kelas dan Peserta Didik

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan, mahasiswa mendapat gambaran utuh tentang pelaksanaan proses pembelajaran yang berlangsung di kelas. Beberapa hal yang diamati dalam observasi proses belajar mengajar meliputi:

#### 3) Perangkat Pembelajaran

Kurikulum yang digunakan di SMK N 2 Depok merupakan Kurikulum 2013. Perangkat pembelajaran guru berisi satuan acara pembelajaran, kalender akademik, program tahunan, program semester, alokasi waktu efektif, silabus, RPP, analisis materi pembelajaran dan evaluasi.

#### 4) Proses pembelajaran

##### a) Membuka Pelajaran

Pelajaran dibuka dengan salam doa, dan menyanyikan lagu “Indonesia Raya” kemudian dilanjutkan dengan apersepsi.

##### b) Penyajian Materi

Guru menyampaikan materi berpedoman pada buku, materi ajar, dan modul.

##### c) Metode Pembelajaran

Pendekatan yang digunakan mengacu pada Kurikulum 2013 yaitu Saintifik. Sedangkan metode yang digunakan meliputi menyampaikan informasi (ceramah), tanya jawab, dan demonstrasi.

d) Penggunaan Bahasa

Bahasa yang digunakan yaitu Bahasa Indonesia baku, namun kadang tidak baku (bercampur Bahasa Jawa).

e) Penggunaan Waktu

Guru menggunakan waktu secara tepat yaitu 4 x 45 menit setiap pertemuan, pada hari senin waktu terpotong upacara dan *briefing* guru sehingga menjadi 4 x 35 menit.

f) Gerak

Gerak guru ke dalam kelas adalah aktif (menyeluruh ke semua area kelas).

g) Cara Memotivasi Siswa

Dalam KBM di kelas, untuk memotivasi siswa digunakan cara dengan memberikan penghargaan pada siswa yang aktif, bagi siswa kurang memperhatikan diberi nasihat, dan ketika siswa mulai jenuh guru memberikan selingan pokok pembahasan agar siswa fokus dalam pembelajaran lagi.

h) Teknik Bertanya

Teknik bertanya yang digunakan guru kepada siswa yaitu setelah selesai diberi penjelasan, guru menanyakan kejelasan siswa secara langsung. Di samping itu juga diberikan soal-soal *post test* untuk mengetahui tingkat pemahaman siswa tentang materi yang telah disampaikan.

i) Teknik Penguasaan Kelas

Guru bersikap tanggap, baik, dan memberikan petunjuk yang jelas, sehingga kegaduhan yang dilakukan siswa dapat segera diatasi.

j) Penggunaan Media

Media yang digunakan dalam KBM ini adalah papan tulis, kapur, *whiteboard* dan *LCD projector*. Pada penggunaan *proyektor* media yang ditampilkan masih file modul belum menggunakan *power point* sehingga siswa mudah jenuh.

k) Bentuk dan Cara Evaluasi

Untuk mengetahui tingkat pemahaman siswa, evaluasi yang dilakukan berupa tes tulis dan tes praktik/unjuk kerja.

l) Menutup Pelajaran

Pelajaran ditutup dengan menyimpulkan materi yang telah disampaikan dan pemberitahuan tentang bahasan materi pada pertemuan selanjutnya.

5) Perilaku Siswa

- a) Perilaku siswa di dalam kelas, Perilaku tergolong tenang dan memperhatikan penjelasan guru.
- b) Perilaku siswa di luar kelas, Kebanyakan siswa mengikuti berbagai ekstrakurikuler yang ada di jurusan maupun sekolah.

## **B. Pelaksanaan Kegiatan PPL**

Berikut ini merupakan pelaksanaan kegiatan PPL yang ada di SNK N 2

Depok Sleman:

### **1. Kegiatan Praktik Mengajar**

Pelaksanaan kegiatan PPL/Magang III, praktikan mendapat tugas untuk mengajar kelas XI TAV mata pelajaran Perekayasaan Sistem Audio. Materi yang disampaikan sesuai dengan silabus dan susunan program pendidikan dan pelatihan keahlian masing-masing Rencana Pelaksanaan Pembelajaran. Kegiatan praktik mengajar dimulai dari tanggal 15 Juli – 15 September 2016.

Berdasarkan jadwal, alokasi waktu yang diberikan untuk mata pelajaran Perekayasaan Sistem Audio kelas XI adalah 4 jam pelajaran. Selama rentang waktu tersebut 40% untuk menjelaskan materi, 30% untuk praktik mandiri, dan 30% untuk diskusi, tanya jawab, serta evaluasi.

Setiap awal proses pembelajaran diawali dengan berdoa. Selanjutnya gurur akan membuka pembelajaran dengan salam dan melakukan presensi. Kemudian dilanjutkan dengan apersepsi yaitu memberikan pertanyaan untuk mengulas dan mengingat materi pelajaran yang sebelumnya atau menyampaikan kebermanfaatan materi yang akan dipelajari. Selain itu juga memberikan motivasi agar siswa tertarik dengan materi yang dipelajari. Dalam setiap kegiatan belajar mengajar diberikan materi pengantar, lalu dibuka forum diskusi dan tanya jawab agar terjadi interaksi dan komunikasi dua arah antar guru dan peserta didik.

Pada saat pelaksanaan praktik mengajar hal yang sering menjadi kendala adalah ada siswa yang kurang memperhatikan dalam KBM. Hal ini menjadi tugas guru dalam mengendalikan kondisi kelas. Oleh karena itu ada beberapa hal yang dilakukan meliputi memberikan pengertian secara halus yang kemudian memberikan motivasi yang membangun karakter. Selain itu juga dapat memberikan beberapa candaan agar siswa tidak jenuh dalam mengikuti KBM dan dapat berkonsentrasi kembali.

Mahasiswa memiliki agenda mengajar khususnya pada mata pelajaran Perencanaan Sistem Audio. Berikut merupakan agenda mengajar yang dilakukan mahasiswa selama kegiatan PPL/Magang III yaitu:

Tabel 1 Kegiatan mengajar di SMK N 2 Depok Sleman

No	Hari, Tanggal	Kelas	Materi	Hasil
1	Rabu, 27 Juli 2016 Jam 1 - 4	XI TAV	Perkenalan Silabus	Siswa dapat mengetahui kisi-kisi materi yang akan dipelajari di semester ini
2	Rabu, 3 Agustus 2016 Jam 1 - 4	XI TAV	Gelombang Suara dan sistem akustik ruang	Siswa dapat memahami tentang gelombang suara dan karakteristiknya
3	Rabu, 10 Agustus 2016 Jam 1 - 4	XI TAV	<i>Psikoakustik</i> Anatomi telinga manusia	Siswa dapat memahami anatomy dan fungsi telinga manusia serta interaksinya dengan suara
4	Rabu, 24 Agustus 2016 Jam 1 - 4	XI TAV	Praktik Gelombang Suara dan sistem akustik ruang	Siswa dapat mengukur gelombang suara dan memahami karakteristik gelombang suara
5	Rabu, 31 September 2016 Jam 1 - 4	XI TAV	Praktik <i>Psikoakustik</i>	Siswa dapat mengukur dan memahami gelombang suara beserta noise pada lingkungan
6	Rabu, 7 September 2016 Jam 1 - 4	XI TAV	Akustik ruang kecil	Siswa dapat merancang sistem akustik ruang kecil

7	Rabu, 14 September 2016 Jam 1 - 4	XI TAV	Evaluasi Teori	Evaluasi berupa ulangan harian dengan soal 30 pilihan ganda dan 4 esai dengan materi gelombang suara, anatomi telinga, dan akustik ruang kecil
8	Rabu, 21 September 2016 Jam 1 - 4	XI TAV	Macam-macam tipe mikrofon pada sistem akustik	Siswa dapat memahami prinsip kerja pada macam-macam mikrofon sistem akustik

## 2. Metode

Metode adalah suatu prosedur untuk mencapai tujuan yang efektif dan efisien. Metode mengajar adalah suatu cara untuk mempermudah siswa mencapai tujuan belajar atau prestasi belajar. Metode mengajar bersifat prosedural dan merupakan rencana menyeluruh yang berhubungan dengan penyajian materi pelajaran. Masing-masing metode mengajar mempunyai kebaikan dan keburukan, sehingga metode mengajar yang dipilih memainkan peranan utama dalam meningkatkan prestasi belajar siswa. Metode mengajar yang dipilih disesuaikan dengan tujuan belajar dan materi pelajaran yang akan diajarkan. Jadi metode mengajar bukanlah merupakan tujuan, melainkan cara untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan.

Metode yang digunakan selama kegiatan praktik mengajar adalah penyampaian materi dengan menggunakan metode ceramah atau menerangkan dengan menggunakan media papan tulis dan media pembelajaran, materi tertulis atau lisan, diskusi (tanya-jawab), memberikan motivasi-motivasi serta membagikan beberapa pengalaman.

## 3. Media Pembelajaran

Penggunaan media merupakan salah satu komponen penting dalam proses pembelajaran. Penggunaan media yang menarik, diharapkan dapat membuat siswa tidak bosan dalam mengikuti kegiatan belajar mengajar. Media yang digunakan untuk mendukung proses pembelajaran di dalam kelas SMK Negeri 2 Depok Sleman sudah cukup mendukung yaitu dengan adanya proyektor

di kelas. Pembangunan terus dilakukan untuk perbaikan dan perawatan fasilitas di SMK Negeri 2 Depok Sleman. Adapun beberapa media yang digunakan mahasiswa yaitu power point, video, gambar.

#### 4. Evaluasi Pembelajaran

Evaluasi adalah proses penimbangan yang diberikan kepada nilai materi ataupun metode tertentu untuk tujuan atau maksud tertentu. Sedangkan penilaian adalah proses pengumpulan dan pengolahan informasi untuk mengukur hasil belajar peserta didik (PP 19 Tahun 2005), pasal 1). Penimbangan tersebut bersifat kualitatif maupun kuantitatif dengan maksud untuk memeriksa seberapa jauh materi atau metode tersebut dapat memenuhi tolak ukur yang telah ditetapkan..

Evaluasi pembelajaran yang digunakan dengan memberikan ujian tulis. Ujian tersebut diberikan untuk mengetahui seberapa jauh materi yang dapat dipahami oleh siswa. Evaluasi sebagai umpan balik dalam kegiatan belajar mengajar yang menjadikan motivasi dan koreksi terhadap kemampuan siswa dalam menerima pelajaran yang diberikan.

#### 5. Kegiatan Ektrakurikuler Pelatihan Arduino

Kegiatan ini dilaksanakan setelah jam pelajaran dengan alokasi waktu 2 jam. Ektrakurikuler diawali dengan berdoa bersama. Instruktur memberikan pengantar mengenai materi pelatihan ini. Kemudian peserta dapat langsung melakukan praktik sesuai jobsheet. Pelatihan ini dilaksanakan selama 3 kali pertemuan. Berikut ini merupakan tabel pelaksanaan ektrakurikuler pelatihan arduino.

Tabel 2 Pelaksanaan Ektrakurikuler Pelatihan Arduino

No	Hari, Tanggal	Kelas	Materi	Hasil
1	Kamis, 4 Agustus 2016 Jam 9 – 10	XI TAV	Akses IO Arduino	Siswa dapat mengakses <i>port</i> IO pada Arduino
2	Kamis, 11 Agustus 2016 Jam 9 – 10	XI TAV	Akses Sensor	Siswa dapat memahami cara mengakses sensor menggunakan Arduino
3	Kamis, 18 Agustus 2016 Jam 9 – 10	XI TAV	Pemantapan Pemrograman Bahasa C	Siswa dapat memahami algoritma pemecahan program

				menggunakan bahasa C
--	--	--	--	-------------------------

## 6. Evaluasi Pembelajaran

Evaluasi adalah proses penimbangan yang diberikan kepada nilai materi ataupun metode tertentu untuk tujuan atau maksud tertentu. Sedangkan penilaian adalah proses pengumpulan dan pengolahan informasi untuk mengukur hasil belajar peserta didik (PP 19 Tahun 2005), pasal 1). Penimbangan tersebut bersifat kualitatif maupun kuantitatif dengan maksud untuk memeriksa seberapa jauh materi atau metode tersebut dapat memenuhi tolak ukur yang telah ditetapkan.

Evaluasi pembelajaran yang digunakan dengan memberikan ujian tulis. Ujian tersebut diberikan untuk mengetahui seberapa jauh materi yang dapat dipahami oleh siswa. Evaluasi sebagai umpan balik dalam kegiatan belajar mengajar yang menjadikan motivasi dan koreksi terhadap kemampuan siswa dalam menerima pelajaran yang diberikan.

Buan analisis daya serap.

## C. Analisis Hasil Pelaksanaan dan Refleksi

Secara umum mahasiswa PPL/Magang III dapat melaksanakan tugas dengan baik sesuai dengan matriks program PPL yang dibuat dan mendapat pengalaman untuk menjadi guru yang baik dengan bimbingan guru pembimbing di sekolah. Akan tetapi dalam pelaksanaannya tidak lepas dari hambatan-hambatan, baik karena faktor internal maupun faktor eksternal. Adapun hambatan yang dialami selama kegiatan PPL yaitu sebagai berikut:

### 1. Hambatan PPL/Magang III

#### a. Hambatan Saat Menyiapkan Perangkat Kerja Guru

Hambatan saat menyiapkan Perangkat Kerja Guru antara lain disebabkan karena praktikan kurang memahami tentang keperluan apa saja yang harus dimiliki oleh guru. Selama *microteaching* memang mahasiswa diwajibkan untuk membuat RPP, namun kenyataannya selain itu ada kelengkapan-kelengkapan lain seperti alokasi pembuatan alokasi waktu, rencana program tahunan, rencana program semester, dan perangkat guru lainnya .

Solusi yang dilakukan adalah melakukan konsultasi dengan guru pembimbing. Guru pembimbing akan memberikan sedikit contoh penyusunan kelengkapan Perangkat Kerja Guru dan mahasiswa melanjutkan

menyusun kelengkapan tersebut. Jika telah selesai maka mahasiswa kembali konsultasi dengan guru pembimbing. Solusi lain yaitu dengan melihat contoh-contoh yang telah ada.

b. Hambatan Saat Praktik Mengajar

Hambatan yang terjadi dikarenakan dalam kelas XI TAV memiliki komposisi 10 siswa laki-laki dan 22 siswa perempuan. Hal ini menyebabkan dalam pembelajaran praktik siswa laki-laki lebih dominan dan siswa perempuan kurang.

Solusi yang dilakukan adalah melakukan konsultasi dengan guru pembimbing. Guru pembimbing memberikan pengarahan untuk selalu mengacak kelompok praktik, hal ini bertujuan untuk mengkombinasikan tingkat kemampuan yang dimiliki siswa. Selain itu juga untuk siswa yang pandai bisa mengajarkan kepada yang kurang pandai.

## **BAB III**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Dari Praktik Pengalaman Lapangan ini mahasiswa memperoleh banyak sekali ilmu dan pengetahuan tentang dunia pendidikan. Adapun hal tersebut adalah sebagai berikut:

1. Memberikan gambaran jelas mengenai dunia pendidikan terutama SMK sehingga dapat membantu mematangkan ilmu yang sudah didapatkan di bangku kuliah.
2. Memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengetahui secara lebih dekat aktivitas dan permasalahan pendidikan yang terjadi dan membantu memberikan andil bagi mahasiswa dalam memecahkan permasalahan yang terjadi.
3. Mendewasakan cara berfikir dan meningkatkan daya penalaran mahasiswa dalam melakukan pemahaman, perumusan, dan pemecahan masalah yang berkaitan dengan dunia kependidikan baik itu di kelas maupun di luar kelas.
4. Menumbuhkan sikap dan kepribadian yang baik sebagai calon pendidik, serta melatih kedisiplinan dalam melaksanakan tugas dan tanggung jawab.

Setelah melaksanakan kegiatan PPL/Magang III di SMK N 2 Depok Sleman dapat ditarik kesimpulan bawah kegiatan ini membantu peningkatan kualitas pendidikan di Indonesia, terutama bagi calon pendidik dan tenaga kependidikan. Dari kegiatan ini bibit-bibit guru yang baik dapat tumbuh dan berkembang yang kelak akan mempunyai peran sendiri-sendiri, ketika memilih berprofesi sebagai guru. Menjalani memposisikan sebagai seorang guru ternyata tidaklah semudah yang kami bayangkan, karena ada tantangan tersendiri.

#### **B. Saran**

Pelaksanaan program PPL/Magang III tidak hanya untuk kepentingan mahasiswa saja. Akan tetapi program PPL/Magang III merupakan kepentingan semua pihak yaitu antara pihak penyelenggaran (UNY), pihak sekolah, dan mahasiswa PPL.

1. Pihak Universitas Negeri Yogyakarta
  - a. Pembekalan yang cukup sangatlah penting demi tercapainya keberhasilan PPL dari pihak mahasiswa, UNY, maupun sekolah. Oleh karena itu perlu pembekalan yang lebih dan terbaru karena perkembangan dunia pendidikan

semakin pesat. Ditambah lagi dengan memperhatikan kesibukan mahasiswa seperti bebarengan dengan program KKN.

- b. Keberhasilan pelaksanaan PPL merupakan tanggung jawab bersama antara mahasiswa praktikan, sekolah tempat praktik, maupun pihak universitas dan semua pihak yang bersangkutan. Oleh karena itu dalam upaya meningkatkan kualitas PPL ini sebaiknya diperlukan adanya kerjasama yang baik antara semua komponen yang terlibat di dalamnya. Hal ini dimaksudkan agar adanya peningkatan peran dan fungsi masing-masing komponen.

## 2. Pihak Sekolah

- a. Dalam upaya peningkatan kualitas PPL, kiranya perlu adanya suatu rancangan program untuk mengoptimalkan fungsi dan peran mahasiswa praktikan bagi pengembangan dan fungsi masing-masing komponen
- b. Pemberdayaan mengenai mahasiswa PPL perlu direncanakan supaya dari pihak sekolah maupun mahasiswa tidak ada yang dirugikan dan dapat menjadi sinergi yang menguntungkan bersama

## 3. Pihak Mahasiswa PPL

- a. Harus pandai dalam membagi waktu karena bersamaan juga dengan adanya KKN sehingga perlu manajemen waktu yang baik
- b. Hendaknya mahasiswa benar-benar mempersiapkan diri dengan baik sebelum melaksanakan kegiatan PPL
- c. Mahasiswa perlu menyiapkan media pembelajaran yang dapat diterapkan tanpa tergantung fasilitas LCD proyektor dan internet
- d. Perlu penguasaan materi yang mendalam sehingga apapun pertanyaan siswa yang berkaitan dengan materi pokok dapat terjawab dengan baik
- e. Menjaga nama baik almamater, dan juga sekolah tempat praktik mengajar

# LAMPIRAN







**MATRIKS RENCANA PROGRAM KERJA PPL**  
**SMK N 2 DEPOK SLEMAN YOGYAKARTA**  
 Mrican Caturtunggal Depok Sleman  
 Yogyakarta

F01
untuk mahasiswa

No	Program/Kegiatan PPL	Juni				Juli					Agustus					September					Jumlah Jam
		Jumlah Jam/Minggu				Jumlah Jam/Minggu					Jumlah Jam/Minggu					Jumlah Jam/Minggu					
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	
1	<b>Penerimaan Peserta Didik Baru (PPDB)</b>																				
	a. Persiapan				7																7
	b. Pelaksanaan				24																24
	c. Evaluasi dan tindak lanjut																				
	<b>Jumlah</b>																				<b>31</b>
2	<b>Masa Pengenalan Lingkungan Sekolah (MPLS)</b>																				
	a. Persiapan																				
	b. Pelaksanaan								21												21
	c. Evaluasi dan tindak lanjut																				
	<b>Jumlah</b>																				<b>21</b>
3	<b>Upacara Bendera Hari Senin</b>																				
	a. Pelaksanaan & Breafing								1	1	1	1	1	1		1	1	1			9
	<b>Jumlah</b>																				<b>9</b>
4	<b>Observasi Kelas</b>																				
	a. Persiapan	1																			1
	b. Pelaksanaan	3																			3
	c. Evaluasi dan tindak lanjut	2																			2
	<b>Jumlah</b>																				<b>6</b>
5	<b>Penyusunan RPP</b>																				
	a. Persiapan								7												7
	b. Pelaksanaan								3	3	3	3	3	3		3	3	3			27
	c. Evaluasi dan tindak lanjut								1					1		1					3
	<b>Jumlah</b>																				<b>37</b>
6	<b>Pelaksanaan Praktik Mengajar</b>																				
	a. Persiapan									1	1	1	1	1		1	1	1			8
	b. Pelaksanaan									4	4	4	4	4		4	4	4			32
	c. Evaluasi dan tindak lanjut									2	2	2	2	2		2	2	2			16
	<b>Jumlah</b>																				<b>56</b>
7	<b>Konsultasi Pelaksanaan</b>																				



**RENCANA PROGRAM TAHUNAN**

Tahun Pembelajaran 2016/2017

F/751/WKS1/18  
11-07-2011

Kompetensi Keahlian : Teknik Audio Video  
Mata Pelajaran : Perancangan Sistem Audio

SEMESTER	Kompetensi Dasar	Alokasi Waktu (Jam)	Keterangan
Gasal	3.1. Memahami gelombang suara dan sistem akustik ruang	1x4	
	4.1. Mengukur gelombang suara dan dimensi sistem akustik ruang	1x4	
	3.2. Memahami psikoakustik anatomi telinga manusia	1x4	
	4.2. Mendimensikan ambang batas daerah dengar telinga manusia	1x4	
	3.3. Merencana sistem akustik ruang kecil	1x4	
	4.3. Merencana sistem akustik suara untuk keperluan ruang kecil	1x4	
	3.4. Menerapkan instalasi macam-macam tipe mikrofon pada sistem akustik	1x4	
	4.4. Menguji mikrofon pada sistem akustik pada posisi dengan level sumber bunyi yang berbeda-beda	1x4	
	3.5. Merencana rangkaian penguat depan audio (universal pre-amplifier)	2x4	
	4.5. Mengukur rangkaian penguat depan audio (universal pre-amplifier)	2x4	
Genap	3.6. Merencana rangkaian pengatur nada (tone control) penguat audio	1x4	
	4.6. Mengukur rangkaian pengatur nada (tone control) penguat audio	2x4	
	3.7. Merencana rangkaian pencampur (mixer) audio	1x4	
	4.7. Mengukur rangkaian pencampur (mixer) audio	2x4	
	3.8. Merencana rangkaian penguat daya audio (power amplifier)	1x4	
	4.8. Mengukur rangkaian penguat daya, VU-meter & protektor	2x4	
	3.9. Merencana rangkaian proteksi loudspeaker, muting, limiter dan indikator sistem audio	1x4	
	4.9. Menguji rangkaian proteksi loudspeaker, muting, limiter dan indikator sistem audio	2x4	

Mengetahui,  
Guru Pembimbing

Depok, 25 Juli 2016  
Mahasiswa PPL

Dra. Endang Setyowulan  
NIP 19580625 198203 2 001

Nuzul Fauzan Mustova  
NIM 13502241034

## Akustik Ruang Kecil

### 1. Difraksi

Difraksi adalah ketika gelombang yang berjalan melalui lubang kecil dan menyebar keluar. Gelombang ini merambat ke luar dengan karakteristik kecepatan gelombang. Gelombang yang dipancarkan oleh semua titik pada muka gelombang saling beradu satu sama lain untuk menghasilkan gelombang berjalan. Prinsip Huygens juga berlaku untuk gelombang elektromagnetik. Misalnya, jika kita berteriak di sebelah dinding, suara akan paralel ke dinding. Dinding mungkin diam, tapi suara itu tidak; suara akan mengarah ke setiap sudut dinding. Ini adalah difraksi.

### 2. Refleksi

Refleksi adalah ketika gelombang, baik fisik maupun elektromagnetik, memantul dari permukaan dan kembali ke sumbernya. Sebuah cermin memantulkan gambar objeknya. Gelombang refleksi terjadi pada saat sebuah gelombang yang merambat dalam suatu media sampai di bidang batas medium tersebut dengan media lainnya. Dengan demikian, pemantulan (refleksi) sebuah gelombang adalah bidang batas antara dua medium yang berbeda. Contoh lainnya adalah pemantulan gelombang pada tali. Pada saat gelombang tali sampai di ujung tali (batas antara tali dan medium lain), maka gelombang tersebut akan dipantulkan kembali ke dalam tali itu

### 3. Refraksi

Refraksi adalah peristiwa pembelokan arah perambatan suatu gelombang, baik fisik maupun elektromagnetik. Hal ini dapat terjadi jika gelombang tersebut melewati bidang batas dua medium yang memiliki indeks bias yang berbeda. Indeks bias menyatakan kerapatan suatu medium. Misalnya cahaya merambat dari udara ke air sehingga arah perambatannya akan mengalami pembelokan

### 4. Gema

Dalam pemrosesan sinyal audio dan [akustik](#), **gema** adalah pemantulan [bunyi](#) yang diterima oleh pendengar beberapa saat setelah bunyi langsung. Contohnya adalah gema yang dihasilkan oleh dasar suatu sumur, suatu bangunan, atau pada suatu ruangan, oleh dinding. Jeda waktu diterimanya gema sebanding dengan jarak dibagi dengan kecepatan suara. Fenomena gema dimanfaatkan pada [radar](#).

Telinga manusia tidak dapat membedakan gema dengan suara asli jika jeda waktu lebih kecil dari 1/10 detik. Karenanya, untuk dapat menghasilkan gema yang dapat didengar dengan jelas oleh sumber suara, dinding pantulan minimum harus berjarak sekitar 16,2 meter dari sumber suara tersebut, gema yang terjadi dengan jarak dibawah pantulan minimum tersebut, biasa disebut dengan *gaung*

#### 5. Difusi

Difusi atau difus adalah gejala terjadinya pemantulan yang menyebar, karena gelombang bunyi menerpa permukaan yang tidak rata. Gejala ini dipakai untuk menghilangkan terjadinya flutter echoes atau pemantulanberulang-ulang ketika bunyi memantul mengikuti hukum sudut pantul = sudut datang.

#### 6. Absorpsi

Ada empat tipe bahan atau material yang paling sering digunakan untuk mengontrol gangguan yang timbul karena adanya cacat akustik. Empat tipe bahan itu adalah Absorber, isolator, isolator vibrasi, dan damping. Namun di makalah ini hanya akan dibahas mengenai bahan untuk absorpsi.

Bahan absorpsi secara umum berfungsi untuk menyerap energi suara dengan tujuan menyeimbangkan reverberation time, menyerap gangguan yang tidak diinginkan, menghilangkan rentang frekuensi tertentu dan fungsi lainnya. Selain menambah kualitas akustik di suatu ruangan, aspek kenyamanan dan kesesuaian dengan komponen lain, misalnya pencahayaan, arsitek, dan lainnya, harus diperhatikan juga.

Setiap bahan absorpsi mempunyai koefisien absorpsi yang berbeda beda. Koefisien absorpsi suara suatu bahan didefinisikan sebagai perbandingan antara energi akustik yang diserap dengan energi akustik yang datang menimpa bahan tersebut. Koefisien absorpsi suara suatu bahan dapat dihitung dengan menggunakan formula.

Dengan :

$\alpha$ =Koefisien absorpsi suara

$I_a$ = Intensitas suara yang diserap ( $W/m^2$ )

$I_i$ = Intensitas suara yang datang ( $W/m^2$ )

Intensitas mempunyai energi yang dibawa. Semakin banyak intensitas yang dibawa, semakin banyak energi yang dibawa. Koefisien absorpsi sudah pasti kurang dari 1. Oleh karena itu, sudah dipastikan ada energi yang hilang. Energi yang hilang menjadi energi panas dalam kasus ini.

Berikut ini adalah koefisien absorpsi beberapa bahan dasar:

Material	Fekuensi					
Fibrous glass	12 5	25 0	50 0	10 00	20 00	40 00
( typically 4 lb/cu ft ) hard backing						
1 inch thick	0. 07	0. 23	0. 48	0.8 3	0.8 8	0.8 0
2 inches	0. 2	0. 55	0. 89	0.9 7	0.8 3	0.7 9
4 inches thick	0. 39	0. 91	0. 99	0.9 7	0.9 4	0.8 9
Polyurethane foam (open cell)						
1/4-inch thick	0. 05	0. 07	0. 1	0.2	0.4 5	0.8 1
1/2-inch thick	0. 05	0. 12	0. 25	0.5 7	0.8 9	0.9 8
1 inch thick	0. 14	0. 3	0. 63	0.9 1	0.9 8	0.9 1
2 inches thick	0. 35	0. 51	0. 82	0.9 8	0.9 7	0.9 5
Hairfelt						
1/2-inch thick	0. 05	0. 07	0. 29	0.6 3	0.8 3	0.8 7
1 inch thick	0. 06	0. 31	0. 8	0.8 8	0.8 7	0.8 7

Pada umumnya untuk memenuhi kebutuhan absorpsi ada tiga bahan yang digunakan, di antara 3 bahan itu adalah:

1. Porous

Porous ini berfungsi sebagai penyerap energi suara menjadi energi lain. Jadi ada energi suara yang diubah menjadi energi panas, dan hal ini mengakibatkan suara yang dipantulkan menjadi berkurang.

Di antara karakteristik bahan untuk absorpsi adalah:

1. Pada frekuensi rendah  $\alpha$  Kecil
2. Makin tinggi frekuensi  $\alpha$  Makin besar, atau dengan
3. Makin tebal bahan,  $\alpha$  Makin besar
4. Pengecatan akan mengurangi nilai  $\alpha$
5. Rongga udara akan memperbesar nilai  $\alpha$

Material porous yang biasa dikomersilkan bisa dibagi menjadi 3:

a. Unit akustik yang siap pasang (Prefabricated acoustical Unit)

Di pasaran sudah ada berbagai macam material akustik yang siap pasang atau siap rakit, material bisa berupa panel yang berlubang, atau texture atau yang lainnya. Bisa dipasang dengan beberapa cara, salah satunya dengan menyemen dengan dinding, menempelkan dengan baut ke dinding kayu atau cara lainnya.

Kelebihan dengan unit akustik yang siap pasang di antaranya adalah:

1. Dijamin kualitas absorpsi oleh industri pembuatnya
2. Pemasangan dan perawatan relatif lebih mudah dan lebih murah
3. Bisa dihias tanpa memberi efek yang besar terhadap kemampuan absorpsinya.
4. Apabila digunakan di langit-langit bisa diintegrasikan dengan keperluan dari pencahayaan, pemanasan atau pendinginan,.
5. Jika dipasang secara tepat, kemampuan absorpsi bisa meningkat sehingga menghasilkan keuntungan

Kesulitan ketika memasang material akustik jenis ini adalah:

1. Sulit menyatukan antara dua unit yang berbatasan
2. Secara umum mempunyai struktur yang lunak sehingga rentan akan kerusakan mekanik jika dipasang di bagian bawah dinding.
3. Jika menggunakan cat untuk mengecat bahan ini akan mengurangi kemampuan absorpsi dari bahan.

b. Plaster akustik dan material akustik yang disemprotkan

Penggunaan material akustik jenis ini ditujukan untuk mengurangi noise. Selain itu, juga bisa dikarenakan bentuk bangunan yang berbentuk kurva atau bentuknya yang tidak biasa sehingga tidak bisa dipasang material absorpsi dengan cara yang biasa.

Efisiensinya bagus pada frekuensi tinggi, tetapi hal ini terkadang dipengaruhi oleh berbagai faktor pada waktu pemasangan, misal ketebalan dan lain-lain.

Kesulitan menggunakan material ini adalah kerentanan terhadap kerusakan ketika dilakukan dekorasi ulang terhadap ruangnya.

c. Selimut akustik (Isolation Blanket)

Selimut akustik biasanya dibentuk dari wool, fiber gelas, dan lain-lain.

Biasanya dipakai untuk memvariasikan ketebalan material akustik di antara (25 sampai 125 mm). Kemampuan absorpsi meningkat seiring dengan ketebalan yang dimiliki oleh selimut.

d. Karpet dan serat

Sebagai tambahan saja bahwa pemasangan karpet dan serat juga ikut berperan untuk menyerap energi suara.

Di Indonesia, ada juga yang sedang dikembangkan untuk bahan alternatif seperti misalnya serabut kelapa.

2. Panel Absorpsi

Cara kerja panel absorpsi menyerap energi getaran dengan cara meneruskan energi suara yang bisa menembus medium lalu terusan energi suara itu diubah ke energi panas. Pengubahan ke energi panas melalui getaran lendutan (*flexural vibration*).

Panel absorpsi sering kali merupakan suatu absorber yang efisien untuk frekuensi bawah. Dengan pemilihan bahan yang tepat, panel absorpsi bisa menyeragamkan reverberation time di seluruh frekuensi. Salah satu fungsi penyerapan suara pada frekuensi rendah bisa dilakukan dengan cara memasang panel absorpsi dengan memberi ruang kosong antara panel dengan dinding.

Salah satu kelebihan dari panel absorpsi adalah tahan dari abrasi dan lebih tahan lama dalam pemakaian. Karena kelebihan inilah, panel absorpsi sering dipakai di bagian bawah dinding ruangan.

Ada beberapa macam panel absorpsi yang didasarkan pada cara menempelnya di tembok

a. Panel langsung menempel pada tembok

- b. Rongga antara panel dan tembok kosong
- c. Rongga antara panel dan tembok berisi glaswool

3. Rongga (cavity atau Helmholtz) Resonator

Bahan yang ketiga adalah resonator. Resonator berupa sesuatu yang dilampirkan ke dinding aslinya yang di dalamnya terdiri dari “pengurung udara” yang punya keluaran yang sempit (sering disebut sebagai leher) yang merupakan tempat berjalannya gelombang suara.

Rongga resonator disebut juga sebagai Helmholtz resonator. Hal ini dikarenakan desainnya merupakan hasil kreasi dari seorang fisikawan Hermann Von Helmholtz (1821-1894) yang berasal dari Jerman. Dia menurunkan desain ini untuk mempelajari konten nada dari suatu suara yang kompleks.

Kunci dari cara bekerja resonator sebagai material untuk absorpsi terletak pada “leher”nya.

Cavity resonator mengabsorpsi maksimum energi suara di bagian yang sempit pada jalur frekuensi rendah.

Cavity resonator dapat diaplikasikan sebagai:

- a. Unit yang berdiri sendiri
- b. Lubang lubang pada panel resonator
- c. Celah resonator

4. Space Absorber atau functional absorber

Selain ketiga bahan di atas, ada juga absorber yang lain yang diluar ketiga kategori di atas tapi masih digunakan untuk menyelesaikan permasalahan akustik yang membutuhkan penyelesaian dengan absorber, baik yang bersifat sementara maupun permanen.

Salah satunya adalah space absorber, space absorber dipakai ketika suatu bangunan atau daerah membutuhkan perlakuan penyelesaian masalah akustik, tetapi bangunan atau daerahnya tidak memungkinkan untuk diperlakukan perlakuan itu.

*Space absorber* atau *functional absorber* ini mudah dipasang dan dilepas tanpa merusak atau mengubah suatu bentuk di ruangan atau daerah tersebut.

Space absorber dipasang dengan cara menggantungkan di langit-langit.

5. *Variable Absorber*

Terkadang suatu ruangan membutuhkan tidak hanya satu macam waktu dengung (*reverberation time*), akan tetapi juga beberapa waktu dengung yang lain yang mungkin

dibutuhkan untuk keperluan yang berbeda. Hal ini tidak bisa dipenuhi oleh pemasangan material secara konvensional.

Sudah dikembangkan di studio untuk memenuhi keperluan ini, dengan memasang panel-panel yang bisa digerakkan sesuai kebutuhan. Menggerakkannya bisa dengan cara menggeser, memutar, atau bisa bongkar pasang dengan cepat.

Untuk membuat suatu variable absorber, diharapkan pembuatannya benar-benar menghasilkan perubahan yang signifikan sesuai dengan kebutuhan, minimal 20 %. Hal ini dikarenakan pembuatan suatu variable absorber tidaklah mudah. Dibutuhkan personel yang mempunyai kompetensi untuk pemeliharaan konstruksi dari variable absorber ini.

Demikianlah beberapa material absorber yang digunakan untuk mengatasi permasalahan akustik suatu ruangan. Selain material absorpsi di atas, ada beberapa material absorpsi lainnya.

#### Teknik Dasar Penyekatan

Bila anda membangun sebuah ruangan yang digunakan untuk aktifitas yang berkaitan dengan suara, misalnya Home Theater dan studio ataupun ruang rapat/konferensi dan ruang konser, ada 2 hal yang harus diperhatikan, yang pertama adalah bagaimana membuat ruangan terisolasi secara akustik dari lingkungan sekitarnya dan yang kedua bagaimana mengkondisikan ruangan agar berkinerja sesuai dengan fungsinya. Hal pertama sering disebut sebagai insulasi (membuat ruangan kedap suara atau soundproof), sedangkan yang kedua adalah pengendalian medan akustik ruangan. Kedua hal ini seringkali tertukar balik bahkan tercampur-campur dalam penyebutannya, sehingga tidak jarang orang menyebut mineral wool atau glasswool misalnya sebagai bahan kedap suara, dimana seharusnya adalah bahan penyerap suara. Bila pernyataan mineral wool/glaswool adalah bahan kedap suara benar, bisa dibayangkan apa yang terjadi bila dinding ruang hanya terbuat dari bahan mineral wool/glasswool saja. Alih-alih ingin menghalangi suara tidak keluar ruangan, yang terjadi adalah suara keluar ruangan dengan bebasnya.

Apa yang harus kita lakukan apabila kita ingin membuat ruangan yang terisolasi secara akustik dari lingkungannya atau dalam bahasa sehari-hari ruangan yang kedap suara. Ada lima prinsip yang harus diperhatikan. agar suara system tata suara kita (yang terkadang dibeli dengan

dana yang tidak sedikit) dapat dibunyikan sesuai dengan keinginan kita tanpa harus mendapatkan response (dari tetangga ataupun keluarga kita sendiri) “ berisik, tolong kecilkan donk” atau bahkan dilempari batu...:).

Lima prinsip dasar itu adalah :

1. Massa
2. Dekopling Mekanik atau isolasi mekanik
3. Absorpsi atau penyerapan suara
4. Resonansi
5. Konduksi

### ***Prinsip 1: Massa***

Prinsip massa ini berkaitan dengan perilaku suara sebagai gelombang. Apabila gelombang suara menumbuk suatu permukaan, maka dia akan menggetarkan permukaan ini. Semakin ringan permukaan, tentu saja semakin mudah digetarkan oleh gelombang suara dan sebaliknya, seperti halnya kalo anda mendorong trolley kosong akan lebih ringan dibandingkan mendorong trolley yang terisi penuh dengan batu bata. Tentu saja untuk membuat perubahan besar pada kinerja insulasi, perlu perubahan massa yang besar pula. Secara teoritis, dengan menggandakan massa dinding kita (tanpa rongga udara), akan meningkatkan kinerja insulasi sebesar 6 dB. Misalnya anda punya dinding drywall gypsum dengan single stud, maka setiap penambahan layer gypsum akan memberikan tambahan insulasi 4-5 dB.

### ***Prinsip 2: Dekopling Mekanik***

Prinsip dekopling ini adalah prinsip yang paling umum dikenal dalam konsep insulasi. Sound clips, resilient channel, staggered stud, dan double stud adalah beberapa contohnya. Pada prinsipnya dekopling mekanik dilakukan untuk menghalangi suara merambat dalam dinding, atau menghalangi getaran merambat dari permukaan dinding ke permukaan yang lain. Energi suara/getaran akan “hilang” oleh material lain atau udara yang ada diantara 2 permukaan. Yang seringkali dilupakan, dekopling mekanik ini merupakan fungsi dari frekuensi suara, karena pada saat kita membuat dekopling, kita menciptakan system resonansi., sehingga system dinding hanya

akan bekerja jauh diatas frekuensi resonansi itu. Insulasi akan buruk kinerjanya pada frekuensi dibawah  $\frac{1}{2}$  oktaf frekuensi resonansi. Jika anda bisa mengendalikan resonansi ini dengan benar, maka insulasi frekuensi rendah (yang merupakan problem utama dalam proses insulasi) akan dapat dicapai dengan baik.

### ***Prinsip 3: Absorpsi atau penyerapan energi suara***

Penggunaan bahan penyerap suara dengan cara disisipkan dalam system dinding insulasi akan meningkatkan kinerja insulasi, karena energi suara yang merambat melewati bahan penyerap akan diubah menjadi energi panas (utk menggetarkan partikel udara yang terperangkap dalam pori2 bahan penyerap. Bahan penyerap ini juga akan menurunkan frekuensi resonansi system partisi/dinding yang di dekopling. (Pernahkah anda mencoba meletakkan mineral wool/glasswool didepan center loudspeaker system Home Theater anda? Coba bandingkan bila anda letakkan di depan subwoofer anda?)

Setelah anda mencoba, maka anda akan memahami, bahwa insulasi atau soundproofing tidak ditentukan semata oleh bahan penyerap apa yang diisikan dalam dinding anda. Jika anda menggunakan dinding sandwich konvensional (kedua permukaan dihubungkan oleh stud dan anda isi celah diantaranya dengan bahan penyerap suara, suara akan tetap dapat lewat melalui stud tanpa harus melalui bahan penyerap suara. Jadi bahan penyerap hanya akan efektif bila ada dekopling.

### ***Prinsip 4: Resonansi***

Prinsip ini bekerja bertentangan dengan prinsip 1, 2, dan 3, karena resonansi bersifat memudahkan terjadinya getaran. Bila getaran terjadi pada frekuensi yang sama dengan frekuensi resonansi system dinding anda, maka energi suara akan dengan mudah menembus dinding anda (seberapa tebal dan beratpun dinding anda). Ada 2 cara untuk mengendalikan resonansi ini:

- Redam resonansinya, sehingga amplituda energi yang sampai sisi lain dinding akan sangat berkurang. Anda dapat menggunakan visco-elastic damping compound, tapi jangan gunakan Mass Loaded Vinyl.
- Tekan frekuensi resonansi serendah mungkin dengan prinsip 1, 2 dan 3.

***Prinsip 5: Konduksi***

Ingat bahwa suara adalah gelombang mekanik, sehingga apabila dinding anda terhubung secara mekanik kedua sisinya, maka suara akan dengan mudah merambat dari satu sisi ke sisi lainnya. Untuk mengendalikannya tentu saja ada harus memotong hubungan mekanis antara sisi satu dengan sisi yang lain, misalnya dengan dilatasi antar sisi, menyisipkan bahan lain yang memiliki karakter isolasi lebih tinggi (beda Impedansi Akustik atau tahanan akustik), menggunakan studs dengan cara zigzag, dsb. Konduksi ini juga yang seringkali menyumbangkan problem flanking suara antar ruang. (Itu sebabnya pemberian dekopling/dilatasi pada lantai dan langit-langit juga penting.



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan  
Republik Indonesia  
2013



# PEREKAYASAAN SISTEM AUDIO



# 1

UNTUK SMK / MAK KELAS X



## Perekayasaan Sistem Audio

**Penulis** : HENDRO HERMANTO  
**Editor Materi** : WIDIHARSO  
**Editor Bahasa** :  
**Ilustrasi Sampul** :  
**Desain & Ilustrasi Buku** : PPPPTK BOE MALANG

Hak Cipta © 2013, Kementerian Pendidikan & Kebudayaan

**MILIK NEGARA  
TIDAK DIPERDAGANGKAN**

Semua hak cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak (merekproduksi), mendistribusikan, atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku teks dalam bentuk apapun atau dengan cara apapun, termasuk fotokopi, rekaman, atau melalui metode (media) elektronik atau mekanis lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit, kecuali dalam kasus lain, seperti diwujudkan dalam kutipan singkat atau tinjauan penulisan ilmiah dan penggunaan non-komersial tertentu lainnya diizinkan oleh perundangan hak cipta. Penggunaan untuk komersial harus mendapat izin tertulis dari Penerbit.

Hak publikasi dan penerbitan dari seluruh isi buku teks dipegang oleh Kementerian Pendidikan & Kebudayaan.

Untuk permohonan izin dapat ditujukan kepada Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, melalui alamat berikut ini:

Pusat Pengembangan & Pemberdayaan Pendidik & Tenaga Kependidikan Bidang Otomotif & Elektronika:

Jl. Teluk Mandar, Arjosari tromol Pos 5, Malang 65102, Telp. (0341) 491239, (0341) 495849, Fax. (0341) 491342, Surel: [vedcmalang@vedcmalang.or.id](mailto:vedcmalang@vedcmalang.or.id). Laman: [www.vedcmalang.com](http://www.vedcmalang.com)



#### DISKLAIMER (*DISCLAIMER*)

Penerbit tidak menjamin kebenaran dan keakuratan isi/informasi yang tertulis di dalam buku tek ini. Kebenaran dan keakuratan isi/informasi merupakan tanggung jawab dan wewenang dari penulis.

Penerbit tidak bertanggung jawab dan tidak melayani terhadap semua komentar apapun yang ada didalam buku teks ini. Setiap komentar yang tercantum untuk tujuan perbaikan isi adalah tanggung jawab dari masing-masing penulis.

Setiap kutipan yang ada di dalam buku teks akan dicantumkan sumbernya dan penerbit tidak bertanggung jawab terhadap isi dari kutipan tersebut. Kebenaran keakuratan isi kutipan tetap menjadi tanggung jawab dan hak diberikan pada penulis dan pemilik asli. Penulis bertanggung jawab penuh terhadap setiap perawatan (perbaikan) dalam menyusun informasi dan bahan dalam buku teks ini.

Penerbit tidak bertanggung jawab atas kerugian, kerusakan atau ketidaknyamanan yang disebabkan sebagai akibat dari ketidakjelasan, ketidaktepatan atau kesalahan didalam menyusun makna kalimat didalam buku teks ini.

Kewenangan Penerbit hanya sebatas memindahkan atau menerbitkan mempublikasi, mencetak, memegang dan memproses data sesuai dengan undang-undang yang berkaitan dengan perlindungan data.

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Video Audio , Edisi Pertama 2013

Kementrian Pendidikan & Kebudayaan

Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, Tahun 2013:



## KATA PENGANTAR

berperan serta dalam membantu terselesaikannya buku teks siswa untuk Mata Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas tersusunnya buku teks ini, dengan harapan dapat digunakan sebagai buku teks untuk siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Program Keahlian Teknik Komputer dan jaringan .

Penerapan kurikulum 2013 mengacu pada paradigma belajar kurikulum abad 21 menyebabkan terjadinya perubahan, yakni dari pengajaran (*teaching*) menjadi belajar (*learning*), dari pembelajaran yang berpusat kepada guru (*teachers-centered*) menjadi pembelajaran yang berpusat kepada peserta didik (*student-centered*), dari pembelajaran pasif (*pasive learning*) ke cara belajar peserta didik aktif (*active learning*) atau *Student Active Learning*.

Buku teks "Perekayasaan Sistem Audio" ini disusun berdasarkan tuntutan paradigma pengajaran dan pembelajaran kurikulum 2013 diselaraskan berdasarkan pendekatan model pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan belajar kurikulum abad 21, yaitu pendekatan model pembelajaran berbasis peningkatan keterampilan proses sains.

Penyajian buku teks untuk Mata Pelajaran " Perekayasaan Sistem Audio" ini disusun dengan tujuan agar supaya peserta didik dapat melakukan proses pencarian pengetahuan berkenaan dengan materi pelajaran melalui berbagai aktivitas proses sains sebagaimana dilakukan oleh para ilmuwan dalam melakukan eksperimen ilmiah (penerapan *scientific*), dengan demikian peserta didik diarahkan untuk menemukan sendiri berbagai fakta, membangun konsep, dan nilai-nilai baru secara mandiri.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, dan Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan menyampaikan terima kasih, sekaligus saran kritik demi kesempurnaan buku teks ini dan penghargaan kepada semua pihak yang telah Pelajaran Perekayasaan Sistem Audio Kelas X / Semester 1 Sekolah Menengah Kejuruan (SMK).

Jakarta, 12 Desember 2013

Menteri Pendidikan dan Kebudayaan

Prof. Dr. Mohammad Nuh, DEA



Daftar Isi

Contents

HALAMAN FRANCIS..... iii

KATA PENGANTAR..... iv

DAFTAR ISI..... iv

**Akustik**

**1**

..... 1

KOMPETENSI INTI (KI-3) ..... 1

KOMPETENSI INTI (KI-4) ..... 1

Gelombang Suara ..... 2

    1.1. Terbangkitnya Suara..... 2

    1.2. Frekuensi bunyi..... 3

    1.3. Tekanan bunyi ..... 4

    1.4. Penyebaran bunyi ..... 7

Bahan ..... 7

    1.5. Panjang gelombang ..... 8

    1.6 Akustik ruangan ..... 9

TUGAS 1 ..... 12

TUGAS 2 ..... 13

PERTANYAAN ..... 14



## Psikoakustik Telinga Manusia

2

.....	15
KOMPETENSI INTI (KI-3) .....	15
KOMPETENSI INTI (KI-4) .....	15
2. Psikoakustik Telinga Manusia.....	16
2.1 Anatomi dan fungsi telinga manusia.....	16
2.2 Ambang dengar dan batas sakit.....	17
2.3. Kuat Suara .....	17
2.5. Hubungan dari sumber-sumber bunyi .....	21
2.6. Pendengaran secara ruangan.....	23
TUGAS 1 .....	25
TUGAS 2 .....	26
TUGAS 3 .....	27
PERTANYAAN .....	28

## Mikrofon

4

.....	29
KOMPETENSI INTI (KI-3) .....	29
KOMPETENSI INTI (KI-4) .....	29
4. Instalasi macam-macam tipe mikrofon pada sistem akustik.....	30
4.1. Karakteristik mikrofon.....	30
4.2. Struktur dan prinsip kerja macam-macam tipe mikrofon. ....	32



Gambar 4.3. Potongan mikropon telepon (kiri) dan tanggapan frekuensi mikropon arang (kanan). ..... 33

4.2.3. Mikropon dinamik..... 35

4.2.4. Mikropon kristal..... 37

TUGAS 1 ..... 44

PERTANYAAN ..... 44

**Rangkaian penguat depan audio  
(universal pre-amplifier)**

**5**

..... 45

KOMPETENSI INTI (KI-3) ..... 45

KOMPETENSI INTI (KI-4) ..... 45

5.1. Arsitektur rangkaian penguat depan universal audio (universal pre-amplifier). ..... 46

5.2. Merencana rangkaian penguat depan universal audio. .... 49

TUGAS 1..... 58

PERTANYAAN..... 60

TUGAS 2..... 68

PERTANYAAN..... 70

TUGAS 3..... 78

PERTANYAAN..... 79

5.3. Lebar Daerah Frekuensi..... 80

5.3. Perbandingan lebar daerah ke perbandingan penguatan..... 94

TUGAS 4 ..... 97

5.4. Pengukuran Kualitas Penguat Suara ..... 100





## Akustik

# 1

### **KOMPETENSI INTI (KI-3)**

#### **Kompetensi Dasar (KD):**

1. Memahami gelombang suara dan sistem akustik ruang

#### **Indikator:**

- 1.1. Menginterpretasikan elemen gelombang, jenis-jenis dan interaksi gelombang suara.
- 1.2. Menginterpretasikan karakteristik gelombang suara pada berbagai macam media.
- 1.3. Menginterpretasikan level suara dalam satuan decibel (dB).
- 1.4. Merencanakan sistem akustik ruang kecil.
- 1.5. Merencanakan kebutuhan mikrofon pada sistem akustik suara.

### **KOMPETENSI INTI (KI-4)**

#### **Kompetensi Dasar (KD):**

1. Mengukur gelombang suara dan dimensi sistem akustik ruang

#### **Indikator:**

- 1.1. Mengklasifikasikan elemen gelombang, jenis-jenis dan interaksi gelombang suara.
- 1.2. Mendiagramkan karakteristik gelombang suara pada berbagai macam media.
- 1.3. Mengukur level suara dalam satuan decibel (dB) dan interpretasi data hasil pengukuran.
- 1.4. Mengukur level suarasistem akustik ruang kecil dan interpretasi data hasil pengukuran.
- 1.5. Memilih kebutuhan mikrofon sesuai dengan kebutuhan sistem akustik ruang kecil.



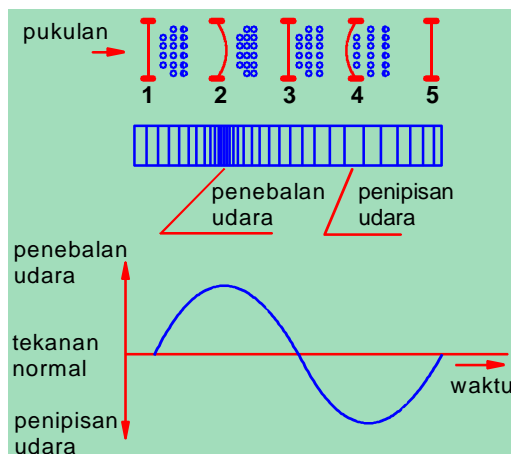
## Gelombang Suara

### 1.1. Terbangkitnya Suara

Akustik adalah ilmu suara, yang dimaksud suara adalah getaran mekanik suatu material. Materi dapat seperti udara (bunyi udara), air (bunyi air) atau benda pejal (bunyi benda pejal). Suara melalui media udara disampaikan ke telinga. Gambar



1 menunjukkan bagaimana sumber suara membangkitkan suara dan ini oleh misalnya udara dirambatkan. Untuk keperluan ini sebuah plat yang dapat melenting dipasangkan pada satu titik dan selanjutnya didorong dengan sebuah pukulan agar bergetar. Melalui itu plat menjadi pembangkit suara dan menekan udara didepannya bersama, sehingga terjadi tekanan lebih (titik 2 pada Gambar 1). Pada getar balik dari plat (titik 4 pada Gambar 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.



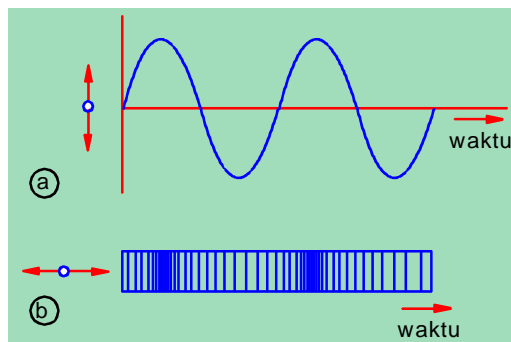
Hal ini dapat dilihat, bahwa partikel udara melalui penyimpangan penebalan dan penipisan secara periodis dari posisi diam menyebabkan fluktuasi tekanan periodik. Jika kita ambil satu penebalan dan satu penipisan partikel udara yang berdekatan, maka diperoleh satu gelombang penuh, yang disebut gelombang suara. Karena partikel udara dari getaran sumber suara merambat ke arah yang sama,

Gambar 1.1. Terbangkitnya suara dengan penebalan dan penipisan partikel udara



(bergetar sepanjang arah rambat) maka disebut sebagai gelombang panjang atau gelombang longitudinal. Jika partikel udara bergetar tegak lurus dengan arah rambat, maka disebut sebagai gelombang transversal (Gambar 2).

Catatan : Setiap gelombang suara secara ruangan merupakan gelombang longitudinal



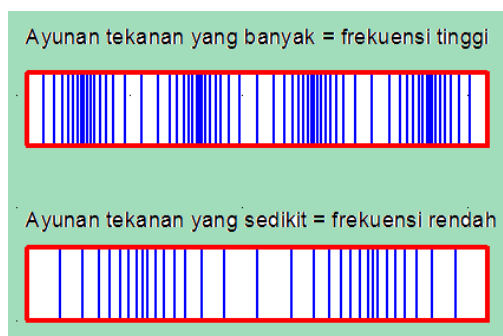
Setiap getaran ditandai dengan dua besaran, yaitu frekuensi dan amplitude. Hal ini juga berlaku untuk gelombang suara. Maka dalam gelombang suara juga dibicarakan frekuensi. Amplitudo disini menentukan besarnya tekanan suaran.

Gambar 1.2. Gelombang transversal (a) dan gelombang longitudinal (b)

Catatan : Besaran gelombang suara

- .a) Frekuensi
- .b) Amplitudo → Tekanan Suara

### 1.2. Frekuensi bunyi



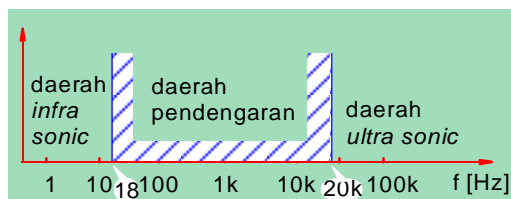
Frekuensi bunyi menyatakan, berapa banyak penebalan dan penipisan partikel udara dalam satu detik berurutan satu sama lain. Banyak ayunan tekanan tiap satuan waktu disebut frekuensi dan akan diamati sebagai nada. Frekuensi akan menentukan tinggi nada yang didengar telinga.

Gambar 1.3. Frekuensi tinggi dan rendah



Telinga manusia dapat mengenal getaran suara antara kira-kira 16Hz dan 16kHz sebagai nada. Semua yang terletak dalam daerah ini disebut sebagai frekuensi nada dan suara dalam daerah frekuensi suara yang dapat terdengar. Daerah frekuensi pada daerah ini disebut sebagai daerah pendengaran.

Catatan : Nada akan semakin tinggi, jika semakin tinggi frekuensi dari gelombang suara.



Getaran dibawah frekuensi 16Hz disebut sebagai suara infra atau *infra sonic*. Suara infra tidak lagi dapat dirasakan sebagai sebuah nada, melainkan sebagai pukulan atau goyangan.

Gambar 1.4. Daerah frekuensi suara

Untuk getaran mekanik diatas 20kHz disebut sebagai suara ultra atau *ultra sonic*. Suara ini hanya bias didengar oleh beberapa macam binatang, misalnya anjing, tikus dan lain-lain. Dalam teknik yang disebut suara ultra sampai dengan 10MHz, ini tidak dapat didengar oleh telinga manusia tapi untuk keperluan tertentu misalnya untuk menguji material atau dalam bidang kedokteran dan lainnya.

Simbol besaran frekuensi  $f$  dan dengan satuan Hertz (Hz)

$$f = \frac{1}{T}$$

$T$  = waktu untuk 1 periode dengan satuan s (detik)

### 1.3. Tekanan bunyi

Gelombang bunyi merambat dalam suatu medium melalui penebalan dan penipisan yang periodis. Penebalan suatu materi berarti sama dengan penaikan tekanan, penipisan berarti sama dengan pengurangan tekanan dibanding dengan tekanan normal dalam keadaan diam. Pada penyebaran suara, seperti dalam udara, tekanan normal udara diubah secara periodis dalam irama gelombang suara. Yaitu tekanan saat diam dari udara ditumpangi tekanan yang berubah. Tekanan berganti suara ini disebut sebagai tekanan suara  $p$ .



Catatan : Tekanan suara  $p$  merupakan tekanan berganti yang tergantung pada tempat dan waktu.

Tekanan suara kecil = kuat suara rendah

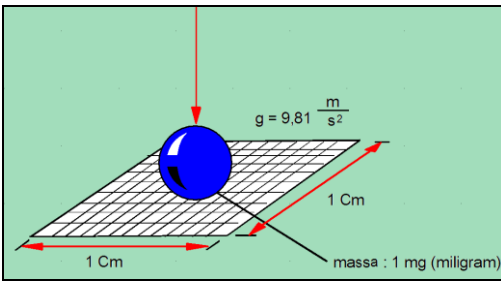
Tekanan suara besar = kuat suara tinggi

Dalam fisika didefinisikan : tekanan menunjukkan, berapa besar tenaga yang berpengaruh secara tegak lurus diatas sebuah luasan.

Atau dalam rumusan :

$$\text{tekanan} = \frac{\text{tenaga}}{\text{luasan}}$$

$$p = \frac{F}{A}$$



g = 9,81  $\frac{m}{s^2}$   
1 Cm  
1 Cm  
massa : 1 mg (miligram)

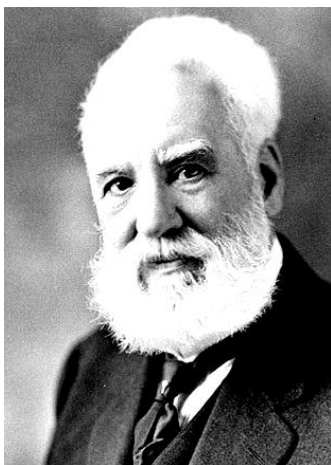
Satuan tekanan disebut pascal (Pa)

$$1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \quad \text{N} = \text{Newton}$$

Besaran yang digunakan dalam akustik

$$1 \mu \text{ bar} = 0,1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \quad \mu \text{ (mikro)} = 10^{-6}$$

Gambar 1.4. Ilustrasi tekanan bunyi 1 $\mu$ bar.



Daerah tekanan suara yang dapat didengarkan sangat lebar. Dalam praktiknya perbandingan tekanan bunyi dalam ukuran logaritmis. Hal ini memiliki kelebihan, mudah dalam menghitung, seperti dalam perkalian akan berubah menjadi penjumlahan dan pembagian menjadi pengurangan. Ukuran logaritmis sebuah perbandingan dalam satuan Bell. Bell ini diambil dari nama ilmuwan Amerika bernama Alexander Graham Bell (1847-1922). Karena ukurannya yang kecil dan menghindarkan banya kom maka digunakan satuan desi Bell (dB), atau seper sepuluh satuan dasar. Dalam



akustik berawal dari ambang dengar, dimana telinga mulai mendengar dengan  $p_0=2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar}$ , ini yang dimaksud dengan level suara absolut.



Sebuah pabrik yang memiliki tekanan suara sebesar  $2 \mu\text{bar}$  maka kalau diukur dengan Sound Level Meter akan menunjukkan sebagai berikut :

$$p=2 \mu\text{bar} ; p_0=2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar}$$

$$p = 20 \cdot \log \frac{p}{p_0} = 20 \cdot \log \frac{2 \mu\text{bar}}{2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar}} = 80 \text{dB}$$

$1 \mu\text{bar} = 0,1 \text{pascal} = 0,1 \text{newton/m}^2$													
Tekanan bunyi ( $\mu\text{bar}$ )	$2 \times 10^{-4}$	$2 \times 10^{-3}$	$2 \times 10^{-2}$	$2 \times 10^{-1}$	2	20	200						
Penguatan (dB)	0	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Suara bisikan		20-30											
Detak jarum jam		20-40											
Percakapan lembut			30-50										
Sobekan kertas				40-60									
Percakapan biasa					50-70								
Suara normal manusia						60-75							
Penghisap debu							65-75						
Orkes kecil		20-80											
Radio di ruang kecil								80-85					
Orkes besar		20-90											
Sepeda motor									75-105				
Klakson (2m)										90-110			
Bengkel pembuatan ketel											105-120		
Pesawat terbang (3m)												115-130	

**AMBANG DENGAR** →

← **LEMAH**

← **KERAS**

**BATAS SAKIT** →

← **SANGAT KERAS**



#### 1.4. Penyebaran bunyi

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

Tabel 1.1: 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.

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

C = Kecepatan penyebaran

T = Temperatur udara (°C)

Dalam akustik pada utamanya tertarik pada penyebaran suara dalam udara. Penyebarannya sangat tergantung pada temperature seperti ditunjukkan pada Tabel 1.2 berikut ini.



Tabel 1.2 : Penyebaran Suara dalam Udara	
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 suara juga dipengaruhi oleh tekanan udara dan kandungan karbondioksida.

### 1.5. Panjang gelombang

 <p>Gambar 1.6 Panjang gelombang</p>	<p>Jika sebuah getaran menyebar dalam sebuah media sebagai gelombang pada posisi tertentu, dalam jarak yang sama pada keadaan getaran bersangkutan misalnya :</p> <p>Jarak antara ketebalan terbesar dari molekul udara. Jarak ini disebut panjang gelombang</p>
---	--

Antara kecepatan penyebaran bunyi  $c$ , panjang gelombang  $\lambda$  dan frekuensi sebuah suara terdapat hubungan seperti berikut :

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

$c$  = kecepatan bunyi dalam m/s

$\lambda$  = panjang gelombang dalam m

$f$  = frekuensi dalam Hz



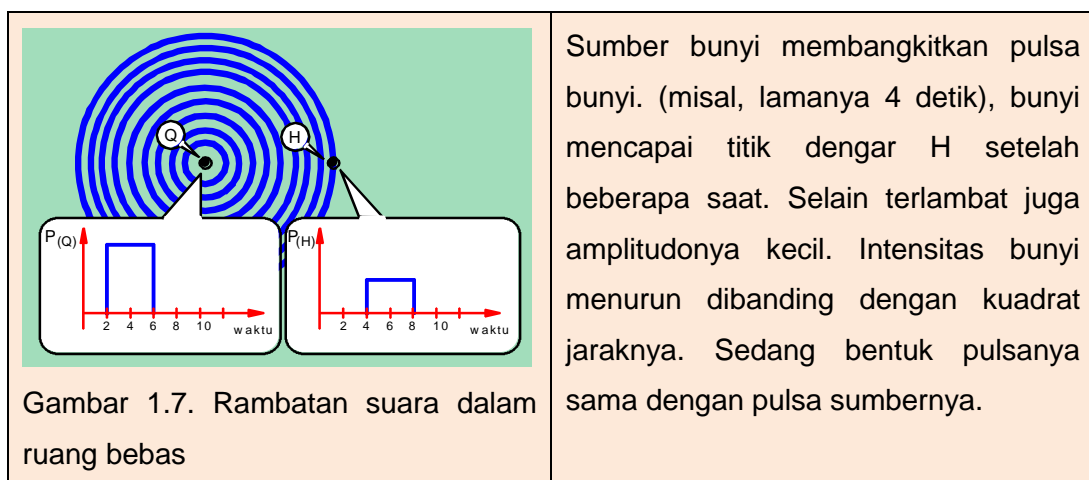
Pada tabel 1.3 diperlihatkan panjang gelombang pada frekuensi yang berbeda dalam frekuensi pendengaran. Perbedaan panjang gelombang pada daerah pendengaran antara 21,5m sampai 1,72cm. Data ini sangat penting misalnya untuk membuat kotak loudspeaker.

Tabel 1.3 : Panjang gelombang	
Frekuensi $f$ dalam Hz	Panjang gelombang $\lambda$ dalam m
16	21,5
100	3,4
800	0,43
1.000	0,34
5.000	0,069
10.000	0,034
20.0000	0,0172

### 1.6 Akustik ruangan

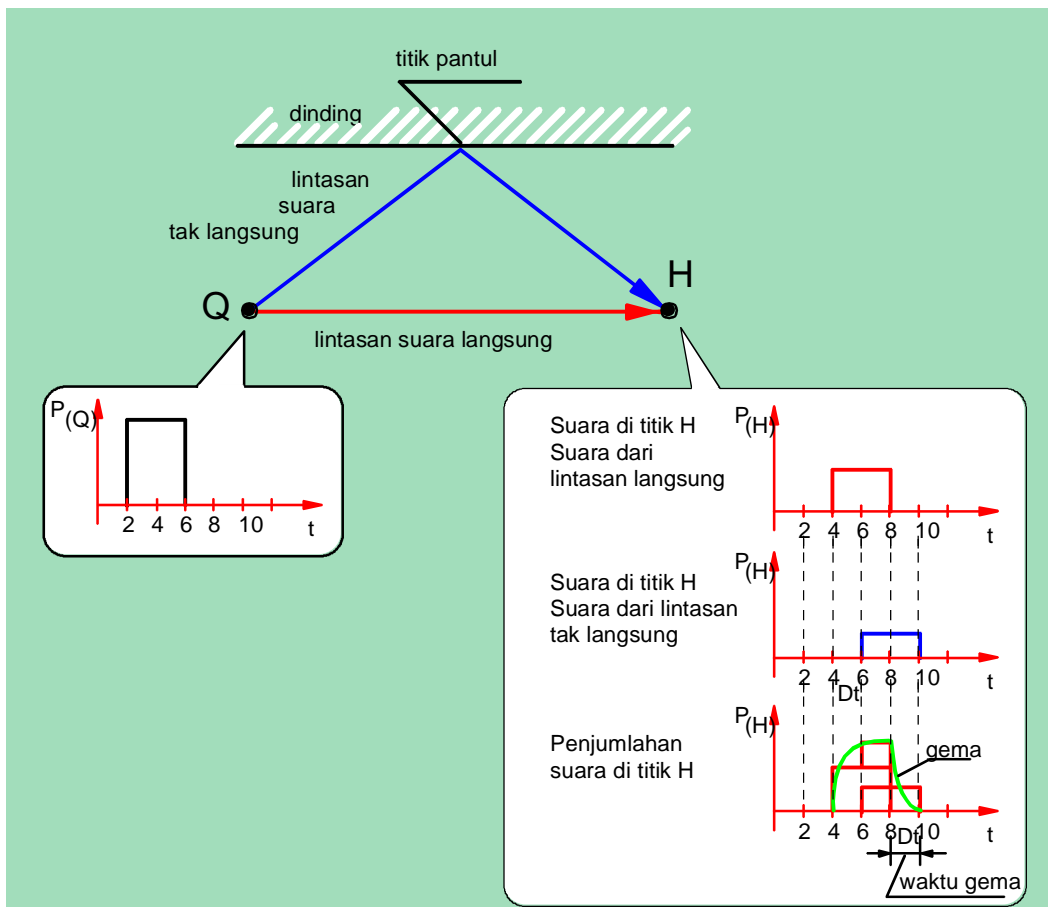
Dalam akustik ruangan merangkum semua problem penyebaran bunyi dalam ruangan yang tertutup.

Didalam ruang bebas yang absolut, bunyi menyebar dari sumber bunyi berbentuk bola. Gambar 1.7 memperjelas hubungan ini.

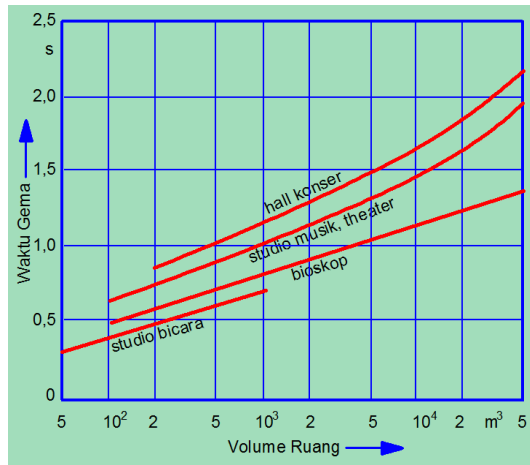




Pada Gambar 1.8 diperlihatkan, jika misalnya ada sebuah dinding pantul, maka pada titik penerima (titik H) akan terdapat penjumlahan antara suara langsung dengan suara dari lintasan tak langsung. Pada detik ke 6 dan ke 8 terdapat penguatan suara. Hal ini memiliki efek baik, karena ada kenaikan level suara, tetapi juga menimbulkan keburukan, yaitu adanya gema (detik ke 8-10). Hal ini baik jika hanya beberapa derajat tertentu.



Gambar 1.8. Hubungan suara lintasan langsung dan tak langsung.



Gambar 1.9. Waktu gema dalam keterpengaruhannya dengan volume ruang

Untuk pidato dan musik cepat, gema yang panjang dapat mengaburkan informasi. Untuk reproduksi pidato dalam ruangan dengan volume menengah dan untuk kejelasan informasi yang baik, maka waktu gema sekitar 0,8 detik.

Musik yang direproduksi dalam ruangan yang sangat sedikit waktu gema, akan bunyinya akan "mati".

Gema akan memperbaiki kualitas

musik dengan waktu gema antara 1,5 sampai 2,5 detik. Pada Gambar 1.9 diperlihatkan waktu gema yang rendah untuk bermacam-macam ruangan.

Dalam ruangan yang memiliki dinding paralel akan timbul pula gema yang bergetar (*Flutter Echo*). Pada ruangan yang demikian, suara akan berpantul bolak-balik. Untuk menghilangkan efek gema dalam ruangan, maka digunakan bahan dinding yang dapat menyerap suara.

Hanya sayangnya tidak ada bahan yang dapat menyerap suara untuk keseluruhan daerah frekuensi. Maka digunakan beberapa bahan yang kemudian dikombinasi. Terdapat dua grup bahan penyerap suara.

Pertama, bahan berpori-pori, bahan ini seperti karpet, pelapis furnitur, tirai, *glass wool* dan sebagainya. Pada bahan ini suara akan menerobos masuk dalam pori-pori, semakin tinggi frekuensi semakin baik.

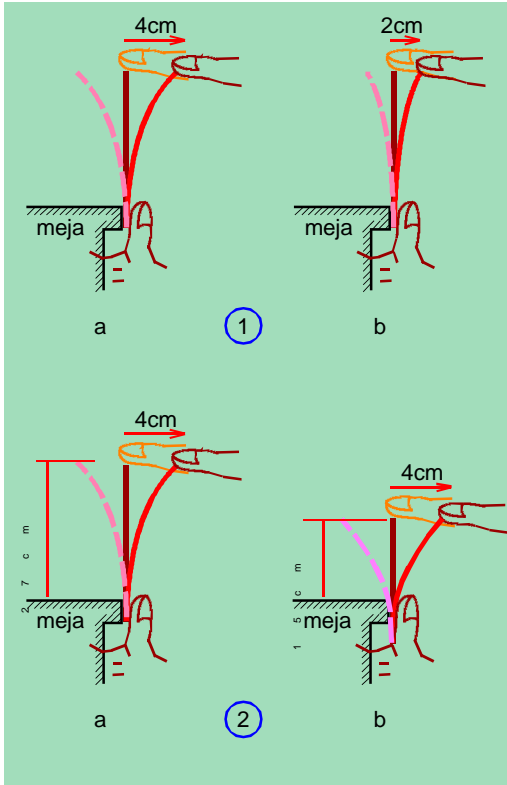
Kedua, bahan berkilasi, penggunaan kayu lapis, hardboard dan panel kayu, dinding furnitur dan lainnya. Melalui beberapa permukaan datar dan licin suara berfrekuensi tinggi akan dipantulkan. Pada frekuensi rendah bahan ini dirangsang untuk bergetar. Dalam hal konsumsi energi,



**TUGAS 1**

Lakukan percobaan berikut ini

Alat : Batang penggaris mika 30cm



- Tindakan 1:**
- a. Jepit penggaris dengan ibu jari tangan kiri di bibir meja, tarik ujung atas dengan jari sejauh 4cm
  - b. Lakukan hal yang sama dengan angka 1, tetapi ujung atas ditarik sejauh 2cm.
- Tindakan 2:**
- a. Lakukan percobaan seperti 1a, lanjutkan dengan percobaan berikut:
  - b. Panjang penggaris diturunkan menjadi 15cm saja diatas meja, tarik ujung penggaris sejauh 4cm

Kesimpulan : .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

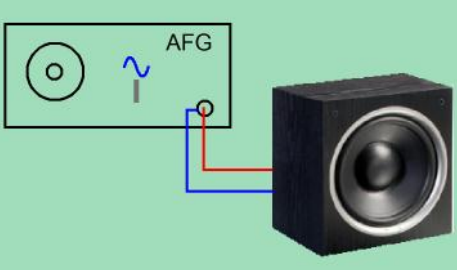


**TUGAS 2**

Lakukan percobaan berikut ini

Alat : Generator fungsi (FG)  $Z_o=50\Omega$

Loudspeaker 5" dengan ring karet

Gambar	Tindakan 1:
	a. Atur generator fungsi dengan bentuk gelombang sinus, amplitudo 5Vpp, frekuensi 1kHz. b. Ubah frekuensi menjadi 100Hz
	Tindakan 2
	Dengan frekuensi 100Hz ubah amplitudo kecil dan besar, perhatikan gerakan membran.
	Tindakan 3:
	Atur frekuensi dari paling rendah naik terus sampai frekuensi sedikit diatas 20kHz. Catat mulai dari frekuensi berapa dapat mendengar suara, dan sampai frekuensi berapa mulai tidak mendengar

Kesimpulan :

Tindakan 1 .....

.....

.....

Tindakan 2 .....

.....

.....



Tindakan 3 .....

.....

.....

PERTANYAAN	S/B
1. Bunyi dibangkitkan dari getaran suatu materi	
2. Besaran bunyi ada dua yaitu frekuensi dan amplitudo	
3. Getaran suara menyebar melalui media, maka ketika di dalam ruang hampa kita dapat mendengarkan bunyi.	
4. Rumus untuk menghitung frekuensi $f = 1 \times T$	
5. Frekuensi suara yang dapat didengar antara 20Hz-20kHz	
6. Tekanan bunyi 0dB memiliki tekanan sebesar $2 \times 10^{-4} \mu\text{bar}$	
7. Tekanan bunyi maksimum disebut pula dengan ambang dengar.	
8. Suara merambat pada gelas lebih cepat dari pada merambat dalam air.	
9. kecepatan penyebaran bunyi dalam udara pada temperatur $20^\circ\text{C}$ adalah 433m/s	
10. Anda melihat sebuah kilat dikejauhan, setelah mata petir berjalan 3 detik sampai guruh itu tiba pada anda, maka jarak guruh itu sekitar 1km	



## Psikoakustik Telinga Manusia

# 2

### KOMPETENSI INTI (KI-3)

#### Kompetensi Dasar (KD):

2. Memahami psikoakustik anatomi telinga manusia

#### Indikator:

- 2.1. Menjelaskan anatomy dan fungsi telinga manusia.
- 2.2. Memahami anatomy dan fungsi telinga manusia.
- 2.3. Memahami ambang batas daerah dengar sensasi telinga manusia.
- 2.4. Menginterpretasikan level suara dalam satuandecibel (dB).
- 2.5. Menginterpretasikan level suara dalam satuandecibel (dB-SPL)..

### KOMPETENSI INTI (KI-4)

#### Kompetensi Dasar (KD):

2. Mendimensikan ambang batas daerah dengar telinga manusia

#### Indikator:

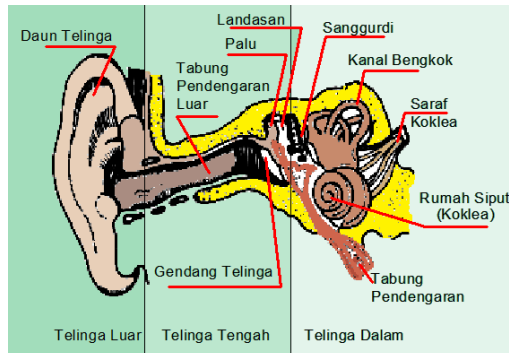
- 2.1. Mencontohkan gambar anatomitelinga untuk menjelaskan psiko-akustik telinga manusia.
- 2.2. Menguji kepekaan telinga terhadap perubahan frekuensi dan amplitudo sumber suara.
- 2.3. Menguji dan mendemonstrasikan ambang batas daerah dengar sensasi telinga manusia.
- 2.4. Mengukur level suara dalam satuan decibel (dB) dalam media dan karakteristik lingkungan yang berbeda.
- 2.5. Mengkonversi level suara dalam satuan decibel (dB-SPL) dalam media dan karakteristik lingkungan yang berbeda.



## 2. Psikoakustik Telinga Manusia

### 2.1 Anatomi dan fungsi telinga manusia

Manusia mendengarkan suara dengan telinganya. Dalam telinga getaran suara diubah menjadi perasaan terhadap suara, yang di otak akan menimbulkan efek suara subyektif.



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

Gambar 2.1 Susunan telinga

Telinga luar yang terdiri dari daun telinga, karena bentuknya sangat baik untuk mengetahui arah dari mana suara 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 ini mengakibatkan ketidak linieran dari perasaan bunyi yang didengar, maksudnya : Frekuensi tertentu dilakukan lebih baik dari yang lain. Pada tekanan bunyi yang besar timbul cacat. Telinga tengah yang dimulai gendang telinga, Getaran mekanis diubah menjadi pulsa listrik, yang mana oleh urat syaraf dialirkan ke otak. Pulsa listrik ini mengakibatkan penekanan 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.



## 2.2 Ambang dengar dan batas sakit

Telinga manusia mempunyai kepekaan yang luar biasa, selain mampu membedakan nada juga kuat suara. Serta dengan kemampuan Dengan kemampuan menangkap frekuensi dari 16Hz hingga 20.000Hz, telinga mempunyai kepekaan terbesar, ditentukan oleh susunannya, dalam jangkauan frekuensi dari 1.000Hz sampai 4.000Hz.

Ambang dengar pada 1.000Hz berharga  $2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar}$  dan maksimum telinga dapat mendengar (batas sakit) berharga 200  $\mu\text{bar}$ . 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

Catatan : Ambang dengar  $p_0=2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar}$ ; batas sakit  $p_1=200 \mu\text{bar}$ , maka :

$$\frac{2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar}}{200 \mu\text{bar}} = \frac{1}{1.000.000}$$

## 2.3. Kuat Suara

Daerah tekanan suara yang bisa didengar antara ambang dengar dan batas sakit memiliki  $1:10^6$  dan ini sangat lebar. Dalam prakteknya, perbandingan ini tidaklah linear, melainkan dalam ukuran logatimis. Ukuran logaritmis dari sebuah perbandingan diberi satuan Bell, supaya tidak timbul koma dalam pengukuran dan perhitungan maka satuan yang digunakan desibel (dB) atau seper sepuluh dari satuan dasar.

Desibel (dB) merupakan satuan untuk perbandingan, perbandingan ini digunakan referensi standar yang berbeda. Sebagai contoh, dBV digunakan untuk referensi 1 Volt, dBm digunakan untuk referensi 1 miliWatt.

Dalam audio atau akustik digunakan dB SPL (Sound Pressure Level) sebagai ambang dengar dengan tekanan suara  $p_0=2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar}$ , besaran ini juga disebut sebagai level suara absolut. 0dB SPL merupakan ambang pendengaran bagi kebanyakan telinga manusia.

$$L = 20 \log \frac{p}{p_0}$$

L = level suara dalam dB

p = tekanan suara

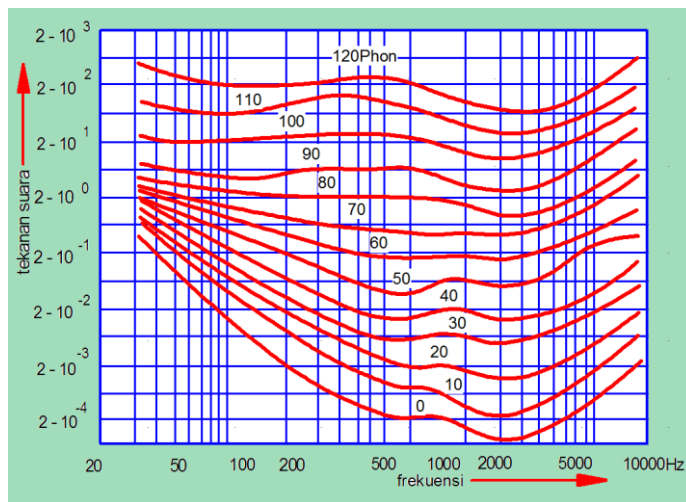
$p_0$  = tekanan bunyi pada ambang dengar  $2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar}$

Batas sakit pada 1.000Hz dengan tekanan suara  $p=200 \mu\text{bar}$  terletak sekitar 120dB diatas ambang dengar.



Manusia tidak merasakan tekanan suara,yang sebenarnya secara fisika dapat diukur, tetapi kuat suara. Hubungan antara kepekaan telinga terhadap kuat suara dengan intensitas suara dengan pendekatan hubungan logaritmis (hukum Weber-Fechne). Oleh karena itu, seperti telah ditetapkan level bunyi absolut, yang karena ukurannya yang lagaritmis maka digunakan juga sebagai ukuran kuat suara.

Yang juga harus diperhatikan, sensitifitas kuat suara telinga manusia sangat tergantung dengan frekuensi suara (Gambar 2.2).



Oleh karena itu, transisi dari level suara bergantung frekuensi pada kuat suara didasarkan pada frekuensi tertentu yang ditetapkan. Secara internasional, ditetapkan frekuensi 1.000Hz.

Gambar 2.2. Ketergantungan tekanan suara dan frekuensi

$L/dB = \Lambda/Phon$ $\Lambda = 20 \log \frac{p}{p_0}$	<p>L = level suara absolut dalam dB</p> <p><math>\Lambda</math> = kuat suara dalam phon</p> <p>p = tekanan suara</p> <p><math>p_0</math> = tekanan bunyi pada ambang dengar <math>2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar}</math></p>
---	--

Kuat suara merupakan logaritma dari faktor perbandingan terhadap tekanan suara pada ambang dengar. Satuan dari kuat suara adalah Phon (  $\Lambda$  merupakan huruf besar yunani untuk lamda)



Catatan : Kuat suara dalam Phon sesuai dengan level suara absolut dalam dB pada frekuensi 1.000Hz

Dari Gambar 2.2 terlihat bahwa pada kuat suara yang rendah (60Phon kebawah), untuk dapat mendengar sama kerasnya, maka suara dengan frekuensi rendah dan tinggi harus dikuatkan lebih tinggi dari frekuensi tengahnya. Pada kuat suara yang tinggi (70 Phon keatas), kuat suara merata pada semua daerah frekuensi.

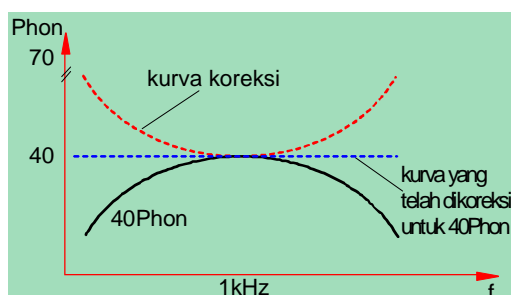
Berdasarkan sifat tersebut, maka pada penguat suara untuk mengatur kuat suara dikenal dengan pengaturan kuat suara dengan loudness. Pengaturan kuat suara sesuai psikologis

#### 2.4. Pengaturan kuat suara sesuai pendengaran

Kuat suara dalam mendengarkan konser, pembicaraan dan sebagainya dalam hall atau dalam ruangan bebas berkisar 70 Phon. Perasaan terhadap kuat suara hampir datar, Lihat gambar kurva pada gambar 2.2. Semua suara dalam daerah frekuensi dir paya timbul tekanan pendengaran yang sama, suara berfrekuensi tinggi dan rendah asakan sama kuatnya.

Kita dengarkan sebuah konser atau pembicaraan dalam kamar melalui radio atau penguat, kuat suara akan berkisar sekitar 40 phon. Pada 40 phon pendengaran sangat bergantung pada frekuensi, maksudnya frekuensi tinggi dan rendah akan sedikit lemah didengar.

Su pada kuat suara yang rendah harus direproduksi lebih kuat, dengan ini dicapai pengaturan kuat suara sesuai pendengaran pada radio atau penguat.

