

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

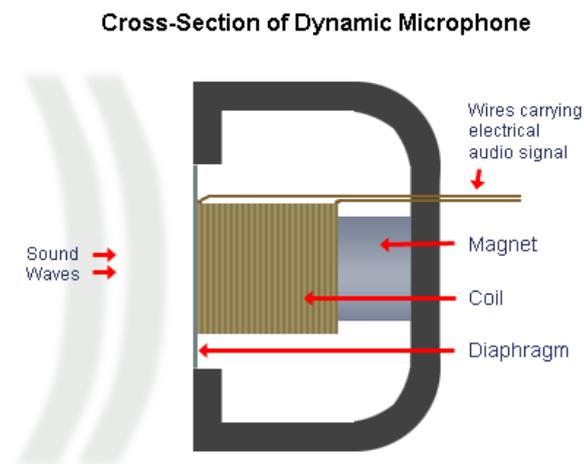
2.1 Mikrofon

2.1.1 Pengertian Mikrofon

Menurut Barry wulad (2003:5), mikrofon adalah suatu alat atau komponen elektronika yang dapat mengubah atau mengkonversikan energi akustik (gelombang suara) ke energi listrik (sinyal audio).

2.1.2 Jenis-jenis Mikrofon

1. *Dynamic Microphone* yaitu mikrofon yang bekerja berdasarkan prinsip Induksi Elektromagnetik.



Gambar 2.1 *Dynamic Microphone*

(Barmawi, 2003: 7)

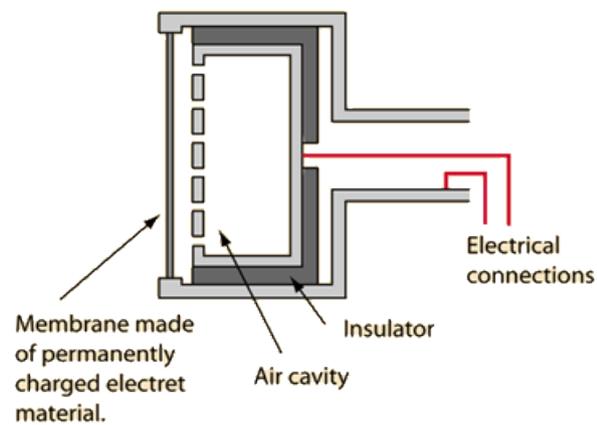
2. *Condenser Microphone* yaitu mikrofon yang diafragmanya terbuat dari bahan logam dan digantungkan pada pelat logam statis dengan jarak yang sangat dekat sehingga keduanya terisolasi menyerupai sebuah Kapasitor. *Condenser Microphone* disebut juga *Capacitor Microphone*.



Gambar 2.2 Condenser Microphone

(Barmawi, 2003: 8)

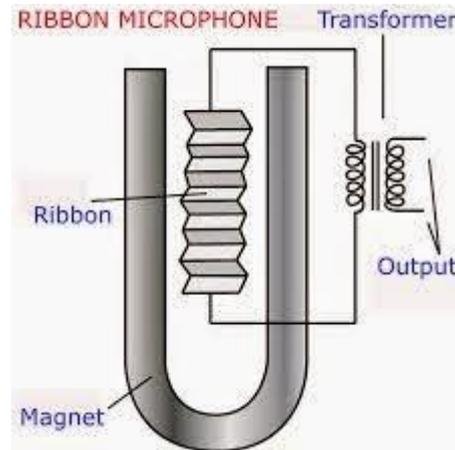
3. *Electret Microphone* yaitu mikrofon jenis Condenser yang memiliki muatan listrik sendiri sehingga tidak memerlukan pencatu daya dari luar.



Gambar 2.3 Electret Microphone

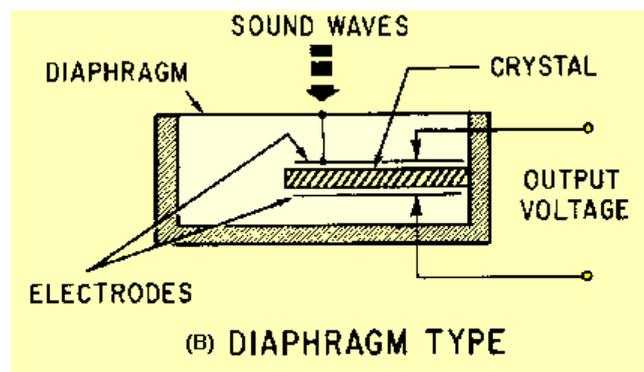
(Barmawi, 2003: 9)

4. *Ribbon Microphone* yaitu mikrofon yang menggunakan pita tipis dan sensitif yang digantungkan pada medan magnet.

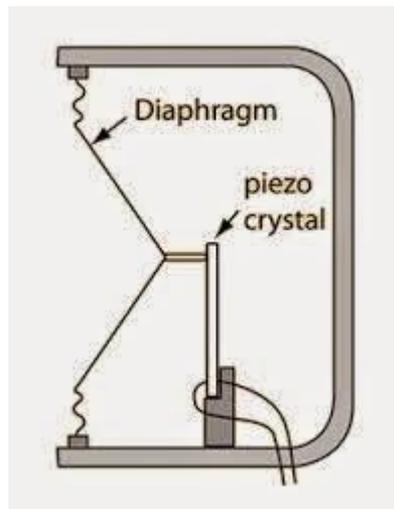


Gambar 2.4 Ribbon Microphone
(Barmawi, 2003: 10)

5. *Crystal Microphone* atau *Piezoelektris Microphone* yaitu mikrofon yang terbuat dari kristal Aktif yang dapat menimbulkan tegangan sendiri ketika menangkap getaran sehingga tidak memerlukan penguat daya dari luar.



Gambar 2.5 Crystal Microphone
(Barmawi, 2003: 11)



Gambar 2.6 Piezoelektris Microphone
(Barmawi, 2003: 12)

2.2 Louspeaker

2.2.1 Pengertian loudspeaker

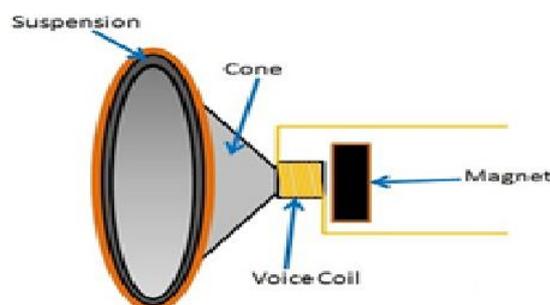
Menurut Barry wulad (2003:10), Loudspeaker adalah mesin pengubah terakhir atau kebalikan dari mikropon. Speaker membawa sinyal elektrik dan mengubahnya kembali menjadi vibrasi-vibrasi fisik untuk menghasilkan gelombang-gelombang suara.

