

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Setelah penulis melakukan telaah terhadap beberapa referensi yang ada, ada beberapa yang memiliki keterkaitan dengan perancangan yang penulis lakukan. Tugas Akhir Rancang Bangun ATS yang berjudul "*Rancang Bangun Ats(Automatic Transfer Switch)–Amf (Automatic Main Failure) Pada Genset Berbasis Atmega 8 Dengan Monitoring Bahan Bakar*". membahas Perancangan sistem ini terdiri dari rangkaian catu daya, Mikrokontroler Atmega 8 sebagai pusat pengendali, Sumber tegangan, Driver ATS, Output<sup>[2]</sup>.

Kemudian selanjutnya Tugas Akhir Rancang Bangun ATS yang berjudul "*Rancang Bangun Automatic Transfer Switch-Main Failure(ATS-MF) Berbasis PLC Schneider TM221CE16R dengan Monitoring Tegangan dan Tanpa Beban*". Menggunakan PLC SCHNEIDER TM221CE16R sebagai pusat kendali dari alat monitoring ATS–AMF dengan Alat ini dirancang untuk mampu memonitoring tegangan dan keandalan sistem secara nirkabel dan *realtime*. Selain itu alat ini juga dapat dikontrol melalui layar monitoring untuk system *warming-up* genset agar genset terawat dan mengurangi resiko kerusakan pada genset<sup>[3]</sup>.

Dan setelah itu ada Tugas Akhir yang berjudul "*Monitoring Sistem Automatic Transfer Switch-Main Failure(ATS-MF) dengan Pembebanan Bertingkat Menggunakan Arduino mega 2560 Berbasis Internet Of Things(IOT)*". Dengan menggunakan suatu aplikasi android yang tersambung dengan internet

sebagai pemanfaatan sistem IOT dan dapat memonitoring tegangan, arus, status beban dengan tombol on-off untuk menyalakan-matikan beban dan fitur *timer* untuk *warming up* genset<sup>[4]</sup>.

Sedangkan Tugas Akhir yang akan dilakukan oleh penyusun adalah membuat *Sistem Automatic Transfer Switch(ATS) Menggunakan Internet Of Things(IOT) dengan Monitoring Android Berbasis PLC Schneider TM221CE16R*.

Pada sistem ini penyusun menggunakan PLC Schneider TM221CE16R sebagai alat kontrol otomasisanya. Kemudian penyusun menggunakan sistem android yang digunakan untuk monitoring arus, tegangan, maupun kondisi level bahan bakar. Serta android disini mampu mengontrol genset untuk sistem *warming up* supaya kondisi genset lebih terawat.

## **2.2. Landasan Teori**

### **2.2.1. Automatic Transfer Switch (ATS)**

*Automatic Transfer Switch (ATS)* adalah salah satu sistem yang memungkinkan genset mengalirkan listrik secara otomatis ke beberapa perangkat yang terhubung dengan genset segera setelah listrik PLN padam dan ketika listrik sudah kembali menyala, sistem ATS juga akan memutus secara otomatis listrik genset yang mengalir menggunakan kontak relay, untuk kemudian disuplai listrik oleh jaringan PLN.

Pemakaian Panel ATS pada instalasi dalam gedung dimaksudkan untuk mengantisipasi pada saat PLN gagal dalam mensuplai listrik (mengalami

pemadaman), maka dalam hal ini genset yang akan menggantikan peranan dari PLN untuk mensuplai sumber daya listrik, disini peranan Panel ATS adalah memindahkan secara otomatis distribusi dari PLN ke Genset, sehingga Genset tersebut dapat menggantikan peranan dari PLN untuk mensuplai sumber daya listrik pada Gedung/lokasi tersebut. Selanjutnya apabila PLN kembali normal, maka Fungsi ATS secara otomatis memindahkan distribusi daya listrik dari Genset ke PLN.

*Automatic Transfer Switch (ATS)* menggunakan komponen relay dan PLC sebagai komponen pendukung serta alat kontrol kerjanya sistem yang mempunyai prinsip kerja antara lain sebagai berikut;

1. Relay detector Sumber daya Utama (Relay PLN)

Relay ini berfungsi untuk memberikan informasi kondisi sumber listrik utama PLN (hidup atau mati) kepada PLC, yang dimana PLC adalah sebagai kontrol berlangsungnya sistem kerja alat.

2. Relay Kontak Genset

Relay kontak ini berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan kontak pada genset yang ada.

3. Relay Starter

Relay starter berfungsi untuk menghidupkan genset. Apabila kondisi kontak pada genset on dan relay starter mendapatkan trigger dari PLC untuk on, maka motor pada genset akan melakukan starting sampai genset menyala.

4. Relay Driver

Relay ini bekerja untuk memindahkan(*switching*) relay yang terhubung PLN ke genset maupun memindahkan(*switching*) relay genset ke PLN. Melalui program yang ada relay driver akan mengaktifkan relay PLN ketika PLN dalam kondisi menyala, sehingga PLN mampu untuk menyuplai beban yang ada. Akan tetapi ketika PLN padam, melalui program yang ada relay driver akan memindahkan ke relay genset. Sehingga relay genset akan aktif dan genset mampu menyuplai beban yang ada.

#### 5. Relay PLN dan Relay Genset

Relay PLN bisa dikatakan aktif apabila sumber PLN menyala dan PLN menyuplai beban. Dalam kondisi ini relay genset non aktif. Akan tetapi jika PLN padam relay genset akan aktif dan genset mampu menyuplai beban, sedangkan relay PLN akan non aktif. Perpindahan(*switching*) relay PLN ke genset maupun sebaliknya dikendalikan oleh relay driver.

#### 6. PLC Schneider TM221CE16R

PLC Schneider TM221CE16R digunakan sebagai kontrol otomatis pada sistem kerja *Automatic Transfer Switch* (ATS). PLC Schneider TM221CE16R juga digunakan sebagai kendali informasi pada *monitoring*.

Dapat disimpulkan bahwa ATS adalah singkatan dari *Automatic Transfer Switch*, yaitu proses pemindahan penyulang dari penyulang/sumber listrik yang satu ke sumber listrik yang lain secara bergantian sesuai perintah pemrograman, ATS adalah pengembangan dari COS atau yang biasa disebut secara jelas sebagai *Change Over Switch*, beda keduanya adalah terletak pada sistim kerjanya, untuk

ATS kendali kerja dilakukan secara otomatis, sedangkan COS dikendalikan atau dioperasikan secara manual<sup>[16]</sup>. Gambar 2.1 adalah rangkaian *Automatic Transfer Switch* (ATS).



