

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Isu mengenai daya siaga telah banyak didiskusikan karena adanya kerugian yang diakibatkan terbuangnya daya saat peralatan dalam keadaan siaga. Menurut Solanki, P.S., Venkateswara S.M. dan Chengke Zhou (2013) bahwa "*Many research have discussed about energy consumed by electronics appliances during their standby mode and classified it into standby losses*".

Selanjutnya Solanki et.al (2013) menyatakan bahwa

*Standby power losses are not limited to up to electronic appliances commonly used household appliances like air-conditioners, freezers, refrigerators, microwave oven and washing machines. Sometimes these appliances essentially need small amount of electricity to maintain signal reception capability like remote control, monitoring temperature, powering internal clock and continuous display. Though loss of such kind is relatively low but combined effect of all appliances whose power consumption varying from less than 1 watt to 21 watt are having significant effects about 5% to 21% from total household electricity consumption.*

Rugi daya akibat adanya sistem siaga pada perangkat elektronik juga terkait dengan kebiasaan meninggalkan perangkat elektronik dalam keadaan siaga.

Penggunaan *charger handphone* yang tidak tepat merupakan salah satu bentuk pemborosan energi. Hal ini disebabkan karena penggunaan *charger handphone* yang tidak dilakukan sebagai mana mestinya, misalnya mengisi daya *handphone* pada saat baterai *handphone* telah penuh atau tetap menancapkan *charger* meskipun tidak digunakan untuk proses *charging* (Alfianto et al. 2011).

Mahasiswa Institut Teknologi Surabaya dalam karyanya yang berjudul *vampire Power Eliminator* menyatakan bahwa

*"Vampire Power Eliminator* merupakan alat yang berfungsi untuk mengeliminasi daya yang diserap oleh alat elektronik ketika masih dalam mode siaga. Nantinya, pemilik rumah akan bisa mendeteksi dan mematikan *power outlet* lewat *smartphone* mereka" (Redaksi ITS, 2016. Canggih,

Pengingat Hemat Listrik Buatan ITS. <https://www.its.ac.id/berita/16083/en>).

Dari studi pustaka yang telah dilakukan terkait dengan penelitian terdahulu bahwa sudah terdapat perancangan mengenai alat pemutus daya siaga pada peralatan elektronik namun pada perancangan terdahulu alat yang dibuat belum beroperasi secara otomatis ketika peralatan pada mode siaga, melainkan dimatikan secara manual melalui smartphone.

## 2.2. Dasar Teori

### 2.2.1. Daya Siaga

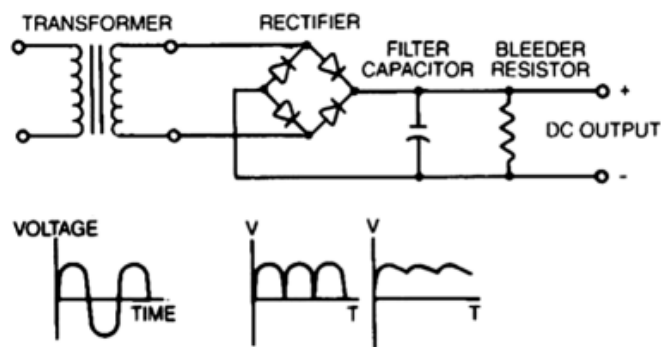
Daya siaga atau *standby power* adalah energi yang digunakan pada sebuah peralatan elektronik ketika peralatan tersebut tidak beroperasi sepenuhnya sesuai fungsinya atau dalam mode siaga. Pada keadaan ini peralatan dapat menerima sinyal pemicu yang dapat mengaktifkan fungsi utamanya seperti *remote* atau kondisi tertentu melalui sebuah sensor. Mode siaga ini banyak digunakan untuk menggantikan saklar pemutus daya mekanik, namun kelemahannya yaitu ketika peralatan elektronik dimatikan tanpa memutus sumber daya secara langsung atau pada mode siaga maka perangkat tersebut tetap menyerap daya listrik walaupun dalam jumlah yang kecil.