2.2.2 Jenis-jenis louspeaker

- a. Berdasarkan Frekuensi yang dihasilkan speaker dapat dibagi menjadi :
 1. Speaker Tweeter, yaitu speaker yang menghasilkan frekuensi tinggi (sekitar 2kHz – 20kHz), loudspeaker jenis ini tidak membutuhkan ruang resonansi belakang.
 2. Speaker Mid-range, yaitu speaker yang menghasilkan frekuensi menengah (sekitar 300Hz – 5kHz).
 3. Speaker Woofer, yaitu speaker yang menghasilkan frekuensi rendah (sekitar 40Hz – 1kHz).
 4. Speaker Sub-woofer, yaitu speaker yang menghasilkan frekuensi sangat rendah yaitu sekitar 20Hz – 200Hz, loudspeaker jenis ini membutuhkan ruang resonansi belakang yang cukup.

5. Speaker Full Range, yaitu speaker yang dapat menghasilkan frekuensi rendah hingga frekuensi tinggi.
- b. Berdasarkan Fungsi dan bentuknya speaker dapat dibedakan menjadi :
1. Speaker Corong
 2. Speaker Hi-fi
 3. Speaker Handphone
 4. Headphone
 5. Earphone
 6. Speaker Televisi
 7. Speaker Sound System (Home Theater)
 8. Speaker Laptop
- c. Berdasarkan cara kerjanya dapat dibedakan menjadi :
1. Speaker Pasif (*Passive Speaker*) adalah speaker yang tidak memiliki amplifier (penguat suara) di dalamnya. Speaker Pasif memerlukan amplifier tambahan untuk dapat menggerakannya. Level sinyal harus dikuatkan terlebih dahulu agar dapat menggerakkan speaker pasif. Sebagian besar speaker yang kita temui adalah speaker pasif.
 2. Speaker Aktif (*Active Speaker*) adalah speaker yang memiliki amplifier (penguat suara) di dalamnya. Speaker aktif memerlukan kabel listrik tambahan untuk menghidupkan amplifier yang terdapat didalamnya.

2.2.3 Komponen-komponen pada loudspeaker



Gambar 2.7 Bentuk fisik loudspeaker

(Barmawi, 2003: 21)

Pada gambar diatas, pada dasarnya speaker terdiri dari beberapa komponen utama yaitu cone, suspension, magnet permanen, voice coil dan juga kerangka speaker.

Dalam rangka menterjemahkan sinyal listrik menjadi suara yang dapat didengar, Speaker memiliki komponen elektromagnetik yang terdiri dari kumparan yang disebut dengan voice coil untuk membangkitkan medan magnet dan berinteraksi dengan magnet permanen sehingga menggerakkan cone speaker maju dan mundur. Voice coil adalah bagian yang bergerak sedangkan magnet permanen adalah bagian speaker yang tetap pada posisinya. Sinyal listrik yang melewati voice coil akan menyebabkan arah medan magnet berubah secara cepat sehingga terjadi gerakan “tarik” dan “tolak” dengan magnet permanen. Dengan demikian, terjadilah getaran yang maju dan mundur pada cone speaker.

Cone adalah komponen utama speaker yang bergerak. Pada prinsipnya, semakin besarnya cone semakin besar pula permukaan yang dapat menggerakkan udara sehingga suara yang dihasilkan Speaker juga akan semakin besar.

Suspension yang terdapat dalam Speaker berfungsi untuk menarik cone ke posisi semula setelah bergerak maju dan mundur. Suspension juga berfungsi sebagai pemegang cone dan voice Coil. Kekakuan (rigidity), komposisi dan desain suspension sangat mempengaruhi kualitas suara speaker itu sendiri.

2.3 Power Amplifier

2.3.1 Pengertian Power Amplifier

Power amplifier adalah komponen elektronika yang berfungsi sebagai penguat akhir dan preamplifier menuju ke drive speaker. Pengertian amplifier pada umumnya terbagi menjadi 2, yaitu power amplifier dan integrated amplifier. Power amplifier adalah penguat akhir yang tidak disertai dengan tone control (volume, bass, treble), sebaliknya integrated amplifier adalah penguat akhir yang telah disertai dengan tone control.

2.3.2 Jenis – Jenis Rangkaian Power Amplifier

1. Power Amplifier OT

Rangkaian ini merupakan jenis amplifier yang menggunakan kopling pada sebuah transformer OT yang di gunakan untuk menghubungkan rangkaian penguat akhir dengan beban penguat suara (loud speaker). Power amplifier jenis OT memiliki keunggulan terhadap terjadinya short circuit penguat akhir, sehingga tidak merusak penguat suara.

2. Power Amplifier OTL

Power Amplifier ini tidak menggunakan transformer sebagai kopling rangkaian power amplifier dengan penguat suara.

3. Power Amplifier OCL

Rangkaian OCL merupakan jenis amplifier tanpa kopling tambahan antara rangkaian penguat dengan penguat suara. Power ini langsung menghubungkan output ke loud speaker. Rangkaian ini memiliki respon frekuensi lebar, sehingga semua range frekuensi dapat di produksi dengan baik. Kelemahan dari Power Amplifier ini adalah apabila terjadi short circuit pada bagian akhir amplifier maka penguat suara akan rusak.

4. Power Amplifier BTL

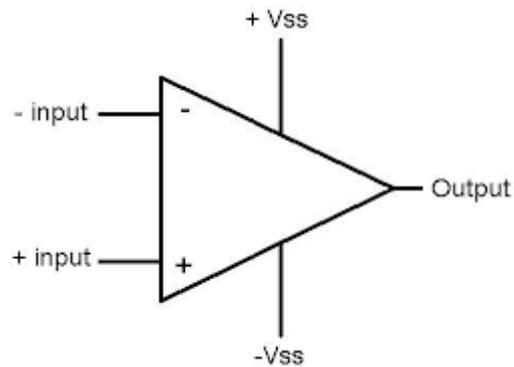
Rangkaian BTL merupakan penggabungan dari 2 unit rangkaian OTL dan OCL, yang bertujuan untuk menguatkan sinyal audio dengan frasa yang berbeda secara terpisah, sehingga di peroleh suatu penguat tegangan yang lebih besar. Pada Power Amplifier BTL, penguat suara sebagai beban di hubungkan dengan rangkaian amplifier secara bridge, yaitu setiap kutup pada penguat suara masing-masing di hubungkan dengan rangkaian amplifier yang terpisah.

2.4 Operasional Amplifier

2.4.1 Pengertian operasional amplifier

Operasional amplifier atau OP-Amp adalah suatu penguat gandengan langsung yang memperkuat sinyal arus searah (DC) atau tegangan yang berubah-

ubah terhadap satuan waktu. Penguatan yang tinggi dilengkapi dengan umpan balik untuk mengendalikan karakteristiknya secara menyeluruh.



Gambar 2.8 Simbol Operasional Amplifier
(George Clayton, 2011: 4)

Penguat tegangan tanpa beban, dimana harga ini adalah tegangan yang kita dapatkan bila tidak ada beban yang dihubungkan pada keluaran. Tegangan masuk (V_1 dan V_2) dan tegangan keluaran (V_o) dihitung terhadap jalur tanah. Sumber tegangan (V_{cc}) yang diperlukan oleh Op-Amp ada dua macam, yaitu sumber tegangan positif ($+ V_{cc}$) dan sumber tegangan negatif ($- V_{cc}$). Hal ini ditujukan agar Op-Amp dapat memperkuat tegangan yang positif maupun negatif, begitu juga pada bagian outputnya di mana tegangan dapat berharga positif maupun negatif.