**Gambar 2.1** Rangkaian *Automatic Transfer Switch* (ATS)

### 2.2.2. Catu Daya

Catu daya adalah sebuah piranti elektronika yang berguna sebagai sumber daya supaya piranti lain dapat bekerja. Catu daya memiliki rangkaian yang mengubah arus listrik AC menjadi DC. Catu daya memiliki 4 bagian utama agar dapat menghasilkan arus DC yang stabil. Keempat bagian tersebut diantaranya :

- a. Transformator
- b. Penyearah(*Rectifier*)

c. Penyaring(*Filter*)

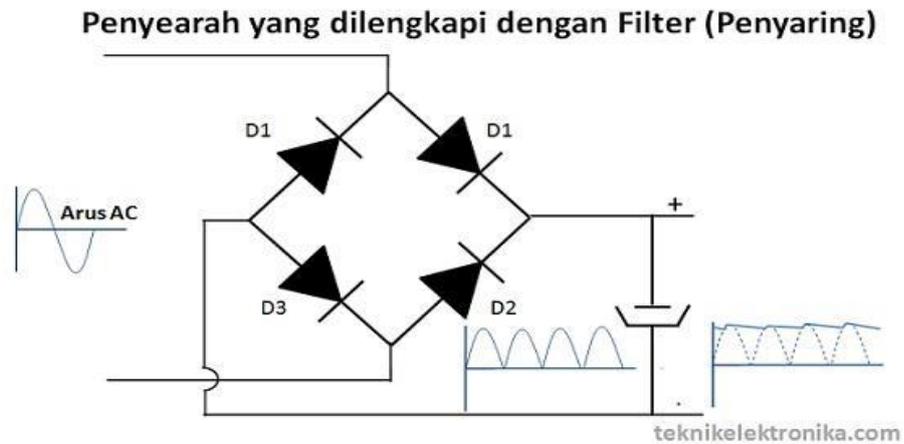
d. Regulator yang berfungsi sebagai penstabil tegangan

Prinsip kerja catu daya(power supply) dapat dipelajari sesuai bagiannya masing-masing. Pada dasarnya perangkat elektronika mestinya dicatu oleh suplai arus searah DC(*directcurrent*) yang stabil agar dapat dengan baik. Baterai atau accu adalah sumber catu daya DC yang paling baik. Namun untuk aplikasi yang membutuhkan catu daya lebih besar, sumber dari baterai tidak cukup. Sumber catu daya yang besar adalah sumber bolak-balik AC(*alternating current*) dari pembangkit tenaga listrik. Untuk itu diperlukan suatu perangkat catu daya yang dapat mengubah arus AC menjadi DC. Pada tulisan kali ini disajikan prinsip rangkaian catu daya (*powersupply*) linier mulai dari rangkaian penyearah yang paling sederhana sampai pada catu daya yang ter-regulasi.

Prinsip Kerja Catu Daya(Power Supply) tiap bagian :

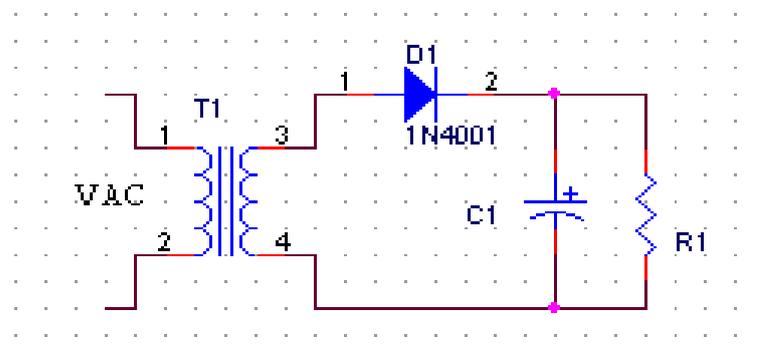
a) Penyearah(*Rectifier*)

Transformator diperlukan untuk menurunkan tegangan AC dari jala-jala listrik pada kumparan primernya menjadi tegangan AC yang lebih kecil pada kumparan sekundernya. Prinsip penyearah(*rectifier*) yang paling sederhana ditunjukkan pada gambar 2.2.



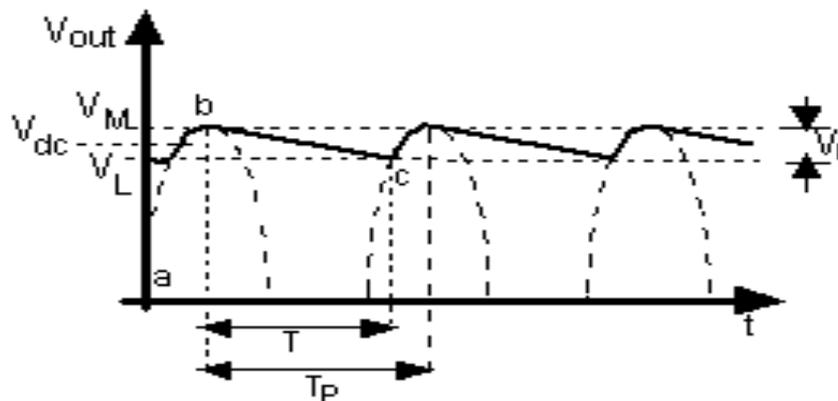
**Gambar 2.2** Penyearah (rectifier)<sup>[3]</sup>

Tegangan positif fase yang pertama diteruskan oleh D1 sedangkan fase yang berikutnya dilewatkan melalui D2 ke beban R1 dengan CT transformator sebagai *common ground*.. Dengan demikian beban R1 mendapat suplai tegangan gelombang penuh seperti gambar di atas. Untuk beberapa aplikasi seperti misalnya untuk mencatu motor dc yang kecil atau lampu pijar dc, bentuk tegangan seperti ini sudah cukup memadai. Walaupun terlihat disini **tegangan ripple** dari kedua rangkaian di atas masih sangat besar. Berikut pada gambar 2.3 merupakan penyearah setengah gelombang.



**Gambar 2.3** Penyearah setengah gelombang<sup>[8]</sup>

Gambar 2.3 adalah rangkaian penyearah setengah gelombang dengan filter kapasitor C yang paralel terhadap beban R. Ternyata dengan filter ini bentuk gelombang tegangan keluarannya bisa menjadi rata. Gambar 2.3 menunjukkan bentuk keluaran tegangan DC dari rangkaian penyearah setengah gelombang dengan filter kapasitor. Garis b-c kira-kira adalah garis lurus dengan kemiringan tertentu, dimana pada keadaan ini arus untuk beban R1 dicatu oleh tegangan kapasitor. Sebenarnya garis b-c bukanlah garis lurus tetapi eksponensial sesuai dengan sifat pengosongan kapasitor. Untuk lebih mudah dalam pemahamannya keluaran tegangan DC dapat dilihat pada gambar 2.4.