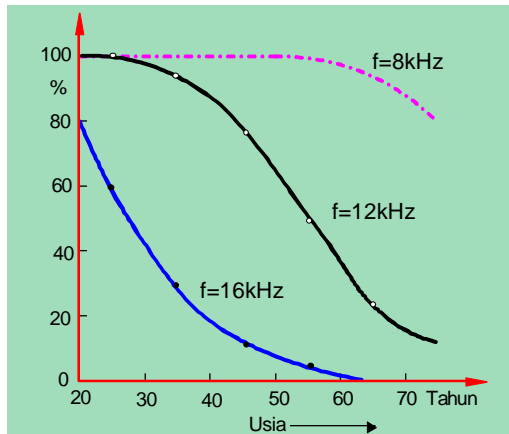


Gambar 2.3 Skematis “ Pengaturan kuat suara sesuai pendengaran”



Tinggi nada, warna bunyi Frekuensi dari sebuah getaran bunyi dirasakan oleh pendengaran sebagai tinggi nada. Frekuensi terendah yang terdengar terletak pada 16 Hz, sedang yang tertinggi pada 10 sampai 20 KHz, ditengah pada 16 KHz.

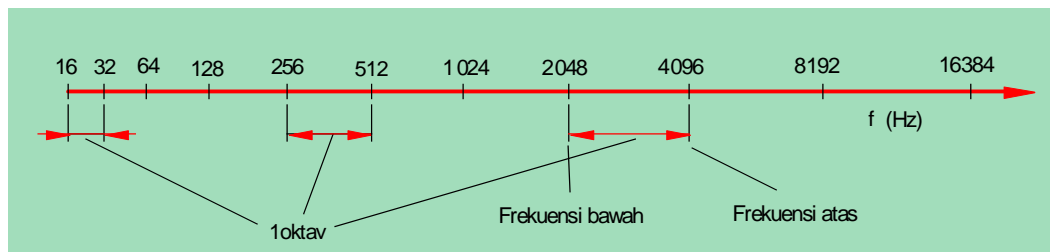
Batas dengar atas menurun dengan bertambahnya umur, karena kantung telinga, sambungan palu, amboss dan sebagainya telah mengeras.



Gambar 2.4 Penurunan perasaan mendengar untuk frekuensi tinggi dengan bertambahnya usia.

Antara perasaan terhadap tinggi suara dan frekuensi bunyi terdapat hubungan logaritmis, sesuai seperti antara kepekaan kuat suara dan tekanan bunyi.

Dalam akustik dan dalam musik daerah pendengaran seluruhnya dari 16Hz sampai dengan 16kHz dibagi dalam bagian-bagian. Frekuensi tertinggi dan terendah berbanding 2 : 1 , yang dinamakan oktav.



Gambar 2.5. Perbandingan frekuensi 2 : 1.



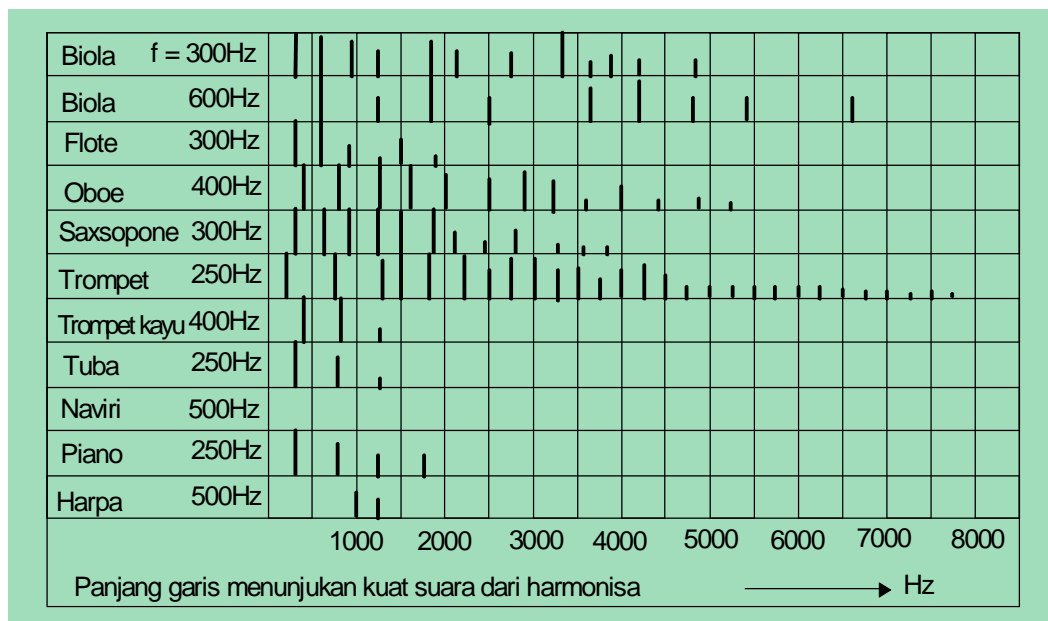
Banyaknya oktav  $\eta = \frac{\log \frac{f_o}{f_u}}{\log 2}$

$\eta$  = (Eta) Banyaknya oktav  
 $f_o$  = Frekuensi atas  
 $f_u$  = frekuensi bawah

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 hamonisa.

Nada dasar dan hamonisa menimbulkan bunyi. Bagaimana bunyi berbunyi (warna bunyi) ditentukan oleh hitungan dan amplitudo harmonisa.

Harmonis adalah, yang memungkinkan instrumen, pembicaraan dsb berbunyi berlainan.



Gambar 2.6. Harmonisa instrumen musik

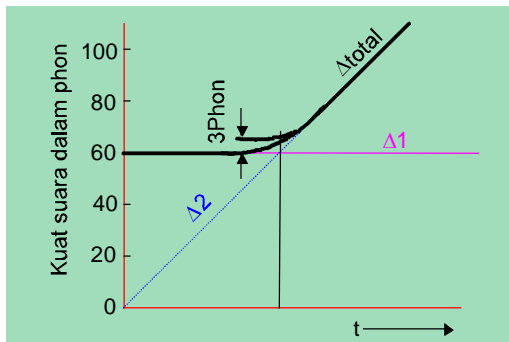
**2.5. Hubungan dari sumber-sumber bunyi**

Secara bersama-sama beberapa sumber bunyi dijalankan, maka intensitas keseluruhan secara penekatan sama dengan jumlah intensitas bunyi sendirian. Dengan demikian secara umum naik juga kuat suara yang dirasakan. Pada dua sumber bunyi yang sama kuatnya intensitas keseluruhannya akan lebih besar dari level sinyal sekitar 3 dB lebih tinggi dari sumber sinyal sendirian.



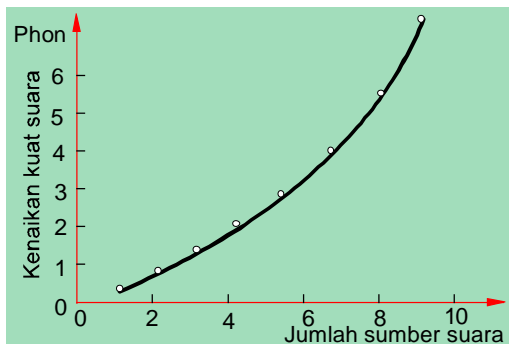
**Catatan :** Dua sumber bunyi yang sama kerasnya membangkitkan kuat suara keseluruhan, yang sekitar 3 phon lebih tinggi dari kuat suara sendirian.

Ini tidak hanya berlaku untuk sumber suara yang lemah (misal  $\Delta_1 = \Delta_2 = 30$  phon, total = 33 phon), melainkan juga untuk yang keras ( $\Delta_1 = \Delta_2 = 80$  phon, total = 83 phon)



Gambar 2.7. . Suara keseluruhan pada dua kuat suara yang berlainan

Gambar 2.7. Kuat suara keseluruhan pada dua kuat suara yang berlainan. Gambar menunjukkan kuat suara keseluruhan  $\Delta_{tot}$  dalam ketergantungan waktu  $t$ , jika kuat suara yang konstan  $\Delta_1$  dan sebuah kuat suara yang menaik. Pada titik potongan  $\Delta_1$  dan  $\Delta_2$  dimana keduanya sama besar maka  $\Delta_{tot}$  sekitar 3 phon lebih tinggi dari kuat suara sendirian.



Gambar 2.8 Kenaikan kuat suara pada sumber bunyi yang sama kuat.

Pada waktu yang lain kuat suara keseluruhan hampir tidak lebih besar dari pada yang lebih besar dari keduanya.

Gambar 2.8 menunjukkan , sekitar berapa phon kuat suara dinaikkan, jika beberapa sumber bunyi yang sama kuatnya bekerja bersama



## 2.6. Pendengaran secara ruangan

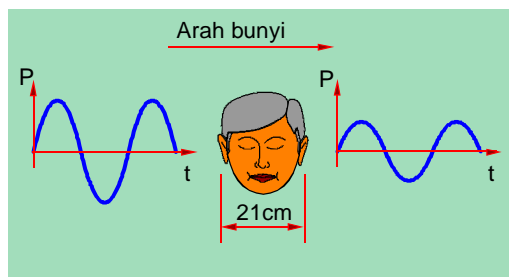
Dengan telinga kita tidak hanya mendengar kuat suara atau warna bunyi dari sebuah bunyi. Karena berpasangannya alat pendengar, sehingga dapat untuk menentukan arah dan jarak.

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 :

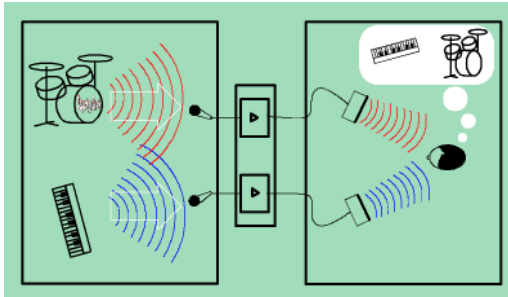
- Jarak (dekat - jauh ) lokalisir kerendahan
- Arah dalam bidang tegak lurus (atas-bawah) lokalisir ketinggian
- Arah dalam bidang kesetimbangan (kanan-kiri) lokalisir sisi.

Paling baik mengembangkan adalah daya melokalisir sisi. Kemampuan memilah kanan-kiri ini karena letak kedua telinga dengan jarak kira-kira 21 cm. 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 2.9. Intensitas bunyi dan perbedaan waktu berjalan



Stereophoni pada dasarnya pada perekaman reproduksi bunyi memperhatikan “efek kanan-kiri” ini.

Gambar 2.10. Prinsip pemindahan stereo



**TUGAS 1**

Alat : Sound Level Meter

Lakukan pengukuran kebisingan pada ruang-ruang berikut ini :

Ruang	Level Bising (dB)
Ruang Kepala Sekolah	
Ruang Tata Usaha	
Kelas Teori (kosong)	
Kelas Teori (ada siswa, tiada guru)	
Bengkel .....	
Bengkel .....	
Bengkel .....	

Kesimpulan : .....

.....

.....

.....



**TUGAS 2**

Alat : Pemutar lagu  
Penguat Suara

Putarlah lagu dengan volume lemah sekitar 10% putaran tombol volume, selanjutnya putar tombol volume 30%, dan terakhir putar tombol volume 60% dari putaran penuh. Perhatikan nada-nada bass trebel dan vokal

Posisi tombol volume	Pengamatan keterdengaran nada bass trebel vokal
10%	
30%	
60%	

Kesimpulan : .....  
.....  
.....



**TUGAS 3**

Lakukan percobaan berikut ini

Alat : Generator fungsi (FG)  $Z_o=50\Omega$   
 Loudspeaker (bisa yang aktif)

gambar	Tindakan :
	<p>a. Atur generator fungsi dengan bentuk gelombang sinus, amplitudo disesuaikan tidak terlampau keras, frekuensi 1kHz.</p> <p>b. Ubah-ubahlah bentuk gelombang dari sinus ke segi tiga terus ganti kotak. Perhatikan bunyi pada bentuk gelombang yang berbeda.</p>

Kesimpulan : .....

.....

.....



PERTANYAAN	S/B
1. Kepekaan telinga cukup baik pada frekuensi diatas 10kHz.	
2. Ambang dengar telinga pada $2 \cdot 10^{-4}$ $\mu$ bar	
3. Sound Level meter menunjukkan nilai 20dB, artinya tekanan bunyinya sebesar $2 \cdot 10^{-3}$ $\mu$ bar	
4. Dengan pengaturan nada yang datar dan volume suara yang lemah, maka nada bass akan sangat menonjol terdengar.	
5. Kemampuan dengar yang paling cepat menurun dengan bertambahnya usia adalah suara frekuensi tinggi.	
6. Pembagian frekuensi dengan besaran 16,32,64 dst, memperlihatkan bahwa daerah frekuensi itu dibagi secara oktav.	
7. Yang menyebabkan berbedanya warna bunyi adalah frekuensi dasar.	
8. Dua sumber suara jika masing-masing berbunyi dengan kuat suara sebesar $\Delta 1=40$ Phon dan $\Delta 2=20$ Phon, maka secara keseluruhan akan dominan terdengar sumber bunyi $\Delta 1$ .	
9. Kemampuan menentukan asal suara karena selain bentuk telinga juga letak kedua telinga tersebut.	
10. Karena kemampuan telinga dalam menentukan arah datang suara, maka dalam sistem audio sangat baik dikembangkan sistem monophonik.	



## Mikrofon

# 4

### KOMPETENSI INTI (KI-3)

#### Kompetensi Dasar (KD):

4. Menerapkan instalasi macam-macam tipe mikrofon pada sistem akustik

#### Indikator:

- 4.1. Menjelaskan terminologi karakteristik mikrofon sistem akustik suara.
- 4.2. Mengklasifikasi mikrofon sistem akustik suara.
- 4.3. Memahami konsep dasar struktur mikrofon berdasarkan tipenya.
- 4.4. Menentukan sensitivitas sebuah mikrofon berdasarkan data teknis.
- 4.5. Menjelaskan prinsip kerja macam-macam tipe mikrofon.
- 4.6. Memahami sistem mikrofon tanpa kabel (wireless microphone) pada sistem akustik suara.
- 4.7. Menginterpretasikan koordinasi frekuensi (frequency coordination) yang digunakan pada sistem mikrofon tanpa kabel.
- 4.8. Memahami kegunaan *bodypack transmitters* pada sistem mikrofon tanpa kabel.
- 4.9. Menerapkan instalasi macam-macam tipe mikrofon pada sistem akustik

### KOMPETENSI INTI (KI-4)

#### Kompetensi Dasar (KD):

4. Menguji mikrofon pada sistem akustik pada posisi dengan level sumber bunyi yang berbeda-beda

#### Indikator:

- 4.1. Menguji macam-macam mikrofon dan interpretasi karakteristik mikrofon berdasarkan hasil pengujian
- 4.2. Memilih jenis dan tipe mikrofon sesuai dengan kebutuhan sistem akustik suara.
- 4.3. Memilih dan menempatkan Headset Microphones sistem akustik suara.
- 4.4. Mendimensikan sensitivitas sebuah mikrofon berdasarkan spesifikasi data teknis.
- 4.5. Memilih dan mendimensikan Boundry Microphones sistem akustik suara.
- 4.6. Memasang mikrofon tanpa kabel (wireless microphone) pada sistem akustik suara.
- 4.7. Mengetes frekuensi kerja mikrofon tanpa kabel.
- 4.8. Mengeteskepekaan *bodypack transmitters* pada sistem mikrofon tanpa kabel.
- 4.9. Menentukan tata letak sistem penerima dan antena (receivers and antennas) sistem mikrofon tanpa kabel



#### **4. Instalasi macam-macam tipe mikrofon pada sistem akustik**

Mikropon mengubah energi bunyi kedalam energi listrik dan dengan demikian mikropon 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 mikropon ataupun loudspeaker seperti pada pesawat intercom.

##### **4.1. Karakteristik mikrofon.**

###### **4.1.1. Spesifikasi mikropon**

###### **Kepekaan**

Kepekaan sebuah mikropon adalah besar tegangan bolak-balik keluaran mikropon pada keadaan bunyi bebas dengan tekanan 1  $\mu$ bar. Sebagai satuan diberikan mV/ $\mu$ bar (mili volt per mikro bar). Kepekaan mikropon bergantung frekuensi, sehingga besarnya frekuensi harus diberikan. Secara umum diambil frekuensi sebesar 1000 Hz.

Kepekaan juga disebut “faktor pemindahan medan beban kosong” Faktor ini diukur dalam medan bunyi bebas dan tanpa beban. Menurut sistim SI, faktor pemindahan medan beban kosong tidak lagi ditarik atas 1 / $\mu$ bar, melainkan 1N/m<sup>2</sup> (newton 1mV// $\mu$ bar = 10mV/Pa.

###### **Daerah frekuensi**

Daerah frekuensi atau daerah pemindahan aalah daerah dimana mikropon tanpa kerugian kepekaan dan tanpa cacat dapat mengubah gelombang bunyi kedalam sinyal listrik.



Untuk perekaman musik, mikropon seharusnya mempunyai daerah frekuensi dari 40 Hz sampai 15 kHz dan tanpa perubahan kepekaan yang besar, sedang untuk percakapan cukup dari 200 Hz sampai 5000 Hz.

### **Tanggapan frekuensi**

Tanggapan frekuensi atau kurva frekuensi menandakan keterpengaruhannya frekuensi dari kepekaan. Pada pengukuran ini gelombang bunyi dengan frekuensi berlainan dijatuhkan tegak lurus dimuka mikropon dan tegangan keluarannya diukur. Faktor pemindahan  $a$  dalam dB yang sebelumnya  $mV/\mu\text{bar}$ , karena kurva frekuensi dengan level yang diambil berlawanan.

Dimana  $B$  = kepekaan dalam  $V/\mu\text{bar}$

$B_0$  = kepekaan patokan dari 1  $V/\mu\text{bar}$

### **Ketergantungan arah**

Sebuah mikropon tidak dapat mengambil bunyi dari semua sisi sama kuat, jadi tegangan keluaran bergantung arah dari mana bunyi datang. Ketergantungan ini digambarkan melalui sifat arah, ketergantungan arah menentukan kemungkinan penggunaan mikropon.

### **Impedansi**

Untuk hubungan sebuah mikropon pada sebuah perangkat penguat atau pada sebuah peralatan pita suara adalah penting untuk mengenal impedansi listrik (juga dinamakan tahanan dalam atau impedansi sumber).

Impedansi bergantung pada frekuensi, pada umumnya dinyatakan pada frekuensi 1000 Hz dalam satuan  $\Omega$  (ohm).

### **Tahanan hubungan seharusnya**

Juga dinamakan tahanan hubungan adalah hubungan semu, dengannya mikropon seharusnya dihubungkan. Pada tahanan hubungan yang kecil akan memperburuk sifat-sifat mikropon.

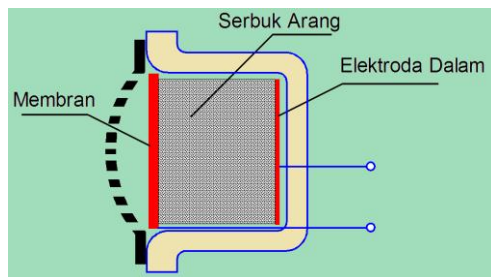


### Batas pengendalian lebih

Batas pengendalian lebih adalah batas tekanan dimana mikropon masih bekerja dengan baik, maksudnya masih tanpa cacat. Mikropon dinamis dapat bekerja pada tekanan bunyi yang tinggi dan batas pengendalian lebih belum tercapai. Pada mikropon kondenser pernyataan ini diperlukan, pada pelanggaran batas yang disyaratkan akan mendatangkan cacat tidak linier dan dengan demikian faktor cacat akan naik. Batas pengendalian lebih ini diberikan dalam  $\mu\text{bar}$  atau pascal (Pa)

## 4.2. Struktur dan prinsip kerja macam-macam tipe mikrofon.

### 4.2.1. Mikropon arang

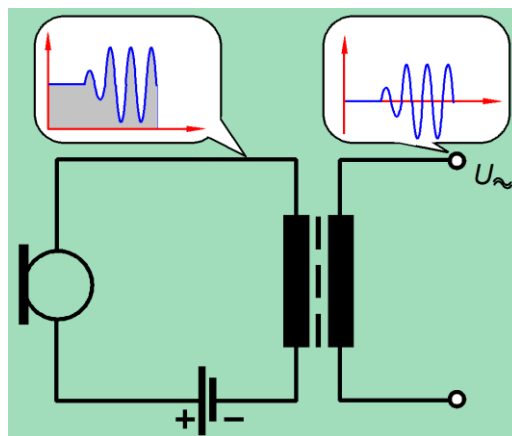


Gambar 4.1. Kunstruksi dasar mikropon arang

Konstruksi dasar mikropon arang tergambar didalam garis putus-putus. Jika gelombang bunyi mengenai elektroda membran, maka serbuk arang akan dipadatkan dan diregangkan seiring gelombang bunyi. Dengan demikian nilai tahanan

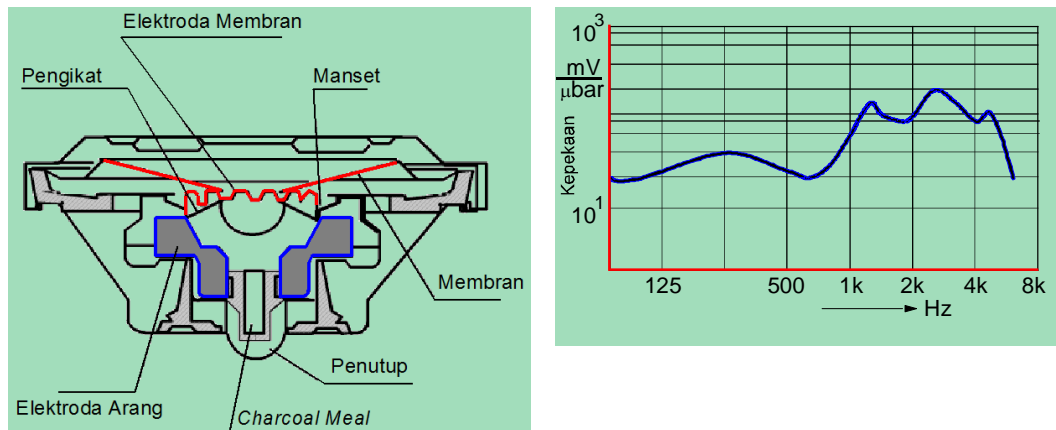
serbuk arang diantara kedua elektrodapun akan berubah-ubah

Mikropon arang mengubah gelombang bunyi kedalam perubahan nilai tahanan.



Gambar 4.2. Rangkaian mikropon arang

Arus searah dari baterai melewati tahanan arang yang berubah-ubah maka akan berubah-ubah pula besarnya. Transformator akan memisahkan arus bolak-balik dengan arus searah, maka pada keluaran akan didapat tegangan bolak-balik murni ( $U_{\sim}$ ).



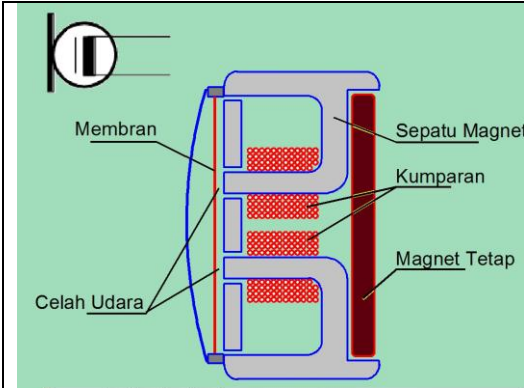
**Gambar 4.3. Potongan mikropon telepon (kiri) dan tanggapan frekuensi mikropon arang (kanan).**

**Data teknis :**

Tahanan dalam	: 30 sampai 500 $\Omega$
Kepekaan	: 100 mV/ $\mu$ bar = 1V/Pa pada 1000 Hz
Daerah frekuensi	: 800 Hz sampai 4000 Hz
Faktor cacat	: 20%
Tegangan catu	: antara 4V dan 60V
Keburukan	: desis sendiri besar, faktor cacat besar sangat bergantung suhu
Kebaikan	: kepekaan tinggi
Penggunaan	: untuk perangkat bicara seperti telepon.



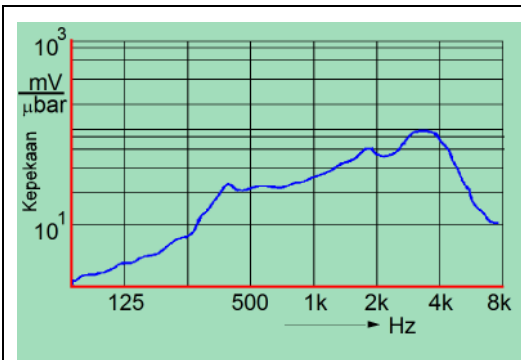
#### 4.2.2. Mikropon elektromagnetis



Gambar 4.4. Simbol dan konstruksi mikropon elektromagnetis

Konstruksi dasar diperlihatkan oleh Gambar 4.4, 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.

Pada mikropon elektromagnetis penginduksian tegangan atas dasar perubahan celah udara. Karena tegangan yang diinduksikan masih kecil maka diperlukan penguat tambahan.



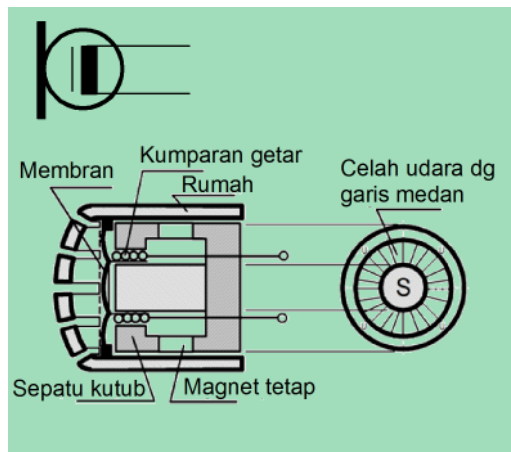
Gambar 4.5. Tanggapan frekuensi mikropon elektromagnetis (kiri) dan Bentuk mikropon elektromagnetis dari Sennheiser (kanan)

**Data teknis :**

Tahanan dalam	: 2000 $\Omega$
Kepekaan	: 100 mV/ $\mu$ bar = 1V/Pa pada 1000 Hz dengan penguat
Daerah frekuensi	: 300 Hz sampai 6000 Hz
Faktor cacat	: 10%
Tegangan bantu	: antara 4V dan 60V
Penggunaan	: Perangkat bicara, telepon, peralatan dengar, peralatan dekte.

**4.2.3. Mikropon dinamik**

Mikropon dinamik dengan kumparan



Pada mikropon dinamik tegangan bolak-balik dibangkitkan melalui induksi yang sebanding dengan kecepatan membran. Gelombang bunyi menggetarkan membran maka kumparanpun akan bergerak tegak lurus terhadap arah medan.

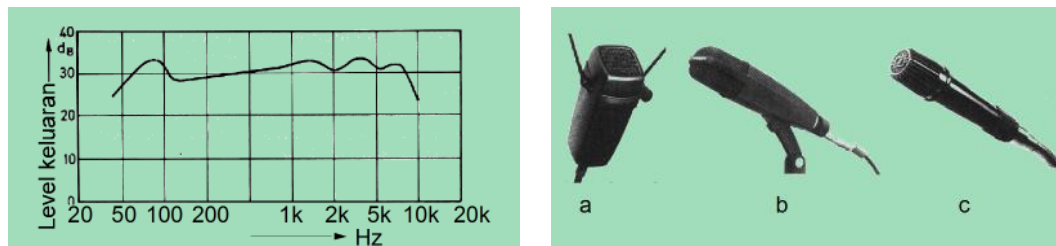
Sesuai dengan hukum induksi

$$E = N \cdot \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

Gambar 4.6. Simbol mikropon dinamik dan konstruksinya

Induksi tegangan yang dihasilkan sebanding dengan kecepatan geraknya. Karena tahanan dalamnya kecil maka, tidak peka terhadap medan gangguan listrik, karena tegangan gangguan ini akan terhubung singkat.

Atas dasar ini mikropon dapat dihubungkan pada penguat dengan penghubung yang panjang.

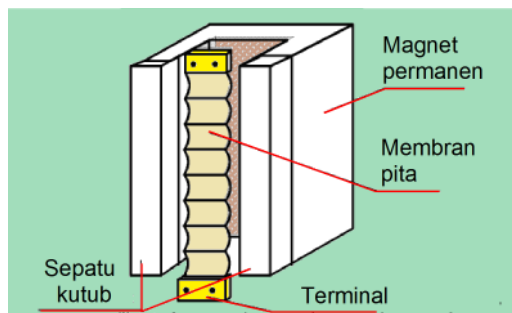


Gambar 4.7. Tanggapan frekuensi sebuah mikropon dinamik (kiri) dan kanan beberapa bentuk mikropon dinamik, a) mikropon kerah MD214 b) mikropon studio MD421 c) mikropon komando MD430 (dari Sennheiser)

**Data teknis :**

- Tahanan dalam : 200  $\Omega$  (induktif), dengan transformator terpasang 30 k $\Omega$
- Kepekaan : 0,2 mV/ $\mu$  bar = 2V/Pa pada 1000 Hz dengan penguat
- Daerah frekuensi : 500 Hz sampai 12.000 Hz
- Faktor cacat : 1%
- Dinamik : 60 dB
- Kebaikan : Tanpa tegangan bantu, hampir bebas cacat, daerah frekuensi lebar, tidak peka mekanis, lama hidup yang panjang, murah
- Penggunaan : Selain untuk perangkat bicara juga untuk perekam musik

**Mikropon pita**



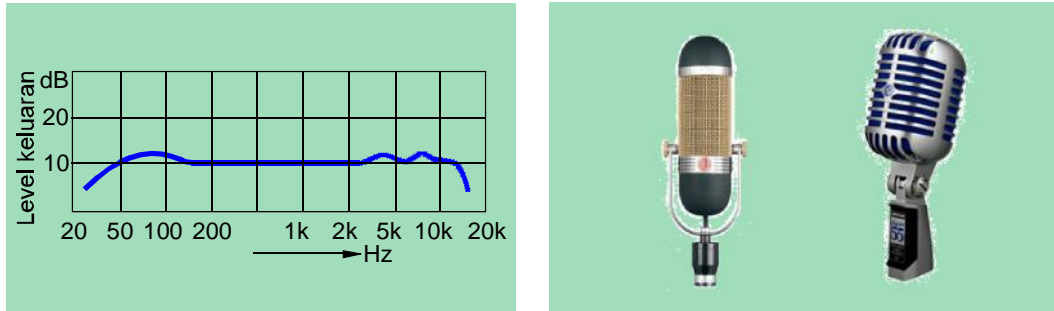
Gambar 4.8. Kunstruksi mikropon pita.

Pada mikropon pita, antara kedua sepatu kutub dari magnet yang kuat terdapat pita tipis alumunium yang bergelombang. Pita yang berfungsi sebagai membran tebalnya 2 - 5  $\mu$ m dan lebar 3 - 4mm (lihat Gambar 4.8). Getaran gelombang bunyi menggtarkan pita.

Pita bergetar dalam medan magnet maka akan diinduksi tegangan dalam pita itu.



Tegangan yang terinduksi lebih kecil dari mikropon dengan kumparan. Tahanan pita berkisar  $0,1 \Omega$  jika dengan transformator impedansinya dapat sebesar  $200\Omega$ . Mikropon pita mempunyai daerah frekuensi yang lebar dan hampir konstan. Gambar tanggapan frekuensi dan contoh bentuk mikrophon pita diperlihatkan pada gambar 4.9.

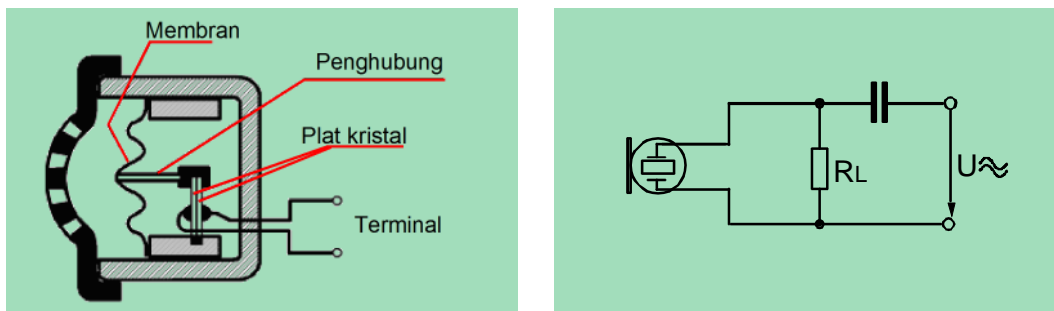


Gambar 4.9. Tanggapan frekuensi mikropon pita (kiri) dan contoh mikrophon pita

**Data teknis :**

- Tahanan dalam :  $0,1 \Omega$  (induktif),  $200\Omega$  dengan transformator
- Kepekaan :  $0,08-0,2 \text{ mV}/\mu \text{ bar} = 0,8-2 \text{ mV}/\text{Pa}$  pada  $1000 \text{ Hz}$
- Daerah frekuensi :  $50 \text{ Hz}$  sampai  $18.000 \text{ Hz}$
- Faktor cacat :  $0,5\%$
- Dinamik :  $50 \text{ dB}$
- Keburukan : Peka pukulan, mahal, bentuknya besar
- Kebaikan : Cacat kecil, daerah frekuensi lebar
- Penggunaan : Perekaman musik dan bicara dengan kualitas tinggi

**4.2.4. Mikropon kristal**



Gambar 4.10. Kunstruksi mikropon kristal (kiri) dan rangkaian mikropon kristal



(kanan)

Pada mikropon kristal tegangan bolak-balik dibangkitkan dengan efek Piezo elektrik. Gelombang bunyi menggetarkan membran dan sekaligus menggetarkan plat kristal. Plat kristal yang bergetar pada permukaannya akan terbentuk pula perbedaan potensial diantara ujung-ujungnya.

Oleh karena itu tegangan mekanis menimbulkan tegangan listrik (efek piezoelektrik).

Tahanan dalam mikropon kristal dibentuk oleh kapasitas antara plat kristal (sekitar 1000 pF). Pada frekuensi batas bawah  $f_b = 30$  Hz mempunyai reaktansi sebesar kira-kira  $5 \text{ M}\Omega$  sehingga pada frekuensi rendah medan pengganggu tidak terhubung singkat karena tahanan dalamnya tinggi, maka hubungan mikropon dengan penguat tidak boleh terlalu panjang.

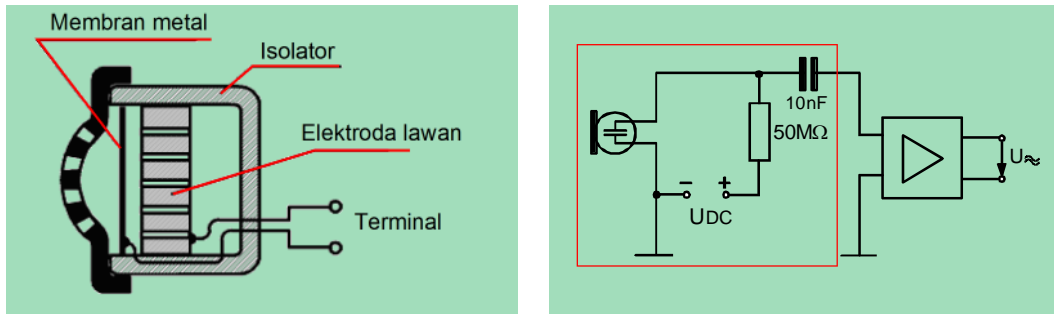
**Data teknis :**

Tahanan dalam	: 2..... $5\text{M}\Omega$ (kapasitip)
Kepekaan	: $2 \text{ mV}/\mu \text{ bar} = 20 \text{ mV}/\text{Pa}$ pada 1000 Hz
Daerah frekuensi	: 30 Hz sampai 10.000
Faktor cacat	: 1....2%
Dinamik	: 60 dB
Keburukan	: Harus dilindungi terhadap kelembaban dan panas.
Kebaikan	: Kecil, ringan , murah
Penggunaan	: Pada radio amatir, sebagai mikropon kecil

**4.2.5. Mikropon kondenser**

Pada mikropon kondenser membran dan elektroda lawan membentuk kapasitas (kira-kira 100pF). Mikropon kondenser mengubah getaran bunyi melalui perubahan kapasitansinya kedalam getaran listrik.

Mikropon kondenser dalam rangkaian AF



Gambar 4.11. Konstruksi mikropon kondenser (kiri) dan rangkaian mikropon kondenser dalam rangkaian AF (kanan)

Melalui tahanan depan tinggi (kira-kira 50MΩ) mikropon diberi tegangan searah pada sistem terdahulu sebesar 80-120V, tegangan 1,5-3V sudah bisa untuk mengoperasikan mikropon kondenser..

Membran dalam keadaan tenang, tegangan pada mikropon sama dengan tegangan sumber. Arus tidak mengalir, sehingga pada tahanan depan tidak terdapat tegangan jatuh. Bila membran bergetar harga kapasitansya berubah , saat perubahan kapasitas arus mengalir melalui tahanan, karena adanya pengisian dan pengosongan kapasitor.

Arahnya tergantung jika kapasitas membesar berarti pengisian, jika mengecil berarti pengosongan. Arus yang mengalir adalah arus bolak-balik yang seirama dengan tekanan bunyi. Besarnya kapasitansinya dapat dihitung dengan rumus seperti berikut :

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \frac{A}{d}$$

- $A$  = Luas plat
- $d$  = Jarak plat
- $\epsilon_0$  = Konstanta dielektrikum =  $8,85 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm}$
- $\epsilon_r$  = Permittivitas

Pada frkuensi rendah nilai tahananannya sangat besar, misalkan pada frekuensi 30Hz maka tahanan dalamnya (tahanan semu) sebesar :

$$X_c = \frac{1}{2 \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \pi \cdot 30 \text{ Hz} \cdot 100 \text{ pF}}$$

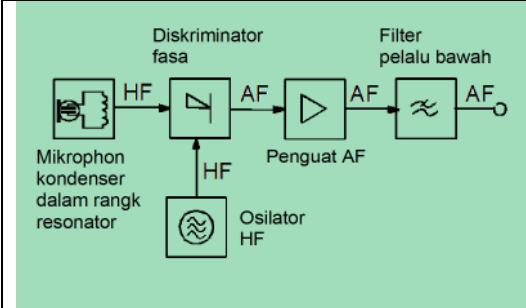
$$X_c = 53 \text{ M}\Omega$$

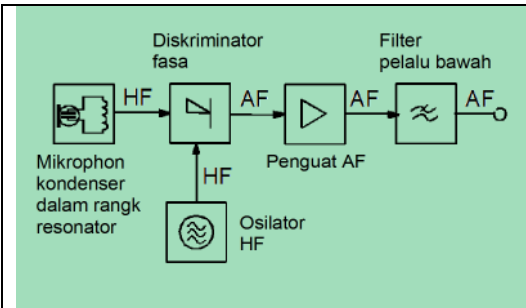


Mikropon kondenser mempunyai tahanan dalam yang tinggi sekitar 50 MΩ sehingga peka terhadap gangguan. Keburukan dari rangkaian frekuensi rendah yang ditunjukkan diatas adalah diperlukan tegangan DC yang konstan dan besar. Rangkaian frekuensi tinggi, dimana mikropon disatukan dalam rangkaian osilator, tidak mempunyai keburukan diatas.

Mikropon kondenser dalam rangkaian frekuensi tinggi

Gambar 4.12 memperlihatkan rangkaian blok sebuah rangkaian frekuensi tinggi. Disini diperlukan perubahan kapasitansi dari mikropon kondenser, untuk mengubah frekuensi resonansi resonator dalam irama getaran suara. Sinyal frekuensi tinggi dimodulasi secara modulasi fasa.

	<p>Didalam rangkaian demodulator FM yang dirangkaikan setelahnya akan diperoleh tegangan frekuensi rendah dari tegangan frekuensi tinggi yang termodulasi fasa, yang kemudian dikuatkan oleh penguat depan.</p>
<p>Gambar 4.12. rangkaian blok rangkaian frekuensi tinggi</p>	

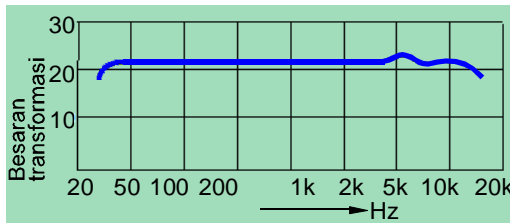
	<p>Didalam rangkaian demodulator FM yang dirangkaikan setelahnya akan diperoleh tegangan frekuensi rendah dari tegangan frekuensi tinggi yang termodulasi fasa, yang kemudian dikuatkan oleh penguat depan.</p>
<p>Gambar 4.12. rangkaian blok rangkaian frekuensi tinggi</p>	



Gambar 4.13. Sebuah contoh mikropon kondenser jenis mikropon arah untuk studio tipe MKH 406 P 48 dari Sennheiser

Gambar 4.13. memperlihatkan contoh mikropon kondenser dalam rangkaian frekuensi tinggi.

Mikropon ini memiliki tahanan dalam yang rendah, sehingga bisa digunakan dengan kabel yang panjang. Pada Gambar 4.14 memperlihatkan tanggapan frekuensi dari mikropon kondenser.



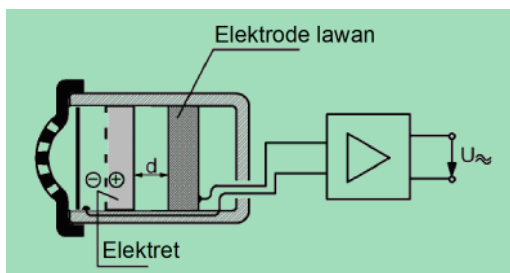
Gambar 4.14. Tanggapan frekuensi sebuah mikropon kondenser

Karena sifatnya yang baik maka mikropon kondenser banyak pula digunakan di studio dan juga untuk peralatan-peralatan kecil sebagai pengambil suara.

**Data teknis :**

- Tahanan dalam : 10  $\Omega$  sampai 250  $\Omega$
- Kepekaan : 2 mV/ $\mu$  bar  $\underline{\underline{\Delta}}$  20 mV/Pa pada 1000 Hz
- Daerah frekuensi : 20 Hz sampai 20.000
- Dinamik : 75 dB
- Batas pengendalian : 500  $\mu$  bar  $\underline{\underline{\Delta}}$  50 Pa

4.2.6. Mikropon Elektret



Mikropon elektret sama seperti mikropon kondenser hanya tanpa tegangan arus searah . Dan mempunyai sifat seperti mikropon kondensator. Elektret adalah seperti kapasitor yang terisi dengan muatan



Gambar 4.15. Kunstruksi mikropon yang konstan. elektret

Membran elektret dan elektrode lawan membentuk kondensator dengan jarak plat  $d$  dan muatan  $Q$  gelombang bunyi yang mengenai membran mengubah jarak  $d$ , sehingga kapasitansi  $C_0$  berubah pula, sehingga timbullah tegangan yang bolak-balik yang sebanding dengan gerakan membran.

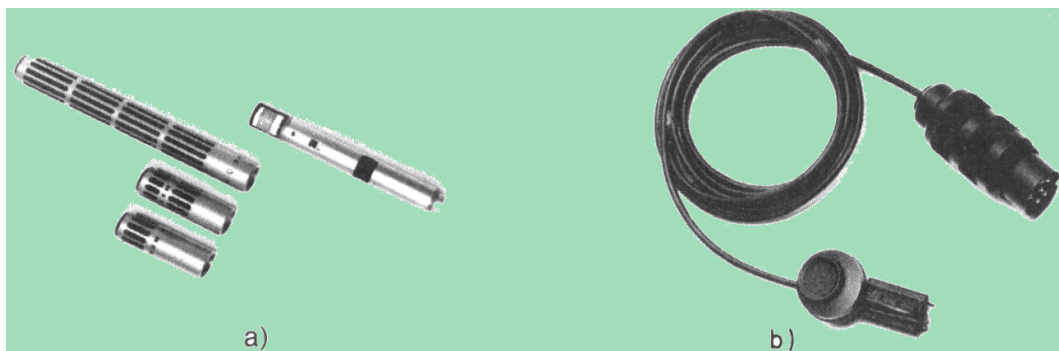
$$U = \frac{Q}{C}$$

$U$  = tegangan yang dihasilkan

$Q$  = muatan kapasitor

$C$  = nilai kapasitansi

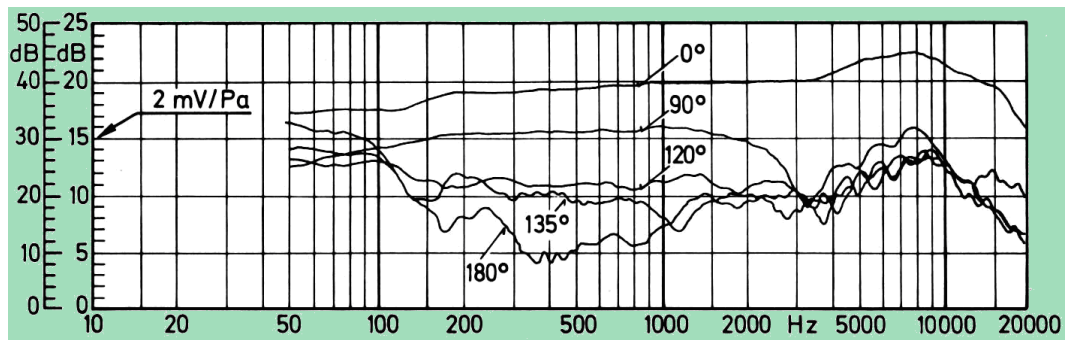
Tegangan ini diperkuat oleh penguat yang terpasang. Pada perkembangan berikutnya, elektret dan elektrode lawan dibalik, sehingga elektrode lawan berfungsi sebagai membran. Sehingga membran bisa dibuat lebih ringan.



Gambar 4.16. Contoh beberapa mikropon elektret

Gambar 16a memperlihatkan mikropon elektret dalam beberapa tipe, dari paling atas; Pegangan dan modul catu daya M 3N untuk mikropon; Mikropon terarah ME 80, untuk pengambilan suara yang lemah dan jauh; Modul mikropon ME 40 dengan karakteristik arah; Kepala mikropon ME 20 dengan karakteristik bola.

Sedang Gambar 16b, memperlihatkan mikropon elektret kerah mini, yang penggunaannya di klipkan pada kerah baju. Dan Gambar 4.17 memperlihatkan kurva karakteristik dari mikropon terarah ME 80 dengan modul K 3N.



Gambar 4.17. Kurva frekuensi mikropon terarah ME 80 dengan modul K 3N

**Data teknis :**

Impedansi listrik	: 15 k $\Omega$
Impedansi penghubung	: 1,5 k $\Omega$ atau 600 $\Omega$
Kepekaan	: 0,3 mV/ $\mu$ bar = 3 mV/Pa pada 1000 Hz
Daerah frekuensi	: 50 Hz sampai 15.000Hz
Penggunaan	: Pada kaset rekorder, karena tidak peka getaran badan.



**TUGAS 1**

Lakukan percobaan berikut ini

Alat :

Tindakan 1:

Tindakan 1:

PERTANYAAN	S/B
1. Mikrofon berfungsi untuk mengubah bunyi menjadi tegangan listrik	b
2. Kepekaan sebuah mikrofon adalah besar tegangan bolak-balik keluaran mikrofon pada keadaan bunyi ber tekanan 1 $\mu$ bar	b
3. Mikrofon selalu dapat menerima suara dari semua arah.	s
4. Mikrofon arang bekerja berdasarkan prinsip hukum induksi	s
5. Loudspeaker jika dioperasikan secara terbalik akan sama persis dengan mikrofon dinamik	b
6. Mikrofon pita banyak sekali digunakan pada peralatan dekte ( <i>tape recorder</i> mini)	s



**Rangkaian penguat depan audio  
(universal pre-amplifier)**

**5**

**KOMPETENSI INTI (KI-3)**

**Kompetensi Dasar (KD):**

**5. Merencana rangkaian penguat depan audio (*universal pre-amplifier*)**

**Indikator:**

- 5.1 Arsitektur rangkaian penguat depan universal audio (*universal pre-amplifier*)
- 5.2 Merencana rangkaian penguat depan universal audio.
- 5.3 Mendimensikan komponen DC (statis) dan komponen AC (dinamis) penguat depan universal audio
- 5.4 Mendimensikan tanggapan frekuensi rangkaian penguat depan universal audio
- 5.5 Mendeskripsikan faktor cacat dan cakap silang (*cross talk*) penguat depan universal audio sistem stereo.
- 5.6 Mengerti kegunaan dan penerapan spesifikasi data teknis penguat depan universal pada sistem audio.

**KOMPETENSI INTI (KI-4)**

**Kompetensi Dasar (KD):**

**5. Mengukur rangkaian penguat depan audio (*universal pre-amplifier*)**

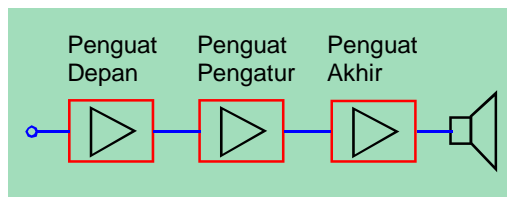
**Indikator:**

- 5.1. Menggambar skema rangkaian penguat depan universal audio (*universal pre-amplifier*) beserta daftar komponen dan nama komponen.
- 5.2. Mendesain, merakit papan rangkaian tercetak (PRT) penguat depan universal menggunakan perangkat lunak.
- 5.3. Melakukan pengukuran titik kerja DC (statis) dan AC (dinamis) penguat depan universal audio menggunakan perangkat lunak dan interpretasi data hasil pengukuran
- 5.4. Melakukan pengukuran tanggapan frekuensi rangkaian penguat depan universal menggunakan perangkat lunak dan interpretasi data hasil pengukuran
- 5.5. Melakukan pengukuran faktor cacat dan cakap silang (*cross talk*) penguat depan universal audio sistem stereo
- 5.6. Menyajikan spesifikasi data teknis penguat depan universal sistem audio



### 5.1. Arsitektur rangkaian penguat depan universal audio (universal pre-amplifier).

Secara rangkaian blok, sebuah system penguat suara dapat dilihat pada Gambar 5.1. Pada gambar tersebut memperlihatkan rangkaian blok mulai dari sumber sinyal, dapat berupa mikropon, pemungut piringan hitam atau lainnya, hingga diakhiri loudspeaker.



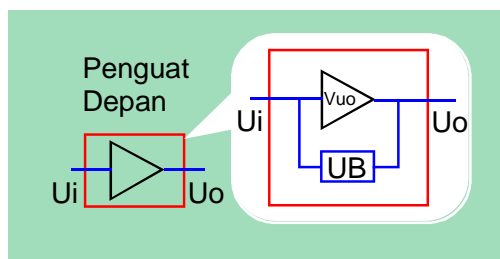
Penguat depan menguatkan sumber sinyal, selain memiliki penguatan tertentu, juga harus menyesuaikan sumber sinyal jika memiliki tanggapan frekuensi yang tidak linier.

Gambar 5.1. Rangkaian Blok PenguatSuara lengkap

Pada prinsipnya penguat depan memiliki fungsi untuk

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

Pada penguat depan yang disebut universal, memiliki artian penguat ini dapat digunakan untuk menguatkan sumber sinyal dengan tanggapan frekuensi datar (seperti mikropon) dan yang tidak datar (seperti sinyal dari pemungut suara magnetik). Pada prinsipnya, arsitektur sebuah penguat terdiri penguat dengan penguatan terbuka (*open loop*)  $V_{uo}$  yang besar dan jaringan umpan balik negatif.



Umpan balik (UB) negative dalam Gambar 5.2 adalah mengembalikan sebagian sinyal keluaran kemasukkan yang menyebabkan menurunnya penguatan. Penguat dengan harus memiliki penguatan terbuka yang besar.

Gambar 5.2. Susunan penguat depan

#### 5.1.1. Penguat Mikropon

Mikropon dinamik menghasilkan tegangan kira-kira hanya 0,5 mV pada tanggapan frekuensi yang datar. Disini penguat mempunyai tugas hanya

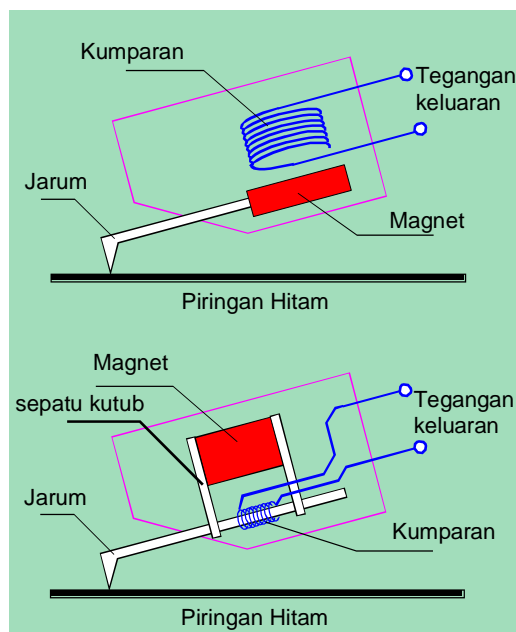


menaikkan level sinyal, karena tanggapan frekuensinya sudah datar. Pada rangkaian ini tidak dijumpai komponen yang mempengaruhi tanggapan frekuensi. Dengan begitu akan diperoleh daerah transfer dari 4Hz sampai 40kHz, Penguatan sedemikian besarnya sehingga diperoleh tegangan keluaran sebesar maksimum 1,4V.

Karena diperlukan penguatan yang konstan dalam daerah frekuensi, maka untuk penguat mikrofon, jaringan umpan balik pada Gambar 5.2 harus merupakan komponen yang tidak terpengaruh oleh frekuensi. Untuk ini digunakan component ahanan, dimana besar resistansinya tidak berubah dengan berubahnya frekuensi sinyal.

### 5.1.2. 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).

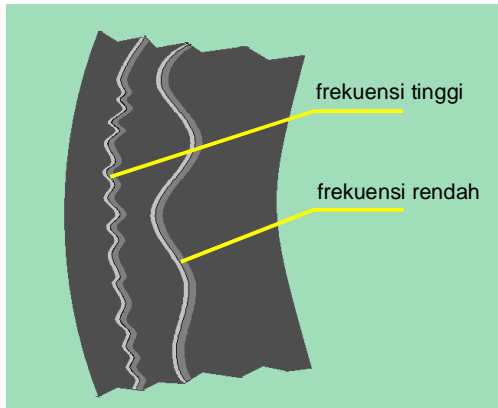


Gambar 5.3 Konstruksi Pemungut Suara Magnetik tegangan induksi.

Gambar 5.3 memperlihatkan konstruksi pemungut suara magnetik, MM (atas) dan MC (bawah). Secara prinsip, cara kerjanya berdasar hukum induksi. Akan terbangkit tegangan induksi bila penghantar berada dalam medan magnet yang berubah. Artinya, bila jarum bergetar, maka magnet akan ikut bergetar (pada MM) dan akan terbangkit tegangan induksi. Pada MC, dengan bergetarnya jarum maka kumparan bergetar, sehingga medan magnet yang mengenainya akan berubah-ubah, maka akan timbul

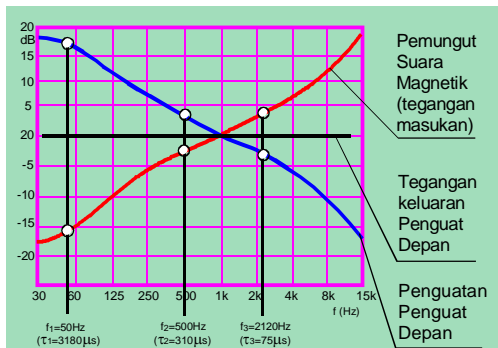


Besar tegangan induksi yang terbangkit akan sebanding dengan frekuensi getaran jarum, getaran jarum tergantung pada frekuensi sinyal yang tercetak pada piringan hitam. Jadi tegangan keluaran pemungut suara magnetic akan naik dengan naiknya frekuensi suara. Selain itu, pada nada rendah (bass) memiliki tegangan yang besar (Gambar 5.4), sehingga ini akan menimbulkan alur



Gambar 5.4. Alur sinyal pada piringan hitam

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 amplitude ini ditetapkan oleh RIAA (*Record Industry Association of America*) seperti diperlihatkan pada Gambar 5.5.



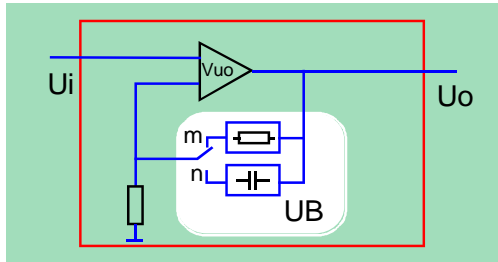
Gambar 5.5. Kurva standar RIAA dan penguatan penguat penyama

Penguat depan pemungut suara magnetis menguatkan sinyal frekuensi rendah lebih besar dari pada sinyal frekuensi tinggi. Sehingga tegangan keluaran penguat depan menjadi datar. Penguat depan ini disebut penyama (*Equalizer Amplifier*).

Untuk ini, penguat harus memiliki umpan balik negatif yang besarnya terpengaruh oleh frekuensi sinyal. Maka digunakan komponen kapasitor yang nilai reaktansinya (tahanan secara arus bolak-balik) berubah dengan berubahnya frekuensi sinyal.

### 5.1.3. Penguat Depan Universal.

Penguat depan universal yang kita bahas ini, merupakan sebuah penguat depan yang dapat sebagai penguat mikrofon dan dapat sebagai penguat penyama.



Gambar 5.6 Rangkaian blok penguat universal

Dengan mensaklarkan jaringan umpan balik dari “m” ke “n”, maka tanggapan frekuensi dari penguat depan ini akan berubah, dari linear ketidak linear. Atau dengan kata lain dari penguat depan mikropon menjadi penguat depan pemungut suara magnetik.

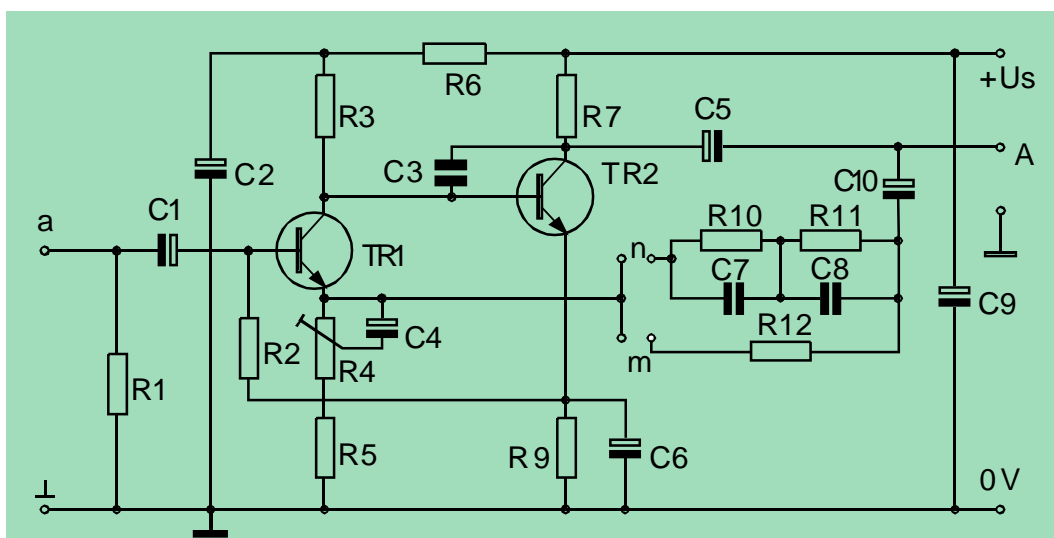
## 5.2. Merencana rangkaian penguat depan universal audio.

Penguat depan yang dapat menguatkan tegangan  $1\text{mVef} - 20\text{mVef}$  menjadi  $1-1,4\text{Vef}$  dapat dibangun dengan satu atau dua buah transistor. Pada bahasan berikut dipilih penguat depan universal dua tingkat yang hubung secara DC (arus searah).

### 5.2.1. Mendimensikan komponen DC.

#### Rangkaian Arus Searah

Gambar skema rangkaian penguat depan universal yang akan dibahas diperlihatkan pada Gambar 5.6. rangkaian terdiri dari 2 tingkat yang dibangun oleh transistor TR1 dan TR2. Antara keluaran penguat pertama dan kedua disambung secara DC. Umpan balik negatif yang menentukan tanggapan frekuensi, dari keluaran dihubungkan ke daerah masukan dengan penghubung “m” dan “n”, yang bisa dipilih sesuai yang diinginkan.





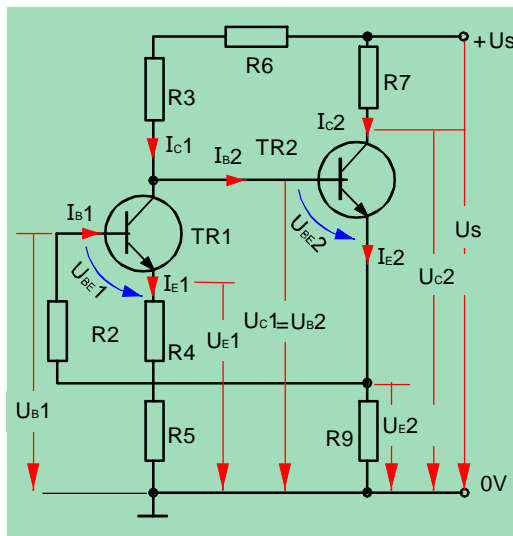
Gambar 5.7. Gambar skema lengkap penguat depan universal.

Rangkaian penguat depan universal yang dibahas seperti terlihat pada gambar 5.7 dengan daftar komponen seperti berikut ini :

Daftar komponen :

Tahanan		Kapasitor		Transistor	
R1	68k $\Omega$	C1	10 $\mu$ F	TR1	BC 549B
R2	220k $\Omega$	C2	100 $\mu$ F	TR2	BC 549B
R3	120 k $\Omega$	C3	33pF		
R4	VR 5 k $\Omega$	C4	220 $\mu$ F		
R5	220 k $\Omega$	C5	10 $\mu$ F		
R6	4,7 k $\Omega$	C6	220 $\mu$ F		
R7	4,7 k $\Omega$	C7	15000pF		
R9	1 k $\Omega$	C8	4700 pF		
R10	330 k $\Omega$	C9	100 $\mu$ F		
R11	15 k $\Omega$	C10	10 $\mu$ F		
R12	15 k $\Omega$				

Rangkaian arus searah sebuah penguat audio terlihat sangat sederhana, karena semua komponen yang berpengaruh pada frekuensi sinyal audio dapat ditiadakan. Jadi semua kapasitor dapat ditiadakan. Setelah proses pensaklaran berlalu, maka yang tertinggal adalah keadaan statis. Keadaan statis ini membangun titik kerja. Dalam keadaan ini semua kapasitor mempunyai potensial konstan, karena terisi penuh.



Gambar 5.8. Rangkaian arus searah

Sebuah kapasitor terisi untuk arus searah seakan terputus, tidak ada arus searah yang mengalir. Akibatnya, kapasitor tidak berpengaruh lagi pada rangkaian arus searah. Untuk penyederhanaan, dalam kondisi ini, semua kapasitor dihapus, sehingga rangkaian secara arus searah dapat dilihat pada Gambar 5.8. Untuk pembahasan selanjutnya, yang dimaksud dengan  $U_{CE}$  tegangan antara

kaki kolektor dan emitor sebuah transistor, jika  $U_{CE2}$  artinya tegangan antara kaki kolektor dan emitor untuk transistor 2. Jika ditulis  $U_{C1}$  berarti tegangan kolektor transistor 1 diukur terhadap 0V (massa). Untuk  $I_{C2}$ , berarti arus kolektor transistor 2, demikian seterusnya.

### Titik Kerja

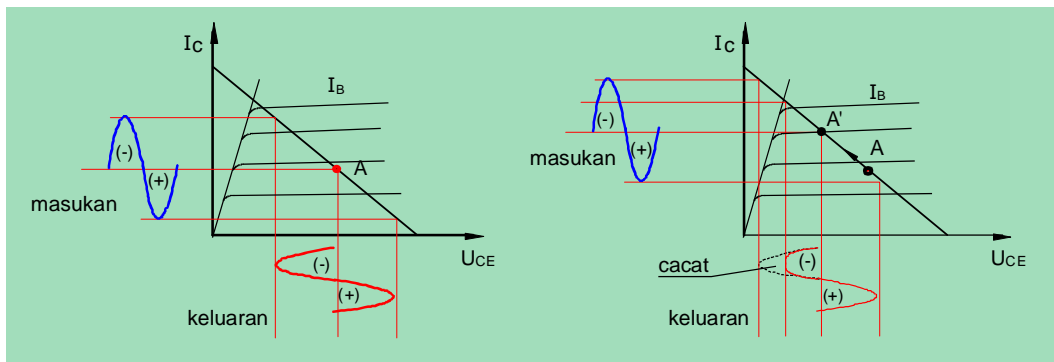
Tugas rangkaian arus searah adalah :

- Menetapkan titik kerja.
- Untuk menghindari penggeseran titik kerja yang disebabkan pengaruh temperatur. Perubahan temperatur yang diakibatkan misal oleh temperatur sekeliling atau melalui perubahan daya rugi dari transistor. Perubahan temperatur mengakibatkan perubahan:
  - Arus basis  $I_B$  jika  $U_{CE}$  konstan (faktor 2 tiap kenaikan 100 K).
  - Tegangan basis  $U_{BE}$  jika  $I_{BE}$  konstan (-2mV/0K pada kenaikan temperatur).
  - Penguatan arus (bertambah sekitar 1%/0K pada kenaikan temperatur)
  - Arus halang  $I_{CB}$  (faktor 2 tiap kenaikan 10°K).

Semua perubahan di atas akan mengarah pada perubahan arus kolektor  $I_c$ .



Transistor-transistor TR1, TR2 disambung secara tegangan searah (DC). Secara teknis jika dibandingkan dengan penggandeng kapasitor mempunyai kelebihan terutama pada penampilan tegangan bolak-balik (sinyal) .Frekuensi batas bawah terletak pada DC (0Hz). Keburukan pada frekuensi batas DC terletak pada penstabilan titik kerja. Setiap penggeseran tegangan DC dari TR1 dipindahkan ke TR2 (tegangan pada TR2 juga akan ikut bergeser).Maka dari itu titik kerja dari penguat terganggu langsung (penguat DC) harus distabilkan dengan baik.



Gambar 5.9. Akibat titik kerja bergeser

<p><u>Titik kerja tepat</u> (Gambar 5.9 kiri)</p> <p>Sinyal dapat dikendalikan penuh baik amplitudo positif maupun negatif</p>	<p><u>Titik kerja tidak stabil</u> (Gambar 5.9 kanan) (bergeser dari A ke A'). Sinyal hanya dapat dikendalikan penuh pada amplitudo positif. Pada amplitudo negatif <math>U_{CE}</math> mencapai tegangan jenuh</p> <p>Akibatnya : <b>sinyal keluaran cacat</b></p>
--	---

Tujuan penetapan titik kerja adalah, untuk membangkitkan arus kolektor  $I_C$  sekaligus juga menetapkan tegangan kolektor ( $U_{CE}$ ) yang konstan dan tidak bergantung temperatur.

Dalam rangkaian yang dibahas, bekerja dua upaya penstabilan atas perubahan  $I_C$  yang disebabkan oleh perubahan temperatur.

- Umpan balik negatif arus dengan R9 pada emitor TR2.
  - Penggandengan basis TR1 melalui R2 ke emitor TR2 bekerja sebagai umpan balik negatif tegangan.
- c. Penstabilan titik kerja dengan umpan balik negatif arus melalui tahanan emitor

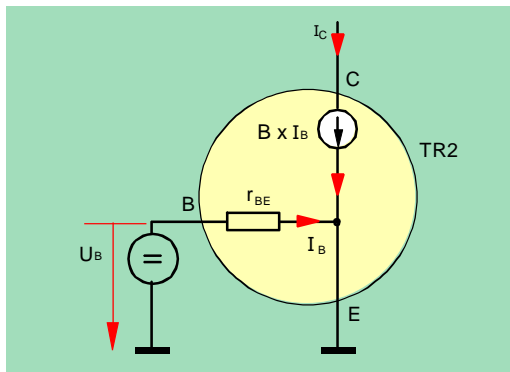


Misal 1 : - Titik kerja TR1 tidak tergantung TR2. Jadi tanpa R2.

-  $I_{C1} \gg I_{B2}$

-  $R_9 = 0$

Jika  $I_{C1} \gg I_{B2}$ , tegangan basis atau tegangan kolektor  $U_{C1}$  hampir konstan, maksudnya tidak tergantung  $I_{B2}$ . Emitor terhubung langsung ke tanah, tanpa R9. Tahanan basis emitor TR2 dinamakan  $r_{be}$  dan tergantung temperatur, dengan demikian  $I_B$  tergantung temperatur. Maka diperoleh skema pengganti seperti berikut :

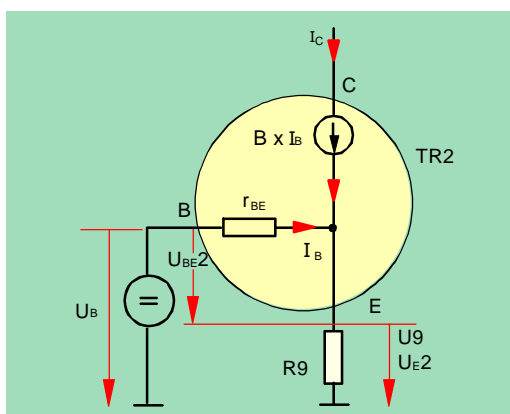


$$I_B = \frac{U_B}{r_{BE}}$$

Dari rumus tersebut,  $I_B$  tergantung dengan  $r_{be}$  dan  $r_{be}$  sangat bergantung temperatur. Agar supaya  $I_B$  tidak atau sedikit bergantung temperatur, faktor  $r_{be}$  harus mempunyai pengaruh sesedikit mungkin.

Gambar 5.9. Rangkaian pengganti transistor tanpa  $R_E$

Misal 2 :Seperti permisalan 1, hanya ditambahkan tahanan R9 pada emitor transistor TR2.



$U_9 = I_B \cdot R_9 + I_B \cdot B \cdot R_9$

$U_9 = I_B \cdot R_9 (1 + B)$ , karena  $B \gg 1$ .

$U_9 \cong I_B \cdot R_9 \cdot B$  diperoleh :

$$I_B \cong \frac{U_B - I_B \cdot R_9 \cdot B}{r_{BE}}$$

$I_B \times r_{be} \cong U_B - I_B \cdot R_9 \cdot B$

$I_B \cdot r_{be} + I_B \cdot R_9 \cdot B \cong U_B$

$I_B \cdot (r_{be} + B \times R_9) \cong U_B$

$$I_B \cong \frac{U_B}{r_{BE} + B \times R_9}$$

karena  $B \cdot R_9 \gg r_{BE}$

$$I_B \cong \frac{U_B}{B \cdot R_9}$$

$R_9 \gg r_{BE}$

maka :

Gambar 5.10. Rangkaian pengganti transistor dengan  $R_E$ .



Dengan pemasangan tahanan R9, maka arus  $I_B$  praktis tidak lagi bergantung temperatur. Faktor pengganggu terbesar  $r_{be}$  hampir tidak lagi berpengaruh pada arus basis  $I_B$  ( $r_{be}$  tidak lagi terdapat dalam rumus). Untuk lajur basis-emitor R9 bekerja secara pengalihan dengan penguatan arus, R basis emitor =  $B \cdot R_9$ . Dengan ini  $r_{be}$  dalam perbandingan sangat kecil, sehingga dapat diabaikan. Tahanan pada kaki emitor ini secara prinsip akan menyebabkan efek umpan balik, dank arena sifatnya mengurangkan maka tahanan pada kaki emitor disebut sebaga tahanan umpan balik negatif arus.

Penstabilan dengan tahanan di emitor dapat pula dijelaskan sebagai berikut:

Jika oleh sebab panas maka tahanan  $r_{BE}$  berubah mengecil maka arus yang melewatinya ( $I_B$ ) membesar maka arus kolektorpun ( $I_C$ ) akan naik maka tegangan emitor ( $U_E$ ) akan naik karena ( $U_E = I_C \times R_9$ ). Jika  $U_E$  naik maka  $U_{BE}$  akan mengecil ( $U_{BE} = U_B - U_E$   $\square$   $U_B$  dianggap konstan dalam kasus ini) mengakibatkan arus basis mengecil yang kemudian akan mengakibatkan arus kolektor mengecil.

Temperatur  $\square$   $I_B$   $\square$   $I_C$   $\square$ ,  $U_E$   $\square$   $U_{BE}$   $\square$   $I_B$   $\square$   $I_C$   $\square$

Dalam praktek  $U_9$  dipilih sekitar 1...2Volt ( $U_9 > U_{BE1}$ ) sehingga R9 besarnya sekitar 0,1...1k $\square$  untuk memperoleh kestabilan yang baik. Permisalan dan pemikiran di atas berlaku juga untuk TR1. Tahanan R4 + R5 disana juga secara positif menyelesaikan penstabilan. Tetapi tegangan jatuh pada R4 + R5 terlampau kecil ( $U_{E1} < U_{BE1}$ ) untuk mendapatkan stabilisasi yang cukup.

d. Penstabilan titik kerja melalui umpan balik negatif melalui R2.

Upaya Penstabilan kedua yang sangat efektif dicapai melalui umpan balik negatif tegangan TR2 Emitor - R2 - Basis TR1. Tegangan bias TR1 ditimbulkan melalui tegangan jatuh pada R9 ( $U_9$ ).

Cara kerja dibahas secara kualitatip :

TR1 :

Temperatur  $\uparrow$   $I_{B1}$   $\uparrow$  <sup>1)</sup>  $U_{C1}$ ,  $U_{B2}$   $\downarrow$   $I_{B2}$   $\downarrow$   $I_{C2}$   $\downarrow$   $U_9$   $\downarrow$   $I_{B1}$   $\downarrow$  <sup>2)</sup>

Kenaikan  $I_{B1}$  <sup>1)</sup> yang diakibatkan kenaikan temperatur, melalui lingkaran pengatur berakibat suatu penurunan  $I_{B1}$  <sup>2)</sup>. TR2 :



Temperatur ↓  $I_{B2}$  ↓<sup>3)</sup>  $I_{C2}$  ↓  $U_9$  ↓  $I_{B1}$  ↓  $I_{C1}$  ↓  $U_{C1}$ ,  $U_{B2}$  ↑  $I_{B2}$  ↑<sup>4)</sup>

Penurunan  $I_{B2}$ <sup>3)</sup> yang disebabkan oleh temperatur turun, melalui lingkaran pengatur berakibat suatu kenaikan  $I_{B2}$ <sup>4)</sup>.

Proses stabilisasi ini terjadi terus menerus sehingga diperoleh *arus kolektor yang tidak lagi tergantung temperatur* dan dengan demikian dicapai pula *titik kerja yang stabil*.

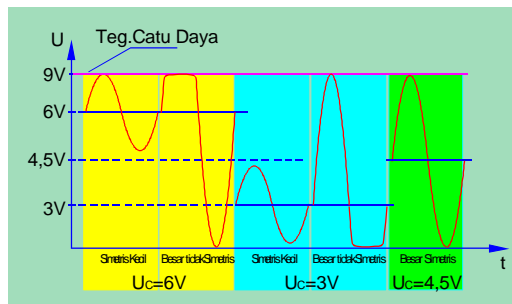
### Perhitungan tegangan DC dan arus DC

Perhitungan dibentuk sedemikian rupa, dengan penaksiran perbandingan tegangan dan arus setepat mungkin. Dalam hubungan dengan praktisnya perhitungan/penaksiran besaran ini menggambarkan kemampuan fungsi sebuah rangkaian. Harga perhitungan/penaksiran dan harga terukur nantinya dapat dibandingkan dan diinterpretasi.

Permisalan :

- Semua harga komponen sesuai dengan gambar rangkaian dan semua benar.
  - Rangkaian berfungsi dengan benar.
  - Penyederhanaan :  $I_E = I_C$ . karena  $I_B$  sangat kecil dibanding  $I_C$
  - Data TR1, TR2 :(BC 549) Digambarkan dalam grafik,bahwa besarnya tegangan basis-emitor ( $U_{BE}$ ) besarnya penguatan (B) sangat tergantung dari penetapan arus kolektor ( $I_C$ ).
- 1).  $U_{C2}$  : Agar dihasilkan pengendalian yang simetris,  $U_{C2}$ , dimana pada titik ini diambil sinyal keluaran, besarnya kira-kira harus terletak di tengah-tengah harga tegangan catu. Dengan demikian :

$$U_{C2} = \frac{U_s}{2} = \frac{9V}{2} = 4,5V$$



Gambar 5.11. pengaruh penetapan tegangan kolektor  $U_C$  terhadap tegangan sinyal yang dihasilkan

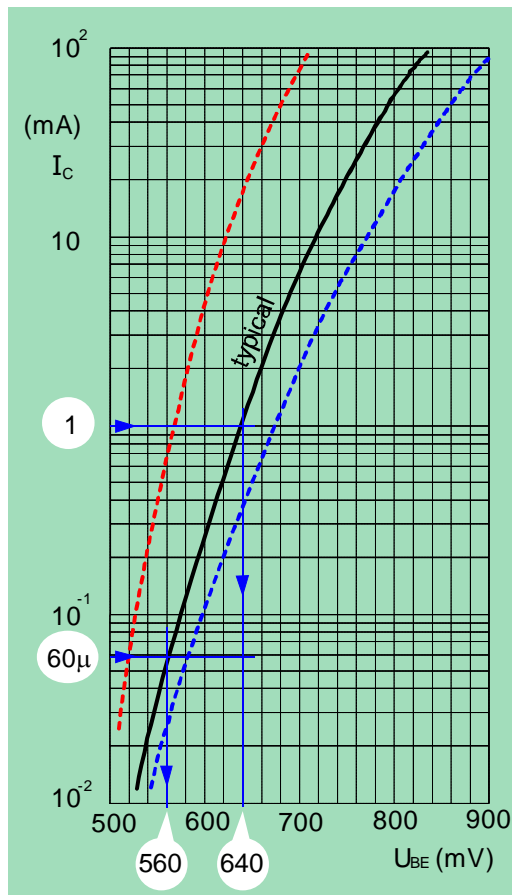
Jika tegangan kolektor transistor terakhir ditetapkan 6V maka tegangan sinyanya sisi positif akan terbatas oleh tegangan maksimum catu daya. Jika ditetapkan 3V bagian negatif sinyal akan dibatasi oleh 0V. pada penetapan  $U_C=4,5V$  (setengah tegangan catu, maka akan diperoleh tegangan sinyal yang besar dan simetris.

$$2) I_{C2} = \frac{U_7}{R_7} = \frac{U_s - U_{C2}}{R_7} = \frac{4,5V}{4,7k\Omega} = 0,96mA$$

$$3) U_9(U_{E2}) = I_{C2} \cdot R_9 = 0,96 mA \cdot 1k\Omega = 960 mV$$

$U_9$  harus sedikitnya 1V dan tentu lebih besar dari pada  $U_{BE1} = 0,6 V$ .

$$4) U_{C1} = U_{B2} = U_9 + U_{BE2} = 960mV + 640mV = 1,60V \quad \square \square \text{Tegangan basis-emitor}$$
$$U_{BE1} = 640mV \quad (I_c = 1mA)$$



Tegangan basis-emitor  $U_{BE}$  sebuah transistor tergantung pada arus kolektor  $I_C$ . jika arus kolektor  $I_C$  ditetapkan 1mA, maka pada arus 1mA dalam grafik Gambar 5.12 ditarik garis kekanan dan berpotong pada grafik (pilih yang typical) lalu ditarik ke bawah. Maka ditemukanlah besarnya tegangan  $U_{BE}$ , dalam hal ini ditemukan  $U_{BE}$  sebesar 640mV untuk transistor TR2. Sedang untuk kondisi transistor TR1 dengan  $I_C=60\mu A$  maka diperoleh  $U_{BE}=560mV$ .

Gambar 5.12. Grafik tegangan basis-emitor ( $U_{BE}$ ) fungsi arus kolektor ( $I_C$ ) (Philips Data handbook, Semiconductor Part 3 Nov 1982)

$$5). I_{C1} = \frac{U_s - U_{C1}}{R3 + R6} = \frac{9V - 1,6V}{120k\Omega + 4,7k\Omega} = 59\mu A$$

$$6). U_{E1} = I_{C1} \cdot (R4 + R5) = 59\mu A \cdot 5,22 k\Omega = 308 mV.$$

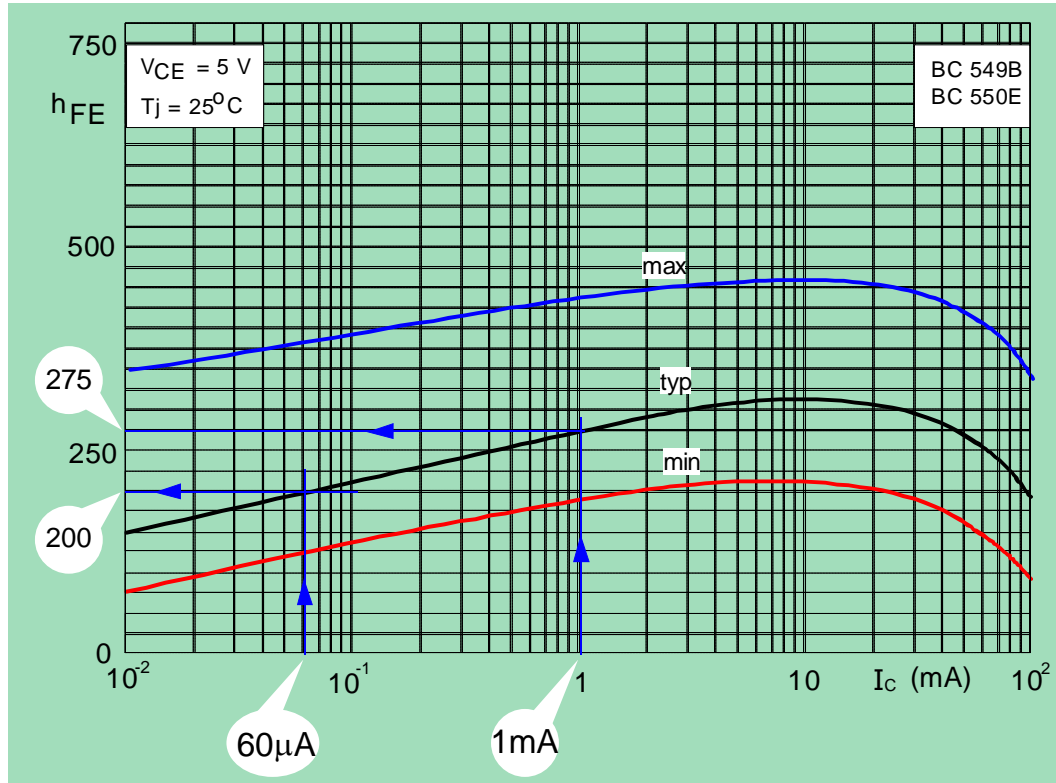
$$7). U_{B1} = U_{E1} + U_{BE1} = 308mV + 560mV = 868 mV. \square \text{Tegangan basis-emitor } U_{BE1}=560mV (I_C=60\mu A)$$

$U_{B1}$  harus lebih kecil dari  $U_9$  agar arus basis dapat mengalir. Dengan sangat kecilnya arus basis  $I_{B1}$  dan sangat lebih kecil dari  $I_{C2}$ , maka hanya terdapat tegangan jatuh yang kecil pada R2.

$$8) I_{B1} = \frac{U_9 - U_{B1}}{R2} = \frac{960mV - 868mV}{220k\Omega} = 0,41\mu A$$



$$9) I_{B2} = \frac{I_C 2}{B2} = \frac{0,96mV}{275} = 3,5\mu A$$



Gambar 5.13. Penguatan ( $h_{FE}$ ) fungsi arus kolektor ( $I_C$ )  
(Philips Data handbook, Semiconductor Part 3 Nov 1982)

Dari Gambar 5.13. dapat dibaca penguatan arus B (untuk arus searah) atau  $h_{FE}$ , untuk transistor TR2 sebesar 275 karena  $I_C=0.96mA$ . Untuk transistor TR1 penguatannya sebesar 200 karena  $I_C=60\mu A$

Dengan menggunakan lembar data dan tanpa teori yang rumit memungkinkan perhitungan tegangan dan arus dengan ketepatan yang cukup. Perhitungan tidak harus persis seperti langkah-langkah yang dibicarakan di atas. Untuk diperhatikan, bahwa seharusnya dilakukan permisalan sedikit mungkin, untuk mendapatkan ketepatan hasil yang masih dapat diterima.

**TUGAS 1**

- a. Buatlah papan rangkaian tercetak PRT/PCB (*Printed Circuit Board*) untuk penguat dengan gambar rangkaian yang ditampilkan pada gambar 5.7. PRT



bisa cara langsung dengan spidol atau dengan cara sablon dengan penggambaran menggunakan perangkat lunak.

- b. Setelah PRT selesai solderlah hanya resistor dan transistornya saja.
- c. Berilah tegangan catu sebesar 9Volt dan lakukan pengukuran pada kaki-kaki transistor, lengkapi tabel pengukuran.

No	Titik ukur	Nilai tegangan secara teori	Hasil Pengukuran	Selisih (%)
1	$U_{C2}$			
2	$U_{E2}$			
3	$U_{B2}$			
4	$U_{C1}$			
5	$U_{E1}$			
6	$U_{B1}$			
Semua pengukuran diukur terhadap 0V (massa)				

Kesimpulan : .....

.....

.....



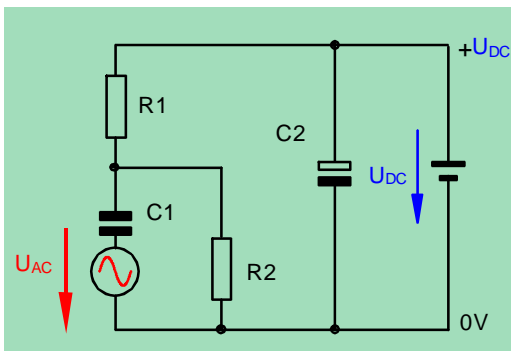
<b>PERTANYAAN</b>	<b>S/B</b>
1. Fungsi tahanan pada kolektor pada transistor terakhir adalah menetapkan besarnya tegangan kolektor.	
2. Perubahan yang disebabkan oleh perubahan temperatur antara lain arus kolektor turun.	
3. Jika titik kerja transistor bergeser dapat menyebabkan sinyal yang dikuatkan menjadi terpotong atau cacat.	
4. Tujuan penempatan titik kerja titik kerja adalah membangkitkan arus kolektor yang konstan dan tidak tergantung pada temperatur	
5. Upaya menstabilkan titik kerja dari gangguan perubahan temperatur dengan memasang tahanan pada basis.	



