# BAB II
# TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1 Penguat (*Amplifier*)

### 2.1.1 Pengertian Penguat (*Amplifier*)

Penguat (*Amplifier*) adalah rangkaian komponen elektronika yang dipakai untuk menguatkan daya (atau tenaga secara umum). Dalam bidang audio, amplifier akan menguatkan signal suara yaitu memperkuat sinyal arus (I) dan tegangan (V) listrik dari inputnya menjadi arus listrik dan tengangan yang lebih besar (daya lebih besar) di bagian outputnya. Besarnya penguatan ini sering dikenal dengan istilah *gain*. Nilai dari *gain* yang dinyatakan sebagai fungsi penguat frekuensi audio, *gain power amplifier* antara 20 kali sampai 100 kali dari signal input. Jadi *gain* merupakan hasil bagi dari daya di bagian output (Pout) dengan daya di bagian inputnya (Pin) dalam bentuk fungsi frekuensi. Ukuran dari *gain*, (G) ini biasanya memakai *decibel* (dB)[1].

Dalam bentuk rumus hal ini dinyatakan sebagai berikut: G(dB)= 10log (Pout/Pin)). Pout adalah *Power* atau daya pada bagian output, dan Pin adalah daya pada bagian inputnya.Dalam bagian rangkaian *amplifier* pada proses penguatan audio ini terbagi menjadi dua kelompok bagian penting yaitu bagian penguat sinyal tegangan (V) kebanyakan menggunakan susunan transistor darlington, dan bagian penguat arus susunannya transistor paralel dan masing-masing transisistor berdaya besar dan menggunakan sirip pendingin untuk membuang panas ke udara, sekarang ini banyak yang menggunakan transistor simetris komplementer.

*Power amplifier* rakitan berfungsi sebagai penguat akhir dan pre-amplifier menuju ke *driver* speaker. Pengertian *amplifier* pada umumnya terbagi menjadi 2, yaitu power amplifier dan integrated *amplifier*. *Power amplifier* adalah adalah penguat akhir yang tidak disertai dengan *tone control* (*volume, bass, treble*), sebaliknya integrated *amplifier* adalah penguat akhir yang telah disertai dengan *tone control*.

### 2.1.2 Jenis-Jenis *Amplifier*

Jenis-Jenis *Amplifier* telah bervariasi seperti OTL, BTL dan OCL yang sudah sering di gunakan di pasaran. Dan setiap jenis komponen dan pengertian amplifier tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing- masing. Berikut kami jelaskan satu persatu :

1. OTL (*Output Transformer Less* = keluaran tanpa trafo), yaitu rangkaian *amplifier* yang menggunakan *elco* sebagai ganti *transformer*, misalkan nilai 2200uf untuk *amplifier* yang memiliki watt besar. Umumnya tegangan rangkaian *amplifier* ini hanya + (positif) dan – (negatif / ground).
2. BTL (*Bridge Transformator Less*) , yaitu rangkaian *Amplifier* OCL yang digabung dengan metode *Bridge* (jembatan). Sehingga power outputnya menjadi 2 kali lipat dari power Rangkaian *Amplifier* OCL.
3. OCL (*Output Capacitor Less* = keluaran tanpa kapasitor), yaitu rangkaian *amplifier* yang memiliki skema rangkaian dari transistor/IC penguat final langsung ke speaker *output* (tanpa pelantara apapun). Umumnya tegangan *amplifier* ini simetris yaitu + (positif), 0 (nol), – (negatif)
4. OT (*Output Transformer*), rangkaian ini merupakan jenis *amplifier* yang menggunakan kopling pada sebuah transformer OT yang digunakan untuk menghubungkan rangkaian penguat akhir dengan beban pengeras suara (*loudspeaker*).

### 2.1.3 Rangkaian *Power Amplifier*

Rangkaian po*wer amplifier* adalah perangkat *audio* untuk memperkuat *amplifier* terakhir yg tidak memiliki alat untuk mengatur nada. Biasanya sebuah *amplifier* terdiri atas power *amplifier* dan pengatur nada. Untuk membangun jenis rangkaian *power* ini, tidaklah diperlukan banyak tambahan komponen eksternal karena rangkaian ini memakai *system power-supply* yang otomatis.