**Gambar 2.4** Keluaran Tegangan DC dari Penyearah<sup>[4]</sup>

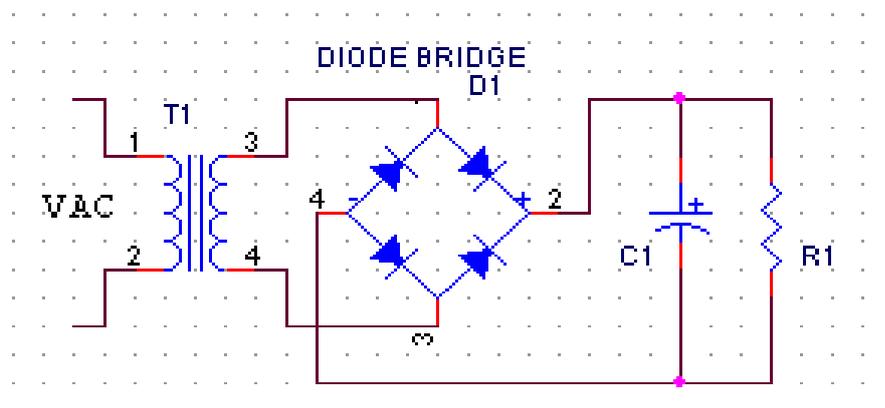
Kemiringan kurva b-c tergantung dari besar arus I yang mengalir ke beban R. Jika arus  $I=0$  (tidak ada beban) maka kurva b-c akan membentuk garis horizontal. Namun jika beban arus semakin besar, kemiringan kurva b-c akan semakin tajam. Tegangan yang keluar akan berbentuk gigi gergaji dengan tegangan *ripple* yang besarnya adalah :

$$V_r = V_M(1 - e^{-\infty/RC}) \dots \dots (1)$$

Rangkaian penyearah yang baik adalah rangkaian yang memiliki tegangan *ripple* paling kecil.  $V_L$  adalah tegangan *discharge* atau pengosongan.....(2)

$$V_r = V_M(1 - e^{-T/RC}) \dots \dots \dots (2)$$

Rumus ini mengatakan, jika arus beban  $I$  semakin besar, maka tegangan *ripple* akan semakin besar. Sebaliknya jika kapasitansi  $C$  semakin besar, tegangan *ripple* akan semakin kecil. Untuk penyederhanaan biasanya dianggap  $T = T_p$ , yaitu periode satu gelombang sinus dari jala-jala listrik yang frekuensinya 50Hz atau 60Hz. Jika frekuensi jala-jala listrik 50Hz, maka  $T = T_p = 1/f = 1/50 = 0.02$  det. Ini berlaku untuk penyearah setengah gelombang. Untuk penyearah gelombang penuh, tentu saja frekuensi gelombangnya dua kali lipat, sehingga  $T = 1/2 T_p = 0.01$  det. Penyearah gelombang penuh dengan filter  $C$  dapat dibuat dengan menambahkan kapasitor pada rangkaian gambar 2.5. Bisa juga dengan menggunakan transformator yang tanpa CT, tetapi dengan merangkai 4 dioda seperti pada gambar 2.5.



**Gambar 2.5** Rangkaian Penyearah 4 Dioda<sup>[8]</sup>

Sebagai contoh, anda mendisain rangkaian penyearah gelombang penuh dari catu jala-jala listrik 220V/50Hz untuk mensuplai beban sebesar 0.5A. Berapa nilai kapasitor yang diperlukan sehingga rangkaian ini memiliki tegangan *ripple* yang tidak lebih dari 0.75 Vpp. Jika rumus dibolak-balik maka diperoleh.

$$C = I.T/V_r = (0.5) (0.01)/0.75 = 6600 \mu F.$$

Untuk kapasitor yang sebesar ini banyak tersedia tipe elco yang memiliki polaritas dan tegangan kerja maksimum tertentu. Tegangan kerja kapasitor yang digunakan harus lebih besar dari tegangan keluaran catu daya. Anda barang kali sekarang paham mengapa rangkaian audio yang anda buat mendengung, coba periksa kembali rangkaian penyearah catu daya yang anda buat, apakah tegangan *ripple* ini cukup mengganggu. Jika dipasaran tidak tersedia kapasitor yang demikian besar, tentu bisa dengan memparalel dua atau tiga buah kapasitor.

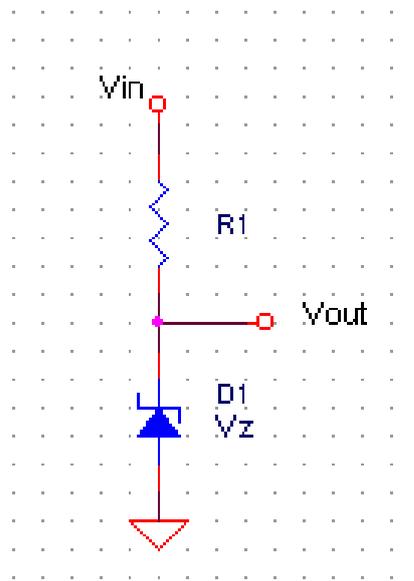
#### b) Regulator

Rangkaian penyearah sudah cukup bagus jika tegangan *ripple*-nya kecil, namun ada masalah stabilitas. Jika tegangan PLN naik/turun, maka tegangan outputnya juga akan naik/turun. Seperti rangkaian penyearah di atas, jika arus semakin besar ternyata tegangan dc keluarannya juga ikut turun. Untuk beberapa aplikasi perubahan tegangan ini cukup mengganggu, sehingga diperlukan komponen aktif yang dapat meregulasi tegangan keluaran ini menjadi stabil.

Pada rangkaian ini, zener bekerja pada daerah *breakdown*, sehingga menghasilkan tegangan output yang sama dengan tegangan zener atau  $V_{out} = V_z$ .

Namun rangkaian ini hanya bermanfaat jika arus beban tidak lebih dari 50 mA.

Rangkaian regulatornya dapat ditunjukkan pada gambar 2.6.



**Gambar 2.6** Rangkaian Regulator<sup>[3]</sup>

Prinsip rangkaian catu daya yang seperti ini disebut *shunt regulator*, salah satu ciri khasnya adalah komponen regulator yang paralel dengan beban. Ciri lain dari shunt regulator adalah, rentan terhadap *short-circuit*. Perhatikan jika  $V_{out}$  terhubung singkat (*short-circuit*) maka arusnya tetap  $I = V_{in}/R_1$ . Disamping *regulator shunt*, ada juga yang disebut dengan *regulator seri*. Prinsip utama regulator seri seperti rangkaian pada gambar 2.6 berikut ini. Pada rangkaian ini tegangan keluarannya adalah :

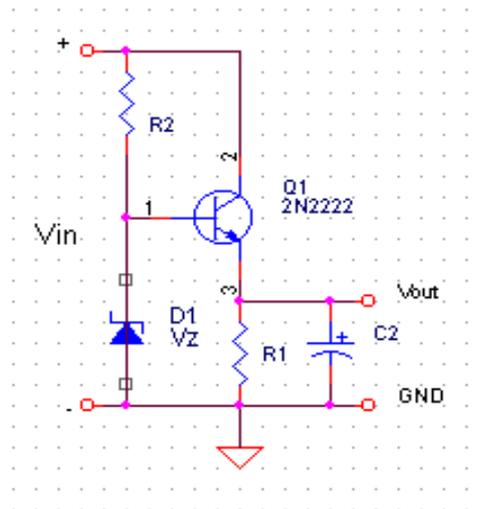
$$V_{out} = V_Z + V_{BE}$$

$V_{BE}$  adalah tegangan *base-emitor* dari transistor Q1 yang besarnya antara 0.2– 0.7 volt tergantung dari jenis transistor yang digunakan. Dengan

mengabaikan arus  $I_B$  yang mengalir pada base transistor, dapat dihitung besar tahanan  $R_2$  yang diperlukan adalah :