Semua jenis Op-Amp mempunyai tiga buah bagian, yaitu penguat diferensial berimpedansi input tinggi, tingkat penguat sinyal dan output berimpedansi rendah. Apabila sebuah penguat diferensial yang mempunyai dua buah input yaitu input inverting (-) dan input non inverting (+), maka penguat ini akan berfungsi membandingkan dua sinyal yang dimasukkan ke dalam input-inputnya. Sinyal yang keluar dari tingkat ini besarnya akan sebanding dengan perbedaan atau diferensial antara kedua sinyal yang masuk tadi. Tetapi bila kedua sinyal itu nol, maka output-nya nol juga. Polaritas kedua sinyal apabila sama maka output-nya akan sebanding dengan selisih dari kedua sinyal tersebut. Sebaliknya jika kedua sinyal itu berlawanan polaritasnya maka outputnya pun akan sebanding dengan jumlahnya. Bila salah satu inputnya nol (tidak ada sinyal)

maka output akan sebanding dengan sinyal yang dimasukkan pada salah satu inputnya.

Tingkat penguat berfungsi memperkuat sinyal yang keluar dan penguat diferensial sebesar mungkin (kira-kira 100.000 kali). Sedangkan output berimpedansi rendah berfungsi mengisolasi tingkat penguat ini agar tidak dipengaruhi adanya beban dan menghasilkan daya pendorong.

2.4.2 Karakteristik Operasional Amplifier

Secara teoritis Op-Amp adalah penguat yang mempunyai sifat-sifat atau karakteristik seperti penguat ideal. Tentunya apabila kita menyebutkan sebuah penguat ideal, maka komponen ini harus mempunyai karakteristik sebagai berikut:

1. Faktor penguat A_v (open loop gain) tak terhingga artinya jika ada perubahan sedikit saja pada bagian input-nya maka akan menghasilkan perubahan yang sangat besar pada output-nya.
2. Bila input-nya sama dengan nol maka output-nya juga nol.
3. Impedansi input tak terhingga artinya input-nya tidak akan menarik daya dan tingkat sebelumnya, sehingga yang diperlukan hanya perubahan tegangan saja.
4. Impedansi pada bagian output-nya sangat rendah atau nol, artinya tegangan output-nya akan tetap walaupun impedansi beban hampir nol.
5. Lebar band width tidak terhingga artinya penguat dan DC sama frekwensi tak terhingga tetap sama.
6. Rise time sama dengan nol, artinya waktu yang dibutuhkan untuk mencapai harga puncak pada sinyal output akan sama dengan pada sinyal input.
7. Tidak peka terhadap perubahan tegangan sumber atau perubahan suhu (tidak ada drift).

2.4.3 Aplikasi Penggunaan Operasional Amplifier

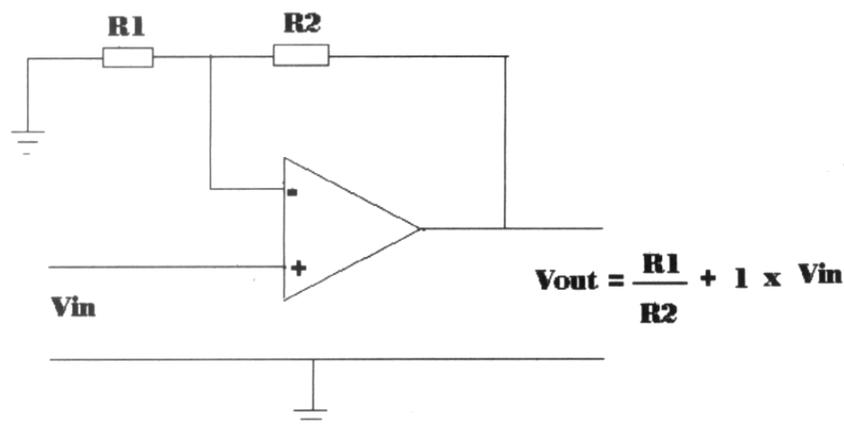
Sifat-sifatnya yang agak mendekati penguat ideal ditambah bentuknya yang kompak berupa sebuah paket IC, maka Op-Amp banyak dipakai dalam berbagai

rangkaian. Jenis aplikasi dan Op-Amp di antaranya adalah penguat AC, penjumlah dan pencampur audio, penguat diferensial dan instrumentasi, filter aktif, komparator, integrator, diferensiator, pengubah bentuk gelombang dan pembangkit gelombang (osilator). Namun aplikasi ini dibagi menjadi penguat linier dan penguat non linier.

Pada rangkaian penguat jenis ini merupakan rangkaian penguat yang memelihara bentuk sinyal masukan berupa sinusoida dan sinyal keluarannya pun berbentuk sinusoida juga.

1. Penguat AC Mode Non – Inverting

Penguat AC adalah sebuah rangkaian yang berfungsi untuk memperkuat sinyal bolak – balik misalnya sinyal audio. Penguat ini merupakan penguat tegangan yang mendekati ideal karena impedansi masuknya tinggi, impedansi keluarannya rendah, dan penguat tegangannya mantap. Untuk memperoleh suatu penguat lingkaran tertutup maka tinggal mengatur harga-harga dan $R1$ dan $R2$, tampak pada Gambar 2.10 Agar penguat hanya bekerja pada daerah frekwensi tertentu maka rangkaian umpan baliknya bisa berupa rangkaian resistor dan kapasitor.

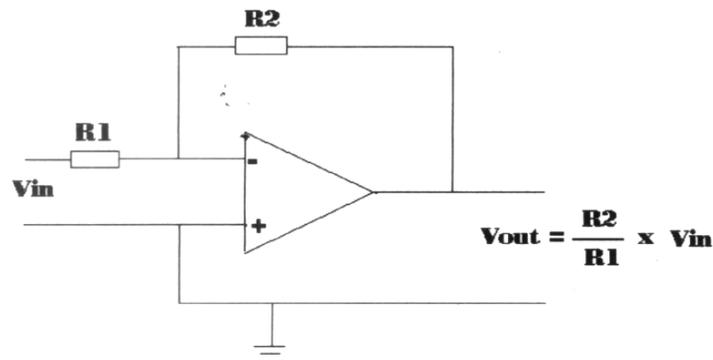


Gambar 2.9 Penguat AC Mode Non Inverting

(George Clayton, 1989: 22)

2. Penguat AC Mode Inverting

Rangkaian pada Gambar 2.10 adalah salah satu rangkaian Op-Amp yang paling luas digunakan. Rangkaian ini merupakan sebuah penguat yang gain untaiannya tertutupnya dan V_{in} ke V_{out} ditentukan oleh harga $R1$ dan $R2$. Tegangan positif V_{in} diterapkan melalui tahanan masuk $R1$ ke masukan negatif Op-Amp. Umpan balik negatif dibuat oleh tahanan umpan balik $R2$. Tegangan antara masukan positif dan negatif pada dasarnya sama dengan nol, karenanya terminal masukan negatif juga sama dengan nol. Potensial ground yang berada pada masukan negatif juga akan berharga nol. Untuk alasan ini maka masukan negatif dan Op-Amp dikatakan ada pada ground semu.