Prinsip kerja dari rangkaian power amplifier ialah sebagai pemerkuat terakhir dari bagian system tata suara yg bisa juga untuk menguatkan *sinyal audio*, yaitu pada umumnya adalah penguat arus dan tegangan yang berasal dari sinyal audio dengan tujuan berfungsinya loud speaker / pengeras suara

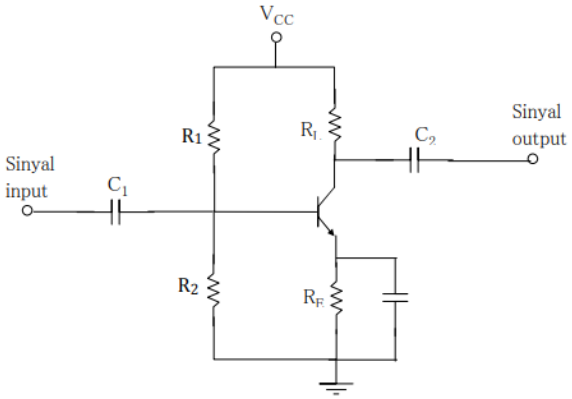
### 2.1.4 Kelas-kelas *Power Amplifier*

**1. Penguat Amplifier Kelas A**

Penguat Kelas A merupakan Kelas Penguat yang desainnya paling sederhana dan paling umum digunakan. Seperti namanya yaitu Kelas A yang artinya adalah Kelas terbaik, penguat Kelas A ini memiliki tingkat distorsi sinyal yang rendah dan memiliki liniearitas yang tertinggi dari semua kelas penguat lainnya.

Umumnya, Penguat Kelas A menggunakan transistor single (transistor bipolar, FET, IGBT) yang terhubung secara konfigurasi Common Emitter (Emitor Bersama). Letak titik kerja (titik Q) berada di pusat kurva karakteristik atau berada pada setengah Vcc (Vcc/2) dengan tujuan untuk mengurangi distori pada saat penguatan sinyal. Penguat Kelas A ini menguat sinyal Input satu gelombang penuh atau 360°[2].

Untuk mencapai Linearitas dan Gain yang tinggi, Amplifier Kelas A ini mengharuskan Transistor dalam keadaan aktif selama siklus AC. Hal ini menyebabkan pemborosan dan pemanasan yang berlebihan sehingga menyebabkan ketidakefisienan. Efisiensi Penguat/Amplifier kelas A ini hanya berkisar sekitar 25% hingga 50%.




**Gambar 2.1 Rangkaian Penguat Amplifier Kelas A [3]**

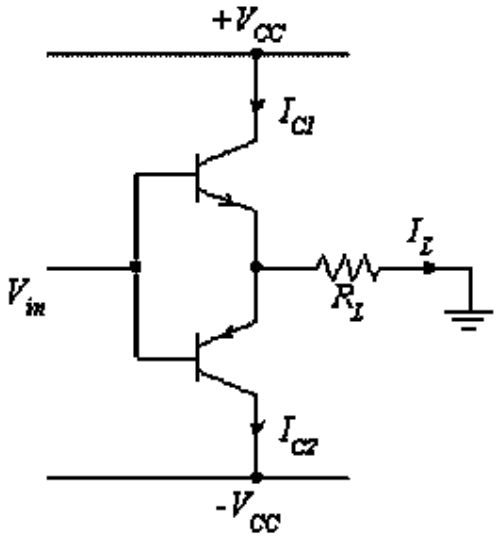
**2. Penguat Amplifier Kelas B**

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 daya operasi tenang (quescent power)-nya sangat kecil.

Dalam kondisi tidak ada sinyal input maka penguat kelas B berada dalam kondisi OFF dan baru bekerja jika ada sinyal input dengan level diatas 0.6Volt (batas tegangan bias transistor). Penguat kelas B mempunyai efisiensi yang tinggi karena baru bekerja jika ada sinyal input. Namun karena ada batasan tegangan 0.6 Volt maka penguat kelas B tidak bekerja jika level sinyal input dibawah 0.6 Volt. Hal ini menyebabkan distorsi (cacat sinyal) yang disebut distorsi cross over, yaitu cacat pada persimpangan sinyal sinus bagian atas dan bagian bawah.

