

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Amplifier*

Amplifier secara umum memiliki fungsi untuk menerima sinyal *input* dan membuatnya menjadi lebih kuat, yang dalam artian teknisnya yaitu penguatan amplitudo. Sementara itu, RF (*Radio Frequency*) *power amplifier* adalah *amplifier* elektronik yang digunakan untuk mengkonversi sinyal frekuensi radio berdaya rendah menjadi sinyal yang lebih besar dan daya yang juga lebih besar. Biasanya *amplifier* dioptimasi sehingga mendapatkan tingkat efisiensi dan kompresi daya keluaran yang tinggi, gain yang baik, disipasi panas yang optimal, serta *return loss* pada *input* dan *output*.

2.1.1 Jenis-Jenis *Amplifier*

Ada beberapa cara untuk menggolongkan *amplifier* yaitu berdasarkan kelas operasinya, tipe penggandengannya, ataupun jangkauan frekuensinya.

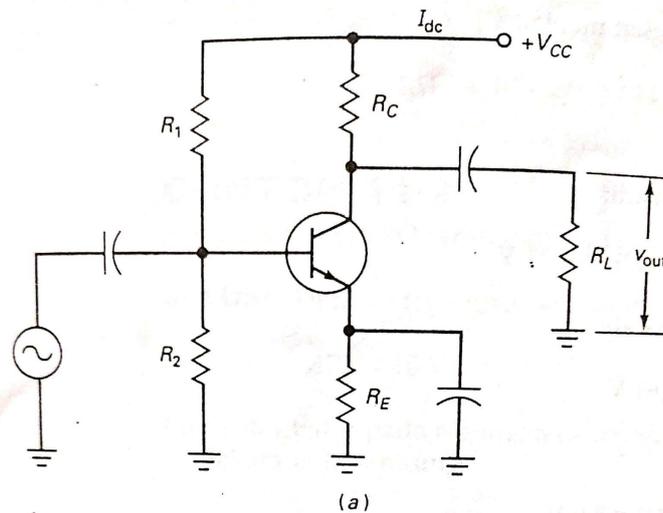
1. Kelas-Kelas Operasi

Terdapat beberapa kelas operasi *amplifier* yang dapat ditentukan sesuai kebutuhan. Beberapa parameter yang perlu diperhatikan dalam penentuan kelas *amplifier* yaitu efisiensi daya dan lineartas. Berdasarkan klasifikasinya, maka *amplifier* dibagi kedalam beberapa kelas yaitu:

a. Kelas A

Amplifier kelas A didefinisikan sebagai *amplifier* yang diberikan bias sedemikian rupa hingga arus keluaran mengalir setiap saat. Dibandingkan dengan *amplifier* kelas-kelas yang lain, *amplifier* kelas A memberikan nilai lineartas yang paling tinggi, dimana linearitas adalah suatu pengukuran sampai sejauh mana tingkat kemiripan antara sinyal masukan dan sinyal keluaran. Pada kelas ini bekerja penuh pada sinyal masukan, maka *amplifier* membutuhkan daya yang lebih besar, hal inilah yang membuat efisiensi *amplifier* kelas A lebih kecil dibandingkan kelas yang lain.

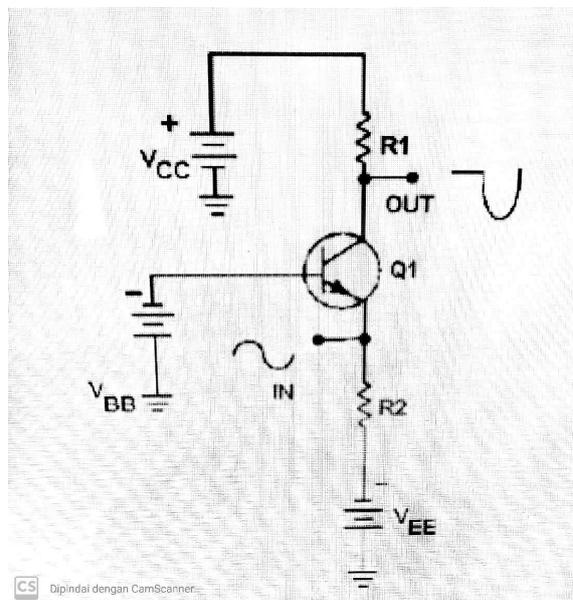
Contoh dari penguat kelas A adalah adalah rangkaian dasar *common emitter* (CE) transistor. Penguat tipe kelas A dibuat dengan mengatur arus bias yang sesuai di titik tertentu yang ada pada garis bebannya dan titik kerja efektifnya setengah dari tegangan VCC penguat.



Gambar 2.1 Amplifier Kelas A [1]

b. Kelas B

Penguat kelas B adalah penguat yang bekerja berdasarkan tegangan bias dari sinyal input yang masuk. Titik kerja penguat kelas B berada dititik *cut-off* transistor.



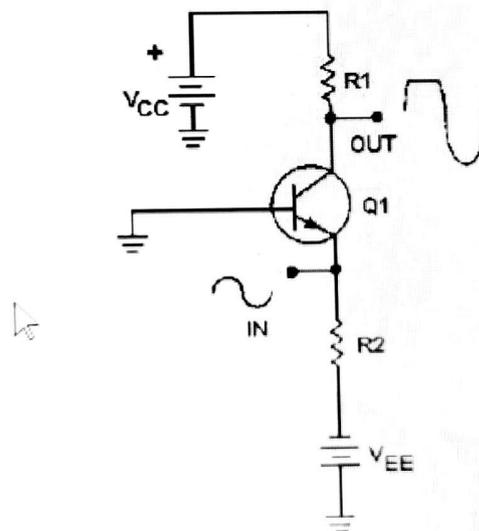
Gambar 2.2 Amplifier Kelas B [1]

Fungsi kerja *amplifier* kelas B hampir mirip dengan *rectifier* yang mana hanya meneruskan setengah siklus sinyal masukan. Tingkat efisiensi kelas B dapat mencapai dua kali lipat dari tingkat efisiensi kelas A, hal ini disebabkan karena hanya mengolah setengah siklus sinyal masukan.

c. Kelas AB

Kelas AB adalah penengah antara kelas A dan B, dengan efisiensi daya yang lebih baik dari distorsi kelas A dan kurang dari kelas B. Pada kelas ini diberikan bias sedemikian rupa sehingga arus tidak akan mengalir setiap waktu.