**5.2.2. Mendimensikan komponen AC.**

**Aliran Sinyal pada AC**

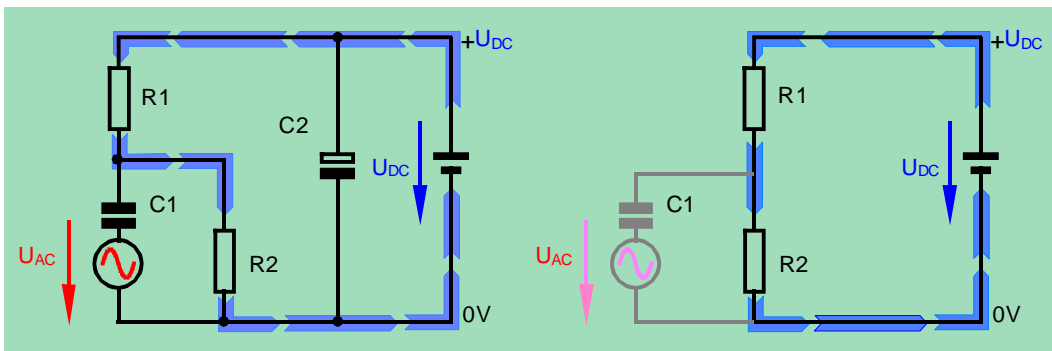
Dalam sebuah rangkaian penguat audio jalannya aliran sinyal untuk AC dan DC tidak sama. Sumber tegangan DC untuk sinyal AC membentuk sebuah hubung singkat. Tahanan dalam sumber tegangan idealnya sama dengan 0Ω ! Dengan demikian elemen-elemen yang terletak antara potensial positif dan negatif untuk sinyal AC terletak paralel.



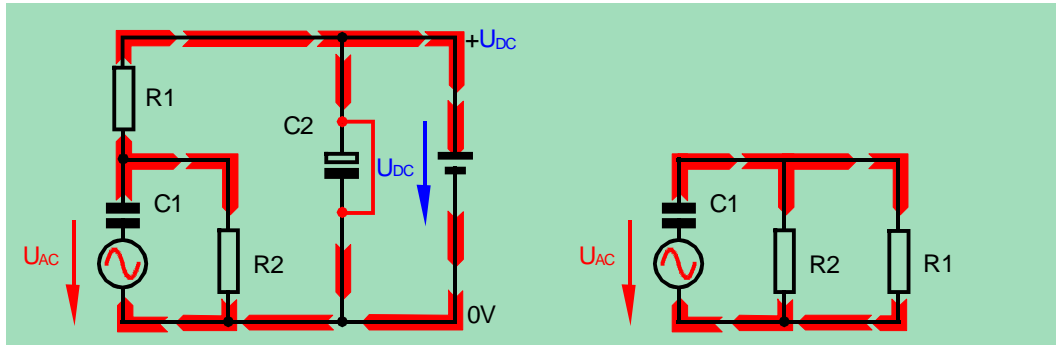
Untuk  $I_{DC}$ , R1 dan R2 terhubung seri. Sehingga  $R_t = R1 + R2$ .

Untuk  $i_{AC}$ , R1 dan R2 terhubung paralel. Sehingga  $R_t = R1 // R2$ .

Gambar 5.14. Rangkaian 2 tahanan dalam arus searah dan bolak balik



Gambar 5.15. Rangkaian tahanan pada tegangan DC



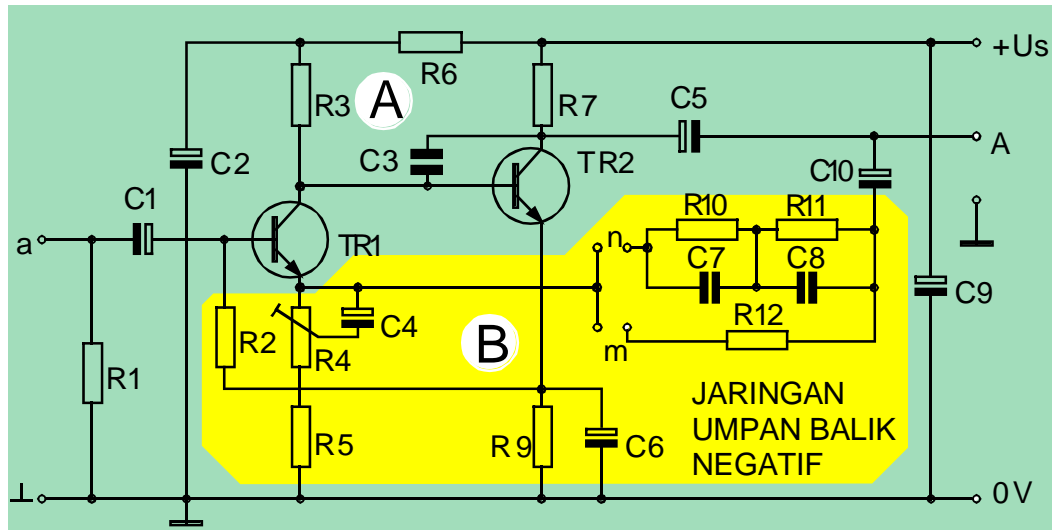
Gambar 5.16. Rangkaian tahanan pada tegangan AC.

	<p><u>Masukan</u> Untuk <math>U_{AC}</math> pembagi tegangan <math>R_1, R_2</math> terletak paralel sehingga : <math>R_{tB}=R_1//R_2</math>.</p> <p><u>Keluaran</u> Untuk sinyal AC <math>R_L</math> terletak paralel ke <math>R_C</math>. dengan demikian <math>R_{tC}</math> dikolektor untuk sinyal AC : <math>R_{tC}=R_C//R_L</math>.</p>
--	---

**Pemilahan jaringan penguat, jaringan umpan balik negatif.**

Rangkaian dalam gambar 5.7 dapat dipilah dalam :

- A : Jaringan penguat.
- B : Jaringan umpan balik negatif



Gambar 5.18 Pemilahan antara jaringan umpan balik negatif dan penguat

Umpan balik negatif adalah mengembalikan sebagian dari sinyal keluaran ke masukan, akan mempengaruhi penampilan keseluruhan rangkaian.

	<p>Yang dipengaruhi :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Penguatan <math>V_U</math> (penguatan tegangan), <math>V_i</math> (penguatan arus).</li> <li>Lebar band.</li> <li>Tahanan masukan <math>r_e</math>.</li> <li>Tahanan keluaran <math>r_A</math>.</li> <li>Faktor cacat.</li> </ol>
--	--

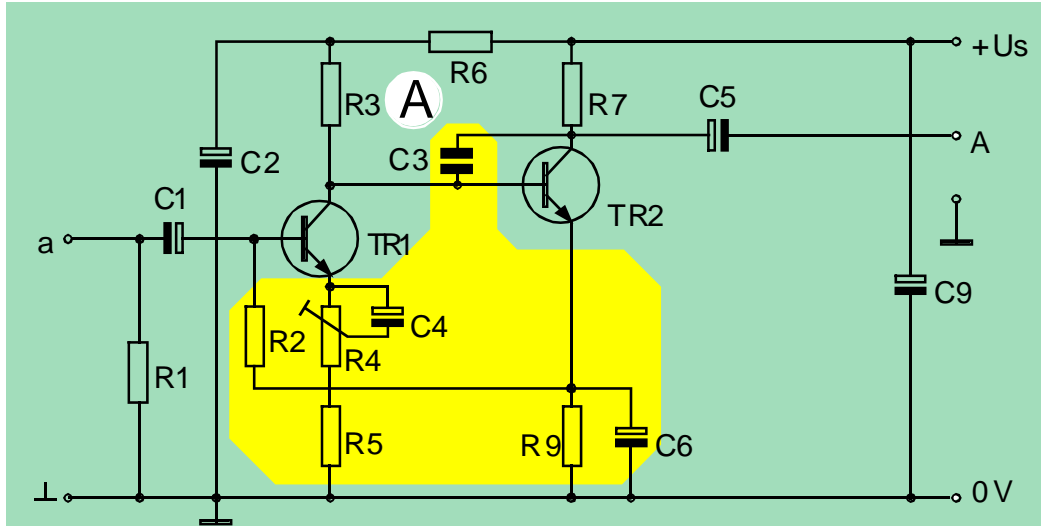
Gambar 5.19. Rangkaian blok penguat

### Jaringan penguat dengan umpan balik "dalam".

Dalam bahasan berikut rangkaian penguat dalam gambar 5.7 dianalisa dan penampilannya dihitung secara kualitatif. Dalam bahasan sebelumnya telah dihitung dan diterangkan berakibat apa tahanan-tahanan emitor R9, R4, R5. Semua itu mengakibatkan penstabilan arus kolektor supaya titik kerja tidak bergeser. Dimana yang disebut umpan balik negatif arus, yang mana tegangan umpan balik  $U_9(U_{E2}), U_{4,5} (U_{E1})$  sebanding dengan arus  $I_{E1}, I_{E2}$ . Umpan balik negatif ini bekerja atas setiap perubahan sinyal. Bila kita letakkan tegangan sinyal pada masukan a, menyimpanglah arus basis dalam irama sinyal masukan. Umpan balik negatif akan menstabilkan "penyimpangan" ini , dengan demikian



*sinyal dari masukan tidak dikuatkan.* Padahal penguatan sinyal diperlukan. Maka umpan balik negatif untuk tegangan sinyal harus *diperkecil*.



Gambar 5.20 Penguat hanya dengan umpan balik negatif “dalam”

Dalam rangkaian yang dibahas, umpan balik negatif melalui R9 untuk tegangan sinyal akan diperkecil dengan cara R9 dihubung singkat dengan C6, dengan demikian arus bolak-balik sinyal *tidak membangkitkan tegangan AC umpan balik* melalui R9. Kapasitor C6 membuat suatu hubung singkat untuk sinyal AC. Dengan kata lain C6 berfungsi sebagai peniada umpan balik untuk sinyal AC.

Sedang R4 (trimpot) untuk sinyal AC akan dihubung singkat tergantung posisinya. Umpan balik negatif maksimum bila penggeser trimpot berada paling atas, sehingga tahanan yang berada di emitor sebesar 5,220 k $\Omega$ . Tahanan atur R4 digunakan untuk mengatur besarnya umpan balik negatif, tetapi hal ini *hanya berlaku untuk sinyal AC*.

Untuk DC semua kapasitor membentuk rangkaian terputus atau  $X_C = \infty$ , sehingga pada tahanan atur R4 besarnya tidak akan berubah walau penggeser tahanan atur diubah-ubah. Dengan demikian R4 bertugas untuk pengatur penguatan sinyal.

Rangkaian R6, C2 bertugas untuk menyaring (mem-filter) tegangan catu TR1, karena tingkat penguat keseluruhan mempunyai penguatan yang besar. Jika tidak disaring (difilter), tegangan dengung akan sangat terdengar di keluarkan A. Kapasitor C1, C5 adalah kapasitor penggandeng dan bertugas untuk



memisahkan tegangan DC. Tahanan R1 mempunyai pengaruh paling besar dalam menentukan besarnya tahanan masukan rangkaian. Kapasitor C3 adalah umpan balik negatif yang lain dan bekerja pada frekuensi tinggi. Sinyal frekuensi tinggi akan dikembalikan ke basis TR2, maka penguatanpun menurun. Kapasitor C3 bekerja pada frekuensi di atas 20 kHz. Kapasitansi seluruhnya  $C3' = \beta \times C3$ , jadi dengan penguatan arus yang lebih besar nilai  $C3'$  akan sangat besar.

### Perhitungan penguatan $V_{UO}$ dengan tahanan emitor R9, R4, R5.

Rangkaian yang dimaksud seperti gambar 5.20, rangkaian tanpa jaringan umpan balik C7, C8, R10, R11 dan R12. Besar perbandingan tegangan keluaran dengan tegangan masukan,  $V_U$  karena ini tanpa umpan balik tersebut, maka perbandingan ini disebut pula penguatan terbuka atau “*open loop*” atau penguatan tanpa umpan balik, dengan notasi  $V_{UO}$ . Besarnya :

$$V_{UO} = \frac{U_A}{U_i}$$

Dari rumus umum tersebut, untuk penguat emitor bersama diperoleh hitungan penguatan sebagai berikut :

$$V_{UO} = \frac{\beta \times R_t}{r_{be} + (\beta + 1) R_{E'}}$$

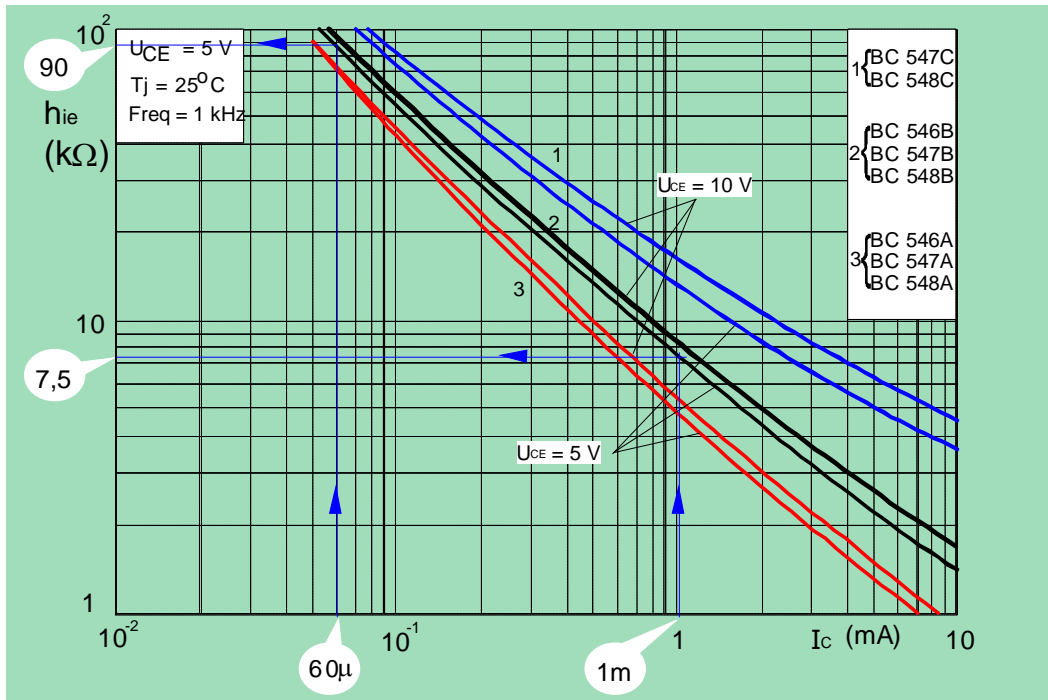
- $\beta$  = Penguatan arus untuk AC
- $R_t$  = Tahanan di kolektor untuk AC.
- $r_{be}$  = Tahanan basis-emitor
- $R_{E'}$  = Tahanan umpan balik negatif di emitor.

Jika  $r_{be} \ll \beta \times R_{E'}$  dan  $\beta \gg 1$ .

$$|V_U| \cong \frac{R_t}{R_{E'}}$$

Untuk TR1 terdapat keadaan sebagai berikut :

Paralel dengan R3 terletak tahanan  $r_{be2}$  dari transistor TR2.  $r_{be2}$  berharga sekitar 7,5 k $\Omega$  untuk  $I_{c2} = 1$  mA dan  $f = 1$  kHz (dari lembar data).



Gambar 5.21. Impedansi masukan ( $h_{ie}$ ) fungsi arus kolektor ( $I_C$ ) (Philips Data handbook, Semiconductor Part 3 Nov 1982)

Sehingga :

- $R_t = R_3 \parallel r_{be2} = 120 \text{ k}\Omega \parallel 7,5 \text{ k}\Omega \parallel 7 \text{ k}\Omega \Rightarrow \parallel = \text{paralel}$
- $\beta \approx 220$  untuk  $I_{C1} = 50 \mu\text{A}$  dan  $f = 1 \text{ kHz}$  (dari lembar data)
- $R_E' = R_5$  sampai  $(R_4 + R_5)$  sesuai posisi trimpot  $R_4$ .
- $r_{be1} = 90 \text{ k}\Omega$  untuk  $I_{C1} = 50 \mu\text{A}$  dan  $f = 1 \text{ kHz}$  (dari lembar data).

Untuk  $V_U$  maks untuk TR1 rumus sederhana tidak boleh digunakan, karena

$$r_{be1} \gg \beta \times R_E'$$

sehingga :

$$|V_{U \text{ maks}}(\text{TR1})| = \frac{220 \times 7,5 \text{ k}\Omega}{90 \text{ k}\Omega + (220 + 1) \times 220} = 11,9 \text{ kali}$$

Untuk  $V_U$  min  $r_{be1} \ll \beta \times R_E'$  sehingga rumus yang disederhanakan dapat digunakan.

$$|V_{U \text{ min}}(\text{TR1})| = \frac{7,5 \text{ k}\Omega}{5,22 \text{ k}\Omega} \cong 1,4 \text{ kali}$$



TR2 tanpa umpan balik negatif, karena R9 dihubung singkat oleh C6 untuk AC. Di kaki kolektor ditemui hanya R7, karena tidak terdapat tahanan beban yang dihubungkan.

$$- R_i = R7 = 4,7k\Omega$$

$$- \beta \beta 275 \text{ untuk } I_{C2} = 1 \text{ mA dan } f = 1 \text{ kHz (data Gambar 5.13).}$$

$$- r_{be2} = 7k\Omega \text{ untuk } I_{C2} = 1 \text{ mA dan } f = 1 \text{ kHz (data).}$$

maka :

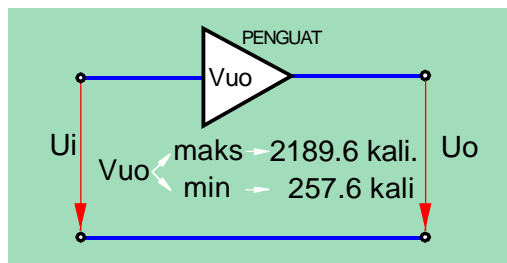
$$V_U = \frac{275 \times 4,7k\Omega}{7k\Omega} = 184 \text{ kali}$$

Untuk penguatan keseluruhan terdapat penguatan :

$$V_{UO} \text{ maks} = V_U \text{ maks (TR1)} \times V_U \text{ (TR2)} = 11,9 \times 184 = 2189,6 \text{ kali.}$$

$$V_{UO} \text{ min} = V_U \text{ min (TR1)} \times V_U \text{ (TR2)} = 1,4 \times 184 = 257,6 \text{ kali.}$$

Hasil dari perhitungan sangat tergantung dari data transistor!  $\beta$  dapat menyimpang hingga  $\pm 50\%$  dari harga (menyebarkan).



Selain itu  $\beta$  dan  $r_{be}$  tergantung dari arus kolektor. Harga yang telah dihitung hanya dapat digunakan sebagai pengarah. Penguat yang dibahas sekarang dapat dipandang seperti Gambar 5.22

Gambar 5.22. Penguat dengan penguatan  $V_{UO}$ .

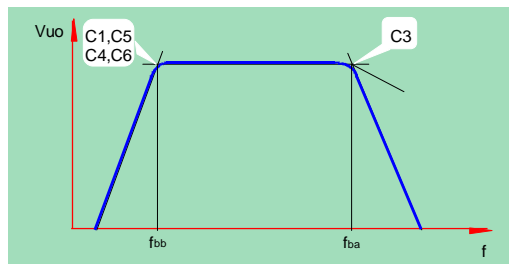
Penguat mempunyai sifat menguatkan sinyal dengan penguatan beban kosong atau terbuka atau *open loop*  $V_{UO}$  257,6 kali sampai 2189,6 kali (tergantung pengaturan posisi R4).

Sudah barang tentu penguatan beban kosong  $V_{UO}$  tidak sama besar dari  $f=0\text{Hz}$  (DC) sampai  $f = \infty$ . Frekuensi batas bawah  $f_{bb}$  ditentukan oleh kapasitor C1, C5. Kapasitor C1 bersama dengan tahanan masukan TR1 membentuk pelalu



atas. Kapasitor C5 bersama tahanan beban  $R_L$  membentuk sebuah pelalu atas.  $R_L$  dapat merupakan tahanan masukan tingkat berikutnya.

Untuk frekuensi rendah  $X_c$  dari C4, C6 selalu semakin besar. Dengan demikian umpan balik negatif naik dan penguatan menurun, lihat Gambar 5.23.



Penguatan dari hasil perhitungan di atas berlaku hanya untuk daerah frekuensi tengah saja (sekitar 20Hz.....20 kHz).

Gambar 5.23. Pembatasan tanggapan frekuensi

## TUGAS 2

Jika Tugas 1 sudah sesuai antara hasil pengukuran dengan nilai secara teori, maka lanjutkan tugas 2 ini. Diharapkan dalam 1 kelas terdapat 12 buah penguat (per grup 3 siswa). Solderlah semua kapasitor kecuali C10 tidak disolder. Siapkan generator fungsi (FG) dan osiloskop (CRO), hubungkan kuluaran FG pada masukan penguat (a) dan CRO kanal 1 pada (a) dan kanal 2 pada (A). Aturlah FG pada bentuk gelombang sinus dan amplitudo sekitar 5mVpp dengan frekuensi 1kHz. Bacalah penunjukkan CRO dan lengkapi tabel pengukuran berikut ini. Setiap grup bertugas memasukkan satu lajur data sesuai nomor urut PRT-nya.



Bentuk gelombang sinus,  $f=1\text{kHz}$ ,  $U_i=5\text{mVpp}$  (sinyal keluaran tidak boleh cacat)

No PRT	$V_{UO}$ min	$V_U$ min (jumper "m")	$V_{UO}$ maks	$V_U$ maks (jumper "m")
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
Hasil terendah				
Hasil tertinggi				
Selisih terendah tertinggi				

Harga perhitungan untuk  $V_U$  min =.....

Harga perhitungan untuk  $V_U$  maks =.....

Harga perhitungan untuk  $V_{UO}$  min =.....

Harga perhitungan untuk  $V_{UO}$  maks =.....

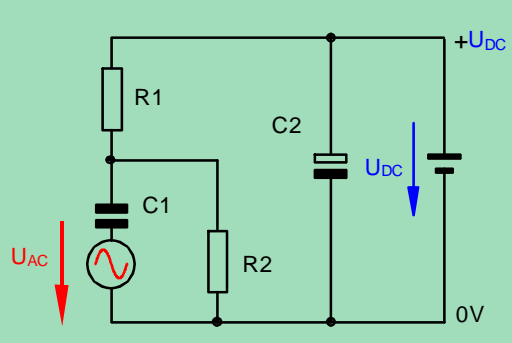
Kesimpulan : .....

.....

.....

.....



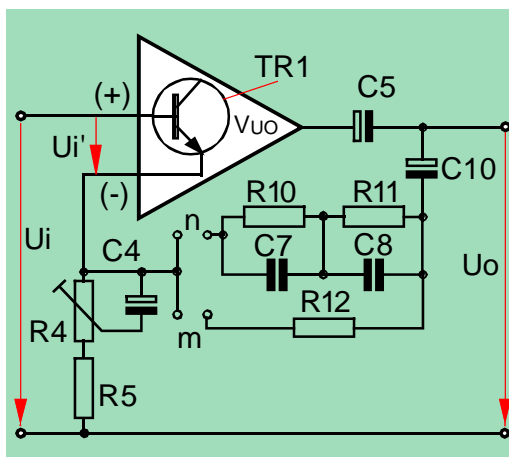
PERTANYAAN	S/B
1. Sumber tegangan DC membentuk suatu hubung singkat untuk sinyal AC	
2. Tahanan $R_t$ untuk arus AC adalah $R_t=R_1+R_2$ 	
3. Fungsi C6 dalam rangkaian yang dibahas untuk meniadakan umpan balik untuk sinyal AC.	
4. Secara keseluruhan, komponen yang menentukan sifat penguat adalah transistor.	
5. Umpan balik "luar" akan menyeragamkan sifat penguat	
6. Penguatan penguat tanpa umpan balik untuk masing-masing PRT sangat banyak perbedaan satu sama lain, karena toleransi yang sangat besar pada transistor.	



### Jaringan umpan balik negatif "luar"

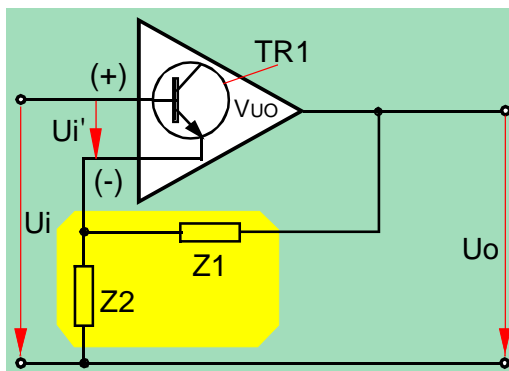
Pengertian *jaringan umpan balik "luar"* adalah jaringan antara *keluaran penguat (C10) ke masukan penguat (emitor TR1 untuk memperoleh umpan balik negatif)*. Komponen umpan balik dapat diganti dengan memindahkan kawat penghubung ( *jumper*). Jika kawat penghubung berada pada "m", sinyal keluaran diumpan balikkan melalui tahanan R12, dimana komponen ini tidak terpengaruh oleh frekuensi, melalui C10 ( C10 nilainya terlalu besar untuk sinyal audio). Jika kawat penghubung berada pada "n", umpan balik negatif akan bergantung frekuensi dan sesuai dengan penyama (ekualisasi = *equalization*) untuk piringan hitam RIAA (*Recording Industry Association of America = Asosiasi Industri Rekaman Amerika*), komponen itu terdiri dari jaringan R10,R11 dan C7 serta C8.

### Penguatan dengan umpan balik negatif "luar"



Gambar 5.24. Umpan Balik "luar"

Model dari gambar 5.22 diubah. Basis dipisah menjadi (+) dan emitor menjadi (-).Tegangan kendali keseluruhan terletak antara basis (+) dan emitor (-) dari TR1 dan dinyatakan sebagai U1' lihat gambar 5.24. Untuk perhitungan penguatan model dari gambar 5.24 disederhanakan lagi. Seperti Gambar 5.25. Impedansi Z2 adalah umpan balik negatif antara keluaran dan emitor



Gambar 5.25. Penguat dengan umpan

TR1. Impedansi Z1 adalah umpan balik antara emitor TR1 dan massa (0V). Elemen R4 dan R5 telah dijelaskan pada umpan balik negatif arus dalam "jaringan penguat". Dalam umpan balik negatif pada gambar 5.24 elemen ini bekerja kembali.



balik  $Z_1$  dan  $Z_2$

Penguatan tanpa umpan balik  $V_{UO} = \frac{U_o}{U_i}$  dengan  $U_i' = U_i - U_o \left( \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2} \right)$  dimana

$U_A \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2}$  merupakan tegangan yang dikembalikan dari keluaran ke masukan.

$$V_{UO} = \frac{U_o}{U_i - U_o \left( \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2} \right)}$$

$$V_{UO} \left( U_i - U_o \left( \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2} \right) \right) = U_o$$

$$V_{UO} \times U_i - V_{UO} \times U_o \left( \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2} \right) = U_o$$

$$V_{UO} \times U_i = U_o + V_{UO} \times U_o \left( \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2} \right) = U_o \left( 1 + V_{UO} \times \left( \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2} \right) \right)$$

$$\frac{U_A}{U_i} = \frac{V_{UO}}{1 + V_{UO} \times \left( \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2} \right)} = \frac{1}{\frac{1}{V_{UO}} + \left( \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2} \right)} = \frac{1}{\frac{1}{V_{UO}} + \frac{1}{1 + \left( \frac{Z_2}{Z_1} \right)}}$$

$$V_U = \frac{1}{\frac{1}{V_{UO}} + \frac{1}{1 + \left( \frac{Z_2}{Z_1} \right)}}$$

Jika  $V_{UO} \gg 1 + \frac{Z_2}{Z_1}$

Maka :

$$V_U = \frac{1}{1 + \frac{Z_2}{Z_1}}$$

$$V_U = 1 + \frac{Z_2}{Z_1}$$

Dari sini terlihat bahwa penguatan  $V_U$  tidak lagi tergantung dari penguatan beban kosong  $V_{UO}$ ! Tetapi ditentukan oleh  $Z_1$  dan  $Z_2$ . Jadi jaringan umpan balik negatif  $Z_1$  dan  $Z_2$  menentukan sifat penguat!

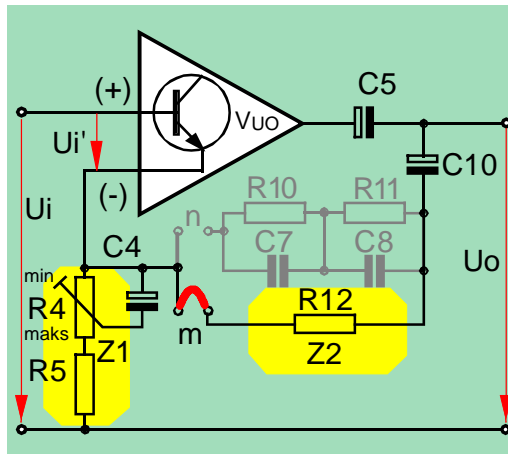


Sifat penguat secara keseluruhan hanya ditentukan oleh jaringan umpan balik Z1 dan Z2

Sisi baiknya : sifat yang berbeda dari transistor TR1, TR2 praktis tidak mempengaruhi sifat dari penguat keseluruhan !

Dengan syarat  $V_{UO} \gg 1 + \frac{Z2}{Z1}$  dalam praktek persyaratan ini hampir selalu terpenuhi. Dengan demikian penguatan penguat dapat dihitung dengan rumus sederhana.

**Perhitungan penguatan  $V_U$  dengan umpan balik negatif "luar"**



Data :  $V_{UO} \text{ maks} = 2189.6$  kali  
 $V_{UO} \text{ min} = 257.6$  kali

Kawat penghubung umpan balik pada kedudukan "m", berarti umpan balik linier. Umpan balik berupa tahanan R12 sebesar 15kΩ.

Gambar 5.26. Penguat dengan umpan balik "m"

$$Z2 = R12$$

$$Z1 = R4 + R5, \quad V_U \text{ maks jika } R4 = 0 \Omega \text{ (hubung singkat)}$$

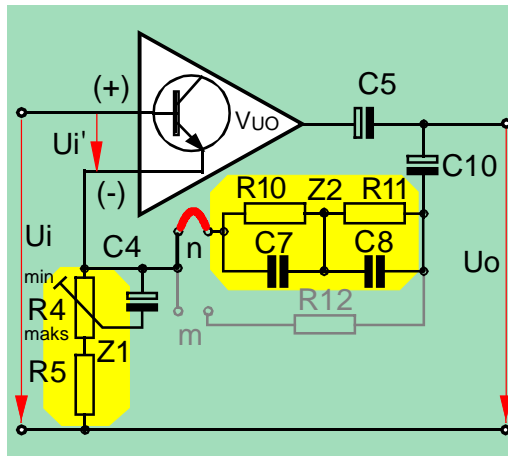
$$V_U \text{ min jika } R4 = 5k\Omega$$

$$V_U \text{ min} = 1 + \frac{R12}{R4 + R5} = 1 + \frac{15k\Omega}{5k\Omega + 220\Omega} = 3,8 \text{ kali}$$

( $V_{UO} \text{ min} = 257.6$  berarti  $V_{UO} \gg 3,8$ )

$$V_U \text{ maks} = 1 + \frac{R12}{R4 + R5} = 1 + \frac{15k\Omega}{0\Omega + 220\Omega} = 69 \text{ kali}$$

( $V_{UO} = 2189.6$  berarti  $V_{UO} \gg 68$ )



Kawat penghubung umpan balik pada kedudukan **n**, berarti jaringan umpan balik tergantung frekuensi!

$Z_2$  = terdiri dari R11 paralel C8 disambung seri dengan R10 paralel C7

$Z_1$  = R4 disambung seri R5.

Gambar 5.26. Penguat dengan umpan balik “m”

Karena umpan balik tergantung frekuensi, maka penguatan juga tergantung frekuensi. Pada frekuensi tinggi  $X_{C7}$  dan  $X_{C8}$  selalu mengecil dengan meningkatnya frekuensi. Untuk melihat sifat penguatan dari penguat dengan jaringan umpan balik “n” maka dipilih 3 besaran frekuensi. Kemudian impedansi  $Z_2$  dapat dihitung yang selanjutnya penguatan untuk masing-masing besaran frekuensi dapat dihitung.

Pada tabel 1 dihitung besar impedansi  $Z_2$  pada masing-masing frekuensi dan pada tabel 2 dihitung besar penguatan tanpa beban  $V_{UO}$  dan penguatan rangkaian dengan umpan balik luar  $V_U$ . Perhitungan  $|Z_2|$  hanya pendekatan dengan tidak memperhitungkan sudut fasa, sekedar untuk mempermudah analisis kerja rangkaian.



**Tabel 1.** Penghitungan impedansi  $|Z_2|$

f (Hz)	R11 (Ω)	Xc8 (Ω)	R10 (Ω)	Xc7 (Ω)	Rumus Z2	Z2 (Ω)
50	15k	670k	330k	212k	 $\Rightarrow R11 \ll Xc8$ $\Rightarrow R10 // Xc7$ $\gg R11$	$\cong R10 // Xc7$ $\cong 129k$
1k	15k	34k	330k	10,6k	 $\Rightarrow Xc7 \ll R1$ $\Rightarrow R11 // Xc8$ $\cong Xc7$	$\cong R11 // (Xc8 + Xc7)$ $\cong 21k$
20k	15k	1,7k	330k	530k	 $\Rightarrow Xc8 \ll R1$ $\Rightarrow (R10 // Xc7)$ $\ll R11$	$\cong Xc8 \cong 1,7k$

**Tabel 2** Perhitungan penguatan  $V_U$  min

f (Hz)	Z2 (Ω) dari tabel 1	Z1 = R4+R5 (Ω)	$V_U \cong 1 + \frac{Z2}{Z1}$	$V_U = \frac{1}{\frac{1}{V_{U0}} + \frac{1}{1 + \frac{Z2}{Z1}}}$	$V_{U0}$	$1 + \frac{Z2}{Z1}$	$\frac{V_{U0}}{1 + \frac{Z2}{Z1}}$
			pendekatan	tepat			
50	129k	5,22k	25,7	23,4	257,6	25,7	10,0
1k	21k	5,22k	5,0	4,9	257,6	5,0	51,3
20k	1,7k	5,22k	1,3	1,3	257,6	1,3	194,3

Dalam tabel 2 dapat dilihat, bahwa perhitungan untuk  $V_U$  pada frekuensi 50 Hz terdapat penyimpangan antara hasil yang didapat dengan rumus pendekatan dan rumus. Untuk frekuensi lainnya persyaratan  $V_{U0} \gg 1 + \frac{Z2}{Z1}$  terpenuhi. Dalam



tabel 3 perhitungan  $V_U$  maksimum pada frekuensi 50Hz hasil kedua rumus masih berbeda. Karena perbandingan  $V_{UO}: 1 + \frac{Z_2}{Z_1}$  sangat kecil, hanya 3,7 saja.

**Tabel 3** Perhitungan penguatan  $V_U$  maks

f (Hz)	Z2 (Ω) dari tabel 1	Z1=R5 (Ω)	$V_U \cong 1 + \frac{Z_2}{Z_1}$	$V_U = \frac{1}{\frac{1}{V_{UO}} + \frac{1}{1 + \frac{Z_2}{Z_1}}}$	$V_{UO}$	$1 + \frac{Z_2}{Z_1}$	$\frac{V_{UO}}{1 + \frac{Z_2}{Z_1}}$
			pendekatan	tepat			
50	129k	220	587,4	463,1	2189.6	35	3,7
1k	21k	220	96,5	92,4	2189.6	4,3	22,7
20k	1,7k	220	8,7	8,7	2189.6	1,3	250,9

**Tabel 4** Penguatan dalam dB

f (Hz)	$V_{UO}$ maks	dB	$V_{UO}$ (min)	dB	$V_U$ (maks)	dB	$V_U$ (min)	dB
50	2189.6	66,8	257,6	48,2	463,1	53,3	23,4	27,4
1k	2189.6	66,8	257,6	48,2	92,4	39,3	4,9	13,9
20k	2189.6	66,8	257,6	48,2	8,7	18,8	1,3	2,4

Syarat  $V_{UO} \gg 1 + \frac{Z_2}{Z_1}$ , tidak terpenuhi.  $V_{UO}$  hanya 2,6 kali lebih besar dari  $1 + \frac{Z_2}{Z_1}$ . Pada

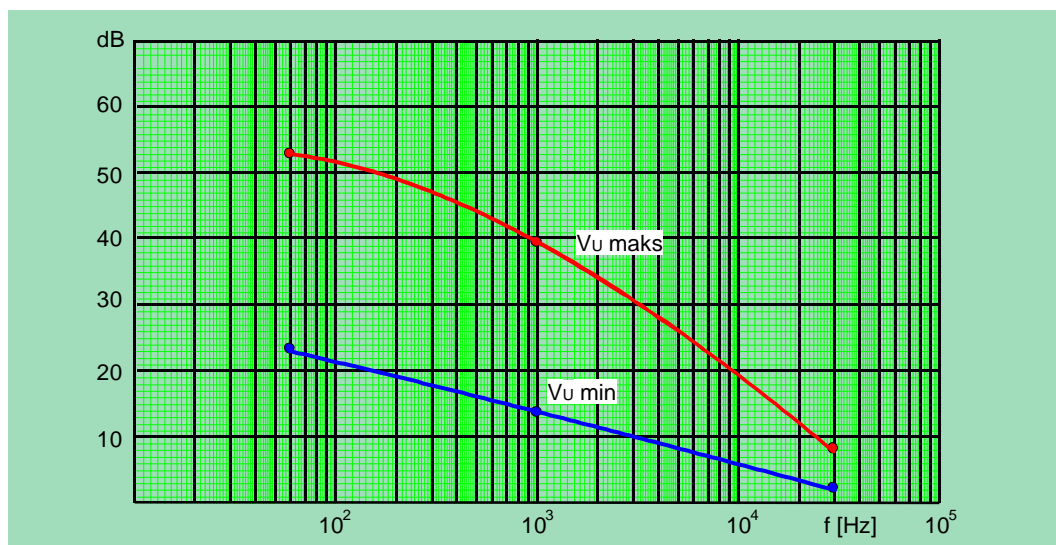
1kHz perbedaan menjadi lebih kecil dan pada 20 kHz persyaratan  $V_{UO} \gg 1 + \frac{Z_2}{Z_1}$  pasti terpenuhi.

Untuk hasil yang tepat dengan rumus sederhana berlaku jika  $V_{UO}$  paling tidak 10kali lebih besar dari faktor  $1 + \frac{Z_2}{Z_1}$ . Ini berlaku untuk semua juga hitungan praktis. Penguatan *open loop* ( $V_{UO}$ ) seharusnya paling tidak 10kali lebih besar



dari faktor  $1 + \frac{Z_2}{Z_1}$ , dengan demikian penguatan tidak lagi bergantung pada  $V_{UO}$ , melainkan hanya bergantung dari  $Z_2$  dan  $Z_1$

Sifat penguat akan hanya bergantung pada jaringan umpan balik luar  
jika  $V_{UO} > 1 + \frac{Z_2}{Z_1}$  (minimum 10 kali)



Gambar 5.27. Penguatan  $V_U$  terhadap frekuensi

Gambar 5.27 menampilkan tanggapan frekuensi dari penguat pemungut suara magnetik diambil dari data table 4. Dari gambar 5.27 terlihat dengan naiknya frekuensi sinyal maka akan semakin rendah penguatan penguat.



**TUGAS 3**

<p style="text-align: center;">Gambar Rangkaian Pengukuran</p>	<p>Rangkailah PRT penguat yang sudah disolder lengkap dengan peralatan seperti rangkaian pengukuran disamping ini. Jumper pada PRT di set pada "n", R4 di set untuk penguatan minimum. Atur FG pada gelombang sinus dan frekuensi sesuai tabel. Amplitudo FG diatur 5mVpp (di ubah bila bentuk gelombang keluarannya cacat)</p>
--	---

Lengkapi tabel tugas berikut dari hasil perhitungan teori. Masukkan hasil pengukuran yang diperoleh

**Tabel II :**

Perhitungan dan pengukuran penguatan dengan umpan balik minimum ( $V_U$  min.) dan penguatan beban kosong minimum ( $V_{UO}$  min.) dengan penghubung umpan balik pada n.

.f (Hz)	Perhitungan		Pengukuran		Perhitungan		$\frac{V_{UO}}{1 + \frac{Z2}{Z1}}$
	Kasar	Tepat	$V_U$	$V_{UO}$	$ Z1 $	$ Z2 $	
	$V_U = 1 + \frac{Z2}{Z1}$	$V_U = \frac{1}{\frac{1}{V_{UO}} + \frac{1}{1 + \frac{Z2}{Z1}}}$					
50							
1k							
20k							



**Tabel III.**

Perhitungan dan pengukuran penguatan dengan umpan balik maksimum ( $V_U$  maks.) dan penguatan beban kosong maksimum ( $V_{UO}$  maks) dengan penghubung umpan balik, pada n

.f (Hz)	Perhitungan		Pengukuran		Perhitungan		$\frac{V_{UO}}{1 + \frac{Z2}{Z1}}$
	Kasar	Tepat	$V_U$	$V_{UO}$	Z1	Z2	
	$V_U = 1 + \frac{Z2}{Z1}$	$V_U = \frac{1}{\frac{1}{V_{UO}} + 1 + \frac{Z2}{Z1}}$					
50							
1k							
20k							

Kesimpulan : .....

.....

.....

.....

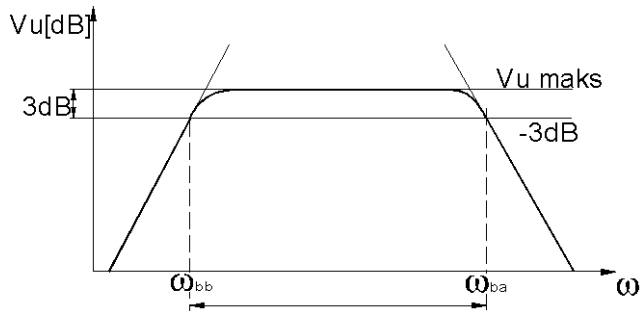
PERTANYAAN	S/B
1. Penguatan penguat akan tepat/mendekati $1 + \frac{Z2}{Z1}$ jika penguatan $V_{uo}$ terhadap $1 + \frac{Z2}{Z1}$ sama besarnya.	
2. Rumus digunakan jika $V_{uo}$ kecil dibanding $1 + \frac{Z2}{Z1}$ adalah $V_U = 1 + \frac{Z2}{Z1}$	
3. Umpan balik harus sebesar mungkin maka penguatan tidak tergantung dari toleransi komponen	
4. Penguatan menjadi besar jika kita memperkecil umpan balik	
5. Penghubung umpan balik pada n, penguatan sinyal pada frekuensi rendah akan lebih kecil dari penguatan pada frekuensi tinggi.	



### 5.3. Lebar Daerah Frekuensi

#### 5.3.1. Pengertian lebar daerah frekuensi (band width)

Lebar daerah frekuensi  $b$  adalah selisih dari frekuensi batas atas ( $\omega_{ba}$ ) dengan frekuensi batas bawah ( $\omega_{bb}$ ). Sebagai frekuensi batas disebut frekuensi, penguatan pada frekuensi itu turun sekitar  $-3$  dB.



Gambar 5.28. Lebar daerah frekuensi

#### Penyebab pembatasan daerah frekuensi

Tidak ada penguat yang memiliki lebar daerah frekuensi yang tak terhingga ( $\infty$ ).

Lebar daerah frekuensi dibatasi oleh kekhususan seperti berikut :

- Kapasitansi, induktansi yang menyebar dalam rangkaian.
- Kapasitansi dalam semikonduktor (kapasitansi basis - kolektor).
- Bagian induktif misalnya dalam kapasitor-kapasitor, tahanan-tahanan.
- Pemilihan rangkaian.

Dengan upaya rangkaian yang sesuai dicoba untuk memperoleh sebuah daerah frekuensi yang optimal.

#### Akibat pembatasan daerah frekuensi

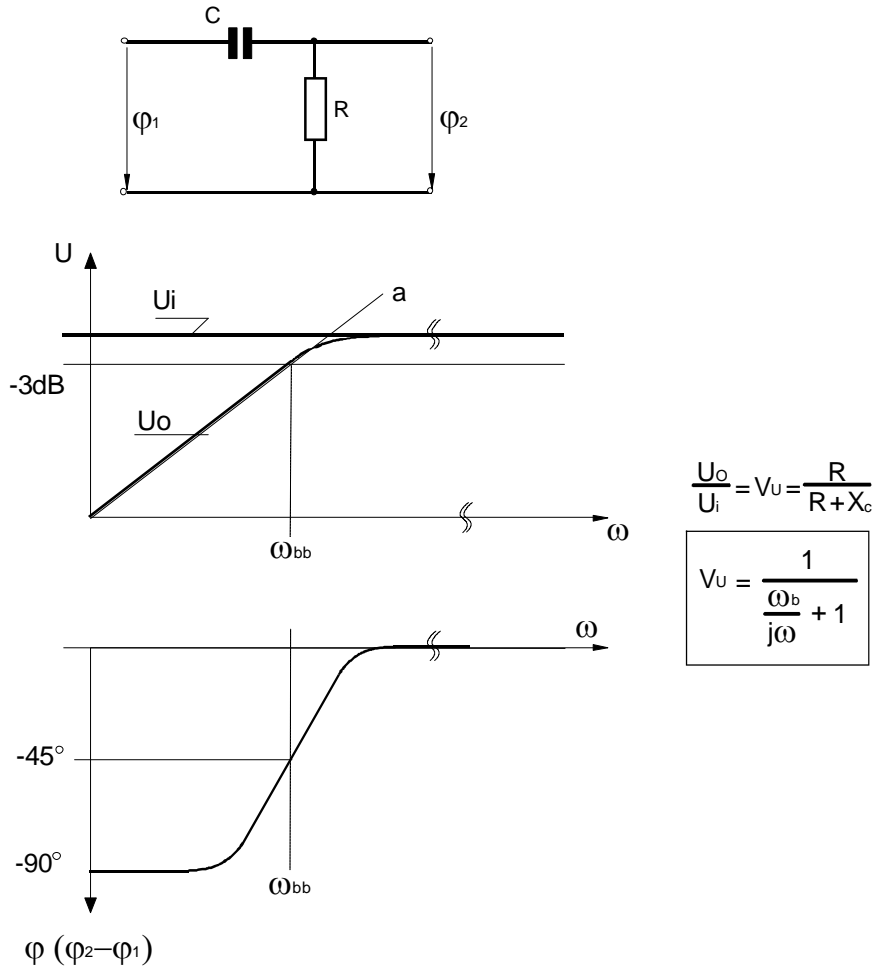
Dengan adanya pembatasan daerah frekuensi maka hanya daerah frekuensi tertentu saja yang dikuatkan. Hal ini dapat pula suatu hal yang diinginkan, misalnya dalam penguat selektif seperti penguat frekuensi antara, atau penyelesaian gangguan misalnya dalam penguat video.

Paling mengganggu adalah pada ujung daerah  $\omega_{bb}$ ,  $\omega_{ba}$ . Selain penurunan amplitudo timbul pula pergeseran fasa  $\phi$  yang tergantung dari frekuensi.



**Penampilan pelalu atas**

Pandangan berikut hanya berlaku untuk sebuah pelalu atas sederhana.



Gambar 5.29. Pelalu atas

**Sifat pelalu atas**

Amplitudo :

- ⇒ Mulai dari frekuensi lingkaran OHz amplitudo  $U_o$  naik 20 dB tiap dekade (garis a mempunyai kemiringan 20 dB/dekade = 6 dB/oktaf).
- ⇒ Pada frekuensi  $\omega = \sim$  amplitudo  $U_o = U_i$ .
- ⇒ Pada frekuensi  $\omega_b$  amplitudonya 3 dB di bawah tegangan keluaran maksimum.  $\omega_b$  adalah frekuensi batas. Pada frekuensi batas  $R = X_c$ .

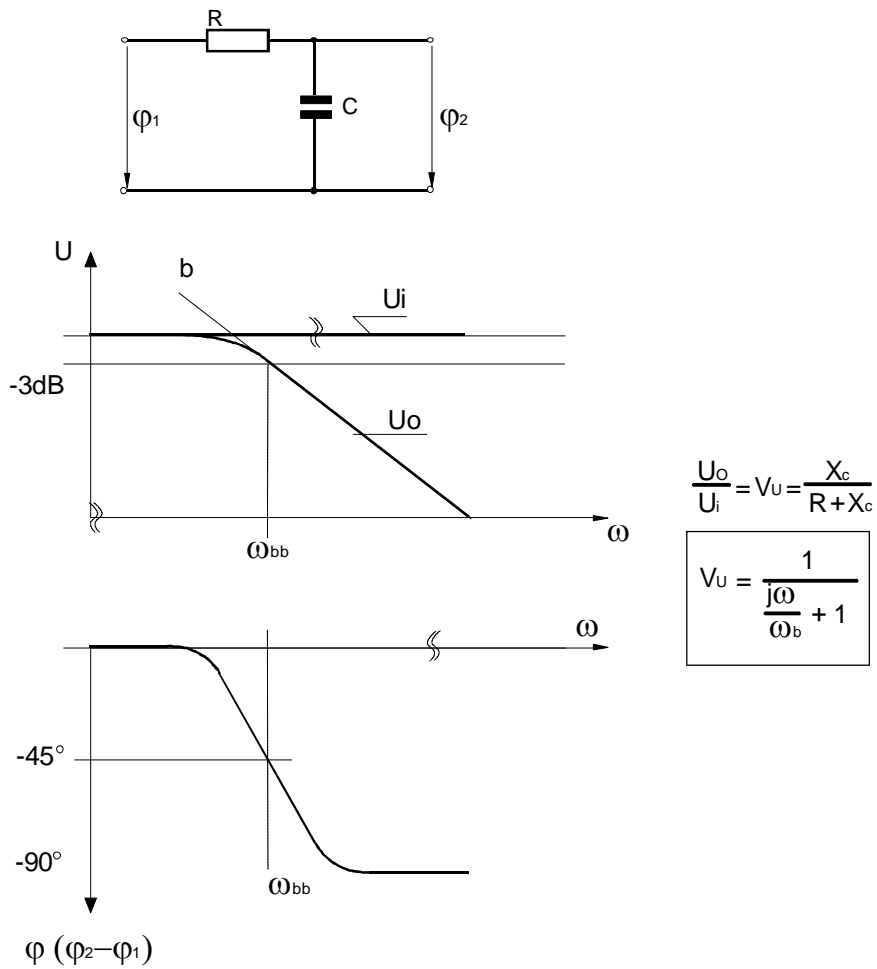
Phasa :



- \* Mulai frekuensi lingkaran OHz pergeseran fasa Q2-Q1 naik dari  $-90^\circ$  menuju  $0^\circ$
- \* Pada frekuensi  $\omega = \sim$  pergeseran fasa =  $0^\circ$ .
- \* Pada  $\omega_b$ , frekuensi batas, pergeseran fasa  $-45^\circ$ .

**Penampilan pelalu bawah**

Pandangan berikut hanya berlaku untuk sebuah pelalu bawah sederhana.



Gambar 5.30. Pelalu bawah

Sifat pelalu bawah

Amplitudo :

⇒ Mulai frekuensi lingkaran OHz amplitudonya konstan hingga  $\omega_b$ .



- ⇒ Mulai  $\omega$  b amplitudonya turun dengan kemiringan 20 dB tiap dekade = -6 dB tiap oktaf.
- ⇒ Pada frekuensi  $\omega = \sim$  tegangan keluarannya 0.
- ⇒ Pada frekuensi  $\omega$  b amplitudonya turun sekitar 3 dB.  $\omega$  b adalah frekuensi batas dengan itu  $R = X_c$

Phasa :

- \* Mulai frekuensi OHz phasanya konstan  $0^\circ$  hingga frekuensi batas  $\omega$  b.
- \* Mulai  $\omega$  b pergeseran phasanya Q2-Q1 berharga dari 0 sampai  $-90^\circ$ .
- \* Pada  $\omega = \sim$  pergeseran phasanya  $-90^\circ$
- \* Pada  $\omega$  b, frekuensi batas, pergeseran phasa Q2-Q1 =  $-45^\circ$ .

### 5.3.2. Pelalu bawah dan pelalu atas dalam rangkaian penguat depan (gambar 5.7)

Dalam rangkaian dalam gambar 5.7 bekerja 4 untaian RC sebagai pelalu atas.

- ⇒ C1 dengan tahanan masukan  $r_1$  dari TR1.
- ⇒ C5 dengan tahanan beban RL pada A.
- ⇒ C4 dengan R4, R5. Semakin tinggi frekuensi, umpan balik semakin kecil (penampilan pelalu atas).
- ⇒ C6 dengan R9 (berpenampilan seperti 3).

Frekuensi batas bawah  $\omega$  bb ditentukan oleh 4 untaian RC. Kemiringan garis a (gambar 5.29) berharga hanya 20 dB pada sebuah untaian RC.

Misalnya :

- a). Untaian RC tidak saling berpengaruh.
- b). Mempunyai batas frekuensi batas yang sama.

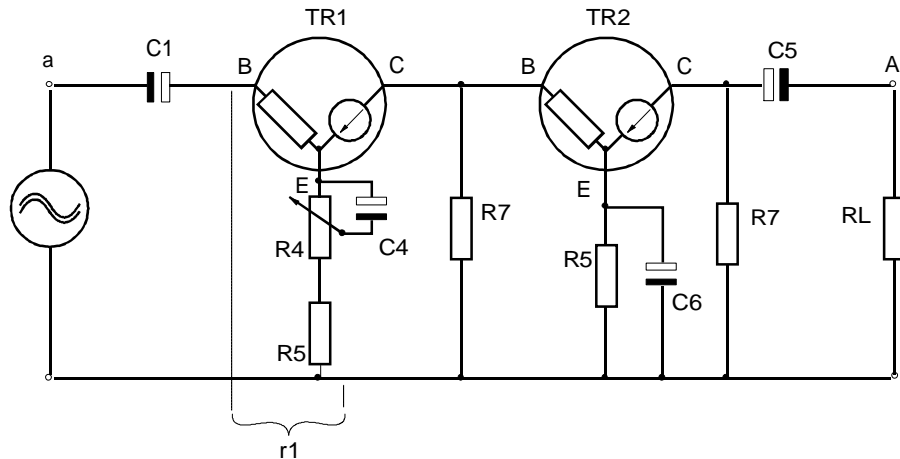
Dalam rangkaian gambar 5.7 permisalan

- a). Tidak terpenuhi juga



b). Tidak terpenuhi 100%. Maka kemiringan / kemiringan garis a berharga antara

20 dB ..... 4x20 dB tiap dekade (6 dB ..... 24 dB tiap oktaf).



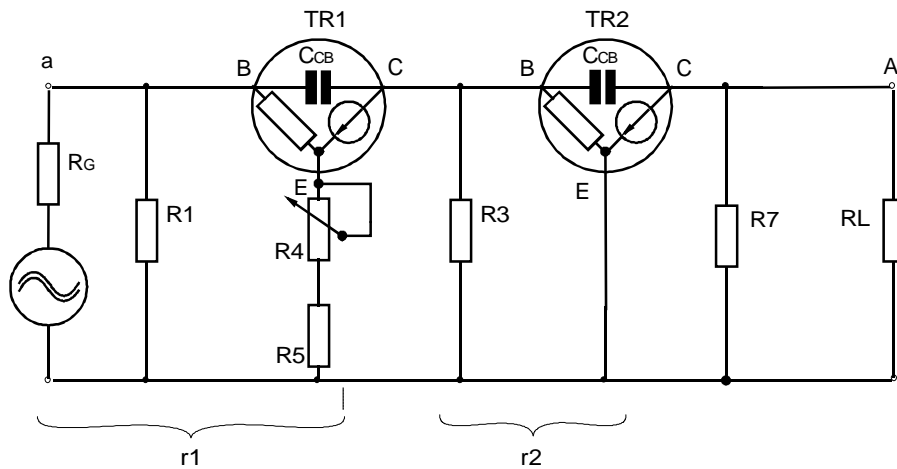
Gambar 5.31. Rangkaian pengganti rangkaian 53 - 12.01 secara AC untuk frekuensi rendah tanpa "Umpan balik luar"

Dalam rangkaian gambar 5.7 bekerja 2 kombinasi RC sebagai pelalu bawah.

1. Kapasitansi kolektor basis  $C_{CB}$  (TR 1) bersama dengan tahanan masukan  $r1$ ,  $r2$ .
2. Kapasitansi kolektor basis  $C_{CB}$  (TR 2) //  $C3$  bersama dengan tahanan masukan  $r2$  dan  $R7 // RL$ .

Semakin tinggi frekuensi, semakin besar umpan balik melalui  $C_{CB}$  juga  $C_{CB} // C3$ , ini merupakan penampilan pelalu bawah.

Dalam prakteknya kejadian 2 dan 1 dapat dikesampingkan. Kerja dari  $C_{CB}$  diperkuat dengan pemasangan  $C3$  secara paralel. Garis b (gambar 5.30) turun dengan -20 dB tiap dekade (-6 dB tiap oktaf).

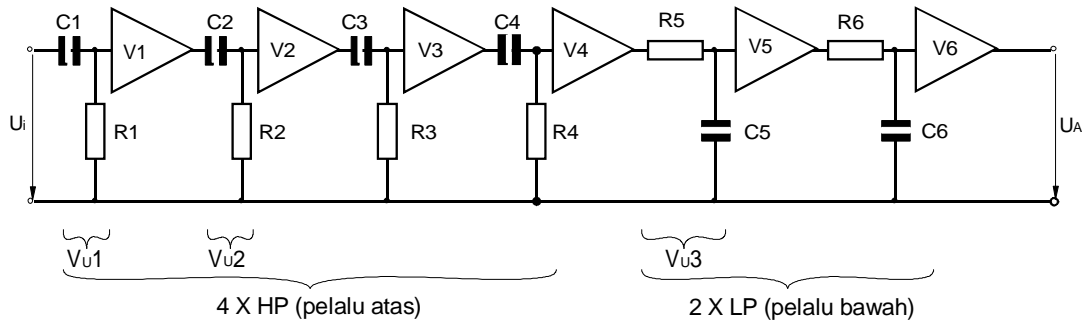


Gambar 5.32 Rangkaian pengganti rangkaian dalam gambar 5.7 secara AC untuk frekuensi tinggi tanpa “umpan balik luar”

### 5.3.3. Penguatan beban kosong dengan pembatas daerah frekuensi.

Dalam bab di depan, telah dihitung penguatan beban kosong  $V_{UO}$ . Perhitungan ini hanya berlaku untuk daerah frekuensi tengah dimana kapasitansi penggandeng dan kapasitansi kolektor-basis tidak efektif. Untuk perbandingan sesungguhnya kapasitansi-kapasitansi ini harus diperhatikan, dimana ini yang menentukan lebar daerah frekuensi. Sebagai pandangan perbandingan yang sesungguhnya kita ambil bahwa untai RC tidak saling pengaruh. Dengan itu diperoleh *gambar rangkaian pengganti* dimana menunjukkan penampilan yang sama seperti rangkaian sesungguhnya dalam paragraf 2.

Elemen-elemen R dan C terbentuk dari kombinasi dari misalnya tahanan masukan  $r_{be}$ // pembagi tegangan basis R1, R2. Yang digambarkan tanpa R dan C secara perangkat keras. V1 ..... V6 adalah penguat pemisah untuk memisahkan untai RC.



Gambar 5.33. Filter yang tersambung

Dalam daerah frekuensi tengah HP dan LP tidak efektif yang efektif adalah hanya penguat V1 ..... V6. Penguatan ini dengan begitu adalah penguatan beban kosong  $V_{uo}$ . Dari paragraf 1.2.1 dan 1.2.3. dapat dikutip penguatan dari

$$HP = V_u = \frac{1}{\frac{\omega b}{\omega} + 1} \quad ; \quad LP = \frac{1}{\frac{\omega b}{\omega} + 1}$$

Faktor "j" diabaikan, karena hanya dipandang dari segi amplitudo.

Semua "penguat-RC" dan penguat V1.....V6 terhubung secara seri. Penguatan-penguatannya saling diperkalikan, maka :

$$V_{uo}' = \frac{U_o}{U_i} = V_{u1} \cdot V_1 \cdot V_{u2} \cdot V_{u3} \cdot V_3 \cdot V_{u4} \cdot V_4 \cdot V_{u5} \cdot V_5 \cdot V_{u6} \cdot V_6$$

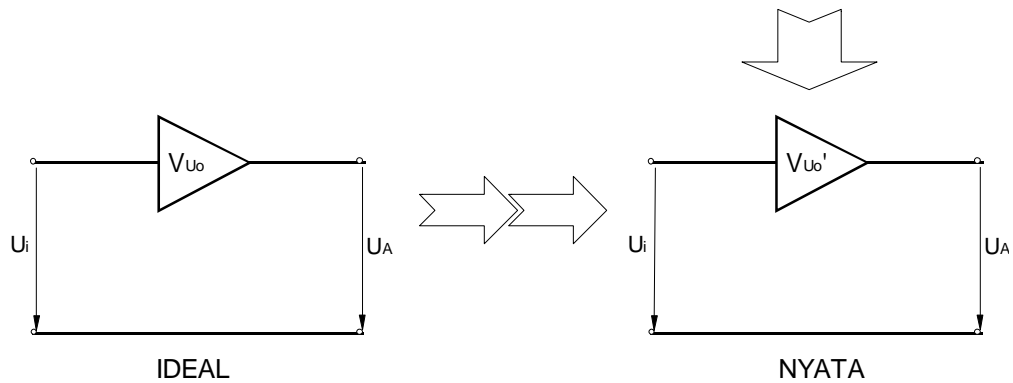
Untuk penguatan dari V1 ... V6 penguatan beban kosongnya adalah  $V_1 \cdot \dots \cdot V_6 = V_{uo}$ .

Untuk "penguatan" untai-RC fungsi sebenarnya  $V_U = \frac{1}{\dots\dots\dots}$  maka :

$$V_{uo}' = V_{uo} = \left[ \frac{1}{\frac{\omega b_1}{\omega} + 1} \cdot \frac{1}{\frac{\omega b_2}{\omega} + 1} \cdot \frac{1}{\frac{\omega b_3}{\omega} + 1} \cdot \frac{1}{\frac{\omega b_4}{\omega} + 1} \right] \cdot \left[ \frac{1}{\frac{\omega}{\omega b_5} + 1} \cdot \frac{1}{\frac{\omega}{\omega b_6} + 1} \right]$$

HP
LP

Penguat nyata yang dibahas (gambar 5.7) tidak mempunyai penguatan beban kosong  $V_{uo}$  melainkan  $V_{uo}'$ . Maka gambar rangkaian penggantinya seperti berikut.



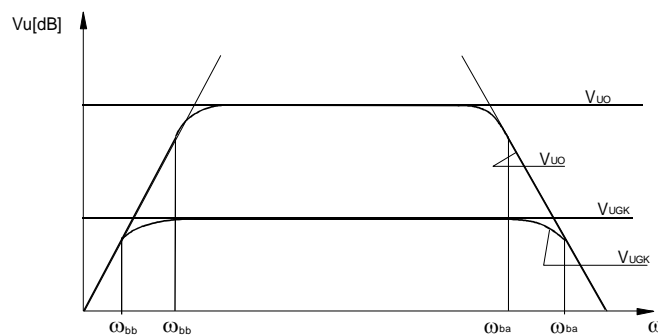
Gambar 5.34.  $V_{uo}$  ideal dan nyata

Dalam prakteknya frekuensi batas  $\omega_b$  kebanyakan dipilih sedemikian, bahwa untai RC dari HP dan untai RC dari LP yang pertama-tama menentukan frekuensi batas.

**Gambar berikut :**

Menunjukkan perbandingan :

1. Penguatan beban kosong tanpa memperhatikan pembatasan daerah frekuensi  $V_{uo}$ .
2. Penguatan dengan umpan balik negatif (penguatan dalam pengoperasian) tanpa memperhatikan pembatasan daerah frekuensi  $V_U$ .
3. Penguatan beban kosong dengan memperhatikan pembatasan daerah frekuensi  $V_{uo}'$ .
4. Penguatan dengan umpan balik negatif (penguatan dalam pengoperasian) dengan memperhatikan pembatasan daerah frekuensi  $V_U'$ .



Gambar 5.35. Kurva  $V_{uo}'$  dan  $V_u'$  adalah keadaan nyata.



**5.3.4. Kemiringan pembatas daerah frekuensi.**

Pengertian : Kemiringan adalah perbandingan dari perubahan penguatan dengan perubahan frekuensi.

$$\frac{\Delta V}{\Delta \omega} = \frac{V_2 - V_1}{\omega_2 - \omega_1} \quad \left[ \frac{\text{Penguatan}}{\text{Hertz}} = \frac{1}{\text{Hz}} \right]$$

Lazimnya kemiringan dalam  $\frac{\text{dB}}{\text{dekade}}$  atau  $\frac{\text{dB}}{\text{oktaf}}$

**Pelalu atas HP (High Pass)**

- **Untaian 1 RC**

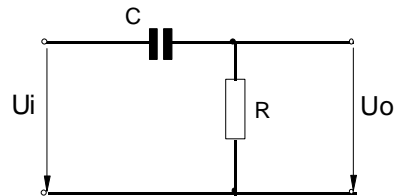
Didepan telah ditulis bahwa penguatan :

$$V_u = \frac{1}{\frac{\omega b}{j\omega} + 1}$$

Kita perhatikan amplitudonya saja dan mengesampingkan  $j$ . Jika  $\omega \ll \omega_b$  maka dengan demikian :  $\omega_b / \omega \gg 1$ . Hal ini hanya benar untuk daerah di bawah  $\omega_b$ .

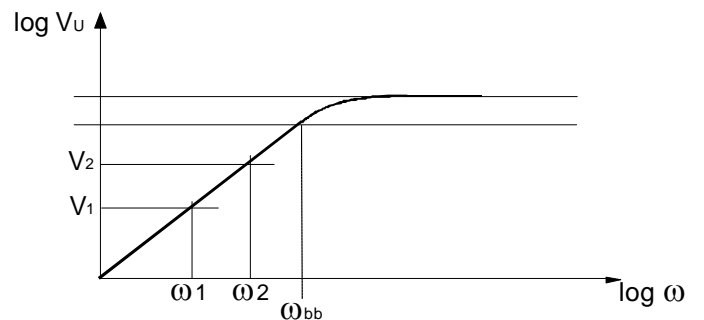
Kemiringan dalam  $\frac{\text{dB}}{\text{oktaf}}$  ;  $\frac{\text{dB}}{\text{dekade}}$

$a \text{ (dB)} = \begin{cases} 6 \text{ dB per Oktaf} \\ 20 \text{ dB per Oktaf} \end{cases}$
--



Untuk 1 untai RC

\* Lihat lembar rumus 6



Gambar 5.36. Kemiringan



- **Beberapa untai RC**

Syarat : Semua untai RC mempunyai frekuensi batas yang sama. Tidak saling mempengaruhi satu sama lain.

$$V_u = \frac{\omega}{\omega_b} \cdot \frac{\omega}{\omega_b} \cdot \frac{\omega}{\omega_b} \dots\dots$$

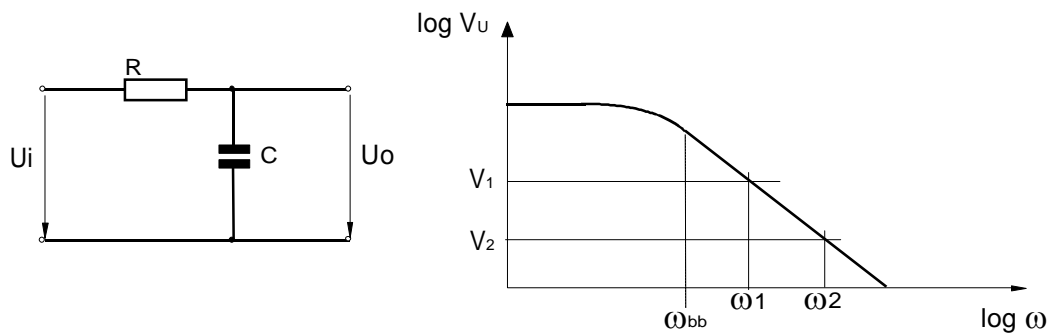
Kemiringan dalam  $\frac{dB}{oktaf}$  ;  $\frac{dB}{dekade}$

$a \text{ (dB)} = \begin{cases} n \times 6 \text{ dB per Oktaf} \\ n \times 20 \text{ dB per Oktaf} \end{cases}$
--

n = Jumlah untai RC

Tiap RC memberikan kemiringan 6 dB / oktaf, 20 dB / dekade

**Pelalu bawah LP (Low Pass).**



Gambar 5.37. Low Pass

- **Satu untai RC**

Dari paragraf 1.2.2. kita kutip :

$$V_u = \frac{1}{\frac{\omega b}{j\omega} + 1}$$

Kita hanya memperhatikan amplitudo dan mengesampingkan j jika  $\omega b \gg \omega$ .

Maka dengan begitu :  $\frac{\omega}{\omega b} \gg 1$  Hanya benar untuk daerah di atas  $\omega b$ .



Kemiringan dalam  $\frac{dB}{oktaf}$  ;  $\frac{dB}{dekade}$

$$a \text{ (dB)} = \begin{cases} - 6 \text{ dB per Oktaf} \\ - 20 \text{ dB per Oktaf} \end{cases}$$

Kemiringan negatif \* Lihat lembar.....

• **Beberapa untaian-RC**

Syarat : Semua untaian-RC memiliki frekuensi batas yang sama. Tidak mempunyai pengaruh satu sama lain.

$$Vu = \frac{\omega}{\omega_b} \cdot \frac{\omega}{\omega_b} \cdot \frac{\omega}{\omega_b} \dots\dots$$

Kemiringan dalam  $\frac{dB}{oktaf}$  ;  $\frac{dB}{dekade}$

$$a \text{ (dB)} = \begin{cases} -n \times 6 \text{ dB per Oktaf} \\ -n \times 20 \text{ dB per Oktaf} \end{cases}$$

n = Jumlah untaian RC

Kenaikannya negatif dan turun tiap untai-RC sekitar -6dB tiap oktaf, - 20dB tiap dekade.

Dalam teknik penguat, teknik filter pernyataan kemiringan dari pembatas daerah frekuensi memegang peran penting. Pernyataan dibuat hampir selalu dalam besaran dB/oktaf, dB/dekade.

**Kemiringan pembatas dan susunan**

Pengertian susunan n berawal pada teknik filter. Setiap penguat memiliki pembatas daerah frekuensi, pengertian ini dapat juga digunakan disini. Susunan kadang dapat menunjukkan kemiringan sebuah pembatas daerah frekuensi.

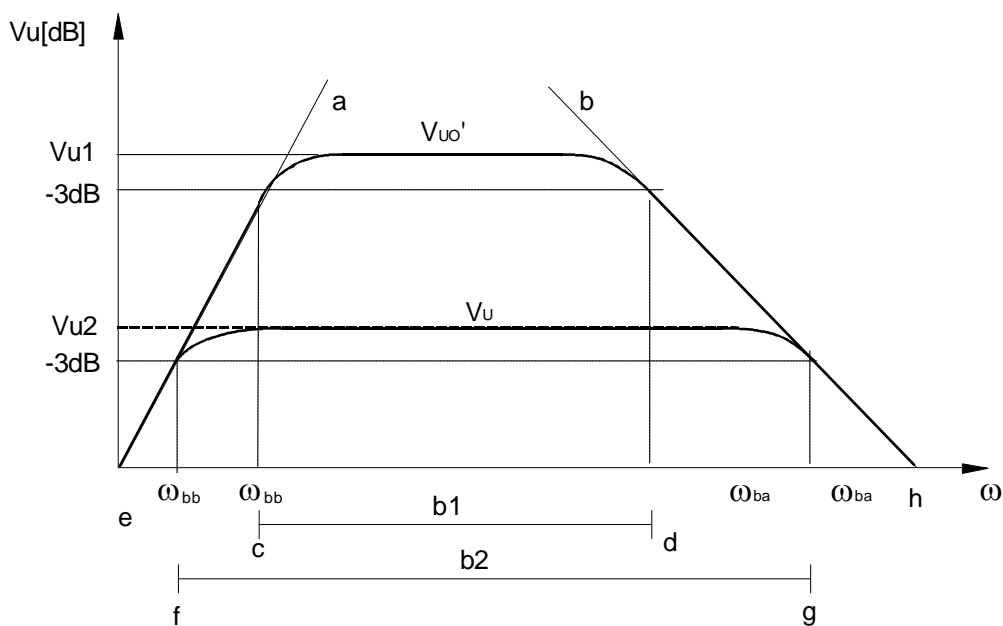
Artinya :



Susunan n	Kemiringan				Jumlah Untaian RC
	HP		LP		
	dB/oktaf	dB/dekade	dB/oktaf	dB/dekad e	
1	+ 6	+ 20	- 6	-20	1
2	+12	+ 40	-12	-40	2
3	+18	+ 60	-18	-60	3
4	+24	+ 80	- 24	-80	4
5	+30	+100	-30	-100	5

$$n = \frac{\text{kemiringan tiap oktaf [dB]}}{6 \text{ dB}} \text{ atau } \frac{\text{kemiringan tiap oktaf [dB]}}{20 \text{ dB}}$$

**5.3.5. Pengaruh penguatan pada lebar daerah frekuensi.**



Gambar 5.38. Hubungan lebar daerah frekuensi  $V_{U0}$  dan  $V_U$

**Lebar daerah frekuensi selebar mungkin dan penguatan.**

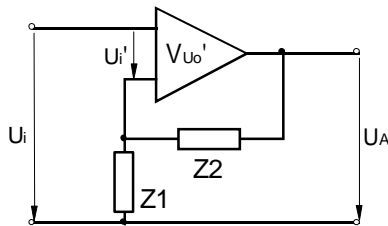
Gambar 5.38 menunjukkan perbandingan penguatan dan lebar daerah frekuensi. Terlihat jelas bahwa dengan penguatan yang kecil lebar daerah



membesar. Lebar daerah tanpa umpan balik pada  $V_{UO}' = b1$ . Lebar daerah dengan umpan balik untuk  $V_U' = b2$ .

Bagaimana jalannya frekuensi, penguatan ini dapat diterangkan?

Dari yang telah dibahas dimuka, kita dapat mengutip rangkaian dan rumus untuk perhitungan penguatan dengan umpan balik. Tetapi sekarang  $V_{UO}$  menjadi  $V_{UO}''$



Gambar 5.38.  $V_{UO}$  dan  $V_{UO}''$

Dari rumus di muka dapat kita lihat bahwa penguatan  $V_U$  tergantung dari penjumlahan dua besaran.

Pertama dari  $\frac{1}{V_{UO}'}$  jadi tergantung dari penguatan beban kosong yang nyata dimana jalannya  $V_{UO}'$  seperti dalam gambar 5.34.

Kedua dari  $\frac{Z1}{Z1 + Z2}$  dari jaringan umpan balik, dimana dapat tergantung pada frekuensi atau linier.

Untuk gambar 5.34 besaran kedua adalah linier. Jalannya penguatan  $V_U'$  tergantung dari penjumlahan dua besaran, yang dalam rumus mengambil pengaruh lebih kuat.

Dalam gambar 5.34, dari e sampai f dan dari g sampai h berlaku :

$$\frac{1}{V_{UO}'} > \frac{Z1}{Z1 + Z2} \text{ sehingga } V_U' = V_{UO}'$$

Penguatan dengan umpan balik luar berlangsung seperti  $V_{UO}'$

Dari f sampai g berlaku :

$$\frac{Z1}{Z1 + Z2} > \frac{1}{V_{UO}'} \text{ dengan itu } V_U' = 1 + \frac{Z2}{Z1}$$



Penguatan berlangsung sesuai dengan umpan balik negatif !

Masih dari gambar 7. Melalui umpan balik negatif  $V_{UO}'$  maks =  $V_2$  berpotongan di atas  $V_1 = V_U$  maks.

Lebar daerah frekuensi  $b_1$  membesar menjadi  $b_2$ . Lebar daerah frekuensi  $b_2$  sesuai dengan lebar daerah frekuensi untuk  $V_{UO}' = V_1$ .

Dengan demikian :

Lebar daerah frekuensi  $b$  selalu dibatasi melalui jalannya frekuensi dari  $V_{UO}'$ !

$V_U$  selalu terletak dalam batas  $V_{UO}'$ !

### Lebar daerah dalam fungsi penguatan.

Dari pengukuran atau perhitungan diketahui :

- a) Penguatan  $V_1$
- b) Frekuensi batas  $\omega_c, \omega_d, (V_1)$
- c) Kemiringan pembatas daerah frekuensi atau susunan  $n$ .

Berapa besar lebar daerah frekuensi pada  $V_2$  ?

Sebagai patokan digunakan gambar 5.38.

### Pelalu atas (high pass HP)

Dari rumus pada paragraf 4.1.2 (lihat lembar rumus 4) kita peroleh

$$\frac{V_{u2}}{V_{u1}} = \frac{\omega_2^n}{\omega_1^n} \hat{=} \frac{V_1}{V_2} = \frac{\omega_c^n}{\omega_f^n} \Rightarrow \text{dalam gambar 5.38.}$$

$$\text{Sehingga } \omega_f = \sqrt{\frac{V_2}{V_1}} \cdot \omega_c$$



Pelalu bawah (low pass LP) Dari rumus pada paragraf 4.2.2 (lihat lembar rumus

6) kita peroleh  $\frac{V_{u2}}{V_{u1}} = \frac{\omega d^n}{\omega c^n} \hat{=} \frac{V2}{V1} = \frac{\omega d^n}{\omega g^n} \Rightarrow$  dalam gambar 5.38

Sehingga  $\omega g = \sqrt{\frac{V1}{V2}} \cdot \omega d$

Lebar daerah frekuensi

b1 (V1)  $\omega d - \omega c$

b2 (V2)  $\omega g - \omega f$

$$b2 = \sqrt[n]{\frac{V1}{V2}} \cdot \omega d - \sqrt[n]{\frac{V2}{V1}} \cdot \omega c$$

$\underbrace{\hspace{10em}}_{LP}$

$\underbrace{\hspace{10em}}_{HP}$

Masing-masing adalah  
LP : V1,  $\omega d$   
HP : V1,  $\omega c$   
V2,  $\omega g$   
V2,  $\omega f$

**5.3. Perbandingan lebar daerah ke perbandingan penguatan.**

$$\frac{b2}{b1} = \frac{\sqrt[n]{\frac{V1}{V2}} \cdot \omega d - \sqrt[n]{\frac{V2}{V1}} \cdot \omega c}{P - 1} \quad P = \frac{\omega d}{\omega c}$$

Rumus di atas memberikan lebar daerah frekuensi b dan perbandingan  $\frac{b2}{b1}$  untuk semua kemungkinan penguatan, kemiringan dan frekuensi batas.

Dalam prakteknya frekuensi batas atas  $\omega d, \omega g$ , kebanyakan terletak banyak lebih tinggi dari pada frekuensi batas bawah  $\omega c, \omega f$ .

**Contohnya :**

Penguat audio  $\omega d, \omega g, 20 \text{ kHz} / \omega c, \omega f 20 \text{ Hz}$

Op-Amp,  $\omega d, \omega g \text{ OHZ (DC)} / \omega c, \omega f \text{ sampai MHZ.}$



Dengan demikian lebar daerah frekuensi boleh hanya frekuensi batas atas saja yang diperhatikan.

$$\begin{array}{l} b_1 \cong \omega d \\ b_2 \cong \omega g \end{array} \quad \text{untuk } \omega d \gg \omega c$$

$$\frac{b_1}{b_2} = \frac{\omega g}{\omega d} = \frac{\sqrt[n]{\frac{V_1}{V_2}} \cdot \omega d}{\omega d}$$

$$\frac{b_1}{b_2} \cong \sqrt[n]{\frac{V_1}{V_2}}$$

#### Perkalian penguatan dengan lebar daerah frekuensi.

Jika kemiringan dari LP = -20 dB per dekade, maka didapat

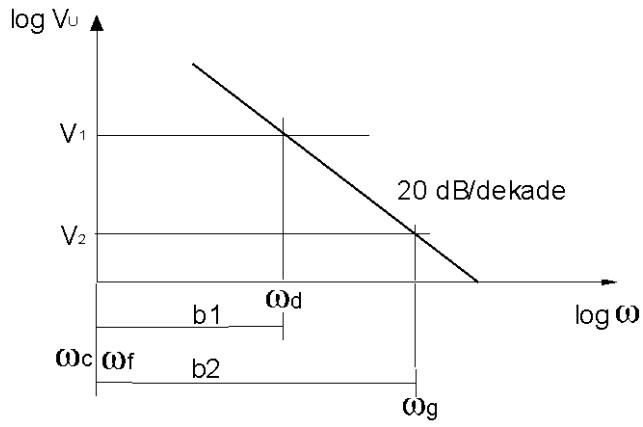
$$\omega g = \frac{V_1}{V_2} \times \omega d \text{ dengan itu}$$

$$\frac{b_2}{b_1} \cong \frac{\frac{V_1}{V_2} \cdot \omega d}{\omega d} \quad V_1 \cdot b_1 = V_2 \cdot b_2$$

Perkalian penguatan dengan lebar daerah frekuensi hanya berlaku jika  $\omega d$ ,  $\omega g \ll \omega c$ ,  $\omega \ll f$  dan kemiringan LP = -20 dB/dekade.

Tuntutan ini secara umum dipenuhi oleh Op-Amp.

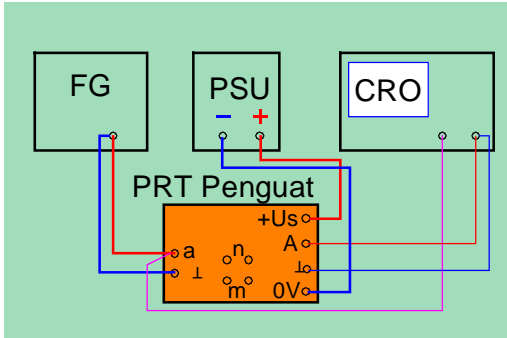
$$V_1 \cdot b_1 = V_2 \cdot b_2.$$



Gambar 5.39. Kemiringan



**TUGAS 4**



Gambar Rangkaian Pengukuran

Rangkailah PRT penguat yang sudah disolder lengkap dengan peralatan seperti rangkaian pengukuran disamping ini. Jumper pada PRT di set pada "m", R4 di set untuk penguatan minimum. Atur FG pada gelombang sinus dan frekuensi sesuai tabel. Amplitudo FG diatur 2mVpp (di ubah bila bentuk gelombang keluarannya cacat)

Lengkapi tabel tugas berikut dari hasil perhitungan teori. Masukkan hasil pengukuran yang diperoleh

**TABEL I**

Pengukuran tanggapan frekuensi dan tanggapan fasa tanpa umpan balik.



Tegangan masukan 2 mVpp (selalu dipertahankan).

f	Uo	Vu	Vu	S1	S2	Q
Hz	Volt	kali	dB	divisi	divisi	
10						
20						
50						
100						
200						
500						
1k						
2k						
5k						
10k						
20k						
50k						
100k						

**Keterangan .**

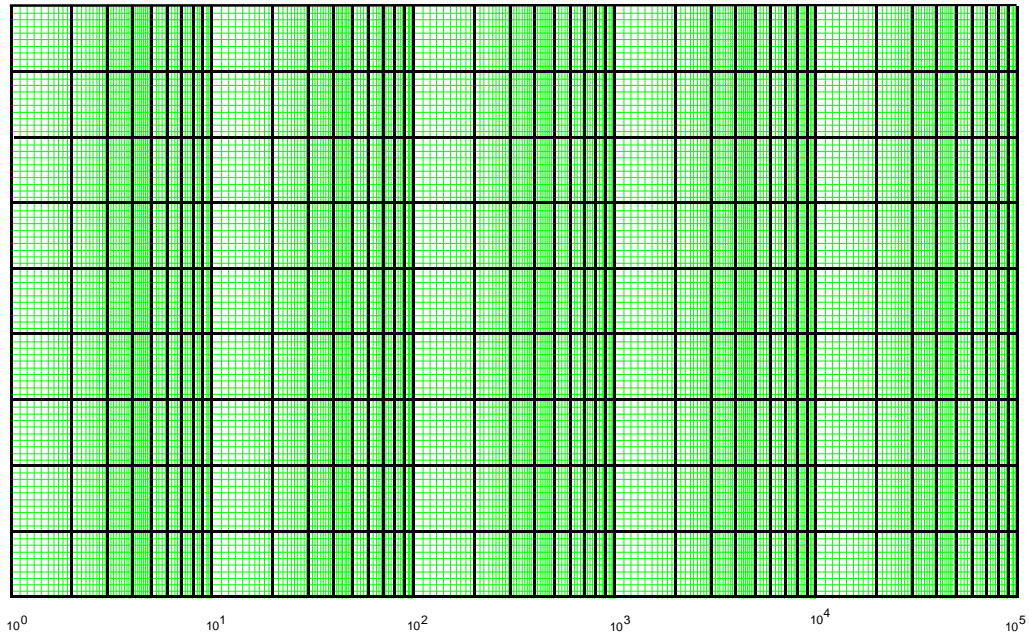
Uo = tegangan keluaran.

Vu = penguatan tegangan.

$$Q = \text{pergeseran fasa} = \frac{180^\circ}{S2} \times S1$$



Gambarlah hasil pengukuran ke lembar grafik berikut ini





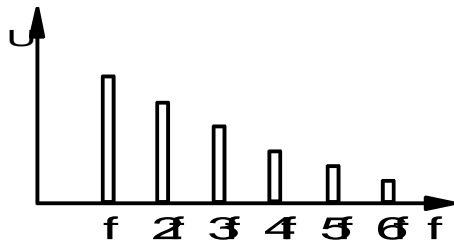
#### 5.4. Pengukuran Kualitas Penguat Suara

Untuk dapat meletakkan suatu penguat dalam suatu kelas mutu, harus mengetahui data tekniknya. Biasanya pembuat peralatan menyertakan data-data teknik antara lain untuk sebuah penguat suara, berikut diuraikan data-data yang harus ada pada penguat depan :

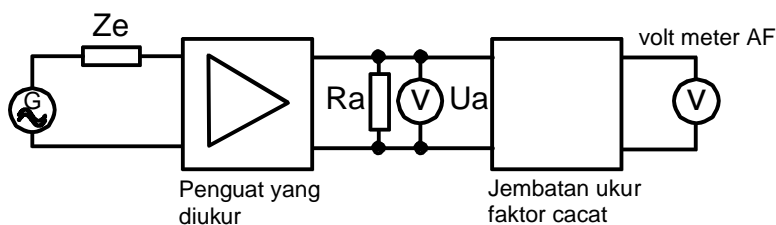
- Faktor cacat
- Cacat intermodulasi
- Daerah pemindahan (tanggapan frekuensi)
- Perbandingan sinyal ke desis
- Cakap silang
- Keseimbangan kanal

##### Faktor cacat

Faktor cacat adalah ukuran untuk cacat sebuah getaran sinus melalui harmonis sehingga disebut pula cacat harmonis.