### 2.2.2. Power supply

*Power supply* merupakan peralatan elektronik yang dapat memberikan energi listrik ke beban. Fungsi utama dari *power supply* adalah untuk mengkonversi besaran nilai energi listrik kedalam besaran energi listrik lain. *Power supply* dapat mengkonversi tegangan maupun arus dari bentuk tegangan AC maupun DC. Pada kebutuhan sehari hari dan kebutuhan rumah tangga, *power supply* biasanya digunakan untuk mensuplai beban dengan arus DC seperti *charger handphone*, televisi, komputer, radio, dan lain lain. Jenis-jenis *power supply* dapat dibagi menjadi 3 jenis yaitu:

### a. Unregulated Power Supply

*Unregulated power supply* atau *power supply* yang tidak teregulasi merupakan jenis *power supply* yang paling sederhana. Jenis *power supply* ini terdiri atas sebuah trafo, rangkaian penyearah dan filter. *Unregulated power supply* menghasilkan banyak *noise* dan tegangan *ripple* yang cukup tinggi. Selain itu, ketika tegangan masukan mengalami perubahan, maka tegangan keluaran juga mengalami perubahan yang sebanding dengan masukannya.

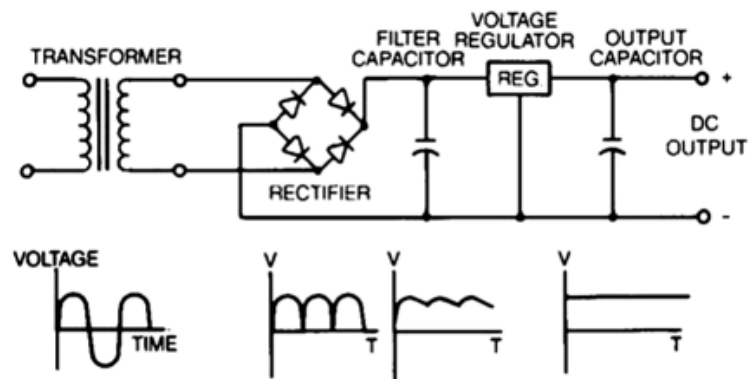


Gambar 2.1. Diagram skema unregulated *power supply*

Sumber: <http://www.williamson-labs.com/powersupply.htm>

### b. Linear Regulated Power Supply

Jenis *power supply* ini merupakan pengembangan dari *unregulated power supply* dengan penambahan rangkaian transistor yang dioperasikan pada mode aktif atau mode linear. Linear regulator didesain untuk menghasilkan nilai tegangan keluaran yang tetap dan konstan pada tegangan masukan yang bervariasi dengan menurunkan kelebihan tegangan masukan untuk mencapai tegangan yang sesuai dengan beban. Metode ini menghasilkan disipasi daya yang signifikan dan biasanya terbuang dalam bentuk panas yang timbul pada rangkaian.



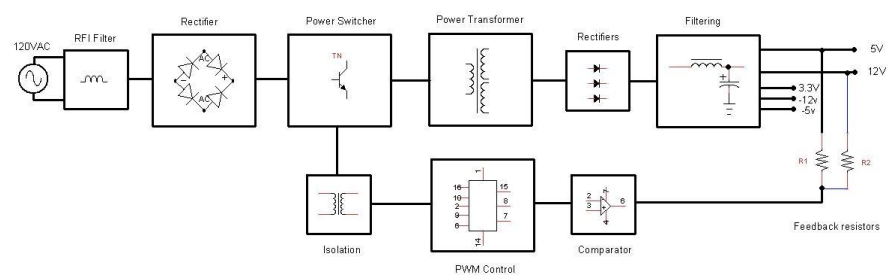
Gambar 2.2. Blok diagram linear *regulated power supply*  
<http://www.williamson-labs.com/powersupply.htm>

Ketika tegangan masukan menjadi turun drastis maka rangkaian transistor tidak dapat melakukan regulasi kembali, sehingga tegangan keluaran menjadi drop dan tidak stabil. Oleh karena itu maka tegangan masukan harus dijaga minimal 1-3 volt diatas tegangan keluaran, tergantung jenis dan tipe regulator. Hal ini dapat diartikan bahwa perbedaan tegangan masukan dan keluaran dikalikan dengan arus beban merupakan nilai disipasi daya yang terbuang dari sistem linear ini. Sebagian besar disipasi daya tersebut berupa panas, sehingga perlu adanya penambahan komponen pendingin pada rangkaian.