$$R_2 = (V_{in} - V_Z) / I_Z$$

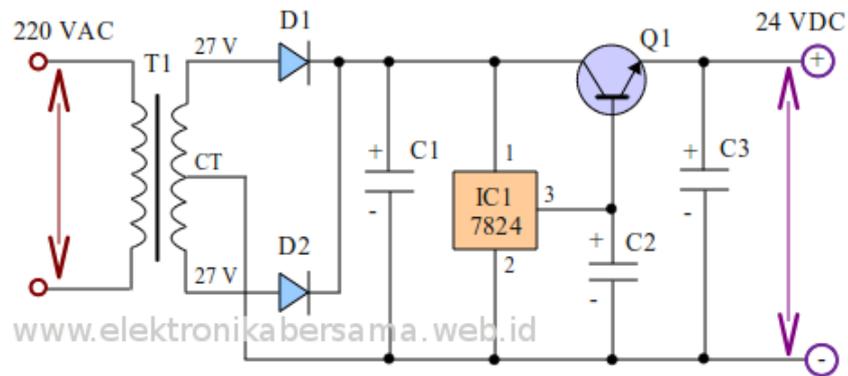
$I_Z$  adalah arus minimum yang diperlukan oleh dioda zener untuk mencapai tegangan *breakdown* zener tersebut. Besar arus ini dapat diketahui dari *datasheet* yang besarnya lebih kurang 20 mA. Berikut pada gambar 2.7 merupakan regulator seri.



**Gambar 2.7** Regulator Seri<sup>[6]</sup>

Jika diperlukan catu arus yang lebih besar, tentu perhitungan arus base  $I_B$  pada rangkaian di atas tidak bisa diabaikan lagi. Dimana seperti yang diketahui, besar arus  $I_C$  akan berbanding lurus terhadap arus  $I_B$  atau dirumuskan dengan  $I_C = \beta I_B$ . Untuk keperluan itu, transistor  $Q_1$  yang dipakai bisa diganti dengan transistor *darlington* yang biasanya memiliki nilai  $\beta$  yang cukup besar. Dengan

transistor *darlington*, arus base yang kecil bisa menghasilkan arus IC yang lebih besar. Untuk lebih jelasnya berikut pada gambar 2.8 adalah rangkaian catu daya.



**Gambar 2.8** Rangkaian Catu daya<sup>[3]</sup>

Berikut ini pada gambar 2.9 adalah catu daya yang sering kita gunakan dan sangat banyak beredar di pasaran.



**Gambar 2.9** Catu daya 24 vdc<sup>[3]</sup>

### 2.2.3. UPS

Baterai tipe kering (Dry Type) terdiri dari plat-plat positif dan negatif yang telah diisi penuh dengan muatan listrik, tetapi dalam penyimpanannya tidak diisi dengan elektrolit, jadi keluar pabrik dalam kondisi kering. Pada dasarnya baterai tipe kering sama seperti baterai tipe basah. Elemen-elemen baterai ini diisi secara khusus dengan cara memberikan arus DC pada plat yang direndamkan kedalam larutan elektrolit lemah. Setelah plat- plat itu terisi penuh dengan muatan listrik, kemudian diangkat dari larutan elektrolit lalu dicuci dengan air dan dikeringkan. Kemudian plat-plat tersebut dirangkai dalam case baterai kutub positif aki menggunakan lempeng oksida dan kutub negatifnya menggunakan lempeng timbale, sedangkan larutan elektrolitnya adalah larutan asam sulfat. UPS mampu memberikan perlindungan hampir seketika saat terjadi pemutusan sumber listrik. Perangkat UPS ini dapat digunakan untuk melindungi segala jenis alat elektronik yang sensitif terhadap ketidakstabilan arus dan tegangan listrik. Namun pada umumnya UPS digunakan untuk melindungi komputer supaya ketika terjadi kehilangan daya secara mendadak, kita masih sempat mematikan komputer kita secara benar untuk menghindari kerusakan baik software terlebih hardware.

Cara kerja UPS jenis ini melakukan pengisian daya langsung dari sumber listrik dan menyimpannya ke dalam baterai penyimpanan listrik cadangan yang hanya digunakan saat listrik putus. Perangkat komputer langsung dihubungkan dengan UPS ini.

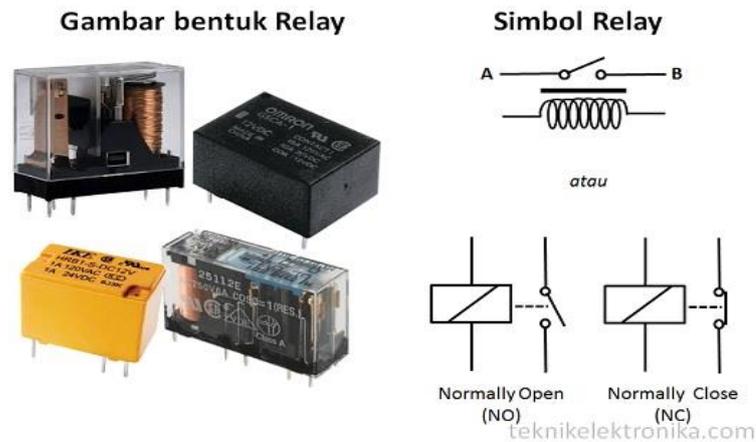
Ketika tegangan yang masuk ke UPS ini tidak stabil, maka UPS jenis ini akan menyalakan sirkuit inverter DC-AC internal yang didukung oleh baterai cadangan UPS ini. UPS dengan karakterja seperti ini umumnya mempunyai harga yang relatif murah dengan spesifikasi di bawah 1kVA. Bentuk fisik dari UPS dapat ditunjukkan pada gambar 2.10.



**Gambar 2.10** UPS<sup>[3]</sup>

#### **2.2.4. Relay**

Dalam dunia elektronika, *relay* dikenal sebagai komponen yang dapat mengimplementasikan logika *switching*. Sebelum tahun 70an, *relay* merupakan “otak” dari rangkaian pengendali. Baru setelah itu muncul *PLC* yang mulai menggantikan posisi *relay*. *Relay* yang paling sederhana ialah *relay* elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik. Berikut pada gambar 2.11 merupakan bentuk relay beserta simbolnya.



**Gambar 2.11** Bentuk *Relay* dan Simbol *Relay*<sup>[14]</sup>

Secara sederhana *relay* elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut:

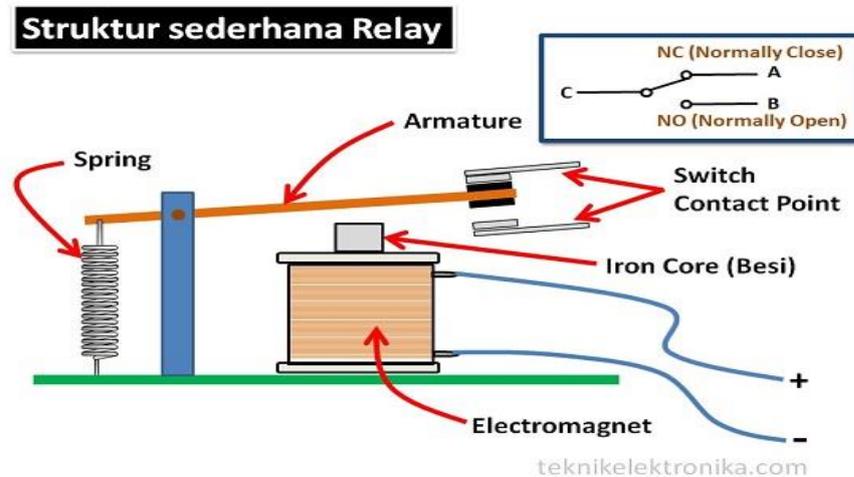
- Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup atau membuka kontak saklar.
- Saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik.