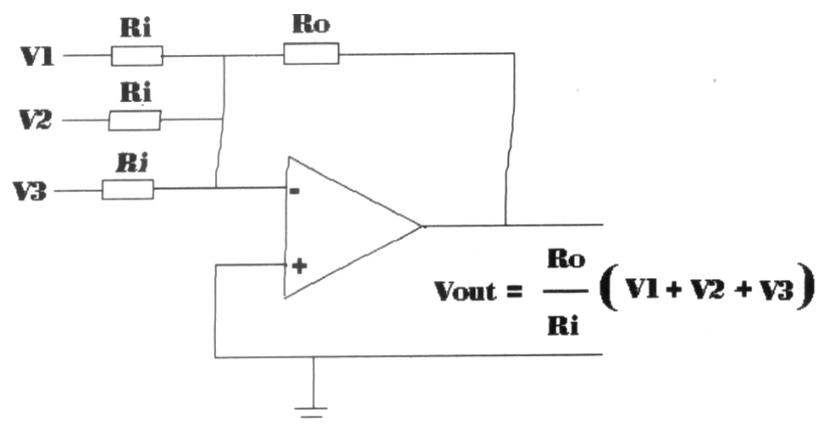
Gambar 2.10 Penguat AC Mode Inverting

(George Clayton, 1989: 23)

3. Penguat Penjumlah dan Pencampur Audio

Dalam penjumlahan pada Gambar 2.11, semua arus masukan mengalir melalui tahanan umpan balik R_o , artinya arus yang mengalir pada R_i , tidak mempengaruhi arus yang mengalir pada R_i yang lain. Secara lebih umum dikatakan bahwa arus masukan tidak saling mempengaruhi karena masing-masing menghadapi potensial *ground* pada simpul penjumlahan. Ini mengakibatkan tegangan $V1$, $V2$ dan $V3$ tidak saling mempengaruhi. Ciri ini khusus dikehendaki dalam suatu pembaur audio. Sebagai contoh misalnya $V1$, $V2$ dan $V3$ digantikan oleh mikrofon - mikrofon, maka tegangan AC dari tiap-tiap mikrofon akan dijumlahkan atau dibaurkan pada setiap saat. Penjumlahan pembalik tiga masukan seperti tampak pada Gambar 2.11. Sehingga tegangan masukan dapat dikalikan dengan suatu gain tegangan tetap

dan hasilnya dijumlahkan. Sama seperti pada penjumlahan, tiap arus masukan ditentukan oleh tegangan masukan dan resistansi masukannya. Demikian pula semua arus-arus dijumlahkan bersamasama dalam R_o untuk membangkitkan suatu tegangan keluaran yang sama dengan R_o dikalikan jumlah arusnya, atau gain untuk tiap masukan bisa disetel sendiri-sendiri dengan memilih perbandingan yang dikehendaki antara R_o dan tiap tahanan R_i sebagai tahanan masukannya.

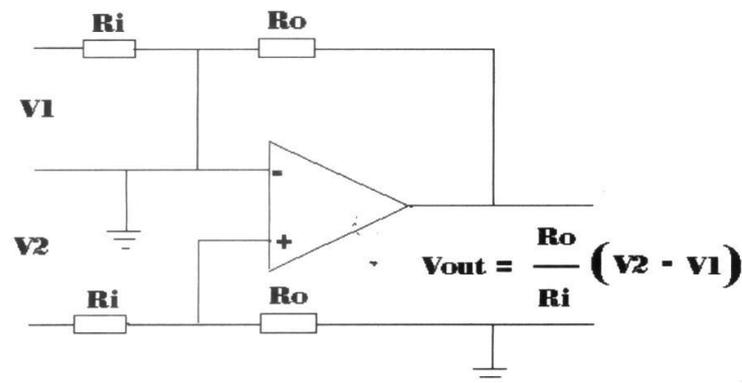


Gambar 2.11 Penguat penjumlah dan pencampur audio

(George Clayton, 1989: 24)

4. Penguat Diferensial

Penguat diferensial bisa mengukur maupun memperkuat frekuensi kecil yang terbenam dalam isyarat yang jauh lebih besar. Empat buah tahanan presisi dan sebuah Op-Amp membentuk sebuah penguat diferensial seperti yang tampak pada Gambar 2.12. Terminal masukannya ada dua yaitu V_1 dan V_2 , dimana V_1 sebagai masukan negatif dan V_2 sebagai masukan positif. Tegangan keluaran dan penguat diferensator V_{out} sebanding dengan perbedaan tegangan yang diterapkan ke masukan negatif dan masukan positifnya, sehingga gain diferensial akan tergantung dan perbandingan tahanan-tahanannya.

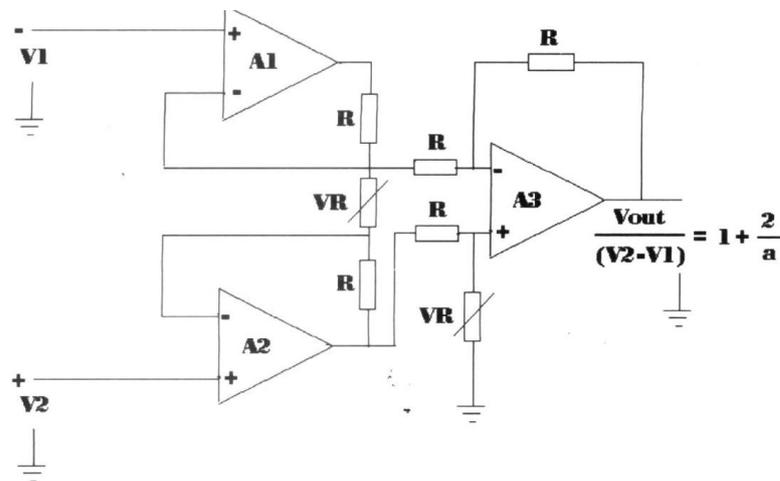


Gambar 2.12 Penguat Diferensial

(George Clayton, 1989: 25)

5. Penguat Instrumentasi

Penguat instrumentasi adalah salah satu dari penguat – penguat yang paling bermanfaat, cermat dan serba guna yang ada pada saat ini. Penguat dibuat dari tiga buah Op-Amp dan tujuh buah tahanan, seperti yang tampak pada Gambar 2.13. Untuk menyederhanakan analisa rangkaiannya, perlu diingat bahwa penguat instrumentasi sesungguhnya dibuat dengan menghubungkan sebuah penguat ke sebuah penguat diferensial dasar. Op-Amp A3 dan empat buah tahanan R yang sama membentuk sebuah penguat diferensial dengan *gain* sebesar 1, yang harus digandengkan hanyalah tahanan-tenanan R saja. Tahanan yang disiapkan dapat berubah-ubah untuk menyeimbangkan setiap tegangan mode bersama. Hanya ada satu tahanan aR yang digunakan untuk menyetel *gain*, dimana perbandingan antara aR dengan R adalah $V1$ diterapkan ke masukan negatif dan $V2$ dimasukkan ke masukan positif, sehingga $Vout$ akan sebanding dengan perbedaan antara tegangan-tegangan masukannya.