Gambar 5.40. Frekuensi harmonisa ( $2f$   $3f$  dst) yang ditimbulkan



Gambar 5.41. Tata cara mengukur faktor cacat

Idealnya penguat hanya menguatkan sinyal frekuensi asli atau dasar, tapi karena dalam penguat terdapat komponen aktif yang bekerja tidak linier, maka selain sinyal asli timbul sinyal baru dengan frekuensi lain. Frekuensi baru merupakan



kelipatan frekuensi dasar (harmonis). Sinyal-sinyal harmonis ini turut dikuatkan bersama sinyal dasar, sehingga pada keluaran tertampil jumlah seluruh sinyal. Maka sinyal keluaran tidak sesuai lagi dengan sinyal masukan.

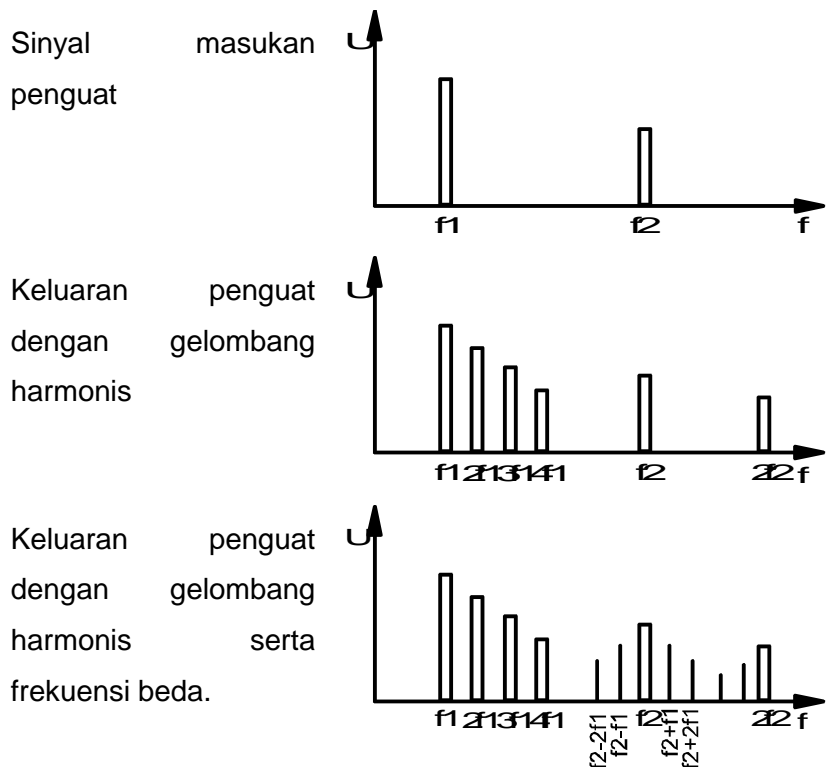
$$\text{Faktor cacat } k = \frac{\sqrt{U^2 f_2 + U^2 f_3 + \dots \dots \dots}}{\sqrt{U^2 f_1 + U^2 f_2 + U^2 f_3 + \dots \dots \dots}} \times 100\%$$

Gambar menunjukkan pengukuran faktor cacat, penguat dikendalikan mencapai harga tegangan nominal pada Ra.

Jembatan ukur faktor cacat ditala pada frekuensi yang sama dengan frekuensi generator, gunanya untuk menekan frekuensi dasar. Setelah jembatan ukur dipasang milivolmeter mengukur amplitudo gelombang harmonis keseluruhan, yang kemudian dikalibrasi sebagai faktor cacat dalam %.

**Cacat intermodulasi**

Bila sebuah penguat dikendalikan secara penuh dengan dua frekuensi maka akan timbul bagian dari semua frekuensi jumlah dan beda. Hal ini terjadi dari pencampuran melalui garis kurva bengkok.



Gambar 5.42 Cacat intermodulasi



Pengukuran derajat intermodulasi sesuai peraturan DIN, penguat diberi dua sinyal dengan frekuensi  $f_2 = 8000 \text{ Hz}$  dan  $f_1 = 250 \text{ Hz}$ .

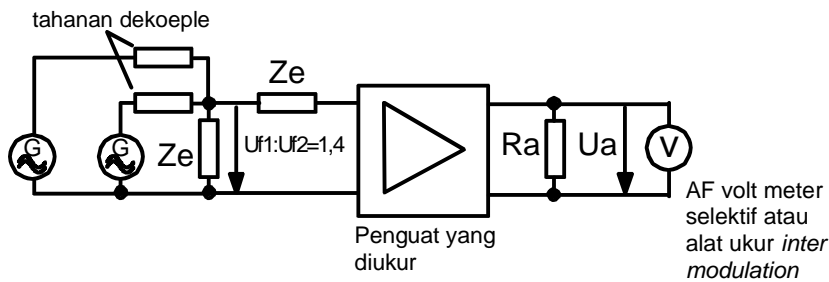
Perbandingan amplitudonya adalah  $1 : 4$ .

Jumlah harga puncak dari  $f_1$  dan  $f_2$  seharusnya mengendalikan penguat secara penuh, dimana dengan itu tegangan  $f_1$  jatuh sebanyak empat bagian atau 80% dari tegangan maskan.

Pada  $R_a$  akan terukur tegangan-tegangan  $U_{f2}-U_{f2} + U_{f1}$  juga  $U_{f2} - 2 U_{f1}$  dan  $U_{f2} + 2 U_{f1}$  dan seterusnya.

Maka derajat intermodulasi  $m$  dihitung dengan rumus

$$m = \frac{\sqrt{[(U_{f2} - U_{f1}) + (U_{f2} + U_{f1})]^2 + [(U_{f2} - 2U_{f1}) + (U_{f2} + 2U_{f1})]^2 + \dots}}{U_{f2}} \cdot 100\%$$



Gambar 5.43. Tata cara pengukuran inter modulasi

### Daerah pemindahan (tanggapan frekuensi)

Daerah pemindahan sebuah penguat adalah daerah frekuensi, dimana penguat menindahkan tanpa cacat linier pada harga nominal.

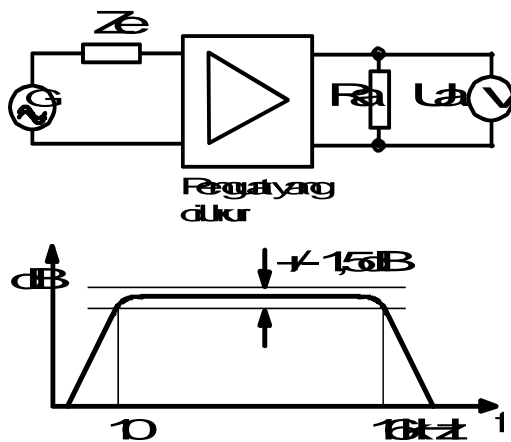
Pada frekuensi batas penguatan turun sekitar 3 dB (30%. Tentu dicita-citakan daerah pemindahan yang besar. Walaupun pendengaran manusia hanya sampai sekitar 15 kHz, perlu dikembangkan penguat sampai misalnya 30.000 Hz.

Bunyi suatu instrumen ditentukan oleh harmonisnya, misalnya suatu instrumen bergetar pada 10.000 Hz maka harmonis pertama terletak pada 20.000 Hz, harmonis kedua pada 30.000 Hz. Walau orang tidak bisa mendengar gelombang



harmonis, tetapi perbedaan antara frekuensi dasar dan harmonis berada pada daerah pendengaran.

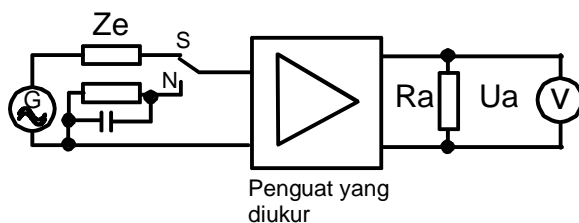
Dengan pengatur kuat suara dibuka penuh, penguat dikendalikan oleh generator suara dengan frekuensi 1000 Hz dan tegangannya 10 dB dibawah harga tegangan masukan nominal. Tegangan keluaran pada Ra dengan kondisi ini diambil sebagai tegangan patokan 0 dB. Frekuensi generator diubah-ubah dari minimum maksimum.



Gambar 5.44. Tata cara mengukur tanggapan frekuensi (kiri), dan kurva tanggapan frekuensi

**Perbandingan sinyal ke desis (signal to noise ratio S/N)**

Jarak sinyal dengan desis atau lebih dikenal perbandingan sinyal ke desis adalah perbandingan antara sinyal yang berguna dengan sinyal pengganggu yang dapat terdengar. Dan perbandingan ini ukur dalam dB, sinyal pengganggu ini termasuk desis dan brum.



Gambar 5.45. Tata cara pengukuran S/N



Penguat dikendalikan oleh generator dengan frekuensi 1000 Hz dan dengan tegangan masukan minimum, kuat suara dilemahkan sehingga daya keluaran pada  $R_a$  sebesar 100 mW (pada  $R_a = 4 \Omega$ , 630 mV).

Untuk stereo 2 x 50 mW (pada  $R_a = 4 \Omega$ , 2 x 450 mV).

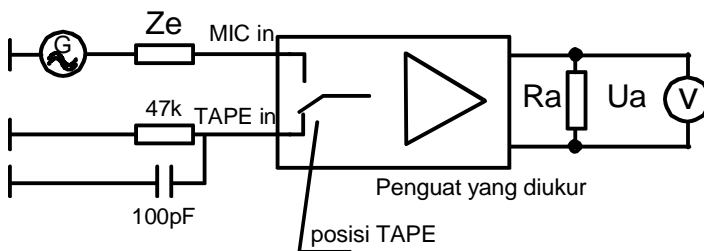
Pengatur nada pada kondisi datar, geseran tidak boleh lebih dari + 4 dB sekitar harga patokan pada 1 kHz. Tegangan keluaran pada kondisi sebagai patokan tegangan patokan 0 dB. Kemudian generator dilepas, masukan diganti dengan komponen penutup, kemudian diukur lagi. Pada kondisi terakhir adalah pengukur sinyal gangguan yang ditimbulkan dari penguat sendiri.

$$S/N = 20 \log \frac{U_a}{U_{\text{gangguan}}} \quad (\text{dB})$$

### Cakap silang (cross talk)

#### a. Cakap silang antar kanal

Pada peralatan stereo adalah ikut bersuaranya kanal yang lain jika kanal yang satu sedang beroperasi.



Gambar 5.46. Pengukuran cakap silang

Kedua kanal pada keluaran dipasang tahanan murni sebesar impedansi keluarannya. Kanal yang satu dikendalikan oleh generator hingga diperoleh tegangan keluaran nominalnya dengan frekuensi 1000 Hz antara 250 Hz sampai 10.000 Hz. Keduanya diukur dengan voltmeter AF.

$$\text{Besarnya redaman cakap silang} = 20 \log \frac{U_1}{U_2} \quad (\text{dB})$$

#### b. Cakap silang antar masukan yang berlainan .



Timbulnya cakup silang antar masukan yang satu dengan yang lainnya.

Satu masuka penguat dikendalikan oleh generator suara, sedang yang lainnya ditutup dengan komponen penutup.

Penguat dihubungkan antara masukan satu dengan yang lainnya, masing-masing diukur keluarannya. Perbandingan tegangan keluaran dengan tegangan keluaran nominal disebut cakup silang.

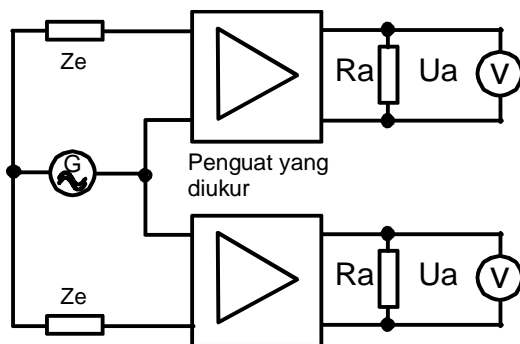
$$\text{Besarnya cakup silang} = 20 \log \frac{U_{sa}}{U_{na}} \text{ (dB)}$$

$U_{sa}$  = tegangan keluaran terukur

$U_{na}$  = tegangan keluaran nominal

### Keseimbangan kanal

Pada peralatan stereo, kekuatan suara kanal kanan dan kiri boleh berbeda pada batas tertentu. Sedang pada peralatan stereo dengan pengatur ke keseimbangan (balance) perbedaan boleh lebih besar lagi.



Gambar 5.47. Tata cara mengukur keseimbangan kanal





Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan  
Republik Indonesia  
2013



# PEREKAYASAAN SISTEM AUDIO



2

UNTUK SMK / MAK KELAS X



**Penulis** : HENDRO HERMANTO  
**Editor Materi** : WIDIHARSO  
**Editor Bahasa** :  
**Ilustrasi Sampul** :  
**Desain & Ilustrasi Buku** : PPPPTK BOE MALANG

**Hak Cipta © 2013, Kementerian Pendidikan & Kebudayaan**

**MILIK NEGARA TIDAK  
DIPERDAGANGKAN**

Semua hak cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak (merekproduksi), mendistribusikan, atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku teks dalam bentuk apapun atau dengan cara apapun, termasuk fotokopi, rekaman, atau melalui metode (media) elektronik atau mekanis lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit, kecuali dalam kasus lain, seperti diwujudkan dalam kutipan singkat atau tinjauan penulisan ilmiah dan penggunaan non-komersial tertentu lainnya diizinkan oleh perundangan hak cipta. Penggunaan untuk komersial harus mendapat izin tertulis dari Penerbit.

Hak publikasi dan penerbitan dari seluruh isi buku teks dipegang oleh Kementerian Pendidikan & Kebudayaan.

Untuk permohonan izin dapat ditujukan kepada Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, melalui alamat berikut ini:

Pusat Pengembangan & Pemberdayaan Pendidik & Tenaga Kependidikan Bidang Otomotif & Elektronika:

Jl. Teluk Mandar, Arjosari Tromol Pos 5, Malang 65102, Telp. (0341) 491239, (0341) 495849, Fax. (0341) 491342, Surel: [vedcmalang@vedcmalang.or.id](mailto:vedcmalang@vedcmalang.or.id), Laman: [www.vedcmalang.com](http://www.vedcmalang.com)



### DISKLAIMER (DISCLAIMER)

Penerbit tidak menjamin kebenaran dan keakuratan isi/informasi yang tertulis di dalam buku tek ini. Kebenaran dan keakuratan isi/informasi merupakan tanggung jawab dan wewenang dari penulis.

Penerbit tidak bertanggung jawab dan tidak melayani terhadap semua komentar apapun yang ada didalam buku teks ini. Setia**ISKL**p komentar yang tercantum untuk tujuan perbaikan isi adalah tanggung jawab dari masing-masing penulis.

Setiap kutipan yang ada di dalam buku teks akan dicantumkan sumbernya dan penerbit tidak bertanggung jawab terhadap isi dari kutipan tersebut. Kebenaran keakuratan isi kutipan tetap menjadi tanggung jawab dan hak diberikan pada penulis dan pemilik asli. Penulis bertanggung jawab penuh terhadap setiap perawatan (perbaikan) dalam menyusun informasi dan bahan dalam buku teks ini.

Penerbit tidak bertanggung jawab atas kerugian, kerusakan atau ketidaknyamanan yang disebabkan sebagai akibat dari ketidakjelasan, ketidaktepatan atau kesalahan didalam menyusun makna kalimat didalam buku teks ini.

Kewenangan Penerbit hanya sebatas memindahkan atau menerbitkan mempublikasi, mencetak, memegang dan memproses data sesuai dengan undang-undang yang berkaitan dengan perlindungan data.

Katalog Dalam Terbitan (KDT)  
Audio Video, Edisi Kedua 2013  
Kementerian Pendidikan & Kebudayaan  
Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, Tahun 2013 : Jakarta



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas tersusunnya buku teks ini, dengan harapan dapat digunakan sebagai buku teks untuk siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Program Keahlian Bidang Studi Audio Video, Perekayasaan Sistem Audio

Penerapan kurikulum 2013 mengacu pada paradigma belajar kurikulum abad 21 menyebabkan terjadinya perubahan, yakni dari pengajaran (teaching) menjadi belajar (learning), dari pembelajaran yang berpusat kepada guru (teachers-centered) menjadi pembelajaran yang berpusat kepada peserta didik (student-centered), dari pembelajaran pasif (pasive learning) ke cara belajar peserta didik aktif (active learning) atau Student Active Learning.

Buku teks "Perekayasaan Sistem Audio" ini disusun berdasarkan tuntutan paradigma pengajaran dan pembelajaran kurikulum 2013 diselaraskan berdasarkan pendekatan model pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan belajar kurikulum abad 21, yaitu pendekatan model pembelajaran berbasis peningkatan keterampilan proses sains.

Penyajian buku teks untuk Mata Pelajaran "Perekayasaan Sistem Audio" ini disusun dengan tujuan agar supaya peserta didik dapat melakukan proses pencarian pengetahuan berkenaan dengan materi pelajaran melalui berbagai aktivitas proses sains sebagaimana dilakukan oleh para ilmuwan dalam melakukan eksperimen ilmiah (penerapan saintifik), dengan demikian peserta didik diarahkan untuk menemukan sendiri berbagai fakta, membangun konsep, dan nilai-nilai baru secara mandiri.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, dan Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan menyampaikan terima kasih, sekaligus saran kritik demi kesempurnaan buku teks ini dan penghargaan kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam membantu terselesaikannya buku teks siswa untuk Mata Pelajaran Perekayasaan Sistem Audio Kelas X / Semester 2 Sekolah Menengah Kejuruan (SMK).

Jakarta, 12 Desember 2013

Menteri Pendidikan dan Kebudayaan

Prof. Dr. Mohammad Nuh, DEA



## Daftar Isi

Halaman Francis.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
1.Rangkaian pengatur nada (tone control) penguat audio.....	1
KOMPETENSI INTI (KI-3).....	1
KOMPETENSI INTI (KI-4).....	1
1.1. Arsitektur rangkaian penguat pengatur.....	1
1.2. Pengatur kuat suara.....	2
1.3 Pengatur Nada.....	5
TUGAS 1.....	13
TUGAS 2.....	15
TUGAS 3.....	25
2.Rangkaian Pencampur (Mixer) Audio.....	27
KOMPETENSI INTI (KI-3).....	27
KOMPETENSI INTI (KI-4).....	27
2.1. Arsitektur rangkaian pencampur (mixer) penguat audio.....	28
3.Rangkaian Penguat Daya Audio(Power Amplifier).....	29
KOMPETENSI INTI (KI-3).....	29
KOMPETENSI INTI (KI-4).....	29
3. Penguat akhir.....	30
3.1. Dasar Penguat Akhir.....	30
3.2. Rangkaian Penguat Daya.....	35



TUGAS 1.....	42
TUGAS 3.....	48
TUGAS 4.....	49
3.4. Pengukuran Kualitas Penguat Suara .....	51
4. Instalasi Sistem Audio Paging.....	54
KOMPETENSI INTI (KI-3) .....	54
KOMPETENSI INTI (KI-4) .....	54
4. Instalasi Sistem Audio Paging.....	55
4.1. Bising dan Tekanan Bunyi Loudspeaker .....	55
Tekanan Bunyi Keluaran Speaker dan Pelemahan Bunyi .....	56
Latihan .....	63
4.3. Penghantar .....	65
4.4. Penyesuaian Tegangan Konstan .....	69
Latihan.....	73



**1. Rangkaian pengatur nada (tone control) penguat audio**

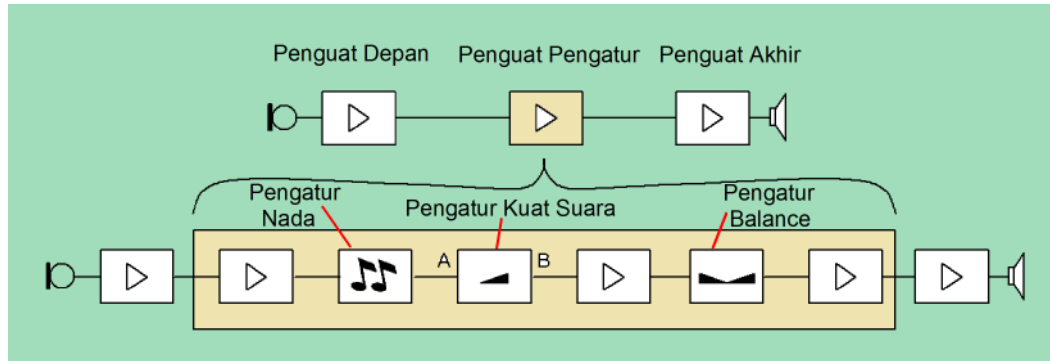
KOMPETENSI INTI (KI-3)	KOMPETENSI INTI (KI-4)
<p><b>Kompetensi Dasar (KD):</b></p> <p>1. Merencana rangkaian pengatur nada (tone control) penguat audio</p>	<p><b>Kompetensi Dasar (KD):</b></p> <p>1. Mengukur rangkaian pengatur nada (tone control) penguat audio</p>
<p><b>Indikator:</b></p> <p>1.1. Memahami arsitektur rangkaian pengatur nada rangkaian penguat audio.</p> <p>1.3. Mendimensikan komponen DC (statis) dan komponen AC (dinamis) pengatur nada (tone control) penguat audio</p> <p>1.2. Merencana penguat audio</p> <p>1.4. Mendimensikan tanggapan frekuensi rangkaian pengatur nada penguat audio</p> <p>1.5. Mendeskripsikan faktor cacat dan cakap silang (cross talk) rangkaian pengatur nada penguat audio sistem stereo</p> <p>1.6. Mengerti kegunaan dan penerapan spesifikasi data teknis pengatur nada pada penguat audio</p>	<p><b>Indikator:</b></p> <p>1.1. Menggambar skema rangkaian pengatur nada audio (tone control) beserta daftar komponen dan nama komponen.</p> <p>1.2. Mendesain, merakit papan rangkaian tercetak (PRT) pengatur nada audio (tone control) menggunakan perangkat lunak.</p> <p>1.3. Melakukan pengukuran titik kerja DC (statis) dan AC (dinamis) rangkaian pengatur nada (tone control) menggunakan perangkat lunak dan interpretasi data hasil pengukuran</p> <p>1.4. Melakukan pengukuran tanggapan frekuensi rangkaian pengatur nada (tone control) menggunakan perangkat lunak dan interpretasi data hasil pengukuran</p> <p>1.5. Melakukan pengukuran faktor cacat dan cakap silang (cross talk) rangkaian pengatur nada (tone control) sistem stereo</p> <p>1.6. Menyajikan spesifikasi data teknis rangkaian pengatur nada (tone control) sistem audio</p>

1.1. Arsitektur rangkaian penguat pengatur.

Diantara blok rangkaian penguat depan dengan penguat akhir terdapat blok penguat pengatur. Dalam penguat pengatur ini terdapat pengaturan kuat suara, pengaturan nada dan pengatur kesetimbangan kanal untuk sistem stereo. Pengatur kuat suara berfungsi menyesuaikan kuat suara sekeliling dengan



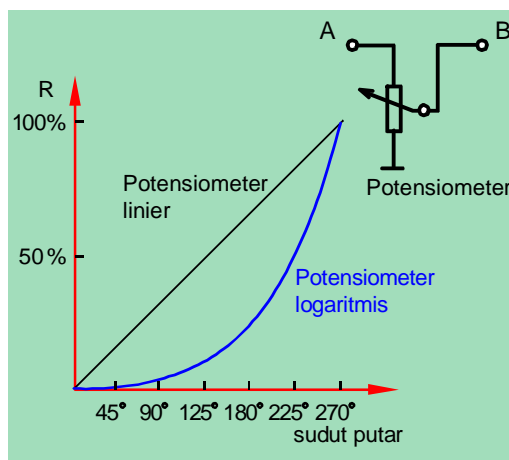
kebiasaan mendengar. Sedang pengatur nada untuk menyesuaikan dengan akustik ruangan.



Gambar 1.1 Gambar diagram sebuah penguat suara

## 1.2. Pengatur kuat suara

### 1.2.1. Pengatur Kuat Suara Sederhana



Pengatur paling sederhana dengan sebuah potensiometer yang bekerja sebagai pembagi tegangan sederhana. Digunakan logaritmis positif, karena hubungan antara tekanan bunyi yang terpancarkan dan perasaan pendengaran yang mendekati logaritmis.

Gambar 1.2. memperlihatkan gambar simbol potensiometer dan karakteristiknya

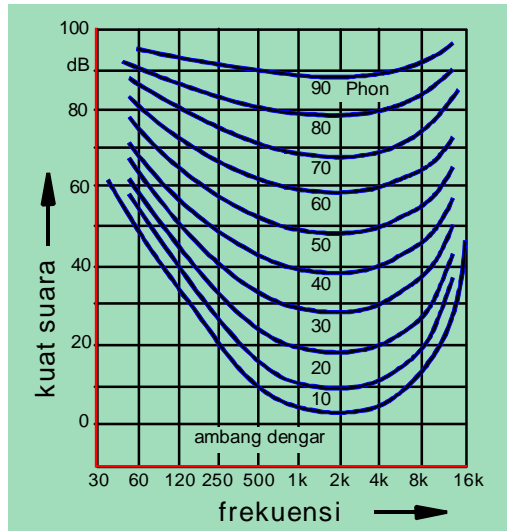
Gambar 1.2. Gambar simbol Potensiometer dan karakteristiknya

Pengatur kuat suara sederhana tidak mengoreksi perasaan pendengaran pada frekuensi rendah dan tinggi pada kuat suara lemah. Digunakan potensiometer dari jenis logaritmis positif akan menyebabkan saat posisi lemah pengaturan akan perlahan tidak sebanding dengan sudut putar potensiometer.



Untuk mengoreksi perasaan pendengaran pada frekuensi rendah dan tinggi pada kuat suara yang berlainan digunakan pengaturan sesuai dengan pendengaran, yang biasa disebut pengaturan kuat suara dengan loudness.

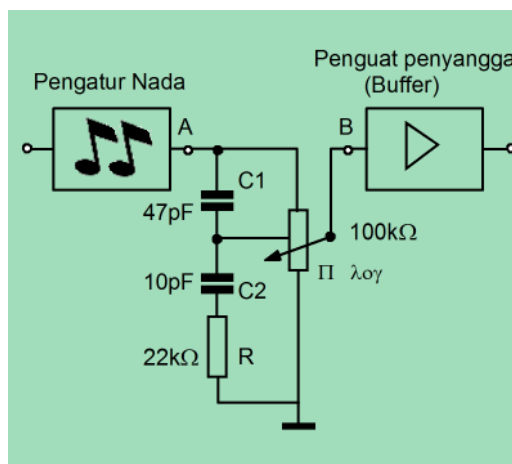
### 1.2.3. Pengatur Kuat Suara sesuai Pendengaran ( Psikologis )



Pendengaran manusia tidak mempunyai fungsi yang linier. Semakin lemah kuat suara sebuah sumber bunyi, tekanan bunyi harus lebih kuat pada frekuensi rendah dan tinggi untuk menimbulkan tekan nada yang “ linier “ didalam telinga. Pada kuat suara sangat keras perasaan pendengaran hampir linier. Gambar 1.3. memperlihatkan karakteristik pendengaran tersebut.

Gambar 1.3. Karakteristik pendengaran

Gambar 1.4. berikut ini menunjukkan pengatur kuat suara sesuai pendengaran terjadi pada kuata suara lemah ( penggeser potensiometer dekat dengan hubungan Massa/ 0V ) tegangan berfrekuensi rendah (bass) dan tinggi (treble) sedikit diangkat lebih tinggi dibanding pada frekuensi tengah (middle).



Pendengaran manusia tidak mempunyai fungsi yang linier. Semakin lemah kuat suara sebuah sumber bunyi, tekanan bunyi harus lebih kuat pada frekuensi rendah dan tinggi untuk menimbulkan tekan nada yang “ linier “ didalam telinga. Pada kuat suara sangat keras perasaan pendengaran hampir linier. Gambar 1.4. memperlihatkan karakteristik

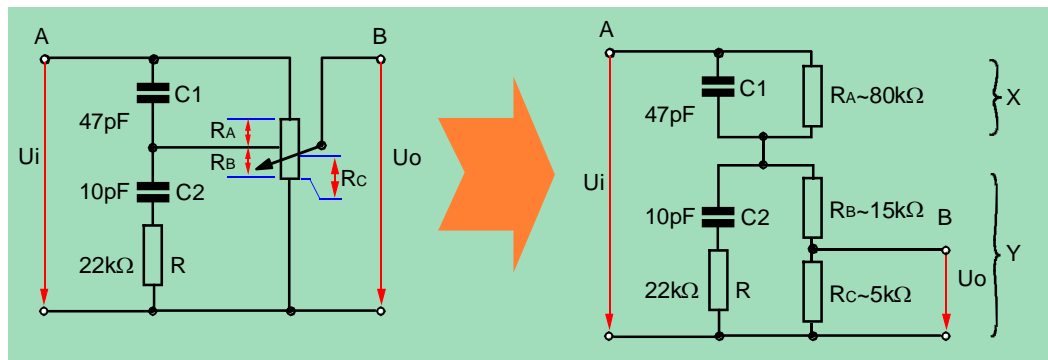
Gambar 1.4. Pengatur kuat suara



pendengaran tersebut.

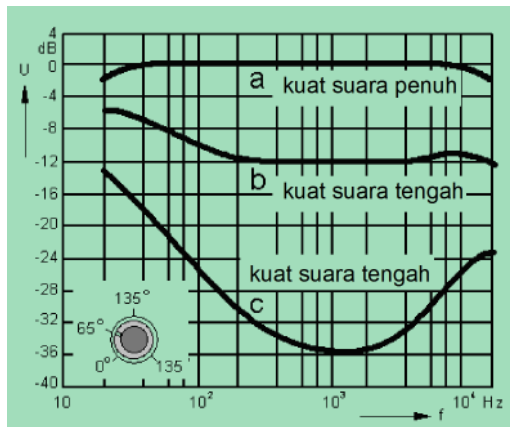
dengan loudness

Untuk memahami cara kerja rangkaian, kita sederhanakan rangkaian diatas. Posisi penggeser potensiometer dianggap seperti gambar 1.5. dibawah ini.



Gambar 1.5. Rangkaian pengganti pengatur kuat suara dengan loudness

Frekuensi berganti dari 1000Hz ke frekuensi lebih tinggi. Kapasitor C1 akan bertahan rendah. Tegangan jatuh di X akan menjadi kecil, di Y menjadi besar. Dengan demikian tegangan keluaran Ua akan lebih besar. Frekuensi berganti dari 1000Hz ke frekuensi lebih rendah. Kapasitor C2 akan bertahan tinggi. Tegangan jatuh di Y akan menjadi besar.



Gambar 1.6. Tanggapan frekuensi sebuah pengaturan kuat suara sesuai pendengaran

Dengan demikian tegangan keluaran Ua juga menjadi besar. Kapasitor C1 mengakibatkan pengangkatan tegangan keluaran pada frekuensi rendah. Frekuensi rendah dan tinggi direproduksi lebih kuat daripada frekuensi pada kuat suara lemah. Sifat untuk jaringan ini dapat dilihat dalam grafik pada gambar 1.6.



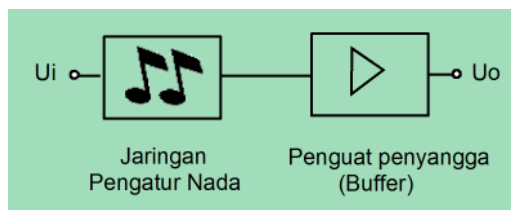
### 1.3 Pengatur Nada

Pengatur nada bertugas menyesuaikan nada frekuensi tinggi dan rendah dengan selera pendengar dan akustik ruang, sehingga timbul gambaran nada yang diinginkan.

Keterpengaruhannya yang dapat dikoreksi :

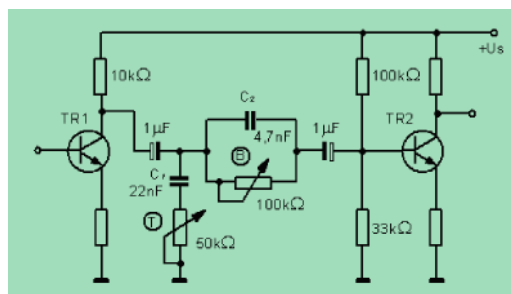
- Tenggapan frekuensi dari sumber bunyi yang berbeda-beda
- Karakteristik reproduksi dari loudspeaker
- Penurunan perasaan pendengaran untuk frekuensi tinggi dalam usia tua
- Sifat bunyi ruangan
- Dan lain-lain

#### 1.3.1 Pengatur nada pasif



Gambar 1.7. Diagram blok pengatur nada pasif

Pada pengatur nada pasif sinyal melalui keterpengaruhannya frekuensi pada dasarnya selalu diperlemah. Secara diagram blok dapat digambarkan seperti gambar 1.7.



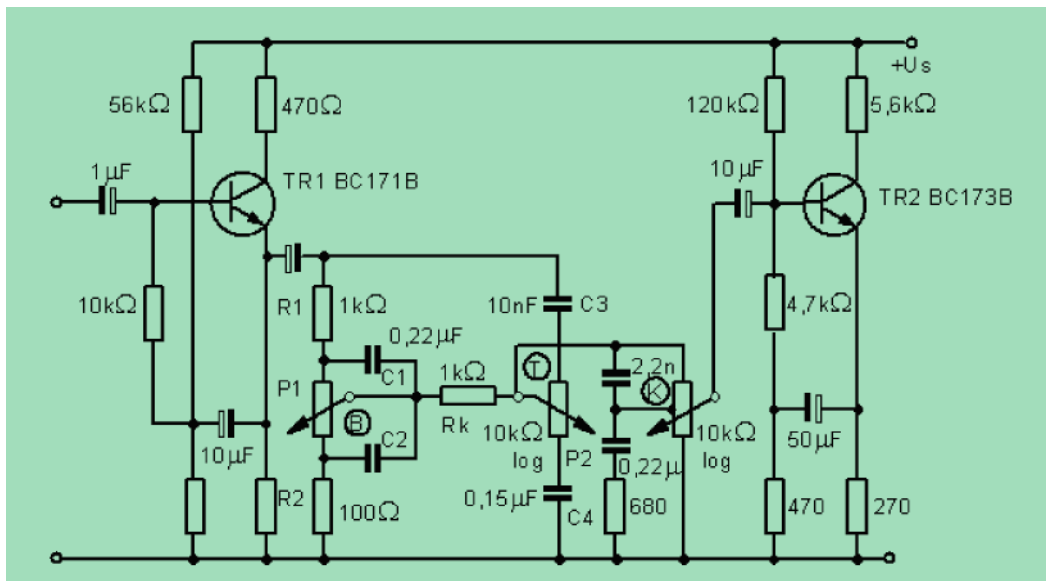
Gambar 1.8. Pengatur nada paling sederhana melalui peredam tegangan sinyal frekuensi tinggi dan rendah

Penguat penyangga mempunyai tugas menaikkan level sinyal yang terendam pengatur nada. Melalui tingginya penguatan penguat antara atau penguat penyangga/ buffer, akan timbul faktor harmonis dan cacat intermodulasi yang merupakan keburukan pengatur nada pasif ini.



Cara kerja pengatur nada Gambar 1.8 sebagai berikut, melalui kapasitor C1 frekuensi tinggi sampai pada potensiometer T (Potensiometer pengatur Trebel/nada tinggi). Sesuai posisi penggeser banyak atau sedikit sinyal frekuensi tinggi dihubung singkat dengan massa sedang untuk frekuensi rendah kapasitor C2 mempunyai tahanan yang besar.

Sedang frekuensi tinggi melewati C2 tanpa rintangan. C2 terletak paralel dengan potensiometer B (Potensiometer pengatur Bass/nada rendah), maka sinyal berfrekuensi rendah akan melewati potensiometer ini. Tergantung posisi penggeser potensiometer T frekuensi rendah sedikit atau banyak dilewatkan hingga mencapai transistor TR2.. Rangkaian ini mempunyai keburukan yang besar, bahwa pengatur nada rendah dan tinggi saling mempengaruhi dan kuat suara berubah. Rangkaian pengatur nada seperti Gambar 1.9 berikut memperbaiki keburukan tersebut.



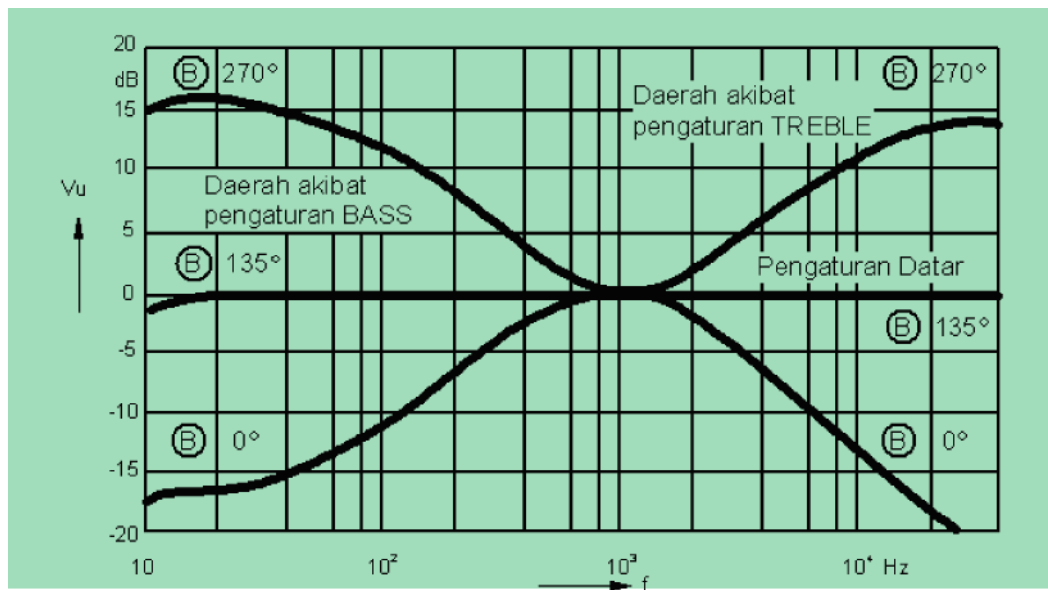
Gambar 1.9. Pengatur nada pasif

Frekuensi rendah dan tinggi dikuatkan atau diredam terpisah tanpa terpengaruh oleh pengaturan satu sama lain. Pada rangkaian tengah potensiometer (posisi penggeser potensiometer berada ditengah-tengah) menghasilkan tanggapan frekuensi yang datar dengan redaman dasar sebesar 20 dB.



Redaman ini disesuaikan dengan penguat antara TR2. Sehingga secara keseluruhan jaringan pengatur nada mempunyai redaman 0 dB pada potensiometer posisi tengah. Sementara transistor TR1 dirangkai sebagai penyesuai impedansi dengan dirangkai kolektor bersama (common collector).

Grafik berikut menampilkan capaian frekuensi jaringan pengatur nada.



Gambar 1.10. Tanggapan frekuensi pengatur nada pasif

Pada frekuensi 100 Hz “BASS “ dapat dikuatkan 12 dB atau diredam minus 12 dB pada frekuensi 10 kHz “ TREBEL “ dapat dikuatkan plus 12 dB

Pada frekuensi 1000 Hz tidak terjadi pengaruh pengaturan nada rendah dan tinggi.

Perbandingan pembagi tegangan dengan bantuan gambar rangkaian pengganti berikut terlihat cara kerja pengaturan bass dan terbel. 1. Perhitungan hanya perhitungan kasar, Tetapi menunjukkan karakteristik dengan sangat jelas.



**Tabel 1 Pengaturan nada rendah** : Komponen pengaturan nada tidak mempengaruhi pengaturan nada rendah

<p>Gambar pengganti pada nada rendah maksimum posisi 270°</p>		<p>Gambar pengganti pada nada rendah maksimum posisi 0°</p>	
f = 1 kHz	f = 50 Hz	f = 1 kHz	f = 50 Hz
R <sub>1</sub> =1kΩ, R <sub>2</sub> =100Ω, P <sub>1</sub> =10kΩ, X <sub>C2</sub> =72Ω	R <sub>1</sub> =1kΩ, R <sub>2</sub> =100Ω, P <sub>1</sub> =10kΩ, X <sub>C2</sub> =14,4Ω	R <sub>1</sub> =1kΩ, R <sub>2</sub> =10kΩ, R <sub>2</sub> =100Ω, X <sub>C2</sub> =720Ω	R <sub>1</sub> =1kΩ, R <sub>2</sub> =100Ω, P <sub>1</sub> =10kΩ, X <sub>C2</sub> =14,4Ω
<b>Perhitungan</b>		<b>kasar</b>	
<p>X<sub>C2</sub> &lt;&lt; P<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> &gt; X<sub>C2</sub> maka</p> $U_o = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U_i$ $\frac{U_o}{U_i} = \frac{100 \Omega}{1k\Omega + 100 \Omega}$ $\frac{U_o}{U_i} = \frac{0,1}{1,1}$ $\text{dB } \frac{U_o}{U_i} = 20 \log \frac{10}{11}$ $\text{dB } \frac{U_o}{U_i} = -1 \text{ dB}$	<p>X<sub>C2</sub> &lt; P<sub>1</sub> R<sub>2</sub> &lt;&lt; P<sub>1</sub> maka</p> $U_o = \frac{P_1}{R_1 + P_1} \cdot U_i$ $\frac{U_o}{U_i} = \frac{10k \Omega}{1k\Omega + 10k\Omega}$ $\frac{U_o}{U_i} = \frac{10}{11}$ $\text{dB } \frac{U_a}{U_e} = 20 \log \frac{10}{11}$ $\text{dB } \frac{U_a}{U_e} = -1 \text{ dB}$	<p>X<sub>C1</sub> &lt;&lt; R<sub>1</sub>, &gt; X<sub>C1</sub> maka</p> $U_o = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U_i$ $\frac{U_o}{U_i} = \frac{100 \Omega}{1k\Omega + 100 \Omega}$ $\frac{U_o}{U_i} = \frac{0,1}{1,1}$ $\text{dB } \frac{U_o}{U_i} = 20 \log \frac{1}{11}$ $\text{dB } \frac{U_o}{U_i} = -21 \text{ dB}$	<p>X<sub>C1</sub> &lt; P<sub>1</sub>, P<sub>1</sub>, &gt;&gt; R<sub>1</sub> maka</p> $U_o = \frac{R_2}{P_1 + P_2} \cdot U_i$ $\frac{U_o}{U_i} = \frac{100 \Omega}{10k\Omega + 100 \Omega}$ $\frac{U_o}{U_i} = \frac{0,1}{10,1}$ $\text{dB } \frac{U_o}{U_i} = 20 \log \frac{1}{101}$ $\text{dB } \frac{U_o}{U_i} = -40 \text{ dB}$

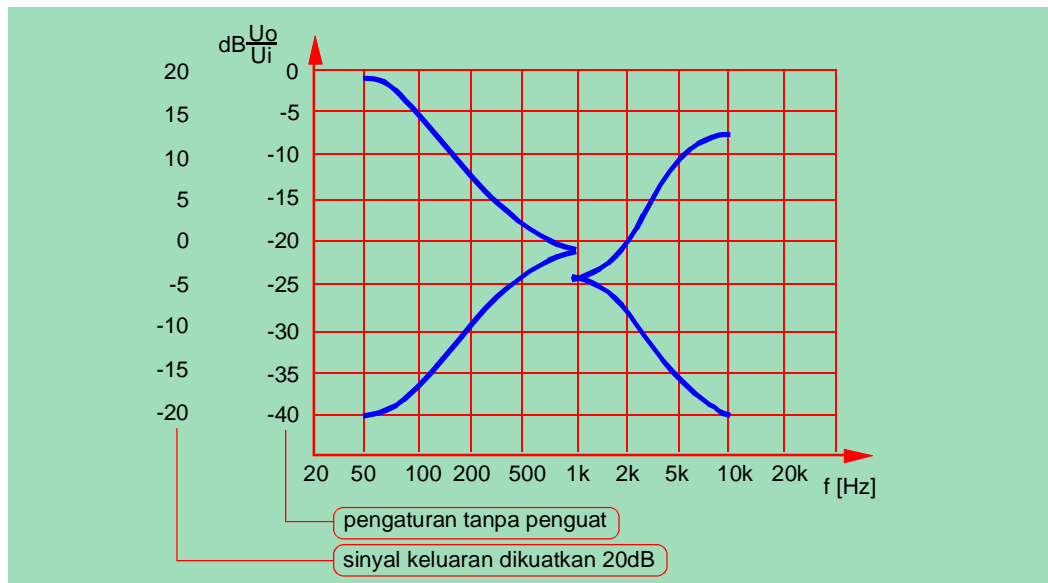


**Tabel 2 Pengaturan nada tinggi** : Komponen  $R_k$ ,  $C_2$ ,  $R_2$  dari pengatur nada rendah masih mempunyai pengaruh atas pengaturan nada tinggi . Tetapi potensiometer P1 tidak mempengaruhi

Gambar pengganti pada nada tinggi maksimum posisi $270^\circ$		Gambar pengganti pada nada tinggi maksimum posisi $0^\circ$	
$f = 1\text{kHz}$	$f = 10\text{kHz}$	$f = 1\text{kHz}$	$f = 10\text{kHz}$
$X_{C_3} = 16\text{k}\Omega$ , $P_2 = 10\text{k}\Omega$ $X_{C_4} = 1\text{k}\Omega$ , $X_{C_2} = 72\Omega$ $R_2 = 100\Omega$ , $R_k = 1\text{k}\Omega$	$X_{C_3} = 1,6\text{k}\Omega$ , $P_2 = 1,0\text{k}\Omega$ $X_{C_4} = 100\text{k}\Omega$ , $X_{C_2} = 7,2\Omega$ $R_2 = 100\Omega$ , $R_k = 1\text{k}\Omega$	$X_{C_3} = 16\text{k}\Omega$ , $P_2 = 10\text{k}\Omega$ $X_{C_4} = 1\text{k}\Omega$ , $X_{C_2} = 72\Omega$ $R_2 = 100\Omega$ , $R_k = 1\text{k}\Omega$	$X_{C_3} = 1,6\text{k}\Omega$ , $P_2 = 1,0\text{k}\Omega$ $X_{C_4} = 100\text{k}\Omega$ , $X_{C_2} = 7,2\Omega$ $R_2 = 100\Omega$ , $R_k = 1\text{k}\Omega$
<b>Perhitungan kasar</b>			
$P_2 \gg R_k + X_{C_2} + R_2$ $R_k \gg X_{C_2} + R_2$ Maka : $U_o = \frac{U_i}{X_{C_3} + R_k} \cdot R_k$ $\frac{U_o}{U_i} = \frac{1\text{k}\Omega}{16\text{k}\Omega + 1\text{k}\Omega}$ $\frac{U_o}{U_i} = \frac{1}{17}$ $\text{dB} \frac{U_o}{U_i} = 20 \log \frac{1}{17}$ $\text{dB} \frac{U_o}{U_i} = -24 \text{ dB}$	$P_2 \gg R_k + X_{C_2} + R_2$ $R_k \gg X_{C_2} + R_2$ Maka : $U_o = \frac{U_i}{X_{C_3} + R_k} \cdot R_k$ $\frac{U_o}{U_i} = \frac{1\text{k}\Omega}{1,6\text{k}\Omega + 1\text{k}\Omega}$ $\frac{U_o}{U_i} = \frac{1}{2,6}$ $\text{dB} \frac{U_o}{U_i} = 20 \log \frac{1}{2,6}$ $\text{dB} \frac{U_o}{U_i} = -8 \text{ dB}$	$X_{C_3} > P_2$ $X_{C_4} < R_k + X_{C_2} + R_2$ Maka : $U_o = \frac{U_i}{X_{C_3} + X_{C_4}} \cdot X_{C_4}$ $\frac{U_o}{U_i} = \frac{1\text{k}\Omega}{16\text{k}\Omega + 1\text{k}\Omega}$ $\frac{U_o}{U_i} = \frac{1}{17}$ $\text{dB} \frac{U_o}{U_i} = 20 \log \frac{1}{17}$ $\text{dB} \frac{U_o}{U_i} = -24 \text{ dB}$	$P_2 \gg X_{C_3}$ $X_{C_4} < R_k + X_{C_2} + R_2$ Maka : $U_o = \frac{U_i}{P_2 + X_{C_4}} \cdot X_{C_4}$ $\frac{U_o}{U_i} = \frac{0,1\text{k}\Omega}{10\text{k}\Omega + 100\text{k}\Omega}$ $\frac{U_o}{U_i} = \frac{0,1}{10,1}$ $\text{dB} \frac{U_o}{U_i} = 20 \log \frac{1}{101}$ $\text{dB} \frac{U_o}{U_i} = -40 \text{ dB}$



Gambar berikut ini adalah berdasarkan hasil perhitungan kasar tersebut

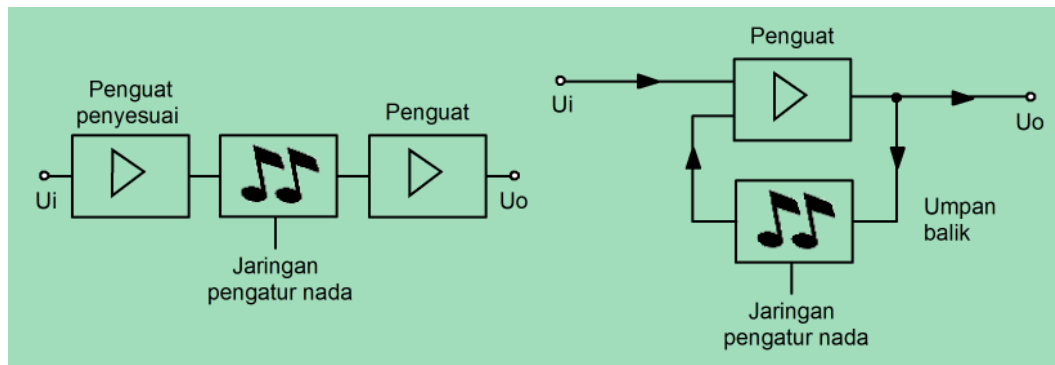


Gambar 1.11 Tanggapan frekuensi dari hasil hitungan

Dari proses cara kerja pengatur nada pasif yang hanya merupakan pelemahan, jadi sinyal dengan frekuensi yang diinginkan dilemahkan atau diredam. Untuk mengembalikan lagi ke level awal, maka setelah diolah di jaringan pengatur nada maka perlu dikuatkan. Pada kejadian seperti diperlihatkan dalam gambar 6.11, dikuatkan sebesar 20dB. Dampak dari hal ini, sinyal yang tidak diinginkan pun ikut dikuatkan 20dB, sehingga level desis naik.

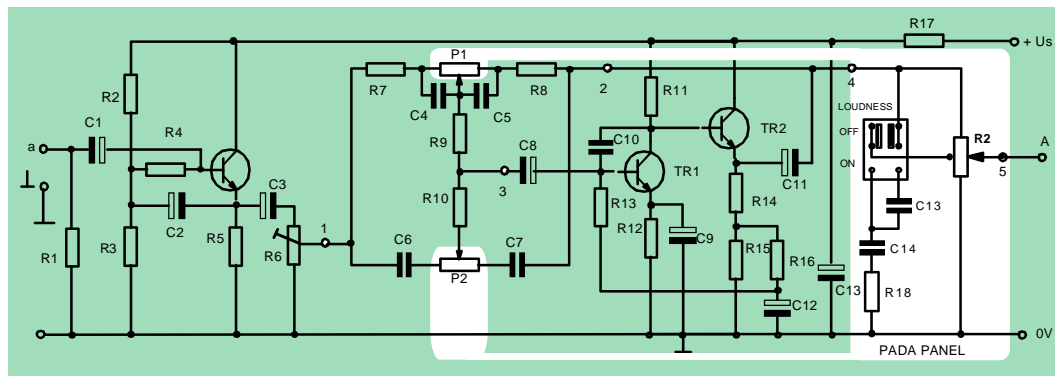
### 6.3.2 Pengatur Nada Aktif

Untuk mengurangi keburukan pengatur nada pasif, digunakan pengatur nada aktif. Pada pengatur ini jaringan pengatur nada terletak dalam rangkaian umpan balik penguat. Gambar 1.12 memperlihatkan diagram blok penguat pengatur nada aktif. Pada pengatur nada aktif, mengatur nada berarti mengatur penguatan penguat, maka jaringan pengatur diletakkan pada jaringan umpan balik



Gambar 1.12. Diagram blok pengatur nada pasif (kiri) dan aktif (kanan)

Berikut akan dibahas penguat pengatur nada aktif dengan transistor sebagai komponen aktifnya. Transistor pertama difungsikan sebagai penguat penyesuai, karena jaringan pengatur nada memiliki impedansi rendah, agar tidak membebani penguat sebelumnya transistor ke 2 berfungsi sebagai penguat pengatur nada . Transistor ke 3 berfungsi sebagai penguat penyesuai karena keluaran penguat akan dihubungkan ke umpan balik yang didalamnya berupa jaringan pengatur nada yang memiliki impedansi rendah. Transistor TR2 dan TR3 disambung secara arus searah mirip pada pembahasan penguat depan di bab sebelum ini.



Gambar 1.13. Rangkaian lengkap penguat pengatur nada



Daftar komponen untuk rangkaian gambar 6.13 adalah sebagai berikut :

Tahanan					
R1	680	kΩ	R10	3,3	kΩ
R2	150	kΩ	R11	15	kΩ
R3	270	kΩ	R12	2,2	kΩ
R4	47	kΩ	R13	100	kΩ
R5	4,7	kΩ	R14	3,3	kΩ
R7	4,7	kΩ	R15	820	Ω
R8	4,7	kΩ	R16	100	kΩ
R9	33	kΩ	R17	220	Ω

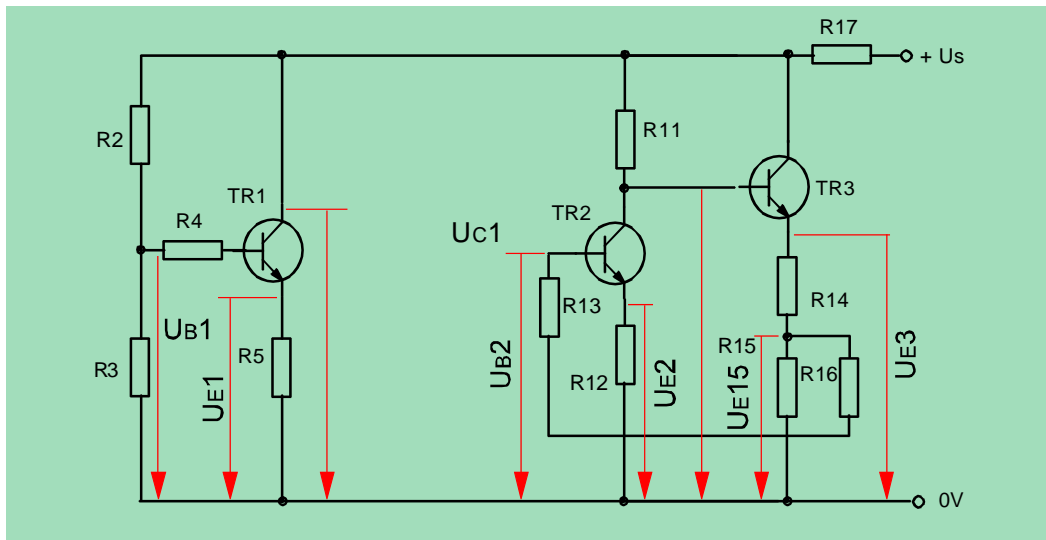
Kapasitor					
C1	10	μF	C8	10	μF
C2	100	μF	C9	470	μF
C3	10	μF	C10	47	pF
C4	47	nF	C11	10	μF
C5	47	nF	C12	10	μF
C6	2,2	nF	C13	100	μF
C7	2,2	nF	C14	47	pF
			C15	10	nF

Transistor		
TR1	BC549B	
TR2	BC549B	
TR3	BC549B	

Potensiometer		
R6	5 kΩ	trim
P1	100kΩ	Lin
P2	100kΩ	Lin
P3	100kΩ	Log/CT

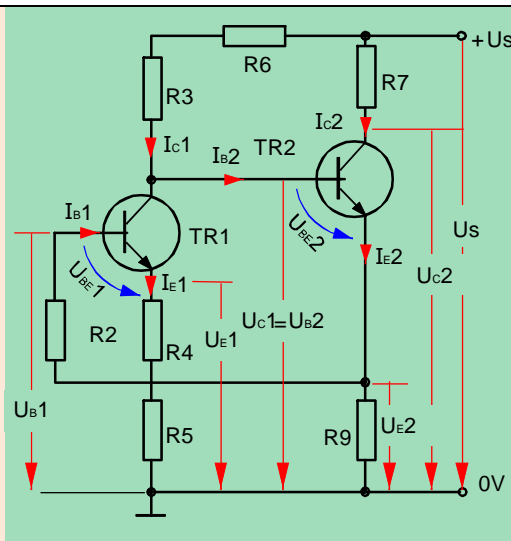
### Rangkaian arus searah.

Setelah proses pensaklaran berlalu maka yang tertinggal adalah keadaan statis. Semua kapasitor terisi penuh dan berpotensi konstan rangkaian no 53-11.01 secara arus searah terlihat seperti berikut.



Gambar 1.14 Rangkaian arus searah PRT 53-11.01

Untuk membahas rangkaian arus searah penguat pengatur ini, dapat perbandjngkan dengan rangkaian arus searah dari penguat depan universal yang dibahas pada bab terdahulu. Gambar berikut ditampilkan, ditampilkan kembali rangkaian arus searah penguat depan.



Gambar 1.15. Rangkaian arus searah penguat depan universal

Kita perbandingkan rangkaian arus searah dalam gambar 1.14 dan gambar 1.15. Kedua rangkaian itu mempunyai kesamaan pada rangkaian gambar 1.14 transistor TR2 dan TR3 dibangun persis sama dengan rangkaian gambar 1.15. Sedangkan rangkaian dengan transistor TR1 pada penguat pengatur sederhana saja resistor R4 nantinya akan sangat berkepentingan dengan tegangan sinyal bekerja sama dengan kapasitor C2,

yang akan dibicarakan pada paragraf rangkaian AC. Sedikit perbedaan dalam mengawali perhitungan nilai-nilai tegangan. Karena keluaran atau output diambil dari kaki emitor TR3, maka besarnya  $U_{E3}$  harus ditetapkan sebesar setengah tegangan catu. Jadi jika tegangan catu 9V maka  $U_{E3}$  harus sebesar 4,5V.

**TUGAS 1**

Hitunglah nilai tegangan dan arus dari rangkaian penguat pengatur dari gambar 1.14

No	Titik ukur	Perhitungan	Hasil
1	$U_{E3}$	..... ..... ..... .....	
2	$U_{B3}$	..... ..... ..... .....	



No	Titik ukur	Perhitungan	Hasil
3	U15	..... ..... ..... .....	
4	U <sub>E</sub> 2	..... ..... ..... .....	
5	U <sub>C</sub> 2	..... ..... ..... .....	
6	U <sub>B</sub> 2	..... ..... ..... .....	
7	U <sub>C</sub> 1	..... ..... ..... .....	
8	U <sub>E</sub> 1	..... ..... ..... .....	
9	U <sub>B</sub> 1	..... ..... ..... .....	



No	Titik ukur	Perhitungan	Hasil
		.....	

**TUGAS 2**

- a. Buatlah papan rangkaian tercetak PRT/PCB (Printed Circuit Board) untuk penguat dengan gambar rangkaian yang ditampilkan pada gambar 1.13. PRT bisa cara langsung dengan spidol atau dengan cara sablon dengan penggambaran menggunakan perangkat lunak.
- b. Setelah PRT selesai solderlah hanya resistor dan transistornya saja.
- c. Berilah tegangan catu sebesar 9Volt dan lakukan pengukuran pada kaki-kaki transistor, lengkapi tabel pengukuran.
- d.

No	Titik ukur	Nilai tegangan secara teori	Hasil Pengukuran	Selisih (%)
1	$U_{E3}$			
2	$U_{B3}$			
3	$U_{15}$			
4	$U_{E2}$			
5	$U_{C2}$			
6	$U_{B2}$			
7	$U_{C1}$			
8	$U_{E1}$			
9	$U_{B1}$			
Semua pengukuran diukur terhadap 0V (massa)				

Kesimpulan : .....

.....



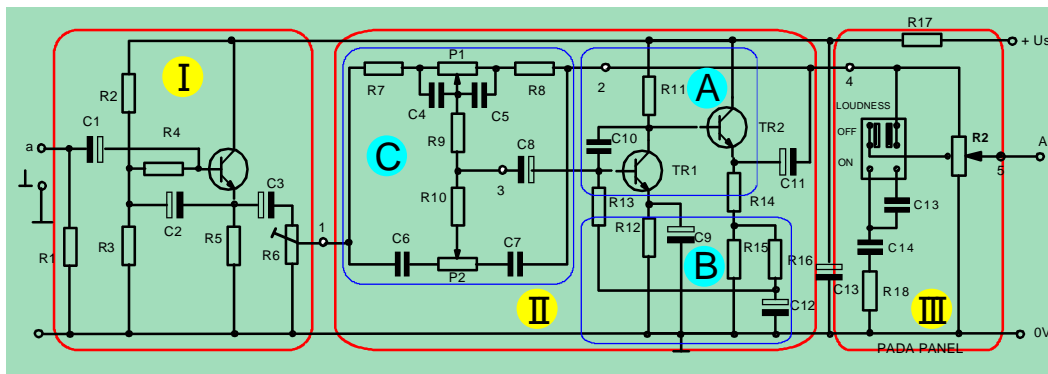
**Rangkaian Arus Bolak-Balik.**

Rangkaian penguat pengatur dapat kita pilahkan dalam 3 kelompok sehingga nampak jelas per bagiannya. Bagian-bagian itu adalah :

- I. Penguat penyesuai masukan
- II. Penguat pengatur nada
- III. Pengatur kuat suara (volume)

Sedang pada penguat pengatur nada untuk uraian nantinya dapat dibagi lagi menjadi beberapa bagian

- A. Jaringan penguat.
- B. Jaringan umpan balik negatif dalam.
- C. Jaringan umpan balik negatif luar.



Gambar 1.16. Pemilahan rangkaian.

Jaringan penguat dengan umpan balik dalam secara prinsip dapat dipersamakan dengan penguat depan. Dalam Jaringan penguat sendiri ada perbedaan dengan rangkaian penguat depan. Perbedaan itu terletak pada bangunan dasar rangkaian transistor TR1 ,TR2 dan TR3. Transistor TR1 dibangun dalam bentuk kolektor bersama dengan masukan bootstrap. Transistor TR2 dibangun dalam bentuk emitor bersama dimana rangkaian ini mempunyai penguatan yang besar sedang transistorTR3 dibangun dalam bentuk kolektor bersama.

Dasar pembentukan ini adalah:



- a. Rangkaian kolektor bersama mempunyai tahanan keluaran yang rendah untuk penyesuaian dengan tingkat berikutnya.
- b. Untuk memisahkan jaringan pengatur nada dengan tingkat berikutnya sehingga tingkat berikutnya tidak mempengaruhi kerja pengatur nada.
- c. Rangkaian kolektor bersama dengan bootstrap pada transistor TR1 untuk menaikkan tahanan masukan dengan cukup tinggi sehingga Jaringan pengatur nada tidak membebani tingkat sebelumnya. Selanjutnya akan dibahas pula rangkaian ini pada penguat akhir.

**a. Rangkaian Penyesuai Masukan.**

Transistor TR1 disusun dalam rangkaian kolektor bersama (common collector) untuk memisahkan (decoupling) tingkat pengatur nada TR2. Masukan dari rangkaian ini mempunyai tahanan masukan yang cukup tinggi dan tahanan/impedansi keluaran cukup rendah sehingga jaringan pengatur nada tidak membebani penguat tingkat sebelumnya. Secara lebih lanjut rangkaian dengan bootstrap akan dijelaskan pada Job sheet yang lain.

**b. Penguat Pengatur Nada**

**Penguatan beban kosong  $V_{UO}$**

Perhitungan untuk penguatan beban kosong (open loop gain /  $V_{UO}$ ) dimana penguat TR2 diperhitungkan saat hanya terpasang umpan balik negatif dalam (jaringan B).

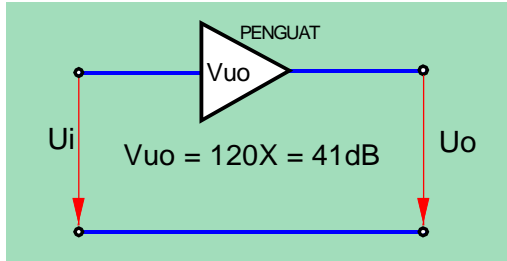
Untuk transistor TR2 dan lembar data dengan  $I_C \approx 260 \mu A$  diperoleh :

$$h_{11e} = h_{ie} \approx 25k\Omega$$

$$\beta \approx 200$$

$$V_{UO} = \frac{\beta \times R_{11}}{h_{ie}} \approx \frac{200 \times 15k\Omega}{25k\Omega} \approx 120 = 41dB$$

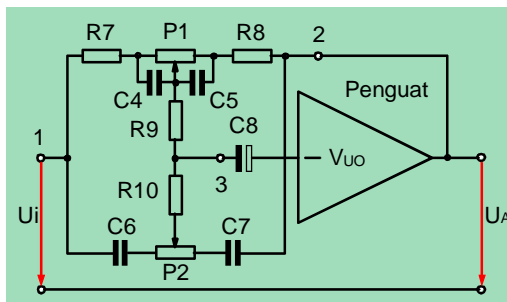
Maka penguat dengan umpan balik negatif “dalam” dapat disederhanakan seperti gambar 1.17.



Gambar 1.17 Penguat beban terbuka untuk penguat pengatur nada

**Penguat dengan jaringan umpan balik luar.**

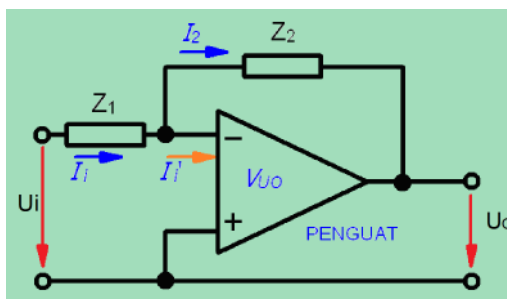
Gambar 1.18 dapat disederhanakan seperti berikut (bagian pengatur nada):



Gambar 1.18. Penyederhanaan penguat pengatur nada.

Dari gambar 1.18 terlihat bahwa jaringan pengatur nada berada dalam untaian umpan balik negatif, dari keluaran penguat dikembalikan ke masukan (-) melalui jaringan pengatur nada.

Kemudian disederhanakan lagi menjadi :



Gambar 1.19. Penguat dengan umpan balik Z2 dan Z1

Penguatan dengan umpan balik luar dari rangkaian gambar 1.19

$$V_u = \frac{U_o}{U_i}$$

dan

$$I_i - I_i' = I_2$$



Karena impedansi masukan penguat sangat besar maka,

$$I_i = I_2 \rightarrow \text{karena } I_i' \approx 0$$

$$\text{Dengan } I_i = \frac{U_i}{Z_1} \quad \text{dan } I_i = \frac{-U_A}{Z_2} \rightarrow -I_i = \frac{U_A}{Z_2}$$

Maka :

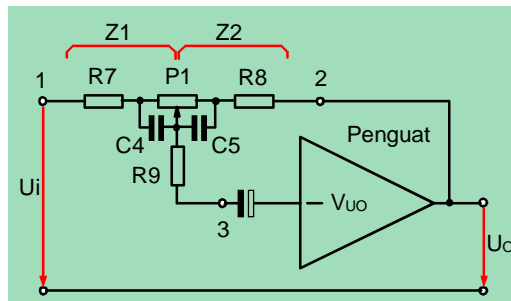
$$\frac{-U_A}{U_i} = \frac{I_2 \times Z_2}{I_i \times Z_1}$$

$$\frac{-U_A}{U_i} = V_U = \frac{Z_2}{Z_1}$$

Umpan balik negatif bekerja dengan  $Z_1$  dan  $Z_2$ , dari rumus diatas, penguatan dengan umpan balik negatif ditentukan oleh umpan balik  $Z_1$  dan

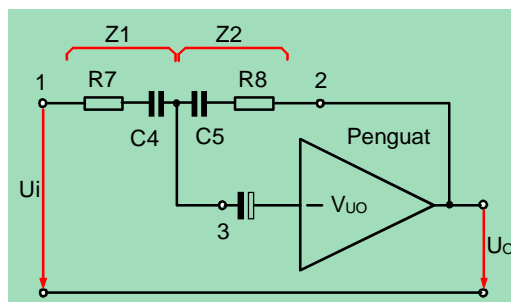
### Proses pengaturan nada

#### a. Pengaturan nada rendah



Gambar 1.20. Pengatur nada pada jaringan pengatur nada rendah

Maka rangkaian penggantinya seperti berikut :



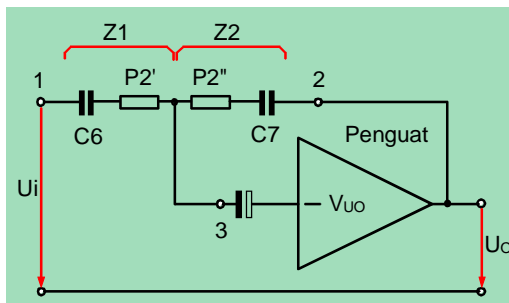
Penguatan dan pelemahan nada rendah (frekuensi rendah) dilakukan dengan menggeser potensiometer P1. Pada frekuensi tengah ke atas (1 kHz ke atas) kapasitor C4 dan C5 mempunyai tahanan arus bolak-balik yang kecil dibanding tahanan P1. Kapasitor C4 dan C5 akan menghubungkan singkat P1.

Impedansi  $Z_1 = Z_2$  maka  $V_U = 1 = 0$  dB untuk frekuensi tengah ke atas dan tidak terpengaruh oleh kedudukan potensiometer P1. Untuk frekuensi rendah penguatan tegangan akan tergantung dari



Gambar 1.21. Pengatur nada pada pengaturan P1. jaringan pengatur nada rendah (saat sinyal berfrekuensi tinggi)

**b. Pengaturan nada tinggi.**



Gambar 1.22. Pengatur nada pada jaringan pengatur nada tinggi

Kapasitor C3 dan C4 mempunyai tahanan AC yang besar untuk frekuensi tengah ke bawah. Sehingga pengaturan nada tinggi tidak mempengaruhi tanggapan frekuensi pada daerah tengah ke bawah. Dengan naiknya frekuensi menjadi lebih besar dari 1kHz maka C6

dan C7 menjadi bertahanan rendah. Pada kondisi ini penguatan tegangan terpengaruh oleh kedudukan pengaturan P2. Kondisi yang dibahas dengan tidak menyertakan R9 dan R10, bila tahanan-tahanan ini diperhitungkan maka tentu penguatan tegangan akan menjadi lain. Dan hal ini akan sangat kompleks sekali.

Pada uraian terlihat bahwa Jaringan pengatur nada tinggi hampir tidak punya pengaruh pada pengaturan nada rendah, karena pada frekuensi rendah C6 dan C7 mempunyai tahanan buta ( $X_c$ ) yang sangat besar sehingga jaringan nada rendah dapat diabaikan.



Rangkuman cara kerja penguat pengatur nada

TABEL I			
Posisi Pot-m	Skema Pengganti	Perhitungan penguatan	
Tengah-tengah		$Z1 = Z2$ $V_U = 1 \approx 0 \text{ dB}$	Penguatan tidak tergantung frekuensi
Kanan (secara skema)		$f = 50\text{Hz}$ $Z1 \approx 56\text{k}\Omega$ $Z2 \approx 4,7\text{k}\Omega$ $V_U = \frac{4,7\text{k}\Omega}{56\text{k}\Omega} = 0,084\text{x}$ $\approx - 21,5\text{dB}$	Sinyal berfrekuensi 50Hz <b>diredam</b> sebesar 21,5dB
		$f = 20\text{kHz}$ $Z1 \approx (4,7\text{k} + (169 // 100\text{k})) = 4,9\text{k}\Omega$ $Z2 \approx 4,7\text{k}\Omega$ $V_U = \frac{4,7\text{k}\Omega}{4,9\text{k}\Omega} = 0,96\text{x}$ $\approx - 0,35\text{dB}$	Sinyal berfrekuensi 20kHz <b>dilalukan</b> sebesar 0,35dB
Kiri (secara skema)		$f = 50\text{Hz}$ $Z1 \approx 56\text{k}\Omega$ $Z2 \approx 4,7\text{k}\Omega$ $V_U = \frac{56\text{k}\Omega}{4,7\text{k}\Omega} = 11,9\text{x}$ $\approx 21,5\text{dB}$	Sinyal berfrekuensi 50Hz <b>dikuatkan</b> sebesar 21,5dB



		$f = 20\text{kHz}$ $Z2 \approx (4,7\text{k} + (169//100\text{k})) = 4,9\text{k}\Omega$ $Z1 \approx 4,7\text{k}\Omega$ $V_U = \frac{4,9\text{k}\Omega}{4,7\text{k}\Omega} = 1,04\text{x}$ $\approx 0,34\text{dB}$	Sinyal berfrekuensi 20kHz <b>dilakukan</b> sebesar 0,34dB
--	--	--	---

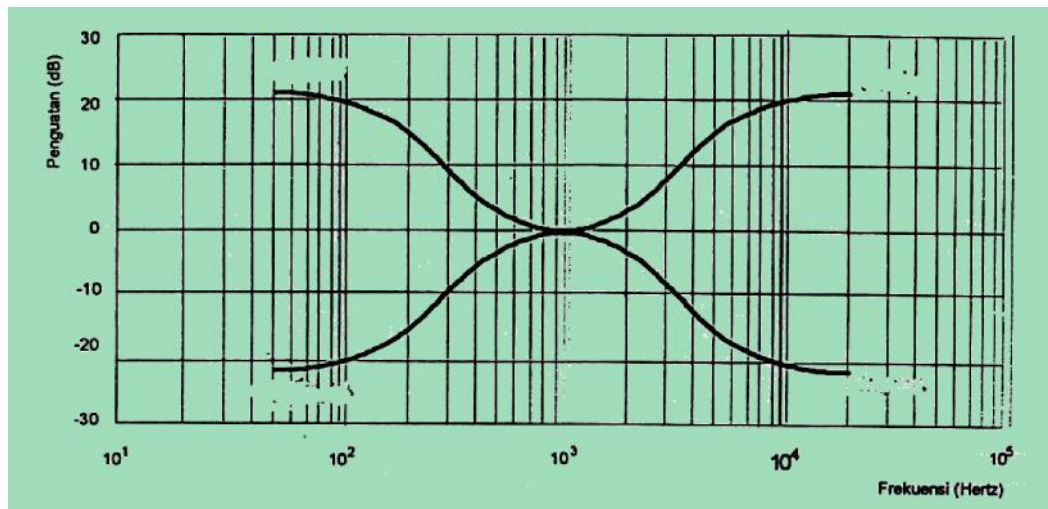
TABEL II

Posisi Pot-m	Skema Pengganti	Perhitungan penguatan	
Tengah-tengah		$Z1 = Z2$ $V_U = 1 \approx 0 \text{ dB}$	Penguatan tidak tergantung frekuensi
Kanan (secara skema)		$f = 20\text{kHz}$ $Z1 \approx 103,6\text{k}\Omega$ $Z2 \approx 3,6\text{k}\Omega$ $V_U = \frac{3,6\text{k}\Omega}{103,6\text{k}\Omega} = 0,035\text{x}$ $\approx -28,8\text{dB}$	Sinyal berfrekuensi 20kHz <b>diredam</b> sebesar 28,8dB
		$f = 50\text{Hz}$ $Z1 \approx 1,54\text{M}\Omega$ $Z2 \approx 1,45\text{M}\Omega$ $V_U = \frac{1,45\text{M}\Omega}{1,54\text{M}\Omega} = 0,94\text{x}$ $\approx -0,5\text{dB}$	Sinyal berfrekuensi 20kHz <b>dilakukan</b> sebesar 0,5dB

# PEREKAYASAAN SISTEM AUDIO



Kiri (secara skema)		$f = 20\text{kHz}$ $Z1 \approx 3,6\text{k}\Omega$ $Z2 \approx 103,6\text{k}\Omega$ $V_U = \frac{103,6\text{k}\Omega}{3,6\text{k}\Omega} = 28,7\text{x}$ $\approx 29\text{dB}$	Sinyal berfrekuensi 50Hz <b>dikuatkan</b> sebesar 29dB
		$f = 50\text{Hz}$ $Z2 \approx 1,54\text{M}\Omega$ $Z1 \approx 1,45\text{M}\Omega$ $V_U = \frac{1,54\text{M}\Omega}{1,45\text{M}\Omega} = 1,06\text{x}$ $\approx 0,5\text{dB}$	Sinyal berfrekuensi 20kHz <b>dilalukan</b> sebesar 0,34dB



Gambar 1.23. Tanggapan frekuensi pengatur nada

Dengan pengaturan potensiometer, maka perbandingan  $Z_1$  dan  $Z_2$  dari jaringan pengatur nada dapat diubah-ubah sesuai kedudukan potensiometer. Dengan demikian penguatan dari penguat pengatur nada berubah. Karena pengaturan nada dengan jalan mengatur penguatan penguat, maka pengatur nada ini dinamakan pengatur nada aktif. Jaringan pengatur nada berada dalam jaringan umpan balik dan jaringan pengatur nada ini mengatur penguatan.



TUGAS 3

Siapkan peralatan yang diperlukan

- Alat : Osiloskop 2 kanal  
 FG  
 DC Power Supply  
 Penguat Pengatur Nada.

Gambar kerja	Tindakan
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rangkailah penguat pengatur nada dan peralatan seperti gambar disamping</li> <li>2. Atur R6 dan Potensiometer volume sehingga menyebabkan level maksimum. Potensiometer Bass dan Treble tengah-tengah.</li> <li>3. Atur tegangan catu 9V</li> <li>4. Atur tegangan keluaran FG 200mV betuk gelombang sinus, frekuensi 1kHz.</li> <li>5. Lakukan pengukuran dengan ketentuan seperti pada Table percobaan</li> </ol>



**Tabel I** Pengaturan nada rendah. Pengukuran penguatan dengan umpan balik "luar" jaringan nada rendah.

$U_i = 200 \text{ mVpp}$  posisi P2 pada tengah-tengah

f Hz	Posisi P1 (B)	$U_o$ mVpp	$\frac{U_o}{U_i}$	$V_u$ dB
20	tengah			
	kiri penuh			
	kanan penuh			
1k	tengah			
	kiri penuh			
	kanan penuh			
20k	tengah			
	kiri penuh			
	kanan penuh			

**Tabel II** Pengaturan nada tinggi. Pengukuran penguatan dengan umpan balik negatif "luar" jaringan nada tinggi.

$U_i = 200 \text{ mVpp}$

P tidak terpasang.

f Hz	Posisi P2 (T)	$U_o$ mVpp	$\frac{U_o}{U_i}$	$V_u$ dB
20	tengah			
	kiri penuh			
	kanan penuh			
1k	tengah			
	kiri penuh			
	kanan penuh			
20k	tengah			
	kiri penuh			
	kanan penuh			



**2. Rangkaian Pencampur (Mixer) Audio.**

KOMPETENSI INTI (KI-3)	KOMPETENSI INTI (KI-4)
<p><b>Kompetensi Dasar (KD):</b>  <b>2. Merencana rangkaian pencampur (mixer) audio</b></p>	<p><b>Kompetensi Dasar (KD):</b>  <b>2. Mengukur rangkaian pencampur (mixer) audio</b></p>
<p><b>Indikator:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. Memahami arsitektur rangkaian pencampur (mixer) penguat audio</li> <li>2.2. Merencana rangkaian pencampur (mixer) penguat audio.</li> <li>2.3. Mendimensikan komponen DC (statis) dan komponen AC (dinamis) rangkaian pencampur (mixer) penguat audio</li> <li>2.4. Mendimensikan tanggapan frekuensi rangkaian pencampur (mixer) penguat audio</li> <li>2.5. Mendeskripsikan faktor cacat dan cakup silang (cross talk) rangkaian pencampur (mixer) pada penguat audio sistem stereo.</li> <li>2.6. Mengerti kegunaan dan penerapan spesifikasi data teknis penguat pengatur nada pada sistem audio</li> </ol>	<p><b>Indikator:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. Menggambar skema rangkaian pencampur audio (audio mixer) beserta daftar komponen dan nama komponen.</li> <li>2.2. Mendesain, merakit papan rangkaian tercetak (PRT) rangkaian pencampur audio (audio mixer) menggunakan perangkat lunak.</li> <li>2.3. Melakukan pengukuran titik kerja DC (statis) dan AC (dinamis) rangkaian pencampur audio (audio mixer) menggunakan perangkat lunak dan interpretasi data hasil pengukuran</li> <li>2.4. Melakukan pengukuran tanggapan frekuensi rangkaian pencampur audio (audio mixer) menggunakan perangkat lunak dan interpretasi data hasil pengukuran</li> <li>2.5. Melakukan pengukuran faktor cacat dan cakup silang (cross talk) rangkaian pencampur audio (audio mixer) sistem stereo</li> <li>2.6. Menyajikan spesifikasi data teknis rangkaian pencampur audio (audio mixer)</li> </ol>



### **2.1. Arsitektur rangkaian pencampur (mixer) penguat audio.**

Mencampur bermacam sumber sinyal memberikan efek yang indah dan menyenangkan. Secara prinsip mencampur dua atau lebih sumber sinyal sederhananya menghubungkan sumber-sumber sinyal tadi secara



### 3. Rangkaian Penguat Daya Audio (Power Amplifier)

KOMPETENSI INTI (KI-3)	KOMPETENSI INTI (KI-4)
<b>Kompetensi Dasar (KD):</b>	<b>Kompetensi Dasar (KD):</b>
<b>3. Merencana rangkaian penguat daya audio (power amplifier)</b>	<b>3. Mengukur rangkaian penguat daya, VU-meter &amp; protektor</b>
<b>Indikator:</b>	<b>Indikator:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>3.1. Memahami arsitektur, klasifikasi penguat daya audio.</li> <li>3.2. Merencana rangkaian penguat daya audio (power amplifier).</li> <li>3.3. Mendimensikan komponen DC (statis) dan komponen AC (dinamis) rangkaian penguat daya audio</li> <li>3.4. Mendimensikan tanggapan frekuensi rangkaian penguat daya audio</li> <li>3.5. Mendeskripsikan faktor cacat dan cakap silang (cross talk) rangkaian penguat daya audio sistem stereo</li> <li>3.6. Mengerti kegunaan dan penerapan spesifikasi data teknis penguat pengatur nada pada sistem audio</li> <li>3.7. Mendimensikan rangkaian proteksi arus lebih penguat daya.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3.1. Menggambar skema rangkaian penguat daya audio (audio power amplifier), VU-meter, rangkaian sistem proteksi beserta daftar komponen dan nama komponen.</li> <li>3.2. Mendesain, merakit papan rangkaian tercetak (PRT) penguat daya audio (audio power amplifier), VU-meter, rangkaian sistem proteksi menggunakan perangkat lunak.</li> <li>3.3. Melakukan pengukuran titik kerja DC (statis) dan AC (dinamis) rangkaian penguat daya audio (audio power amplifier), VU-meter, rangkaian sistem proteksi menggunakan perangkat lunak dan interpretasi data hasil pengukuran</li> <li>3.4. Melakukan pengukuran tanggapan frekuensi rangkaian penguat daya audio (audio power amplifier), VU-meter, rangkaian sistem proteksi menggunakan perangkat lunak dan interpretasi data hasil pengukuran</li> <li>3.5. Melakukan pengukuran faktor cacat dan cakap silang (cross talk) rangkaian penguat daya audio (audio power amplifier), VU-meter, rangkaian sistem proteksi sistem stereo</li> <li>3.6. Menyajikan spesifikasi data teknis rangkaian penguat daya</li> </ul>



	audio (audio power amplifier),  VU-meter, rangkaian sistem proteksi sistem audio 3.7. Menguji rangkaian proteksi arus lebih penguat daya
--	---

### 3. Penguat akhir

Penguat akhir bertugas menguatkan sinyal sejauh mungkin 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 jika dia seharusnya memberikan daya yang besar, karena tidak liniernya kurva transistor timbul cacat.

Selain masalah efisiensi 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.

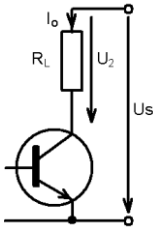
#### 3.1. Dasar Penguat Akhir

##### 3.1.1. Penguat tunggal

Penguat dengan transistor tunggal bekerja selalu dalam .kelas A. Dalam gambar dibawah ini terlihat bahwa titik kerja penguat kelas A berada kira-kira ditengah daerah pengendalian.