Secara umum, *relay* digunakan untuk memenuhi fungsi – fungsi berikut:

- Remote control*: dapat menyalakan atau mematikan alat dari jarak jauh.
- Penguatan daya: menguatkan arus atau tegangan. Contohnya adalah *starting relay* pada mesin mobil.
- Pengatur logika kontrol suatu sistem.

#### 2.2.4.1 Prinsip Kerja Relay

Berikut pada gambar 2.12 merupakan rangkaian atau struktur sederhana dari relay yang banyak kita gunakan beserta prinsip kerjanya.



**Gambar 2.12** Struktur *Relay*<sup>[3]</sup>

*Relay* terdiri dari *coil* dan *contact*. Perhatikan gambar (2-22), *coil* adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedang *contact* adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di *coil*. *Contact* ada 2 jenis: *Normally Open* (kondisi awal sebelum diaktifkan *open*), dan *Normally Closed* (kondisi awal sebelum diaktifkan *close*).

#### 2.2.4.2 Jenis – Jenis *Relay*

Seperti saklar, *relay* juga dibedakan berdasar *pole* dan *throw* yang dimilikinya. Berikut definisi *pole* dan *throw*:

1. *Pole*: banyaknya contact yang dimiliki oleh relay.
2. *Throw*: banyaknya kondisi (*state*) yang mungkin dimiliki *contact*.

Berikut ini penggolongan *relay* berdasar jumlah *pole* dan *throw*:

- a. *SPST (Single Pole Single Throw) Relay* golongan ini memiliki 4 Terminal, 2 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk *Coil*.

- b. *DPST (Double Pole Single Throw) Relay* golongan ini memiliki 6 Terminal, diantaranya 4 Terminal yang terdiri dari 2 Pasang Terminal Saklar sedangkan 2 Terminal lainnya untuk *Coil*. *Relay DPST* dapat dijadikan 2 Saklar yang dikendalikan oleh 1 *Coil*.
- c. *SPDT (Single Pole Double Throw) Relay* golongan ini memiliki 5 Terminal, 3 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk *Coil*.
- d. *DPDT (Double Pole Double Throw) Relay* golongan ini memiliki Terminal sebanyak 8 Terminal, diantaranya 6 Terminal yang merupakan 2 pasang *Relay SPDT* yang dikendalikan oleh 1 (*single*) *Coil*. Sedangkan 2 Terminal lainnya untuk *Coil*.

#### **2.2.5. Internet Of Things(IOT)**

*Internet of Things*, atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Adapun kemampuan seperti berbagi data, remote control, dan sebagainya, termasuk juga pada benda di dunia nyata. Contohnya bahan pangan, elektronik, koleksi, peralatan apa saja, termasuk benda hidup yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global melalui sensor yang tertanam dan selalu aktif.

Pada dasarnya, *Internet of Things* (IOT) mengacu pada benda yang dapat diidentifikasi secara unik sebagai representasi virtual dalam struktur berbasis Internet. Istilah *Internet of Things* (IOT) awalnya disarankan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 dan mulai terkenal melalui Auto-ID Center di MIT<sup>[4]</sup>.

### 2.2.6. Android

Android adalah sebuah sistem operasi untuk perangkat mobile berbasis Linux yang mencakup sistem operasi, middleware dan aplikasi. Android menyediakan platform terbuka bagi para pengembang buat menciptakan aplikasi mereka. Awalnya, Google Inc. membeli Android Inc. yang merupakan pendatang baru yang membuat peranti lunak untuk ponsel/smartphone. Kemudian untuk mengembangkan Android, dibentuklah Open Handset Alliance, konsorsium dari 34 perusahaan peranti keras, peranti lunak, dan telekomunikasi, termasuk Google, HTC, Intel, Motorola, Qualcomm, T-Mobile, dan Nvidia. Berikut pada gambar 2.13 adalah simbol android.



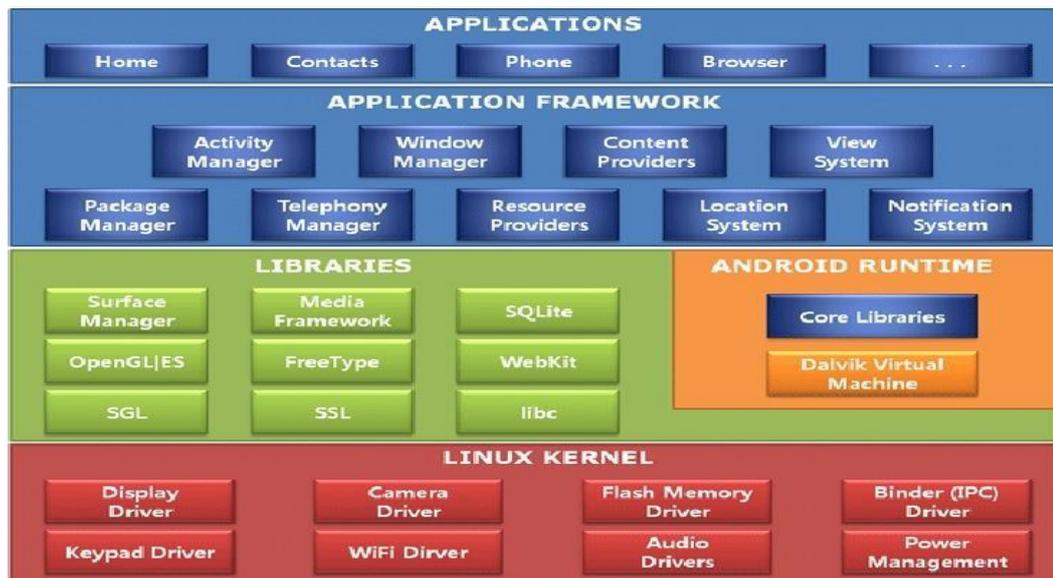
**Gambar 2.13** *Android*<sup>[4]</sup>

Pada saat perilis perdana android, 5 November 2007, Android bersama Open Handset Alliance menyatakan mendukung pengembangan open source pada perangkat mobile. Di lain pihak, Google merilis kode-kode Android di bawah lisensi Apache, sebuah lisensi perangkat lunak dan open platform perangkat

seluler.

Di dunia ini terdapat dua jenis distributor sistem operasi Android. Pertama yang mendapat dukungan penuh dari Google atau Google Mail Services (GMS) dan kedua adalah yang benar-benar bebas distribusinya tanpa dukungan langsung Google atau dikenal sebagai Open Handset Distribution (OHD).