Gambar 2.13 Penguat instrumental

(George Clayton, 1989: 26)

2.4.4 Aplikasi Penggunaan Op-Amp pada Rangkaian Filter

a. Filter Aktif

Pada rangkaian dibagian listrik sering disebut rangkaian seleksi frekuensi untuk melewatkan band frekuensi tertentu dan menahannya dari frekuensi diluar band itu. Filter dapat diklasifikasikan dengan arahan :

1. Analog atau digital.
2. Pasif atau aktif.
3. Audio (AF) atau radio frekuensi (RF)

Filter analog dirancang untuk memproses sinyal analog, sedang filter digital memproses sinyal analog dengan menggunakan teknik digital. Filter tergantung dari tipe elemen yang digunakan pada rangkaianannya, filterakan dibedakan pada filter aktif dan filter pasif. Elemen pasif adalah tahanan, kapasitor dan induktor. Filter aktif dilengkapi dengan transistor atau op-amp selain tahanan dan kapasitor. Tipe elemen ditentukan oleh pengoperasian range frekuensi kerja rangkaian. Misal RC filter umumnya digunakan untuk audio atau operasi frekuensi rendah dan filter LC atau kristal lebih sering digunakan pada frekuensi tinggi.

Filter aktif mempunyai keuntungan yaitu :Penguatan dan frekuensinya mudah diatur, selama op-amp masih memberikan penguatan dansinyal input tidak sekaku seperti pada filter pasif. Pada dasarnya filter aktif lebih gampang diatur.

1. Tidak ada masalah beban, karena tahanan inputtinggi dan tahanan output rendah. Filter aktif tidakmembebani sumber input.
2. Harga, umumnya filter aktif lebih ekonomis dari pada filter pasif, karena pemilihan variasai dari op-amp yang murah dan tanpa induktor yang biasanya harganya mahal.

Filter aktif sangat handal digunakan pada komunikasi dan sinyal prosesing, tapi juga sangat baik dan sering digunakan pada rangkaian elektronika seperti radio, televisi, telepon ,radar, satelit ruang angkasa dan peralatan biomedik.

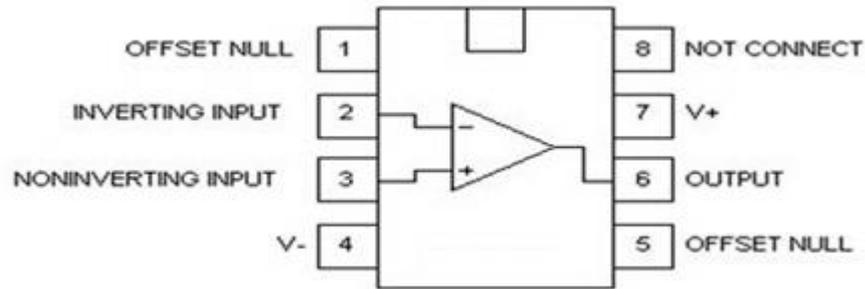
Umumnya filter aktif digolongkan menjadi :

1. Low Pass Filter (LPF)
2. High Pass Filter (HPF)
3. Band Pass Filter (BPF)
4. Band Reject Filter (BPF)

Pada masing masing filter aktif menggunakan op-amp sebagai elemen aktifnya dan tahanan, kapasitor sebagai elemen pasifnya, biasanya dan pada umumnya IC 741 ckup baik untuk rangkaian filter aktif.

2.5 IC LM 741

Penguat operasional (Op-Amp) adalah suatu blok penguat yang mempunyai dua masukan dan satu keluaran. Penguat operasional (Op-Amp) dikemas dalam suatu rangkaian terpadu (integrated circuit-IC). Salah satu tipe operasional amplifier (Op-Amp) yang populer adalah LM741. IC LM741 merupakan operasional amplifier yang dikemas dalam bentuk dual in-line package (DIP). Kemasan IC jenis DIP memiliki tanda bulatan atau strip pada salah satu sudutnya untuk menandai arah pin atau kaki nomor 1 dari IC tersebut. Penomoran IC dalam kemasan DIP adalah berlawanan arah jarum jam dimulai dari pin yang terletak paling dekat dengan tanda bulat atau strip pada kemasan DIP tersebut. IC LM741 memiliki kemasan DIP 8 pin seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 2.14 IC LM741
(Richard Blocher, 1989: 36)

Pada IC ini terdapat dua pin input, dua pin power supply, satu pin output, satu pin NC (No Connection), dan dua pin offset null. Pin offset null memungkinkan kita untuk melakukan sedikit pengaturan terhadap arus internal di dalam IC untuk memaksa tegangan output menjadi nol ketika kedua input bernilai nol. IC LM741 berisi satu buah Op-Amp, terdapat banyak tipe IC lain yang memiliki dua atau lebih Op-Amp dalam suatu kemasan DIP. IC Op-Amp memiliki karakteristik yang sangat mirip dengan konsep Op-Amp ideal pada analisis rangkaian. Pada kenyataannya IC Op-Amp terdapat batasan-batasan penting yang perlu diperhatikan.

1. Tegangan maksimum power supply tidak boleh melebihi rating maksimum, karena akan merusak IC.
2. Tegangan output dari IC op amp biasanya satu atau dua volt lebih kecil dari tegangan power supply.
3. Arus output dari sebagian besar op amp memiliki batas pada 30mA, yang berarti bahwa resistansi beban yang ditambahkan pada output op amp harus cukup besar sehingga pada tegangan output maksimum, arus output yang mengalir tidak melebihi batas arus maksimum.

Pada sebuah penguat operasional (Op-Amp) dikenal beberapa istilah diantaranya adalah

1. Tegangan ofset masukan (input offset voltage) V_{io} menyatakan seberapa jauh v_+ dan v_- terpisah untuk mendapatkan keluaran 0 volt.

2. Arus offset masukan (input offset current) menyatakan kemungkinan seberapa berbeda kedua arus masukan.
3. Arus panjar masukan (input bias current) memberi ukuran besarnya arus basis (masukan). Harga CMRR menjamin bahwa output hanya tergantung pada $(v+) - (v-)$, walaupun $v+$ dan $v-$ masing-masing berharga cukup tinggi.