Kedua sinyal setengah gelombang dikuatkan oleh sebuah transistor. Penguat kelas A mempunyai kekurangan bahwa catu dayanya besar. 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  $\eta$  adalah perbandingan daya arus bolak-balik yang diberikan pada pemakai  $P_2$  dengan daya arus searah dari sumber daya  $P_s$  yang diambil, yang juga tergantung pada rangkaian:



Gambar 3.1. Penguat akhir klas A

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

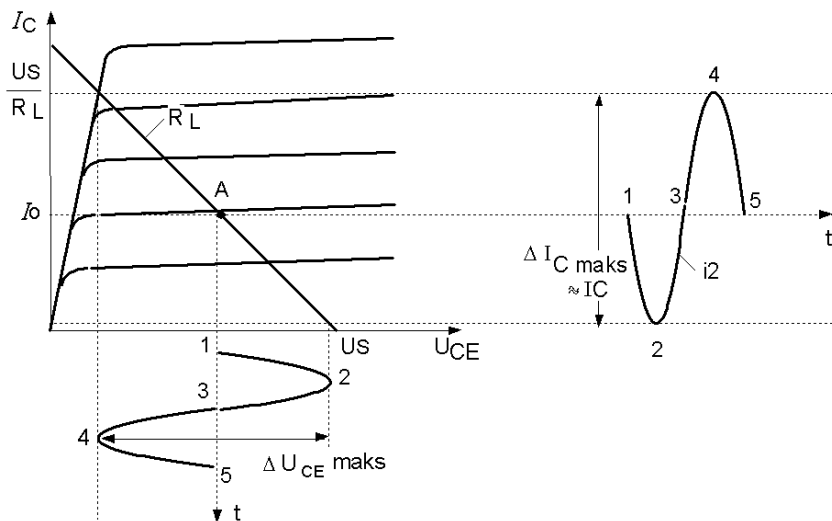
$$P_2 = U_{2 \text{ eff}} \cdot I_{2 \text{ eff}}$$

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

$$U_{2 \text{ eff}} = \frac{I_C \text{ max}}{2 \cdot \sqrt{2}} \cong \frac{I_o}{\sqrt{2}}$$

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

$$\eta (\%) = \frac{P_2}{P_s} \cdot 100\% = \frac{\frac{U_s \cdot I_o}{4}}{U_s \cdot I_o} \cdot 100\% = \frac{U_s \cdot I_o}{4 \cdot U_s \cdot I_o} \cdot 100\% = 25\%$$





Gambar 3.2. Garis beban penguat kelas A

### 3.1.2. Penguat push pull

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 26:

$$P_s = U_s \cdot I_c = U_s \cdot \frac{2}{\pi} I_{c \text{ maks}}$$

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

$$= \frac{\Delta U_{CE \text{ max}}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\Delta U_C \text{ max}}{\sqrt{2}} = \frac{U_s}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_{c \text{ max}}}{\sqrt{2}} = \frac{U_s \cdot I_{c \text{ max}}}{2}$$

$$\eta (\%) = \frac{P_2}{P_s} \cdot 100\% = \frac{\frac{U_s \cdot I_{c \text{ max}}}{2}}{U_s \cdot \frac{2}{\pi} \cdot I_{c \text{ max}}} \cdot 100\%$$

$$= \frac{U_s \cdot I_{c \text{ max}}}{2 \cdot U_s \cdot 2 \cdot I_{c \text{ max}}} \cdot 100\% = \frac{\pi}{4} \cdot 100\% = 78\%$$

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

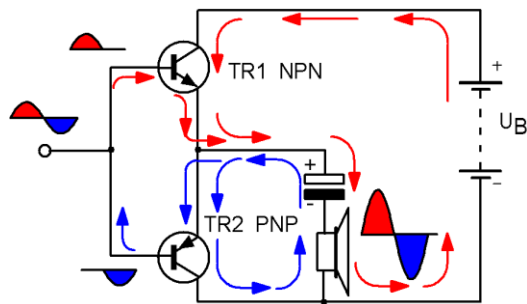
Penguat push pull dibagi dalam dua jenis penguat komplementer dan penguat komplementer quasi.

Jenis ini berbeda dalam pasangan kedua transistornya.



### 3.1.3. Penguat komplementer

Penguat komplementer ini penguat push pull yang menggunakan dua transistor akhir yang berpasangan komplementer NPN dan PNP.



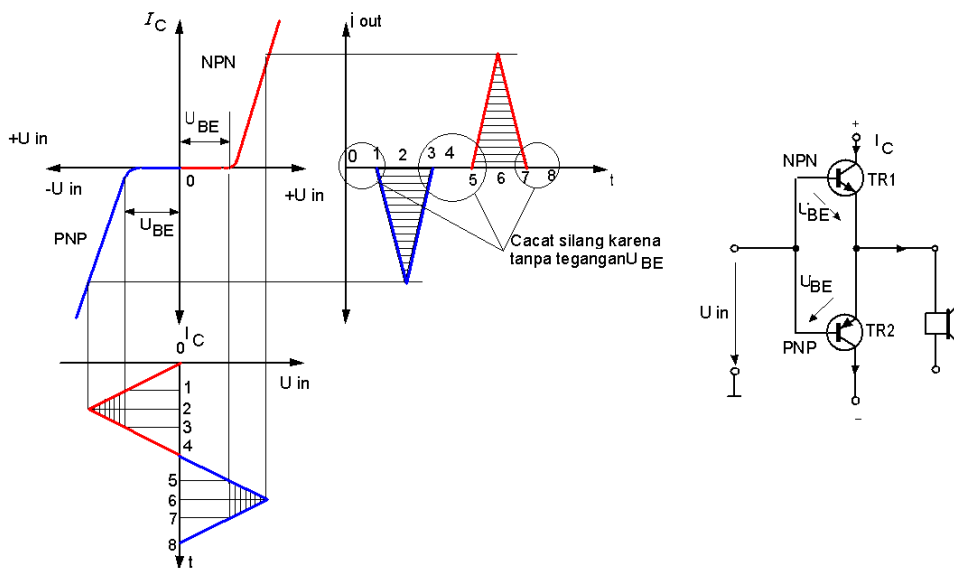
Gambar 3.3. Rangkaian dasar penguat komplemen

Transistor NPN akan hidup jika mendapat tegangan bias basis positif dan transistor PNP akan hidup jika mendapat tegangan bias basis negatif. Pada saat sinyal setengah gelombang positif transistor 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 (-).

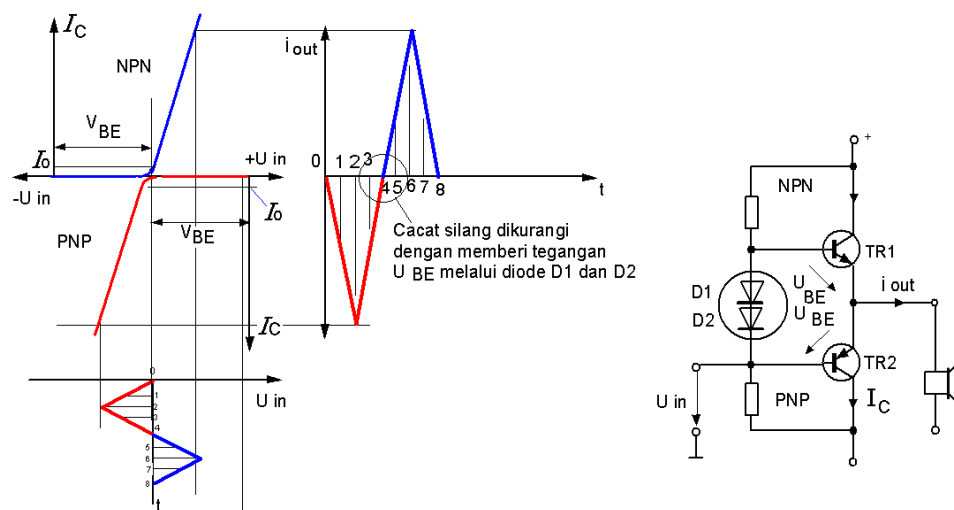
Arus ini sekaligus mengisi kapasitor C sesuai dengan polaritasnya. Pada sinyal setengah gelombang negatif transistor TR1 akan mati dan transistor TR2 akan hidup. Aliran arus dari kapasitor C (+) melalui TR2 ke loudspeaker dan kembali ke kapasitor C (-). Pada saat sinyal setengah gelombang negatif kapasitor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

### 3.1.4. Cacat silang

Untuk dapat hidup transistor-transistor memerlukan tegangan bias. Jika kedua transistor tidak diberi tegangan bias basis. Maka karakteristiknya seperti Gambar 28 yang kita peroleh yaitu adanya cacat silang. Dengan melalui pemilihan tegangan bias basis emiter kita mengatur arus diam yang kecil. Sehingga cacat yang berasal dari daerah lengkung kurva dapat dihindari.



Gambar 3.4. Kerja penguat push pull tanpa tegangan bias pada TR<sub>1</sub>- TR<sub>2</sub>

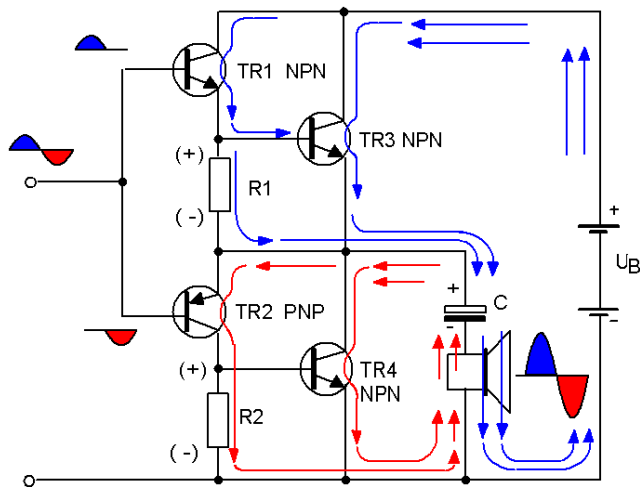


Gambar 3.5. Kerja penguat push pull dengan tegangan bias pada TR<sub>1</sub>- TR<sub>2</sub>

**3.1.5. Penguat komplementer quasi**

Penguat komplementer (complement) daya keluarannya lebih besar, kita dapat mengendalikan dua transistor akhir. Kedua transistor akhir ini bertipe sama (NPN dan NPN).

Tingkat akhir seperti ini yang dengan daya keluaran besar sudah tentu memerlukan tingkat penggerak dan tingkat depan yang dapat menyediakan arus basis untuk transistor akhir yang besar.



Gambar 3.6. Penguat akhir komplementer quasi

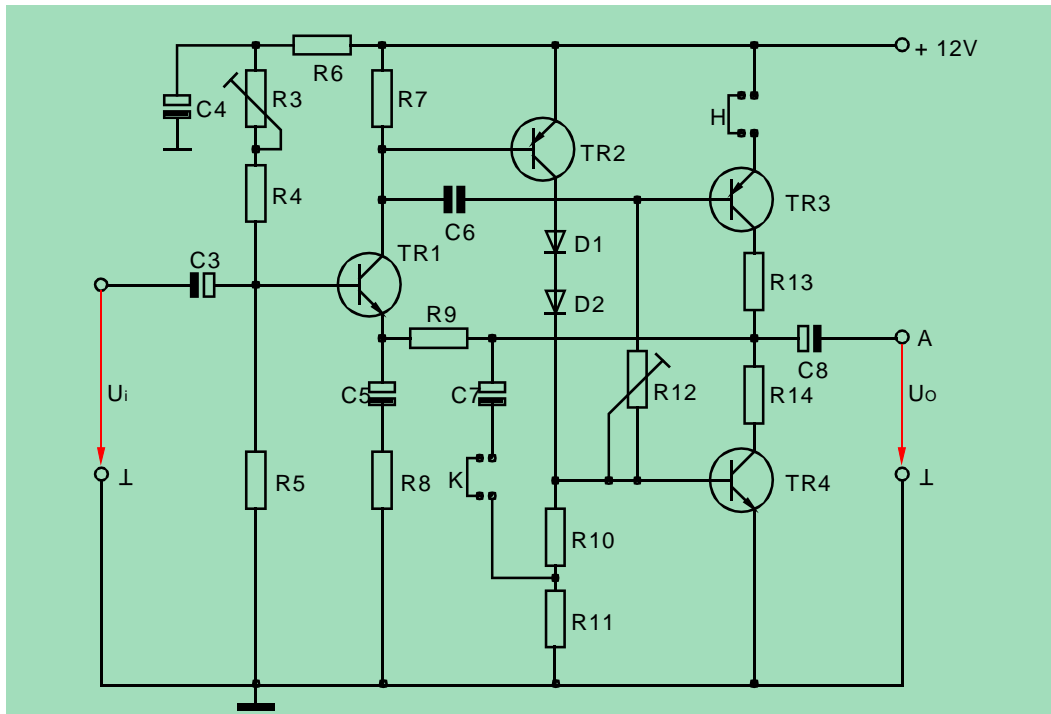
Rangkaian dasar penguat komplementer quasi diperlihatkan gambar diatas. Komponen-komponen transistor TR1 dan TR2, kapasitor C dan loudspeaker dirangkai seperti penguat push pull komplementer. Masing-masing transistor komplementer mengendalikan satu transistor daya.

Pada sinyal setengah gelombang positif transistor TR1 hidup dan melalui tegangan jatuh pada R1 transistor TR3 akan hidup. Kedua transistor mengalirkan arus yang besar melalui loudspeaker dan mengisi kapasitor C.

Pada sinyal setengah gelombang negatif transistor TR2 hidup melalui tegangan jatuh pada R2 transistor TR4 hidup. Arus mengalir dari kapasitor C melalui kedua transistor dan loudspeaker. Dengan demikian kapasitor C mengalami pengosongan. Harga R1 dan R2 harus sama, dengan demikian kedua transistor daya dikendalikan dalam bentuk yang sama.

### 3.2. Rangkaian Penguat Daya

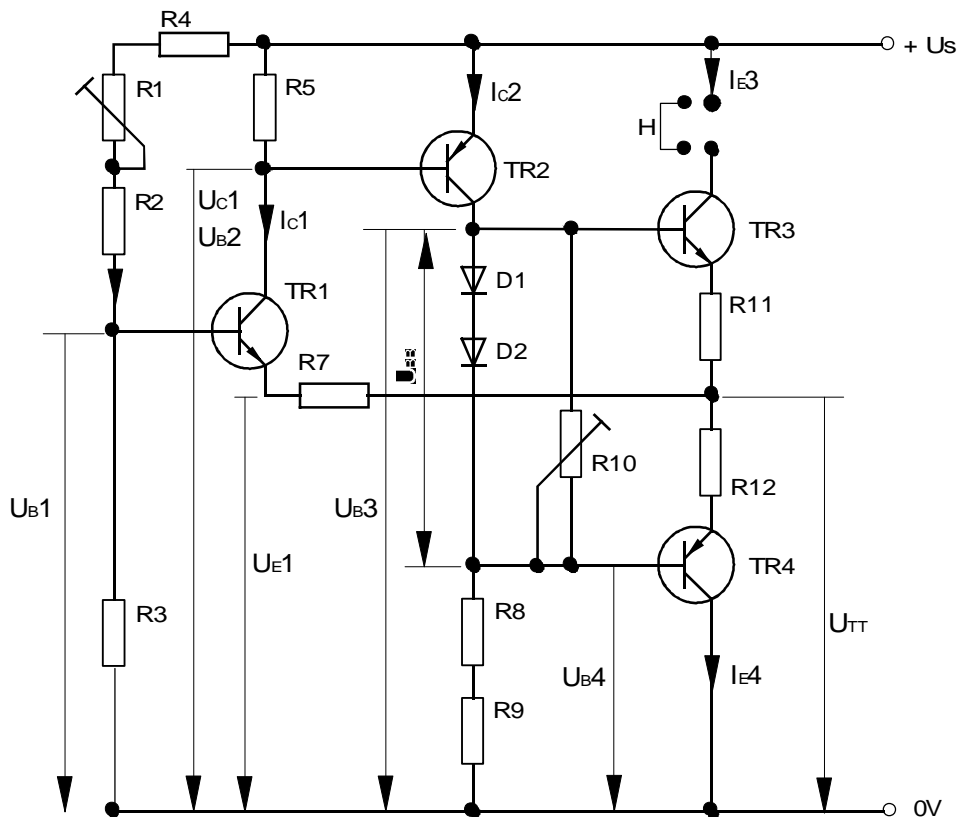
Gambar 3.7 merupakan sebuah penguat daya yang akan dibahas dalam buku ini. Penguat dengan tingkat akhir push pull komplementer.



Gambar 3.7 Rangkaian penguat daya

### 3.2.1 Skema rangkaian arus searah.

Gambar di atas menampilkan skema rangkaian arus searah dimana kapasitor-kapasitor secara DC mempunyai tahanan yang tak terhingga maka tidak digambar. Dalam rangkaian DC kapasitor tidak berpengaruh



Gambar 3.8. Rangkaian DC penguat daya

### 3.2.2. Titik kerja

Tugas rangkaian arus searah seperti pada penguat yang lain adalah :

- a. Menetapkan titik kerja.
- b. Menstabilkan titik kerja.

Titik kerja dapat berubah oleh perubahan temperatur, baik temperatur ruangan maupun dari daya rugi transistor. Hal-hal yang berubah adalah :

- ⇒ Arus basis ( $I_{CB}$  konstan).
- ⇒ Tegangan basis-emitor ( $U_{BE}$  konstan).
- ⇒ Penguatan arus.
- ⇒ Arus halang  $I_{CB}$ .

Perubahan-perubahan rinci telah dibahas pada penguat depan.



### 3.2.3. Upaya penstabilan titik kerja pada rangkaian penguat daya.

#### Penstabilan arus diam.

Arus diam adalah arus kolektor transistor tingkat akhir yang diukur pada saat tanpa sinyal. Upaya yang dilakukan dalam rangkaian ini adalah dengan dioda D1 dan D2. Dimana kedua dioda ini dalam paletakannya sesungguhnya harus dekat atau dimungkinkan dilekatkan pada pendingin transistor akhir. Tegangan basis-basis TR3 dan TR4 diperoleh dari dioda D1 seri D2 (atau dapat diganti dengan sebuah zener 1,5 Volt), dan ketepatannya diatur oleh trimpot R10. Bila temperatur sekeliling dioda D1 dan D2 naik maka tegangan dioda akan mengecil dengan demikian tegangan bias untuk TR3 dan TR4 akan turun pula, hal ini akan menurunkan arus kolektor TR3 dan TR4. Selanjutnya diterangkan sebagai berikut:

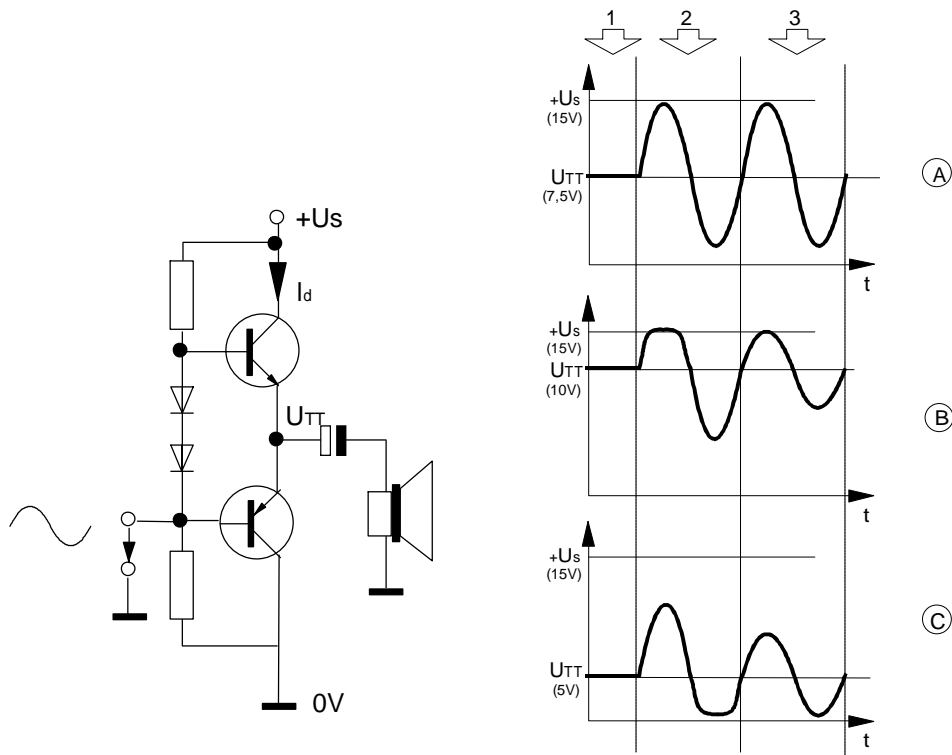
Bila temperatur  $\uparrow$   $I_{C3}, I_{C4} \uparrow$ ,  $U_{D1-2} \downarrow$  maka  $U_{BB} \downarrow$ ,  $I_{B3}, I_{B4} \downarrow$  sehingga  $I_{C3}, I_{C4} \downarrow$

Bila temperatur  $\downarrow$   $I_{C3}, I_{C4} \downarrow$ ,  $U_{D1-2} \uparrow$  maka  $U_{BB} \uparrow$ ,  $I_{B3}, I_{B4} \uparrow$  sehingga  $I_{C3}, I_{C4} \uparrow$

Maka besar arus kolektor akan tetap tidak terpengaruh oleh temperatur, berarti titik kerja stabil.

#### Penstabilan tegangan tengah

Tegangan titik tengah ( $U_{TT}$ ) berharga setengah  $U_s$  untuk memebangkitkan sinyal keluaran secara simetris dan tegangan sinyal yang maksimum. Pada kenaikan temperatur sekeliling dimungkinkan terjadinya arus kolektor/emitor TR3 dan TR4 naik tidak sama. Tegangan titik tengah ini harus selalu tetap, untuk menjaga tegangan sinyal tetap simetris.



Gambar 3.9. Tegangan titik tengah

Pada gambar di atas diperlihatkan tiga kejadian dimana  $U_{TT}$  tidak sama besar, pertama  $U_{TT}$  tepat setengah tegangan catu (gambar A) kedua lebih tinggi dari setengah tegangan catu (gambar B) dan ketiga lebih rendah dari setengah tegangan catu (gambar C). Pada gambar B dan C salah satu sisi sinyal terpotong bila penguat memperoleh tegangan masukan yang sama seperti gambar A, atau tungan sinyal akan lebih kecil bila diinginkan tegangan keluaran yang tidak cacat.

Proses penstabilan dapat dijelaskan sebagai berikut.

Bila  $U_{TT} \uparrow$ ,  $U_{E1} \uparrow$ ,  $U_{BE1} \downarrow$ ,  $I_{B1} \downarrow$ ,  $I_{C1} \downarrow$ ,  $U_{B2} \uparrow$ ,  $U_{BE2} \downarrow$ ,  $I_{B2} \downarrow$ ,  $I_{C2} \downarrow$ ,  $U_{C2} \downarrow$  maka  $U_{B3}$ ,  $U_{B4} \downarrow$ ,  $I_{C3} \uparrow$ ,  $I_{C4} \downarrow$  maka  $U_{E3} \downarrow$  dan  $U_{E4} \downarrow$   $U_{TT} \downarrow$

Bila  $U_{TT} \downarrow$ ,  $U_{E1} \downarrow$ ,  $U_{BE1} \uparrow$ ,  $I_{B1} \uparrow$ ,  $I_{C1} \uparrow$ ,  $U_{B2} \downarrow$ ,  $U_{BE2} \uparrow$ ,  $I_{B2} \uparrow$ ,  $I_{C2} \uparrow$ ,  $U_{C2} \uparrow$  maka  $U_{B3}$ ,  $U_{B4} \uparrow$ ,  $I_{C3} \downarrow$ ,  $I_{C4} \uparrow$  maka  $U_{E3} \uparrow$  dan  $U_{E4} \uparrow$   $U_{TT} \uparrow$



⇒ Sehingga tegangan emitor TR3 dan TR4 selalu konstan sebesar setengah tegangan catu.

### 3.2.4. Perhitungan tegangan DC dan arus DC

Berikut adalah perhitungan tegangan dan arus DC, hasil dari hitungan ini adalah merupakan pernyataan kemampuan fungsi sebuah rangkaian.

Permisalan :

⇒ Semua harga komponen sesuai dengan gambar skema.

⇒ Rangkaian berfungsi dengan benar.

⇒ Data transistor : lihat lembar data.

⇒ Penyederhanaan  $I_C = I_E$ . (sebenarnya hal ini hanya berlaku untuk transistor dengan  $\beta$  yang besar)

a.  $U_{TT}$ : Agar diperoleh pengendalian yang simetris, kira-kira harus setengah

$$\text{tegangan catu } U_{TT} = \frac{U_S}{2} = \frac{15V}{2} = 7,5V$$

b.  $U_{B3} = U_{E3} + U_{BE3} = 7,5V + 0,6V = 8,1V \Rightarrow$  tegangan jatuh di R11 diabaikan

c.  $U_{B4} = U_{E4} - 0,6V = 7,5V - 0,6V = 6,9V \Rightarrow$  tegangan jatuh di R12 diabaikan

d.  $U_{D1} = U_{D2} = 0,6V$

e.  $U_{D1,2} = U_{D1} + U_{D2} = 0,6V + 0,6V = 1,2V$

f.  $U_{B2} = U_S - U_{BE2} = 15V - 0,6V = 14,4V$

g.  $U_{B1} = \frac{R3}{R1+R2+R3+R4} \times U_S = 8,58 V$

$$U_{B1} = \frac{120 k}{50k + 56k + 120 k + 10 k} \times 15 = 7,62 \text{ Volt} \Rightarrow R1 \text{ maks}$$



$$U_{B1} = \frac{120 \text{ k}}{0 \text{ k} + 56 \text{ k} + 120 \text{ k} + 10 \text{ k}} \times 15 = 9,67 \text{ Volt} \Rightarrow R1 \text{ min}$$

### Pengaturan arus diam

Arus diam adalah arus yang mengalir pada transistor akhir (arus kolektor) saat tanpa sinyal. Besarnya tergantung dari karakteristik transistor bersangkutan dan tegangan basis-basis  $U_{BB}$ .

Dimana  $U_{BB}$  diatur oleh R9 (trimpot) yang besarnya

$$U_{BB} = U_{D1} + U_{D2} = 0,6 \text{ V} + 0,6 \text{ V} = 1,2 \text{ Volt. (} U_{BB} \text{ maksimum).}$$

$U_{BB} = 0 \text{ Volt}$  pada posisi R10 minimum (D1 dan D2 dihubung singkat)

Arus diam semakin besar bila  $U_{BB}$  semakin besar. Pengaturan arus diam dengan jalan memasukkan sinyal pada masukan dengan  $f = 1 \text{ kHz}$  tegangan nominal, kemudian kita lihat dengan CRO. R9 kita atur seminimum mungkin (dalam skema penggeser R9 ke atas) tetapi cacat silang (cross over distortion) tidak terlihat pada layar CRO. Sinyal kita ambil, kita ukur pemakaian arus saat tanpa sinyal, inilah arus diam itu.



TUGAS 1

- e. Buatlah papan rangkaian tercetak PRT/PCB (Printed Circuit Board) untuk penguat dengan gambar rangkaian yang ditampilkan pada gambar 8.7. PRT bisa cara langsung dengan spidol atau dengan cara sablon dengan penggambaran menggunakan perangkat lunak.
- f. Setelah PRT selesai solderlah semua komponen yang diperlukan.
- g. Berilah tegangan catu sebesar 15Volt dan lakukan pengukuran pada kaki-kaki transistor, lengkapi tabel pengukuran.

No	Titik ukur	Nilai tegangan secara teori	Hasil Pengukuran	Selisih (%)
1	$U_{TT}$			
2	$U_{E3}$			
3	$U_{B3}$			
4	$U_{C3}$			
5	$U_{E4}$			
6	$U_{B4}$			
7	$U_{C4}$			
8	$U_{E2}$			



9	$U_{B2}$	
10	$U_{C2}$	
11	$U_{E1}$	
12	$U_{B1}$	
	$U_{C1}$	

Semua pengukuran diukur terhadap 0V (massa)

Kesimpulan : .....

.....

.....

### 3.3. Rangkaian tegangan bolak-balik

#### 3.3.1. Aliran sinyal AC.

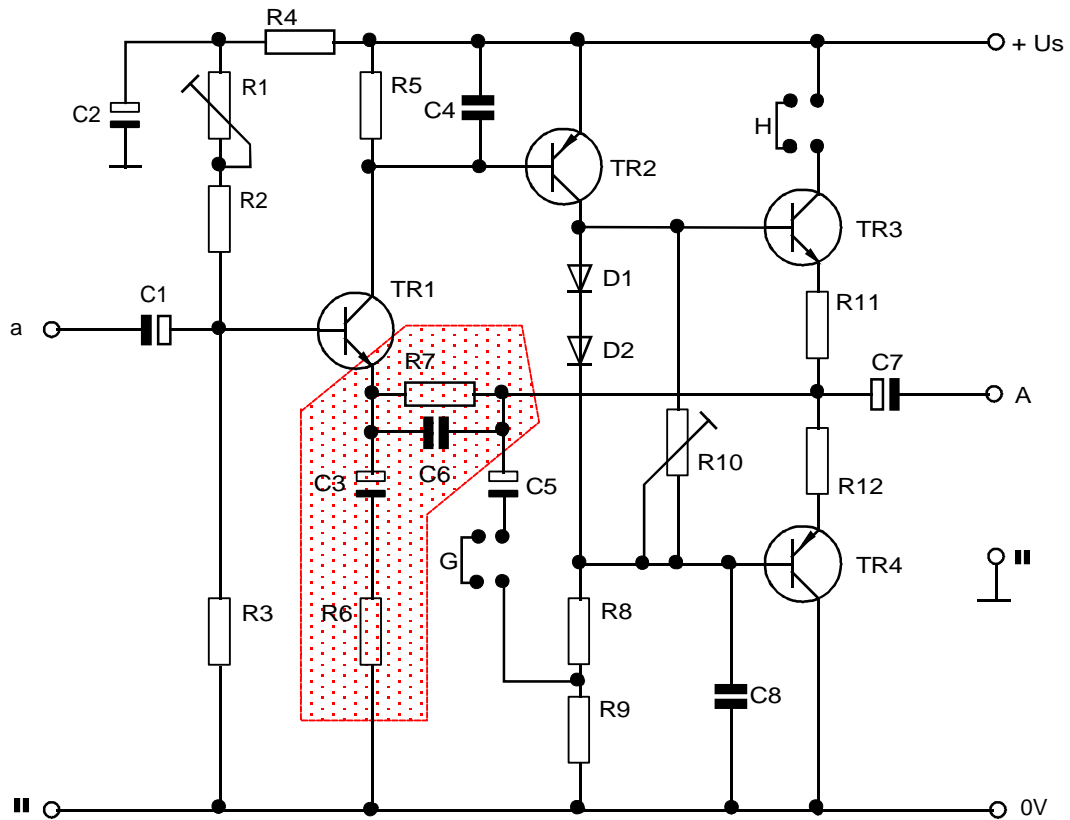
Dasar untuk aliran sinyal AC dapat kita lihat lagi pada bahasan penguat depan. Dimana sumber tegangan DC merupakan hubung singkat bagi sinyal AC (tahanan dalam =  $0\Omega$ ) sehingga komponen-komponen yang terletak antara plus dan minus catu untuk sinyal AC terletak paralel.

Kita dapat melihat fungsi masing-masing kapasitor dari harga kapasitor tersebut. Untuk yang bernilai besar (orde mikro) bersifat sebagai pemisah antara arus DC dengan AC (decoupling) misal C1,C3,C7. Yang terakhir (C7) juga dipakai sebagai sumber tegangan catu untuk TR4 saat setengah periode tegangan sinyal dimana TR3 dalam keadaan mati. Untuk kapasitor yang bernilai kecil digunakan

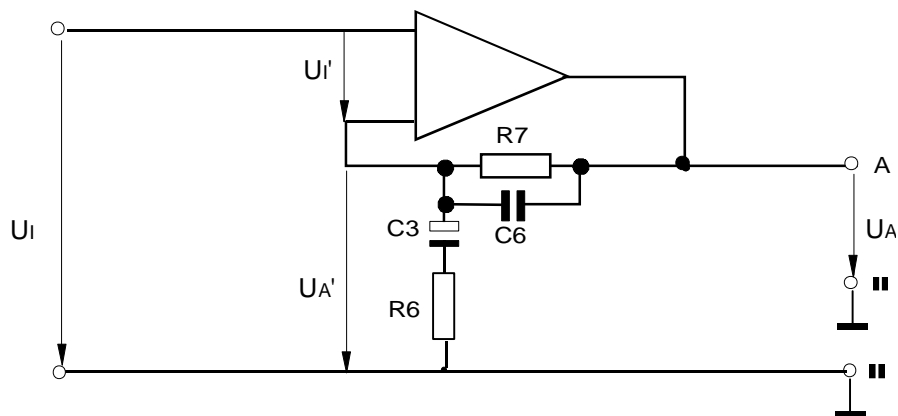


sebagai pemotong frekuensi tinggi seperti C8,C4,C6. Kkapasitor terakhir dengan fungsi sama tetapi dipasang dalam jatringan umpan balik

**3.3.2. Jaringan umpan balik negatif pada penguat daya**



Gambar 3.10. Komponen umpan balik “luar” pada penguat daya.



Gambar 3.11. Rangkaian penguat daya memperlihatkan komponen umpan balik



Harga C3 dibuat cukup besar sehingga pada daerah frekuensi suara reaksinya lebih kecil dibanding R6. Dari itu  $Z1 = R6$ .

Harga C6 dibuat cukup kecil sehingga pada daerah frekuensi suara reaksinya lebih besar dibanding R7. Dari itu  $Z2 = R7$ .

Penguatan tegangan AC seluruhnya :

$$U_A = U_i' \times V_{uo} \quad ; \quad U_i' = U_i - \frac{U_A \times R6}{R7 + R6}$$

$$U_A = \left( U_i - \frac{U_A \times R6}{R7 + R6} \right) \times V_{uo} \quad \Rightarrow \times \frac{1}{U_A}$$

$$1 = \left( \frac{U_i}{U_a} - \frac{R6}{R7 + R6} \right) V_{uo}$$

$$1 + V_{uo} \frac{R6}{R7 + R6} = \frac{U_i}{U_a} \times V_{uo} \quad \Rightarrow \times \frac{1}{V_{uo}}$$

$$\frac{1}{V_{uo}} + \frac{R6}{R7 + R6} = \frac{U_i}{U_a} \quad \Rightarrow \times \frac{1}{X}$$

$$\frac{1}{1/V_{uo} + R6 / (R7 + R6)} = \frac{U_a}{U_i} \quad \text{jika} \quad \frac{1}{V_{uo}} \ll \frac{R6}{R7 + R6}$$

$$\frac{1}{R6 / (R7 + R6)} = \frac{U_a}{U_i} = \frac{R7 + R6}{R6}$$

$$\frac{U_a}{U_i} = \frac{R7}{R6} + 1$$

dan jika  $\frac{R7}{R6} \gg 1$  rumus penguatan

$$\frac{U_a}{U_i} = \frac{R7}{R6}$$

Besarnya harga C3 bagi penguatan tegangan AC tidak memiliki peran ( $C3 \approx$  hubung singkat), tetapi C3 mempunyai tugas penting untuk penstabilan titik kerja seluruh rangkaian. Untuk tegangan DC kapasitor C3 seakan terbuka ( $Xc$  besar) maka  $U_o = U_i$  sehingga penguatannya.



$$\frac{U_a}{U_i} = \frac{R_7 + R_6 + X_{c3}}{R_6 + X_{c3}}$$

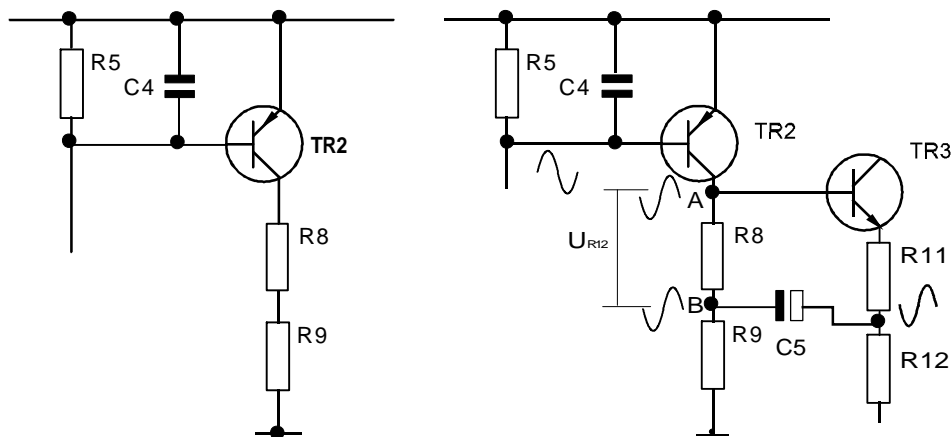
$$R_7 \ll R_6 + X_{c3}$$

$$\frac{U_a}{U_i} = \frac{R_6 + X_{c3}}{R_6 + X_{c3}} = 1$$

Ini juga berarti, bahwa goyangan titik kerja hanya dikuatkan dengan faktor 1. Penguatan pada frekuensi rendah diperkecil oleh rangkaian RC, misalnya C1, R3, R2 dan juga C6, RL. Sedang penguatan pada frekuensi tinggi dibatasi oleh C4. Bila frekuensi semakin tinggi maka reaktansi C4 mengecil dan R6 dihubung singkat oleh C4, dan umpan balik ke emitor TR1 semakin besar penguatan mengecil. Kapasitor C2 untuk menghaluskan tegangan basis TR1 bersama-sama R5 (filter).

### 3.3.3. Bootstrap

Seperti yang telah pernah dibahas untuk dapat memberlakukan jaringan umpan balik luar sebagai penentu sifat diperlukan penguatan open loop yang besar. Salah satu upaya menaikkan  $V_{uo}$  dengan memasang bootstrap pada transistor TR2.



Gambar 3.12. Cara kerja Bootstrap

Besar penguatan rangkaian transistor TR2 adalah



$$V_{UO} = \frac{\beta \times R_t}{r_{be} + (\beta + 1) R_E} \quad \Rightarrow \text{karena di kaki emitor tidak ada tahanan } R_E \text{ maka}$$

$$V_{UO} = \frac{\beta \times R_t}{r_{be}} \quad \Rightarrow R_t \text{ adalah tahanan total di kaki kolektor}$$

Maka untuk membesarkan lagi  $V_{UO}$  adalah dengan jalan membesarkan nilai  $R_t$  dengan cara :

Seperti diperlihatkan gambar 8.12 dimana sinyal yang dikuatkan oleh TR3 dikembalikan ke titik B. Sinyal ini mempunyai fasa yang sama dan besar amplitudo yang kira-kira hampir sama (rangkain kolektor) maka pada titik A dan B mempunyai tegangan yang sama, sehingga pada R8 tidak ada arus yang mengalir. Hanya pada tahanan takterhingga sajalah tidak ada arus yang mengalir. Dengan cara ini diperoleh tahanan yang sangat besar (secara arus bolak-balik / AC)

### 3.3.4. Daya keluaran

Daya maksimum yang dapat diberikan pada beban dengan sinyal sinus ditentukan oleh tegangan catu dan tahanan loud speaker. Lebar simpangan tegangan keluaran adalah  $U_o - 2 U_{CE}$  jenuh dibagi dua, sehingga harga efektifnya :

$$U_o \text{ eff maks} = \frac{U_s - 2U_{CE} \text{ jenuh}}{2 \cdot \sqrt{2}} \quad \text{misalnya: } U_{CE} \text{ jenuh} = 0,5 \text{ Volt}$$

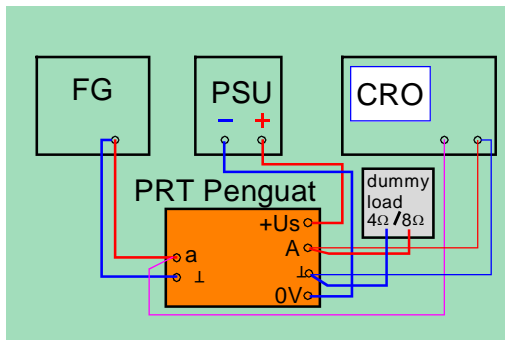
$$U_s = U_{\text{catu}}$$

$$P_o = \text{maks} = \frac{U_a \text{ eff maks}}{R_L} = \frac{(U_s - 2U_{CE} \text{ jenuh})^2}{8 R_L}$$



$$= \frac{(15V - 2.0,5V)^2}{8.4 W} = \frac{196 V^2}{32 W} = 6,125W$$

TUGAS 3



Gambar Rangkaian Pengukuran

Rangkailah peralatan seperti dalam gambar pengukuran disamping. Atur FG pada gelombang sinus dan frekuensi 1kHz. Amplitudo FG diatur 5mVpp (di ubah bila bentuk gelombang keluarannya cacat). Atur tegangan catu seperti tabel, naikkan amplitudo FG hingga sinyal keluaran hampir cacat. Lengkapilah tabel pengukuran.

Lengkapi tabel tugas berikut dari hasil perhitungan teori. Masukkan hasil pengukuran yang diperoleh

**Tabel I Pengaruh Tegangan Catu dan Beban terhadap Daya Keluaran**

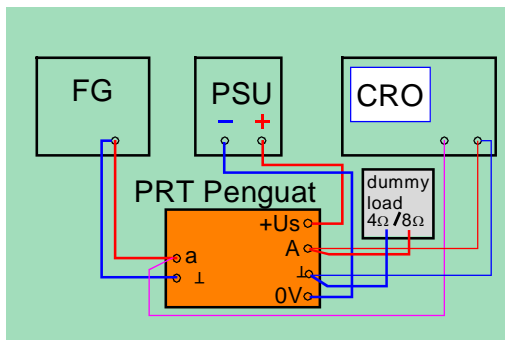
U Catu	Pengukuran				Perhitungan	
	Beban 4		Beban 8		Beban 4	Beban 8
	Uo maks	P	Uo maks	P	P	P
	Vpp	Watt	Watt	Watt	Watt	Watt
12 V						

## PEREKAYASAAN SISTEM AUDIO



15 V						
17 V						

### TUGAS 4



Gambar Rangkaian Pengukuran

Rangkailah peralatan seperti dalam gambar pengukuran disamping. Atur FG pada gelombang sinus dan

frekuensi 1kHz. Amplitudo FG diatur

200mVpp (di ubah bila bentuk gelombang keluarannya cacat). Atur tegangan catu seperti tabel, ubah frekuensi FG seperti dalam tabel. Lengkapilah tabel pengukuran.

**Tabel II Tanggapan frekuensi**

$U_s = 15 \text{ Volt}$

$U_i = 200 \text{ mVpp}$

frek (Hz)	$U_o \text{ (Vpp)}$	$20 \log \frac{U_o}{U_i}$	$20 \log \frac{U_o}{U_o \text{ (1 KHz)}}$
10			
20			



frek (Hz)	Uo (Vpp)	$20 \log \frac{U_o}{U_i}$	$20 \log \frac{U_o}{U_o (1 \text{ KHz})}$
50			
100			
200			
500			
1k			
2k			
5k			
10k			
20k			
100k			



### 3.4. Pengukuran Kualitas Penguat Suara

Untuk dapat meletakkan suatu penguat dalam suatu kelas mutu, harus mengetahui data tekniknya. Biasanya pembuat peralatan menyertakan data-data teknik antara lain untuk sebuah penguat suara, berikut diuraikan data-data yang harus ada pada penguat akhir/daya :

- Faktor cacat
- Cacat intermodulasi
- Daerah pemindahan (tanggapan frekuensi)
- Perbandingan sinyal ke desis
- Cakap silang
- Keseimbangan kanal
- Daya keluaran
- Lebar band daya
- Faktor redaman (damping)

Berikut ini hanya akan dibahas untuk poin ke 3 terakhir, karena yang lainnya sudah dibahas pada bab penguat depan. Dalam pengukurannya semua harus dilakukan pada penguat akhir ini juga.

#### 3.4.1. Daya keluaran

Besaran pengenal daya keluaran dibedakan dalam dua pengertian

##### a. Daya keluaran nominal

Disebut pula daya terus menerus sinus, daya sinus atau daya terus menerus .

Penguat suara dikendalikan hingga mencapai faktor cacat nominal dengan frekuensi 1000 Hz selama paling tidak 10 menit pada temperatur sekitar 15°C sampai 30°. Tegangan catu daya harus stabil, perubahan yang dibolehkan maksimum 1 %



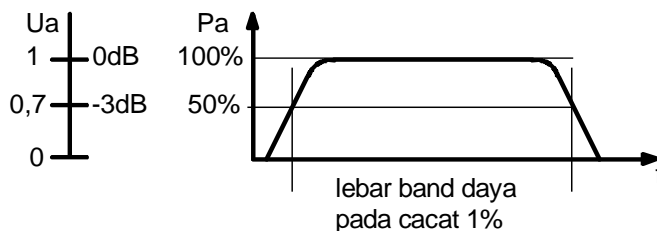
### b. Daya musik

Disebut juga daya maksimum sesaat, adalah daya yang dapat diberikan oleh penguat dalam waktu yang pendek, dengan faktor cacat tidak boleh melebihi batas nominalnya.

$$P = \frac{U_a^2}{R_a}$$

#### 3.4.2. Lebar band daya (power bandwidth)

Lebar band daya adalah daerah frekuensi, padanya dicapai daya keluaran nominal separuh harga nominal dengan cacat maksimum seperti faktor cacat yang dibolehkan. Pengukuran sama seperti mengukur daerah pemindahan, dengan patokan penguat dikendalikan sampai daya nominal pada frekuensi 1 kHz (sebagai 0 dB)

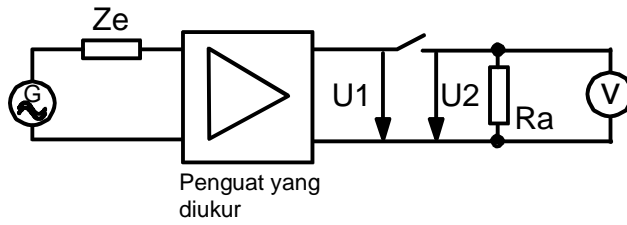


Gambar 3.13. Lebar band daya

#### 3.4.3. Faktor redaman (damping factor)

Faktor redaman besarnya tergantung dari tahanan penguat dan tahanan beban nominal. Faktor redaman harus sebesar mungkin sehingga loudspeaker teredam dengan kuat dan dengan demikian getaran yang tidak diinginkan tertekan.

Pengukuran diperlihatkan gambar dibawah



Gambar 3.14. Tata cara pengukuran

$$R_a \approx R_a \frac{U_1 - U_2}{U_2}$$

$$\text{Faktor redaman} = \frac{R_a}{R_1}$$

$R_1$  = tahanan dalam penguat (dari keluaran)

$U_1$  = tegangan keluaran beban kosong

$U_2$  = tegangan keluaran berbeban



#### 4. Instalasi Sistem Audio Paging

KOMPETENSI INTI (KI-3)	KOMPETENSI INTI (KI-4)
<p><b>Kompetensi Dasar (KD):</b></p> <p><b>4. Merencanakan &amp; menerapkan instalasi sistem audio paging</b></p>	<p><b>Kompetensi Dasar (KD):</b></p> <p><b>10. Menguji instalasi sistem audio paging</b></p>
<p><b>Indikator:</b></p> <p>4.1. Memahami ambang batas gangguan (tingkat kebisingan) lingkungan sekitar</p> <p>4.2. Merencanakan kebutuhan daya, tata letak dan jumlah loudspeaker yang akan digunakan.</p> <p>4.3. Menjelaskan sistem paging suara tegangan standar</p> <p>4.4. Merencanakan daya akustik sistem paging tegangan standar.</p>	<p><b>Indikator:</b></p> <p>4.1. Mendimensikan ambang batas gangguan (tingkat kebisingan) lingkungan sekitar</p> <p>4.2. Mendimensikan kebutuhan daya, tata letak dan jumlah loudspeaker yang akan digunakan.</p> <p>4.3. Melakukan instalasi sistem paging suara fasilitas umum tegangan standar.</p> <p>4.4. Menguji kualitas dan daya akustik sistem paging tegangan standar</p>



### 4. Instalasi Sistem Audio Paging

Masalah utama dalam perencanaan sistem penyuaran umum ( Public Address / PA ) adalah bising dan karakteristik tempat dimana sistem akan diinstalasi. Bising dapat di bedakan menjadi dua jenis yaitu bising yang berasal dari dalam gedung sendiri dan dari luar gedung . Bising dalam gedung dapat dari suara sistem penyejuk ruangan, orang bicara, suara mesin atau apa saja yang terjadi dalam gedung sedang bising luar gedung bisa jadi bisingnya lalu lintas , aliran air, ombak laut atau apa saja yang terjadi dimanapun itu berada . Bising ini dari waktu-kewaktu dapat berubah-ubah.

Karakteristik akustik akan menjadi problem jika sistem penyuaran umum diinstal dalam gedung . Faktor utamanya adalah pengulangan ( reverberation ) dan gema ( echo ).

#### 4.1. Bising dan Tekanan Bunyi Loudspeaker

Jika level bising (noise) lebih tinggi dari level bunyi yang keluar dari loudspeaker maka bunyi dari loudspeaker tidak dapat didengar . Perbedaan level bunyi yang dibutuhkan antara bunyi loudspeaker (loudspeaker) dan level bising bervariasi tergantung dari jenis dan derajat dari bising, tetapi untuk perbedaan tekanan bunyi antara 6 dB sampai 10 dB sudah cukup untuk digunakan dan sekitar 3 dB cukup untuk digunakan sebagai musik latar belakang atau program musik lainnya .

Sebagai patokan tabel I berikut memperlihatkan level bising pada tempat yang berlainan.



TABEL I

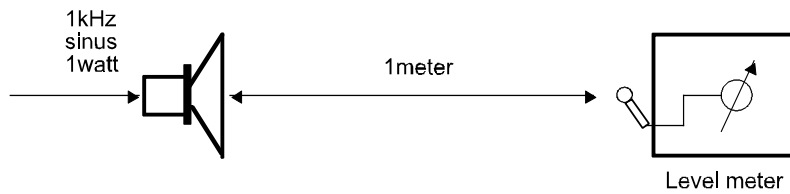
Tempat	Level (dB)
Dekat mesin jet	120
Bawah jembatan kereta api	100
Persimpangan jalan	80
Bising kantor	60
Daerah pemukiman	40
Daun dihembus angin	20
Bunyi terdengar minimum	0

Catatan : Secara umum level bising tinggi pada frekuensi rendah dan rendah pada frekuensi tinggi. Level bising diukur dengan meter bising (noise meter/sound level meter) dan diukur dalam WRMS.

Tekanan Bunyi Keluaran Speaker dan Pelemahan Bunyi.

#### 4.1.1. Tekanan bunyi keluaran

Tekanan bunyi keluaran termasuk dalam spesifikasi loudspeaker, dimana memperlihatkan kuat suara yang dapat diproduksi oleh loudspeaker. Tekanan bunyi keluaran diukur dengan cara loudspeaker dicatu dengan sinyal 1Watt frekuensi 1kHz sinus dan bunyi diukur dengan jarak 1 meter dari loudspeaker.



Gambar 1. Pengukuran level bunyi loud speaker (atas), contoh alat ukur (kanan)

Contoh alat ukur  
Sound  
Levelmeter

Tabel berikut contoh tekanan bunyi keluaran beberapa jenis loudspeaker

TABEL II

Jenis loudspeaker	Tekanan bunyi keluaran
Loudspeaker lagit-langit	85dB - 93dB
Loudspeaker Gimnasium Column	90dB - 106dB
Loudspeaker Corong/Horn	95dB - 110dB

Tabel berikut memperlihatkan penambahan bunyi bila loudspeaker dicatu dengan daya lebih dari 1 watt



TABEL III

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

Setiap masukan dua kali lipat memberikan penambahan 3 dB



### Contoh :

1. Sebuah loudspeaker mempunyai tekanan bunyi keluaran sebesar 92 dB (1m, 1Watt) bila diberi masukan sebesar 3 watt maka tekanan bunyi yang dihasilkan

$$92 \text{ dB} + 5 \text{ dB} = 97 \text{ dB}.$$

2. Berapa watt yang harus diberikan pada masukan loudspeaker bila tekanan bunyi keluaran loudspeaker 95 dB dan diperlukan bunyi dengan tekanan 106 dB ?

### Jawab :

Tekanan bunyi keluaran loudspeaker 95 dB dianggap sama dengan standar 0 dB. Maka bunyi dengan tekanan 106 dB maka level bunyi yang harus ditambahkan =  $106 \text{ dB} - 95 \text{ dB} = 11 \text{ dB}$

Sesuai dengan tabel bahwa 11dB mempunyai masukan sebesar 13 watt.

Tekanan bunyi yang sama dapat diperoleh dengan penguat yang berdaya lebih rendah bila loudspeaker yang digunakan mempunyai efisiensi yang lebih besar. Sebagai contoh loudspeaker pertama mempunyai tekanan bunyi keluaran sebesar 87 dB, loudspeaker kedua mempunyai tekanan bunyi keluaran sebesar 90 dB. Untuk memperoleh tekanan bunyi 90 dB pada 1 meter loudspeaker pertama memerlukan masukan 2 watt dan yang kedua hanya 1 watt saja.

Bila sinyal 1 watt dicatukan pada dua loudspeaker yang mempunyai tekanan bunyi keluaran 90 dB maka akan dihasilkan bunyi sebesar 93 dB (bertambah 3 dB). Ini lebih menguntungkan bila diinginkan bunyi 93 dB dengan loudspeaker 90 dB diperlukan masukan 2 watt. Jika hal di atas untuk tiga loudspeaker maka akan diperoleh kalau loudspeaker dicatu dengan 3 watt.

Tabel berikut memperlihatkan tekanan bunyi bila dua loudspeaker atau lebih yang memiliki kapasitas yang sama diinstal pada tempat yang sama.



TABEL IV

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

Selain hal-hal yang telah diperhitungkan diatas, perhitungan bunyi harus ditambah dengan faktor puncak. Hal ini untuk menghindari terjadinya cacat bila sinyal informasi mengalami kenaikan amplitudo secara insidental. Untuk pembicaraan dan latar belakang musik faktor ini antara 6-10 dB dan untuk musik sampai 20 dB.

Tekanan bunyi yang diperlukan =

Level bising + Beda tekanan bunyi yang diinginkan + Faktor puncak

#### 4.1.2 Pelemahan Bunyi

Tekanan bunyi keluaran loudspeaker dapat berkurang dengan bertambahnya jarak. Kuat suara berkurang secara proporsional dengan kuadrat jaraknya. Tabel berikut memperlihatkan pelemahan terhadap jarak dalam ruang bebas (out door) dengan faktor angin, pantulan, tekanan udara, temperatur dan sebagainya tidak diperhitungkan

TABEL V

Jarak (meter)	Pelemahan (dB)	Jarak (meter)	Pelemahan (dB)	Jarak (meter)	Pelemahan (dB)
1	0	14	23	50	
2	6	15	23.5	56	35



Jarak (meter)	Pelemahan (dB)	Jarak (meter)	Pelemahan (dB)	Jarak (meter)	Pelemahan (dB)
3	9.5	18		60	35.5
4		20		64	
5	14	22		70	37
6	15.5	25	28	80	38
7	17	28	29	90	39
8	18	30	29.5	100	40
9	19	32	30	150	43.5
10	20	36	31	200	46
11	21	40	32	300	49.5
113	22	45	33	400	52

Pelemahan bertambah 6 dB setiap penambahan jarak 2 kali lipat

Pelemahan bunyi dalam ruangan (in door) lebih rendah dibanding di luar ruangan hal ini tergantung dari karakteristik akustik ruangan. Secara umum sistem penyuaran umum dirancang dengan pelemahan suara dalam ruangan bebas digunakan sebagai patokan dan digunakan sebagai faktor puncak.

Pelemahan bervariasi tergantung pula dengan frekuensi, pada frekuensi tinggi pelemahan lebih besar dibanding dengan frekuensi rendah

### **Contoh Penentuan Daya**

Berapa daya yang harus di masukan pada speaker dari sistem PA dalam sebuah kantor yang mempunyai level bising 60 dB beda tekanan bunyi 6 dB dengan



faktor puncak 10 dB speaker dipasang pada langit-langit dengan tinggi langit-langit 2.7 meter dan titik dengan 1 meter dari lantai. Sudut bukaan speaker yang digunakan 90°.

**Penyelesaian :**

**Langkah 1**

Tekanan bun Level bisng+Faktor Puncak+Beda tekanan bunyi yang diinginkan yang diperlukan =

$$= \quad 60 \quad + \quad 10 \quad + \quad 6$$

$$= \quad 76 \text{ dB}$$

**Langkah 2**

Tekanan bunyi yang diinginkan pada titik dengar 76 dB dengan jarak 1.7 meter dari speaker terdapat redaman sebesar 5 dB berarti diperlukan

tekanan bunyi speaker = Tekanan Bunyi yang diperlukan + Pelemahan pada jarak yang dimaksud

$$= \quad 76 \quad + \quad 5$$

$$= \quad 81 \text{ dB}$$

**Langkah 3**

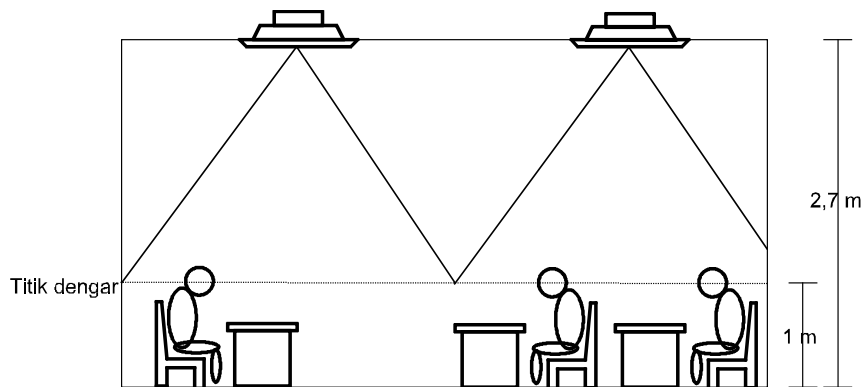
Untuk meratakan tekanan bunyi keseluruh ruangan dengan level bunyi yang rata-rata sama maka perlu dipasang beberapa speaker. Karena sudut bukaan penyebaran speaker 90° maka



$$\begin{aligned} \text{jarak antar speaker adalah} &= 2 \times (2.7 \text{ m} - 1 \text{ m}) \\ &= 3.4 \text{ m} \rightarrow \text{diambil 3 meter} \end{aligned}$$

**Langkah 4**

Pemilihan speaker model langi-langit disesuaikan estetika dan dipadukan dengan desain interior ruangan . Misalnya dipilih speaker dengan model panel tertentu dan mempunyai tekanan bunyi keluaran 92 dB (1M, 1W) maka untuk speaker cukup dicatu dengan daya 0.1 watt.



**Latihan**

1. Jelaskan yang dimaksud dengan bising  
.....
2. Bising dapat di bedakan menjadi dua jenis yaitu  
.....
  - a. ....
  - b. ....
3. Di ketahui daya masukan pada speaker sebesar 8 watt, berapakah tekanan bunyi penambahan yang terjadi



.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4. Berapa watt yang harus diberikan pada masukan loudspeaker bila tekanan bunyi keluaran loudspeaker 75dB dan di perlukan bunyi dengan tekanan 90 dB ?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

5. Berapakah pelemahan yang terjadi pada tekanan bunyi yang mempunyai jarak 4 m

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



4.3. Penghantar

4.3.1. Tahanan Penghantar

Sebuah penghantar tahanan yang dipengaruhi oleh jenis bahan, luas penampang (A) , panjang penghantar serta temperatur. Semakin panjang penghantar dan semakin kecil luas penampang sebuah penghantar akan memperbesar nilai tahannya. Tahanan jenis bahan penghantar (P) adalah merupakan pengaruh bahan terhadap nilai tahanan penghantar. Dimana nilai tahanan jenis ini terpengaruh oleh temperatur sekelilingnya.

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A}$$

R = Tahanan penghantar dalam  $\Omega$   
 l = Panjang penghantar dalam meter  
 A = Luas penampang dalam mili meter persegi ( $mm^2$ )  
 $\rho$  = Tahanan jenis bahan dalam  $\frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$

Berikut tabel tahanan jenis dari beberapa bahan murni dan berlaku hanya pada temperatur 20<sup>0</sup> C

Bahan Murni	Simbol	$\rho$
Aluminium	Al	$\approx 0,029$
Besi	Fe	0,096
Emas	Au	0,24
Germanium	Ge	$\approx 890$

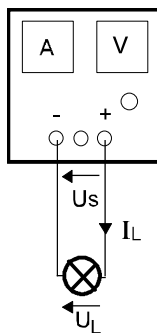


Perak	Ag	$\approx 0,0163$
Platina	Pt	0,108
Silikon	Si	$\approx 1000$
Tembaga	Cu	$\approx 0,0175$

Contoh :

Berapa besar tahanan dari penghantar berpenampang  $1 \text{ mm}^2$  yang panjangnya 100 meter pada temperatur  $20^\circ \text{ C}$  ? **PADA MATERIAL SILICON**

#### 4.3.2. Pengaruh Tahanan Penghantar Penghantar



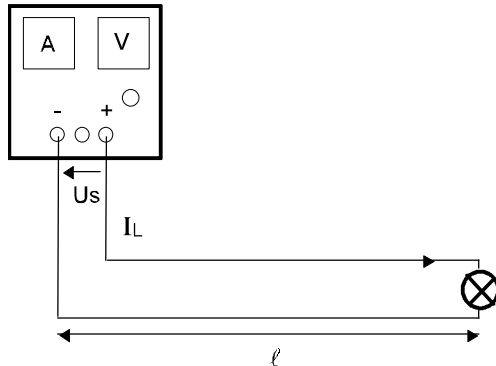
$$U_s = 12 \text{ V}$$

... itar sangat pendek  
... ..sungkan beban ke sumber daya  
maka :

$$U_L = U_s$$

Karena tahanan penghantar sangat kecil

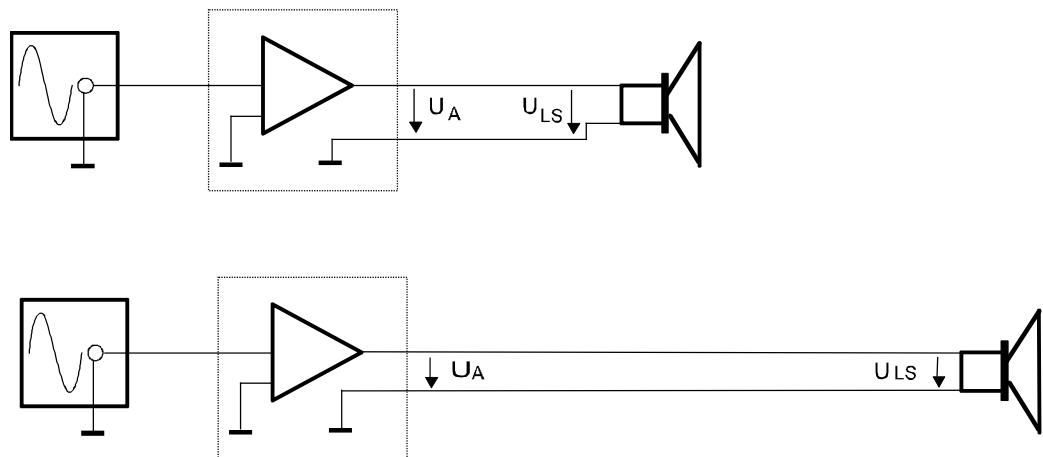
Penghantar cukup panjang  
menghubungkan beban ke sumber daya  
maka :



$U_L$  = lebih kecil dari pada  $U_s$

Karena terdapat drop tegangan pada tahanan penghantar

Hal seperti yang digambarkan di atas akan terjadi pula pada sistem audio semisi kita menginstal sistem dimana Loudspeaker jauh letaknya dari perangkat penguatnya. Maka kabel yang digunakan harus mempunyai tahanan sekecil sehingga rugi tegangan di penghantar akan semakin kecil.



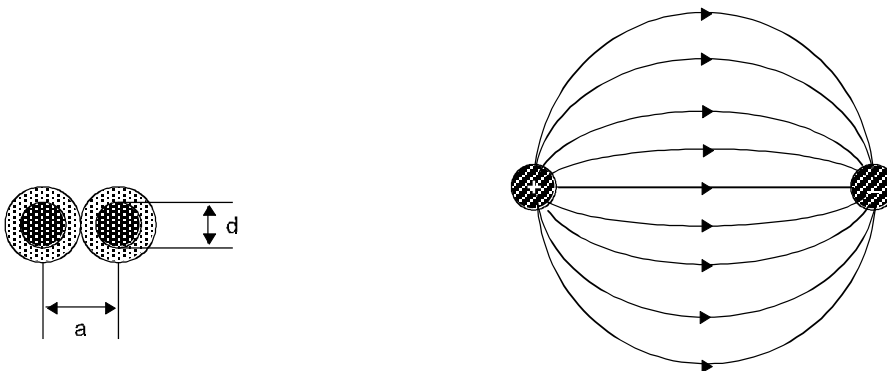
Berapa daya yang terbangkit di loudspeaker bila  $U_A = 12 \text{ V}_{\text{eff}}$  ,  $Z_{LS} = 8 \Omega$  dan penghantar tembaga berpenampang  $0.14 \text{ mm}^2$  panjang 50 m yang digunakan ?

.....  
 .....



.....  
 .....  
 .....  
 .....

### 4.3.2. Kapasitas Penghantar



Diantara penghantar seperti terlihat pada gambar di atas akan terbangkit medan listrik bila diantara keduanya terdapat beda potensial, bentuk penghantar dan letak keduanya menentukan proses garis medan listrik. Prinsip di atas memperlihatkan efek kapasitor, didalam data penghantar (kabel) dicantumkan pula nilai kapasitansi dalam satuan panjang tertentu. Misalnya 100pF/100m atau 235pF/ 100m. Karena nilainya yang cukup kecil dimungkinkan tidak akan berpengaruh pada frekwensi suara.



4.4. Penyesuaian Tegangan Konstan

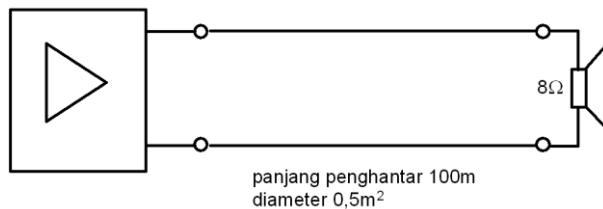
Keuntungan: Dalam teknik penyuaran profesional dalam penguat daya terdapat yang dinamakan keluaran tegangan konstan.

Keluaran tegangan konstan ini memudahkan penyesuaian loudspeaker dengan daya yang berbeda-beda pada pengeluaran penguat dan memungkinkan menyesuaikan pembagian daya penguat dengan karakteristik akustik ruangan.

Hal ini dapat kita persamakan dengan tegangan jala-jala PLN dan loudspeaker sebagai pemakai dengan daya yang berbeda-beda disambungkan pada pengantar catu loud speaker sedang penguat daya sebagai “pembangkitnya”.

Dalam norma disepakati tegangan keluaran sebesar 50 , 70 dan 100 V.

Jumlah impedansi keseluruhan tidak boleh lebih kecil dari tahanan keluaran penguat. Kelebihan lainnya adalah dengan tingginya tegangan kerja maka penghantar dapat dipakai yang lebih kecil dibandingkan pada sistim tegangan rendah, juga berarti kerugian daya pada loudspeaker yang jauh dapat dihindari.



Jika penguat pada Gambar 1 mengeluarkan tegangan  $10V_{ef}$ , maka tegangan pada loudspeaker akan sebesar :

Gambar 1 Peletakan Loudspeaker berjarak 100m

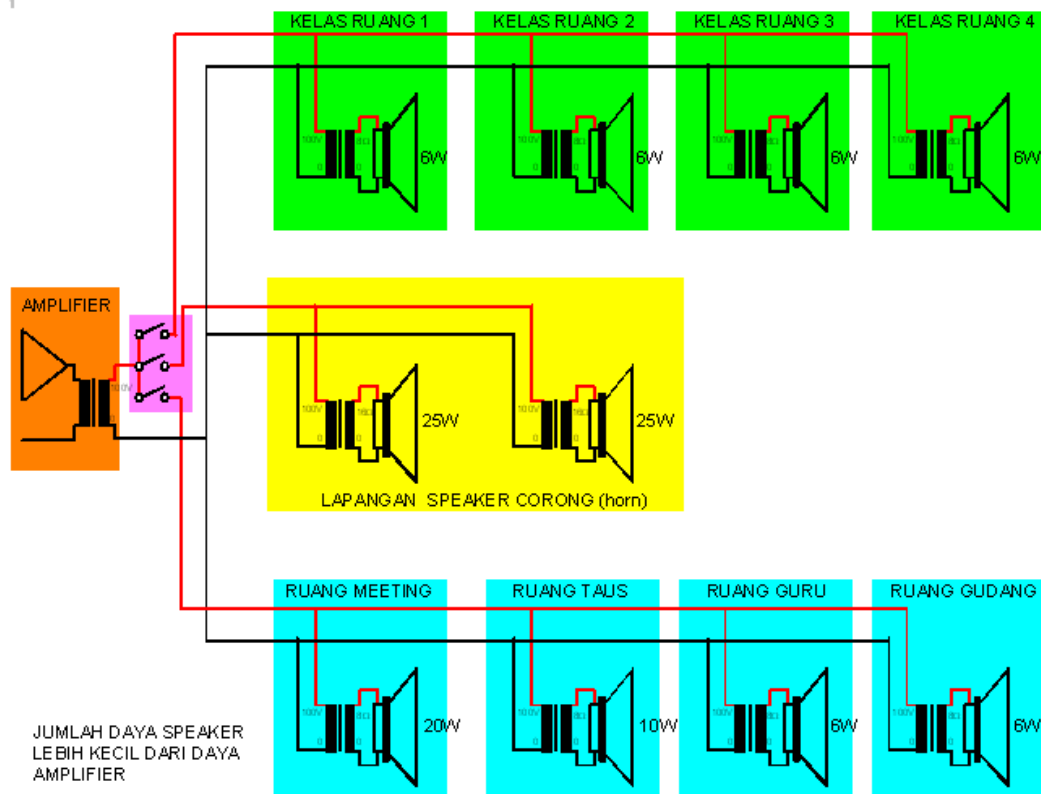
.....

.....

.....

.....

.....



Gambar 2. Contoh pemasangan

#### 4.4.1. Tegangan Konstan 50/70/100V

Tegangan konstan antara 50/70/100, yang 50 akan mempunyai kebaikan berdasarkan keamanan, karena tegangan belum begitu tinggi sehingga aman untuk manusia.

Perbedaan pengambilan daya antara 100V dan 70V berkisar antara 3 dB atau 50%, ini berarti pada perubahan dari tegangan keluaran konstan 100 V ke 70 V dapat dipasang jumlah loudspeaker dua kali lipat dengan daya yang sama (pembagian bunyi dipasang dengan porsi yang lebih kecil). Untuk perubahan dari

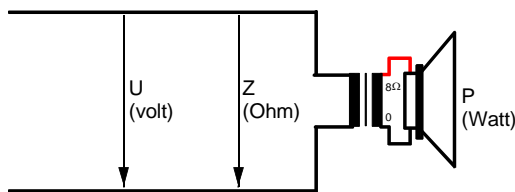


100 V ke 50 V beban loudspeaker akan tereduksi seperempatnya, jadi akan dapat dipasang jumlah loudspeaker empat kali lipat lebih banyak.

Dengan tegangan konstan tegangan tidak tergantung oleh pengambilan daya keluaran sampai seharga keluaranm tegangan nominal penguat.

Dengan pemilihan tegangan konstan terutama 70 V dan 100 V dalam pemasangan perlu memperhatikan aturan-aturan seperti halnya pada pemasangan listrik.

#### 4.4.2 Penyesuaian Loudspeaker pada Keluaran Tegangan Konstan



**ZT-351**

• Impedance (Input Power): Primary: Com, 10W, 15W, 20W, 25W/Secondary: Com, 4Ω, 8Ω or 16Ω • Frequency Response: 100 ~ 6,000Hz

$$Z = u^2/p$$

Z = impedansi primer

U = tegangan konstan

P = daya dalam watt (VA) dimana

U = 50,70 atau 100 V

Gambar 2 Transformator Matching

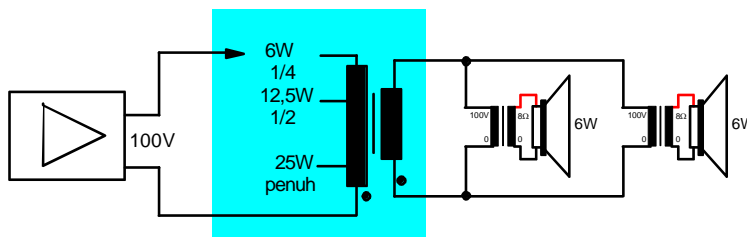
Untuk impedansi sekunder disesuaikan loudspeaker.



Tabel impedansi (dibulatkan) dihitung dengan rumus diatas.

Daya	50V	70V	100V
0,5 W	5 k $\Omega$	10 k $\Omega$	20 k $\Omega$
1 W	2,5 k $\Omega$	5 k $\Omega$	10 k $\Omega$
2 W	1,25 k $\Omega$	2,5 k $\Omega$	5 k $\Omega$
5 W	500 $\Omega$	1000 $\Omega$	2 k $\Omega$
10 W	250 $\Omega$	500 $\Omega$	1000 $\Omega$
50 W	50 $\Omega$	100 $\Omega$	200 $\Omega$
100 W	25 $\Omega$	5 $\Omega$	100 $\Omega$

Untuk transformator yang dapat diubah untuk dapat menyesuaikan dengan akustik ruang sebagai patokan digunakan pada pengaturan maksimumnya.



**ATTENUATOR**



**ZV-064**

- Input Capacity: 6W
- Level Control: 4 step: 0 (OFF), 1, 2, 3
- Dimensions 70 x 120 x 58 mm

**ZV-303**

- Input Capacity: 30W
- Level Control: 4 step: 0 (OFF), 1, 2, 3
- Dimensions 70 x 120 x 58 mm

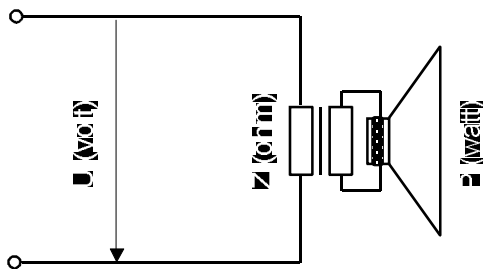
Gambar 3 Attenuator ( Volume Control)



Latihan

1. Mengapa jumlah impedansi keseluruhan beban penguat tidak boleh lebih kecil dari impedansi penguat sendiri ?

2.

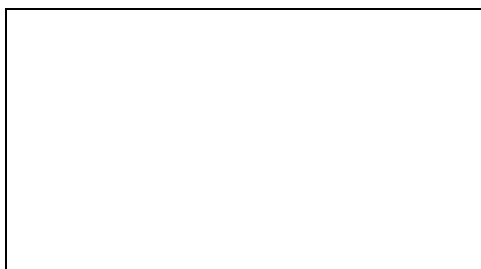


Diketahui seperti gambar ,  $U = 50$  Volt

$P = 5$  Watt

Hitunglah impedansi primer  $Z$  bila dianggap transformator penyesuai ideal (tanpa kerugian).

3.



Diketahui  $U = 70$  Volt

$Z = 500 \Omega$

Berapakah daya speaker, jika transformator penyesuai impedansi ideal ?



**KURIKULUM 2013**  
**SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK)**

# **TEKNOLOGI & REKAYASA**

**Teknik Elektronika**

**SILABUS**  
**PEREKAYASAAN SISTEM AUDIO**  
**KELAS XI**



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN & KEBUDAYAAN**

DIREKTORAT JENDERAL PENINGKATAN MUTU PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
PPPPTK-VEDC BIDANG OTOMOTIF DAN ELEKTRONIKA  
MALANG

## SILABUS

Satuan Pendidikan : SMK  
 Mata Pelajaran : REKAYASAAN SISTEM AUDIO  
 Kelas : XI

**Kompetensi Inti\***

- KI 1: Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
- KI 2: Menghayati dan Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia
- KI 3: Memahami, menerapkan dan menganalisa pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidangkerja yang spesifik untuk memecahkan masalah
- KI 4: Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik dibawah pengawasan langsung

Kompetensi Dasar	Indikator	Materi Pokok	Pembelajaran*	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
3.1. Memahamai gelombang suara dan sistem akustik ruang	3.1.1. Menginterpretasikan elemen gelombang, jenis-jenis dan interaksi gelombang suara. 3.1.2. Menginterpretasikan karakteristik gelombang suara pada berbagai macam media. 3.1.3. Menginterpretasikan level suara dalam satuan decibel (dB). 3.1.4. Merencanakan sistem akustik ruang kecil. 3.1.5. Merencanakan kebutuhan mikrofon pada sistem akustik suara.		Inkuiri dengan pendekatan siklus belajar 5E			
4.1. Mengukur gelombang suara dan dimensi sistem akustik ruang	4.1.1. Mengklasifikasikan elemen gelombang, jenis-jenis dan interaksi gelombang suara. 4.1.2. Mendiagramkan karakteristik gelombang suara pada berbagai macam media. 4.1.3. Mengukur level suara dalam satuan decibel (dB) dan interprestasi data hasil pengukuran. 4.1.4. Mengukur level suarasistem akustik ruang kecil dan interprestasi data hasil pengukuran. 4.1.5. Memilih kebutuhan mikrofon sesuai dengan					

Silabus Rekayasa Sistem Audio1

\* Untuk kolom "Pembelajaran" diisi dengan pendekatan pembelajaran [bisa lebih dari satu]. Misalnya pendekatan kontekstual, portofolio, kolaboratif, belajar aktif, penyelesaian masalah. Setiap pendekatan dilengkapi dengan mengamati, menanya, eksperimen/explore, asosiasi, komunikasi sesuai dengan kebutuhan masing-masing pendekatan.

Kompetensi Dasar	Indikator	Materi Pokok	Pembelajaran*	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
	kebutuhan sistem akustik ruang kecil.					
3.2. Memahami psikoakustik anatomi telinga manusia	3.2.1. Menjelaskan anatomy dan fungsi telinga manusia. 3.2.2. Memahami anatomy dan fungsi telinga manusia. 3.2.3. Memahami ambang batas daerah dengar sensasi telinga manusia. 3.2.4. Menginterpretasikan level suara dalam satuandecibel (dB). 3.2.5. Menginterpretasikan level suara dalam satuandecibel (dB-SPL).					
4.2. Mendimensikan ambang batas daerah dengar telinga manusia	4.2.1. Mencontohkan gambar anatomi telinga untuk menjelaskan psiko-akustik telinga manusia. 4.2.2. Menguji kepekaan telingaterhadap perubahan frekuensi dan amplitudo sumber suara. 4.2.3. Menguji dan mendemontrasikan ambang batas daerah dengar sensasi telinga manusia. 4.2.4. Mengukur level suara dalam satuan decibel (dB) dalam media dan karakteristik lingkungan yang berbeda. 4.2.5. Mengkonversi level suara dalam satuan decibel (dB-SPL) dalam media dan karakteristik lingkungan yang berbeda.					
3.3. Merencana sistem akustik ruang kecil	3.3.1. Mendesain sistem akustik ruang kecil. 3.3.2. Mendeskripsikan difraksi gelombang suara. 3.3.3. Mendeskripsikan refraksi gelombang suara. 3.3.4. Mendeskripsikan difusi gelombang suara. 3.3.5. Mendeskripsikan gema gelombang suara. 3.3.6. Mendeskripsikan empat aspek dasar teknik penyekatan suara. 3.3.7. Mendeskripsikan karakteristik vibrasi suara dalam media udara. 3.3.8. Mendeskripsikan teknik penyekatan atap					

\* Untuk kolom "Pembelajaran" diisi dengan pendekatan pembelajaran [bisa lebih dari satu]. Misalnya pendekatan kontekstual, portofolio, kolaboratif, belajar aktif, penyelesaian masalah. Setiap pendekatan dilengkapi dengan mengamati, menanya, eksperimen/explore, asosiasi, komunikasi sesuai dengan kebutuhan masing-masing pendekatan.

Kompetensi Dasar	Indikator	Materi Pokok	Pembelajaran*	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
	3.3.9. (ceiling isolation) ruang akustik sistem suara. Mendeskripsikan desain penyekatan dinding (wall isolation) ruang akustik sistem suara. 3.3.10. Mendeskripsikan teknik penyekatan lantai ruang akustik sistem suara. 3.3.11. Merencanakan kebutuhan material dan konstruksi lantai ruang akustik sistem suara					
4.3. Merencana sistem akustik suara untuk keperluan ruang kecil	4.3.1. Menentukan dimensi ruang sistem akustik suara. 4.3.2. Melakukan ekperimen gelombang suara difraksi dan interprestasi pengaruh terhadap sistem akustik suara. 4.3.3. Melakukan ekperimen (membuat ilustrasi) gelombang suara refraksi dan interprestasi pengaruh terhadap sistem akustik suara. 4.3.4. Melakukan ekperimen(membuat ilustrasi) gelombang suara difusi dan interprestasi pengaruh terhadap sistem akustik suara. 4.3.5. Melakukan eksperimen(membuat ilustrasi) gelombang suara gema dan interprestasi pengaruh terhadap sistem akustik suara. 4.3.6. Membuat desain dan merencanakan bahanpenyekat suara sistem akustik sesuai dengan kebutuhan. 4.3.7. Mengukurkualitas sistem akustik suara menggunakandB-SPL meter. 4.3.8. Membuat desain dan merencanakankebutuhan bahan sistem penyekat atap (ceiling isolation) ruang akustik sistem suara. 4.3.9. Membuat desain dan merencanakan kebutuhan bahan sistem penyekat dinding (wall isolation) ruang akustik sistem suara. 4.3.10. Membuat desain dan merencanakankebutuhan bahan sistem penyekat lantai ruang akustik sistem suara.					

\* Untuk kolom "Pembelajaran" diisi dengan pendekatan pembelajaran [bisa lebih dari satu]. Misalnya pendekatan kontekstual, portofolio, kolaboratif, belajar aktif, penyelesaian masalah. Setiap pendekatan dilengkapi dengan mengamati, menanya, eksperimen/explore, asosiasi, komunikasi sesuai dengan kebutuhan masing-masing pendekatan.

Kompetensi Dasar	Indikator	Materi Pokok	Pembelajaran*	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
	4.3.11. Menguji kualitas redaman lantai ruang sistem akustik suara					
3.4. Menerapkan instalasi macam-macam tipe mikrofon pada sistem akustik	3.4.1. Menjelaskan terminologi karakteristik mikrofon sistem akustik suara. 3.4.2. Mengklasifikasi mikrofon sistem akustik suara. 3.4.3. Memahami konsep dasar struktur mikrofon berdasarkan tipenya. 3.4.4. Menentukan sensitivitas sebuah mikrofon berdasarkan data teknis. 3.4.5. Menjelaskan prinsip kerja macam-macam tipe mikrofon. 3.4.6. Memahami sistem mikrofon tanpa kabel (wireless microphone) pada sistem akustik suara. 3.4.7. Menginterpretasikan koordinasi frekuensi (frequency coordination) yang digunakan pada sistem mikrofon tanpa kabel. 3.4.8. Memahami kegunaan bodypack transmitters pada sistem mikrofon tanpa kabel. 3.4.9. Menerapkan instalasi macam-macam tipe mikrofon pada sistem akustik					
4.4. Menguji mikrofon pada sistem akustik pada posisi dengan level sumber bunyi yang berbeda-beda	4.4.1. Menguji macam-macam mikrofon dan interpretasi karakteristik mikrofon berdasarkan hasil pengujian 4.4.2. Memilih jenis dan tipe mikrofon sesuai dengan kebutuhan sistem akustik suara. 4.4.3. Memilih dan menempatkan Headset Microphones sistem akustik suara. 4.4.4. Mendimensikan sensitivitas sebuah mikrofon berdasarkan spesifikasi data teknis. 4.4.5. Memilih dan mendimensikan Boundry Microphones sistem akustik suara. 4.4.6. Memasang mikrofon tanpa kabel (wireless microphone) pada sistem akustik suara. 4.4.7. Mengetes frekuensi kerja mikrofon tanpa					

Silabus Rekayasa Sistem Audio4

\* Untuk kolom "Pembelajaran" diisi dengan pendekatan pembelajaran [bisa lebih dari satu]. Misalnya pendekatan kontekstual, portofolio, kolaboratif, belajar aktif, penyelesaian masalah. Setiap pendekatan dilengkapi dengan mengamati, menanya, eksperimen/explore, asosiasi, komunikasi sesuai dengan kebutuhan masing-masing pendekatan.

Kompetensi Dasar	Indikator	Materi Pokok	Pembelajaran*	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
	kabel. 4.4.8. Mengeteskepekaan bodypack transmitters pada sistem mikrofon tanpa kabel. 4.4.9. Menentukan tata letak sistem penerima dan antena (receivers and antennas) sistem mikrofon tanpa kabel					
3.5. Merencana rangkaian penguat depan audio (universal pre-amplifier)	3.5.1. Memahami arsitektur rangkaian penguat depan universal audio (universal pre-amplifier). 3.5.2. Merencanakan rangkaian penguat depan universal audio. 3.5.3. Mendimensikan komponen DC (statis) dan komponen AC (dinamis) penguat depan universal audio 3.5.4. Mendimensikan tanggapan frekuensi rangkaian penguat depan universal audio 3.5.5. Mendeskripsikan faktor cacat dan cakap silang (cross talk) penguat depan universal audio sistem stereo 3.5.6. Mengerti kegunaan penerapan spesifikasi data teknis penguat depan universal pada sistem audio					
4.5. Mengukur rangkaian penguat depan audio (universal pre-amplifier)	4.5.1. Menggambar skema rangkaian penguat depan universal audio (universal pre-amplifier) beserta daftar komponen dan nama komponen. 4.5.2. Mendesain, merakit papan rangkaian tercetak (PRT) penguat depan universal menggunakan perangkat lunak. 4.5.3. Melakukan pengukuran titik kerja DC (statis) dan AC (dinamis) penguat depan universal audio menggunakan perangkat lunak dan interpretasi data hasil pengukuran 4.5.4. Melakukan pengukuran tanggapan frekuensi rangkaian penguat depan universal menggunakan perangkat lunak dan					

\* Untuk kolom "Pembelajaran" diisi dengan pendekatan pembelajaran [bisa lebih dari satu]. Misalnya pendekatan kontekstual, portofolio, kolaboratif, belajar aktif, penyelesaian masalah. Setiap pendekatan dilengkapi dengan mengamati, menanya, eksperimen/explore, asosiasi, komunikasi sesuai dengan kebutuhan masing-masing pendekatan.