### c. *Switched-mode Power Supply (SMPS)*

*Switched-mode power supply (SMPS)* merupakan salah satu jenis pencatu daya yang menggunakan metode penyaklaran (*switching*) secara elektronik untuk mengolah tegangan dan arus. Karena penyaklaran yang ideal tidak memiliki daya disipasi maka SMPS dapat didesain dengan efisiensi yang tinggi. Ketika digunakan *switching* dengan frekuensi yang tinggi maka ukuran trafo dan rangkaian filter pada SMPS dapat didesain dengan ukuran yang lebih kecil. SMPS dapat menghasilkan keluaran yang stabil terhadap perubahan-perubahan seperti tegangan masukan yang tidak konstan, arus beban yang tidak konstan, atau suhu sekitar yang konstan.

Kelebihan SMPS yaitu memiliki efisiensi daya yang besar hingga mencapai 83% jika dibandingkan dengan regulasi linear. Efisiensi yang rendah pada regulator linear dikarenakan kelebihan tegangan *input* regulator akan dirubah menjadi panas sehingga sebagian besar daya *input* akan hilang karena dirubah dalam bentuk panas tersebut. Semua regulator harus mendapatkan tegangan masukan yang lebih tinggi dari pada tegangan regulasi keluaran untuk mendapatkan tegangan yang teregulasi.



Gambar 2.3. Blok Diagram Switching Regulator (SMPS)

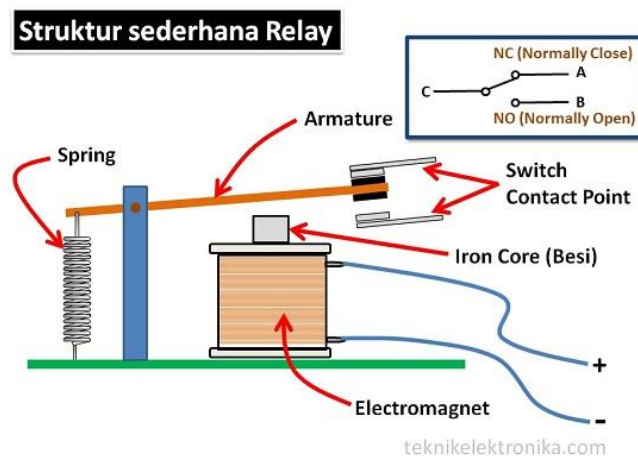
Sumber: <http://championed.info/block-diagram/smeps-block-diagram.html>

Tegangan regulasi dihasilkan dengan cara men-*switching* transistor seri ‘*on*’ atau ‘*off*’. Dengan demikian *duty cycle*-nya menentukan tegangan DC rata-rata. *Duty cycle* dapat diatur melalui *feedback* negatif. *Feedback* ini dihasilkan dari suatu komparator tegangan yang membandingkan tegangan DC rata-rata dengan tegangan referensi.

SMPS pada dasarnya mempunyai frekuensi yang konstan untuk men-*switching* transistor. Besarnya frekuensi *switching* tersebut harus lebih besar dari 20 kHz agar frekuensi *switching* tersebut tidak dapat didengar oleh manusia. Frekuensi *switching* yang terlalu tinggi dapat menyebabkan operasi *switching* transistor tidak efisien dan juga dibutuhkan inti ferrit yang besar atau yang mempunyai permeabilitas yang tinggi.