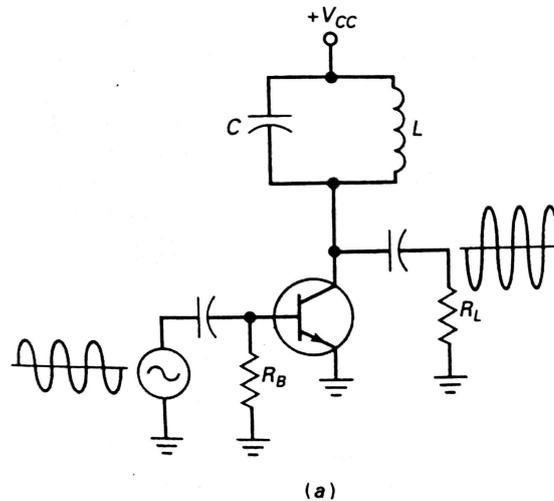
Sinyal keluaran *amplifier* kelas ini terdapat bagian *cut off*, hal ini dikarenakan kurangnya arus yang mengalir ke transistor sehingga *amplifier* tidak beroperasi saat itu.



Gambar 2.3 *Amplifier* Kelas AB [1]

d. Kelas C

Penguat kelas C mirip dengan penguat kelas B, yaitu titik kerjanya berada di daerah *cut-off* transistor. Bedanya adalah penguat kelas C hanya perlu satu transistor untuk bekerja normal sedangkan kelas B yang harus menggunakan dua transistor (sistem *push-pull*).



Gambar 2.4 Amplifier Kelas C [1]

2. Tipe-Tipe Penggandengan

a. Penggandengan Kapasitif (*Capacitive Coupling*)

Pada penggandengan kapasitif, kapasitor penggandeng mengirimkan tegangan AC yang telah dikuatkan ke tingkat berikutnya.

b. Penggandengan Transformator (*Transformer Coupling*)

Pada penggandengan transformator, tegangan AC digandeng melalui transformator ke tingkat selanjutnya.

c. Penggandengan Langsung (*Direct Coupling*)

Penggandengan langsung berdasarkan gambar di bawah yaitu ada hubungan langsung antara kolektor transistor pertama dengan basis transistor kedua, karenanya tegangan DC dan AC digandeng. Karena tidak ada batas frekuensi bawah, penguat yang digandeng langsung sering disebut penguat DC.

3. Jangkauan Frekuensi

Cara lain untuk menggolongkan amplifier adalah dengan menetapkan jangkauan frekuensinya. Sebagai contoh, penguat audio mengacu pada penguat yang beroperasi dalam jangkauan 20 Hz sampai 20 kHz. Sebaliknya, penguat frekuensi radio (*radio frequency*, RF) menguatkan frekuensi diatas 20 kHz, biasanya lebih tinggi. Sebagai contoh, penguat RF pada radio AM

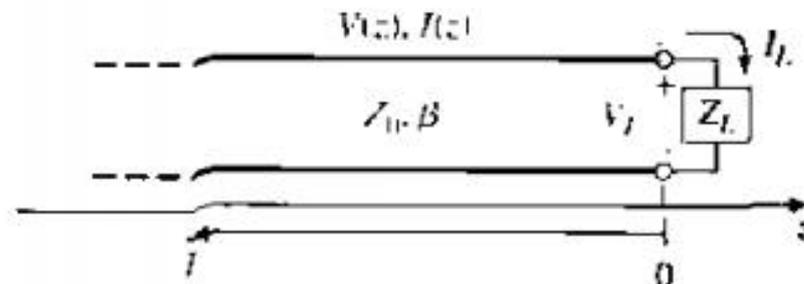
menguatkan frekuensi antara 535 sampai 1605 kHz, dan penguat RF pada radio FM menguatkan frekuensi antara 88 sampai 108 MHz.

Amplifier juga dapat diklasifikasikan sebagai pita sempit (*narrowband*) atau pita lebar (*wideband*). Penguat pita sempit bekerja pada jangkauan frekuensi yang kecil sekitar 450 sampai 460 kHz. Penguat pita sempit biasanya merupakan penguat RF yang dapat diatur (*tuned RF amplifier*), yang berarti beban AC-nya berupa tank resonansi dengan Q tinggi yang diatur ke stasiun radio atau saluran televisi. Penguat pita lebar bekerja pada jangkauan frekuensi yang besar sekitar 0 sampai 1 MHz. Penguat pita lebar biasanya tidak dapat diatur (*untuned*) sehingga beban AC-nya resistif.

2.1.2 Saluran Transmisi, Koefisien Refleksi, *Return Loss*, dan *Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)*

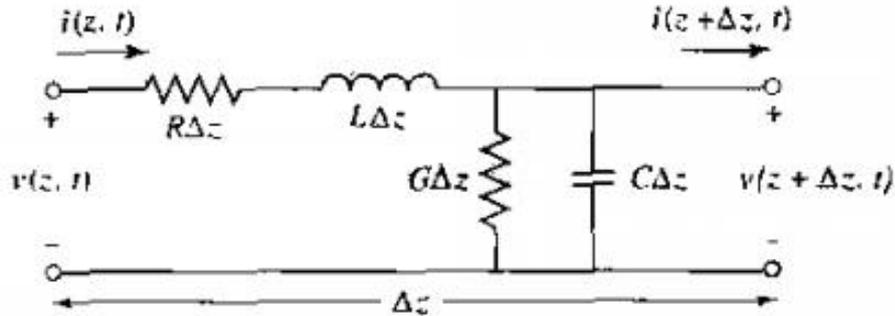
Saluran transmisi adalah media atau struktur yang membentuk suatu lintasan yang menghubungkan satu titik ke titik lain dalam fungsi pendistribusian energi seperti gelombang elektromagnetik atau juga transmisi daya listrik.