Penguat kelas B ini memanfaatkan teknik push-pull yaitu dua transistor yang bekerja saling komplementer. Kedua transistor tersebut berbeda tipe namun karakteristiknya sama atau matched. Keluaran push-pull atau tarik ulur adalah sebuah sirkuit elektronik yang dapat menggerakan baik arus positif ataupun negatif kepada beban. Keluaran push-pull adalah standar untuk logika difital TTL dan CMOS serta beberapa jenis penguat, dan biasanya terbuat dari pasangan transistor komplementer, salah satu membenamkan arus dari beban ke catu negatif, sedangkan yang lainnya menyuplai arus dari catu positif ke beban.

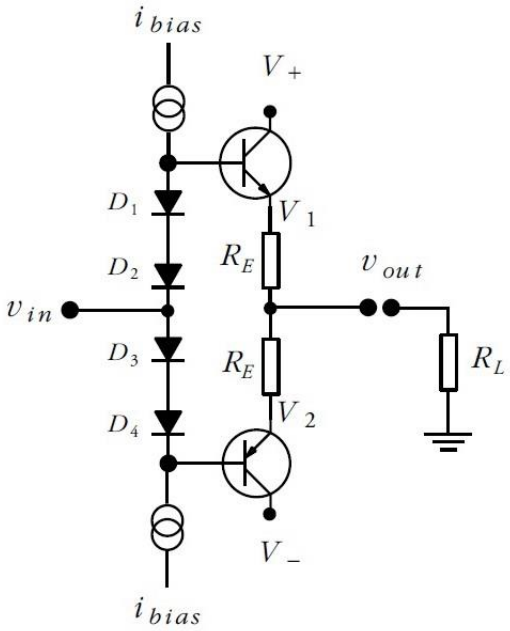
Didalam aplikasinya, Penguat Kelas B adalah rangkaian penguat daya dengan 2 transistor yang mempunyai keuntungan-keuntungan penguatan daya maks turun menjadi seperlima dari daya beban dan aliran arus tanpa sinyal menjadi sekitar satu persen dari IC(sat). Keuntungan pertama sangat penting terutama jika diperlukan daya beban yang besar misalnya pada pemancar komunikasi, keuntungan kedua penting dalam sistem tenaga dengan baterei. Dalam rangkaian penguat kelas B, transistor berada dalam daerah aktif untuk setengah perioda. Selama setengah perioda yang lain, transistor tersebut cut-off. Ini artinya arus kolektor mengalir untuk 180° dalam tiap transistor pada rangkaian penguat kelas B.




**Gambar 2.2 Rangkaian Penguat Amplifier Kelas B [3]**

**3. Penguat Amplifier Kelas AB**

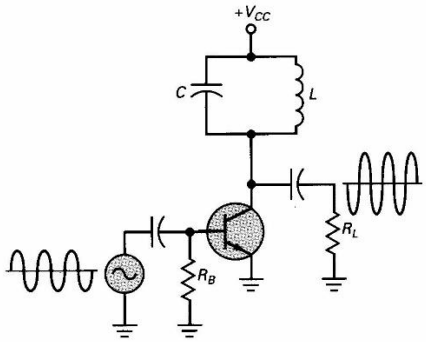
Seperti namanya, Penguat kelas AB adalah gabungan dari penguat kelas A dan penguat kelas B. Penguat kelas AB ini merupakan kelas penguat yang paling umum digunakan pada desain Audio Power Amplifier. Titik kerja penguat kelas AB berada diantara titik kerja penguat kelas A dan titik kerja penguat kelas B, sehingga Penguat kelas AB dapat menghasilkan penguat sinyal yang tidak distorsi seperti pada penguat kelas A dan mendapatkan efisiensi daya yang lebih tinggi seperti pada penguat kelas B. Penguat Kelas AB menguatkan sinyal dari 180° hingga 360° dengan efisiensi daya dari 25% hingga 78,5%.