2.6 Penguat (Amplifier)

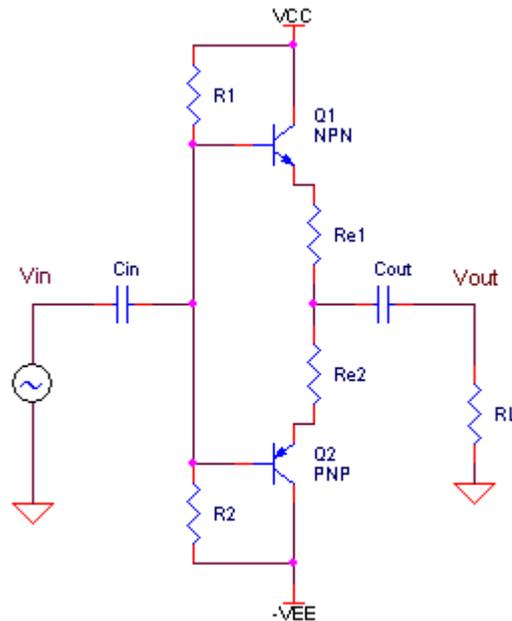
2.6.1 Pengertian Penguat (Amplifier)

Penguat audio (amplifier) diartikan dengan memperbesar dan menguatkan sinyal input. Tetapi yang sebenarnya terjadi adalah, sinyal input direplika (copied) dan kemudian di reka kembali (re-produced) menjadi sinyal yang lebih besar dan lebih kuat. Dengan demikian muncul istilah fidelitas (fidelity) yang berarti seberapa mirip bentuk sinyal keluaran hasil replika terhadap sinyal masukan. Ada kalanya sinyal input dalam prosesnya kemudian terdistorsi karena berbagai sebab, sehingga bentuk sinyal keluarannya menjadi cacat. Sistem penguat dikatakan memiliki fidelitas yang tinggi (high fidelity), jika sistem tersebut mampu menghasilkan sinyal keluaran yang bentuknya persis sama dengan sinyal input. Hanya level tegangan atau amplituda saja yang telah diperbesar dan dikuatkan. Di sisi lain, efisiensi juga mesti diperhatikan. Efisiensi yang dimaksud adalah efisiensi dari penguat itu yang dinyatakan dengan besaran persentasi dari power output dibandingkan dengan power input. Sistem penguat dikatakan memiliki tingkat efisiensi tinggi (100 %) jika tidak ada rugi-rugi pada proses penguatannya yang terbuang menjadi panas.

2.6.2 Penguat Kelas B

Penguat kelas B mempunyai dua transistor yang bekerja secara bergantian, maka penguat kelas B sering dinamakan sebagai penguat Push-Pull. Rangkaian dasar Power Amplifier kelas B adalah seperti pada gambar 2.15. Jika sinyalnya berupa gelombang sinus, maka transistor Q1 aktif pada 50 % siklus pertama (phase positif 0° - 180°) dan selanjutnya giliran transistor Q2 aktif pada siklus 50 %

berikutnya (phasenegatif $180^\circ - 360^\circ$). Penguat kelas B lebih efisien, sebab jika tidak ada sinyal input ($v_{in} = 0$ volt) maka arus bias I_b juga $= 0$ dan praktis membuat kedua transistor dalam keadaan OFF.



Gambar 2.15 Penguat kelas B
(Malvino Barmawi, 1991: 267)

Efisiensi penguat kelas B kira-kira sebesar 75%. Namun bukan berarti masalah sudah selesai, sebab transistor memiliki ke-tidak ideal-an. Pada kenyataannya ada tegangan jepit V_{be} kira-kira sebesar 0.7 volt yang menyebabkan transistor masih dalam keadaan OFF walaupun arus I_b telah lebih besar beberapa mA dari 0. Ini yang menyebabkan masalah cross-over pada saat transisi dari transistor Q1 menjadi transistor Q2 yang bergantian menjadi aktif. Gambar 2.15 menunjukkan masalah cross-over ini yang penyebabnya adalah adanya dead zone transistor Q1 dan Q2 pada saat transisi. Pada penguat akhir, salah satu cara mengatasi masalah cross-over adalah dengan menambah filter cross-over (filter pasif L dan C) pada masukan speaker.

Penguat Kelas B adalah rangkaian penguat daya yang kerjanya berdasarkan tegangan bias dari sinyal input yang masuk. Penguat kelas B bekerja dengan titik operasi yang terletak pada ujung kurva karakteristik (titik cut off),

sehingga dayaoperasi tenang (quiescent power)-nya sangat kecil. Dalam kondisi tidak ada sinyal input maka penguat kelas B berada dalam kondisi OFF dan baru bekerja jika adasinyal input dengan level diatas 0.6Volt (batastegangan bias transistor). Penguat kelas B mempunyai efisiensi yang tinggi karena baru bekerja jika ada sinyal input.

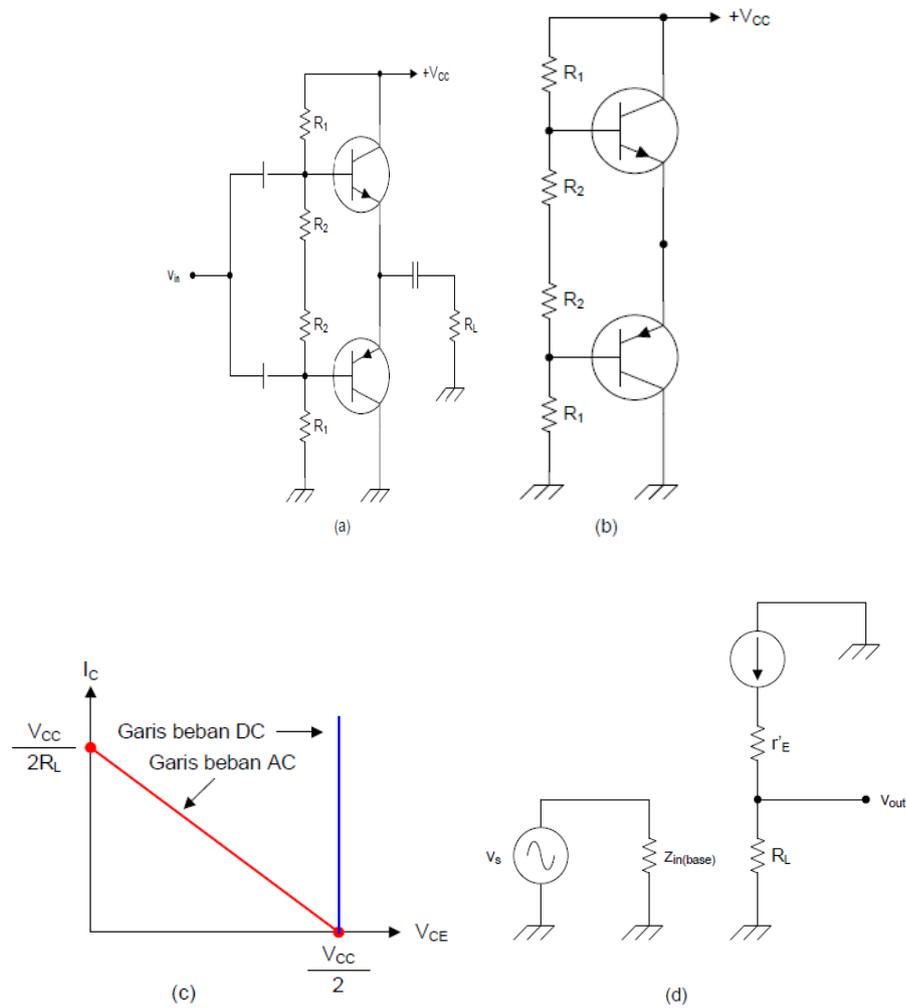
Karakteristik penguat kelas B

1. Efisiensi lebih tinggi (50 - 70)%.
2. Ada pemotongan sinyal maka penguat B dibuat B dibuat "push pull".
3. Phush pull/transistor bekerja bergantian antara Q1 (NPN) dan Q2 (PNP).
4. Panas yang dihasilkan tidak terlalu besar.
5. catsilang (cros over).
6. Tegangan power supply +, - dan ground.
7. Titik kerja penguat kelas B berada dititik cut-off transistor.