### 2.2.2. Relay

*Relay* merupakan sebuah saklar mekanik yang dioperasikan secara elektrik. *Relay* biasanya digunakan untuk menghubungkan dan memutus rangkaian secara otomatis melalui sebuah rangkaian pengendali. Struktur dasar *relay* terdiri dari dua bagian yaitu bagian aktuator atau penggerak dan *switch* atau saklar mekanis. Bagian penggerak pada *relay* menggunakan prinsip elektromagnet yang dimanfaatkan untuk menarik tuas saklar. Kelebihan *relay* dengan jenis ini yaitu hanya membutuhkan daya yang rendah untuk dapat memutus dan menghubungkan kontak yang memiliki kapasitas daya tinggi.



Gambar 2.4. Struktur Relay

Sumber: <http://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>

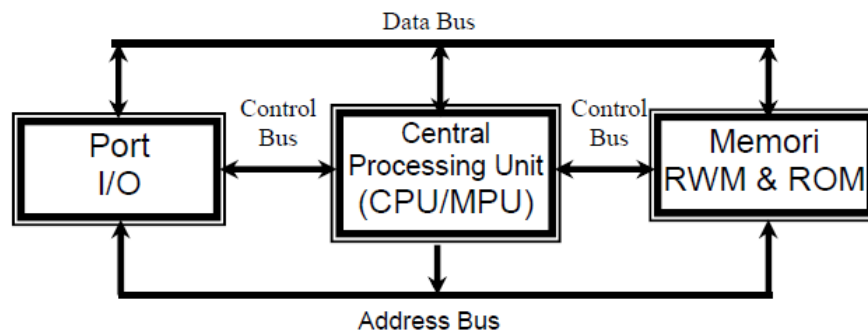
Jenis kontak pada *relay* dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu kontak *normally close* (NC) dan *normally open* (NO). Kontak NC memiliki karakteristik selalu terhubung dalam keadaan awal atau dalam keadaan *relay* belum aktif, dan ketika aktif maka kontak NC akan terbuka. Kontak NO memiliki sifat terhubung ketika *relay* dalam keadaan aktif dan terbuka ketika *relay* dalam keadaan tidak aktif.

Prinsip kerja dari *relay* yaitu ketika lilitan (*coil*) diberi tegangan maka akan timbul medan elektromagnet pada inti besi. Tuas armatur yang berbahan logam akan tertarik oleh medan elektromagnet tersebut mendekati inti besi sehingga merubah posisi kontak NO dan menjadi terhubung dengan dan

kontak NC menjadi terbuka. Ketika tidak terdapat tegangan pada lilitan maka posisi armatur akan kembali pada posisi awal karena terdapat gaya tarik pada pegas.

### 2.2.3. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah alat pengendali yang berukuran mikro atau kecil yang dikemas dalam bentuk *chip*. (Dian Artanto, 2009). Komponen penyusun sebuah komputer seperti CPU (*central processing unit*), ROM (*read only memory*), RAM (*random access memory*), dan I/O (*input output*) telah terintegrasi kedalam sebuah mikrokontroler. Keempat komponen tersebut secara bersama-sama membentuk sistem komputer dasar. Beberapa mikrokontroler memiliki tambahan komponen lain, misalnya ADC (*analog to digital converter*), *timer/counter*, *port* komunikasi dan lain-lain.