**Gambar 2.3 Rangkaian Penguat Amplifier Kelas AB [3]**

**4. Penguat Amplifier Kelas C**

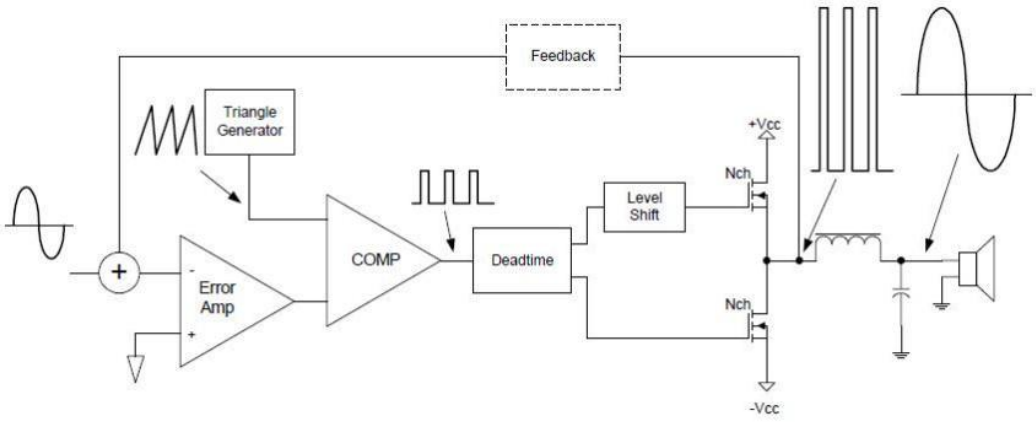
Amplifier atau Penguat Kelas C ini menguatkan sinyal input kurang dari setengah gelombang (kurang dari 180°) sehingga distorsi pada Outputnya menjadi sangat tinggi. Namun Efisiensi daya pada penguat kelas C ini sangat baik yaitu dapat mencapai efisiensi daya hingga 90%. Penguat Kelas C ini sering digunakan pada aplikasi khusus seperti Penguat pada pemancar Frekuensi Radio dan alat-alat komunikasi lainnya.




**Gambar 2.4 Rangkaian Penguat Amplifier Kelas C [3]**

**5. Penguat Amplifier Kelas D**

Penguat daya kelas D ini menggunakan penguatan dalam bentuk pulsa atau biasanya disebut dengan teknik Pulse Width Modulation (PWM), dimana lebar pulsa ini proposional terhadap amplitudo sinyal input yang pada tingkat akhirnya sinyal PWM akan menggerakan transistor switching ON dan OFF sesuai dengan lebar pulsanya. Secara teoritis, Penguat kelas D dapat mencapai efisiensi daya hingga 90% hingga 100% karena transistor yang menangani penguatan daya tersebut bekerja sebagai Switch Binary yang sempurna sehingga tidak terjadi pemborosan waktu saat transisi sinyal dan juga tidak ada daya yang diboroskan saat tidak ada sinyal input. Transistor yang digunakan untuk Amplifier kelas D ini umumnya adalah transistor jenis MOSFET. Suatu Penguat Kelas D umumnya terdiri dari sebuah generator gelombang gigi gergaji, Komparator, Rangkaian Switch dan sebuah Low Pass Filter. Meskipun dapat menghasilkan efisiensi daya yang tinggi, Penguat Kelas D ini memerlukan sumber catu daya yang stabil dan respon frekuensi tingginya sangat tergantung pada impedansi Speaker (Pengeras Suara).




**Gambar 2.5 Rangkaian Penguat Amplifier Kelas D [3]**

## 2.2 *Microphone*

### 2.2.1 Pengertian *Microphone*

*Microphone* atau Mikrofon merupakan komponen penting dalam perangkat Elektronik seperti alat bantu pendengaran, perekam suara, penyiaran radio maupun alat komunikasi lainnya seperti *Handphone*, Telepon, Interkom, *Walkie Talkie* serta *Home Entertainment* seperti Karaoke. Pada dasarnya sinyal listrik yang dihasilkan *Microphone* sangatlah rendah, oleh karena itu diperlukan penguat sinyal yang biasanya disebut dengan *Amplifier*. Untuk mengenal lebih jauh dengan Microphone yang hampir setiap hari kita gunakan ini.