2.6.3 Rangkaian Dorong Tarik (Push Pull)

Bila transistor dioperasikan pada kelas B, mengguntingsetengah siklus. Untuk menghindari distorsi yang dapat terjadi, maka anda harus menggunakan dua transistor dalam susunan dorong tarik. Ini berarti bahwa satu transistor bekerja dalam setnegah siklus, dan transistor yang lain bekerja selama stengah siklus yang lain. Dengan rangkain dorong tarik, kita dapat mebangun penguat kelas B yang mempunyai distorsi rendah, daya beban besar dan efisiensi tinggi.

Salah satu cara untuk menyusun pengikut emitor dorong tarik kelas B adalah memasngkan emitor npn dan pengikut emitor pnp dalam susunan komplementer atau dorong tarik. Idealnya,



Gambar 2.16 (a) pengikut emitor dorong-tarik. (b) Rangkaian ekivalen dc. (c) Garis beban. (d)Rangkaia ekivalen ac (Malvino Barmawi, 1991: 267)

2.6.4 Garis Beban DC

Garis beban DC Arus jenuh adalah tak terhingga karena tidak ada tahanan pada kolektor ataupun emiter. Oleh karena itu garis beban DC merupakan garis vertikal. Ini merupakan hal yang berbahaya karena disipasi daya bisa sangat besar sehingga dapat merusak transistor.

2.6.5 Garis Beban AC

Unutk suatu pengikut emitor, arus jenuh ac adalah

$$I_{C(jen)} = I_{CQ} + V_{CEQ}/r'E \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan tegangan putus ac adalah

$$V_{CE(\text{cut})} = V_{CEQ} + I_{CQ} \cdot r_E \dots\dots\dots (2.2)$$

Dalam pengikut emiter kelas B pada gambar 2.16a, $I_{CQ} = 0$ dan $V_{CEQ} = V_{CC}/2$ serta $r_E = R_L$. Dengan demikian arus jenuh ac dan tegangan putus ac disederhanakan menjadi :

$$I_{C(\text{jenuh})} = V_{CC}/2 \cdot R_L \dots\dots\dots (2.3)$$

Atau

$$I_{CE(\text{put})} = V_{CC}/2 \dots\dots\dots (2.4)$$

Bila sebuah transistor bekerja, titik operasi transistor itu akan berayun keatas sepanjang garis beban ac, sementara itu titik operasi transistor yang lain tetap berada pada titik putusnya. Tegangan dari transistor yang menghantar dapat perayun dari keadaan putus sampai keadaan jenuh. Pada setengah siklus yang lain transistor yang lain melakukan hal yang sama. Ini berarti bahwa kepatuhan ac dari penguat dorong tarik kelas B adalah

$$PP = V_{CC}/2 \dots\dots\dots (2.5)$$

2.6.6 Analisa AC

Bati tegangan dengan beban adalah: ARUS

$$A_v = R_L / (R_L + r'_E) \dots\dots\dots (2.6)$$

mpedansi masuk dengan beban pada basis adalah

$$z_{in}(\text{base}) = \beta(R_L + r'_E) \dots\dots\dots (2.7)$$

dan impedansi keluar adalah

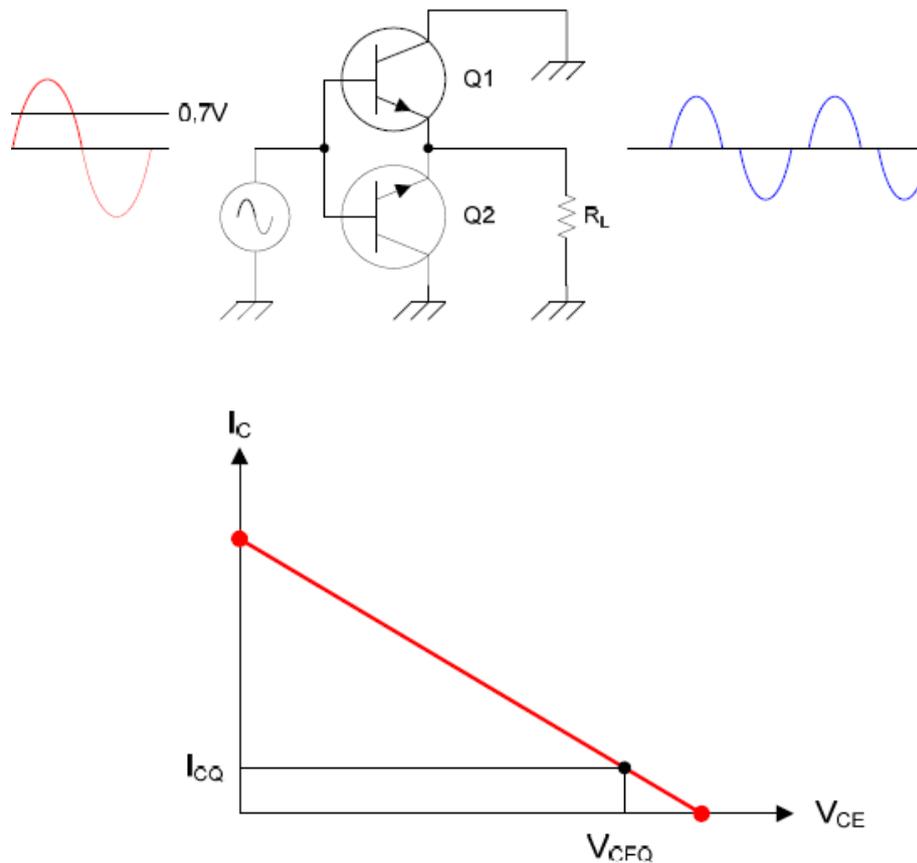
$$Z_{out} = r'_e + r/\beta \dots\dots\dots (2.8)$$

Bati arus A_i masih hampir sama dengan b, dan bati daya adalah

$$A_p = A_v A_i \dots\dots\dots (2.9)$$

2.6.7 Distorsi Pelintasan (Crossover Distortion)

Pada pelintasan titik nol, terjadi peralihan kerja dari transistor-1 ke transistor-2. Jika transistor-2 mungkin baru bekerja beberapa saat setelah transistor-1 menyumbat sehingga menyebabkan *cross-over distortion*.



Gambar 2.17 Rangkain sepadan ac penguat kelas B, distosi pelintasan dan garis beban

(Malvino Barmawi, 1991: 269)

2.6.8 Distorsi Nonlinear

Pada penguat kelas-A terjadi perbedaan penguatan antara setengah siklus pertama dengan setengah siklus kedua. Cara mengatasinya ialah dengan melakukan pembenaman. Pengikut emiter pada penguat kelas-B menekan distorsi ini lebih jauh lagi sehingga keluaran akan berbentuk lebih simetri. Penyebab distorsi lainnya ialah adanya harmonisa. Penguat kelas-A menghasilkan semua

harmonisa, yaitu f , $2f$, $3f$, $4f$ dan seterusnya. Penguat kelas-B hanya menghasilkan harmonisa ganjil saja, yaitu f , $3f$, $5f$, $7f$, dan seterusnya. Oleh karena itu distorsi harmonisa penguat kelas-B lebih rendah.