Teori saluran transmisi berbeda dengan teori pada sirkuit RF. Hal ini disebabkan karena saluran transmisi merupakan jaringan dengan parameter yang terdistribusi, dimana tegangan dan arus dapat bervariasi fasa dan amplitudonya sepanjang saluran transmisi tersebut. Saluran transmisi biasanya direpresentasikan sebagai dua garis kabel karena saluran transmisi terdiri dari minimal dua buah konduktor seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.5 Representasi Dua Garis Kabel Saluran Transmisi [2]

Bentuk representasi di atas dapat diganti dengan representasi kombinasi seri antara resistansi dan induktansi, serta kombinasi paralel antara konduktansi dan kapasitansi seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.6 Representasi dengan Menggunakan Komponen Dasar [2]

Gelombang yang melalui saluran transmisi dapat dihitung berdasarkan nilai tegangan atau nilai arusnya. Berikut adalah persamaan antara tegangan dan arus yang melalui saluran transmisi:

$$\frac{d^2V(z)}{dz^2} - \gamma^2V(z) = 0 \quad (2.1)$$

$$\frac{d^2I(z)}{dz^2} - \gamma^2I(z) = 0 \quad (2.2)$$

$$\text{Dimana, } \gamma = \alpha + j\beta = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)} \quad (2.3)$$

Persamaan (2.1) dan (2.2) dapat diturunkan untuk mendapatkan persamaan gelombang berjalan pada saluran transmisi, baik untuk tegangan maupun arus, berikut merupakan persamaan turunannya:

$$V(z) = V_0^+ e^{-\gamma z} + V_0^- e^{\gamma z} \quad (2.4)$$

$$I(z) = I_0^+ e^{-\gamma z} + I_0^- e^{\gamma z} \quad (2.5)$$

Perbandingan nilai antara tegangan dan arus yang melalui saluran dengan sifat *lossless* akan menghasilkan parameter baru yaitu:

$$Z_0 = \frac{V_0^+}{I_0^+} \quad (2.6)$$

Dimana Z_0 adalah nilai impedansi dari saluran transmisi.

Akan tetapi apabila suatu saluran transmisi mengalami suatu terminasi oleh beban diujungnya, maka ketidaksesuaian antara nilai Z_0 dan Z_L akan menyebabkan terjadinya pantulan gelombang yang dikirimkan oleh sumber melalui saluran transmisi tersebut. Adapun nilai Z_L dapat dicari dengan persamaan berikut jika diketahui tegangan yang dikirimkan dan tegangan yang dipantulkan, yaitu:

$$Z_L = \frac{V_0^+ + V_0^-}{V_0^+ - V_0^-} Z_0 \quad (2.7)$$

Karena adanya gelombang yang dipantulkan, maka dapat dicari suatu koefisien untuk mengetahui nilai perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang dikirimkan dengan gelombang yang dipantulkan. Koefisien inilah yang disebut dengan koefisien refleksi. Koefisien ini dapat dicari dengan menggunakan nilai Z_0 dan Z_L dari persamaan sebelumnya, yaitu:

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \quad (2.8)$$

Dari persamaan (2.4) dan (2.5) dapat terlihat bahwa tegangan dan arus dalam saluran transmisi merupakan hasil dari gelombang yang datang dan gelombang yang dipantulkan, dimana gelombang seperti itu disebut dengan *standing wave*. Apabila saluran transmisi bersifat *lossless* atau diterminasi dengan nilai $Z_L = Z_0$, maka akan didapatkan nilai $\Gamma = 0$ atau tidak ada gelombang yang dipantulkan. Inilah yang akan menjadi tujuan dilakukannya *impedance matching* agar nilai dari *device* yang ingin disambungkan dengan *device* lain memiliki nilai impedansi sistem sebesar dengan nilai impedansi saluran transmisi.

Untuk kasus dimana saluran transmisi diterminasi dengan beban yang nilai impedansinya tidak sama dengan nilai impedansi saluran transmisi, maka nilai $\Gamma \neq 0$ yang mengindikasikan tidak seluruh daya diteruskan oleh *device* tersebut. Saat kondisi ini terjadi, maka akan terjadi suatu *loss* yang disebut dengan *return loss*. *Return loss* dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$RL = -20 \log |\Gamma| \text{ dB} \quad (2.9)$$

Untuk saluran dengan $Z_L = Z_0$, maka nilai *return loss*nya adalah tak terhingga karena tidak ada daya yang dipantulkan.

Karena rangkaian mismatched menyebabkan adanya gelombang pantul, maka sepanjang saluran transmisi akan terjadi suatu superposisi antara gelombang yang diterima dan dipantulkan. Hal ini akan menyebabkan terjadinya suatu nilai maksimum apabila superposisi antara kedua gelombang berada pada titik maksimum, dan akan bernilai minimum apabila superposisi terjadi saat kedua gelombang sedang bernilai minimum. Nilai tegangan maksimum terjadi apabila fasa dari tegangan bernilai $e^{j(0-2\beta l)} = 1$, sehingga didapatkan persamaan nilai tegangan maksimum:

$$V_{maks} = |V_0^+| (1 + |\Gamma|) \quad (2.10)$$

Sedangkan nilai minimum akan terjadi apabila fasa dari tegangan bernilai $e^{j(0-2\beta l)} = -1$, sehingga didapatkan persamaan nilai tegangan minimum yaitu:

$$V_{min} = |V_0^+| (1 - |\Gamma|) \quad (2.11)$$

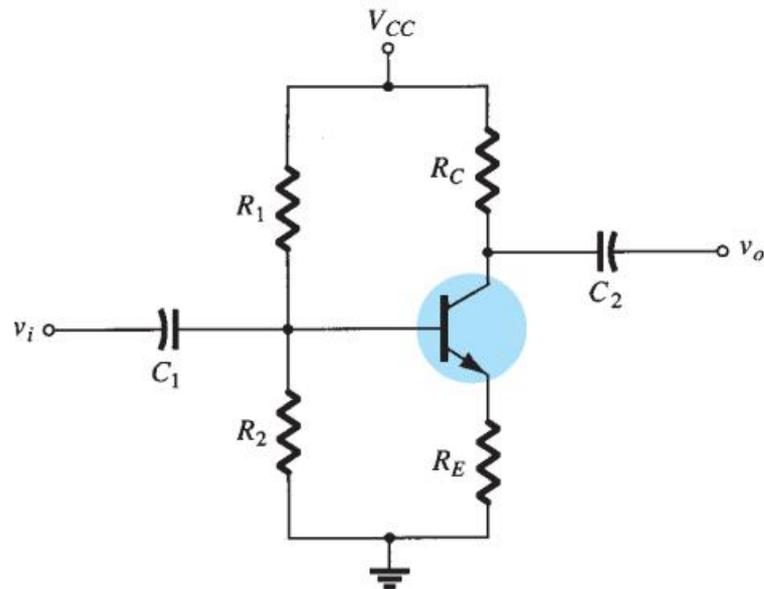
Perbandingan antara nilai tegangan maksimum dan tegangan minimum ini disebut dengan *voltage standing wave ratio* (VSWR), dimana persamaannya merupakan pembagian dari persamaan (2.10) dan (2.11) yaitu:

$$VSWR = \frac{V_{maks}}{V_{min}} = \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma} \quad (2.12)$$

Dimana untuk nilai VSWR=1 merupakan representasi dari saluran transmisi yang diterminasi oleh beban dengan nilai $Z_L = Z_0$.