### 2.2.2 Jenis-jenis *Microphone*

1. ***Condensor Microphone***

   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. Mikrofon jenis ini bekerja dengan menggunakan prinsip kapastor keping sejajar. Benda tersebut tersusun atas dua buah diafragma yang terbuat dari logam, satunya dibuat statis dan satunya lagi akan bergetar saat terdapat gelombang suara mengenainya. Pada umumnya mikrifon satu ini memiliki ukuran cukup kecil dengan sensitifitas yang tinggi serta bersifat cardioid frekuensi tinggi. Mic tersebut seringkali digunakan dalam perangkat-perangkat digital. Contohnya pada handphone, recorder, alat bantu dengar dan sebagainya.

**2.6 *Condenser Microphone* [4]**

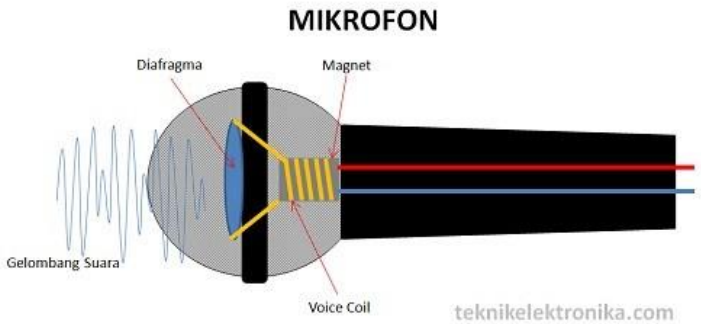
***2. Electret Microphone***

Jenis mikrofon yang satu ini adalah jenis kondenser yang memiliki muatan listrik sendiri sehingga tidak memerlukan pencatu daya dari luar. Mic elektret yang bagus biasanya dilengkapi sebuah pre-amplifier yang masih membutuhkan daya untuk bekerja. Mikrofon elektret biasanya digunakan dalam ponsel, komputer dan handsfree headset. Sebuah mikrofon elektret adalah jenis kondensor mikrofon di mana muatan eksternal diganti dengan bahan elektret, yang menurut definisi dalam keadaan permanen polarisasi listrik.

**Gambar 2.7 *Electrec Microphone* [4]**

### 3. *Dynamic Microphone*

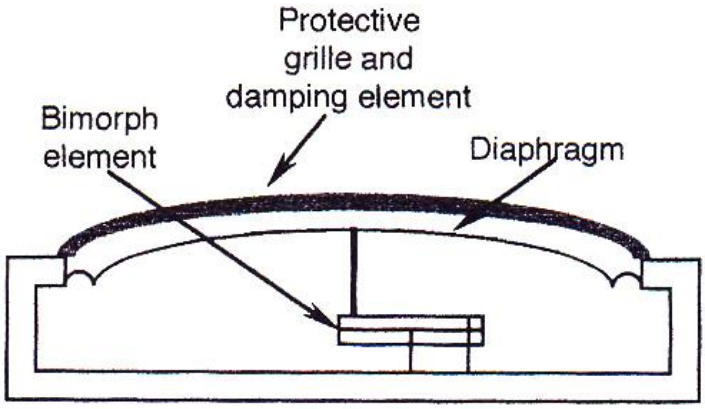
*Dynamic Microphone* adalah mikrofon yang bekerja berdasarkan prinsip Induksi Elektromagnetik. Sebuah mikrofon dinamis mengambil keuntungan dari efek elektromagnet. Ketika magnet bergerak melewati kawat (atau kumparan kawat), magnet menginduksi arus mengalir dalam kawat. Dalam mikrofon dinamis, diafragma menggerakkan baik magnet atau kumparan ketika gelombang suara memukul diafragma, dan gerakan menciptakan arus kecil.