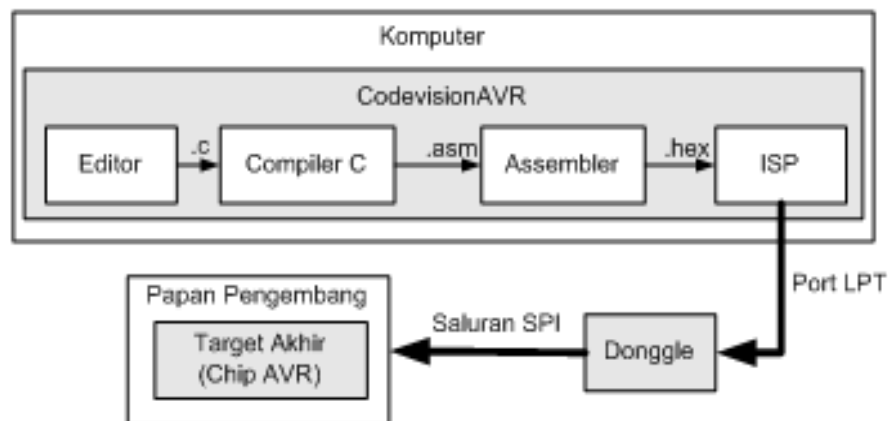
Gambar 2.5. Blok Diagram Mikrokontroler

Penggunaan mikrokontroler memiliki lingkup yang luas dalam penggunaannya. Mikrokontroler dapat digunakan sebagai pengendali pada sistem otomatis seperti pengendali sistem otomatis, peralatan rumah tangga, sistem kendali jarak jauh, sistem kendali alat berat dan kendaraan maupun mainan anak-anak. Dengan adanya mikrokontroler maka dapat mengurangi ukuran, biaya, maupun konsumsi tenaga dibandingkan dengan menggunakan mikroprosesor memori serta alat input output yang terpisah sehingga membuat berbagai proses menjadi lebih ekonomis. Dengan adanya

mikrokontroler ini maka perancangan maupun pengguna dapat memperoleh manfaat antara lain:

- a. Sistem elektronik menjadi lebih kompak dan fleksibel.
- b. Proses rancang bangun sistem dapat dilakukan lebih sederhana dan sebagian besar pengendalian sistem merupakan perangkat lunak.
- c. Dapat mengurangi biaya produksi sistem dibandingkan dengan menggunakan mikroprosesor ataupun dibandingkan dengan menggunakan sistem kendali mekanis.
- d. Gangguan yang terjadi menjadi lebih mudah untuk ditelusuri karena sistemnya yang kompak.

Untuk membuat mikrokontroler bekerja maka mikrokontroler harus diprogram terlebih dahulu sebelum digunakan. Berikut merupakan diagram siklus pemrograman dari mikrokontroler dimana terdapat enam fungsi yang ikut berperan dalam siklus pemrograman dalam mikrokontroler yaitu sebagai berikut:



Gambar 2.6. Siklus Pemrograman Mikrokontroler

Sumber: <http://laviola-mennys.blogspot.co.id/2014/05/pengertian-codevisionavr.html>

Editor mempunyai fungsi sebagai media untuk menuliskan program dalam bahasa yang mudah dipahami oleh pengguna. Assembler dan kompiler bertugas sebagai penerjemah kode program tersebut dan akan



menerjemahkannya kedalam bahasa mesin dalam bentuk *file hex*. Debugger berfungsi sebagai pemeriksa program tersebut secara *software*. Emulator berfungsi untuk mensimulasikan hasil program tersebut secara *hardware*. Ketika terdapat kesalahan pada program, maka siklus akan kembali diulang dan akan terus memperbaiki program. Bila program telah benar maka program tersebut akan dimasukkan kedalam mikrokontroler menggunakan sebuah *programmer*.

#### 2.2.4. Sensor Arus

Sensor arus merupakan sebuah komponen yang digunakan untuk mendeteksi maupun mengukur besaran arus listrik yang mengalir pada sebuah rangkaian. Sensor arus dapat menghasilkan sinyal keluaran yang nilainya sebanding dengan nilai arus aktual yang diukur. Sinyal yang dihasilkan dapat berupa sinyal analog maupun sinyal digital. Sinyal keluaran sensor inilah yang nantinya akan diolah didalam sistem sehingga dapat dimanfaatkan seperti instrumen pengukuran maupun sebagai umpan balik dalam sebuah sistem kendali. Terdapat beberapa metode yang digunakan untuk mengukur besaran arus listrik pada sensor arus, yaitu antara lain:

##### a. Metode *shunt* resistif

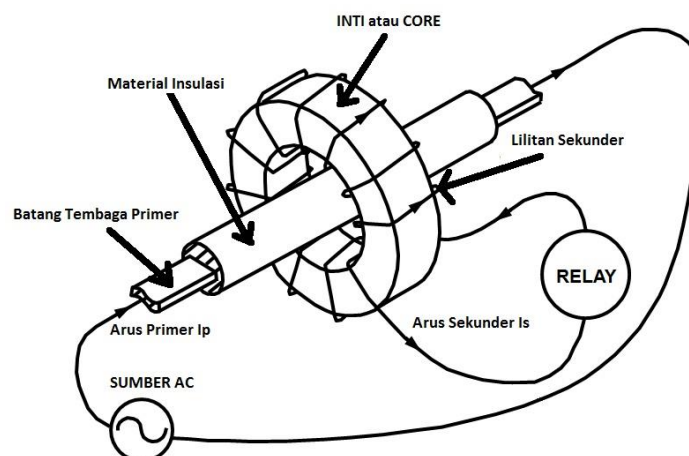
Metode *shunt* resistif pada umumnya berbentuk sebuah hambatan atau resistor yang dirangkai secara seri pada rangkaian yang diukur dan biasa disebut dengan resistor *shunt*. Sistem ini bekerja berdasarkan hukum Ohm dimana besar arus yang mengalir pada sebuah hambatan akan sebanding dengan besarnya beda potensial atau tegangan di antara hambatan itu sendiri. Pembacaan nilai arus dari sistem ini yaitu dengan mengukur besaran tegangan pada resistor *shunt* yang dipasang.

Metode ini memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari sistem *shunt* resistif ini yaitu memiliki konstruksi yang sangat sederhana dan memiliki ketelitian yang cukup baik. Namun kekurangan dari metode *shunt* resistif ini yaitu rangkaian yang disusun tidak terisolasi terhadap

instrumen pengukuran sehingga dapat membahayakan instrumen pengukuran.

b. *Transformator Arus*

*Transformator* arus atau trafo arus memanfaatkan medan elektromagnet yang timbul pada penghantar yang dilewati oleh arus. Konstruksi trafo arus sama dengan konstruksi pada trafo daya yaitu tersusun atas kumparan primer, kumparan sekunder dan inti besi. Trafo arus terdiri dari sebuah kumparan yang dililitkan pada sebuah inti besi dimana kumparan ini nantinya akan menjadi kumparan sekunder sedangkan penghantar pada rangkaian yang diukur menjadi kumparan primer. Ketika arus mengalir pada sebuah penghantar maka akan timbul medan magnet disekitarnya sehingga kumparan trafo arus yang berada didekat penghantar akan mengalami induksi medan magnet yang mengakibatkan timbul fluks pada kumparan trafo arus. Sedangkan fungsi dari inti besi adalah untuk meningkatkan induksi fluks magnetik yang dihasilkan oleh penghantar atau kumparan primer menuju kumparan sekunder atau kumparan trafo arus.



Gambar 2.7. Konstruksi Trafo Arus

Sumber: <https://trafoinstrumentasi.com/2014/06/21/prinsip-kerja-trafo-arus/>

Fluks magnet yang timbul pada kumparan trafo arus menyebabkan adanya tegangan diantara ujung-ujung kumparan. Ketika sebuah hambatan dipasang pada ujung kumparan maka akan timbul arus yang mengalir pada kumparan dan hambatan yang dipasang. Besar arus yang mengalir sebanding dengan besar arus pada penghantar yang diukur.

Pengukuran menggunakan trafo arus ini memberikan isolasi terhadap rangkaian, namun sistem ini hanya dapat digunakan pada rangkaian arus bolak balik (AC). Kelebihan lain yaitu trafo arus memiliki tingkat kehandalan yang paling tinggi dibandingkan dengan jenis sensor arus lainnya.

#### c. Sensor Magnetik

Sensor arus magnetik bekerja dengan mengukur kuat medan magnet yang dihasilkan oleh arus yang diukur. Sensor magnetik biasanya berupa sebuah IC sehingga memiliki ukuran yang kecil dan kompak. Sensor magnetik dapat memberikan isolasi terhadap rangkaian pengukuran, nilai akurasi yang tinggi dan sistem yang simpel. Sensor magnetik ini memberikan solusi atas kekurangan pada jenis sensor sebelumnya.