Tidak hanya menjadi sistem operasi di smartphone, saat ini Android menjadi pesaing utama dari Apple pada sistem operasi Table PC. Pesatnya pertumbuhan Android adalah karena menggunakan sistem operasi yang open source sehingga bias didistribusikan dan dipakai oleh vendor manapun dan Android itu sendiri adalah platform yang sangat lengkap baik itu sistem operasinya, Aplikasi dan Tool Pengembangan, Market aplikasi Android sera dukungan yang sangat tinggi dari komunitas Open Source di dunia, sehingga Android terus berkembang pesat baik dari segi teknologi maupun dari segi jumlah device yang ada di dunia. Pada gambar 2.14 menunjukkan arsitektur android.



Gambar 2.14 Arsitektur *Android*<sup>[11]</sup>

Pada gambar 2.15 merupakan perkembangan android dari awal muncul hingga sekarang.



Gambar 2.15 Versi *Android*<sup>[11]</sup>

Tabel 2.1 menunjukkan beberapa jenis *Android* dan nama kodenya. Penamaan kode menggunakan nama makanan dan huruf depannyaurut sesuai abjad.

**Tabel 2.1** Versi *Android*<sup>[4]</sup>

<b>Versi</b>	<b>Nama</b>	<b>Tanggal Rilis</b>	<b>Level API</b>
<b>1.0</b>	(Tanpa Nama)	23 September 2008	1
<b>1.1</b>	(Tanpa Nama)	9 Februari 2009	2
<b>1.5</b>	Cupcake	30 April 2009	3
<b>1.6</b>	Donut	15 September 2009	4
<b>2.0</b>	Éclair	20 Oktober 2009	5
<b>2.0.1</b>		3 Desember 2009	6
<b>2.1</b>		12 Januari 2010	7
<b>2.2 – 2.2.3</b>	Froyo	20 Mei 2010	8
<b>2.3.3 – 2.3.7</b>		9 Februari 2011	10
<b>3.0</b>	Honeycomb	22 Februari 2011	11
<b>3.1</b>		10 Mei 2011	12
<b>3.2</b>		15 Juli 2011	13
<b>4.0 – 4.0.2</b>	Ice Cream Sandwich	19 Oktober 2011	14
<b>4.0.3 – 4.0.4</b>		16 Desember 2011	15
<b>4.1</b>	Jelly Bean	9 Juli 2012	16
<b>4.2</b>		13 November 2012	17
<b>4.3</b>		24 Juli 2013	18

<b>Lanjutan Tabel 2.1</b> Versi <i>Android</i> <sup>[41]</sup>			
<b>4.4</b>	KitKat	31 Oktober 2013	19
<b>5.0</b>	Lollipop	25 Juni 2014	21
<b>5.1</b>		12 November 2014	22
<b>6.0</b>	Marshmallow	17 Agustus 2015	23
<b>7.0</b>	Nougat	23 Agustus 2016	24
<b>7.1</b>		4 Oktober 2016	25
<b>8.0</b>	Oreo	21 Agustus 2017	26

### 2.2.7. Router

Router adalah suatu perangkat keras pada jaringan komputer yang berfungsi untuk menghubungkan beberapa jaringan, baik itu jaringan yang sama maupun jaringan yang berbeda dari sisi teknologinya. Ada juga yang menjelaskan bahwa pengertian router adalah suatu hardware jaringan komputer yang berfungsi untuk mengirimkan paket data melalui jaringan atau internet dari satu perangkat komputer ke perangkat lainnya, dimana proses tersebut disebut dengan routing.

Setiap router mempunyai fasilitas *DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)* yang dapat disetting sedemikian rupa sehingga dapat membagi IP address. Selain itu, pada router juga terdapat *NAT (Network Address Translator)* yaitu fasilitas yang memungkinkan suatu alamat IP atau koneksi internet dapat di-sharing ke alamat IP lain.

### 2.2.7.1 Fungsi Router

Mengacu pada penjelasan pengertian router di atas, fungsi utama dari setiap router adalah untuk menghubungkan 2 jaringan atau lebih agar dapat mendistribusikan paket data dari satu jaringan ke jaringan lainnya. Secara lengkap, adapun beberapa fungsi router adalah sebagai berikut:

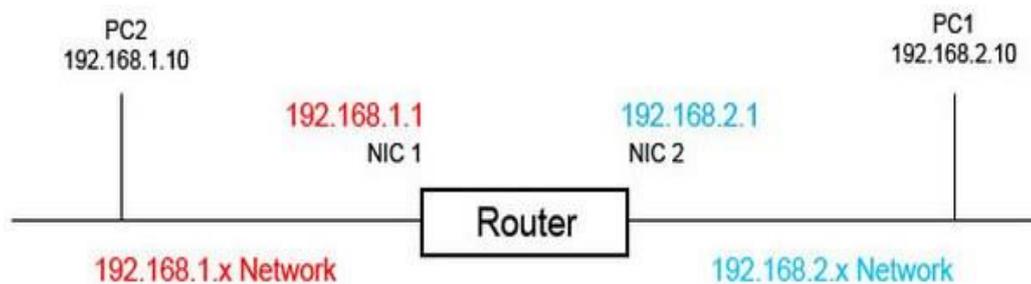
1. Router berfungsi untuk menghubungkan beberapa jaringan sehingga user dapat mengirimkan paket data dari suatu jaringan ke jaringan lainnya. Proses koneksi tersebut yaitu dengan mendistribusikan IP address kepada setiap komputer dalam jaringan, baik secara statis ataupun dengan *DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)*.
2. Fungsi router berikutnya adalah untuk mentransmisikan informasi atau data dari suatu jaringan menuju jaringan yang lain dimana sistem kerjanya mirip seperti Bridge (jembatan jaringan).
3. Fungsi router yang lainnya adalah untuk menghubungkan suatu jaringan lokal dengan koneksi *DSL (Digital subscriber line)* atau yang lebih dikenal dengan DSL router.

Teknologi router saat ini sudah lebih canggih, dimana penggunaannya tidak hanya dengan menggunakan sambungan kabel LAN, tapi juga dengan teknologi wireless. Dengan begitu, maka sebuah router dapat terhubung pada semua perangkat komputer, laptop, dan gadget lainnya yang masih berada dalam jangkauan router tersebut.

### 2.2.7.2 Cara Kerja Router

Seperti yang telah dijelaskan pada pengertian router di atas, fungsi router adalah untuk menghubungkan beberapa jaringan dan memfasilitasi transmisi antar jaringan tersebut. Dalam hal ini, router membutuhkan setidaknya dua kartu jaringan atau NIC (Network Interface Card) yang dipasang pada setiap jaringan.

Berikut ini pada gambar 2.16 adalah contoh gambar dimana ada dua jaringan yang dihubungkan oleh router.