**Gambar 2.8 *Dynamic Microphone* [4]**

### 4. *Crystal Microphone*

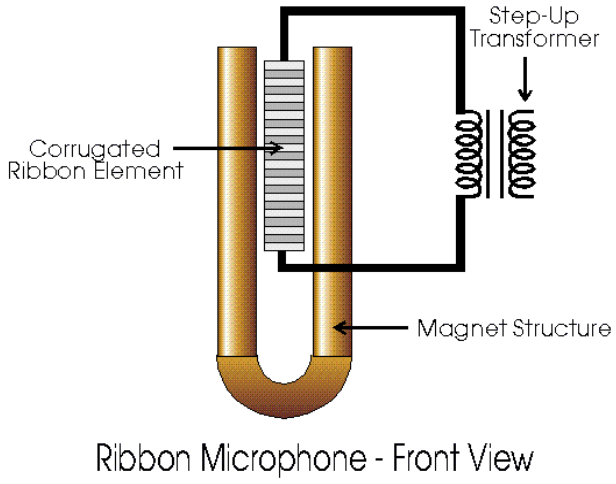
*Crystal Microphone* adalah mikrofon yang terbuat dari kristal aktif yang dapat menimbulkan tegangan sendiri ketika menangkap getaran sehingga tidak memerlukan pencatu daya dari luar. Pada *crystal microphone*, kristal yang digunakan akan dipotong dan kemudian diposisikan sedemikian rupa sehingga menghasilkan tegangan keluaran yang diinginkan untuk mikrofon. Kristal biasanya bertempat di bimorph yang merupakan struktur yang menyatukan kristal.




**Gambar 2.9 *Crystal Microphone* [4]**

***5. Ribbon Microphone***

*Ribbon microphone* adalah mikrofon yang menggunakan pita tipis dan sensitif yang digantungkan pada medan magnet. Gelombang suara menggerakkan pita, yang mengubah arus yang melalui pita tersebut. Mikrofon pita adalah mikrofon dua arah, yang artinya mereka mengambil suara dari kedua sisi mic.




**Gambar 2.10 *Ribbon Microphone* [4]**

### 2.2.3 Cara Kerja *Microphone*

Berikut ini adalah penjelasan cara kerja *microphone* (mikrofon) secara singkat :

1. Saat kita berbicara, suara kita akan membentuk gelombang suara dan menuju ke *microphone*.
2. Dalam *microphone*, Gelombang suara tersebut akan menabrak diafragma (*diaphgram*) yang terdiri dari membran plastik yang sangat tipis. Diafragma akan bergetar sesuai dengan gelombang suara yang diterimanya.
3. Sebuah *Coil* atau kumpuran kawat (*Voice Coil*) yang terdapat di bagian belakang diafragma akan ikut bergetar sesuai dengan getaran diafragma.
4. Sebuah Magnet kecil yang permanen (tetap) yang dikelilingi oleh *Coil* atau Kumparan tersebut akan menciptakan medan magnet seiring dengan gerakan *Coil*.
5. Pergerakan *Voice Coil* di Medan Magnet ini akan menimbulkan sinyal listrik.
6. Sinyal Listrik yang dihasilkan tersebut kemudian mengalir ke *Amplifier* (Penguat) atau alat perekam suara.

## 2.3 *Headphone*

*Headphone* adalah perangkat output suara dengan desain yang memungkinkan untuk langsung diposisikan atau dipasang pada telinga. Headphone merupakan perangkat output suara alternatif selain speaker. *Loudspeaker, speaker* atau sistem speaker merupakan sebuah transduser elektroacoustical yang mengubah sinyal listrik ke bentuk getaran suara. *Speaker* adalah mesin pengubah terakhir atau kebalikan dari mikrofon. *Speaker* membawa sinyal elektrik dan mengubahnya kembali menjadi vibrasi-vibrasi fisik untuk menghasilkan gelombang-gelombang suara. *Headphone* merupakan perangkat output suara dengan desain yang diposisikan atau dipasang pada telinga. Didalam *headphone* terdapat *loudspeaker* yang merupakan sekat rongga (juga dikenal sebagai konus) tipis, membran agak kaku diletakkan ditengah-tengah magnet. Magnet menginduksi membran hingga bergetar, dan menghasikan suara. *Headphone* ini mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara sehingga dapat didengar manusia.