2.6.9 Daya Beban

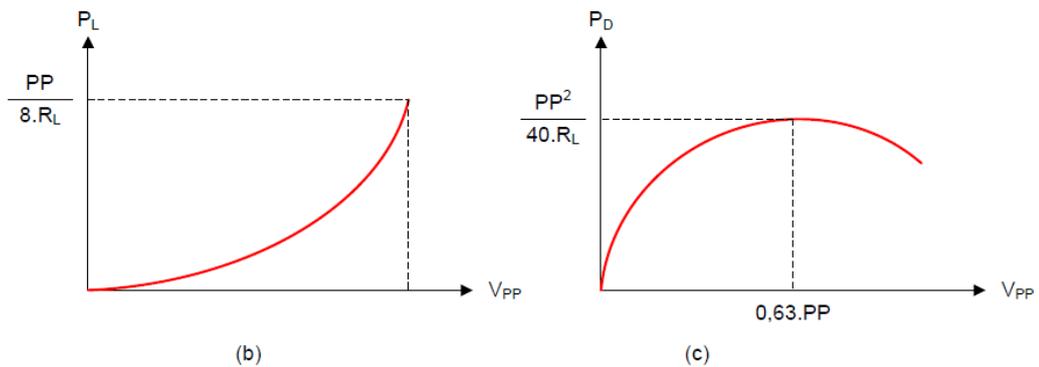
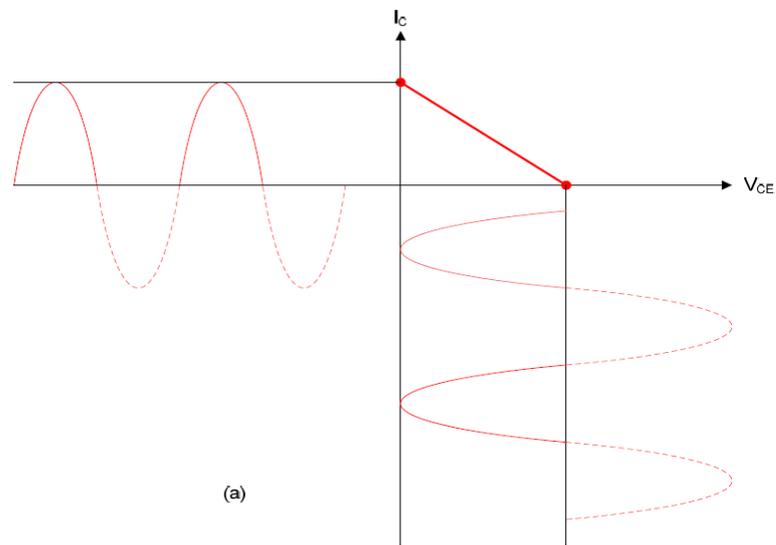
Daya beban ac penguat dorok-tarik kelas B adalah

$$P_L = (V_{PP})^2 / 8.R_L \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana P_L = daya beban ac

V_{PP} = tegangan beban puncak ke puncak

R_L = resistansi beban



Gambar 2.18 (a) Arus dan tegangan kelas B. (b) Daya beban.

(c) Disipasi daya transistor

(Malvino Barmawi, 1991: 271)

Persamaan diatas digunakan apabila mengukur tegangan beban puncak ke puncak pada osiloskop

Selanjutnya gambar 2.18(a) memperlihatkan garis beban ac ideal untuk pengikut emitor dorong-tarik kelas B. Garis ini ideal karena mengabaikan $V_{CE(jen)}$ dan I_{CQ} . Pada penguat yang sebenarnya, titik jenuh ac tidak tepat menyentuh sumbu vertikal, dan titik Q sedikit diatas titik putus. Gambar 2.18(a) menggambarkan bentuk gelombang arus dan tegangan tak terpotong maksimum yang dapat diperoleh dengan satu transistor pada pengikut emitor dorog-tarik kelas B.

$$P_{L(maks)} = PP^2 / 8.R_L \dots\dots\dots (2.11)$$

Pada gambar 2.18(b), PP sama dengan $2V_{CEQ}$. Maka :

$$P_{L(maks)} = V_{CEQ}^2 / 2.R_L \dots\dots\dots (2.12)$$

Pada gambar 2.18(b) memperlihatkan bagaimana daya beban berubah dengan berubahnya tegangan beban pencak-ke-puncak. Daya beban naik mencapai maksimum pada saat tegangan beban puncak-ke-puncak sama dengan kepatuhan keluaran ac.

2.6.10 Disipasi daya Transistor

Dalam keadaan tanpa sinyal. Transistor-transistor pada penguat dorong-tarik kelas B menganggur (idling) karena hanya sejumlah kecil arus yang mengalir. Dengan alasan ini, disipasi daya setiap transistor amat kecil. Tetapi, bila ada sinyal transistor mempunyai ayunan arus yang besar dan menyebabkan disipasi daya yang lebih besar.

Disipasi daya transistor tergantung banyaknya garis beban ac yang digunakan. Maka :

$$P_{D(maks)} = PP^2 / 40.R_L \dots\dots\dots (2.13)$$

2.6.11 Penguras Arus

Penguras arus dc dari penguat dorong-tarik kelas B adalah

$$I_S = I_1 + I_2 \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana I_1 = arus dc melalui tahanan-tahanan pemberi prategangan

I_2 = arus dc melauai kolektor yang diatas

Bila tidak ada sinyal, $I_2 = I_{CQ}$, dan penguras arus menjadi kecil. Tetapi bila ada sinyal, penguras arus naik karena arus kolektor yang diatas menjadi besar.

Bila semua garis beban ac digunakan, maka transistor diatas mempunyai arus setengah gelombang sinus yang melaluinya dengan harga puncak

$$I_{C(jen)} = V_{CEQ} / R_L \dots\dots\dots (2.15)$$

Harga rata-rata atau harga dc dari sinyal setengah gelombang adalah

$$I_2 = 0,318.I_{C(jen)} \dots\dots\dots (2.16)$$

atau

$$I_2 = 0,318.V_{CEQ} / R_L \dots\dots\dots (2.17)$$

Persamaan diatas digunakan untuk menghitung penguras arus kolektor maksimum. Daya yang diberikan pada rangkaian ini adalah

$$P_S = V_{CC}.I_S \dots\dots\dots (2.18)$$

Pada keadaan tanpa sinyal, daya dc kecil karena penguras arus minimum. Tetapi bila sinyal menggunakan semua garis beban ac daya dc yang diberikan ke rangkaian mencapai maksimum.

2.6.12 Efisiensi Tahanan

Efisiensi tahanan adalah

$$\eta = 100\% \cdot P_{L(\text{maks})} / P_{S(\text{maks})} \dots\dots\dots (2.19)$$