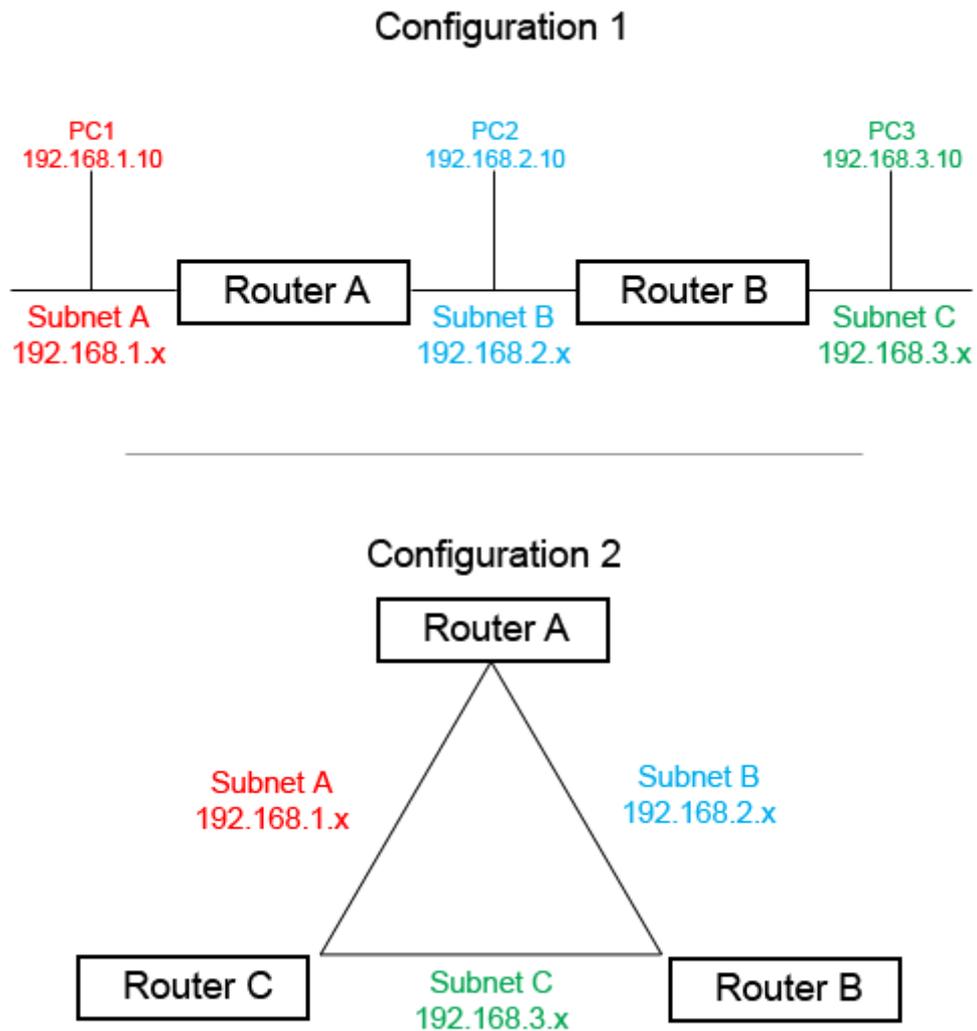
**Gambar 2.16** Menghubungkan dua jaringan dengan router<sup>[4]</sup>

Pada gambar di atas terdapat dua jaringan dengan satu router yang sangat sederhana dan mudah untuk dikonfigurasi. Untuk jaringan yang besar dan kompleks tentunya pengaturan akan berbeda dan lebih rumit.

Sebagai contoh, misalnya kita ingin menghubungkan 3 jaringan maka kita dapat menghubungkannya dengan dua cara yang berbeda, yaitu:

1. Menghubungkannya secara berantai dengan memakai 2 router.
2. Menghubungkannya secara langsung satu sama lain dengan memakai 3 router.

Perhatikan gambar berikut ini, pada gambar 2.17 merupakan hubungan 3 jaringan dengan beberapa router :



**Gambar 2.17** Menghubungkan 3 jaringan dengan beberapa router<sup>[4]</sup>

Pada konfigurasi 1, jika salah satu router (router A atau router B) bermasalah maka data jaringan dari subnet A tidak akan dapat dikirimkan ke subnet C karena hanya terdapat satu jalur.

Pada konfigurasi 2, jika diberikan router tambahan di antara subnet A dan subnet C maka akan terdapat dua rute ke subnet C sehingga jaringan akan menjadi lebih efisien.

Setiap router akan memilih jalur tercepat dalam mengirimkan data dari satu subnet ke subnet yang lainnya. Perhatikan konfigurasi 2 pada gambar di atas, jika kita ingin mengirimkan data dari subnet A ke subnet C, maka jalur tercepat adalah melalui router C ketimbang melalui router A dan B.

### **2.2.7.3 Jenis-Jenis Router**

Secara umum, router dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis. Sesuai dengan pengertian router, adapun jenis-jenis router adalah sebagai berikut:

#### **I. Berdasarkan Pengaplikasiannya**

1. Router Aplikasi, yaitu suatu aplikasi yang dapat diinstal oleh user pada sistem operasi komputer sehingga sistem operasi komputer tersebut dapat bekerja layaknya router. Beberapa aplikasinya diantaranya:
  - Wingate
  - WinProxy
  - Winroute
  - Spygate
2. Router Hardware, yaitu hardware yang mempunyai kemampuan seperti router. Dengan kemampuan tersebut, hardware ini dapat digunakan untuk:

- Membagi alamat IP (IP address)
  - Membagi jaringan internet di suatu wilayah, misalnya router sebagai acces point dan wilayah yang mendapat IP address dan koneksi internet disebut Hot Spot Area.
3. Router PC, yaitu suatu komputer dengan spesifikasi tinggi yang dimodifikasi sehingga dapat berfungsi sebagai router. Beberapa spesifikasi minimum yang harus ada pada komputer tersebut yaitu:
- Processor Pentium II dengan hard drive 10 GB dan RAM 64.
  - Terdapat LAN Card.
  - Sistem operasi khusus router PC, Mikrotik.

## **II. Berdasarkan Mekanismenya**

1. Router Statis, yaitu router yang mampu untuk melakukan proses routing (penghalaan) dari suatu jaringan dimana prosesnya dilakukan secara manual oleh seorang administrator.
2. Router Dinamis, yaitu router yang dapat melakukan proses routing (penghalaan) dapat berjalan secara otomatis dan dinamis setelah melalui pengaturan oleh seorang administrator jaringan.
3. Router Wireless, yaitu router yang dapat bekerja tanpa menggunakan kabel karena hanya mengandalkan media udara untuk mengirimkan paket data. Berikut pada gambar 2.18 adalah bukti fisik router.