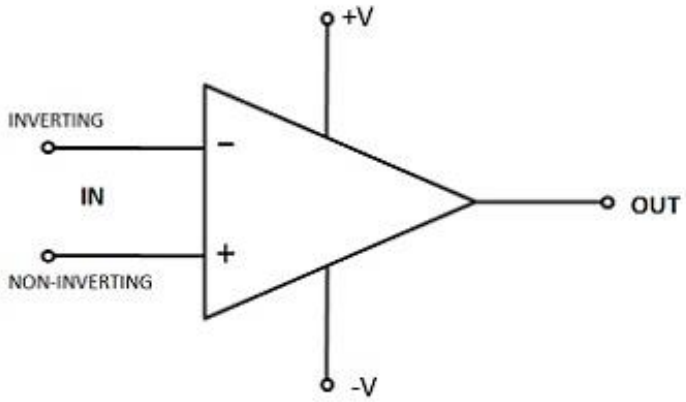
**Gambar 2.11 *Headphone* [5]**

## 2.4 *Operasional Amplifier* (Op-Amp)

*Operational Amplifier* atau lebih dikenal dengan istilah Op-Amp adalah salah satu dari bentuk IC Linear yang berfungsi sebagai Penguat Sinyal listrik. Sebuah Op-Amp terdiri dari beberapa Transistor, Dioda, Resistor dan Kapasitor yang terinterkoneksi dan terintegrasi sehingga memungkinkannya untuk menghasilkan Gain (penguatan) yang tinggi pada rentang frekuensi yang luas. Dalam bahasa Indonesia, Op-Amp atau *Operational Amplifier* sering disebut juga dengan Penguat Operasional[6].

Op-Amp umumnya dikemas dalam bentuk IC, sebuah IC Op-Amp dapat terdiri dari hanya 1 (satu) rangkaian Op-Amp atau bisa juga terdiri dari beberapa rangkaian Op-Amp. Jumlah rangkaian Op-Amp dalam satu kemasan IC dapat dibedakan menjadi Single Op-Amp, dual Op-Amp dan Quad Op-Amp. Ada juga IC yang didalamnya terdapat rangkaian Op-Amp disamping rangkaian utama lainnya.

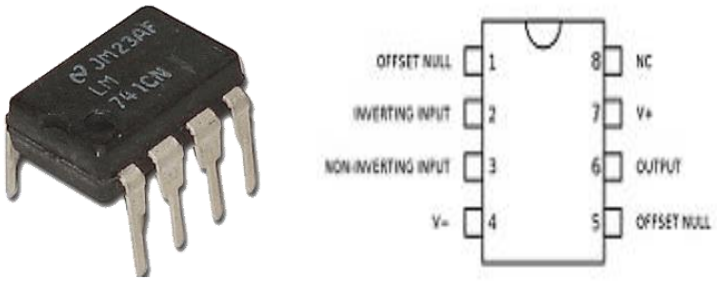
Sebuah rangkaian Op-Amp memiliki dua input (masukan) yaitu satu Input Inverting dan satu Input Non-inverting serta memiliki satu Output (keluaran). Sebuah Op-Amp juga memiliki dua koneksi catu daya yaitu satu untuk catu daya positif dan satu lagi untuk catu daya negatif. Bentuk Simbol Op-Amp adalah Segitiga dengan garis-garis Input, Output dan Catu dayanya seperti pada gambar dibawah ini.




**Gambar 2.12 Simbol Op-Amp [7]**

## 2.5 IC LM741

IC LM741 adalah salah satu jenis IC (*Integrated Circuit*) *Operational Amplifier* (Op-Amp) yang memiliki 8 pin. IC LM741 di kemas dalam bentuk dual DIP (*dual in-line package*) dimana disalah satu sudutnya memiliki tanda bulatan atau strip untuk menandai arah pin atau kaki nomor 1 dari IC tersebut. Seperti kita ketahui, penomoran IC dalam kemasan DIP adalah berlawanan arah jarum jam di mulai dari pin yang terletak paling dekat dengan tanda bulat atau strip pada kemasan tersebut[6].