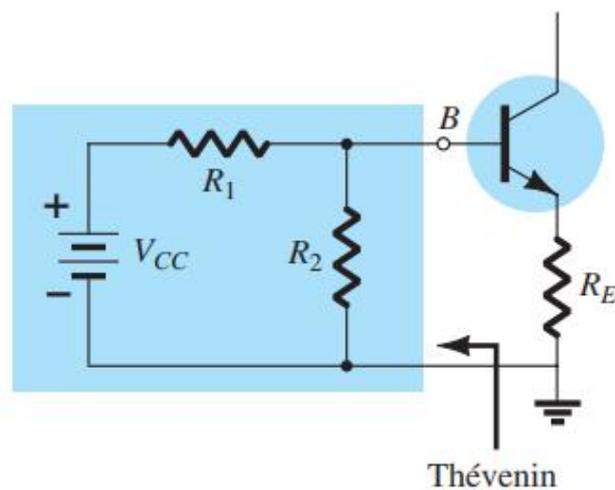
2.1.3 Pembiasan Transistor

Agar transistor bekerja secara optimal, maka transistor harus dibias dengan benar sesuai dengan karakteristik transistor yang terdapat pada *datasheet* yang telah dikeluarkan oleh perusahaan pembuat transistor. Adapun rangkaian yang dapat dipakai untuk pembiasan transistor seperti di gambar berikut.



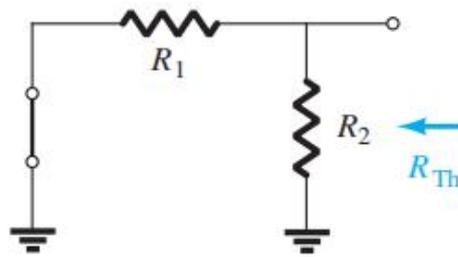
Gambar 2.7 Rangkaian Bias Pembagi Tegangan [3]

Untuk mendapatkan nilai-nilai pada rangkaian pembiasan transistor pembagi tegangan, maka perlu dilakukan analisis. Bagian input dari rangkaian tersebut dapat diganti seperti gambar dibawah ini.



Gambar 2.8 Rangkaian Pengganti Bagian Input [3]

Mengambil dari blok sebelah kiri, maka dapat dilakukan analisis Thevenin dengan cara mengganti sumber tegangan dengan *short circuit* seperti berikut.



Gambar 2.9 Short Circuit Sumber Tegangan [3]

Maka didapatkan persamaan untuk R_{Th} yaitu:

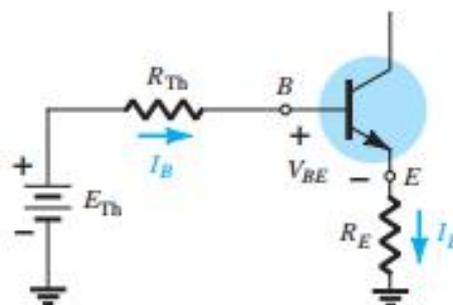
$$R_{Th} = R_1 \parallel R_2$$

$$R_{Th} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (2.13)$$

Karena rangkaian Thevenin dianggap *open circuit*, maka didapatkan rumus untuk nilai E_{Th} :

$$E_{Th} = V_{R_2} = \frac{R_2 V_{CC}}{R_1 + R_2} \quad (2.14)$$

Rangkaian pengganti Thevenin didapatkan seperti gambar berikut.



Gambar 2.10 Rangkaian Pengganti Thevenin [3]

Dan untuk nilai I_B dapat ditentukan dengan terlebih dahulu menerapkan hukum tegangan Kirchoff searah jarum jam untuk loop yang ditunjukkan:

$$E_{Th} - I_B R_{Th} - V_{BE} - I_E R_E = 0$$

Dengan menstutitusikan

$$I_E = (\beta + 1)I_B$$

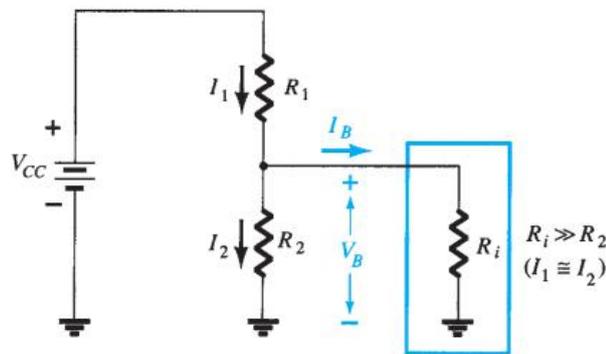
Maka akan didapatkan I_B :

$$I_B = \frac{E_{Th} - V_{BE}}{R_{Th} + (\beta + 1)R_E} \quad (2.15)$$

Setelah nilai I_B didapatkan, maka nilai yang harus ditentukan selanjutnya yaitu V_{CE} . V_{CE} bisa didapatkan dengan rumus berikut:

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_C + R_E) \quad (2.16)$$

Setelah itu yang harus dilakukan yaitu mengganti rangkaian bias pembagi tegangan dengan rangkaian berikut:



Gambar 2.11 *Partial Bias Circuit* untuk mencari V_B [3]

Dengan menggunakan aturan pembagi tegangan maka didapatkan persamaan:

$$V_B = \frac{R_2 V_{CC}}{R_1 + R_2} \quad (2.17)$$

Karena $R_i = (\beta + 1)R_E \approx \beta R_E$ maka kondisi yang akan menentukan apakah pendekatan perkiraan dapat diterapkan yaitu

$$\beta R_E \geq 10R_2 \quad (2.18)$$

Setelah nilai V_B ditentukan, maka nilai yang dapat dihitung selanjutnya yaitu V_E dengan menggunakan rumus:

$$V_E = V_B - V_{BE} \quad (2.19)$$

Dari persamaan tersebut, maka dapat ditentukan nilai V_{CE} dengan menggunakan rumus:

$$V_{CE_Q} = V_{CC} - I_C(R_C + R_E) \quad (2.20)$$

2.1.4 Gain

Gain adalah hubungan yang ada antara sinyal yang diukur pada *output* dengan sinyal yang diukur pada *input*. Terdapat tiga jenis *gain* yang dapat diukur yaitu *gain* tegangan (A_v), *gain* arus (A_i), dan *gain* daya (A_p).