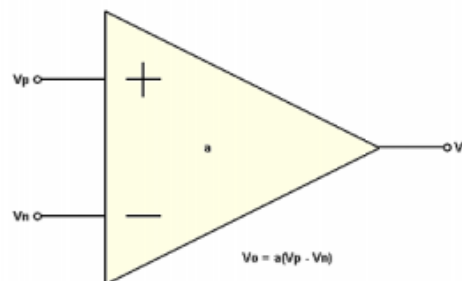


Gambar 2.8. Sensor Arus Magnetik  
Sumber: <http://www.vcc2gnd.com/sku/ACS712-5>

### 2.2.5. Operational Amplifier (Op-Amp)

Operational *amplifier* (Op-Amp) merupakan sebuah komponen elektronika aktif yang memiliki fungsi untuk menguatkan sinyal. Op-Amp berbentuk sebuah IC yang didalamnya terdiri dari banyak resistor, dioda maupun transistor. Pada dasarnya Op-Amp merupakan sebuah penguat deferensial yang memiliki dua *input* dan satu *output*. Aplikasi dari Op-Amp ini sangat luas yaitu mencakup kebutuhan elektronika industri, pengkondisian sinyal, fungsi transfer, instrumen analog, komputasi dan fungsi khusus sebuah sistem.

Op-Amp ini merupakan komponen aktif sehingga memerlukan catu daya agar komponen dapat bekerja. Op-Amp disimbolkan dengan sebuah segitiga yang memiliki dua terminal *input* yaitu *inverting input* yang disimbolkan dengan tanda negatif (-) dan *non-inverting input* yang disimbolkan dengan simbol positif (+) serta terdapat satu terminal *output* yang digunakan sebagai keluaran dari Op-Amp.



Gambar 2.9. Simbol Operational Amplifier

Sumber: <http://elektronika-dasar.web.id/operasional-amplifier-op-amp/>

Prinsip kerja sebuah Op-Amp adalah cara membandingkan nilai kedua *input* yaitu *input inverting* dan *input non-inverting* dan apabila kedua *input* bernilai sama maka *output* dari Op-Amp tidak ada atau nol sedangkan ketika terdapat perbedaan nilai *input* pada keduanya maka *output* Op-Amp akan memberikan tegangan *output*. Sebagai penguat operasional yang ideal maka Op-Amp dapat memiliki karakteristik sebagai berikut :

- a. Impedansi *input* ( $Z_i$ ) yang besarnya tak hingga.
- b. Impedansi *output* ( $Z_0$ ) kecil yaitu bernilai nol.

- c. Penguatan tegangan ( $A_v$ ) tinggi yaitu dapat mencapai tak hingga.
- d. Rentang respon frekuensi lebarnya dapat mencapai tak hingga.
- e. Tegangan output bernilai nol apabila nilai *input* 1 dan *input* 2 besarnya sama dan tidak tergantung pada besarnya  $V_1$ .
- f. Karakteristik Op-Amp tidak tergantung temperatur / suhu.

Mode operasi dari sebuah Op-Amp dapat diatur dalam beberapa mode penguatan yaitu sebagai berikut:

a. Mode Loop Terbuka

Pada mode loop terbuka besarnya penguatan tegangan adalah tak berhingga ( $\infty$ ), sehingga besarnya tegangan output hampir dan bisa dikatakan mendekati VCC. Ekspresi matematis pada penguat operasional mode loop terbuka adalah:

$$A_v = \infty$$

Sehingga tegangan output  $\approx$  VCC.