Kompetensi Dasar	Indikator	Materi Pokok	Pembelajaran*	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
	<p>4.5.5. Melakukan pengukuran faktor cacat dan cakap silang (cross talk) penguat depan universal audio sistem stereo</p> <p>4.5.6. Menyajikan spesifikasi data teknis penguat depan universal sistem audio</p>					
3.6. Merencana rangkaian pengatur nada (tone control) penguat audio	<p>3.6.1. Memahami arsitektur rangkaian pengatur nada (tone control) penguat audio</p> <p>3.6.2. Merencana rangkaian pengatur nada penguat audio.</p> <p>3.6.3. Mendimensikan komponen DC (statis) dan komponen AC (dinamis) pengatur nada penguat audio</p> <p>3.6.4. Mendimensikan tanggapan frekuensi rangkaian pengatur nada penguat audio</p> <p>3.6.5. Mendeskripsikan faktor cacat dan cakap silang (cross talk) rangkaian pengatur nada penguat audio sistem stereo</p> <p>3.6.6. Mengerti kegunaan dan penerapan spesifikasi data teknis pengatur nada pada penguat audio</p>					
4.6. Mengukur rangkaian pengatur nada (tone control) penguat audio	<p>4.6.1. Menggambar skema rangkaian pengatur nada audio (tone control) beserta daftar komponen dan nama komponen.</p> <p>4.6.2. Mendesain, merakit papan rangkaian tercetak (PRT) pengatur nada audio (tone control) menggunakan perangkat lunak.</p> <p>4.6.3. Melakukan pengukuran titik kerja DC (statis) dan AC (dinamis) rangkaian pengatur nada (tone control) menggunakan perangkat lunak dan interpretasi data hasil pengukuran</p> <p>4.6.4. Melakukan pengukuran tanggapan frekuensi rangkaian pengatur nada (tone control) menggunakan perangkat lunak dan interpretasi data hasil pengukuran</p> <p>4.6.5. Melakukan pengukuran faktor cacat dan</p>					

Silabus Rekayasa Sistem Audio6

\* Untuk kolom "Pembelajaran" diisi dengan pendekatan pembelajaran [bisa lebih dari satu]. Misalnya pendekatan kontekstual, portofolio, kolaboratif, belajar aktif, penyelesaian masalah. Setiap pendekatan dilengkapi dengan mengamati, menanya, eksperimen/explore, asosiasi, komunikasi sesuai dengan kebutuhan masing-masing pendekatan.

Kompetensi Dasar	Indikator	Materi Pokok	Pembelajaran*	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
	<p>cakap silang (cross talk) rangkaian pengatur nada (tone control) sistem stereo</p> <p>4.6.6. Menyajikan spesifikasi data teknis rangkaian pengatur nada (tone control) sistem audio</p>					
3.7. Merencana rangkaian pencampur (mixer) audio	<p>3.7.1. Memahami arsitektur rangkaian pencampur (mixer) penguat audio</p> <p>3.7.2. Merencana rangkaian pencampur (mixer) penguat audio.</p> <p>3.7.3. Mendimensikan komponen DC (statis) dan komponen AC (dinamis) rangkaian pencampur (mixer) penguat audio</p> <p>3.7.4. Mendimensikan tanggapan frekuensi rangkaian pencampur (mixer) penguat audio</p> <p>3.7.5. Mendeskripsikan faktor cacat dan cakap silang (cross talk) rangkaian pencampur (mixer) pada penguat audio sistem stereo.</p> <p>3.7.6. Mengerti kegunaan dan penerapan spesifikasi data teknis penguat pengatur nada pada sistem audio</p>					
4.7. Mengukur rangkaian pencampur (mixer) audio	<p>4.7.1. Menggambar skema rangkaian pencampur audio (audio mixer) beserta daftar komponen dan nama komponen.</p> <p>4.7.2. Mendesain, merakit papan rangkaian tercetak (PRT) rangkaian pencampur audio (audio mixer) menggunakan perangkat lunak.</p> <p>4.7.3. Melakukan pengukuran titik kerja DC (statis) dan AC (dinamis) rangkaian pencampur audio (audio mixer) menggunakan perangkat lunak dan interpretasi data hasil pengukuran</p> <p>4.7.4. Melakukan pengukuran tanggapan frekuensi rangkaian pencampur audio (audio mixer) menggunakan perangkat lunak dan interpretasi data hasil pengukuran</p> <p>4.7.5. Melakukan pengukuran faktor cacat dan</p>					

\* Untuk kolom "Pembelajaran" diisi dengan pendekatan pembelajaran [bisa lebih dari satu]. Misalnya pendekatan kontekstual, portofolio, kolaboratif, belajar aktif, penyelesaian masalah. Setiap pendekatan dilengkapi dengan mengamati, menanya, eksperimen/explore, asosiasi, komunikasi sesuai dengan kebutuhan masing-masing pendekatan.

Kompetensi Dasar	Indikator	Materi Pokok	Pembelajaran*	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
	cakap silang (cross talk) rangkaian pencampur audio (audio mixer) sistem stereo 4.7.6. Menyajikan spesifikasi data teknis rangkaian pencampur audio (audio mixer)					
3.8. Merencana rangkaian penguat daya audio (power amplifier)	3.8.1. Memahami arsitektur, klasifikasi penguat daya audio. 3.8.2. Merencana rangkaian penguat daya audio (power amplifier). 3.8.3. Mendimensikan komponen DC (statis) dan komponen AC (dinamis) rangkain penguat daya audio 3.8.4. Mendimensikan tanggapan frekuensi rangkaian penguat daya audio 3.8.5. Mendeskripsikan faktor cacat dan cakap silang (cross talk) rangkaian penguat daya audio sistem stereo 3.8.6. Mengerti kegunaan dan penerapan spesifikasi data teknis penguat pengatur nada pada sistem audio 3.8.7. Mendimensikan rangkaian proteksi arus lebih penguat daya					
4.8. Mengukur rangkaian penguat daya, VU-meter & protektor	4.8.1. Menggambar skema rangkaian penguat daya audio (audio power amplifier), VU-meter, rangkaian sistem proteksi beserta daftar komponen dan nama komponen. 4.8.2. Mendesain, merakit papan rangkaian tercetak (PRT) penguat daya audio (audio power amplifier), VU-meter, rangkaian sistem proteksi menggunakan perangkat lunak. 4.8.3. Melakukan pengukuran titik kerja DC (statis) dan AC (dinamis) rangkaian penguat daya audio (audio power amplifier), VU-meter, rangkaian sistem proteksi menggunakan perangkat lunak dan interpretasi data hasil					

Silabus Rekayasa Sistem Audio8

\* Untuk kolom "Pembelajaran" diisi dengan pendekatan pembelajaran [bisa lebih dari satu]. Misalnya pendekatan kontekstual, portofolio, kolaboratif, belajar aktif, penyelesaian masalah. Setiap pendekatan dilengkapi dengan mengamati, menanya, eksperimen/explore, asosiasi, komunikasi sesuai dengan kebutuhan masing-masing pendekatan.

Kompetensi Dasar	Indikator	Materi Pokok	Pembelajaran*	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
	<p>pengukuran</p> <p>4.8.4. Melakukan pengukuran tanggapan frekuensi rangkaian penguat daya audio (audio power amplifier), VU-meter, rangkaian sistem proteksi menggunakan perangkat lunak dan interpretasi data hasil pengukuran</p> <p>4.8.5. Melakukan pengukuran faktor cacat dan cakup silang (cross talk) rangkain penguat daya audio (audio power amplifier), VU-meter, rangkaian sistem proteksi sistem stereo</p> <p>4.8.6. Menyajikan spesifikasi data teknis rangkaian penguat daya audio (audio power amplifier), VU-meter, rangkaian sistem proteksi sistem audio</p> <p>4.8.7. Menguji rangkaian proteksi arus lebih penguat daya</p>					
3.9. Merencana rangkaian proteksi loudspeaker, muting, limiter dan indikator sistem audio	<p>3.9.1. Memahami arsitektur rangkaian pengaman loudspeaker sistem penguat audio</p> <p>3.9.2. Merencana rangkaian pengaman loudspeaker sistem audio</p> <p>3.9.3. Menerapkan rangkaian audio muting, limiter dan indikator sinyal pada sistem audio</p>					
4.9. Menguji rangkaian proteksi loudspeaker, muting, limiter dan indikator sistem audio	<p>4.9.1. Menggambar skema rangkaian pengaman loudspeaker sistem penguat audio beserta daftar komponen dan nama komponen.</p> <p>4.9.2. Mendesain, merakit papan rangkaian tercetak (PRT) rangkaian pengaman loudspeaker sistem penguat audio</p> <p>4.9.3. Menguji rangkaian pengaman loudspeaker sistem audio dan interpretasi data hasil pengujian</p> <p>4.9.4. Menguji rangkaian audio muting, limiter dan indikator sinyal pada sistem audio dan interpretasi data hasil pengujian</p>					

## Silabus Rekayasa Sistem Audio9

\* Untuk kolom "Pembelajaran" diisi dengan pendekatan pembelajaran [bisa lebih dari satu]. Misalnya pendekatan kontekstual, portofolio, kolaboratif, belajar aktif, penyelesaian masalah. Setiap pendekatan dilengkapi dengan mengamati, menanya, eksperimen/explore, asosiasi, komunikasi sesuai dengan kebutuhan masing-masing pendekatan.

---

**RENCANA PELAKSANAAN PEMELAJARAN (RPP)**

Sekolah	: SMK NEGERI 2 DEPOK SLEMAN
Mata Pelajaran	: Perencanaan dan Instalasi Sistem Audio
Kelas/Semester	: XI / 1
Alokasi Waktu	: 1 x 4 jam
Paket Keahlian	: Teknik Audio Video
KKM/ KB	: 75

---

**A. KOMPETENSI INTI :**

KI 3: Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingintahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI 4: Mengolah,menalar,dan menyaji dalamranah konkretdan ranah abstrakterkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinyadi sekolah secara mandiri,dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

**B. KOMPETENSI DASAR :**

- 3.1 Memahami gelombang suara dan sistem akustik ruang.
- 4.1 Mengukur gelombang suara dan dimensi sistem akustik ruang.

**C. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI ( IPK )****Indikator KD pada KI Pengetahuan**

- 3.1.1 Menginterpretasikan elemen gelombang, jenis-jenis dan interaksi gelombang suara.
- 3.1.2 Menginterpretasikan karakteristik gelombang suara pada berbagai macam media..
- 3.1.3 Menginterpretasikan level suara dalam satuan decibel (dB).
- 3.1.4 Merencanakan sistem akustik ruang kecil.
- 3.1.5 Merencanakan kebutuhan mikrofon pada sistem akustik suara.

**Indikator KD pada KI Ketrampilan**

- 4.1.1. Mengklasifikasikan elemen gelombang, jenis-jenis dan interaksi gelombang suara.
- 4.1.2. Mendiagramkan karakteristik gelombang suara pada berbagai macam media.
- 4.1.3. Mengukur level suara dalam satuan decibel (dB) dan interpretasi data hasil pengukuran.
- 4.1.4. Mengukur level suarasistem akustik ruang kecil dan interpretasi data hasil pengukuran.
- 4.1.5. Memilih kebutuhan mikrofon sesuai dengan kebutuhan sistem akustik ruang kecil.

**D. TUJUAN PEMBELAJARAN**

Dengan kegiatan diskusi dalam pembelajaran gelombang suara dan sistem akustik ruang ini diharapkan siswa terlibat aktif dalam kegiatan pembelajaran dan disiplin dalam menyampaikan pendapat, menjawab pertanyaan, memberi saran dan kritik, serta:

- 1. Siswa mampu menginterpretasikan elemen gelombang, jenis-jenis dan interaksi gelombang suara.
- 2. Siswa mampu menginterpretasikan karakteristik gelombang suara pada berbagai macam media.
- 3. Siswa mampu menginterpretasikan level suara dalam satuan decibel (dB).
- 4. Siswa mampu merencanakan sistem akustik ruang kecil.
- 5. Siswa merencanakan kebutuhan mikrofon pada sistem akustik suara.

**E. MATERI PEMBELAJARAN**

Terlampir. (Modul Perencanaan Sistem Audio hal 1-13)

**F. PENDEKATAN, MODEL dan METODE****1. Pendekatan**

- a. *Scientific, kolaboratif*
-

**2. Model**

- a. *Discovery learning*

**3. Metode**

- a. Diskusi
- b. Presentasi
- c. Tugas

**G. KEGIATAN PEMBELAJARAN****1. Pertemuan 1**

<b>1. Kegiatan Awal</b>	<b>1. Orientasi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa menuliskan jam kehadiran pada lembar presensi yang telah disediakan.</li> <li>• Guru menyiapkan siswa.</li> <li>• Guru mengucapkan salam, meminta salah satu siswa memimpin doa sebelum mengawali pembelajaran.</li> <li>• Guru melakukan presensi siswa.</li> <li>• Guru dan siswa memastikan alat dan bahan yang dibutuhkan telah tersedia dan siap digunakan.</li> </ul> <b>2. Apersepsi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru bertanya tentang : gelombang suara, jenis gelombang suara, akustik, microfon, dan sistem akustik</li> </ul> <b>3. Motivasi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari materi gelombang suara dan sistem akustik ruang.</li> <li>• Memberikan gambaran tentang pekerjaan yang relevan dengan materi gelombang suara dan sistem akustik ruang.</li> </ul>	<b>20 menit</b>
<b>2. Kegiatan Inti</b>	<b>1. Mengamati</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menyampaikan target atau hasil yang harus dicapai siswa setelah siswa membaca modul (mengkondisikan siswa untuk serius membaca modul, dan memahami materi).</li> <li>• Siswa membaca modul belajar siswa</li> <li>• Guru mengamati proses belajar siswa dan melakukan observasi.</li> </ul> <b>2. Menanyai</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru mendampingi siswa berdiskusi tentang hasil membaca modul siswa.</li> <li>• Siswa berdiskusi (tanya jawab) tentang materi yang telah dipahami maupun yang belum dipahami, topik: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Gelombang suara dan jenisnya</li> <li>○ Karakteristik gelombang suara.</li> <li>○ Sistem akustik ruang kecil.</li> </ul> </li> <li>• Guru mengamati proses belajar siswa dan melakukan observasi.</li> </ul> <b>3. Mengeksplorasi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa menajamkan pemahaman materi dengan mencari sumber belajar lain di internet.</li> <li>• Siswa mencatat langkah-langkah mencari sumber belajar lain di internet, daftar situs yang ditemukan, materi</li> </ul>	<b>105 menit</b>

	<p>yang didapatkan (form disediakan oleh guru).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa mencari dan menjelaskan karakteristik gelombang suara.</li> <li>• Siswa mencari dan menjelaskan sistem akustik ruang dan kebutuhan microfonnya.</li> </ul> <p><b>4. Mengasosiasi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa mendeskripsikan karakteristik gelombang suara secara sederhana.</li> <li>• Siswa mendeskripsikan sistem akustik ruang sederhana.</li> </ul> <p><b>5. Mengkomunikasi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa mempresentasikan hasil belajar yang telah dilakukan : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Jenis gelombang suara</li> <li>○ Karakteristik gelombang suara</li> <li>○ Sistem akustik ruang</li> </ul> </li> <li>• Guru mendampingi dan memberikan penguatan, melakukan observasi.</li> </ul>	
<b>3. Kegiatan Penutup</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru memberikan review singkat dari materi yang telah dipelajari.</li> <li>2. Guru dan siswa bersama-sama menyimpulkan materi yang telah dipelajari.</li> <li>3. Guru menyampaikan kisi-kisi materi selanjutnya.</li> <li>4. Salam penutup.</li> </ol>	<b>15 menit</b>

**D. PENILAIAN PEMBELAJARAN, REMEDIAL dan PENGAYAAN****1. Instrumen dan Teknik Penilaian****Instrumen Penilaian**

Tes Tertulis

Soal:

1. Jelaskan karakteristik gelombang suara!
2. Jelaskan macam-macam interaksi gelombang suara dengan berbagai media!
3. Sebutkan dan jelaskan formasi akustik ruangan!

**Teknik Penilaian**

Teknik penilaian menggunakan metode pengamatan, tes, dan portofolio.

<b>Penskoran Jawaban dan Pengolahan Nilai</b>			
1. Nilai 1 : jika jawaban sesuai kunci jawaban			
2. Nilai 0 : jika jawaban tidak ada			
<b>Contoh Pengolahan Nilai</b>			
IPK	No Soal	Skor Penilaian 1	Nilai Essay
1.	1	21	Nilai perolehan KD pengetahuan : jumlah dari nilai IPK = $21/21 \times 100$ = <b>100</b>
2.			
Jumlah		21	
Total Nilai = Nilai Soal Essay = <b>100</b>			

**1. Pembelajaran Remedial dan Pengayaan**

Terlampir

**E. MEDIA, ALAT, BAHAN DAN SUMBER BELAJAR**

**Media**

1. Papan tulis
2. Buku ajar
3. Viewer

**Alat**

1. Spidol
2. Proyektor

**Bahan**

1. Modul Perencanaan Sistem Audio

**Sumber Belajar**

1. Jobsheet
2. Buku, internet, dan lainnya

Depok, 22 Juli 2016

Mengetahui,  
Guru Pembimbing

Mahasiswa PPL

Dra. Endang Setyowulan  
NIP 19580625 198203 2 001

Nuzul Fauzan Mustova  
NIM 13502241034

---

**RENCANA PELAKSANAAN PEMELAJARAN (RPP)**

Sekolah	: SMK NEGERI 2 DEPOK SLEMAN
Mata Pelajaran	: Perencanaan dan Instalasi Sistem Audio
Kelas/Semester	: XI / 11
Alokasi Waktu	: 1 x 4 jam
Paket Keahlian	: Teknik Audio Video
KKM/ KB	: 75

---

**A. KOMPETENSI INTI :**

KI 3: Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingintahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI 4: Mengolah,menalar,dan menyaji dalamranah konkretdan ranah abstrakterkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinyadi sekolah secara mandiri,dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

**B. KOMPETENSI DASAR :**

- 3.2 Memahami psikoakustik anatomi telinga manusia.
- 4.2 Mendimensikan ambang batas daerah dengar telinga manusia.

**C. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI ( IPK )****Indikator KD pada KI Pengetahuan**

- 3.2.1 Menjelaskan anatomy dan fungsi telinga manusia.
- 3.2.2 Memahami anatomy dan fungsi telinga manusia.
- 3.2.3 Memahami ambang batas daerah dengar sensasi telinga manusia.
- 3.2.4 Menginterpretasikan level suara dalam satuandecibel (dB).
- 3.2.5 Menginterpretasikan level suara dalam satuandecibel (dB-SPL).

**Indikator KD pada KI Ketrampilan**

- 4.2.1. Mencontohkan gambar anatomi telinga untuk menjelaskan psiko-akustik telinga manusia.
- 4.2.2. Menguji kepekaan telingaterhadap perubahan frekuensi dan amplitudo sumber suara.
- 4.2.3. Menguji dan mendemonstrasikan ambang batas daerah dengar sensasi telinga manusia.
- 4.2.4. Mengukur level suara dalam satuan decibel (dB) dalam media dan karakteristik lingkungan yang berbeda.
- 4.2.5. Mengkonversi level suara dalam satuan decibel (dB-SPL) dalam media dan karakteristik lingkungan yang berbeda.

**D. TUJUAN PEMBELAJARAN**

Dengan kegiatan diskusi dalam pembelajaran psikoakustik anatomi telinga manusia ini diharapkan siswa terlibat aktif dalam kegiatan pembelajaran dan disiplin dalam menyampaikan pendapat, menjawab pertanyaan, memberi saran dan kritik, serta:

1. Siswa mampu menjelaskan anatomy dan fungsi telinga manusia
  2. Siswa mampu memahami anatomy dan fungsi telinga manusia.
  3. Siswa mampu memahami ambang batas daerah dengar sensasi telinga manusia.
  4. Siswa mampu menginterpretasikan level suara dalam satuandecibel (dB).
  5. Siswa menginterpretasikan level suara dalam satuandecibel (dB-SPL).
-

**E. MATERI PEMBELAJARAN**

Terlampir. (Modul Perencanaan Sistem Audio hal 15-24)

**F. PENDEKATAN, MODEL dan METODE****1. Pendekatan**

- a. *Scientific, kolaboratif*

**2. Model**

- a. *Discovery learning*

**3. Metode**

- a. Diskusi  
b. Presentasi  
c. Tugas

**G. KEGIATAN PEMBELAJARAN****1. Pertemuan 1**

<b>1. Kegiatan Awal</b>	<b>1. Orientasi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa menuliskan jam kehadiran pada lembar presensi yang telah disediakan.</li> <li>• Guru menyiapkan siswa.</li> <li>• Guru mengucapkan salam, meminta salah satu siswa memimpin doa sebelum mengawali pembelajaran.</li> <li>• Guru melakukan presensi siswa.</li> <li>• Guru dan siswa memastikan alat dan bahan yang dibutuhkan telah tersedia dan siap digunakan.</li> </ul> <b>2. Apersepsi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru bertanya tentang : anatomy, fungsi, ambang batas dengar telinga dan level suara(dB)</li> </ul> <b>3. Motivasi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari materi anatomy telinga manusia.</li> <li>• Memberikan gambaran tentang pekerjaan yang relevan dengan materi anatomy telinga manusia.</li> </ul>	<b>20 menit</b>
<b>2. Kegiatan Inti</b>	<b>1. Mengamati</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menyampaikan target atau hasil yang harus dicapai siswa setelah siswa membaca modul (mengkondisikan siswa untuk serius membaca modul, dan memahami materi).</li> <li>• Siswa membaca modul belajar siswa</li> <li>• Guru mengamati proses belajar siswa dan melakukan observasi.</li> </ul> <b>2. Menanyai</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru mendampingi siswa berdiskusi tentang hasil membaca modul siswa.</li> <li>• Siswa berdiskusi (tanya jawab) tentang materi yang telah dipahami maupun yang belum dipahami, topik:</li> </ul>	<b>105 menit</b>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Anatomy dan fungsi telinga manusia</li> <li>○ Ambang batas daerah dengar sensasi dan hambatan dengar telinga manusia.</li> <li>○ Level suara(dB).</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Guru mengamati proses belajar siswa dan melakukan observasi.</li> </ul> <p><b>3. Mengeksplorasi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Siswa menajamkan pemahaman materi dengan mencari sumber belajar lain di internet.</li> <li>● Siswa mencatat langkah-langkah mencari sumber belajar lain di internet, daftar situs yang ditemukan, materi yang didapatkan (form disediakan oleh guru).</li> <li>● Siswa mencari dan menjelaskan anatomy dan fungsi telinga manusia.</li> <li>● Siswa mencari dan menjelaskan ambang batas daerah dengar dan hambatan dengar</li> <li>● Siswa mencari dan menjelaskan tentang level suara.</li> </ul> <p><b>4. Mengasosiasi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Siswa mendeskripsikan karaktersistik gelombang suara secara sederhana.</li> <li>● Siswa mendeskripsikan sistem akustik ruang sederhana.</li> </ul> <p><b>5. Mengkomunikasi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Siswa mempresentasikan hasil belajar yang telah dilakukan : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Anatomy dan fungsi telinga manusia</li> <li>○ Ambang batas daerah dengar sensasi dan hambatan dengar telinga manusia</li> <li>○ Level suara(dB)</li> </ul> </li> <li>● Guru mendampingi dan memberikan penguatan, melakukan observasi.</li> </ul>	
<p><b>3. Kegiatan Penutup</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru memberikan review singkat dari materi yang telah dipelajari.</li> <li>2. Guru dan siswa bersama-sama menyimpulkan materi yang telah dipelajari.</li> <li>3. Guru menyampaikan kisi-kisi materi selanjutnya.</li> <li>4. Salam penutup.</li> </ol>	<p><b>15 menit</b></p>

#### D. PENILAIAN PEMBELAJARAN, REMIDIAL dan PENGAYAAN

##### 1. Instrumen dan Teknik Penilaian

###### Instrumen Penilaian

Tes Tertulis

Soal:

1. Sebutkan atas suara yang dapat didengar manusia!
2. Sebutkan sebab-sebab mengapa kemampuan pendengaran manusia dapat menurun!
3. Sebutkan dan jelaskan 3 level frekuensi pada sistem audio!

4. Jelaskan pendapat anda untuk membuat suara yang didengar bisa menjadi lebih nyaring untuk didengar!

### Teknik Penilaian

Teknik penilaian menggunakan metode pengamatan, tes, dan portofolio.

Penskoran Jawaban dan Pengolahan Nilai			
1. Nilai 1 : jika jawaban sesuai kunci jawaban			
2. Nilai 0 : jika jawaban tidak ada			
Contoh Pengolahan Nilai			
IPK	No Soal	Skor Penilaian 1	Nilai Essay
1.	1	21	Nilai perolehan KD pengetahuan : jumlah dari nilai IPK = $21/21 * 100$ = <b>100</b>
2.			
Jumlah		21	
Total Nilai = Nilai Soal Essay = <b>100</b>			

### 1. Pembelajaran Remedial dan Pengayaan

Terlampir

## E. MEDIA, ALAT, BAHAN DAN SUMBER BELAJAR

### Media

1. Papan tulis
2. Buku ajar
3. Viewer

### Alat

1. Spidol
2. Proyektor

### Bahan

1. Modul Perekayasaan Sistem Audio

### Sumber Belajar

1. Jobsheet
2. Buku, internet, dan lainnya

Depok, 22 Juli 2016

Mengetahui,  
Guru Pembimbing

Mahasiswa PPL

Dra. Endang Setyowulan  
NIP 19580625 198203 2 001

Nuzul Fauzan Mustova  
NIM 13502241034

---

## RENCANA PELAKSANAAN PEMELAJARAN (RPP)

Sekolah	: SMK NEGERI 2 DEPOK SLEMAN
Mata Pelajaran	: Perencanaan dan Instalasi Sistem Audio
Kelas/Semester	: XI / 11
Alokasi Waktu	: 1 x 4 jam
Paket Keahlian	: Teknik Audio Video
KKM/ KB	: 75

---

### A. KOMPETENSI INTI :

KI 3: Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingintahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI 4: Mengolah,menalar,dan menyaji dalamranah konkretdan ranah abstrakterkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinyadi sekolah secara mandiri,dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

### B. KOMPETENSI DASAR :

- 3.3 Merencana sistem akustik ruang kecil.
- 4.3 Merencana sistem akustik suara untuk keperluan ruang kecil.

### C. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI ( IPK )

#### Indikator KD pada KI Pengetahuan

- 3.3.1 Mendesain sistem akustik ruang kecil.
- 3.3.2 Mendeskripsikan difraksi gelombang suara.
- 3.3.3 Mendeskripsikan refraksi gelombang suara..
- 3.3.4 Mendeskripsikan difusi gelombang suara.
- 3.3.5 Mendeskripsikan gema gelombang suara.
- 3.3.6 Mendeskripsikan empat aspek dasar teknik penyekatan suara
- 3.3.7 Mendeskripsikan karakteristik vibrasi suara dalam media udara.
- 3.3.8 Mendeskripsikan teknik penyekatan atap (ceiling isolation) ruang akustik sistem suara
- 3.3.9 Mendeskripsikan desain penyekatan dinding (wall isolation) ruang akustik sistem suara
- 3.3.10 Mendeskripsikan teknik penyekatan lantai ruang akustik sistem suara
- 3.3.11 Merencanakan kebutuhan material dan konstruksi lantai ruang akustik sistem suara

#### Indikator KD pada KI Ketrampilan

- 4.3.1. Menentukan dimensi ruang sistem akustik suara.
  - 4.3.2. Melakukan ekperimen gelombang suara difraksi dan interprestasi pengaruh terhadap sistem akustik suara.
  - 4.3.3. Melakukan ekperimen (membuat ilustrasi) gelombang suara refraksi dan interprestasi pengaruh terhadap sistem akustik suara.
  - 4.3.4. Melakukan ekperimen(membuat ilustrasi) gelombang suara difusi dan interprestasi pengaruh terhadap sistem akustik suara.
  - 4.3.5. Melakukan eksperimen(membuat ilustrasi) gelombang suara gema dan interprestasi pengaruh terhadap sistem akustik suara.
  - 4.3.6. Membuat desain dan merencanakan bahanpenyekat suara sistem akustik sesuai dengan kebutuhan.
  - 4.3.7. Mengukurkualitas sistem akustik suara menggunakandB-SPL meter.
  - 4.3.8. Membuat desain dan merencanakankebutuhan bahan sistem penyekat atap (ceiling isolation) ruang akustik sistem suara
  - 4.3.9. Membuat desain dan merencanakan kebutuhan bahan sistem penyekat dinding (wall isolation) ruang akustik sistem suara
  - 4.3.10. Membuat desain dan merencanakankebutuhan bahan sistem penyekat lantai ruang akustik sistem suara
  - 4.3.11. Menguji kualitas redaman lantai ruang sistem akustik suara
-

**D. TUJUAN PEMBELAJARAN**

Dengan kegiatan diskusi dalam pembelajaran akustik ruang kecil ini diharapkan siswa terlibat aktif dalam kegiatan pembelajaran dan disiplin dalam menyampaikan pendapat, menjawab pertanyaan, memberi saran dan kritik, serta:

1. Siswa mampu mendesain sistem akustik ruang kecil
2. Siswa mampu mendiskripsikan difraksi gelombang suara
3. Siswa mampu mendiskripsikan refraksi gelombang suara
4. Siswa mampu mendiskripsikan difusi gelombang suara
5. Siswa mampu mendiskripsikan gema gelombang suara
6. Siswa mampu mendiskripsikan empat aspek dasar teknik penyekatan suara
7. Siswa mampu mendiskripsikan karakteristik vibrasi suara dalam media udara
8. Siswa mampu mendiskripsikan teknik penyekatan atap(ceiling isolation)ruang akustik sistem suara
9. Siswa mampu mendiskripsikan desain penyekatan dinding (wall isolation) ruang akustik sistem suara
10. Siswa mampu mendiskripsikan teknik penyekatan lantai ruang akustik sistem suara
11. Siswa mampu merencanakan kebutuhan material dan konstruksi lantai ruang akustik sistem suara.

**E. MATERI PEMBELAJARAN**

Terlampir.

**F. PENDEKATAN, MODEL dan METODE**

1. Pendekatan
  - a. *Scientific, kolaboratif*
2. Model
  - a. *Discovery learning*
3. Metode
  - a. Diskusi
  - b. Presentasi
  - c. Tugas

**G. KEGIATAN PEMBELAJARAN****1. Pertemuan 1**

<b>1. Kegiatan Awal</b>	<b>1. Orientasi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa menuliskan jam kehadiran pada lembar presensi yang telah disediakan.</li> <li>• Guru menyiapkan siswa.</li> <li>• Guru mengucapkan salam, meminta salah satu siswa memimpin doa sebelum mengawali pembelajaran.</li> <li>• Guru melakukan presensi siswa.</li> <li>• Guru dan siswa memastikan alat dan bahan yang dibutuhkan telah tersedia dan siap digunakan.</li> </ul> <b>2. Apersepsi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru bertanya tentang : sistem akustik di ruang konser maupun aula, penataan sound, dan efeknya.</li> </ul> <b>3. Motivasi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari materi akustik suara untuk ruang kecil.</li> <li>• Memberikan gambaran tentang pekerjaan yang relevan dengan materi akustik suara untuk ruang kecil.</li> </ul>	<b>20 menit</b>
<b>2. Kegiatan Inti</b>	<b>1. Mengamati</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menyampaikan target atau hasil yang harus dicapai siswa setelah siswa membaca modul (mengkondisikan siswa untuk serius membaca modul, dan memahami materi).</li> </ul>	<b>105 menit</b>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa membaca modul belajar siswa</li> <li>• Guru mengamati proses belajar siswa dan melakukan observasi.</li> </ul> <p><b>2. Menanyai</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru mendampingi siswa berdiskusi tentang hasil membaca modul siswa.</li> <li>• Siswa berdiskusi (tanya jawab) tentang materi yang telah dipahami maupun yang belum dipahami, topik: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Desain sistem akustik ruang kecil</li> <li>○ Difraksi, refraksi, difusi, dan gema gelombang suara.</li> <li>○ Teknik-teknik penyekatan.</li> </ul> </li> <li>• Guru mengamati proses belajar siswa dan melakukan observasi.</li> </ul> <p><b>3. Mengeksplorasi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa menajamkan pemahaman materi dengan mencari sumber belajar lain di internet.</li> <li>• Siswa mencatat langkah-langkah mencari sumber belajar lain di internet, daftar situs yang ditemukan, materi yang didapatkan (form disediakan oleh guru).</li> <li>• Siswa mencari dan menjelaskan difraksi, refraksi, difusi, dan gema gelombang suara.</li> <li>• Siswa mencari dan menjelaskan tentang desain sistem akustik ruang.</li> </ul> <p><b>4. Mengasosiasi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa mendeskripsikan karaktersistik gelombang suara secara sederhana.</li> <li>• Siswa mendeskripsikan sistem akustik ruang sederhana.</li> </ul> <p><b>5. Mengkomunikasi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa mempresentasikan hasil belajar yang telah dilakukan : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Desain sistem akustik ruang kecil</li> <li>○ Difraksi, refraksi, difusi, dan gema gelombang suara.</li> <li>○ Teknik-teknik penyekatan.</li> </ul> </li> <li>• Guru mendampingi dan memberikan penguatan, melakukan observasi.</li> </ul>	
<p><b>3. Kegiatan Penutup</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru memberikan review singkat dari materi yang telah dipelajari.</li> <li>2. Guru dan siswa bersama-sama menyimpulkan materi yang telah dipelajari.</li> <li>3. Guru menyampaikan kisi-kisi materi selanjutnya.</li> <li>4. Salam penutup.</li> </ol>	<p><b>15 menit</b></p>

#### D. PENILAIAN PEMBELAJARAN, REMIDIAL dan PENGAYAAN

##### 1. Instrumen dan Teknik Penilaian

###### Instrumen Penilaian

Tes Tertulis

Soal:

1. Jelaskan pengertian difraksi gelombang suara!
2. Sebutkan dan jelaskan empat aspek dasar teknik penyekatan suara!
3. Jelaskan elemen-elemen sistem akustik dan berikan contohnya:
  - a. Elemen penyerap
  - b. Elemen pemantul

## c. Elemen penyebar

**Teknik Penilaian**

Teknik penilaian menggunakan metode pengamatan, tes, dan portofolio.

<b>Penskoran Jawaban dan Pengolahan Nilai</b>			
1. Nilai 1 : jika jawaban sesuai kunci jawaban			
2. Nilai 0 : jika jawaban tidak ada			
<b>Contoh Pengolahan Nilai</b>			
IPK	No Soal	Skor Penilaian 1	Nilai Essay
1.	1	21	Nilai perolehan KD pengetahuan : jumlah dari nilai IPK = $21/21 * 100$ = <b>100</b>
2.			
Jumlah		21	
Total Nilai = Nilai Soal Essay = <b>100</b>			

**1. Pembelajaran Remedial dan Pengayaan**  
Terlampir

**E. MEDIA, ALAT, BAHAN DAN SUMBER BELAJAR****Media**

1. Papan tulis
2. Buku ajar
3. Viewer

**Alat**

1. Spidol
2. Proyektor

**Bahan**

1. Modul Perencanaan Sistem Audio

**Sumber Belajar**

1. Jobsheet
2. Buku, internet, dan lainnya

Depok, 22 Juli 2016

Mengetahui,  
Guru Pembimbing

Mahasiswa PPL

Dra. Endang Setyowulan  
NIP 19580625 198203 2 001

Nuzul Fauzan Mustova  
NIM 13502241034

---

## RENCANA PELAKSANAAN PEMELAJARAN (RPP)

Sekolah	: SMK NEGERI 2 DEPOK SLEMAN
Mata Pelajaran	: Perencanaan dan Instalasi Sistem Audio
Kelas/Semester	: XI / 11
Alokasi Waktu	: 1 x 4 jam
Paket Keahlian	: Teknik Audio Video
KKM/ KB	: 75

---

### A. KOMPETENSI INTI :

KI 3: Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingintahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI 4: Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

### B. KOMPETENSI DASAR :

- 3.4 Menerapkan instalasi macam-macam tipe mikrofon pada sistem akustik.
- 4.4 Menguji mikrofon pada sistem akustik pada posisi dengan level sumber bunyi yang berbeda-beda.

### C. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI ( IPK )

#### Indikator KD pada KI Pengetahuan

- 3.4.1. Menjelaskan terminologi karakteristik mikrofon sistem akustik suara.
- 3.4.2. Mengklasifikasi mikrofon sistem akustik suara.
- 3.4.3. Memahami konsep dasar struktur mikrofon berdasarkan tipenya.
- 3.4.4. Menentukan sensitivitas sebuah mikrofon berdasarkan data teknis.
- 3.4.5. Menjelaskan prinsip kerja macam-macam tipe mikrofon.
- 3.4.6. Memahami sistem mikrofon tanpa kabel (wireless microphone) pada sistem akustik suara.
- 3.4.7. Menginterpretasikan koordinasi frekuensi (frequency coordination) yang digunakan pada sistem mikrofon tanpa kabel.
- 3.4.8. Memahami kegunaan bodypack transmitters pada sistem mikrofon tanpa kabel.
- 3.4.9. Menerapkan instalasi macam-macam tipe mikrofon pada sistem akustik

#### Indikator KD pada KI Keterampilan

- 4.4.1. Menguji macam-macam mikrofon dan interpretasi karakteristik mikrofon berdasarkan hasil pengujian
- 4.4.2. Memilih jenis dan tipe mikrofon sesuai dengan kebutuhan sistem akustik suara.
- 4.4.3. Memilih dan menempatkan Headset Microphones sistem akustik suara.
- 4.4.4. Mendimensikan sensitivitas sebuah mikrofon berdasarkan spesifikasi data teknis.
- 4.4.5. Memilih dan mendimensikan Boundary Microphones sistem akustik suara.
- 4.4.6. Memasang mikrofon tanpa kabel (wireless microphone) pada sistem akustik suara.
- 4.4.7. Mengetes frekuensi kerja mikrofon tanpa kabel.
- 4.4.8. Mengetes kepekaan bodypack transmitters pada sistem mikrofon tanpa kabel.
- 4.4.9. Menentukan tata letak sistem penerima dan antena (receivers and antennas) sistem mikrofon tanpa kabel

### D. TUJUAN PEMBELAJARAN

Dengan kegiatan diskusi dalam pembelajaran instalasi macam-macam tipe mikrofon pada sistem akustik ini diharapkan siswa terlibat aktif dalam kegiatan pembelajaran dan disiplin dalam menyampaikan pendapat, menjawab pertanyaan, memberi saran dan kritik, serta:

1. Siswa mampu menjelaskan terminologi karakteristik mikrofon sistem akustik suara.
-

2. Siswa mampu mengklasifikasi mikrofon sistem akustik suara.
3. Siswa mampu memahami konsep dasar struktur mikrofon berdasarkan tipenya.
4. Siswa mampu menentukan sensitivitas sebuah mikrofon berdasarkan data teknis.
5. Siswa mampu menjelaskan prinsip kerja macam-macam tipe mikrofon.
6. Siswa mampu memahami sistem mikrofon tanpa kabel (wireless microphone) pada sistem akustik suara.
7. Siswa mampu menginterpretasikan koordinasi frekuensi (frequency coordination) yang digunakan pada sistem mikrofon tanpa kabel.
8. Siswa mampu memahami kegunaan bodypack transmitters pada sistem mikrofon tanpa kabel.
9. Siswa mampu menerapkan instalasi macam-macam tipe mikrofon pada sistem akustik

## E. MATERI PEMBELAJARAN

Terlampir. (Modul Perencanaan Sistem Audio hal 29-43)

## F. PENDEKATAN, MODEL dan METODE

1. Pendekatan
  - a. *Scientific, kolaboratif*
2. Model
  - a. *Discovery learning*
3. Metode
  - a. Diskusi
  - b. Presentasi
  - c. Tugas

## G. KEGIATAN PEMBELAJARAN

### 1. Pertemuan 1

<p><b>1. Kegiatan Awal</b></p>	<p><b>1. Orientasi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa menuliskan jam kehadiran pada lembar presensi yang telah disediakan.</li> <li>• Guru menyiapkan siswa.</li> <li>• Guru mengucapkan salam, meminta salah satu siswa memimpin doa sebelum mengawali pembelajaran.</li> <li>• Guru melakukan presensi siswa.</li> <li>• Guru dan siswa memastikan alat dan bahan yang dibutuhkan telah tersedia dan siap digunakan.</li> </ul> <p><b>2. Apersepsi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru bertanya tentang : penggunaan mikrofon, konsep dasar dari mikrofon, dan cara kerja dari mikrofon.</li> </ul> <p><b>3. Motivasi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari materi macam-macam mikrofon pada sistem akustik.</li> <li>• Memberikan gambaran tentang pekerjaan yang relevan dengan materi macam mikrofon pada sistem akustik.</li> </ul>	<p><b>20 menit</b></p>
<p><b>2. Kegiatan Inti</b></p>	<p><b>1. Mengamati</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menyampaikan target atau hasil yang harus dicapai siswa setelah siswa membaca modul (mengkondisikan siswa untuk serius membaca modul, dan memahami materi).</li> <li>• Siswa membaca modul belajar siswa</li> <li>• Guru mengamati proses belajar siswa dan melakukan observasi.</li> </ul> <p><b>2. Menanyai</b></p>	<p><b>105 menit</b></p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru mendampingi siswa berdiskusi tentang hasil membaca modul siswa.</li> <li>• Siswa berdiskusi (tanya jawab) tentang materi yang telah dipahami maupun yang belum dipahami, topik: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Karakteristik mikrofon sistem akustik</li> <li>○ Konsep dasar mikrofon.</li> <li>○ Macam-macam mikrofon pada sistem akustik.</li> </ul> </li> <li>• Guru mengamati proses belajar siswa dan melakukan observasi.</li> </ul> <p><b>3. Mengeksplorasi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa menajamkan pemahaman materi dengan mencari sumber belajar lain di internet.</li> <li>• Siswa mencatat langkah-langkah mencari sumber belajar lain di internet, daftar situs yang ditemukan, materi yang didapatkan (form disediakan oleh guru).</li> <li>• Siswa mencari dan menjelaskan karakteristik dan cara kerja mikrofon</li> <li>• Siswa mencari dan menjelaskan tentang macam-macam mikrofon</li> </ul> <p><b>4. Mengasosiasi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa mendeskripsikan karaktersistik mikrofon.</li> <li>• Siswa mendeskripsikan macam dan cara kerja mikrofon.</li> </ul> <p><b>5. Mengkomunikasi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa mempresentasikan hasil belajar yang telah dilakukan : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Karakteristik dan cara kerja mikrofon</li> <li>○ Macam-macam mikrofon.</li> <li>○ Instalasi macam-macam mikrofon ada sistem akustik.</li> </ul> </li> <li>• Guru mendampingi dan memberikan penguatan, melakukan observasi.</li> </ul>	
<p><b>3. Kegiatan Penutup</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru memberikan review singkat dari materi yang telah dipelajari.</li> <li>2. Guru dan siswa bersama-sama menyimpulkan materi yang telah dipelajari.</li> <li>3. Guru menyampaikan kisi-kisi materi selanjutnya.</li> <li>4. Salam penutup.</li> </ol>	<p><b>15 menit</b></p>

#### D. PENILAIAN PEMBELAJARAN, REMIDIAL dan PENGAYAAN

##### 1. Instrumen dan Teknik Penilaian

###### Instrumen Penilaian

Tes Tertulis

Soal:

1. Jelaskan karakteristik mikrofon!
2. Sebutkan dan jelaskan macam-macam mikrofon pada sistem akustik!
3. Jelaskan instalasi macam-macam mikrofon pada sistem akustik!

###### Teknik Penilaian

Teknik penilaian menggunakan metode pengamatan, tes, dan portofolio.

##### 1. Pembelajaran Remedial dan Pengayaan

**Penskoran Jawaban dan Pengolahan Nilai**

1. Nilai 1 : jika jawaban sesuai kunci jawaban
2. Nilai 0 : jika jawaban tidak ada

**Contoh Pengolahan Nilai**

IPK	No Soal	Skor Penilaian 1	Nilai Essay
1.	1	21	Nilai perolehan KD pengetahuan : jumlah dari nilai IPK = $21/21 * 100$ = <b>100</b>
2.			
Jumlah		21	
Total Nilai = Nilai Soal Essay = <b>100</b>			

Terlampir

**E. MEDIA, ALAT, BAHAN DAN SUMBER BELAJAR****Media**

1. Papan tulis
2. Buku ajar
3. Viewer

**Alat**

1. Spidol
2. Proyektor

**Bahan**

1. Modul Perekeyasaan Sistem Audio

**Sumber Belajar**

1. Jobsheet
2. Buku, internet, dan lainnya

Depok, 22 Juli 2016

Mengetahui,  
Guru Pembimbing

Mahasiswa PPL

Dra. Endang Setyowulan  
NIP 19580625 198203 2 001Nuzul Fauzan Mustova  
NIM 13502241034



# Akustik Ruang Kecil

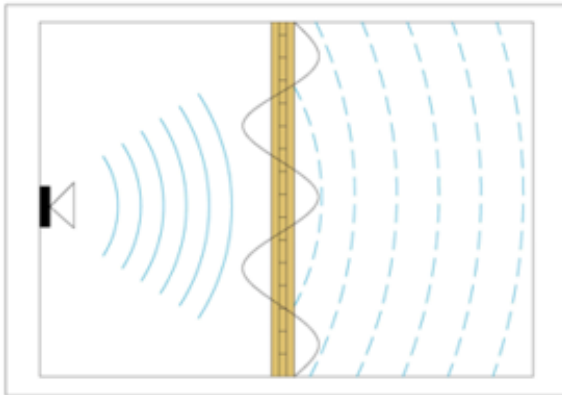
# Kebisingan

Kebisingan di dalam/luar ruangan dipengaruhi oleh beberapa faktor :

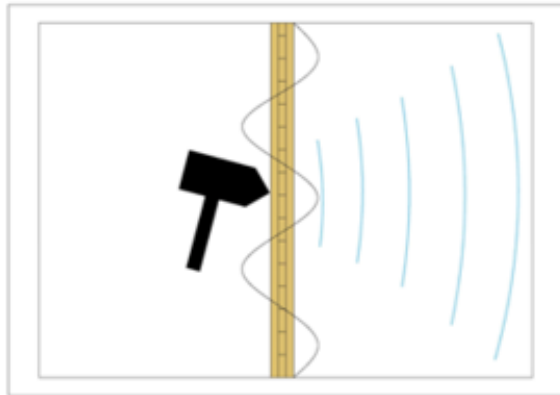
- Sumber Kebisingan
  - Jarak
  - Tingkat kebisingan
  - Frekuensi
  - Durasi munculnya dan waktu munculnya
- Medium penghantar
  - Kondisi udara
  - Jarak tempuh
  - Ada tidaknya objek dalam medium
- Bangunan sebagai penerima

# Perambatan Kebisingan

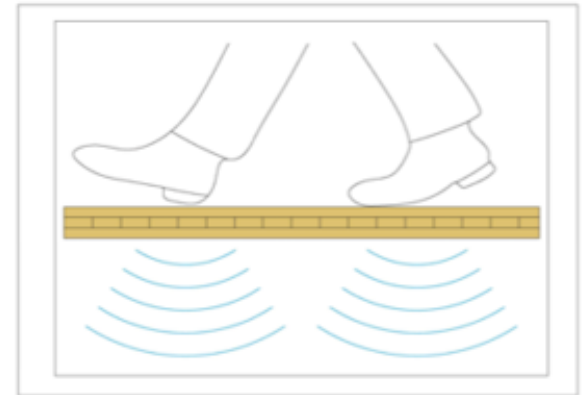
**Airborne sound**

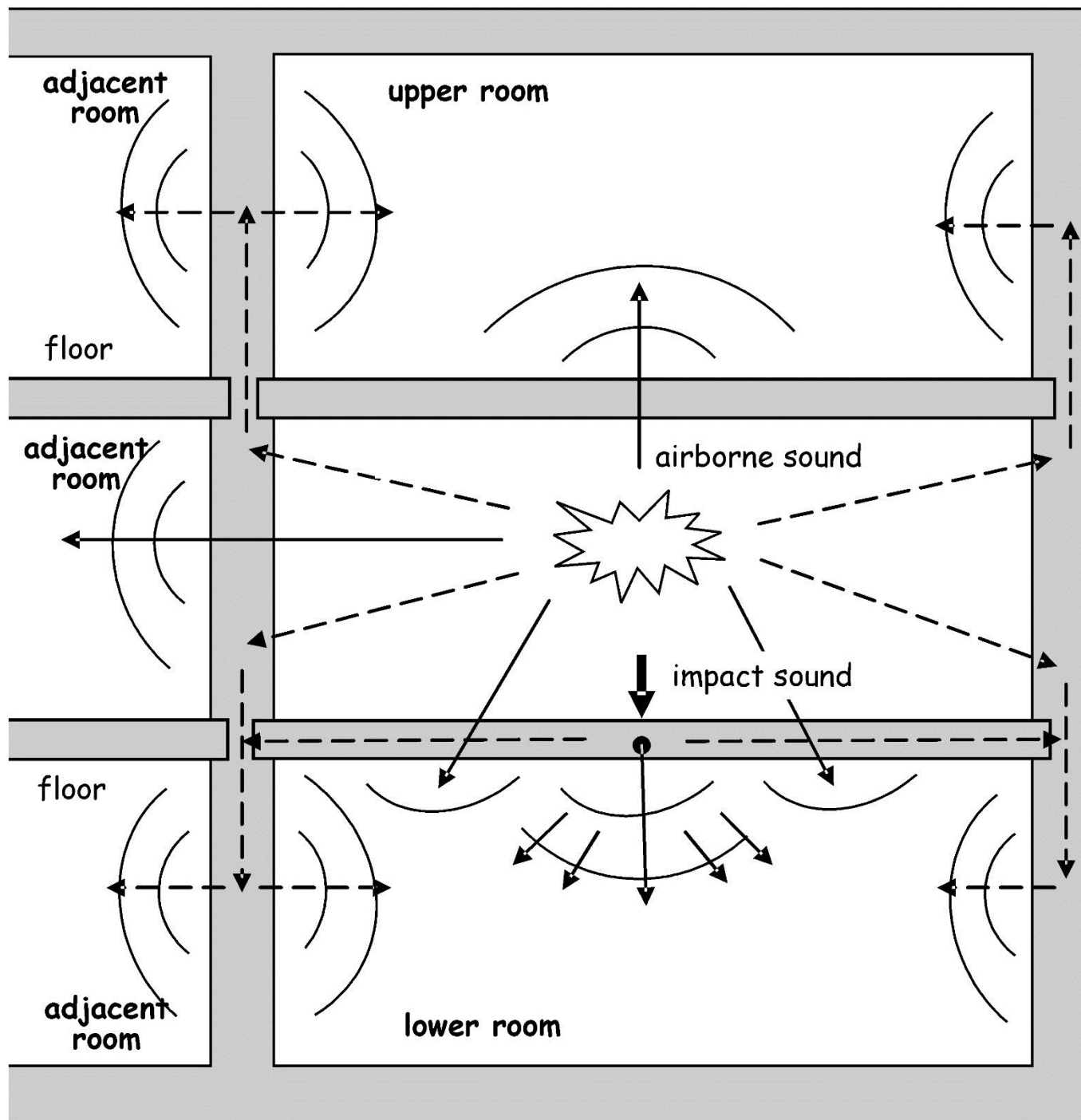


**Structure-borne sound**



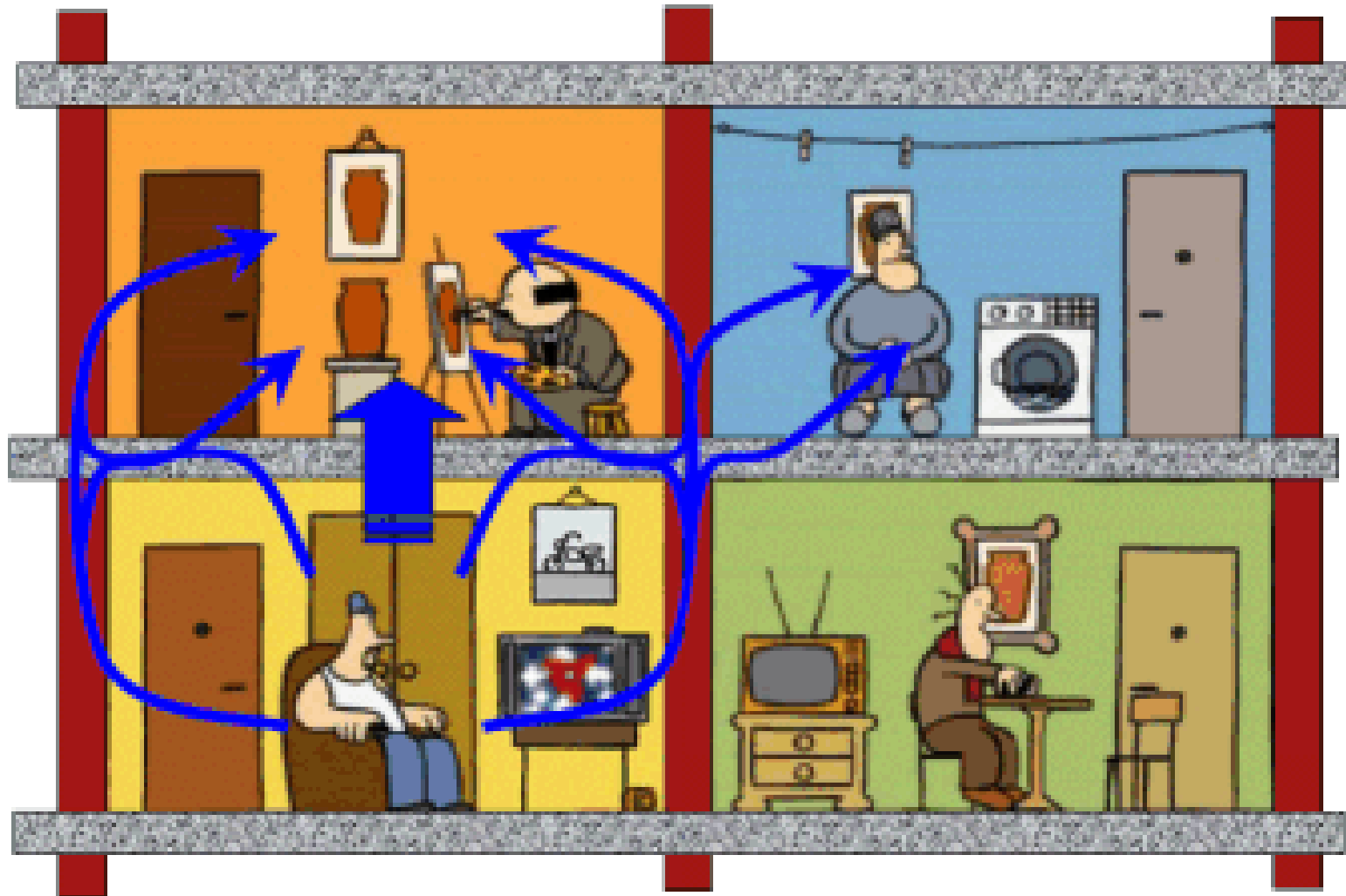
**Impact sound**





Airborne  
Sound

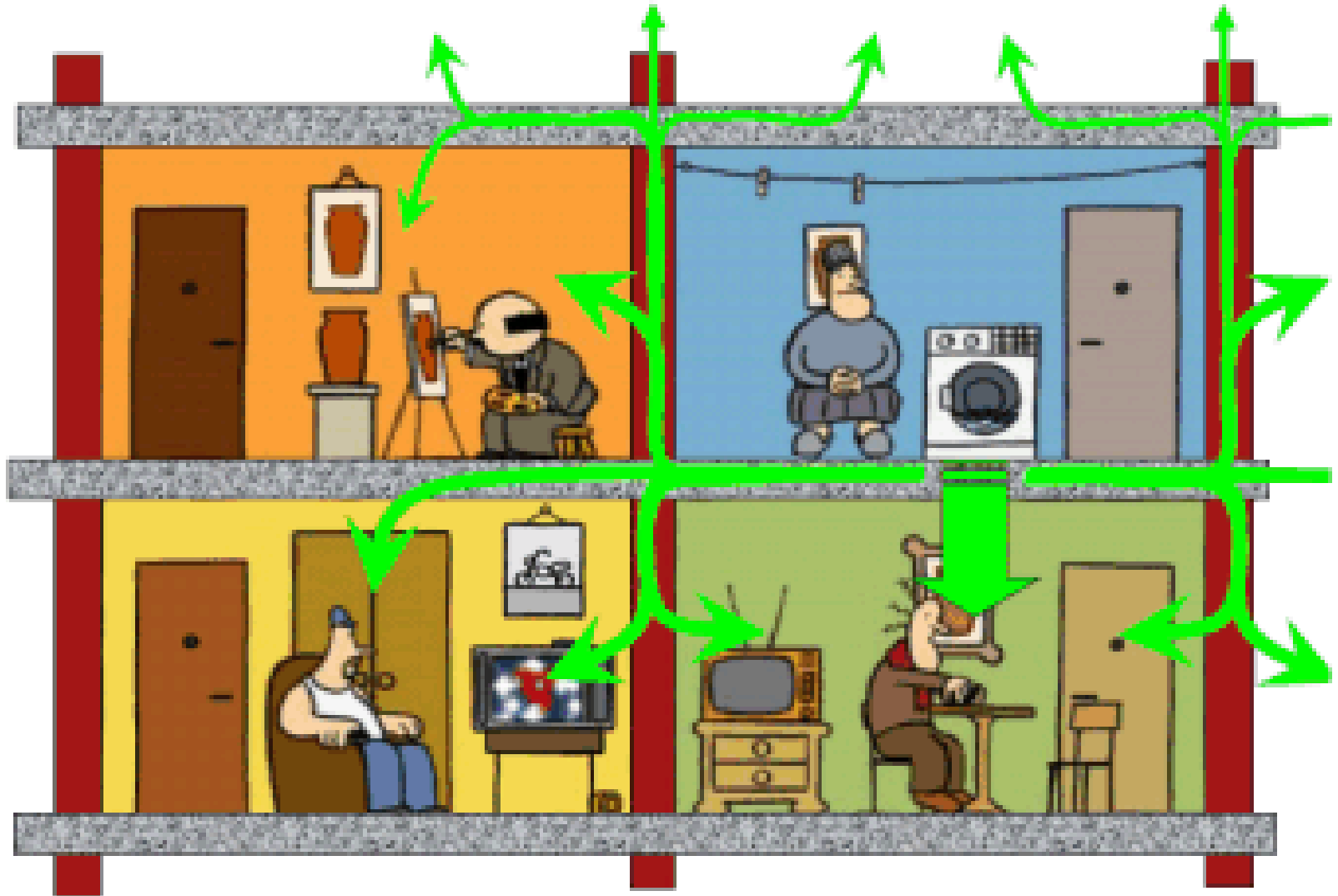
# Airborne Sound



# Airborne Sound

- Adalah perambatan gelombang bunyi melalui medium udara. Oleh karena ruang di sekeliling kita umumnya dilingkupi udara. Demikian pula kebisingan yang muncul di jalan umumnya merambat mendekati bangunan melalui medium udara. Model perambatan ini akan sangat mudah masuk ke dalam bangunan jika terdapat lubang, celah, atau retak pada elemen bangunan.

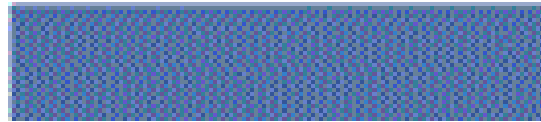
# Structureborne Sound



# Structureborne Sound

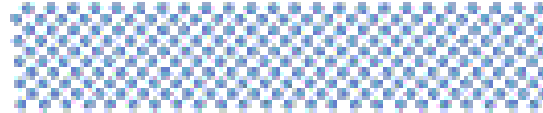
- Adalah istilah yang secara umum dipakai untuk proses perambatan bunyi melalui benda padat. Dalam konteks ini benda padat dapat diasosiasikan dengan elemen bangunan umumnya terjadi ketika sumber kebisingan menempel atau sangat berdekatan dengan elemen tersebut

## Reflection



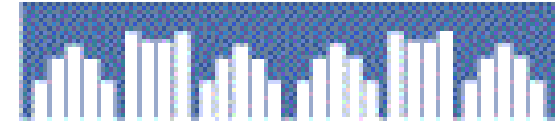
**There are many types of room reflection: all affect the sound of your system. A reflection off a nearby hard surface may be almost as loud as the original sound!**

## Absorption



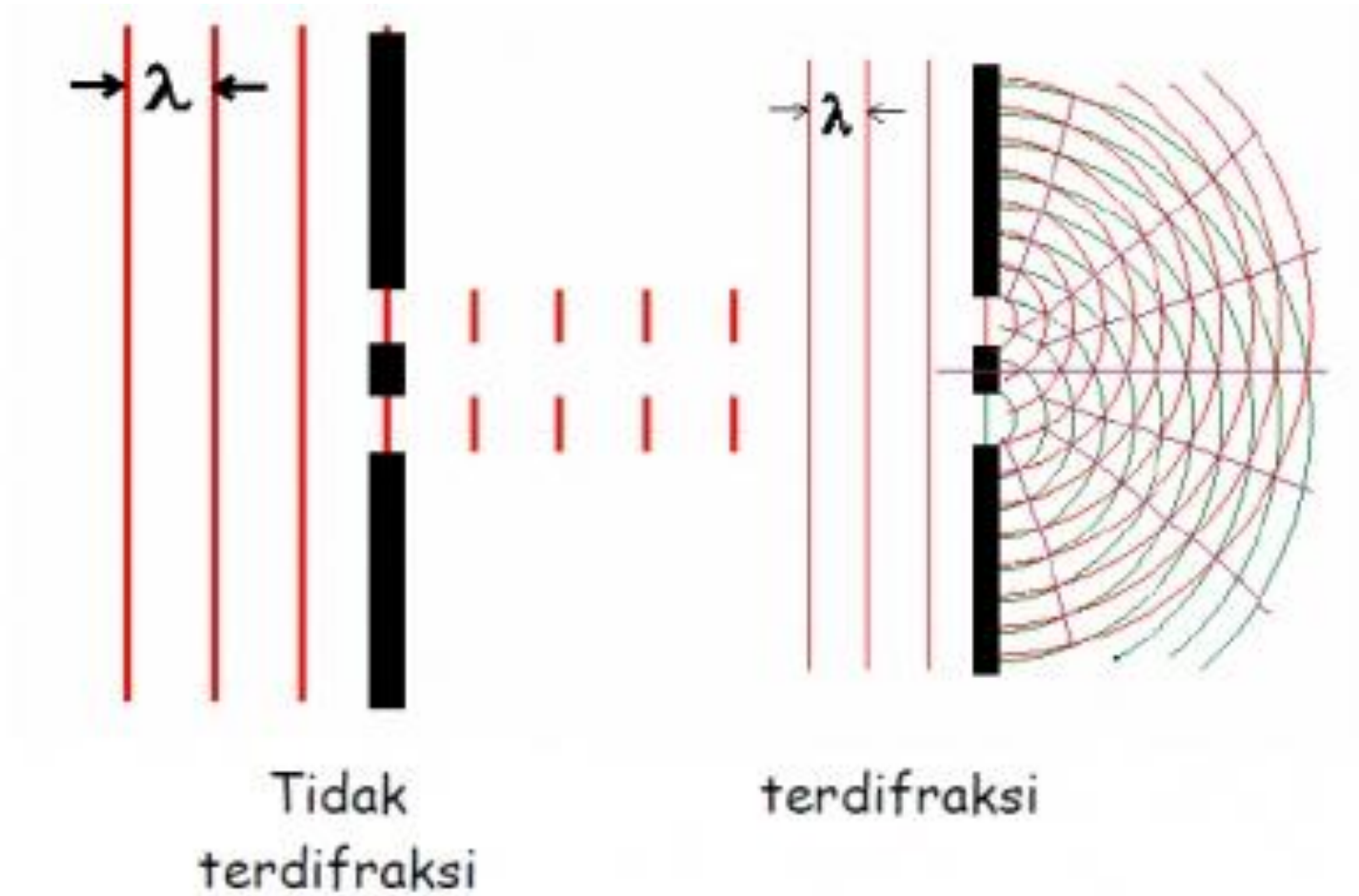
**The most common way of controlling unwanted reflections is through the use of sound-absorbing foam or fiberglass.**

## Diffusion



**A diffusive surface doesn't directly reflect or absorb sound, but scatters it in many directions. Recent diffuser designs use irregular surfaces based on mathematical number theory.**

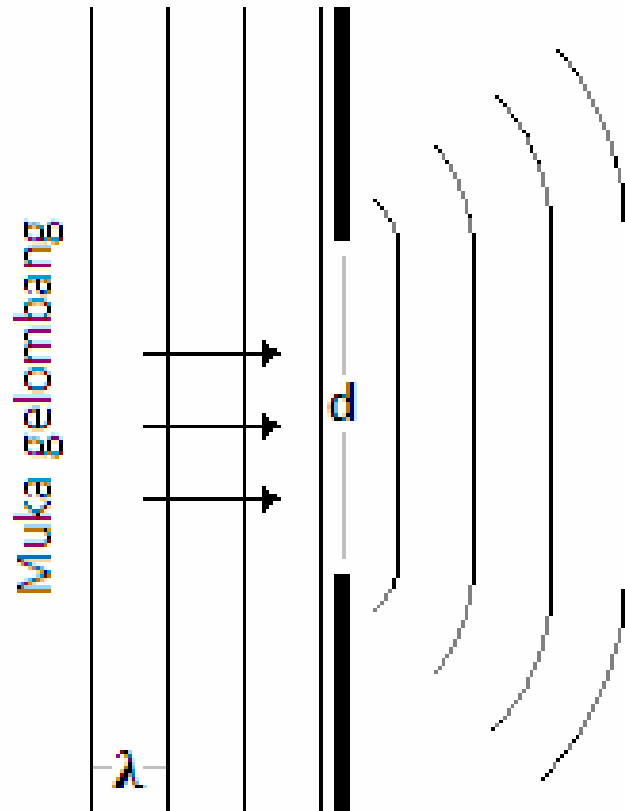
# Difraksi Bunyi



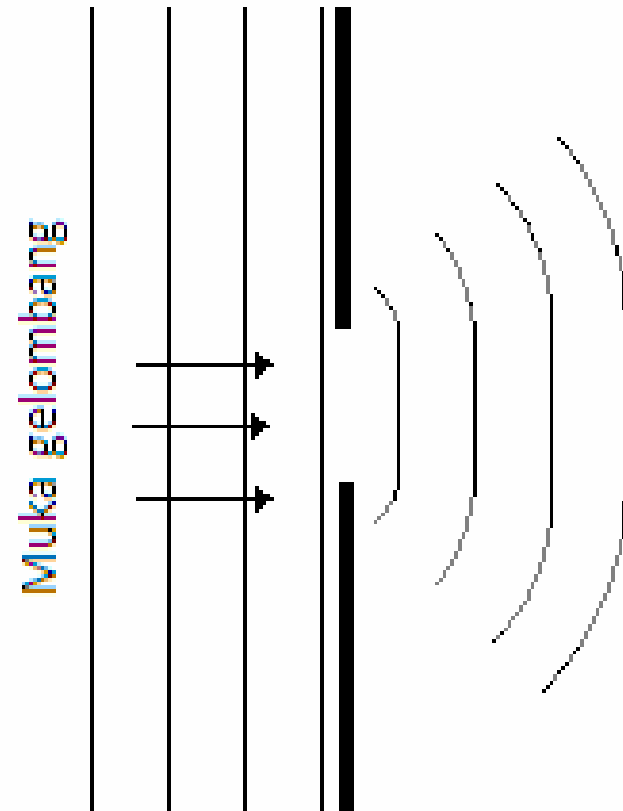
# Difraksi

Difraksi adalah ketika gelombang yang berjalan melalui lubang kecil dan menyebar keluar. Gelombang ini merambat ke luar dengan karakteristik kecepatan gelombang. Gelombang yang dipancarkan oleh semua titik pada muka gelombang saling beradu satu sama lain untuk menghasilkan gelombang berjalan. Prinsip Huygens juga berlaku untuk gelombang elektromagnetik. Misalnya, jika kita berteriak di sebelah dinding, suara akan paralel ke dinding. Dinding mungkin diam, tapi suara itu tidak; suara akan mengarah ke setiap sudut dinding. Ini adalah difraksi.

# Difraksi Bunyi



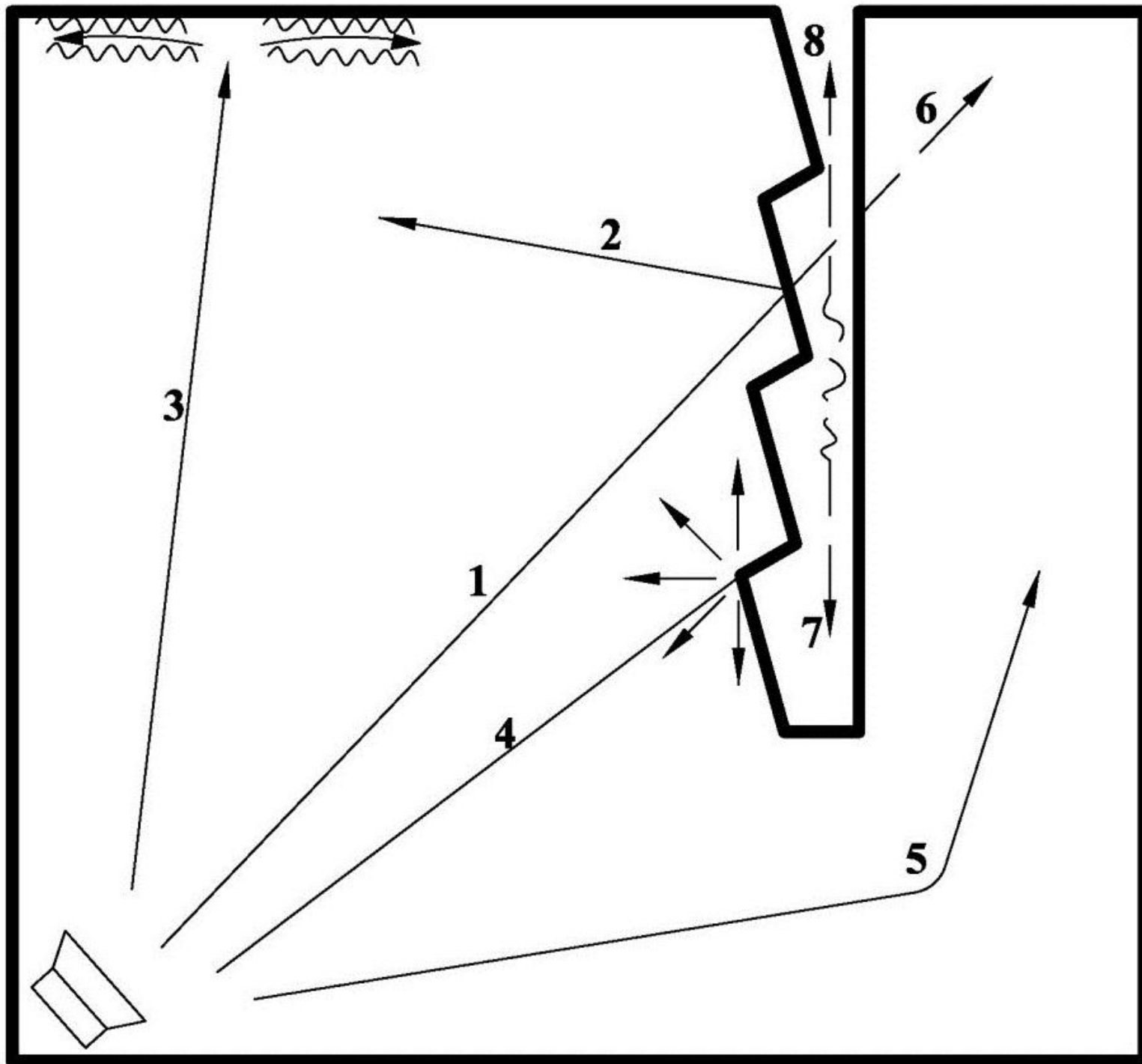
Contoh 1  
 $\lambda > d$



Contoh 2  
 $\lambda > d$

# Refleksi

Refleksi adalah ketika gelombang, baik fisik maupun elektromagnetik, memantul dari permukaan dan kembali ke sumbernya. Sebuah cermin memantulkan gambar objeknya. Gelombang refleksi terjadi pada saat sebuah gelombang yang merambat dalam suatu media sampai di bidang batas medium tersebut dengan media lainnya. Dengan demikian, pemantulan (refleksi) sebuah gelombang adalah bidang batas antara dua medium yang berbeda. Contoh lainnya adalah pemantulan gelombang pada tali. Pada saat gelombang tali sampai di ujung tali (batas antara tali dan medium lain), maka gelombang tersebut akan dipantulkan kembali ke dalam tali itu



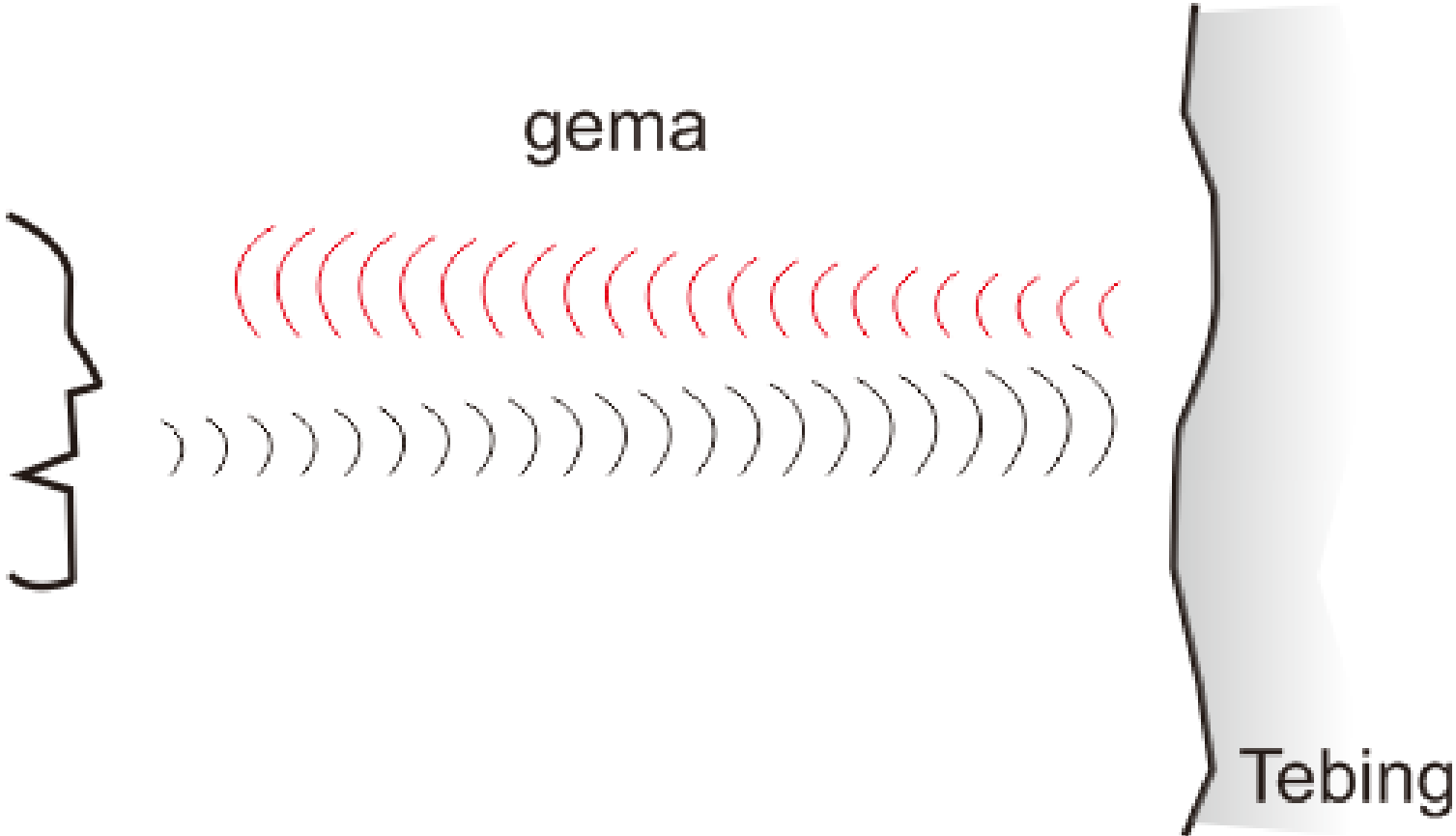
# Refraksi

Refraksi adalah peristiwa pembelokan arah perambatan suatu gelombang, baik fisik maupun elektromagnetik. Hal ini dapat terjadi jika gelombang tersebut melewati bidang batas dua medium yang memiliki indeks bias yang berbeda. Indeks bias menyatakan kerapatan suatu medium. Misalnya cahaya merambat dari udara ke air sehingga arah perambatannya akan mengalami pembelokan

# Gema

Dalam pemrosesan sinyal audio dan [akustik](#), **gema** adalah pemantulan [bunyi](#) yang diterima oleh pendengar beberapa saat setelah bunyi langsung. Contohnya adalah gema yang dihasilkan oleh dasar suatu sumur, suatu bangunan, atau pada suatu ruangan, oleh dinding. Jeda waktu diterimanya gema sebanding dengan jarak dibagi dengan kecepatan suara. Fenomena gema dimanfaatkan pada [radar](#).

# Gema



# Difusi

Difusi atau difus adalah gejala terjadinya pemantulan yang menyebar, karena gelombang bunyi menerpa permukaan yang tidak rata. Gejala ini dipakai untuk menghilangkan terjadinya flutter echoes atau pemantulanberulang-ulang ketika bunyi memantul mengikuti hukum sudut pantul = sudut datang.

## Koefisien absorpsi beberapa bahan dasar:

Material	Fekuensi					
Fibrous glass	125	250	500	1000	2000	4000
1 inch thick	0.07	0.23	0.48	0.83	0.88	0.8
2 inches	0.2	0.55	0.89	0.97	0.83	0.79
4 inches thick	0.39	0.91	0.99	0.97	0.94	0.89
Polyurethane foam (open cell)						
1/4-inch thick	0.05	0.07	0.1	0.2	0.45	0.81
1/2-inch thick	0.05	0.12	0.25	0.57	0.89	0.98
1 inch thick	0.14	0.3	0.63	0.91	0.98	0.91
2 inches thick	0.35	0.51	0.82	0.98	0.97	0.95
Hairfelt						
1/2-inch thick	0.05	0.07	0.29	0.63	0.83	0.87
1 inch thick	0.06	0.31	0.8	0.88	0.87	0.87

# Insulasi



Wet Spray



Spray Foam



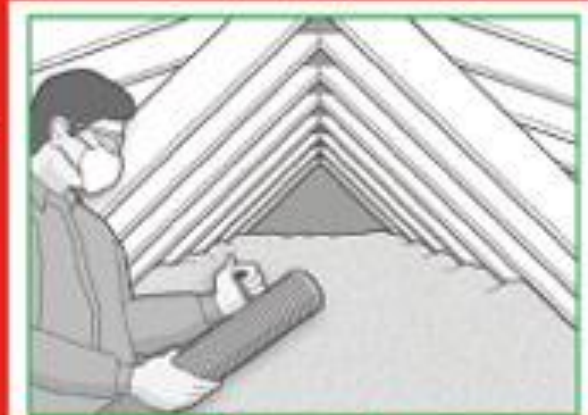
Rigid



Reflective



Fiberglass

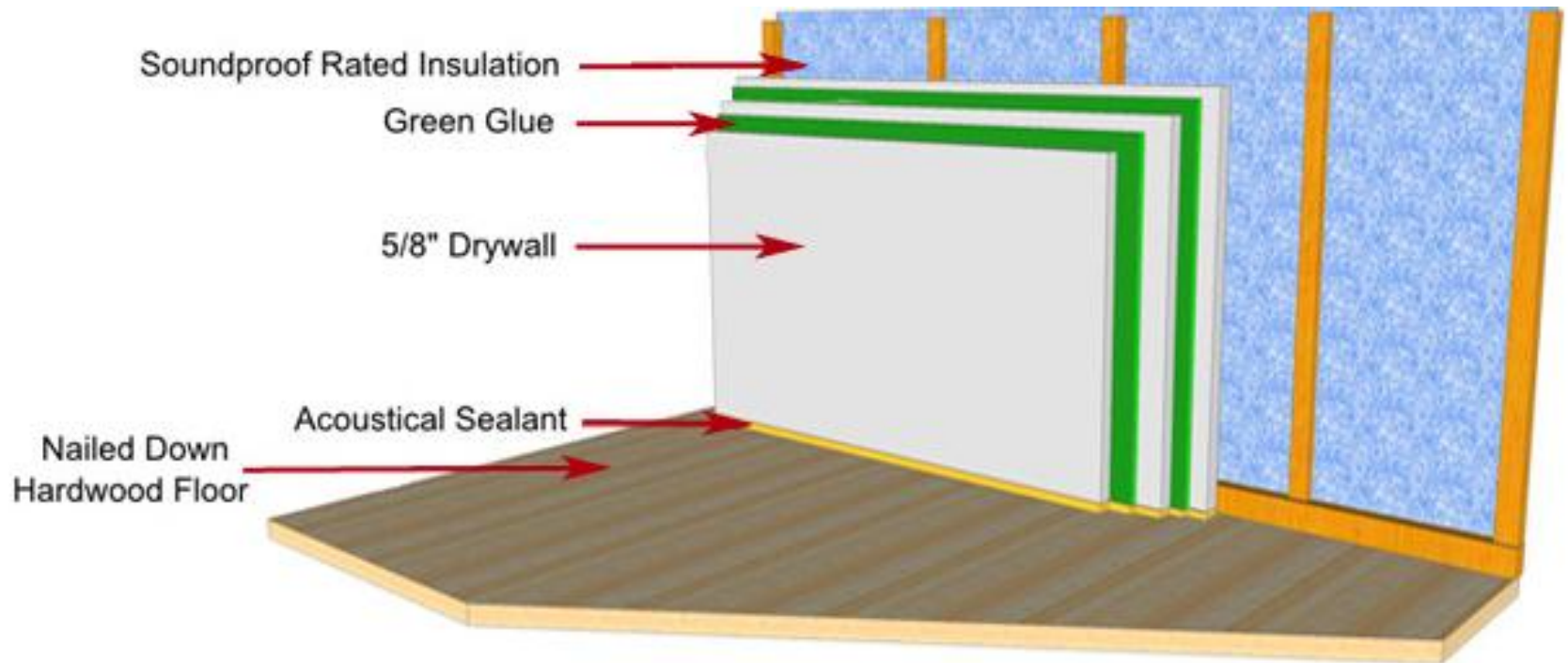


Blown-In

# Insulasi Suara



# Insulasi Suara







A 3D cutaway diagram of a room showing various acoustic traps. The room has a wooden floor, a green carpeted area, and a dark ceiling. The traps are labeled with callouts: GIK Tri Traps, GIK 244, and GIK Monster Traps in the top-left corner; GIK Q7d, GIK 244, and GIK Monster Traps in the top-left wall; GIK Soffit Trap in the top-right corner; GIK Q7d, GIK QRDs in the bottom-left corner; and GIK 242, GIK 244, and GIK Monster Traps in the bottom-right corner. The room contains a desk with a chair, a rug, and a speaker.