Untuk menghitung *gain* tegangan dapat dilakukan dengan rumus:

$$A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}} \quad (2.21)$$

Adapun untuk menghitung *gain* arus dilakukan dengan rumus:

$$A_i = \frac{I_{out}}{I_{in}} \quad (2.22)$$

Dan untuk menghitung *gain* daya dengan menggunakan rumus:

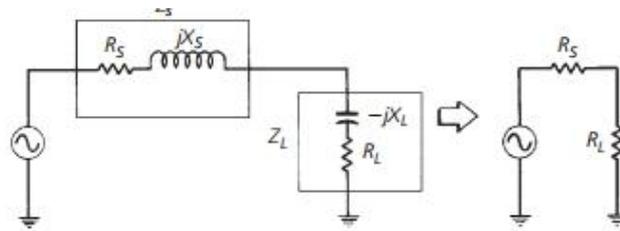
$$A_p = A_v \times A_i = \frac{V_{out}}{V_{in}} \cdot \frac{I_{out}}{I_{in}} \quad (2.23)$$

2.1.5 Matching Impedance

Rangkaian *input* dan *output amplifier* haruslah sesuai dengan impedansi karakteristik saluran (Z_0). ketidaksesuaian ini akan mengakibatkan terpantulnya sinyal yang dikirim dari sumber ke *amplifier*. *Matching impedance* yaitu proses penambahan rangkaian pada *port input* dan *port output* agar kondisi antara saluran dan rangkaian menjadi cocok.

Proses *matching impedance* berfungsi untuk memaksimalkan daya yang di keluarkan oleh *amplifier*, agar terjadinya peningkatan *signal-to-noise ratio* pada penerima yang sensitif, dan untuk mereduksi error fasa dan amplitudo pada rangkaian pendistribusi daya.

Pada dasarnya, *matching impedance* bertujuan agar sumber dapat melihat impedansi beban sebagai konjugasi dari nilai impedansinya. Apabila nilai impedansinya sumber $A + jB$ maka nilai impedansi bebannya yaitu $A - jB$ untuk mendapatkan pentransmisi daya yang maksimal. Di bawah ini merupakan rangkaian *matched*:



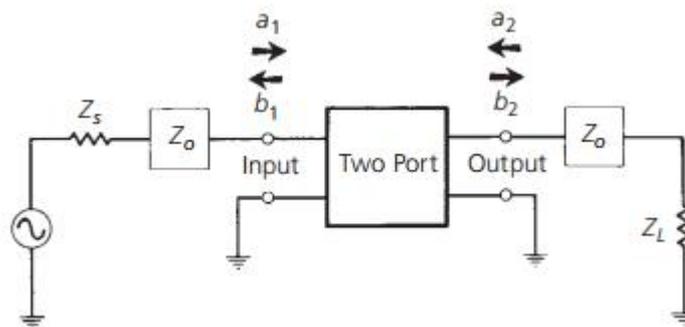
Gambar 2.12 Rangkaian *Impedance Matched* Antara Sumber dan Beban [5]

Nilai impedansi X_S saling menghilangkan dengan nilai impedansi X_L , inilah yang disebut dengan konjugasi. Saat $R_S = R_L$, maka daya yang disalurkan akan maksimal.

Untuk membuat rangkaian *impedance matched* dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode yaitu rangkaian L, rangkaian T dengan tiga elemen, dan rangkaian Pi dengan tiga elemen. Namun tidak hanya terpaku pada tiga rangkaian ini saja, semakin banyak elemen yang di pakai dalam proses ini maka akan semakin banyak nilai yang berubah, contohnya yaitu *bandwidth* dan disipasi daya.

2.1.6 Scattering Parameter (S-Parameter)

Scattering parameter adalah suatu bentuk persamaan pada gelombang elektrik frekuensi tinggi yang digunakan untuk menggambarkan perilaku pada jaringan elektrik linier. Perilaku inilah yang akan melambangkan beberapa parameter penting dalam pembuatan *device* RF elektronik, seperti VSWR, *gain*, *return loss*, dan koefisien refleksi. Dapat dilihat ilustrasi S-parameter dari gambar dibawah ini.



Gambar 2.13 Penggambaran Gelombang untuk S-Parameter [5]

Persamaan umum dari S-Parameter pada rangkaian dua *port* yang biasa digunakan adalah:

$$b_1 = S_{11}a_1 + S_{12}a_2 \quad (2.24)$$

$$b_2 = S_{21}a_1 + S_{22}a_2 \quad (2.25)$$

Pada persamaan diatas terdapat fungsi yang melambangkan beberapa parameter penting, seperti S_{11} dan S_{22} yang melambangkan koefisien refleksi pada *port* masukan dan *port* keluaran secara berturut-turut, serta *gain* yang dilambangkan S_{21} . Adapun VSWR yang dapat menggunakan S_{11} pada *input* dan S_{22} pada *output*.

$$VSWR_{input} = \frac{1+S_{11}}{1-S_{11}} \quad (2.26)$$

$$VSWR_{output} = \frac{1+S_{22}}{1-S_{22}} \quad (2.27)$$

2.1.7 Induktor

Sebuah induktor atau reaktor adalah sebuah komponen elektronika pasif (kebanyakan berbentuk torus) yang dapat menyimpan energi pada medan magnet yang ditimbulkan oleh arus listrik yang melintasinya. Kemampuan induktor untuk menyimpan energi magnet ditentukan oleh induktansinya, dalam satuan Henry. Biasanya sebuah induktor adalah sebuah kawat penghantar yang dibentuk menjadi kumparan, lilitan membantu membuat medan magnet yang kuat di dalam kumparan dikarenakan hukum induksi Faraday. Induktor adalah salah satu komponen elektronik dasar yang digunakan dalam rangkaian yang arus dan tegangannya berubah-ubah dikarenakan kemampuan induktor untuk memproses arus bolak-balik.

Sebuah induktor ideal memiliki induktansi, tetapi tanpa resistansi atau kapasitansi, dan tidak memboroskan daya. Sebuah induktor pada kenyataannya merupakan gabungan dari induktansi, beberapa resistansi karena resistivitas kawat, dan beberapa kapasitansi. Pada suatu frekuensi, induktor dapat menjadi sirkuit resonansi karena kapasitas parasitnya. Selain memboroskan daya pada resistansi

kawat, induktor berinti magnet juga memboroskan daya di dalam inti karena efek histeresis, dan pada arus tinggi mungkin mengalami nonlinearitas karena penjumlahan.