b. Mode Loop Tertutup

Pada mode loop tertutup besarnya penguatan tegangan ( $A_v$ ) adalah besar tetapi tidak mencapai nilai maksimalnya. Ekspresi matematis mode ini dapat dituliskan sebagai berikut:

$$A_v < Max$$

c. Mode Penguatan Terkendali

Pada mode operasi penguatan terkendali besarnya penguatan dari operasional *amplifier* (Op-Amp) dapat ditentukan dari nilai resistansi *feedback* dan *input*. Sehingga nilai penguatan tegangan ( $A_v$ ) pada mode operasi ini dapat dituliskan sebagai berikut:

$$A_v = -\frac{R_f}{R_{in}}$$

$$V_{out} = -\frac{R_f}{R_{in}}V_{in}$$

#### d. Mode Penguatan 1

Mode operasi penguatan 1 pada operasional *amplifier* (Op-Amp) sering disebut dengan istilah buffer (penyangga). Hal ini karena pada mode ini tidak terjadi penguatan tegangan atau ( $A_v$ ) bernilai 1. Konfigurasi ini berfungsi untuk memperkuat arus sinyal sehingga tidak drop pada saat diberikan beban terhadap sinyal input. Besarnya tegangan output ( $V_{out}$ ) sama dengan tegangan input ( $V_{in}$ ) karena penguatan tegangan ( $A_v$ ) operasional *amplifier* (Op-Amp) bernilai 1.

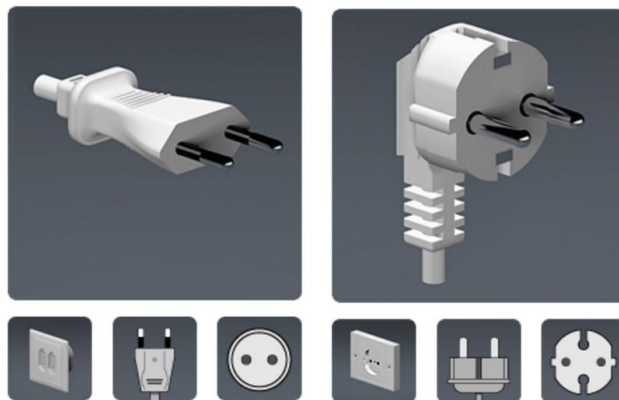
#### 2.2.6. Steker dan Kotak Kontak

Steker, tusuk-kontak atau dalam istilah lain juga dapat disebut *power plug* merupakan sebuah komponen listrik yang dipasang pada ujung kabel yang berfungsi sebagai penghubung perangkat elektronik ke sumber daya yaitu kotak kontak. Sedangkan kotak kontak atau *power socket* merupakan sebuah komponen yang terpasang pada suatu instalasi yang mempunyai fungsi sebagai muara penghubung antara sumber daya listrik dan peralatan listrik.

Terdapat berbagai jenis standar steker dalam kotak kontak yang digunakan diberbagai negara yang berbeda beda. Standar tersebut juga termasuk untuk besar tegangan, frekuensi serta jumlah kutub penghantar. Standar yang digunakan pada umumnya mengacu pada standarisasi yang telah dipublikasikan oleh badan standar nasional maupun lembaga publikasi internasional seperti IEC (International Electrotechnical Commission).

Standar tegangan listrik untuk keperluan rumah tangga digunakan jenis tegangan rendah dengan tegangan nominal sebesar 220 volt AC dengan frekuensi sebesar 50Hz. Untuk standar steker dan kotak kontak yang berlaku dalam dokumen Standar Nasional Indonesia (SNI) IEC 60884-1 “Tusuk-kontak dan kotak kontak untuk keperluan rumah tangga dan sejenisnya”. Dokumen tersebut mengacu pada standar IEC 60884-1 “*plugs and Socket Outlets for household and similiar to purpose- Part1: General requirements*”.

Standar yang digunakan di Indonesia adalah *Type C* dan *Type F* yang memiliki tegangan 220 volt AC dengan frekuensi 50 Hz. Steker dan kotak kontak *Type C* memiliki 2 terminal yaitu terminal fasa dan netral tanpa adanya pembumian sedangkan *Type F* memiliki 3 terminal yaitu terminal fasa, netral dan pembumian dimana masing masing kontak memiliki kapasitas daya sebesar 2,5 ampere untuk *Type C* dan 16 ampere untuk *Type F*.



Gambar 2.10. Steker dan kotak kontak Type C dan Type F  
Sumber: <http://www.iec.ch/worldplugs>