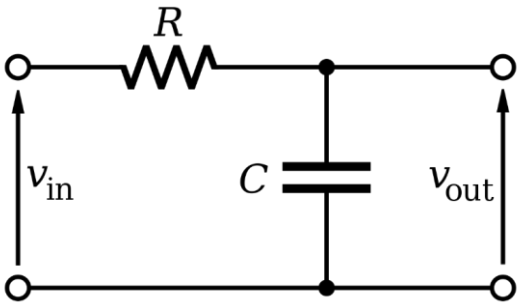



**Gambar 2.13 IC LM741 [8]**

## 2.6 Low Pass Filter

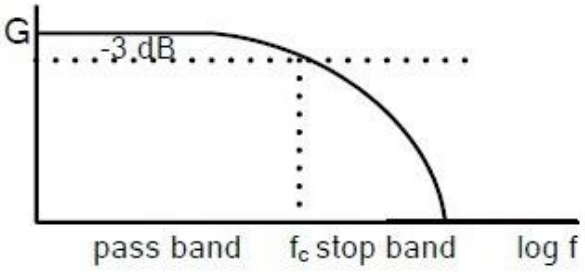
*Low Pass Filter* atau sering disingkat dengan LPF adalah *Filter* atau Penyaring yang melewatkan sinyal Frekuensi rendah dan menghambat atau memblokir sinyal Frekuensi tinggi. Dengan kata lain, LPF akan menyaring sinyal frekuensi tinggi dan meneruskan sinyal frekuensi rendah yang diinginkannya. Sinyal yang dimaksud ini dapat berupa sinyal listrik seperti sinyal audio atau sinyal perubahan tegangan. LPF yang ideal adalah LPF yang sama sekali tidak melewatkan sinyal dengan frekuensi diatas frekuensi *cut-off* (fc) atau tegangan OUTPUT pada sinyal frekuensi diatas frekuensi *cut-off* sama dengan 0V. Dalam bahasa Indonesia, *Low Pass Filter* ini sering disebut dengan Penyaring Lolos Bawah atau Tapis Pelewat Rendah.

Penyaring Lolos Bawah atau *Low Pass Filter* ini dapat dibuat dengan menggunakan beberapa macam komponen pasif seperti Resistor dan Kapasitor atau Induktor. *Low Pass Filter* yang dibuat dengan Resistor dan Kapasitor disebut dengan *Low Pass RC Filter* sedangkan *Low Pass Filter* yang dibuat dengan Resistor dan Induktor disebut dengan *Low Pass RL Filter*. *Filter* yang hanya menggunakan komponen pasif ini sering disebut dengan *Filter Pasif, Filter Pasif* ini tidak memiliki elemen penguat seperti Transistor dan Op-Amp sehingga tidak memiliki perolehan penguatan sinyal, oleh karena itu tingkat OUTPUT-nya selalu kurang dari tingkat INPUT-nya[9].




**Gambar 2.14 *Low Pass Filter* [10]**

*Low Pass Filter* merupakan jenis filter yang melewatkan frekuensi rendah serta meredam/menahan frekuensi tinggi. Bentuk respon LPF seperti ditunjukan pada gambar dibawah ini.

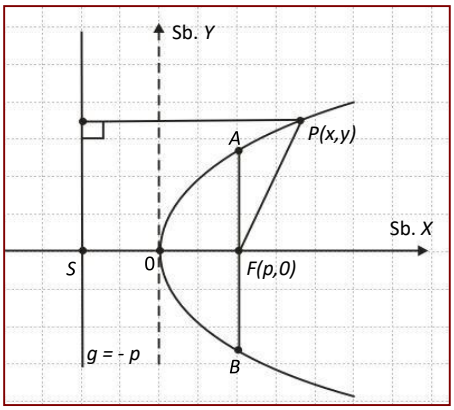



**Gambar 2.15 Kurva Respon *Low Pass Filter* [10]**

Gambar diatas merupakan gambar besarnya tegangan keluaran dari sebuah *low pass filter* dan frekuensi. Garis yang penuh adalah gambar untuk filter ideal, sedangkan garis putus-putus menunjukkan kurva-kurva untuk *filter low pass* yang praktis. Jangkauan frekuensi yang dipancarkan dikenal sebagai pita stop. Frekuensi cut-off (fc) juga disebut frekuensi 0,707, frekuensi 3 dB, frekuensi pojok, atau frekuensi putus.

## 2.7 Parabola

Parabola adalah tempat kedudukan titik (himpunan titik) yang berjarak sama terhadap suatu titik dan suatu garis tertentu. Titik tertentu itu disebut Fokus (F), dan garis tetap itu disebut Direktrik.




**Gambar 2.16 Persamaan Parabola [11]**

Berikut keterangan gambar 2.16 :

1. Titik F(p,0) disebut fokus
2. Titik O(0,0) disebut puncak

3. FS disebut sumbu simetri
4. FS = 2p = Parameter
5. AB garis yang disebut latus rectum, tegak lurus sumbu parabola melalui titik F. Panjang latus rectum = |4p|.