Sebuah induktor biasanya dikonstruksi sebagai sebuah lilitan dari bahan penghantar, biasanya kawat tembaga, digulung pada inti magnet berupa udara atau bahan feromagnetik. Bahan inti yang mempunyai permeabilitas magnet yang lebih tinggi dari udara meningkatkan medan magnet dan menjaganya tetap dekat pada induktor, sehingga meningkatkan induktansi induktor. Induktor frekuensi rendah dibuat dengan menggunakan baja laminasi untuk menekan arus eddy. Ferit lunak biasanya digunakan sebagai inti pada induktor frekuensi tinggi, dikarenakan ferit tidak menyebabkan kerugian daya pada frekuensi tinggi seperti pada inti besi. Ini dikarenakan ferit mempunyai lengkung histeresis yang sempit dan resistivitasnya yang tinggi mencegah arus eddy. Induktor dibuat dengan berbagai bentuk. Sebagian besar dikonstruksi dengan menggulung kawat tembaga email disekitar bahan inti dengan kaki-kali kawat terlukts keluar. Beberapa jenis menutup penuh gulungan kawat di dalam material inti, dinamakan induktor terselubungi. Beberapa induktor mempunyai inti yang dapat diubah letaknya, yang memungkinkan perubahan induktansi. Induktor yang digunakan untuk menahan frekuensi sangat tinggi biasanya dibuat dengan melilitkan tabung atau manik-manik ferit pada kabel transmisi.



Gambar 2.14 Induktor

(Sumber : <http://yanuardwisaputra.blogspot.com/2014/02/induktor.html?m=1>)

2.2 Bluetooth

Bluetooth adalah alat komunikasi tanpa kabel yang digunakan untuk mentransfer data atau untuk mengirim dan menerima data dalam jangkauan jarak

tertentu. Bluetooth bekerja menggunakan frekuensi radio. Beda dengan inframerah yang mendasarkan diri pada gelombang cahaya. Jaringan Bluetooth bekerja pada frekuensi 2.402 Giga Hertz sampai dengan 2.480 Giga Hertz. Dibangkitkan dengan daya listrik kecil sehingga membatasi daya jangkauannya hanya sampai 10 meter.

Penetapan frekuensi ini telah distandardisasi secara internasional untuk peralatan elektronik yang dipakai untuk kepentingan industri, ilmiah, dan medis. Kecepatan transfer data Bluetooth rilis 1.0 adalah 1 megabit per detik (Mbps), sedangkan versi 2.0 mampu menangani pertukaran data hingga 3 Mbps.

Dalam sebuah ponsel fungsi Bluetooth biasanya digunakan untuk berkirim nomor telepon, gambar, daftar kegiatan, atau kalender agar dapat saling bertukar data dengan perangkat Bluetooth lainnya kedua perangkat tersebut harus melakukan *Pairing* terlebih dahulu. *Pairing* adalah sebuah proses dimana ada salah satu perangkat yang bertindak sebagai “pencari” (*discover*) dan perangkat lainnya yang menjadi “yang dicara” (*discoverable*). Setelah melakukan *pairing* tersebut barulah kedua perangkat tadi dapat saling bertukar data.



Gambar 2.15 Ikon Bluetooth

(Sumber : <https://www.iconarchive.com/tag/bluetooth>)

2.2.1 Faktor yang Mempengaruhi Jangkauan Bluetooth

Beberapa faktor yang mempengaruhi jarak jangkauan efektif bluetooth diantaranya sebagai berikut:

1. Spektrum Radio

Spektrum radio membentang dari 30 Hz hingga 300 GHz. Semakin rendah frekuensinya semakin lama rentangnya. Namun, semakin rendah frekuensi semakin rendah kecepatan data yang dapat didukungnya. Akibatnya,

memilih spektrum radio dilengkapi dengan pertukaran antara rentang dan kecepatan data.

Bluetooth menggunakan pita spektrum ISM 2,4 GHz (2400 hingga 2483.5 MHz), yang memungkinkan keseimbangan yang baik antara rentang dan *throughput*. Selain itu, pita 2,4 GHz tersedia di seluruh dunia yang menjadikan standar sejati untuk konektivitas nirkabel berdaya rendah.

2. *The Physical Layer (PHY)*

PHY dari teknologi nirkabel mendefinisikan skema modulasi dan teknik lain yang digunakannya untuk mengirim data melalui pita frekuensi radio tertentu. Ini termasuk jumlah saluran yang tersedia, seberapa efektif saluran itu digunakan, penggunaan koreksi kesalahan, penjaga di tempat untuk mengatasi gangguan, dan banyak lagi. Jika dibandingkan komunikasi RF dengan komunikasi verbal, PHY dapat dianalogikan sebagai penentu kecepatan dan kejelasan berbicara.

3. *Receiver Sensitivity*

Sensitivitas penerima adalah ukuran kekuatan sinyal minimum yang dapat ditafsirkan oleh penerima. Dengan kata lain, ini adalah level daya terendah dimana penerima dapat mendeteksi sinyal radio, mempertahankan koneksi, dan masih melakukan demodulasi data.

Bluetooth menetapkan bahwa perangkat harus dapat mencapai sensitivitas penerima minimum -70 dBm hingga -82 dBm, tergantung pada PHY yang digunakan. Namun, implementasi bluetooth biasanya mencapai tingkat sensitivitas penerima yang jauh lebih tinggi.

4. *Transmit Power*

Memilih tingkat daya pancar adalah desain pertukaran antara rentang rentang dan konsumsi daya. Semakin tinggi daya pancar, semakin besar kemungkinan sinyal dapat diterima pada jarak yang lebih jauh. Dapat dianalogikan daya pancar sebagai volume suara. Semakin keras berbicara, semakin jauh seseorang dapat mendengar tetapi semakin banyak energi yang dibutuhkan.

Bluetooth mendukung daya pancar dari -20 dBm (0,01 mW) hingga +20 dBm (100mW).

5. *Antenna Gain*

Antena mengubah energi listrik dari pemancar menjadi energi elektromagnetik dan sebaliknya untuk penerima. Lokasi antena, ukuran paket, dan desain dapat sangat mempengaruhi seberapa efektif sinyal ditransmisikan dan diterima. Jenis dan ukuran antena serta efisiensinya dalam mengubah listrik menjadi energi elektromagnetik dan memfokuskan arah energi dapat sangat bervariasi.