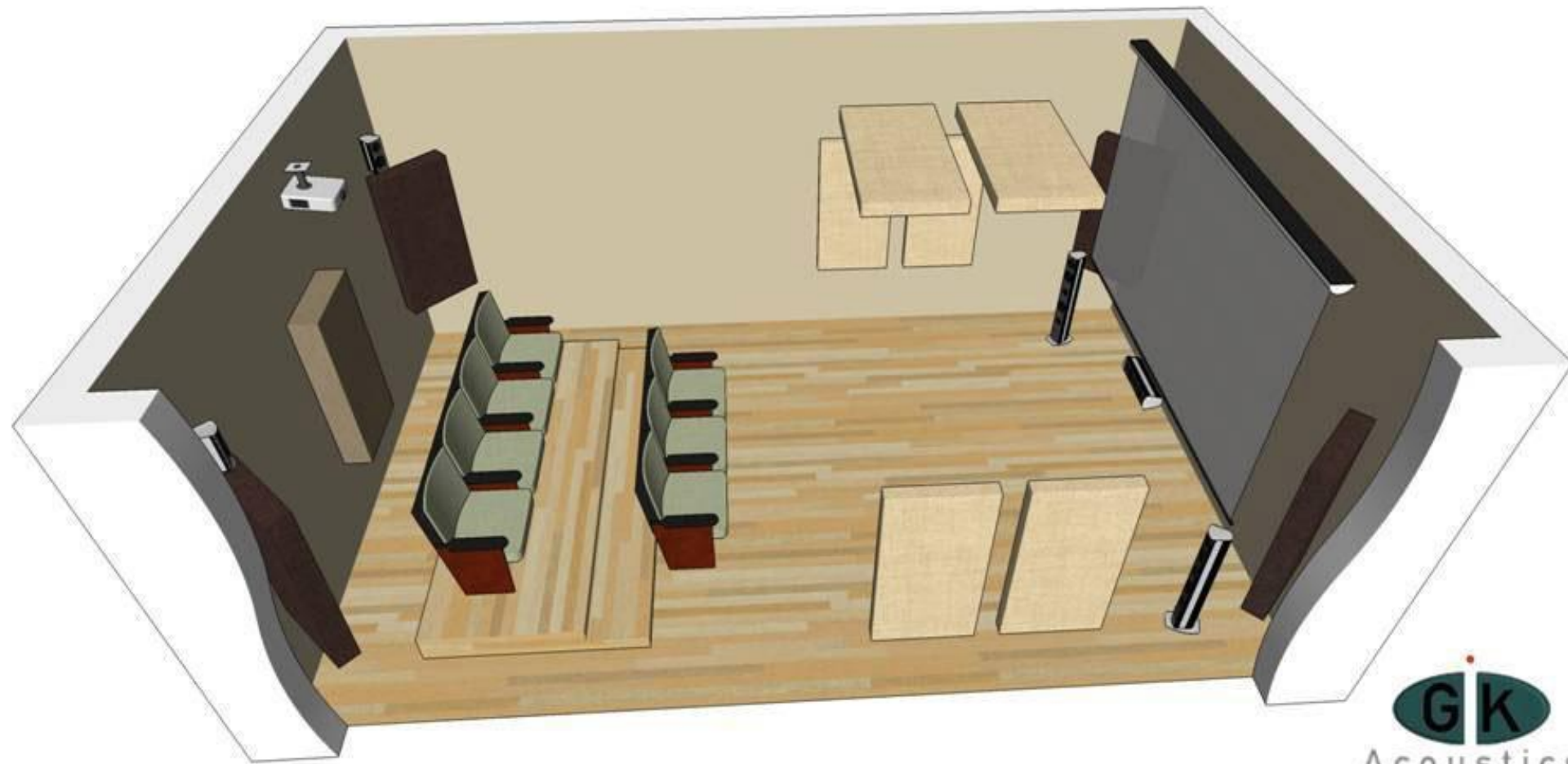
**GIK Tri Traps,  
GIK 244,  
GIK Monster Traps**

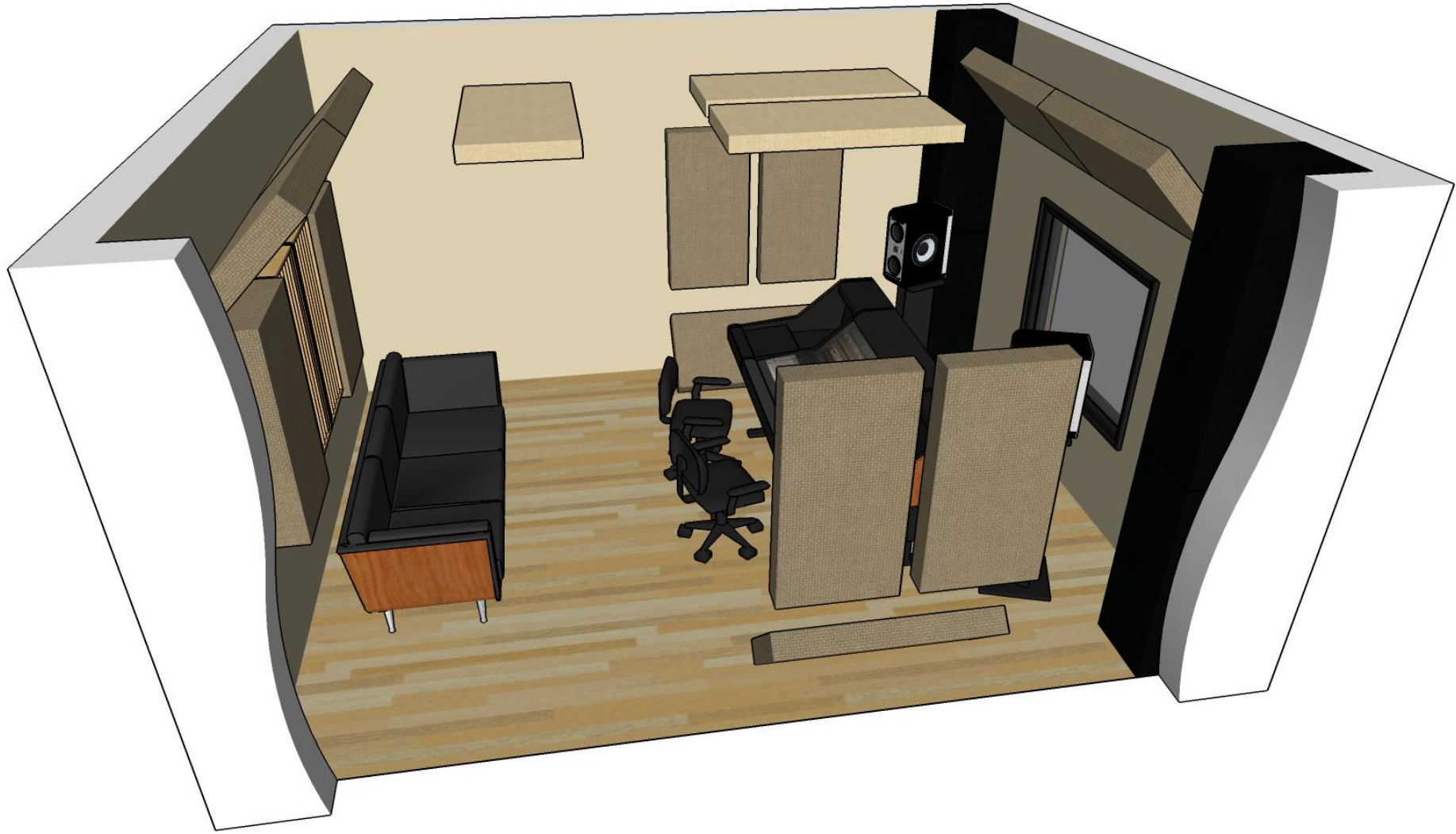
**GIK Soffit Trap**

**GIK Q7d,  
GIK 244,  
GIK Monster Traps**

**GIK Q7d,  
GIK QRDs**

**GIK 242,  
GIK 244,  
GIK Monster Traps**

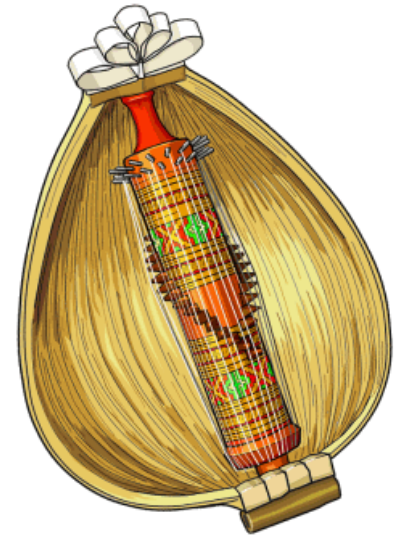




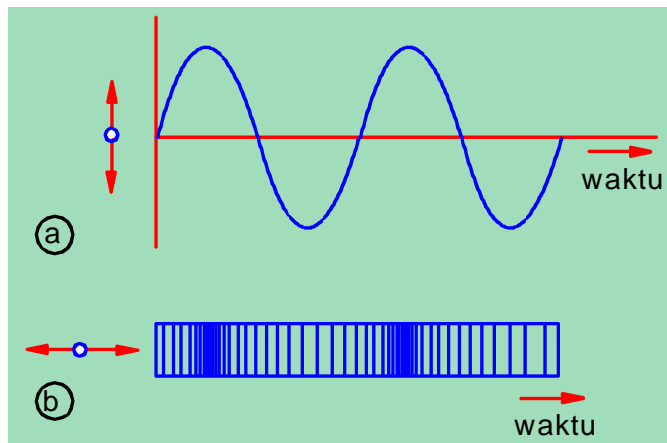
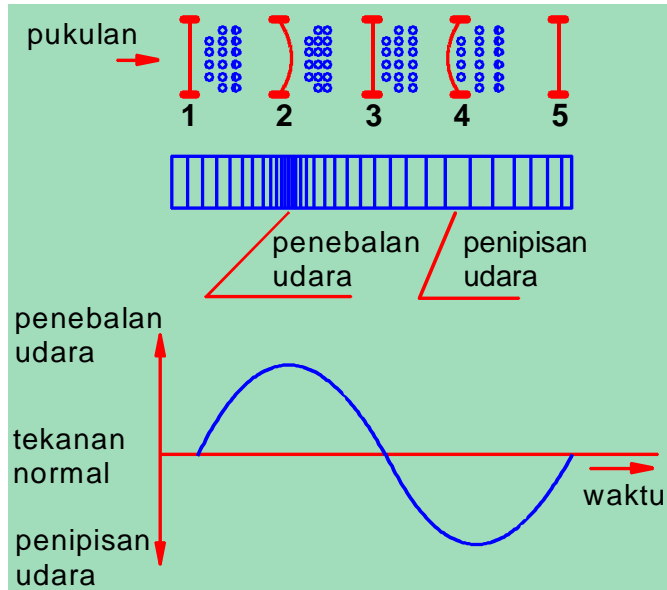
A professional condenser microphone with a silver mesh grille and a black body is mounted on a black shock mount. A black pop filter is attached to the front of the microphone. The setup is positioned in front of a wall of dark grey acoustic foam with a repeating diamond-shaped pattern. The text "Gelombang Suara (Audio)" is overlaid in white on the right side of the image.

# Gelombang Suara (Audio)

# Sumber Suara



# Terbangkitnya Suara



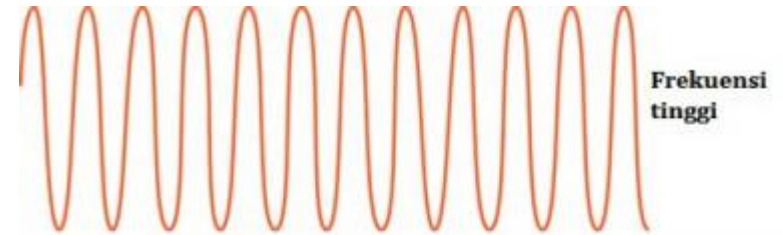
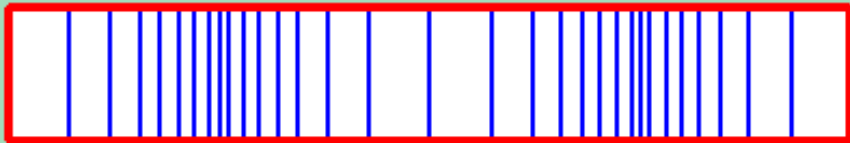
Akustik adalah ilmu suara, yang dimaksud suara adalah getaran mekanik suatu material. Materi dapat seperti udara (bunyi udara), air (bunyi air) atau benda pejal (bunyi benda pejal). Suara melalui media udara disampaikan ke telinga. Untuk keperluan ini sebuah plat yang dapat melenting dipasangkan pada satu titik dan selanjutnya didorong dengan sebuah pukulan agar bergetar. Melalui itu plat menjadi pembangkit suara dan menekan udara didepannya bersama, sehingga terjadi tekanan lebih

# Frekuensi Bunyi(1)

Ayunan tekanan yang banyak = frekuensi tinggi



Ayunan tekanan yang sedikit = frekuensi rendah



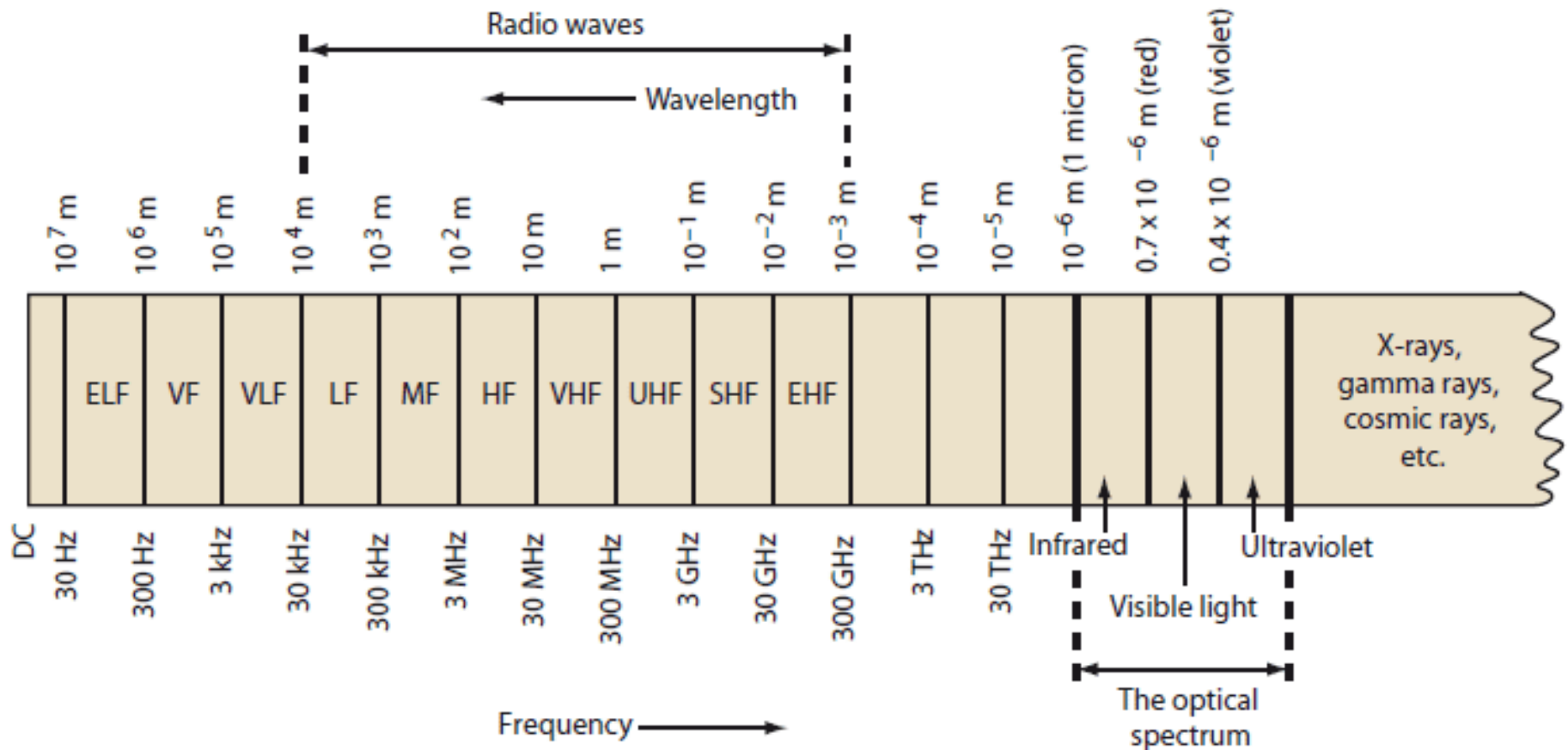
Frekuensi bunyi menyatakan, berapa banyak penebalan dan penipisan partikel udara dalam satu detik berurutan satu sama lain. Banyak ayunan tekanan tiap satuan waktu disebut frekuensi dan akan diamati sebagai nada. Frekuensi akan menentukan tinggi nada yang didengar telinga. **Nada akan semakin tinggi, jika semakin tinggi frekuensi dari gelombang suara.**

# Frekuensi Bunyi(2)



Getaran dibawah frekuensi 16Hz disebut sebagai suara infra atau *infra sonic*. Suara infra tidak lagi dapat dirasakan sebagai sebuah nada, melainkan pukulan atau goyangan. Untuk getaran mekanik diatas 20kHz disebut sebagai suara ultra atau *ultra sonic*. Suara ini hanya bias didengar oleh beberapa macam binatang, misalnya anjing, tikus dan lain-lain.

# Frekuensi Bunyi(3)



1. The electromagnetic frequency spectrum ranges from dc to light. The lower radio frequencies are designated mainly by frequency. The optical ranges are referred to by wavelength.

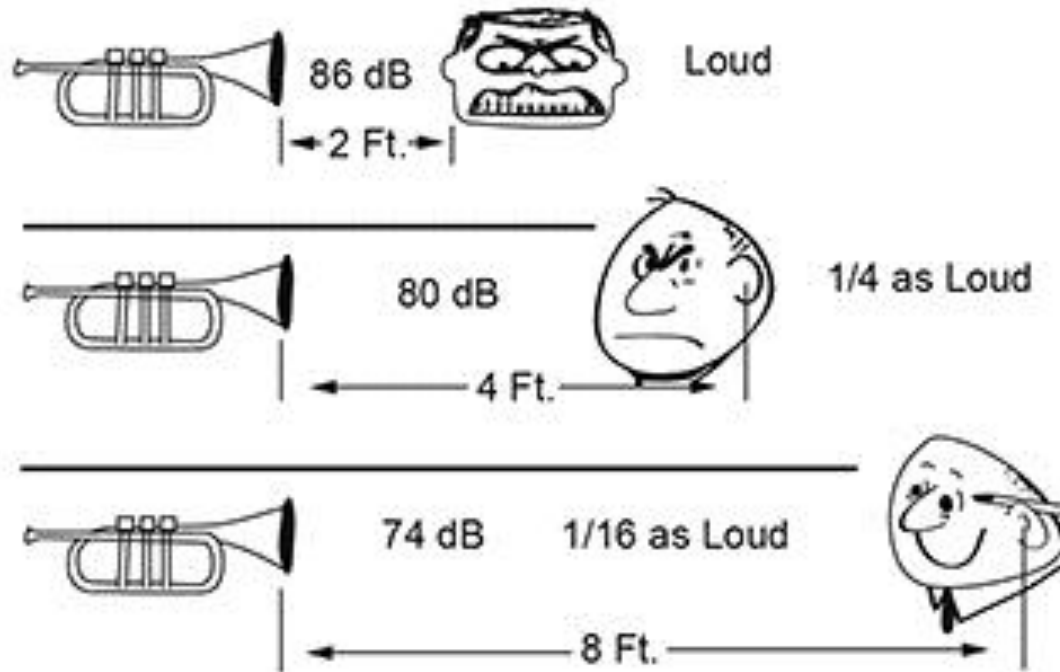
# Frekuensi Bunyi(4)

$$f = \frac{1}{T} \text{ atau } T = \frac{1}{f}$$

F = Frekuensi

T = Amplitudo

# Tekanan Bunyi(1)



Gelombang bunyi merambat dalam suatu medium melalui penebalan dan penipisan yang periodis. Penebalan suatu materi berarti sama dengan kenaikan tekanan, penipisan berarti sama dengan pengurangan tekanan dibanding dengan tekanan normal dalam keadaan diam.

# Tekanan Bunyi(2)

Pada penyebaran suara , seperti dalam udara, tekanan normal udara diubah secara periodis dalam irama gelombang suara. Yaitu tekanan saat diam dari udara ditumpangi tekanan yang berubah. Tekanan berganti suara ini disebut sebagai tekanan suara  $p$ .

$$P = \frac{F}{A}$$

**P=tekanan**

**F = gaya/tenaga**

**A = Luasan**

# Tekanan Bunyi(3)

Pada penyebaran suara , seperti dalam udara, tekanan normal udara diubah secara periodis dalam irama gelombang suara. Yaitu tekanan saat diam dari udara ditumpangi tekanan yang berubah. Tekanan berganti suara ini disebut sebagai tekanan suara  $p$ .

$$P = \frac{F}{A}$$

**P=tekanan**

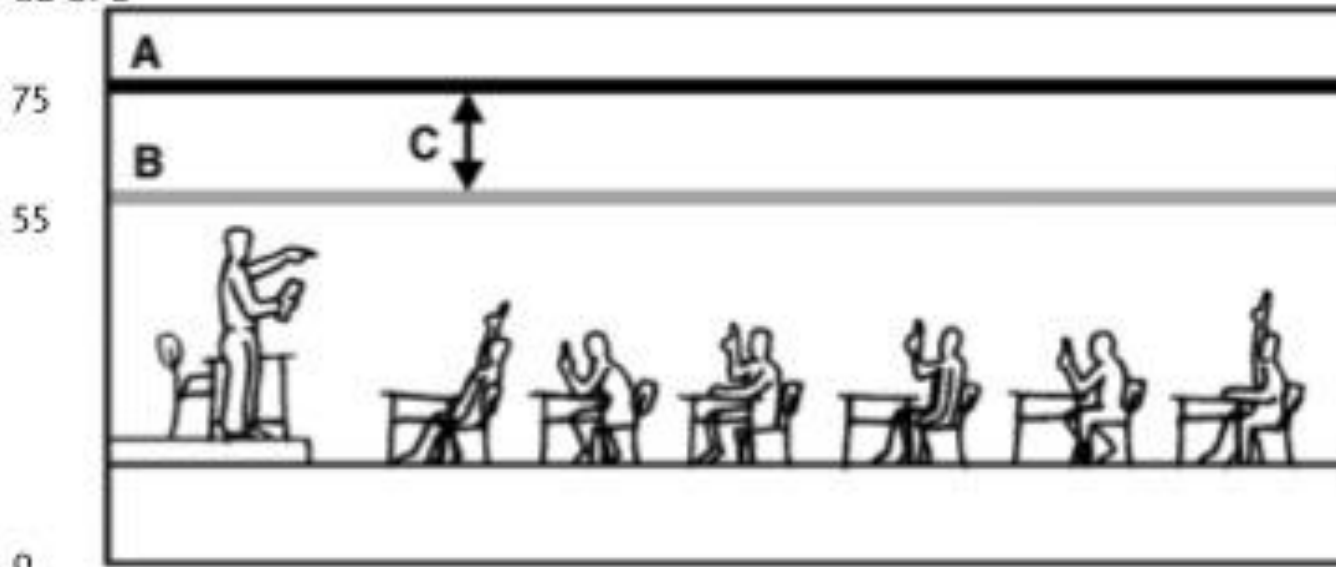
**F = gaya/tenaga**

**A = Luasan**

# Tekanan Bunyi(4)

Ukuran logaritmis sebuah perbandingan dalam satuan Bell. Bell ini diambil dari nama ilmuwan Amerika bernama Alexander Graham Bell (1847-1922). Karena ukurannya yang kecil, maka digunakan satuan desi Bell (dB), atau seper sepuluh satuan dasar. Dalam akustik berawal dari ambang dengar, dimana telinga mulai mendengar dengan  $p_0 = 2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar}$ , ini yang dimaksud dengan level suara absolut.

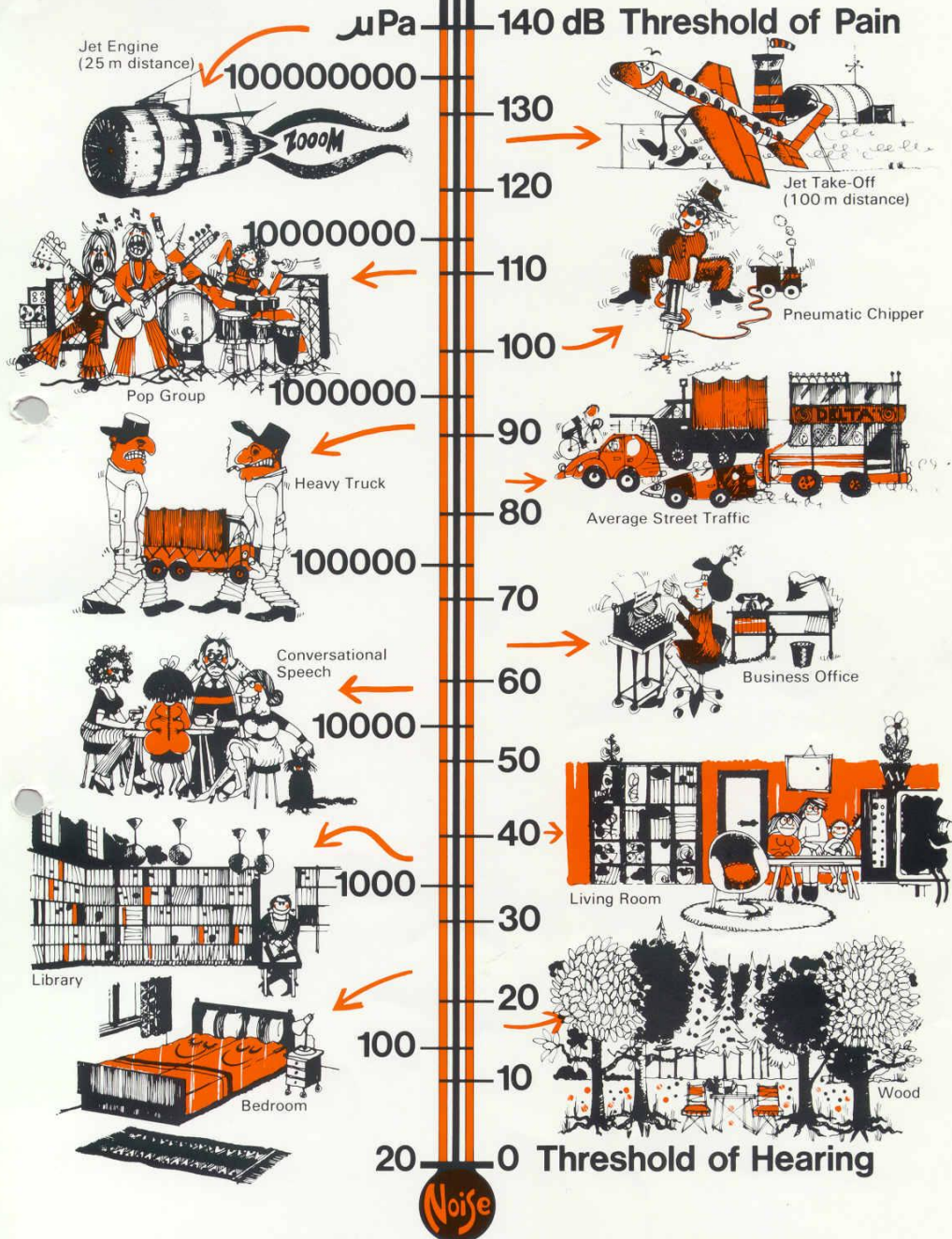
dB SPL



- A = Teacher's voice through FM system
- B = Background noise
- C = 15-20 dB improvement in signal level versus noise

# Sound Pressure

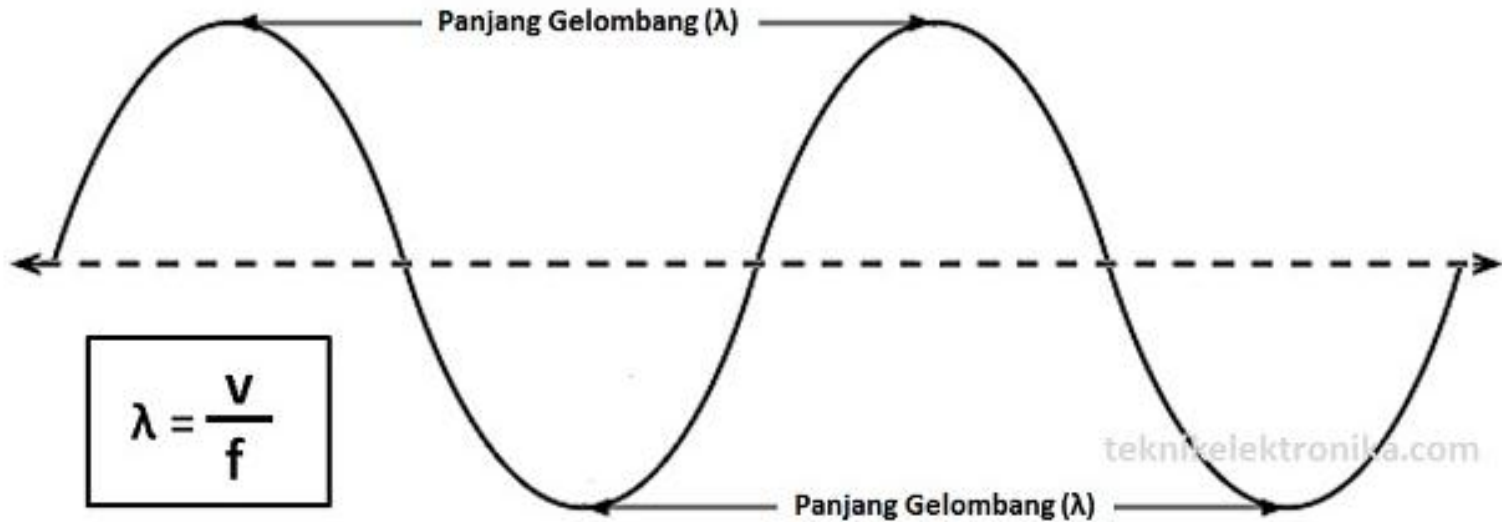
# Sound Pressure Level



# Penyebaran Bunyi

Material	Density (g/cm)	Speed (m/s)
Copper	8.90	6420
Steel	7.86	5940
Beryllium	1.93	12890
Aluminium	2.58	6420
Water	1.00	1496
Ethanol	0.79	1207
Air	0.00139	331.45
Helium	0.000178	965
Fat	0.95	1450
Muscle	1.07	1580
Skull bone	1.91	4080

# Panjang Gelombang



$$\lambda = \frac{v}{f}$$

$\lambda$  = panjang gelombang

$v$  = kecepatan suara, 344m/s

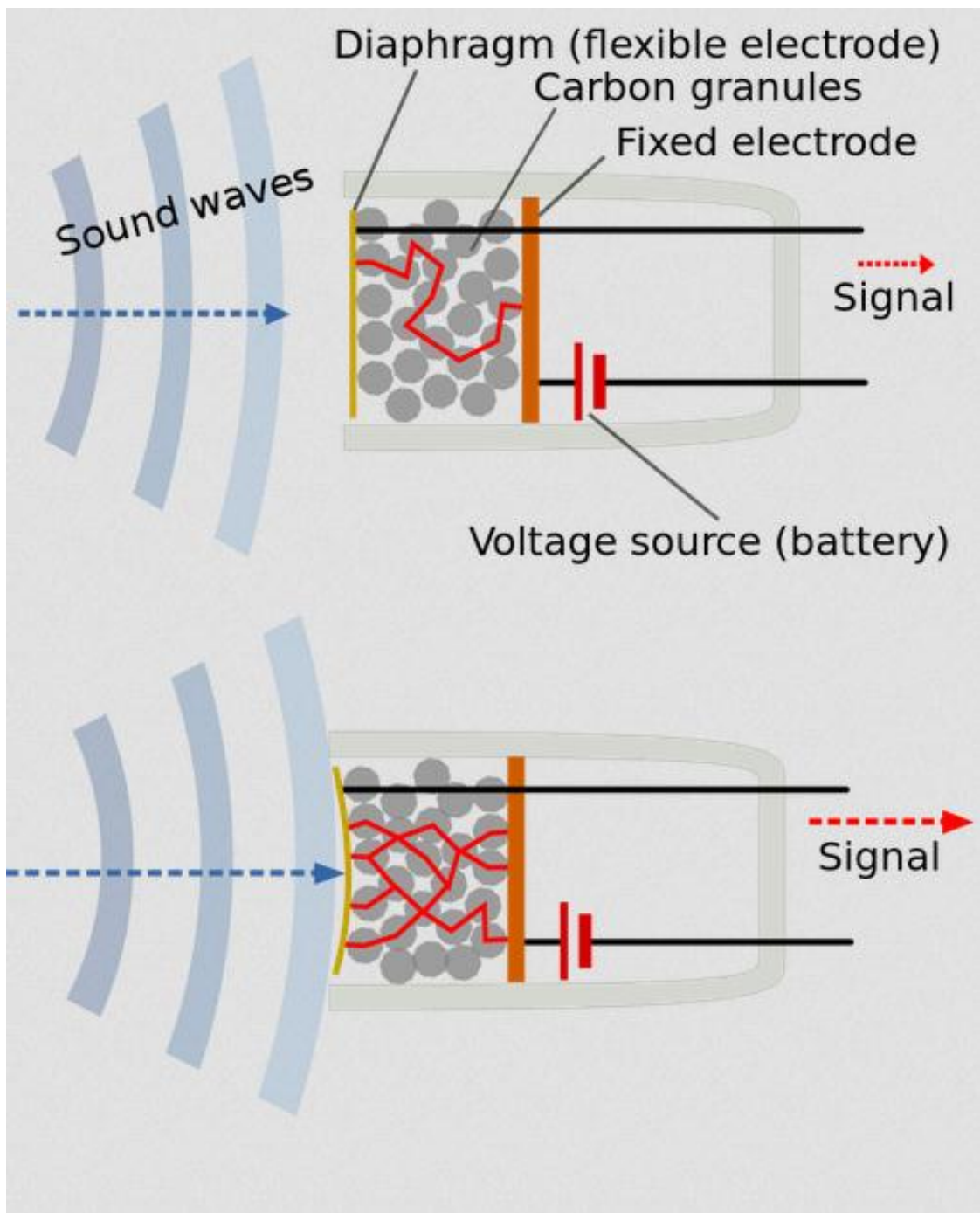
$f$  = frekuensi

# Mikropon(Microphone)



# Mikropon arang/karbon

- Mikrofon tertua dan paling sederhana menggunakan debu karbon. Ini adalah teknologi yang digunakan dalam telepon pertama dan masih digunakan di beberapa telepon sampai sekarang. Debu karbon memiliki logam tipis atau diafragma plastik di satu sisi. Begitu gelombang suara memukul diafragma, mereka menekan debu karbon, yang mengubah resistance. Dengan menjalankan arus melalui karbon, perlawanan mengubah perubahan jumlah arus yang mengalir.



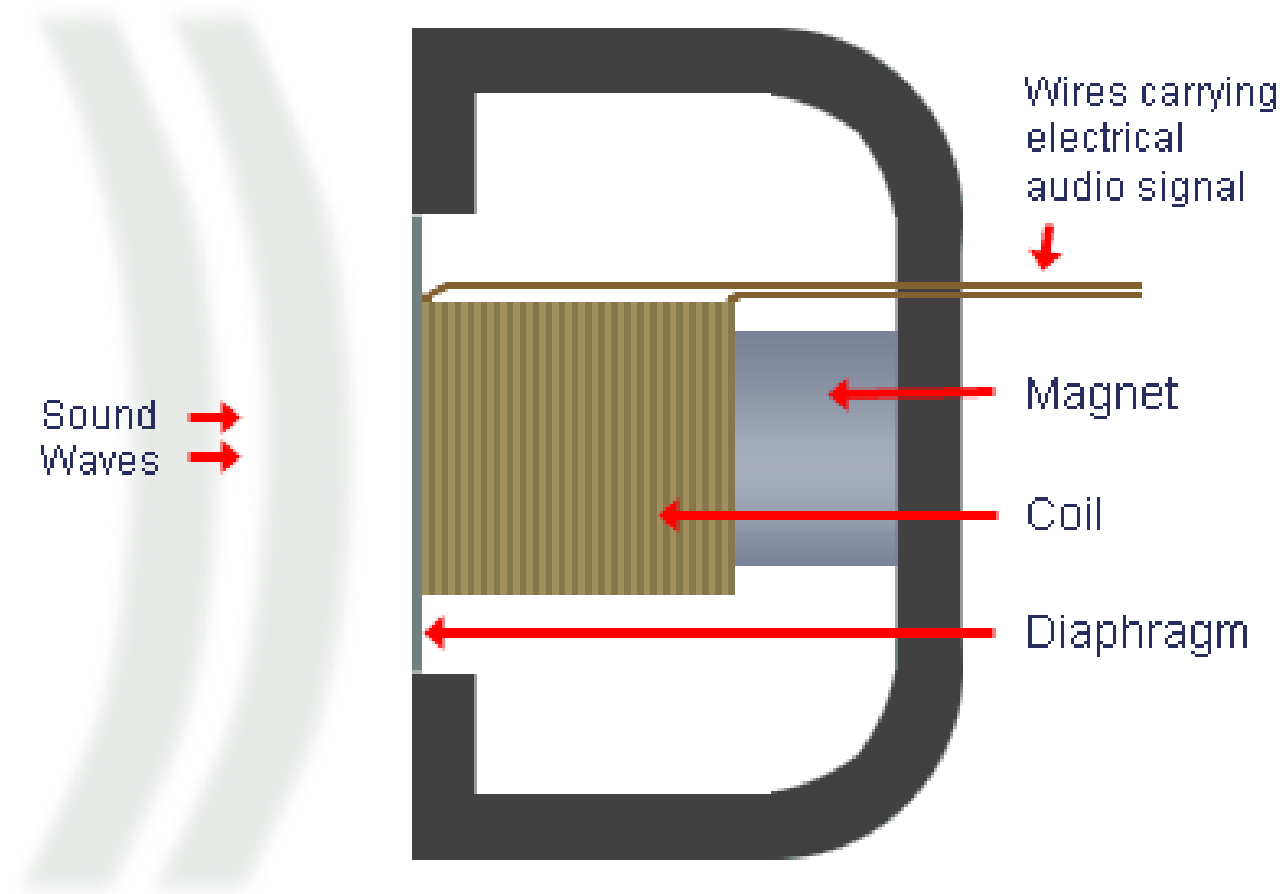


# Mikropon dinamik

- Sebuah mikrofon dinamis mengambil keuntungan dari efek elektromagnet. Ketika magnet bergerak melewati kawat (atau kumparan kawat), magnet menginduksi arus mengalir dalam kawat. Dalam mikrofon dinamis, diafragma menggerakkan baik magnet atau kumparan ketika gelombang suara memukul diafragma, dan gerakan menciptakan arus kecil.

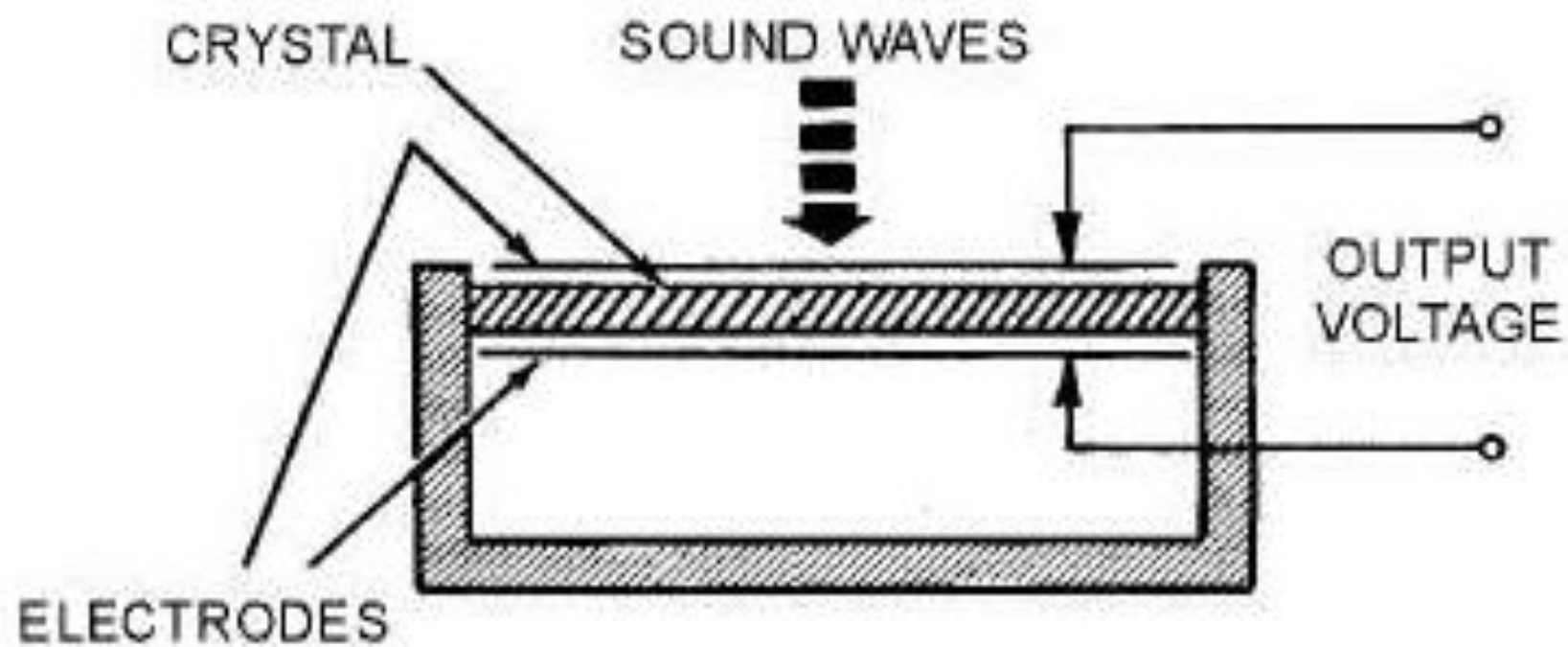


## Cross-Section of Dynamic Microphone



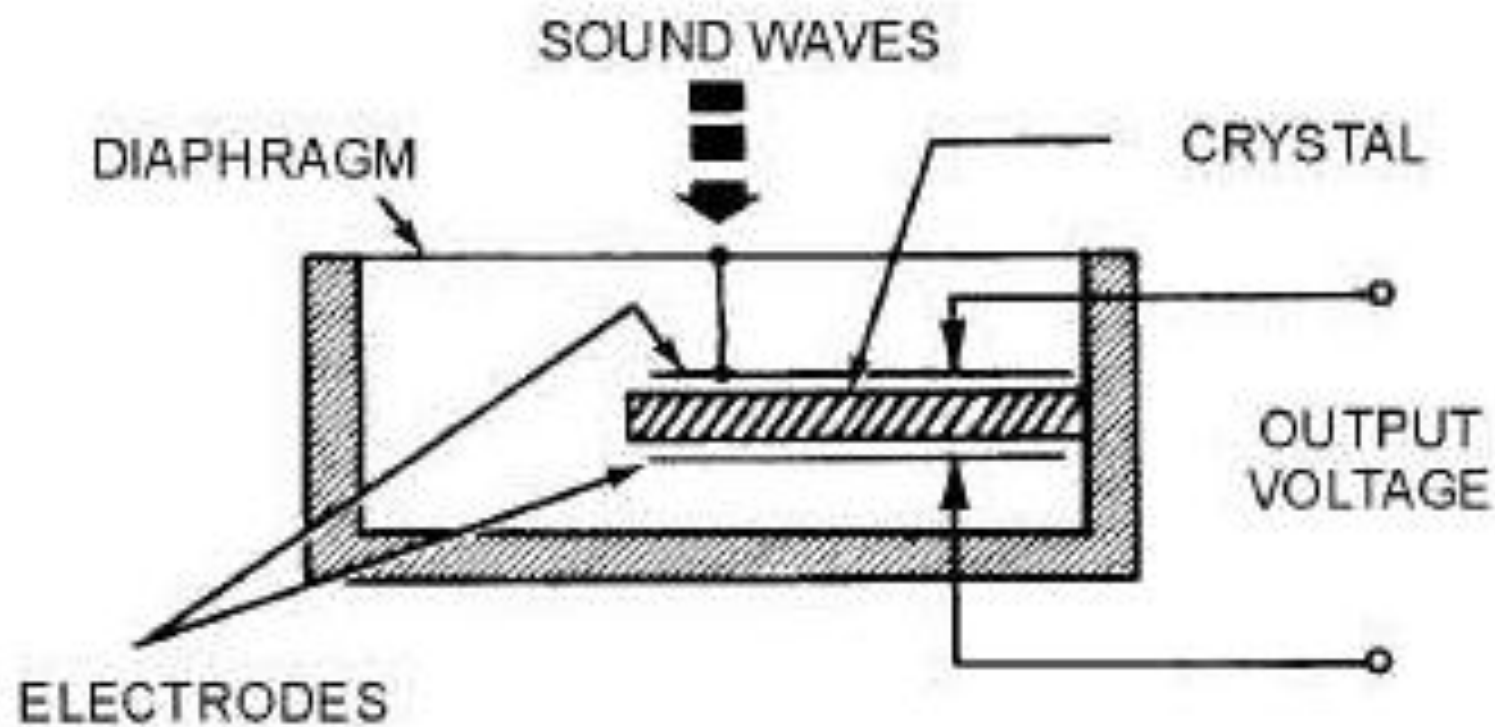
# Mikropon kristal

- Kristal tertentu mengubah sifat listrik mereka karena mereka berubah bentuk. Dengan menempelkan diafragma pada kristal, kristal akan membuat sinyal ketika gelombang suara memukul diafragma. Seperti yang Anda lihat, hampir setiap teknologi yang dapat dibayangkan telah dimanfaatkan untuk mengubah gelombang suara menjadi sinyal listrik. Satu hal yang paling memiliki kesamaan adalah diafragma, yang mengumpulkan gelombang suara dan menciptakan gerakan dalam teknologi apa pun yang sedang digunakan untuk membuat sinyal.



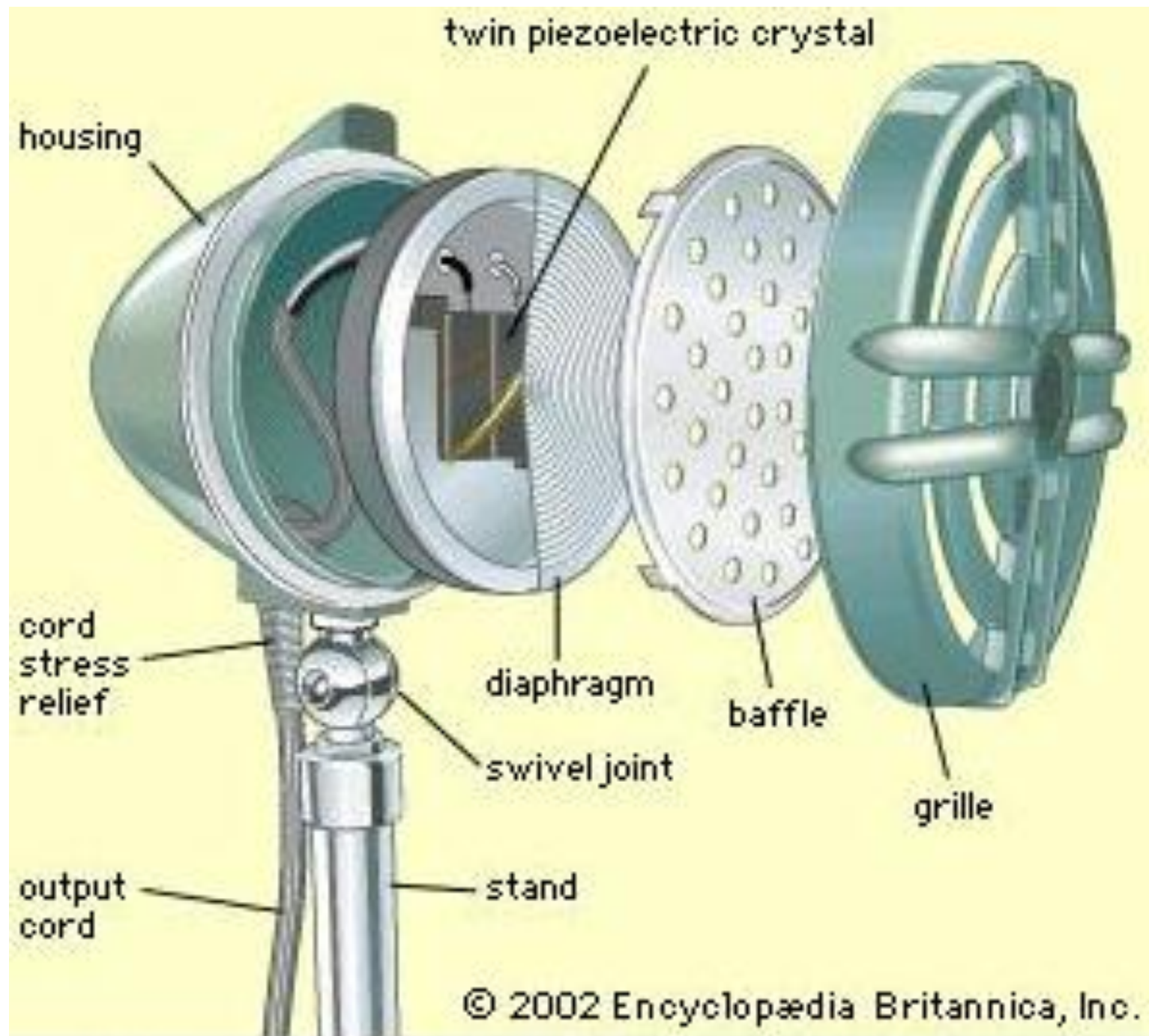
DIRECTLY ACTUATED TYPE

(A)



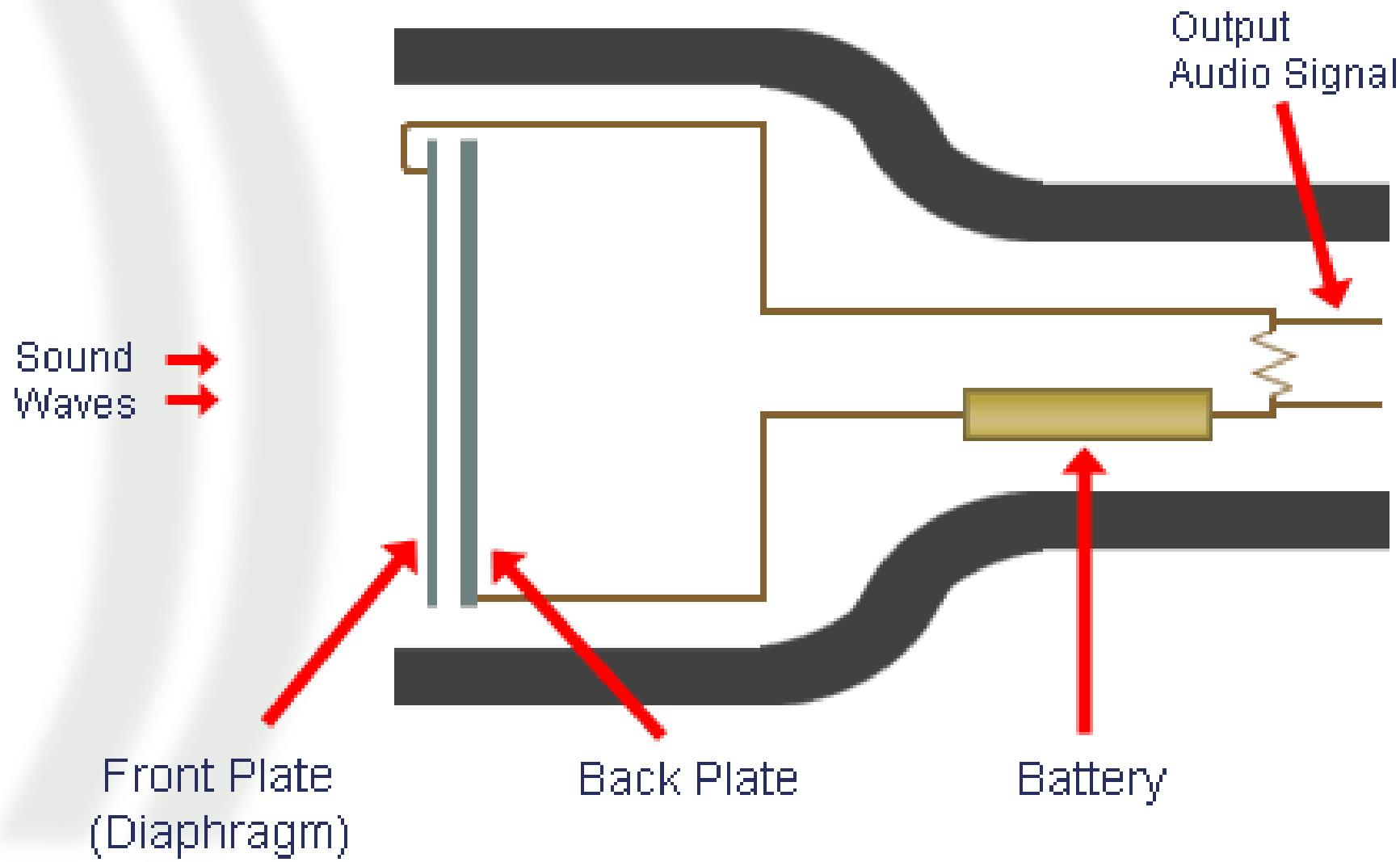
DIAPHRAGM TYPE

(B)



# Mikropon kondensor

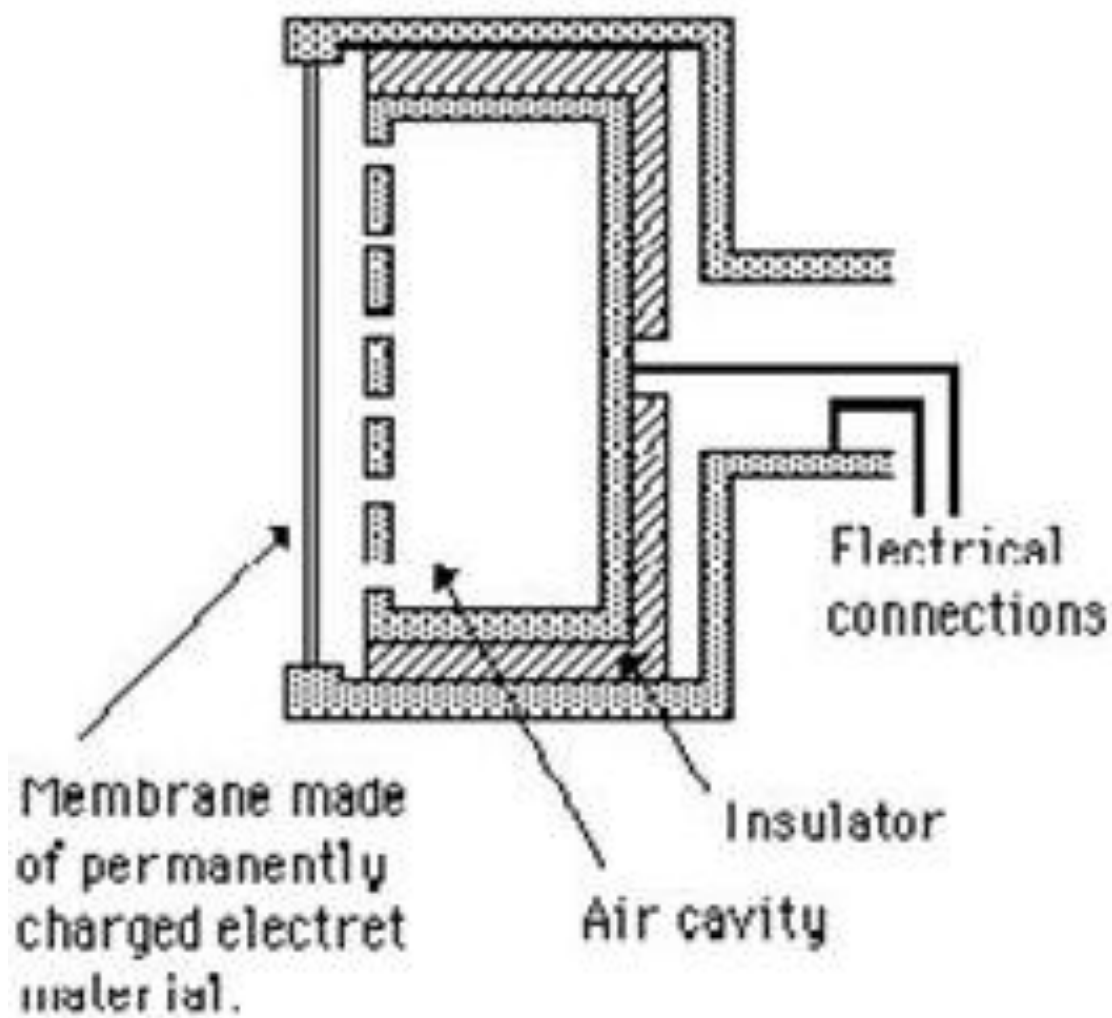
- Sebuah mikrofon kondensor pada dasarnya adalah sebuah kapasitor, dengan satu kapasitor bergerak dalam menanggapi gelombang suara. Gerakan ini mengubah kapasitansi dari kapasitor, dan perubahan ini diperkuat untuk menciptakan sinyal terukur. Mikrofon kondensor biasanya membutuhkan baterai kecil untuk memberikan tegangan kapasitor.

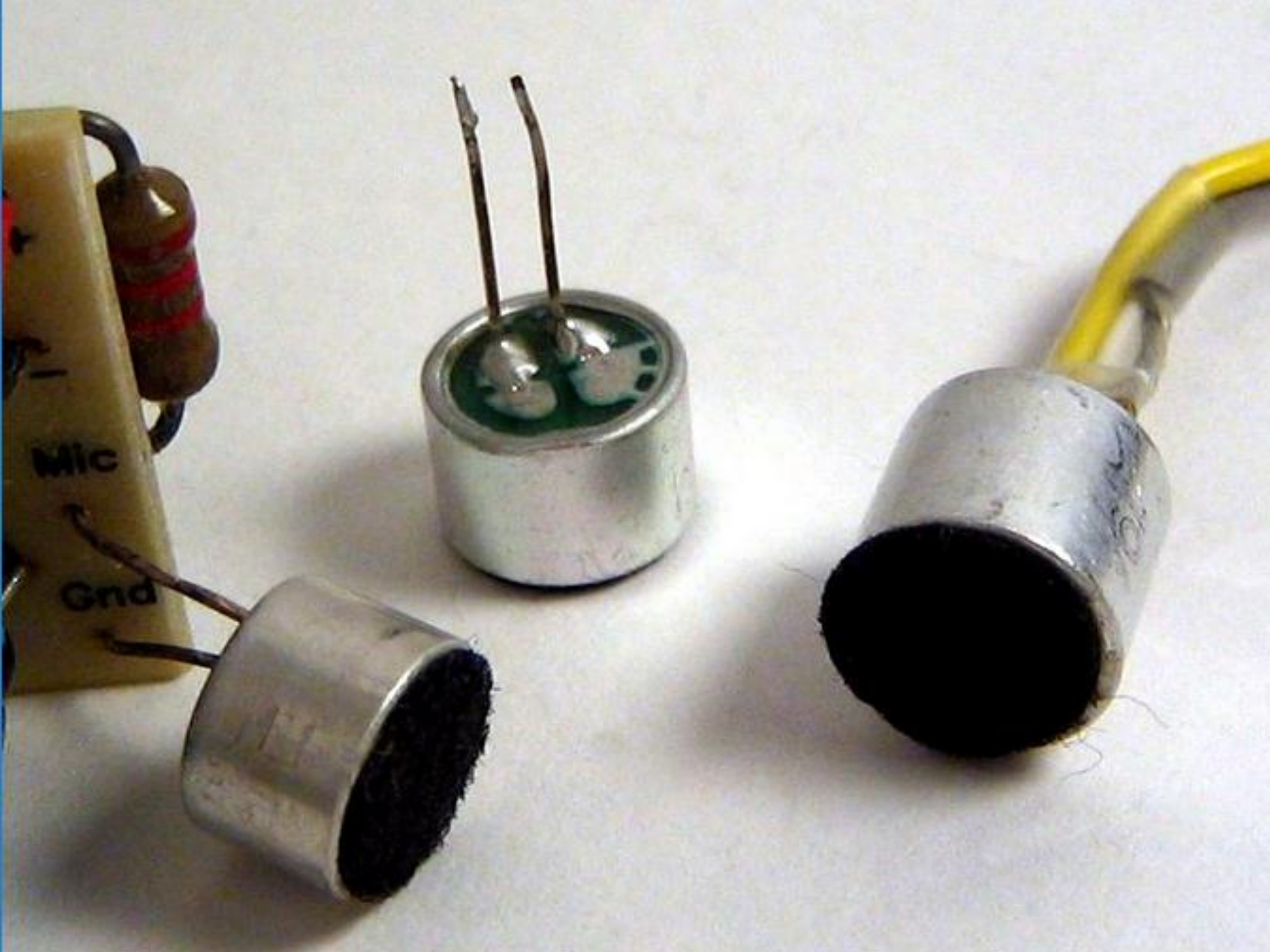




# Mikropon Elektret

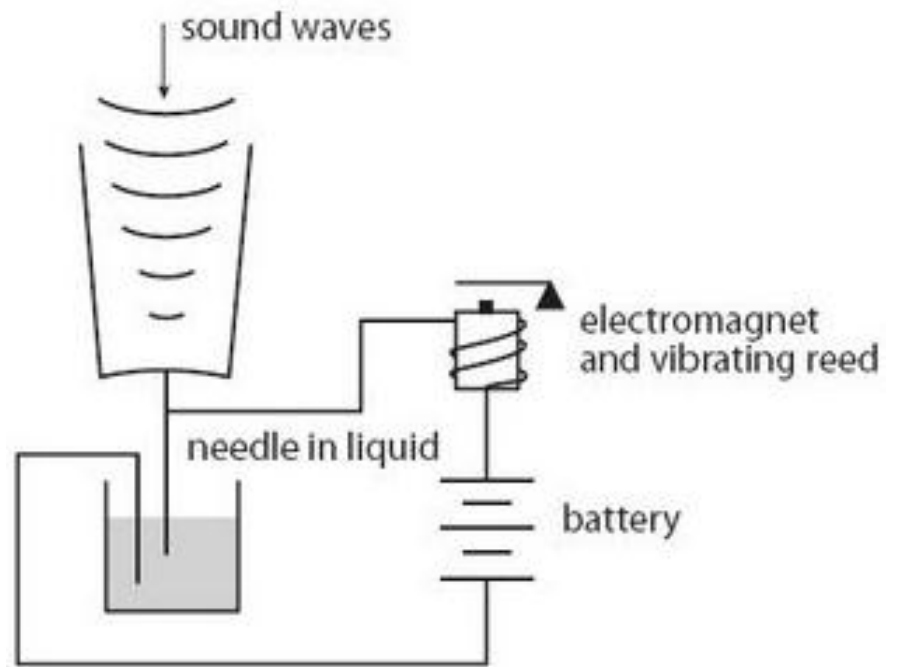
- Mikrofon electret adalah mikrofon yang paling banyak digunakan di muka Bumi ini. Karena mereka murah dan relatif sederhana, mikrofon electret digunakan dalam ponsel, komputer dan handsfree headset. Sebuah mikrofon electret adalah jenis kondensor mikrofon di mana muatan eksternal diganti dengan bahan electret, yang menurut definisi dalam keadaan permanen polarisasi listrik





# Mikrofon liquid

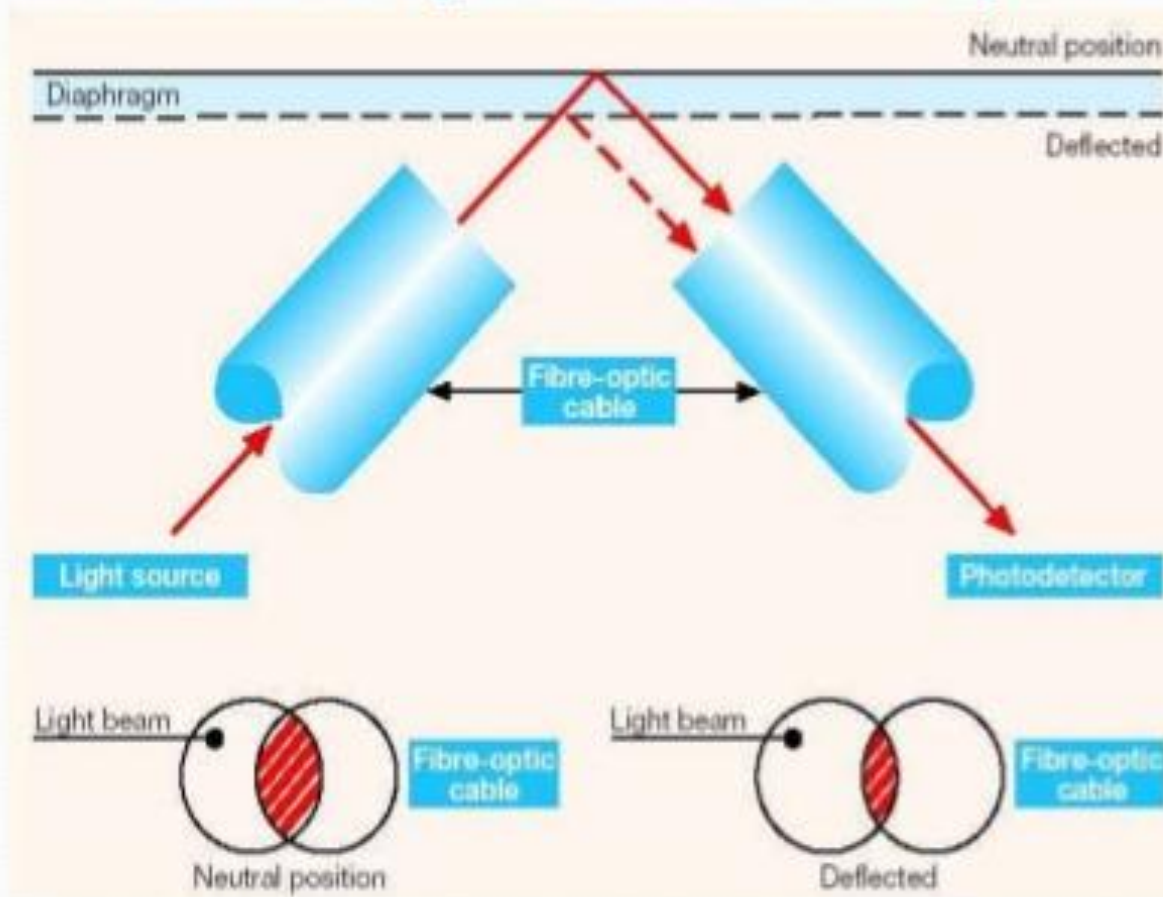
- Mikrofon Liquid, ditemukan oleh Alexander Graham Bell dan Thomas Watson, berada di antara mikrofon pertama yang bekerja untuk dikembangkan, dan mereka adalah pelopor untuk apa yang kemudian akan menjadi mikrofon kondensor. Mikrofon cair awal menggunakan cangkir logam diisi dengan air dan asam sulfat. Diafragma ditempatkan di atas cangkir dengan jarum di sisi penerima diafragma. Gelombang suara akan menyebabkan jarum untuk bergerak di dalam air. Sebuah arus listrik kecil berlari ke jarum, yang dimodulasi oleh getaran suara. Mikrofon cair bukan perangkat yang fungsional, tapi merupakan percobaan ilmiah yang besar.



# Mikrofon Fiber Optic

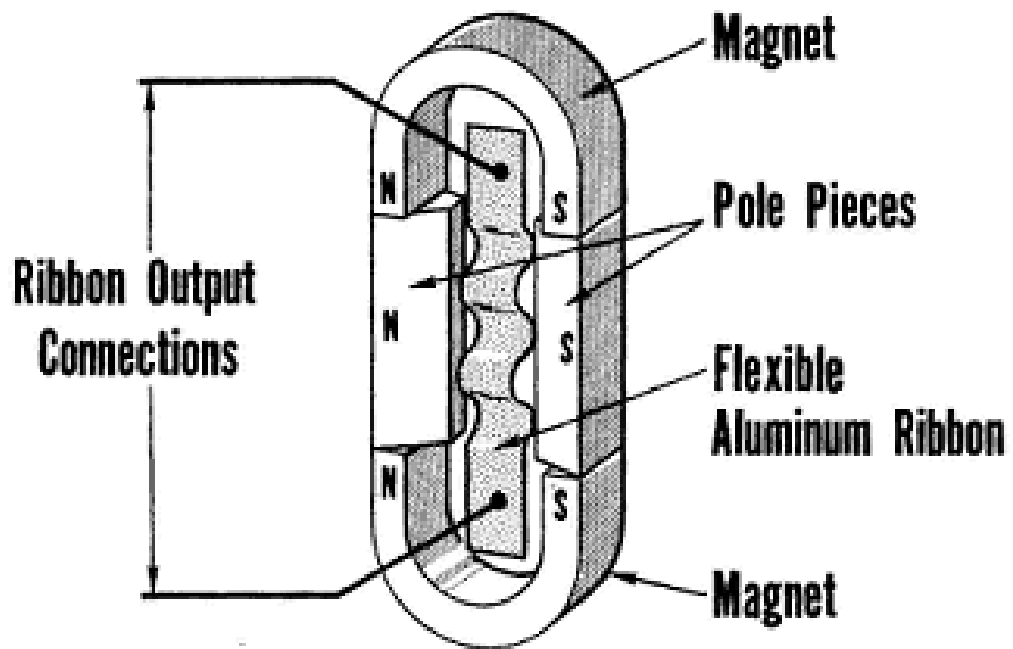
- Sistem serat optik, yang menggunakan untaian super tipis dari kaca untuk mengirimkan informasi bukan kabel logam, telah merevolusi bidang telekomunikasi dalam beberapa tahun terakhir, termasuk teknologi mikrofon. Jadi apa masalahnya? Tidak seperti mic konvensional, yang seringkali besar dan mengirim sinyal listrik, mikrofon serat optik bisa sangat kecil, dan mereka dapat digunakan dalam lingkungan elektrik sensitif. Mereka juga dapat diproduksi tanpa logam, yang membuat mereka sangat berguna dalam magnetic resonance imaging (MRI) aplikasi dan situasi lain di mana gangguan frekuensi radio adalah masalah.

# Fiber optic microphone



# Mikrofon pita

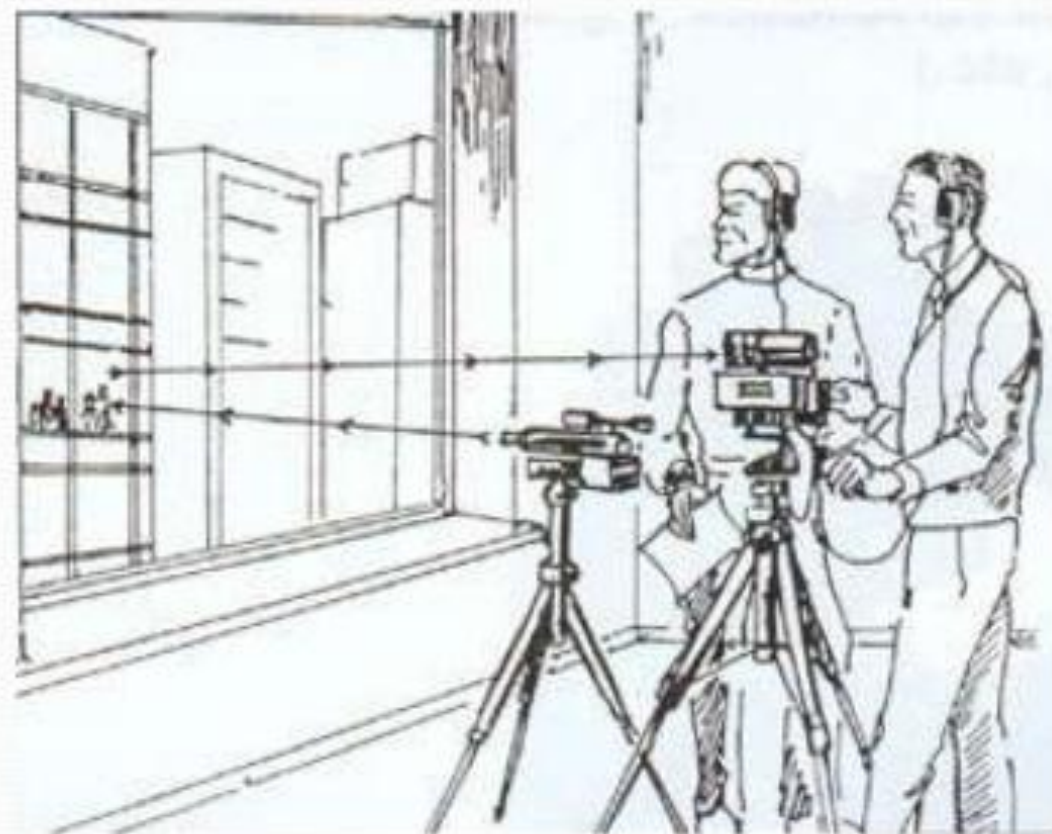
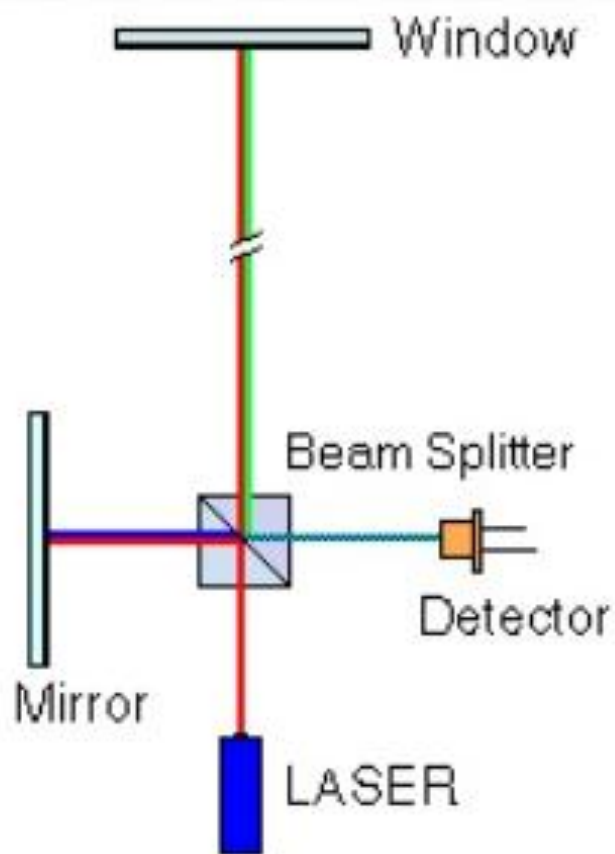
- Dalam mikrofon pita, pita tipis – biasanya aluminium, duraluminium atau nanofilm – ditangguhkan dalam medan magnet. Gelombang suara menggerakkan pita, yang mengubah arus yang melalui pita tersebut. Mikrofon Ribbon adalah mikrofon dua arah, yang artinya mereka mengambil suara dari kedua sisi mic. RCA PB-31 adalah salah satu mikrofon pita pertama. Diproduksi pada tahun 1931, dan mengubah industri audio dan penyiaran karena menetapkan standar baru pada *clarity* suara yang dihasilkan. Beberapa pembuat mikrofon lain membuat model yang sebanding, termasuk BBC-Marconi Tipe A dan ST & C Coles 4038



# Mikrofon laser

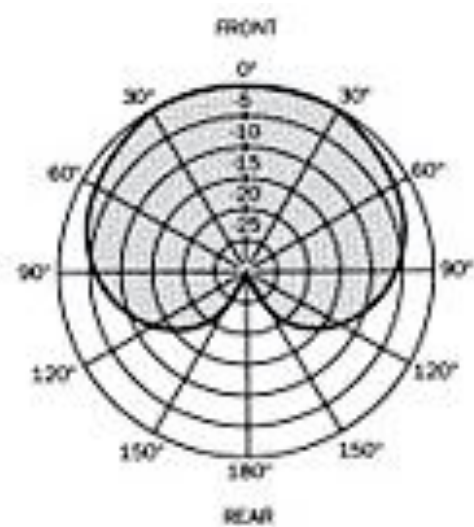
- Sebuah mikrofon laser bekerja dengan menangkap getaran off dari pesawat, seperti kaca jendela, misalnya, dan mengirimkan sinyal kembali ke detektor foto, yang mengubah sinar laser dipantulkan menjadi sinyal audio. Bila suara memukul kaca jendela, suara akan menekuk dan menyebabkan sinar laser untuk membelok, yang dapat diterjemahkan ke suara menggunakan fotosel. Dalam beberapa tahun terakhir, para ilmuwan telah mengembangkan jenis baru mikrofon laser yang bekerja dengan streaming asap di sinar laser yang ditujukan untuk photocell, yang kemudian dikonversi ke signal audio.

# Laser microphone



# Mikrofon cardioid

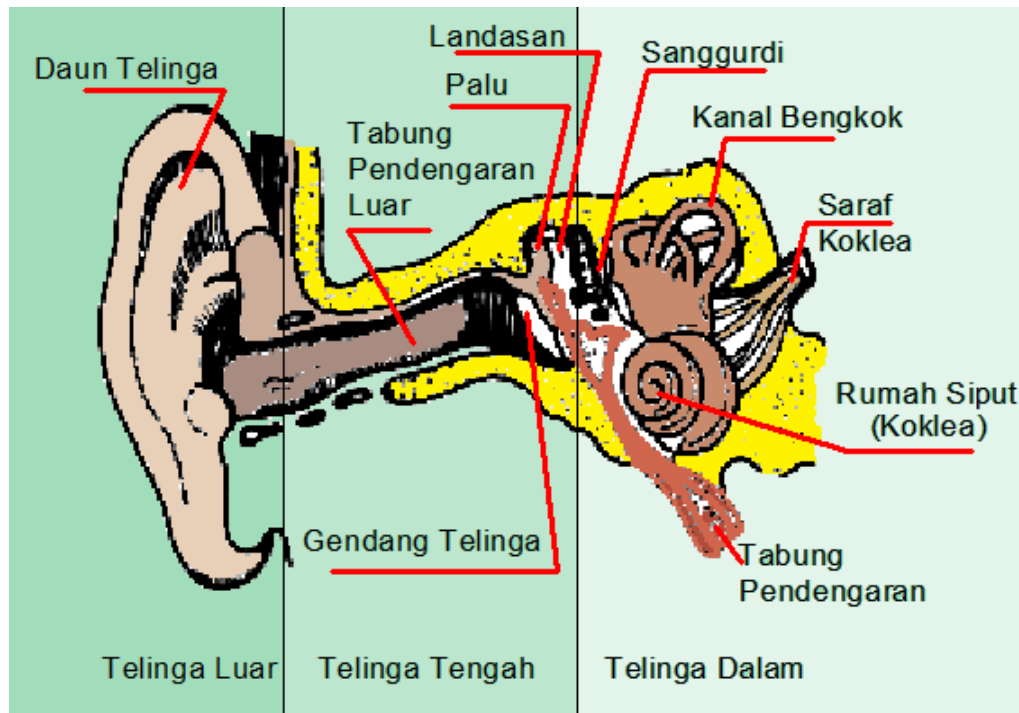
- Jika Anda mencari untuk merekam suara yang terletak di depan dan di sisi mic – tapi tidak di belakang itu – mikrofon cardioid adalah untuk Anda. Sebuah *polar plot* untuk *gain* dari cardioid berbentuk hati, dengan sensitivitas tertinggi terletak langsung di depan mic, dan sedikit di sisi. Karena itu, mic cardioid ideal untuk merekam pertunjukan live tanpa menangkap terlalu banyak suara bising kerumunan, dan banyak mikrofon genggam yang digunakan untuk memperkuat vokal adalah mic cardioid





# Psikoakustik Telinga Manusia

# Anatomi Telinga



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

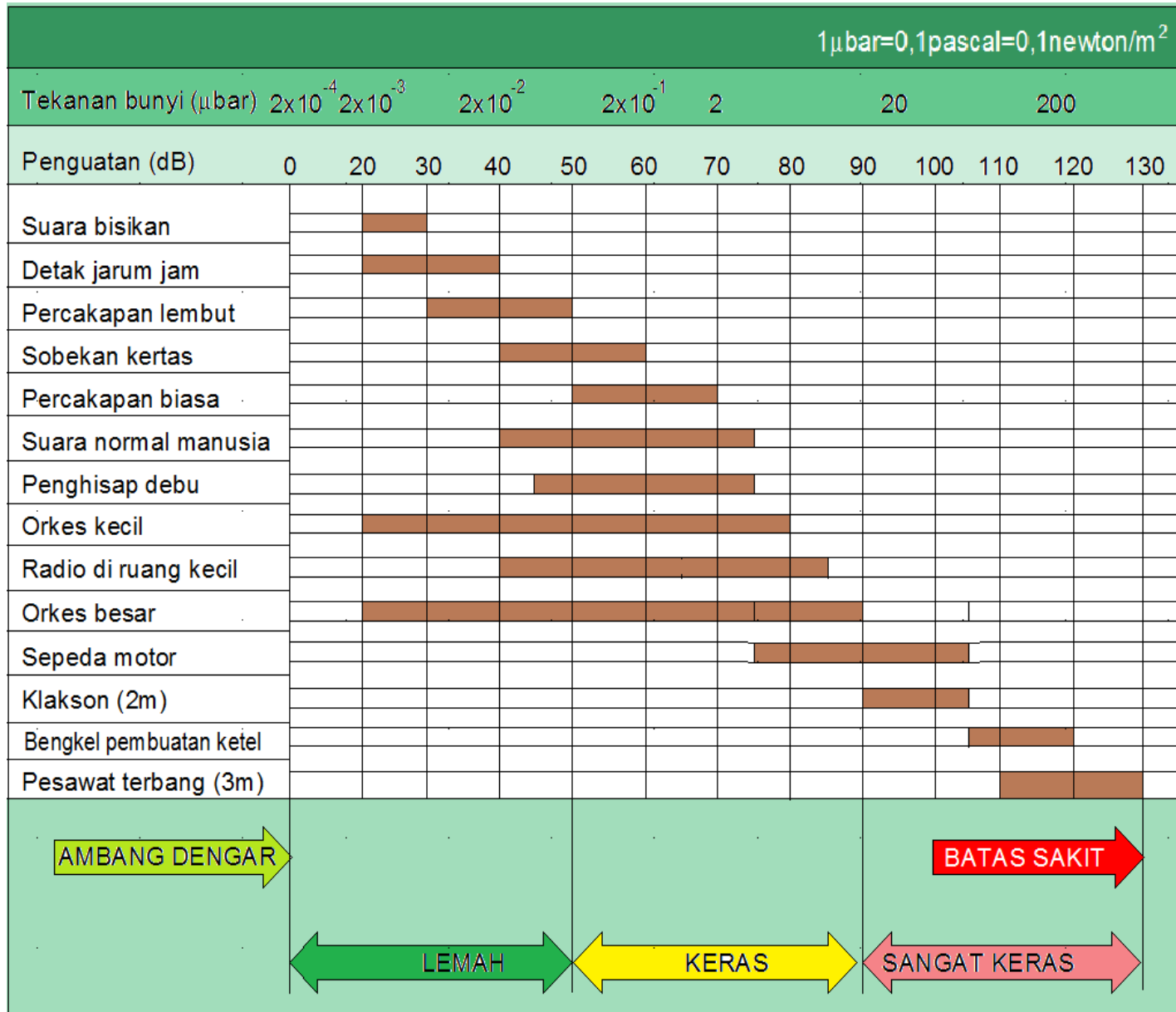
# Ambang Dengar

Ambang dengar pada 1.000Hz berharga  $2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar}$  dan maksimum telinga dapat mendengar (batas sakit) berharga  $200 \mu\text{bar}$ . 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

Catatan : Ambang dengar  $p_0 = 2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar}$ ; batas sakit  $p_1 = 200 \mu\text{bar}$ , maka :

$$\frac{2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar}}{200 \mu\text{bar}} = \frac{1}{1.000.000}$$

# Batas Sakit



# Penyakit Telinga

## **1. Tersumbatnya telinga oleh kotoran**

penyakit pada Telinga bagian luar memiliki kelenjar yang menghasilkan minyak. Minyak ini berguna untuk mencegah air dan kotoran masuk ke dalam telinga. Biasanya, minyak bersama kotoran menggumpal dan akan mengering.

## **2. Hilangnya pendengaran akibat pencemaran suara**

Suara yang terlalu keras dapat menyebabkan kerusakan telinga bagian dalam. Akibatnya, pendengaran dapat terganggu dan bahkan pendengaran hilang, rusaknya telinga akibat suara yang terlalu keras dapat dicegah dengan tidak mendengarkan dan menghindari sumber pencemaran suara atau menggunakan alat penutup telinga yang dapat mengurangi intensitas suara.

# Penyakit Telinga

## 3. Tuli konduksi

Pada Tuli konduksi, telinga tidak dapat mendengar karena gangguan pada penghantaran getaran suara. Sebab-sebab gangguan ini antara lain :

- penyumbatan saluran telinga oleh minyak serumen.
- penebalan atau pecahnya membran timpani.
- pengapuran pada tulang pendengaran.
- kekakuan hubungan stapes pada tingkap oval.
- Tuli saraf yaitu tuli yang disebabkan adanya kerusakan saraf auditori (saraf pendengaran).

## 4. Vertigo

Vertigo adalah penyakit atau kondisi dimana telinga bagian dalam mengalami gangguan sehingga terasa pusing dan ruang di sekeliling penderita terasa berputar sehingga pada kondisi seperti ini penderita merasa berputar atau melayang. Kebanyakan para penderita vertigo terserang kondisi ini saat sedang stress dan kecapean. Pada kondisi stress jaringan saraf di otak mengalami overrecting karena menerima pasokan darah dari jantung terlalu mendadak.

# Kuat Suara

Daerah tekanan suara yang bisa didengar antara ambang dengar dan batas sakit memiliki  $1:10^6$  dan ini sangat lebar. Dalam prakteknya, perbandingan ini tidaklah linear, melainkan dalam ukuran logaritmis. Ukuran logaritmis dari sebuah perbandingan diberi satuan Bell, supaya tidak timbul koma dalam pengukuran dan perhitungan maka satuan yang digunakan desibel (dB) atau sepersepuluh dari satuan dasar.

# Kuat Suara

Desi Bell (dB) merupakan satuan untuk perbandingan, perbandingan ini digunakan referensi standar yang berbeda. Sebagai contoh, dBV digunakan untuk referensi 1Volt, dBm digunakan untuk referensi 1miliWatt.