Penguatan antena yang efektif relevan untuk antena pengirim dan penerima. Pengaruh arah antena mirip dengan berbicara atau mendengarkan melalui kerucut untuk memfokuskan energi suara.

Desainer bluetooth dapat memilih untuk mengimplementasikan berbagai opsi antena. Desain antena adalah seni sama halnya dengan ilmu. Perangkat bluetooth biasanya mencapai penguatan antena dalam kisaran -10 dBi hingga +10 dBi.

6. *Path Loss*

Path loss adalah pengurangan kekuatan sinyal yang terjadi saat gelombang radio merambat di udara. *Path loss* terjadi secara alami dari jarak jauh dan dipengaruhi oleh lingkungan dimana sinyal sedang dikirim. Rintangan antara pemancar dan penerima dapat menurunkan sinyal.

Attenuator dapat berupa apa saja mulai dari kelembaban dan curah hujan, dinding, jendela, dan hambatan lain yang terbuat dari kaca, kayu, logam, atau beton, termasuk menara atau panel logam yang memantulkan dan menyebarkan gelombang radio. Sementara gelombang radio dapat melewati benda-benda, jumlah redaman dan *path loss* efektif bervariasi dengan jenis dan kepadatan obstruksi.

2.2.2 Penggunaan Bluetooth

Contoh penggunaan bluetooth dalam kehidupan nyata adalah sebagai berikut:

1. Komunikasi antara ponsel dengan peranti *hands-free* atau car kit yang mempermudah komunikasi seseorang.
2. Pembuatan jaringan nirkabel antara PC di ruangan yang nyaman. Jaringan ini memerlukan *bandwidth* yang kecil.
3. Komunikasi antara peranti *input* (misalnya keyboard dan mouse) dan peranti *output* (misalnya printer) dengan PC.
4. Transfer file antar peranti menggunakan OBEX.
5. Transfer daftar kontak, jadwal pertemuan, dan pengingat menggunakan OBEX.
6. Pengganti peranti komunikasi serial di peralatan pengujian, seperti GPS *Receiver*, peralatan kedokteran, dan peranti kontrol lalu lintas.
7. Pengganti kontrol pada peranti yang sebelumnya menggunakan inframerah.
8. Komunikasi antara *smartphone* dan *speaker*.

2.2.3 Produk Bluetooth

Beberapa contoh produk bluetooth yang beredar di pasaran, antara lain:

1. *Wireless headset*: Berguna sebagai pengganti headset berkabel.
2. Ponsel: Bluetooth berfungsi sebagai media komunikasi ponsel dengan peranti bluetooth-enabled lainnya, seperti PC, headset, dan sebagainya.
3. Jam tangan: Beberapa produsen jam tangan memproduksi jam yang bisa disinkronisasikan dengan ponsel atau komputer.
4. Jaket: Jaket yang bisa mengakomodasikan berbagai peranti digital dalam satu tempat, misalnya pemutar audio digital yang terletak di lengan dan speaker yang diletakkan di kerah jaket.
5. Keyboard: Keyboard nirkabel pada umumnya menggunakan bluetooth sebagai penghubung karena jaraknya dengan PC sangat dekat.
6. Mouse: Mouse nirkabel menggunakan bluetooth karena jaraknya dengan PC juga dekat.
7. Printer: Printer nirkabel menggunakan bluetooth untuk teknologi nirkabelnya.

8. Kamera digital: Untuk kemudahan transfer data ke peranti lain secara nirkabel, kamera digital pada umumnya menggunakan bluetooth karena membutuhkan daya yang lebih kecil dibandingkan dengan yang lainnya.
9. Helm + headset: Beberapa pengendara motor yang ingin tetap bisa berkomunikasi secara mobile bisa menggunakan peranti headset yang dipasang dalam sebuah helm.
10. Mobil: Adanya mobil yang mendukung bluetooth memungkinkan untuk menyinkronisasikan dengan perangkat lain seperti ponsel.

2.2.4 Kelebihan Bluetooth

Beberapa kelebihan dari bluetooth antara lain:

1. Transfer file gratis dan mudah.
2. Dapat dijadikan sebagai sambungan *multiplayer games*.
3. Tanpa kabel.
4. Mudah dalam *pentransferan* file.
5. Bluetooth didukung oleh banyak perangkat.

2.2.5 Kekurangan Bluetooth

Beberapa kekurangan dari bluetooth antara lain:

1. Banyak virus yang disebarkan melalui bluetooth dari ponsel.
2. Sulit menemukan penerima saat berada di dalam ruangan yang terlalu banyak koneksi bluetooth.
3. Banyak menguras energi baterai ponsel.
4. Kecepatan transfer data lebih lambat jika dibandingkan dengan kabel data atau *card reader*.

2.3 Repeater

Secara bahasa, kata *repeater* berasal dari bahasa Inggris “*Repeat*” yang memiliki arti pengulangan. Secara terminologi, definisi *repeater* yaitu pengulang kembali atau secara lengkapnya yaitu alat yang berfungsi untuk mengulang atau meneruskan kembali signal ke area sekitar perangkat ini dengan lebih mudah.

Repeater adalah suatu alat atau perangkat yang mempunyai fungsi untuk menyebarkan jangkauan sinyal.

Cara kerja dari *repeater* yaitu sinyal data yang dikirim akan ditangkap oleh antena *receiver*, lalu sebelum dipancarkan kembali sinyal akan dimasukkan ke *power amplifier* untuk dikuatkan terlebih dahulu, setelah sinyal telah mengalami penguatan sinyal akan dipancarkan kembali oleh antena *transmitter*.

2.3.1 Perangkat Utama *Repeater*

Secara umum sebuah perangkat *repeater* akan terdiri dari 3 bagian utama, yaitu penerima, penguat, dan pengirim.

1. Penerima sinyal

Penerima sinyal adalah bagian dari perangkat *repeater* yang berfungsi sebagai penerima sinyal dari pemancar lainnya. Penerima sinyal ini bisa berupa antena penerima sinyal.

2. Penguat sinyal

Penguat sinyal adalah bagian dari perangkat *repeater* yang berfungsi untuk menguatkan sinyal yang telah diterima sebelumnya oleh penerima sinyal. Dengan diperkuat, maka sinyal nantinya akan mampu dipancarkan kembali dengan lebih kuat.

3. Pemancar sinyal

Pemancar atau pengirim sinyal adalah bagian dari perangkat *repeater* yang berfungsi untuk kembali memancarkan atau mengirimkan sinyal yang sebelumnya telah diterima oleh penerima sinyal, dan telah diperkuat oleh penguat sinyal. Di sini pemancar sinyal akan memancarkan kembali sinyal kepada perangkat *repeater* lainnya, atau pemancar lainnya, atau langsung kepada perangkat telepon seluler tanpa kabel yang ada di area pemancar ini.

2.4 *Smartphone*

Smartphone adalah telepon genggam atau telepon seluler pintar yang dilengkapi dengan fitur yang mutakhir dan berkemampuan tinggi layaknya sebuah komputer. *Smartphone* dapat juga diartikan sebagai sebuah telephone genggam

yang bekerja dengan menggunakan perangkat lunak sistem operasi (OS) yang menyediakan hubungan standar dan mendasar bagi pengembang aplikasi.

Menurut David Wood, smartphone adalah handphone cerdas yang memiliki kelebihan dibanding alat telekomunikasi lainnya. Kelebihannya terlihat dari proses pembuatannya dan proses penggunaannya.

Menurut Williams dan Sawyer definisi smartphone adalah telepon selular yang memakai beberapa layanan seperti layar, mikroprosesor, memori, dan modem bawaan. Dengan begitu, smartphone memiliki fitur yang lebih lengkap dibanding handphone biasa.

Menurut Ridi Ferdiana pengertian smartphone adalah perangkat telepon selular yang dilengkapi dengan berbagai fitur. Dengan begitu, selain sebagai alat telekomunikasi, smartphone juga dapat digunakan untuk keperluan bisnis oleh pengusaha dan masyarakat umum.

Seperti halnya pada komputer atau laptop, sebuah smartphone membutuhkan Operating System (OS) agar bisa bekerja sebagaimana mestinya. Berikut ini adalah beberapa OS smartphone:

1. iOS
2. Android
3. Windows Phone
4. Blackberry
5. Bada
6. Firefox OS
7. MeeGo OS
8. Palm
9. Symbian
10. Ubuntu
11. Tizan



Gambar 2.16 *Smartphone*

(Sumber :<http://auliaoktavella.it.student.pens.ac.id/Semester2/Desain%20dan%20Pemrograman%20Web/21-b/tugas-smartphone.html>)

2.5 Speaker

Speaker adalah Transduser yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi Frekuensi Audio (sinyal suara) yang dapat didengar oleh telinga manusia dengan cara mengetarkan komponen membran pada Speaker tersebut sehingga terjadilah gelombang suara. Pada dasarnya Speaker terdiri dari beberapa komponen utama yaitu Cone, Suspension, Magnet Permanen, Voice Coil dan juga Kerangka Speaker.

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.



Gambar 2.17 *Speaker*

(Sumber : https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_speaker)

2.6 Power Supply

Power Supply adalah sebuah alat yang berfungsi untuk mengubah tegangan AC yang tinggi menjadi tegangan DC yang lebih rendah. Pada prinsipnya sebuah *power supply* atau catu daya telah disesuaikan voltasenya dengan peralatan yang akan *disupply*.

Fungsi utama sebuah *power supply* adalah untuk mengubah arus AC menjadi arus DC. Fungsi lainnya yaitu sebagai alat untuk menyambungkan sumber tegangan DC atau menjadi alternatif pengganti dari tegangan DC seperti baterai dan aki.

Power supply atau catu daya banyak digunakan untuk beberapa peralatan elektronika seperti *amplifier*, radio, televisi, dan perangkat elektronik lainnya. Adapun bagian-bagian yang secara umum terdapat pada sebuah *power supply* yaitu:

1. Trafo (Transformator)

Trafo berfungsi untuk menurunkan atau menaikkan tegangan AC sesuai dengan kebutuhan beban listrik. Pada umumnya trafo dibagi menjadi dua yaitu trafo *step up* dan trafo *step down*. Pada sebuah adaptor yang digunakan yaitu trafo *step down* atau penurun tegangan.

2. *Rectifier* (Penyearah)

Rectifier berfungsi untuk menyearahkan tegangan yang dihasilkan oleh trafo. Tegangan yang telah diturunkan oleh trafo masih berupa arus bolak balik (AC), untuk itu harus disearahkan terlebih dahulu agar dapat digunakan pada perangkat elektronik. Rangkaian penyearah pada umumnya terdiri dari beberapa komponen dioda.

3. *Filter* (Penyaring)

Filter berfungsi untuk menyaring atau meratakan sinyal arus yang berasal dari penyearah. *Filter* biasanya terdiri dari beberapa komponen kapasitor dengan jenis ELCO atau Elektrolit.

4. *Voltage Regulator*

Voltage regulator atau pengatur tegangan memiliki fungsi untuk menstabilkan tegangan dan arus DC yang tetap dan stabil sehingga tegangan *output* tidak terpengaruh oleh suhu, arus beban, dan juga tegangan *input* yang berasal dari *output filter*. *Voltage regulator* biasanya terdiri dari komponen transistor atau IC dan dioda zener.



Gambar 2.18 *Power Supply*

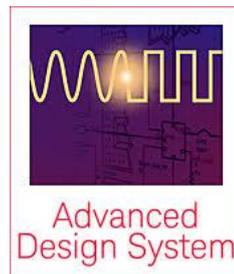
(Sumber:<https://teknikelektronika.com/pengertian-power-supply-jenis-catu-daya/>)

2.7 Advanced Design System (ADS)

Advanced Design System (ADS) adalah sistem perangkat lunak otomatisasi design elektronik yang diproduksi oleh Keysight EESof EDA, sebuah divisi dari Keysight Technologies. Perangkat lunak ini menyediakan fitur design terintegrasi

untuk perancangan produk elektronik RF seperti ponsel, pager, jaringan nirkabel, komunikasi satelit, sistem radar, dan tautan data berkecepatan tinggi.

ADS mendukung setiap langkah proses design seperti skematik capture, layout, pengecekan aturan design, simulasi frekuensi domain dan sirkuit waktu domain, serta simulasi medan elektromagnetik yang memungkinkan insinyur untuk sepenuhnya mengkarakterisasi dan mengoptimalkan design RF tanpa mengganti alat.



Gambar 2.19 Ikon ADS

(Sumber: <https://www.keysight.com/main/editorial.jspx>)