Dalam audio atau akustik digunakan dB SPL (Sound Pressure Level) sebagai ambang dengar dengan tekanan suara  $p_0=2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar}$ , besaran ini juga disebut sebagai level suara absolut. 0dB SPL merupakan ambang pendengaran bagi kebanyakan telinga manusia.

$$L = 20 \log \frac{p}{p_0}$$

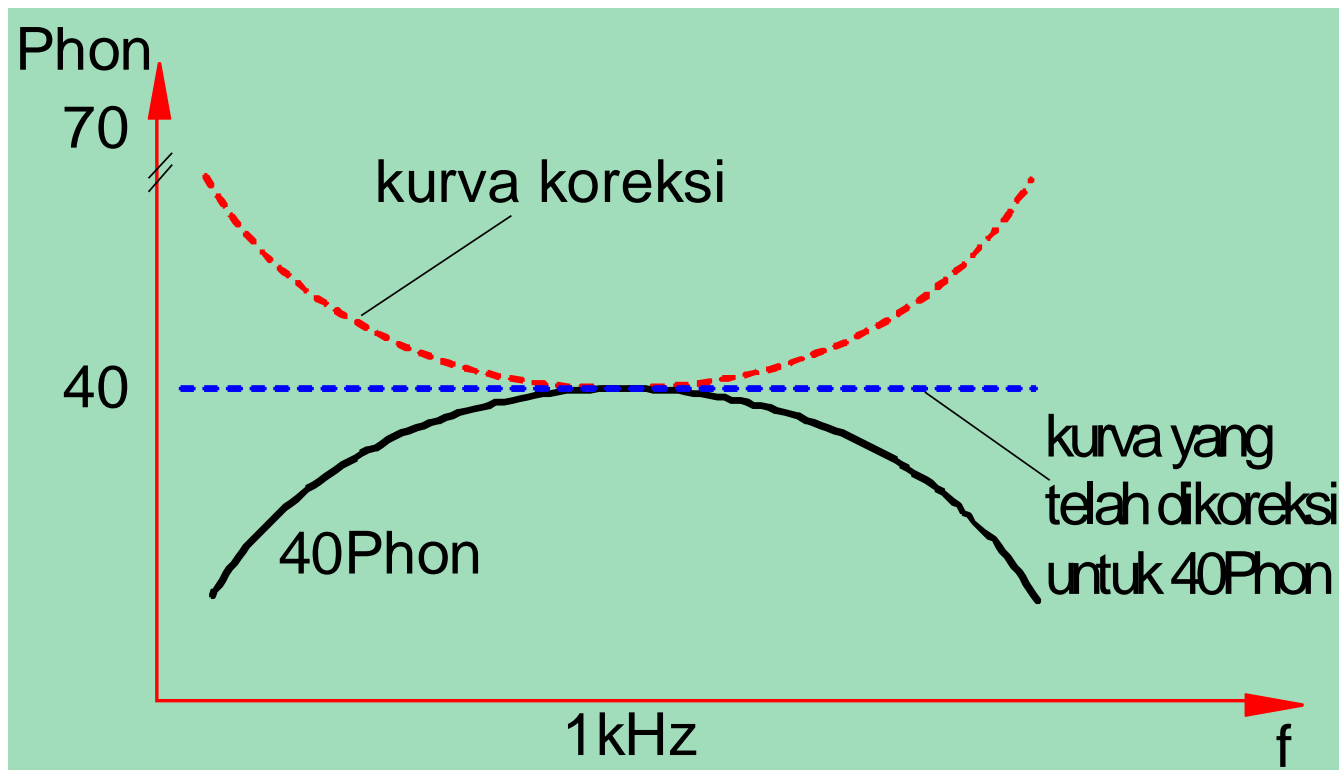
L = level suara dalam dB

p = tekanan suara

$p_0$  =tekanan bunyi pada ambang dengar  $2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar}$

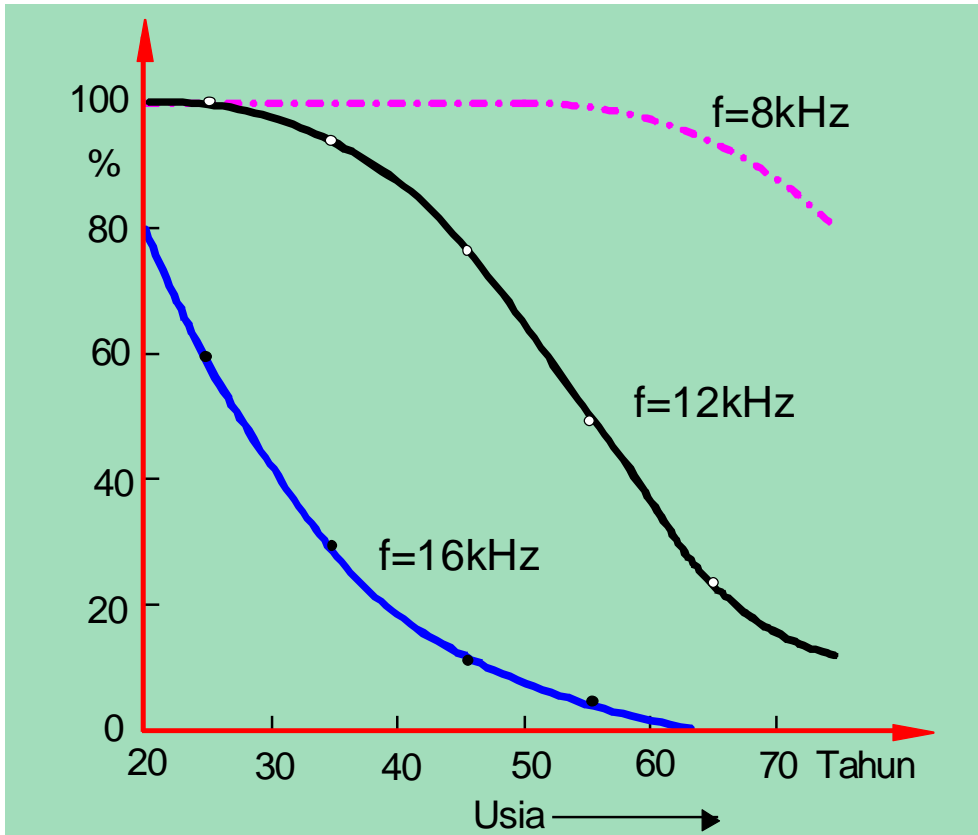


# Pengaturan kuat suara



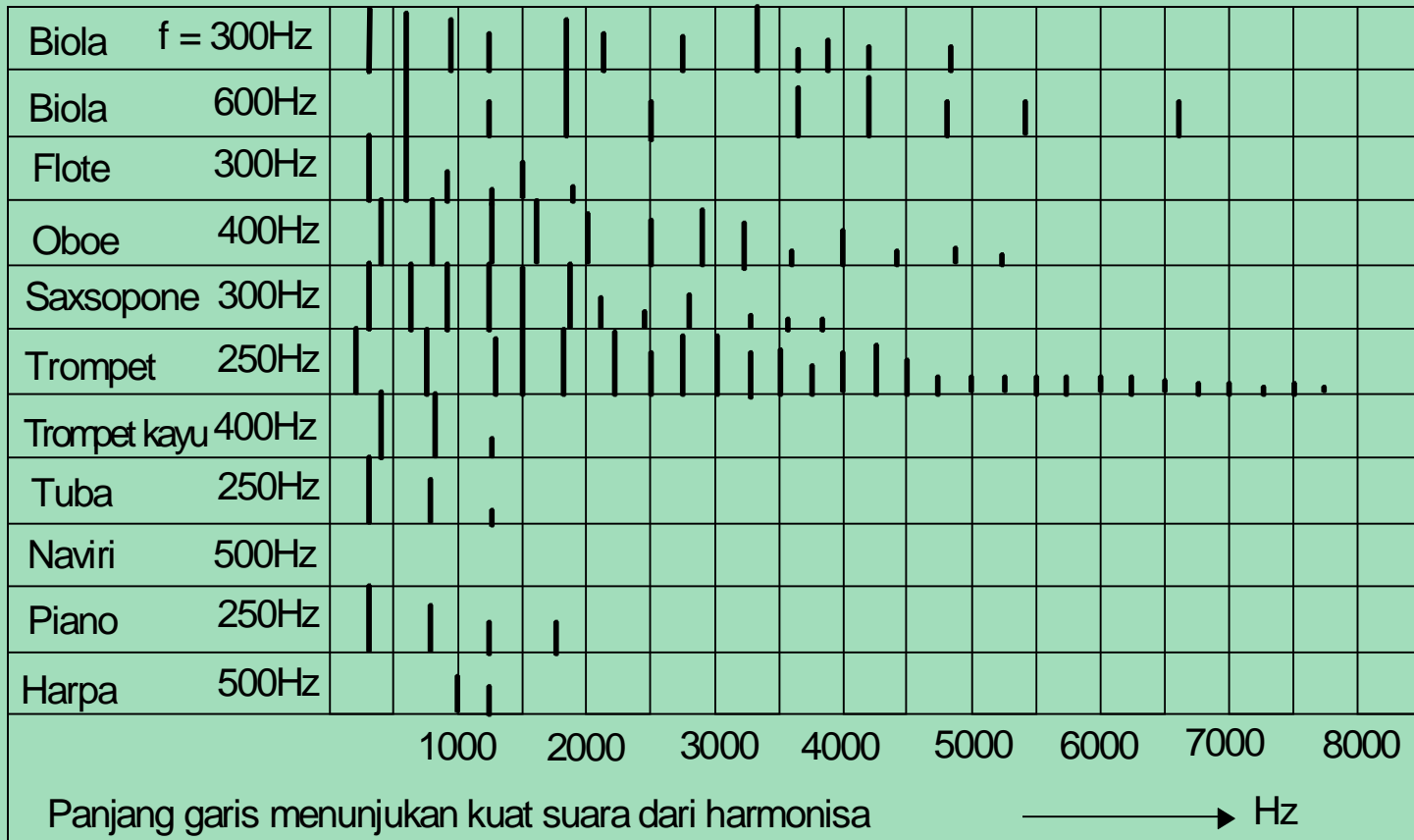
Kita mendengarkan sebuah konser atau pembicaraan dalam kamar melalui radio atau penguat, kuat suara akan berkisar sekitar 40 phon. Pada 40 phon pendengaran sangat bergantung pada frekuensi, maksudanya frekuensi tinggi dan rendah akan sedikit lemah didengar.

# Penurunan pendengaran



Penurunan perasaan mendengar untuk frekuensi tinggi dengan bertambahnya usia. karena kendang telinga, sambungan palu, amboss dan sebagainya telah mengeras.

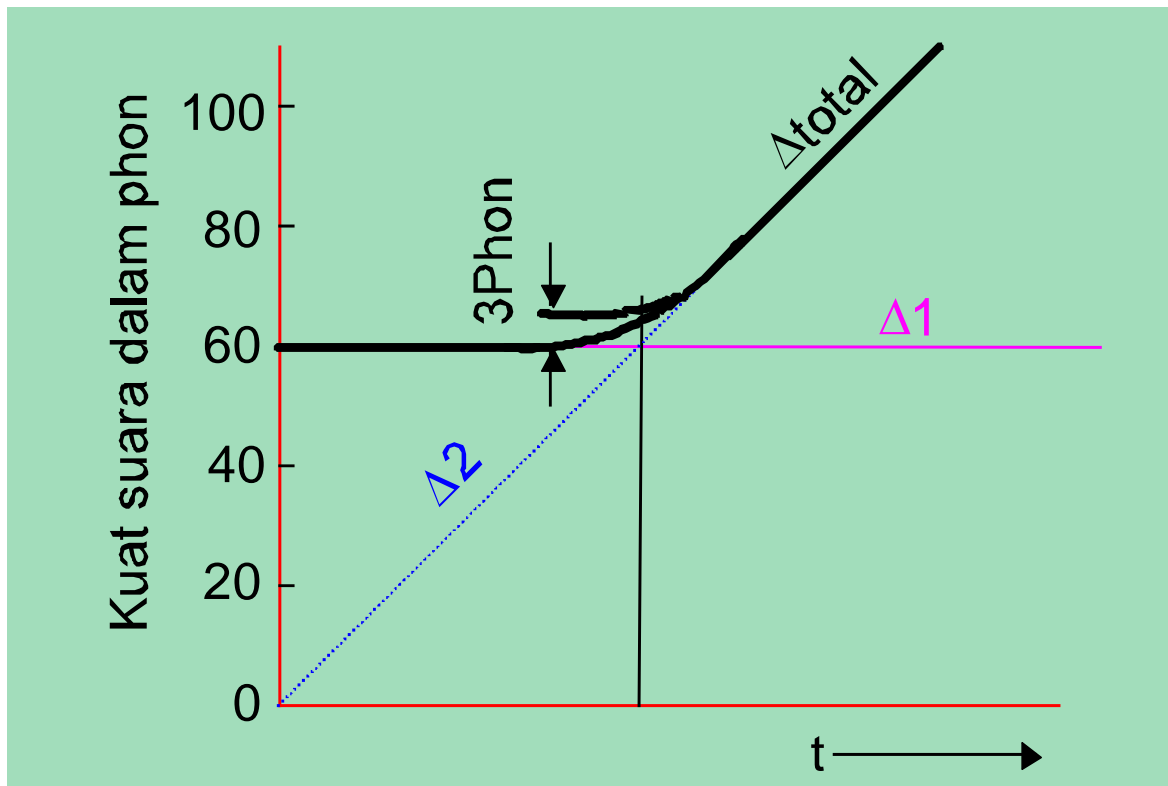
# Harmonisasi Instrumen



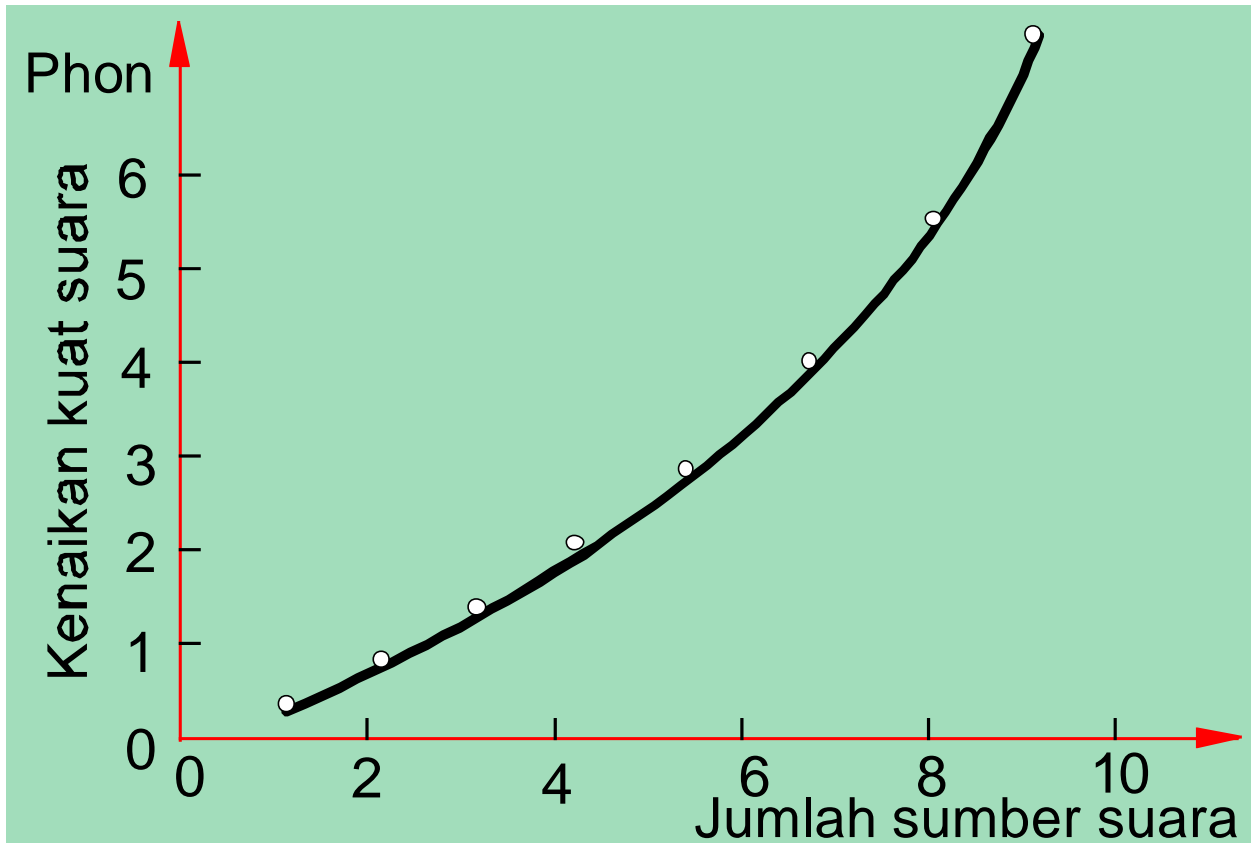
Nada dasar dan hamonisa menimbulkan bunyi. Bagaimana bunyi berbunyi (warna bunyi) ditentukan oleh hitungan dan amplitudo harmonisa.

# Hubungan dari sumber Bunyi

Secara bersama-sama beberapa sumber bunyi dijalankan, maka intensitas keseluruhan secara penekatan sama dengan jumlah intensitas bunyi sendirian. Dengan demikian secara umum naik juga kuat suara yang dirasakan. Pada dua sumber bunyi yang sama kuatnya intensitas keseluruhannya akan lebih besar dari level sinyal sekitar 3 dB lebih tinggi dari sumber sinyal sendirian.

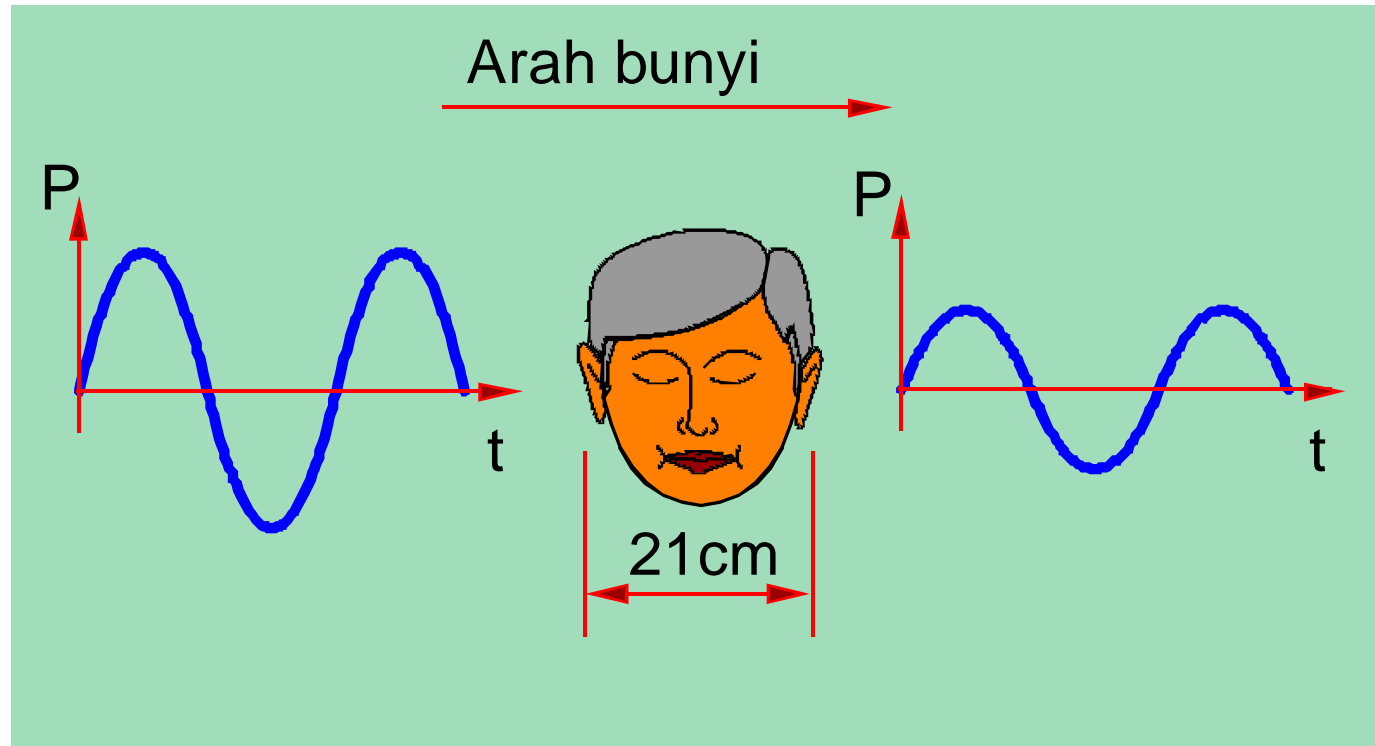


# Hubungan dari sumber Bunyi



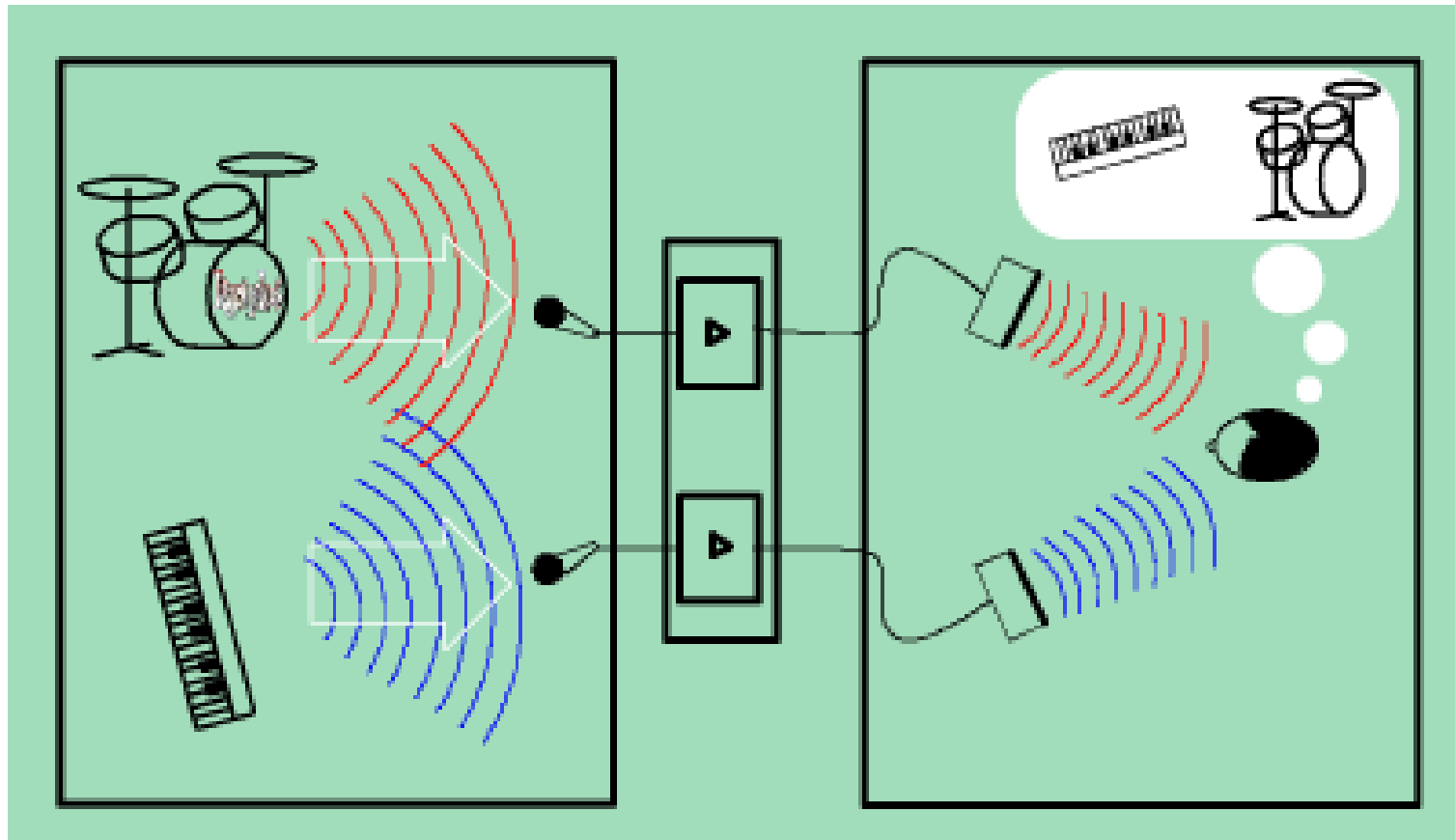
Pada waktu yang lain kuat suara keseluruhan hampir tidak lebih besar dari pada yang lebih besar dari keduanya.

# Pendengaran Secara Ruangan



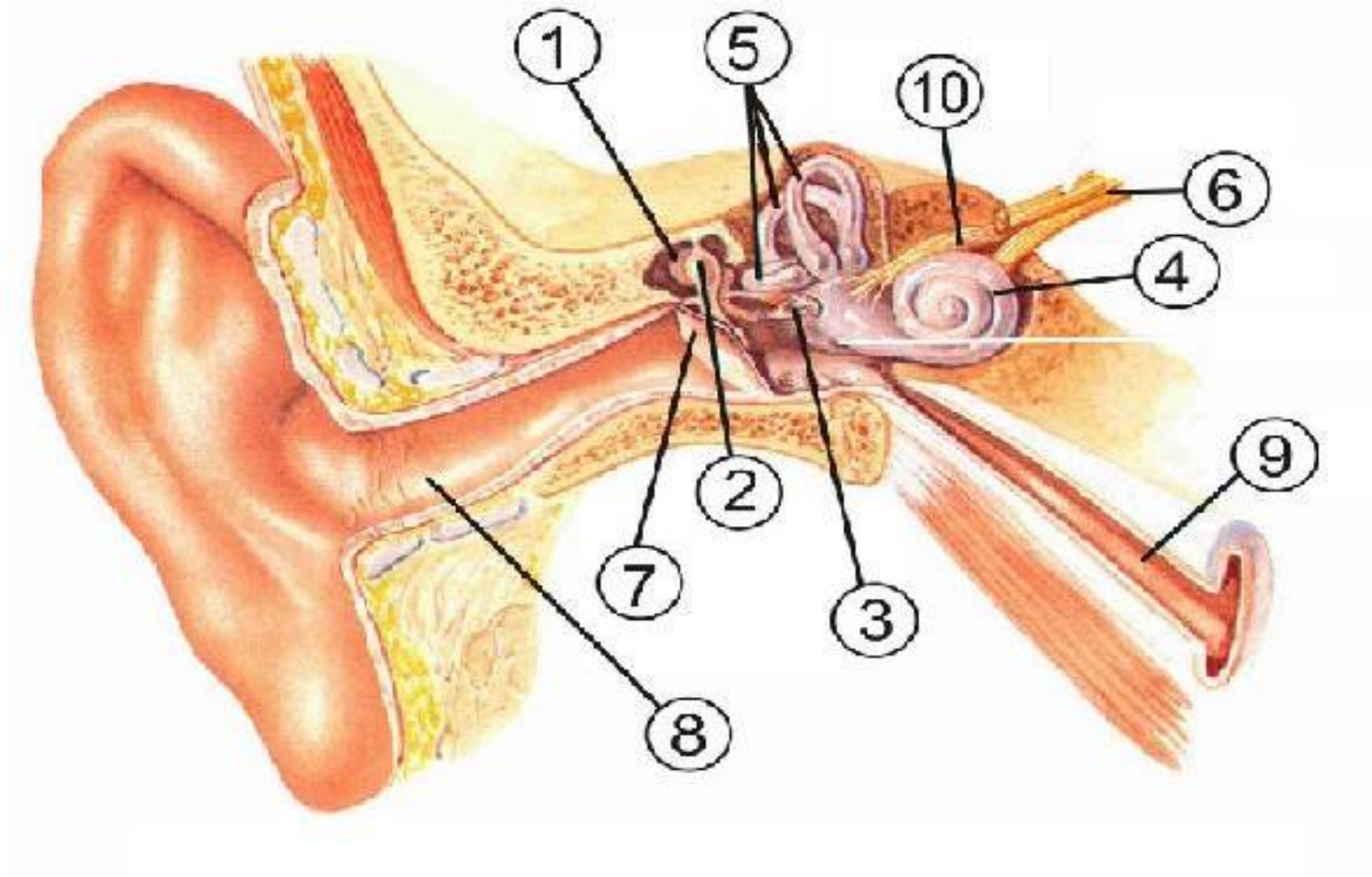
Jika ada bunyi berada agak disebelah kiri, maka telinga kiri akan mendengar lebih kuat dibandingkan telinga sebelah kanan. Dengan demikian pada peninjauan terdapat kejadian bunyi antara telinga kanan-dan kiri tidak hanya sebuah perbedaan waktu berjalan  $t$  melainkan juga perbedaan intensitas bunyi.

# Stereophoni

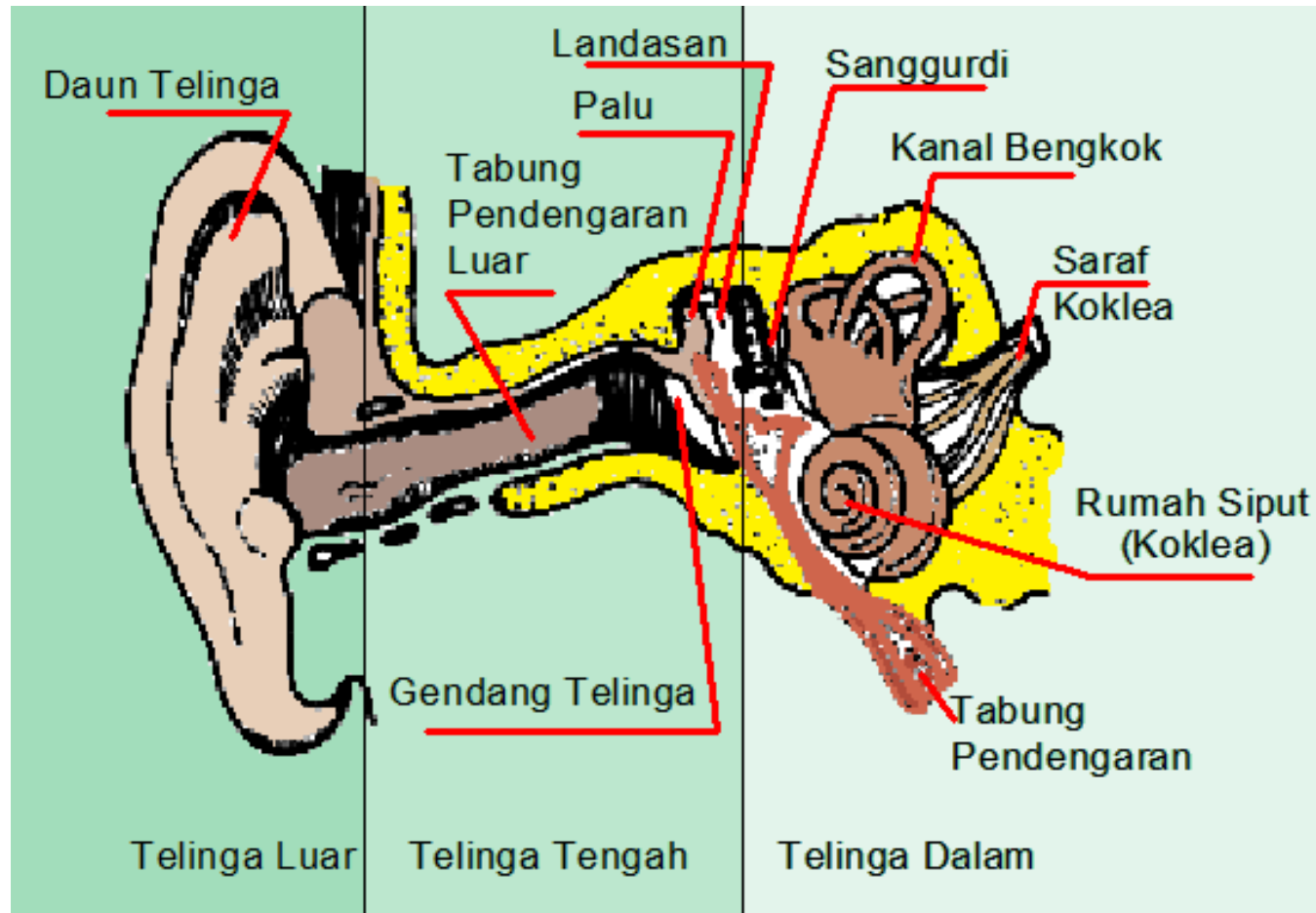


Stereophoni pada dasarnya pada perekaman reproduksi bunyi memperhatikan “efek kanan-kiri” ini.

# Quiz



# Quiz



Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 2 Depok		
Teknik Audio Video	<b>Gelombang Suara</b>	No : 01
Perekayasaan Sistem Audio		Tanggal :
Kelas/Semester:XI/III		Alokasi Waktu :

### A. Kompetensi Dasar

Setelah melakukan praktikum ini siswa diharapkan dapat:

1. Mengukur gelombang suara dan dimensi sistem akustik ruang.

### B. Indikator

1. Mengklasifikasikan elemen gelombang, jenis-jenis dan interaksi gelombang suara.
2. Mendiagramkan karakteristik gelombang suara pada berbagai macam media.
3. Mengukur level suara dalam satuan decibel (dB) dan interpretasi data pengukuran
4. Mengukur level suara sistem akustik ruang kecil dan interpretasi data hasil pengukuran
5. Memilih kebutuhan mikrofon sesuai dengan kebutuhan sistem akustik ruang kecil

### C. Dasar Teori

#### Tinggi Nada Dan Frekuensi

Kita mengenal ada nada yang tinggi dan ada pula nada yang rendah. Tinggi rendahnya suatu nada ditentukan oleh besar kecil frekuensinya. Telinga manusia hanya dapat mendengar bunyi pada rentang frekuensi 20 Hz sampai 20.000 Hz. Rentang frekuensi ini disebut pula frekuensi audio (range audible). Sedangkan, bunyi dengan frekuensi di bawah 20 Hz disebut frekuensi infrasonik, dan bunyi dengan frekuensi di atas 20.000 Hz disebut frekuensi ultrasonik. Beberapa hewan memiliki kemampuan untuk mendengar bunyi dengan frekuensi ultrasonik, seperti anjing yang dapat mendengar sampai frekuensi 50.000 Hz dan kelelawar yang mampu mendengar bunyi sampai pada frekuensi 100.000 Hz.

Dengan bekal pengetahuan tentang hubungan antara frekuensi dan nada, manusia menciptakan tangga nada. Rangkaian tangga nada diatonik adalah C – D – E – F – G – A – B – C' (do – re – mi – fa – sol – la – si – do') yang ditentukan dengan frekuensi tertentu seperti yang tertera dalam tabel berikut.

## Frekuensi Nada Diatonik

	Nada Diatonik							
Nama Nada	C	D	E	F	G	A	B	C'
Bunyi Nada	do	re	mi	fa	sol	la	si	do
Frekuensi(Hz)	264	297	330	352	396	440	495	528
Perbandingan	24	27	30	32	36	40	45	48

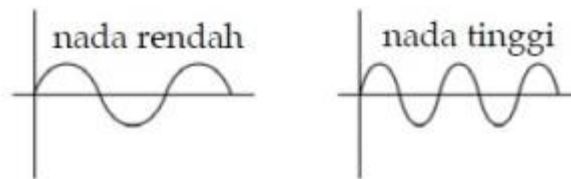
*Tabel Frekuensi Nada Diatonik*

### Tinggi Nada

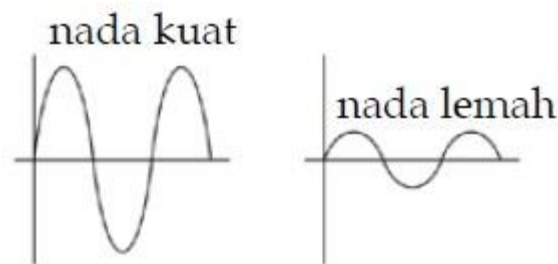
Tinggi nada ditentukan oleh tinggi rendah frekuensi nada tersebut. Nada C disebut dengan nada C-tengah, dan nada C1 disebut dengan nada C-tinggi. Adapula nada C1 yang berbeda satu oktaf lebih rendah dari nada C disebut nada C-rendah. Terlihat dengan jelas bahwa nada C1 memiliki frekuensi dua kali lipat dari frekuensi nada C. Dengan nada-nada yang teratur inilah kita mengenal musik dan alat musik.

### Kuat Nada

Kuat nada ditentukan oleh amplitudo nada, semakin tinggi amplitudo maka semakin kuat nadanya, dan sebaliknya semakin rendah amplitudo maka semakin lemah nada tersebut. Apa perbedaan jika sebuah senar gitar dipetik perlahan-lahan dan dipetik dengan kuat? Saat dipetik dengan kuat, maka nada akan terdengar lebih keras (bukan lebih tinggi). Karena senar yang dipetik adalah senar yang sama, maka nada yang keluar pun akan sama atau dengan kata lain, frekuensinya tetap. Namun, apa yang membuat suara nada tersebut terdengar keras? Yang membuat perbedaan adalah amplitudo. Telah kita ketahui pada pembahasan sebelumnya, amplitudo adalah simpangan terbesar dari gelombang. Perbedaan antara nada tinggi, nada rendah, nada kuat, dan nada lemah ditunjukkan pada gambar berikut.



*Tinggi-Rendah Nada*



*Kuat-Lemah Nada*

Sebagaimana gelombang pada umumnya, frekuensi bunyi berbanding lurus dengan cepat rambat dan berbanding terbalik dengan panjang gelombang.

$$f = \frac{v}{\lambda} \quad \text{atau} \quad v = f\lambda$$

dengan:

f = frekuensi (Hz)

v = cepat rambat bunyi (m/s)

$\lambda$  = panjang gelombang (m)

Bunyi dengan frekuensi teratur adalah nada, sedangkan bunyi dengan frekuensi tidak teratur adalah noise. Dengan konsep nada banyak alat musik diciptakan manusia dengan kemampuan menghasilkan nada yang beraneka ragam.

#### **D. Alat dan Bahan**

1. CRO
2. AFG
3. Speaker

#### **E. Keselamatan Kerja**

1. Berdoa terlebih dahulu sebelum praktik dimulai.
2. Mengenakan baju praktikum untuk keamanan dan kerapian.
3. Menggunakan alat sesuai prosedur yang benar.
4. Tidak bergurau saat praktikum untuk meminimalisir kecelakaan kerja.

#### **F. Langkah Kerja**

1. Siapkan alat dan bahan.
2. Hidupkan CRO dan AFG.
3. Kalibrasi CRO supaya siap digunakan.
4. Setting AFG ke 1KHz.
5. Hubungkan AFG ke speaker sehingga speaker akan berbunyi sesuai frekuensi.
6. Masukkan frekuensi bunyi nada ke AFG kemudian diukur juga menggunakan CRO.
7. Amati panjang gelombang yang dihasilkan.
8. Masukkan hasilnya ke dalam tabel.

No.	Frekuensi(Hz)	Time/div	$\lambda$	v
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				

9. Hitunglah cepat rambat gelombangnya.
10. Naikan 1 oktav tangga nada tersebut dan ulangi langkah 7.
11. Naikan dan turunkan

**G. Soal-soal**

1. Dalam sebuah ruangan dipancarkan suara dengan frekuensi rendah sampai tinggi dari ujung A ke ujung B. Lebih cepat manakah antara frekuensi tinggi dan rendah dalam menjangkau ujung B, mengapa?
2. Dari frekuensi yang telah dinaikan dan diturunkan, berapakah batas dengar, batas suara harmonis yang dapat didengar?

Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 2 Depok		
Teknik Audio Video	<b>Psikoakustik</b>	No : 02
Perekayasaan Sistem Audio		Tanggal :
Kelas/Semester:XI/III		Alokasi Waktu :

### A. Kompetensi Dasar

Setelah melakukan praktikum ini siswa diharapkan dapat:

1. Mendimensikan ambang batas daerah dengar telinga manusia.

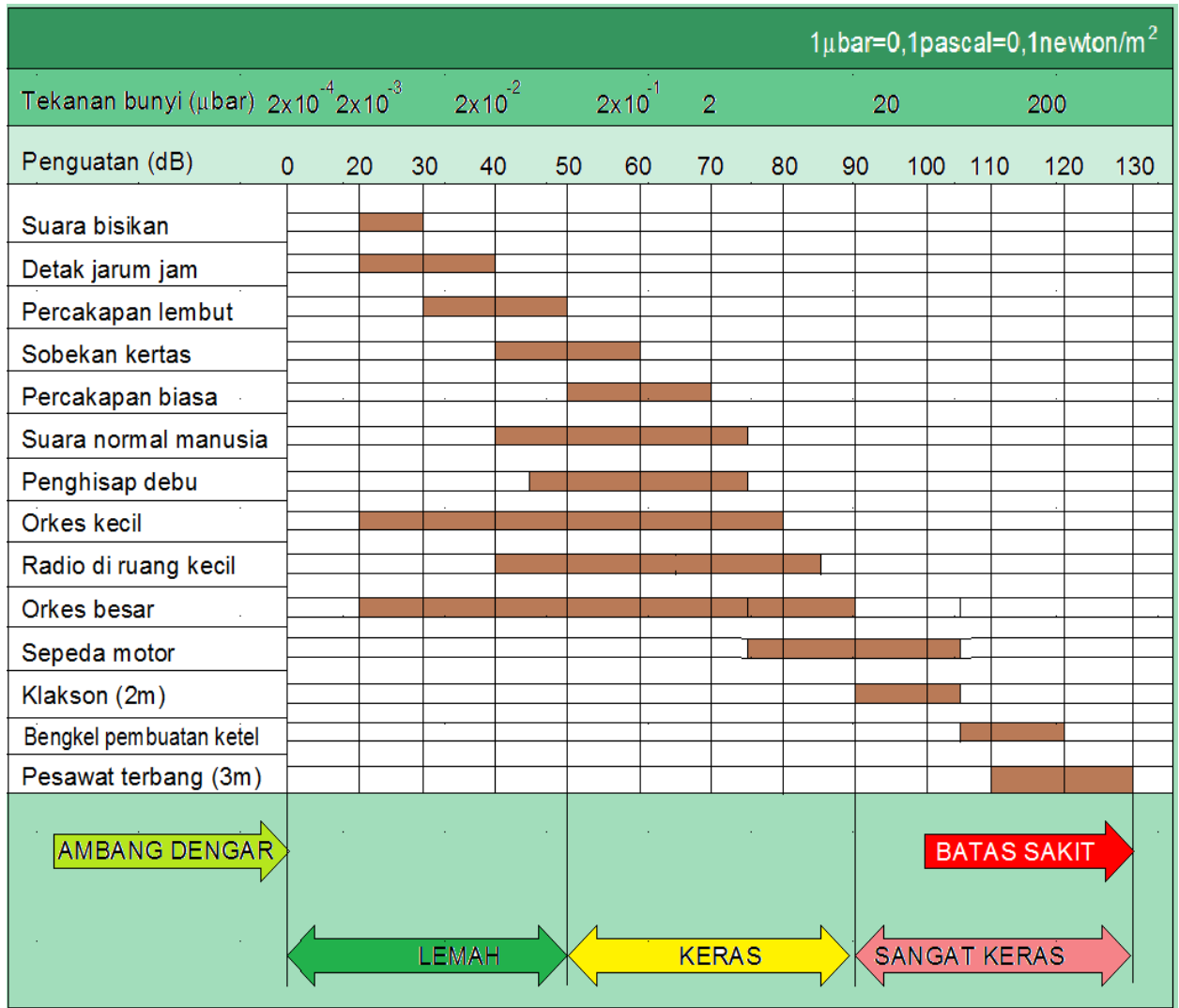
### B. Indikator

1. Mencontohkan gambar anatomi telinga untuk menjelaskan psiko-akustik telinga manusia.
2. Menguji kepekaan telinga terhadap perubahan frekuensi dan amplitudo sumber suara.
3. Menguji dan mendemonstrasikan ambang batas daerah dengar sensasi telinga manusia.
4. Mengukur level suara dalam satuan decibel (dB) dalam media dan karakteristik lingkungan yang berbeda.
5. Mengkonversi level suara dalam satuan decibel (dB-SPL) dalam media dan karakteristik lingkungan yang berbeda.

### C. Dasar Teori

Desi Bell (dB) merupakan satuan untuk perbandingan, perbandingan ini digunakan referensi standar yang berbeda. Sebagai contoh, dBV digunakan untuk referensi 1Volt, dBm digunakan untuk reverensi 1miliWatt.

Dalam audio atau akustik digunakan dB SPL (Sound Pressure Level) sebagai adalah ambang dengar dengan tekanan suara  $p_0=2 \cdot 10^{-4}$ ubar, besaran ini juga disebut sebagai level suara absolut. 0dB SPL merupakan ambang pendengaran bagi kebanyakan telinga manusia.



#### D. Alat dan Bahan

1. Sound Level Meter
2. Kertas A4
3. Alat tulis

#### E. Keselamatan Kerja

1. Berdoa terlebih dahulu sebelum praktik dimulai.
2. Mengenakan baju praktikum untuk keamanan dan kerapian.
3. Menggunakan alat sesuai prosedur yang benar.
4. Tidak bergurau saat praktikum untuk meminimalisir kecelakaan kerja.

## **F. Langkah Kerja**

1. Siapkan alat dan bahan.
2. Gunakan sound level meter untuk mengukur suara bising/kebisingan di satu tempat.
3. Berkunjunglah ke tempat-tempat sumber suara seperti lapangan, bangunan proyek, jalan raya, tempat berangin, dll untuk mengukur sumber suara.
4. Catatlah data hasil pengukuran dan gambarkan layout tempat tersebut beserta sumber suara dan jumlahnya.
5. Carilah beberapa posisi pada tempat yang sama, apakah terdapat perbedaan.
6. Buktikan dengan tabel dB atau tabel tingkat kebisingan dengan tempat yang asli.

## **G. Soal-soal**

1. Seberapa besar jumlah sumber suara terhadap pendengaran manusia?
2. Bagaimana pengaruh arah sumber bunyi terhadap pendengaran telinga manusia?
3. Bagaimana kesesuaian tabel dB dengan sumber suara yang asli?



**FORMAT OBSERVASI**  
**KONDISI SEKOLAH \*)**

NPma.2

Untuk mahasiswa

**Universitas Negeri Yogyakarta**

NAMA SEKOLAH : SMK N 2 DEPOK                      NAMA MHS. : Nuzul Fauzan M.  
ALAMAT SEKOLAH : Mrican Caturtunggal              NO. MHS. : 13502241034  
Depok KP 1039    FAK/JUR/PRODI: PT. ELKA FT UNY  
55281,Sleman, Yogyakarta

No	Aspek yang diamati	Deskripsi Hasil Pengamatan	Keterangan
1	Kondisi fisik sekolah	Bagus dan tertata rapi	
2	Potensi siswa	Baik, siswa aktif di kelas, dan rata-rata lulusan banyak yang bekerja di industri yang sudah bekerjasama dengan sekolah	
3	Potensi guru	Baik, lulusan didominasi S1 dan sebagian S2	
4	Potensi karyawan	Baik	
5	Fasilitas KBM, media	Proyektor, papan tulis, alat praktik, laptop	
6	Perpustakaan	Baik	
7	Laboratorium	Baik	
8	Bimbingan konseling	Baik	
9	Bimbingan belajar	Baik	
10	Ekstrakurikuler (pramuka, PMI, basket, drumband, dll)	Ekstrakurikuler ada dua di jurusan dan sekolah	
11	Organisasi dan fasilitas OSIS	Baik	
12	Organisasi dan fasilitas UKS	Baik	
13	Karya Tulis Ilmiah Remaja	Baik	
14	Karya Ilmiah oleh Guru	Baik	
15	Koperasi siswa	Baik	
16	Tempat ibadah	Ada masjid	
17	Kesehatan lingkungan	Bersih dan nyaman	
18	Lain-lain .....		

Koordinator PPL Sekolah

Drs Sriyana  
NIP. 19591126 198603 1 008

Yogyakarta, 19 September 2016  
Mahasiswa,

Nuzul Fauzan Mustova  
NIM. 13502241034

## ANALISIS HASIL ULANGAN

TIPE SOAL : PILIHAN GANDA						
<b>DATA UMUM</b>	NAMA SEKOLAH	: <b>SMK N 2 DEPOK SLEMAN</b>		TAHUN PELAJARAN	: <b>2016 - 2017</b>	
	MATA PELAJARAN	: <b>PEREKAYASAAN SISTEM AUDIO</b>		TANGGAL TES	: <b>14/9/2016</b>	
	KELAS/SEMESTER	: <b>XI/2</b>				
	NAMA TES	:				
	KOMPETENSI DASAR	: <b>GELOMBANG SUARA, AKUSTIK RUANG, ANATOMY TELINGA</b>				
	NAMA PENGAJAR	: <b>NUZUL FAUZAN MUSTOVA</b>				
<b>DATA SOAL PILIHAN GANDA</b>		<b>RINCIAN KUNCI JAWABAN</b>		JUMLAH SOAL	JUMLAH OPTION	SKOR BENAR
		<b>BDADCBDAACAABDABDBBBBBACCBCDDB</b>		<b>30</b>	<b>4</b>	<b>1</b>
				<b>0</b>	<b>100</b>	

SOAL URAIAN	
JUMLAH SOAL	TOTAL SKOR
<b>5</b>	<b>70</b>

**Petunjuk Pengisian :**

- Isikan data pada kolom yang disediakan. Data yang dapat diubah hanya pada kolom yang tercetak **biru**.
- Jangan mengubah format yang ada !

No. Urut	Nama	L/P	RINCIAN JAWABAN SISWA (Gunakan huruf kapital, contoh : AADE...)	JUMLAH		SKOR	NILAI	KET.
				BENAR	SALAH			
1	AJENG ZAHRA FAIRUSSALMA	P	BDADBBBACABDDACDBBBDBBACCABABC	18	12	18	60	
2	ALFIAN JATI NURUL FIKRI	L	BBBDBBDACAAAAABCABBBBACCCBCDAC	20	10	20	67	
3	AMELIA	P	ADADBADACCBXAABDAACDBBCDCCAACB	14	16	14	47	
4	ANGILBERT FEBI DIAN EKA RIS	P	BDADBDACCBDAAADACABABBACCBAABB	18	12	18	60	
5	ANNISA NUR NAFISA	P	BDADBCAACCCADABBBBDBBACCBCACB	21	9	21	70	
6	ANNISA NURAINI	P	BBADBBBACCBDDACDADBDBBACCCDACC	16	14	16	53	
7	ARDHYA ROCKY DIRGANTARA JIN	L	BDADACBABABCCABDABABBBACACABADB	17	13	17	57	
8	ARFIDA DWI NANDA	P	BBADBDACABCDABDABABBBACCBCACB	22	8	22	73	
9	DEVHA SONATHA BUNGSU	L	BDADBBBACCABAAAADABBBACCBCDDB	23	7	23	77	
10	DWI RAHAYUNING WIDYATI	P	BBADBDACADBDAAADCBADBBACCBCDBB	22	8	22	73	
11	DYAH AYU SETYA HULU	P	BDADBBDACCBBDABDCAABDBACCBAADB	21	9	21	70	
12	EGA AYU WULANDARI	P	BDACBDCBCCBBDABDCAABBBACCACDDC	18	12	18	60	
13	ERNA ANJAR WATI	P	BDADBCBCCBXXADAAAXXACDCBCADB	14	16	14	47	
14	FADILAH ANNISA DIANTI	P	BBADBADECCBDAAAAABBABBACCAAACB	15	15	15	50	
15	FAUZAN NUR NOVIANTO	L	BAADBDAAACBDDAADABACAAACCBBACB	15	15	15	50	
16	HALEN JUVENTINA	P	ABADABBBACABCAABDAAADBACACBBADB	14	16	14	47	
17	ISNANTO TRIS GUNAWAN	L	BDACBBDACADBDABDABABBBACCACDDB	25	5	25	83	
18	ISTANUROAINI HABIBAH	P	BBADADDEBCAACBABBDBBBBBBACCADCCB	19	11	19	63	

DATA SOAL URAIAN						HASIL GABUNGAN	
SKOR TIAP SOAL					JUMLAH SKOR	TOTAL SKOR	NILAI
31	32	33	34	35			
<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>10</b>	<b>70</b>		
5	10	12	24	7	58	76	76
5	10	9	24	8	56	76	76
5	10	6	20	8	49	63	63
5	10	12	30	8	65	83	83
5	10	12	30	8	65	86	86
5	10	9	20	7	51	67	67
5	10	15	24	5	59	76	76
5	10	12	30	8	65	87	87
5	10	15	30	7	67	90	90
5	10	15	30	9	69	91	91
5	10	15	30	9	69	90	90
5	10	15	30	9	69	87	87
5	10	12	20	9	56	70	70
4	10	6	30	8	58	73	73
4	10	12	30	10	66	81	81
5	10	15	24	8	62	76	76
3	10	15	24	7	59	84	84
5	10	15	30	10	70	89	89





UNIVERSITAS NEGERI  
YOGYAKARTA

**LAPORAN MINGGUAN PPL  
JURUSAN TEKNIK AUDIO VIDEO  
SMK NEGERI 2 DEPOK  
2016**



SMK NEGERI 2 DEPOK

NAMA SEKOLAH/LEMBAGA : SMK N 2 DEPOK (STM PEMBANGUNAN YOGYAKARTA)

ALAMAT SEKOLAH/LEMBAGA : CATURTUNGGAL, DEPOK, SLEMAN 55281

No.	Hari/Tanggal	Materi kegiatan	Hasil	Hambatan	Solusi
1	Selasa, 22 Juni 2016	Persiapan PPDB SMK N 2 Depok	Koordinasi proses PPDB, mempersiapkan segala keperluan PPDB, serta pembagian tugas jaga dalam PPDB.	-	-
2	Rabu, 23 Juni 2016	Pelaksanaan PPDB SMK N 2 Depok	Membantu pencetakan form pendaftaran siswa baru	-	-
3	Kamis, 24 Juni 2016	Pelaksanaan PPDB SMK N 2 Depok	Membantu pencetakan form pendaftaran siswa baru	-	-
4	Jumat, 25 Juni 2016	Pelaksanaan PPDB SMK N 2 Depok	Membantu pencetakan form pendaftaran siswa baru	-	-
5	Sabtu, 26 Juni 2016	Pelaksanaan PPDB SMK N 2 Depok	Membantu pencetakan form pendaftaran siswa baru	-	-
6	Senin, 18 Juli 2016	Pendampingan MPLS siswa baru	Membersamai guru pembimbing MPLS dan membantu mengisi materi		
7	Selasa, 19 Juli 2016	Pendampingan MPLS siswa baru	Membersamai guru pembimbing MPLS dan membantu mengisi materi		
8	Rabu, 18 Juli 2016	Pendampingan MPLS siswa baru	Membersamai guru pembimbing MPLS		



UNIVERSITAS NEGERI  
YOGYAKARTA

**LAPORAN MINGGUAN PPL  
JURUSAN TEKNIK AUDIO VIDEO  
SMK NEGERI 2 DEPOK  
2016**



SMK NEGERI 2 DEPOK

			dan membantu mengisi materi		
9	Selasa, 26 Juli 2016	Menyusun presentasi untuk KBM	<ul style="list-style-type: none"><li>- Presentasi selesai dikerjakan</li><li>- Berisi tentang silabus dan pengantar untuk mapel sistem audio</li></ul>		
10	Rabu, 27 Juli 2016	Perkenalan dan penyampaian silabus	<ul style="list-style-type: none"><li>- Perkenalan dengan masing-masing siswa</li><li>- Silabus tersampaikan beserta materi-materi pengantar Sistem Audio</li></ul>		
11	Kamis, 28 Juli 2016	Membuat administrasi guru	<ul style="list-style-type: none"><li>- Membuat RPP untuk satu semester sejumlah 5 RPP</li></ul>		
12	Senin, 1 Agustus 2016	Upacara bendera  Menyusun dan mencari materi serta pendukung KBM	<ul style="list-style-type: none"><li>- Power point selesai dikerjakan</li><li>- Media pendukung seperti flash animasi telah diperoleh</li></ul>		
13	Selasa, 2 Agustus 2016	Mencari media pembantu KBM besok seperti speaker kemudian konsultasi mengenai materi	<ul style="list-style-type: none"><li>- Diperoleh speaker untuk memperkuat suara laptop</li><li>- Materi disetujui dan siap disampaikan</li></ul>		
14	Rabu, 3 Agustus 2016	Gelombang Suara dan Akustik Ruang	<ul style="list-style-type: none"><li>- Materi dari KD ini dapat tersampaikan sepenuhnya</li></ul>		



UNIVERSITAS NEGERI  
YOGYAKARTA

**LAPORAN MINGGUAN PPL  
JURUSAN TEKNIK AUDIO VIDEO  
SMK NEGERI 2 DEPOK  
2016**



SMK NEGERI 2 DEPOK

			<ul style="list-style-type: none"><li>- Siswa memiliki gambaran tentang sistem audio</li></ul>		
15	Kamis, 4 Agustus 2016	Ekstrakurikuler Arduino : Akses IO Arduino	<ul style="list-style-type: none"><li>- 20 siswa mengikuti pelatihan arduino</li><li>- Sebagian siswa yang membawa laptop dapat mengakses port IO pada Arduino</li></ul>		
16	Jumat, 5 Agustus 2016	Membuat administrasi guru	<ul style="list-style-type: none"><li>- Membuat RPP untuk satu semester sejumlah 5 RPP</li><li>- Membuat alokasi jam</li><li>- Menyusun materi</li></ul>		
17	Senin, 8 Agustus 2016	Upacara bendera  Menyusun dan mencari materi serta pendukung KBM	<ul style="list-style-type: none"><li>- Power point selesai dikerjakan</li><li>- Media pendukung seperti flash animasi telah diperoleh</li><li>- Video-video motivasi juga diperoleh</li></ul>		
18	Selasa, 9 Agustus 2016	Mencari media pembantu KBM besok seperti speaker kemudian konsultasi mengenai materi	<ul style="list-style-type: none"><li>- Diperoleh speaker untuk memperkeras suara laptop</li><li>- Materi disetujui dan siap disampaikan</li></ul>		
19	Rabu, 10 Agustus 2016	Psikoakustik anatomy telinga	<ul style="list-style-type: none"><li>- Materi dari KD ini dapat tersampaikan sepenuhnya</li><li>- Siswa paham tentang anatomy</li></ul>		



UNIVERSITAS NEGERI  
YOGYAKARTA

**LAPORAN MINGGUAN PPL  
JURUSAN TEKNIK AUDIO VIDEO  
SMK NEGERI 2 DEPOK  
2016**



SMK NEGERI 2 DEPOK

			telinga dan level suara		
20	Kamis, 11 Agustus 2016	Ekstrakurikuler Arduino : Akses Sensor	<ul style="list-style-type: none"><li>- 10 siswa mengikuti pelatihan arduino</li><li>- Sebagian siswa yang membawa laptop dapat mengakses sensor yang telah disediakan</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Ada laptop yang tidak bisa diinstal Arduino</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Menggunakan Laptop lain</li></ul>
21	Senin, 15 Agustus 2016	Upacara bendera Pembuatan buku kerja guru	<ul style="list-style-type: none"><li>- Melengkapi dan merevisi RPP yang masih salah</li></ul>		
22	Rabu, 17 Agustus 2016	Upacara peringatan HUT RI ke 71	<ul style="list-style-type: none"><li>- Upacara terlaksana dengan lancar</li></ul>		
23	Kamis, 18 Agustus 2016	Ekstrakurikuler Arduino : Pemantapan Pemrograman Bahasa C	<ul style="list-style-type: none"><li>- 7 siswa mengikuti pelatihan arduino</li><li>- Sebagian siswa mampu memahami algoritma pemecahan menggunakan bahasa c</li></ul>		
24	Senin, 22 Agustus 2016	Upacara bendera Menyusun dan mencari materi serta pendukung KBM	<ul style="list-style-type: none"><li>- Power point selesai dikerjakan</li><li>- Media pendukung seperti flash animasi telah diperoleh</li></ul>		
25	Selasa, 23 Agustus 2016	Mencari media pembantu KBM besok seperti speaker kemudian konsultasi mengenai materi	<ul style="list-style-type: none"><li>- Diperoleh speaker untuk memperkuat suara laptop</li><li>- Materi disetujui dan siap disampaikan</li></ul>		



UNIVERSITAS NEGERI  
YOGYAKARTA

**LAPORAN MINGGUAN PPL  
JURUSAN TEKNIK AUDIO VIDEO  
SMK NEGERI 2 DEPOK  
2016**



SMK NEGERI 2 DEPOK

26	Rabu, 24 Agustus 2016	Praktik sesi I dengan materi gelombang suara dan psikoakustik	<ul style="list-style-type: none"><li>- Materi dari KD ini dapat tersampaikan</li><li>- Siswa sudah mempraktikkan kompetensi keterampilan gelombang suara dan psikoakustik</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Kabel probe banyak yang rusak sehingga menghambat praktikum</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Memilih probe yang bagus sebelum praktikum</li></ul>
27	Senin, 29 Agustus 2016	Upacara bendera  Menyusun dan mencari materi serta pendukung KBM	<ul style="list-style-type: none"><li>- Power point selesai dikerjakan</li><li>- Media pendukung seperti flash animasi telah diperoleh</li></ul>		-
28	Selasa, 30 Agustus 2016	Mencari media pembantu KBM besok seperti speaker kemudian konsultasi mengenai materi	<ul style="list-style-type: none"><li>- Diperoleh speaker untuk memperkeras suara laptop</li><li>- Materi disetujui dan siap disampaikan</li></ul>		-
29	Rabu, 31 Agustus 2016	Praktik sesi II dengan materi gelombang suara dan psikoakustik	<ul style="list-style-type: none"><li>- Materi dari KD ini dapat tersampaikan</li><li>- Siswa sudah mempraktikkan kompetensi keterampilan gelombang suara dan psikoakustik</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Beberapa siswa ijin sehingga tidak bisa mengikuti praktikum</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Dicarikan waktu pengganti</li></ul>
30	Senin, 5 September 2016	Upacara bendera  Menyusun dan mencari materi serta pendukung KBM	<ul style="list-style-type: none"><li>- Power point selesai dikerjakan</li><li>- Media pendukung seperti flash animasi telah diperoleh</li></ul>		-



UNIVERSITAS NEGERI  
YOGYAKARTA

**LAPORAN MINGGUAN PPL  
JURUSAN TEKNIK AUDIO VIDEO  
SMK NEGERI 2 DEPOK  
2016**



SMK NEGERI 2 DEPOK

31	Selasa, 6 September 2016	Mencari media pembantu KBM besok seperti speaker kemudian konsultasi mengenai materi	<ul style="list-style-type: none"><li>- Diperoleh speaker untuk memperkeras suara laptop</li><li>- Materi disetujui dan siap disampaikan</li></ul>		-
32	Rabu, 7 September 2016	Materi Sistem Akustik Ruang Kecil	<ul style="list-style-type: none"><li>- Materi dari KD ini dapat tersampaikan sepenuhnya</li><li>- Siswa mampu merancang sistem akustik ruang kecil sederhana</li></ul>		
33	Kamis, 8 September 2016	Membuat poster anti narkoba dan kebersihan guna lomba kebersihan sekolah	<ul style="list-style-type: none"><li>- Sejumlah 31 poster dipesankan ke sagan untuk diproses</li><li>- Memasang poster yang sudah jadi</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Penempatan poster belum ditentukan oleh guru sehingga harus menentukan terlebih dahulu</li></ul>	
34	Jumat, 9 September 2016	Pembuatan plang penunjuk ruang  Menggantikan Bu Endang untuk memberikan soal ulangan kelas X A dan X B	<ul style="list-style-type: none"><li>- Sejumlah bahan-bahan seperti besi dan keperluannya sudah siap</li><li>- Siswa mengikuti acara lomba sekolah sehat sehingga ulangan tidak jadi terlaksana</li></ul>		
35	Senin, 12 September 2016	Upacara bendera  Menyusun dan mencari materi	<ul style="list-style-type: none"><li>- Power point selesai dikerjakan</li><li>- Media pendukung seperti flash animasi telah diperoleh</li></ul>		



UNIVERSITAS NEGERI  
YOGYAKARTA

**LAPORAN MINGGUAN PPL  
JURUSAN TEKNIK AUDIO VIDEO  
SMK NEGERI 2 DEPOK  
2016**



SMK NEGERI 2 DEPOK

		serta pendukung KBM			
36	Selasa, 13 September 2016	Mencari media pembantu KBM besok seperti speaker kemudian konsultasi mengenai materi	<ul style="list-style-type: none"><li>- Diperoleh speaker untuk memperkeras suara laptop</li><li>- Materi disetujui dan siap disampaikan</li></ul>		
37	Rabu, 14 September 2016	Ulangan Harian/Evaluasi  Persiapan penarikan mahasiswa PPL	<ul style="list-style-type: none"><li>- Materi yang diujikan sesuai dengan KD yang sudah disampaikan yang berjumlah 3 KD</li><li>- Menyiapkan susunan acara dan konsepnya</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Beberapa siswa ada yang belum mengikuti ujian(5 Siswa)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Dicarikan waktu pengganti</li></ul>
38	Kamis, 15 September 2016	Mengoreksi hasil ujian siswa  Penarikan mahasiswa PPL	<ul style="list-style-type: none"><li>- Sebagian besar lembar ujian sudah dikoreksi</li><li>- Mahasiswa PPL UNY di stembayo secara resmi ditarik kembali</li></ul>	-	-
39	Jumat, 16 September 2016	Memasang plang yang sudah dibuat	<ul style="list-style-type: none"><li>- 2 buah plang besar dibuat dipasang di depan bengkel TOI dan selatan Showroom</li></ul>	-	-
40	Sabtu, 17 September 2016	Ulangan Harian susulan	<ul style="list-style-type: none"><li>- 5 siswa yang belum mengikuti ujian akhirnya bisa mengikuti ujian dengan lancar</li></ul>	-	-
41	Senin, 19 September 2016	Upacara bendera  Menyusun dan mencari materi	<ul style="list-style-type: none"><li>- Power point selesai dikerjakan</li><li>- Media pendukung seperti flash</li></ul>	-	-



UNIVERSITAS NEGERI  
YOGYAKARTA

**LAPORAN MINGGUAN PPL  
JURUSAN TEKNIK AUDIO VIDEO  
SMK NEGERI 2 DEPOK  
2016**



SMK NEGERI 2 DEPOK

		serta pendukung KBM	animasi telah diperoleh		
42	Selasa, 20 September 2016	Mencari media pembantu KBM besok seperti speaker kemudian konsultasi mengenai materi	<ul style="list-style-type: none"><li>- Diperoleh speaker untuk memperkeras suara laptop</li><li>- Materi disetujui dan siap disampaikan</li></ul>	-	-
43	Rabu, 21 September 2016	Materi macam-macam mikrofon pada sistem akustik	<ul style="list-style-type: none"><li>- Materi dari KD ini dapat tersampaikan sepenuhnya</li></ul>		

Mengetahui :

Dosen Pembimbing  
Lapangan

**Suparman, M.Pd.**

NIP. 19491231 197803 1

004

Yogyakarta, 19  
September 2016

Yang membuat,

**Nuzul Fauzan Mustova**

NIM. 13502241034



**PEMERINTAH KABUPATEN SLEMAN  
DINAS PENDIDIKAN  
SMK NEGERI 2 DEPOK**

Mrican, Caturtunggal, Depok, Sleman Telp 513515 fax 513438  
E-mail : smkn2depok@yahoo.com YOGYAKARTA 55281



**SOAL ULANGAN HARIAN  
TEKNIK AUDIO VIDEO**

Mata Pelajaran : Perencanaan Sistem Audio  
Guru : Nuzul Fauzan Mustova  
Kelas/Semester : XI / Gasal  
Tanggal : Rabu, 14 September 2016  
Waktu : 120 menit

Petunjuk :

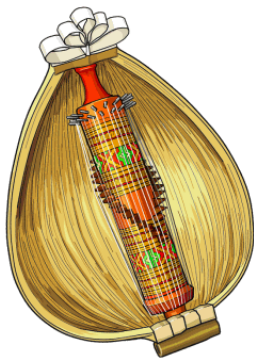
1. Berdo'alah sebelum melaksanakan ujian.
2. Sistem penilaian dibagi menjadi dua point yaitu (1) Hasil ujian memiliki bobot 90% dan (2) Kejujuran memiliki bobot 10%.
3. Jangan mencontek dan percayalah pada pekerjaan sendiri!

**A. PILIHAN GANDA**

Pilihlah jawaban yang benar dan berilah tanda (X) pada lembar jawab yang telah disediakan!(bobot 30%)

1. Prinsip terjadinya gelombang suara adalah karena...
  - a. Benda bergerak
  - b. Benda bergetar
  - c. Benda diam
  - d. Benda memantul
2. Bunyi dapat didengar mempunyai 3 syarat kecuali...
  - a. Ada medium, ada perantara, ada indra pendengaran yang baik
  - b. Ada sumber bunyi, ada penguat, ada indra pendengaran yang baik
  - c. Ada sumber bunyi, ada medium, ada perantara yang baik
  - d. Ada sumber bunyi, ada medium, ada indra pendengaran yang baik
3. Suara yang mempunyai frekuensi dibawah 20Hz disebut suara...
  - a. Infrasonic
  - b. Microsonic
  - c. Audiosonic
  - d. Ultrasonic
4. Suara yang mempunyai frekuensi diatas 20KHz disebut suara...
  - a. Infrasonic
  - b. Microsonic
  - c. Audiosonic
  - d. Ultrasonic
5. Gelombang transfersal ditandai dengan adanya...
  - a. Rapatan dan renggangan
  - b. Naik dan turun

- c. Positif dan negative
  - d. Besar dan kecil
6. Semakin tinggi frekuensi berbanding terbalik dengan...
- a. Semakin tinggi nada
  - b. Semakin rendah nada
  - c. Semakin keras suara
  - d. Semakin lemah suara
7. Frekuensi suara infra pada umumnya bisa didengar beberapa hewan **kecuali**...
- a. Anjing
  - b. Kelelawar
  - c. Lumba lumba
  - d. Ayam
8. Perhatikan gambar di bawah :

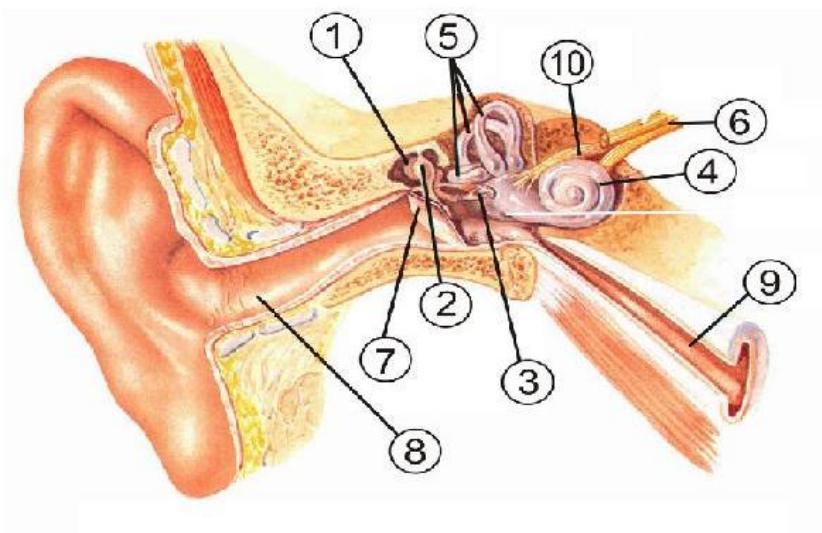


Alat musik di samping mempunyai variasi nada karena...

- a. Panjang pendek senar
  - b. Lebar cungkup
  - c. Besar kecil batang
  - d. Panjang batang
9. Titik awal dari ambang dengar telinga manusia(0dB) adalah...
- a.  $2 \cdot 10^{-1} \mu\text{bar}$
  - b.  $2 \cdot 10^{-3} \mu\text{bar}$
  - c.  $2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar}$
  - d.  $2 \cdot 10^{-7} \mu\text{bar}$
10. Dalam satuan suara ada dB SPL, kepanjangan SPL adalah...
- a. Sound Pressure Level
  - b. Speaker Produce Level
  - c. Sound Power Level
  - d. Speaker Power Level
11. Penyebaran bunyi yang paling cepat ada pada material...
- a. Tembaga
  - b. Udara
  - c. Air
  - d. Kayu
12. Yang dimaksud tekanan bunyi adalah..
- a. Panjang gelombang
  - b. Keras suara
  - c. Besar frekuensi
  - d. Kecepatan rambat buni

13. Sebuah sumber bunyi mempunyai frekuensi 320 Hz dengan panjang gelombang 8 m. berapa cepat rambat gelombang bunyi?
- 40 m/s
  - 256 m/s
  - 1280 m/s
  - 2560 m/s
14. Jika selang waktu antara terlihatnya kilat dan Guntur 5 sekon, berapa jauh dari pengamat tempat kilat itu terjadi?(cepat rambat bunyi di udara 330 m/s)
- 1650 m
  - 2000 m
  - 2450 m
  - 3260 m
15. Pernyataan di bawah ini yang benar adalah, kecuali...
- Senar panjang mempunyai frekuensi pendek
  - Senar panjang mempunyai frekuensi panjang
  - Senar tebal mempunyai frekuensi rendah
  - Senar tipis mempunyai frekuensi tinggi

16. Perhatikan gambar di bawah

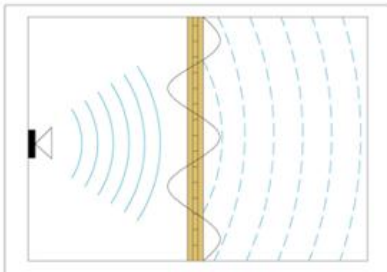


Yang berfungsi sebagai penerima getaran suara yang telah diproses atau yang disebut koklea adalah...

- 6
  - 7
  - 2
  - 4
17. Pada gambar soal nomor 16, fungsi dari nomor 7 adalah untuk...
- Penerima getaran suara pertama kali
  - Penyalur getaran suara ke syaraf
  - Penyalur suara pertama kali

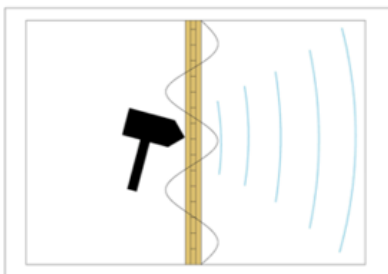
- d. Pembatas antara telinga luar dan telinga tengah
18. Pada gambar soal nomor 16, fungsi dari daun telinga adalah...
- Melindungi telinga dari gangguan luar
  - Melokalisir dan mengarahkan suara supaya dapat didengar dengan jelas
  - Melindungi dari air yang masuk ke telinga
  - Menyimpan gelombang suara
19. Kerusakan telinga yang diakibatkan oleh polusi suara yang berlebihan adalah...
- Tuli konduksi
  - Pecahnya gendang telinga
  - Vertigo
  - Tuli syaraf
20. Telinga orang tua biasanya mempunyai kekurangan karena pengerasan bagian-bagian telinga sehingga...
- Hanya bisa mendengar suara kecil saja
  - Hanya bisa mendengar frekuensi kecil saja
  - Bisa mendengar suara sedang
  - Sulit mendengar frekuensi kecil
21. Batas dengar atau batas sakit dari telinga manusia adalah...
- 180  $\mu$ bar
  - 200  $\mu$ bar
  - 250  $\mu$ bar
  - 300  $\mu$ bar

22. Perhatikan gambar di bawah



Pada gambar tersebut merupakan perambatan bunyi dengan...

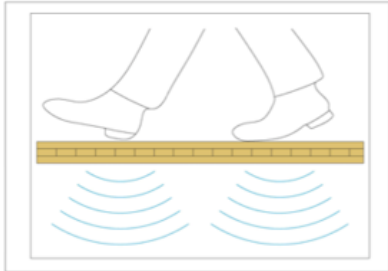
- Structureborne sound
  - Airborne sound
  - Impact sound
  - Source sound
23. Perhatikan gambar di bawah



Pada gambar tersebut merupakan perambatan bunyi dengan...

- a. Structureborne sound
- b. Airborne sound
- c. Impact sound
- d. Source sound

24. Perhatikan gambar di bawah



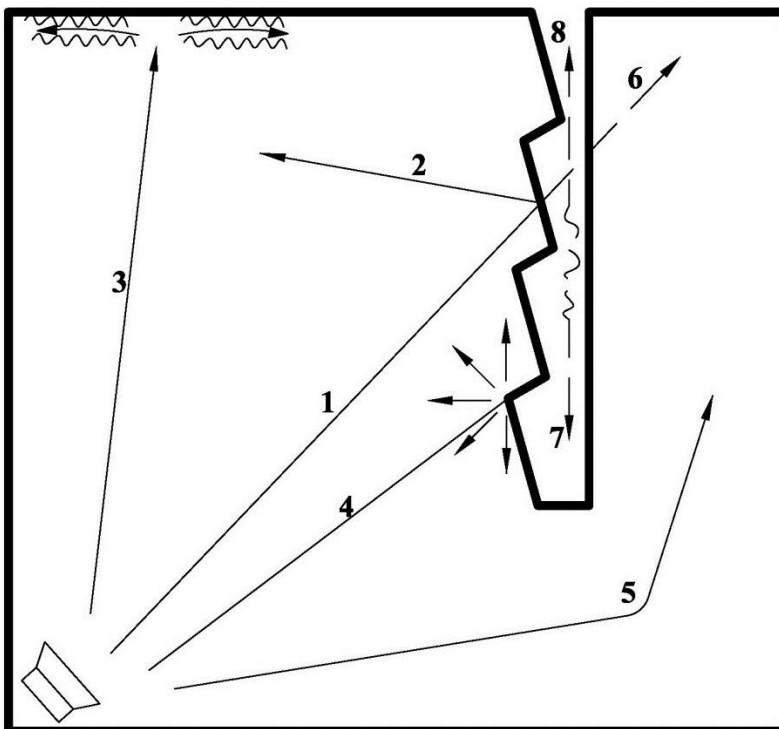
Pada gambar tersebut merupakan perambatan bunyi dengan...

- a. Structureborne sound
- b. Airborne sound
- c. Impact sound
- d. Source sound

25. Airborne sound merupakan salah satu noise yang tidak diinginkan, bagaimana cara mencegah noise tersebut supaya tidak masuk ke dalam ruangan yang efektif?

- a. Menjauhkan rumah dari sumber bunyi
- b. Menambah tebal dinding
- c. Membuat dinding insulasi
- d. Membuat noise penanding

26. Perhatikan gambar interaksi bunyi dan benda di bawah ini



Interaksi yang terjadi pada suara nomor 4 adalah:

- a. Difraksi
- b. Difusi
- c. Refleksi
- d. Absorbs

27. Pada gambar nomor 26, yang terjadi pada suara nomor 5 adalah...
- Difraksi
  - Refleksi
  - Refraksi
  - Distorsi
28. Untuk membuat dinding insulasi yang baik diperlukan bahan yang dapat menyerap suara seperti...
- Spon padat
  - Kayu
  - Dry wall
  - Fiberglass
29. Salah satu teknik insulasi adalah kecuali...
- Wet spray
  - Spray foam
  - Fiberglass
  - Wood spray
30. Di dalam ruangan auditorium biasanya mempunyai atap yang tidak rata atau bergelombang, ini berfungsi supaya...
- Suara dapat terserap penuh
  - Suara dapat tersebar merata
  - Suara dapat memantul dan mengeras
  - Suara dapat terdengar nyaring

## B. ESSAY

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan singkat dan jelas!

- Jelaskan pengertian akustik ruang!(bobot 5%)
- Sebutkan 3 contoh pemanfaatan gelombang suara dalam kehidupan sehari-hari!(bobot 10%)
- Jelaskan pengertian dari istilah-istilah berikut: (bobot 15%)
  - Frekuensi
  - Amplitude
  - Lamda
  - dB
  - Tekanan suara
- Rancanglah sebuah ruang keluarga yang sudah terpasang sound system dengan memperhitungkan system akustiknya. Mempunyai TV, kursi sofa dan 1 meja kecil. Komponen seperti konfigurasi sound dan lainnya silahkan ditentukan. Buat beserta gambarnya kemudian sebutkan fungsi masing-masing komponennya!(bobot 30%)

## RUBRIK PENILAIAN

<p><b>A. PILIHAN GANDA</b></p> <p><b>Penskoran Jawaban dan Pengolahan Nilai</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nilai 1 : jika jawaban sesuai kunci jawaban</li> <li>2. Nilai 0 : jika jawaban tidak sesuai kunci jawaban</li> </ol>			
<p><b>B. ESAI</b></p> <p><b>Penskoran Jawaban dan Pengolahan Nilai</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sesuai dengan penskoran tiap butir soal yaitu No. 1 = 5; No. 2 = 1; No. 3 = 15; No. 4 = 30</li> </ol>			
<p><b>C. KEJUJURAN</b></p> <p>Penskoran Jawaban dan Pengolahan Nilai</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siswa diminta untuk menilai diri sendiri mengenai kejujuran dalam mengerjakan soal, kemudian teman-teman kelasnya akan memberikan penilaian. Hasil akhir penilaian merupakan kesepakatan diskusi dalam kelas. Range nilai kejujuran dari 1-10.</li> </ol>			
<b>Contoh Pengolahan Nilai</b>			
IPK	No Soal	Skor Penilaian	Nilai
1.	1 - 30	30	<b>PILIHAN GANDA = 30</b>
2.	1	5	
3.	2	10	<b>ESAI= 60</b>
4.	3	15	
5.	4	30	
6.		10	<b>KEJUJURAN = 10</b>
Jumlah		100	
<p>Total Nilai = [Nilai Soal Pilihan Ganda + Esai + Kejujuran] = <b>100</b></p>			

# DAFTAR NILAI

NAMA SEKOLAH : SMK N 2 DEPOK SLEMAN

MATA PELAJARAN : PEREKAYASAAN SISTEM AUDIO

KELAS/PROGRAM : XI/2

TANGGAL TES : 14/9/2016

MATERI POKOK : GELOMBANG SUARA, AKUSTIK RUANG, ANATOMY TELINGA

KKM

75

No. Urut	NAMA/KODE PESERTA	L/P	URAIAN JAWABAN SISWA DAN HASIL PEMERIKSAAN	JUMLAH		SKOR PG	SKOR URAIAN	TOTAL SKOR	NILAI	CATATAN
				BENAR	SALAH					
1	AJENG ZAHRA FAIRUSSALMA	P	BDAD-B-ACA--DA-D-BB-BBACC-----	18	12	18	58	76	76	Tuntas
2	ALFIAN JATI NURUL FIKRI	L	B--D-BDACA--AB-ABBBB--CCBCD--	20	10	20	56	76	76	Tuntas
3	AMELIA	P	--DAD--DAC----ABDA--BB--C----B	14	16	14	49	63	63	Belum Tuntas
4	ANGILBERT FEBI DIAN EKA RISDIYAT	P	BDAD--DAC--DA-D--B-BBACCBB--B	18	12	18	65	83	83	Tuntas
5	ANNISA NUR NAFISA	P	BDAD--AC-A-ABD-BB-BBACCBB--B	21	9	21	65	86	86	Tuntas
6	ANNISA NURAINI	P	B-AD-B-AC--DA-DA-B-BBACC-----	16	14	16	51	67	67	Belum Tuntas
7	ARDHYA ROCKY DIRGANTARA JINGG	L	BDAD--A-A---ABDAB-BBB--C---DB	17	13	17	59	76	76	Tuntas
8	ARFIDA DWI NANDA	P	B-AD--DACA--DABDAB-BBBACCBC--B	22	8	22	65	87	87	Tuntas
9	DEVHA SONATHA BUNGSU	L	BDAD-B-AC-AB-A-DA--BBACCBCDDB	23	7	23	67	90	90	Tuntas
10	DWI RAHAYUNING WIDYATI	P	B-AD-BDACA-BDA-D-B--BBACCBCD-B	22	8	22	69	91	91	Tuntas
11	DYAH AYU SETYA HULU	P	BDAD-BDAC--BDABD--B-BACCBB--DB	21	9	21	69	90	90	Tuntas
12	EGA AYU WULANDARI	P	BDA-----C--BDABD--BBBACC-CDD-	18	12	18	69	87	87	Tuntas
13	ERNA ANJAR WATI	P	BDAD--D-C--B---DA-----CBC-DB	14	16	14	56	70	70	Belum Tuntas
14	FADILAH ANNISA DIANTI	P	B-AD--D-C---A--ABB-BBACC---B	15	15	15	58	73	73	Belum Tuntas
15	FAUZAN NUR NOVIANTO	L	B-AD--DA---DA-DAB---ACCB--B	15	15	15	66	81	81	Tuntas
16	HALEN JUVENTINA	P	--AD-B-CA---ABDA--B---CB--DB	14	16	14	62	76	76	Tuntas
17	ISNANTO TRIS GUNAWAN	L	BDA--BDACA-BDABDAB-BBBACC-CDDB	25	5	25	59	84	84	Tuntas
18	ISTANUROAINI HABIBAH	P	B-AD--D-CAA--ABD-BBBBACC----B	19	11	19	70	89	89	Tuntas
19	MUHAMMAD MALIK WIJAYA	L	B-AD-BD-CAA-DABDABBB--CCBCDDB	23	7	23	65	88	88	Tuntas
20	MUHAMMAD RAGIL AFGANI	L	B-AD-B-ACAAB-ABD-B--BBACCBCD-B	22	8	22	61	83	83	Tuntas
21	NADILA JULIA PUTRI	P	B-AD--D-C-ABDABDAB--BACCBC--B	21	9	21	67	88	88	Tuntas
22	NIKEN JUNI ANISA PUTRI	P	B-AD--D-CA--DA-DABB-B--CC-C---	16	14	16	55	71	71	Belum Tuntas
23	NITA SRI ISTIQOMAH	P	B-AD--D-C---DA-DA-B-BBACC-C--B	17	13	17	50	67	67	Belum Tuntas
24	NUR INDRI SEPTIANI	P	BDAD--C---DA-DA-B-BBACC--D-B	16	14	16	68	84	84	Tuntas
25	OKTOVA NUGROHO	L	B-AD-BDACA-BDABDAB-BBBACC-CDDB	25	5	25	61	86	86	Tuntas
26	PUTRI YULIANI	P	B-AD--D-C---DABD-BBBBACC--DDB	20	10	20	65	85	85	Tuntas
27	RADITA OKTAVIA LESTIANA	P	--AD--A-----AB-A--BBACCBCD-B	15	15	15	60	75	75	Tuntas
28	RAHMAN MAULANA JUNDIKA	L	B-AD-B-AC-AB-A-DAB-BBBACCBB-DD-	21	9	21	61	82	82	Tuntas
29	RIFKI YOGA PRADANA	L	B-AD--ACAA--ABD-B--BBACCBCD-B	20	10	20	63	83	83	Tuntas
30	TASYA IDA AYU S	P	B-AD--D-C--B-ABDABB-BB--C----B	16	14	16	53	69	69	Belum Tuntas
31	TITIN NUR ARIFAH	P	BDAD-BDACA-BDABDA--BACCBCD-B	23	7	23	70	93	93	Tuntas
32	WAHYUNI SETYO DEWI	P	BDAD--AC--BDA-DAB--BBACC--D-B	19	11	19	61	80	80	Tuntas
33										
34										
35										
36										
37										
REKAPITULASI	- Jumlah peserta test	: 32 Siswa	<b>JUMLAH :</b>	606				2579		
	- Jumlah yang lulus	: 25 Siswa	<b>TERKECIL :</b>	14.00				63.00		
	- Jumlah yang tidak lulus	: 7 Siswa	<b>TERBESAR :</b>	25.00				93.00		
	- Jumlah yang di atas rata-rata	: 19 Siswa	<b>RATA-RATA :</b>	18.938				80.590		
	- Jumlah yang di bawah rata-rata	: 13 Siswa	<b>SIMPANGAN BAKU :</b>	3.292				8.060		

Sleman, 15 September 2016

Mengetahui,  
Kepala Sekolah

Guru Mata Pelajaran,

Drs. Aragani Mizan Zakaria, M.Pd

**NUZUL FAUZAN MUSTOVA**



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

**LAPORAN DANA PELAKSANAAN PPL  
JURUSAN TEKNIK AUDIO VIDEO  
SMK NEGERI 2 DEPOK  
2016**



SMK NEGERI 2 DEPOK

NAMA SEKOLAH/LEMBAGA : SMK N 2 DEPOK (STM PEMBANGUNAN YOGYAKARTA)  
ALAMAT SEKOLAH/LEMBAGA : CATURTUNGGAL, DEPOK, SLEMAN 55281

No	Nama Kegiatan	Hasil Kuantitatif/Kualitatif	Serapan Dana (Dalam Rupiah)				
			Swadaya/Sekolah/Lembaga	Mahasiswa	Pemda Kabupaten	Sponsor/Lembaga lainnya	Jumlah
1	Print administrasi guru	Kelengkapan administrasi guru: cover, kalender akademik, alokasi waktu, rencana program tahunan, rencana program semester, silabus, dan RPP	-	Rp. 35.000,00	-	-	Rp. 35.000,00
2	Print soal ulangan harian	32 bendel soal	-	Rp. 32.000,00	-	-	Rp. 32.000,00
3	Battery 9V untuk bahan praktikum	4 buah	Rp. 36.000,00	-	-	-	Rp. 36.000,00
4	Print Jobsheet gelombang suara dan psikoakustik	8 bendel	-	Rp. 6.000,00	-	-	Rp. 6.000,00
<b>Total</b>			<b>Rp. 36.000,00</b>	<b>Rp. 73.000,00</b>	-	-	<b>Rp. 109.000,00</b>

Yogyakarta, 19 September 2016

Kepala Sekolah

Mengetahui :

Dosen Pembimbing Lapangan

Yang membuat,

**Drs. Aragani Mizan Zakaria**  
NIP. 19630203 198803 1 010

**Suparman, M.Pd.**  
NIP. 19491231 197803 1 004

**Nuzul Fauzan Mustova**  
NIM. 13502241034