**Gambar 2.18** Router<sup>[5]</sup>

### **2.2.8. Sensor Tegangan**

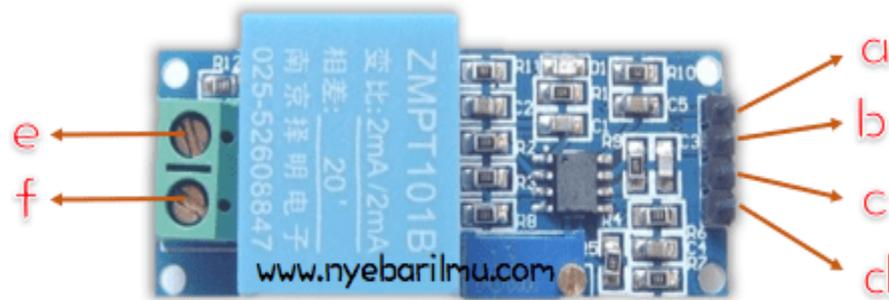
Tegangan listrik (*Voltage*) timbul dikarenakan ada beda potensi listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik. Besaran tegangan dinyatakan dalam satuan international volt. Pengukuran ini dilakukan dikarenakan adanya beda potensial di suatu medan listrik yang berefek pada aliran listrik yang mengalir pada material yang berbahan dari konduktor.

Sensor tegangan AC Zmpt101b adalah modul yang digunakan untuk mengukur tegangan Ac 1 fasa. Sensor tegangan Zmpt101b dirancang dengan menggunakan transformator sehingga hanya dapat digunakan untuk membaca tegangan Ac.

Sumber tegangan listrik dapat digolongkan menjadi dua macam antara lain :

- Bolak-balik (AC), misalnya: dinamo dan generator.

- Searah (DC), misalnya: elemen Volta, akumulator, dan elemen kering (baterai). Bagian sensor tegangan dapat ditunjukkan pada gambar 2.19.



## Module Sensor Tegangan AC ZMPT101B

Gambar 2.19 Sensor ZMPT101B<sup>[7]</sup>

### I. Keterangan Pin Sensor

- Vcc / Vinput tegangan (5Vdc)
- Voutput (Tegangan Analog)
- Gnd
- Gnd
- Sumber tegangan AC
- Sumber tegangan AC

### II. Deskripsi Sensor Zmpt101b

- Sensor tegangan 110-250V AC sistem Active Transformer

- b. Cocok untuk Arduino / AVR
- c. Langsung sambung ke Tegangan PLN 220V
- d. Model ZMPT101B
- e. Ukuran papan PCB : 50x19mm
- f. Nilai Input Current : 2mA
- g. Retardasi (dinilai input) : “20 (input 2mA, sampling resistance 100Ω)
- h. Kisaran linear : 0 ~ 1000V
- i. Isolasi tegangan : 4000V
- j. Suhu operasi : -40 C + 70 C
- k. linearitas  $\leq 0.2\%$  (20% dot ~ 120% dot)
- l. enkapsulasi Epoxy
- m. instalasi PCB mount (Pin Panjang > 3mm)
- n. Suhu pengoperasian antara -40 ° C ~ + 70 ° C

### 2.2.9. Sensor Arus

Pada gambar 2.20 merupakan bukti fisik sensor arus zmct103c.



**Gambar 2.20** Sensor ZMCT103C<sup>[5]</sup>

Sensor arus adalah perangkat yang mendeteksi arus listrik (AC atau DC) di kawat, dan menghasilkan sinyal sebanding dengan itu. Sinyal yang dihasilkan bisa tegangan analog atau arus atau bahkan digital. Hal ini dapat kemudian digunakan untuk menampilkan arus yang akan diukur dalam ammeter atau dapat disimpan untuk analisis lebih lanjut dalam sistem akuisisi data atau dapat dimanfaatkan untuk tujuan kontrol.

Trafo arus ZMCT103C digunakan untuk pengukuran arus listrik bolak-balik. Ketika arus dalam suatu rangkaian terlalu tinggi untuk diterapkan secara langsung ke alat ukur, transformator arus menghasilkan arus yang dikurangi secara akurat sebanding dengan arus dalam rangkaian, yang dapat dengan mudah dihubungkan ke alat ukur dan alat perekam. Trafo arus mengisolasi alat ukur dari tegangan yang mungkin sangat tinggi di sirkuit yang dipantau.

Fitur :

- Ukuran kecil
- Akurasi tinggi, dan konsistensi yang baik, untuk pengukuran arus dan daya
- ZMCT103C dapat mengukur arus AC hingga 5 ampere
- Output sebanding dengan arus AC

**Tabel 2.2** Spesifikasi Zmct103c<sup>[5]</sup>

<b>Spesifikasi Teknis</b>	
Model	ZMCT103C (kelas A)
Nilai input	5A

<b>Lanjutan Tabel 2.2</b> Spesifikasi Zmct103c <sup>[5]</sup>	
Nilai output	5mA
Rasio putaran	1000: 01: 00
Kesalahan sudut fase	$\leq 15'$ (input 5A, resistor sampel 50 $\Omega$ )
Kisaran linear	0 ~ 10A (resistor sampel 50 $\Omega$ )
Linearitas	$\leq 0.2\%$ 5% dot ~ 120% dot
Kesalahan yang diizinkan	$-0,2\% \leq f \leq + 0,2\%$ (input 5A, resistor sampel 50 $\Omega$ )
Tegangan isolasi	4500V
Aplikasi	Pengukuran arus dan daya yang tepat
Enkapsulasi	Epoxy
Pemasangan	Pemasangan PCB (Panjang Pin > 3mm)
suhu operasi	-40°C ~ + 85°C

### 2.2.10. Sensor Bahan Bakar

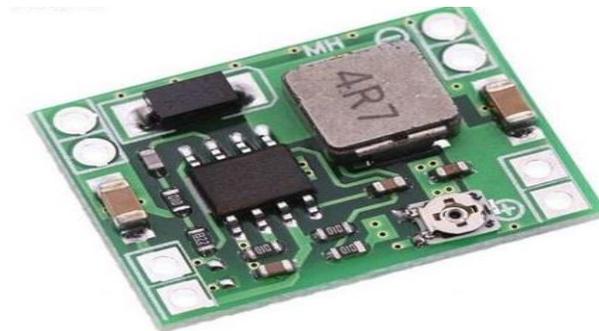
Level ketinggian dari bahan bakar pada tangki genset dapat kita ketahui kondisinya, untuk mengetahuinya maka diperlukan suatu sensor yang dapat mendeteksinya. Sensor pelampung bahan bakar merupakan salah satu sensor tangki yang berfungsi untuk mendeteksi tinggi bahan bakar di dalam tangki penyimpanan bahan bakar. Proses pendeteksian dilakukan sesuai dengan pergerakan pelampung yang terhubung dengan tuas tengah variabel penghambat. Adanya perubahan nilai resistansi akibat pemakaian bahan bakar atau perubahan isi tangki, maka nilai kapasitas isi tangki dapat diperkirakan sesuai nilai resistansi terukurnya. Berikut pada gambar 2.21 merupakan kondisi fisik sensor pelampung yang biasa digunakan untuk mengetahui kondisi level bahan bakar.



**Gambar 2.21** Sensor Pelampung Bahan Bakar<sup>[9]</sup>

### 2.2.11. DC to DC Stepdown MP1584EN

Konverter DC-ke-DC adalah rangkaian elektronik atau perangkat elektromekanis yang mengubah sumber arus searah (DC) dari satu level tegangan ke yang lain. Ini adalah jenis konverter daya listrik . Tingkat daya berkisar dari sangat rendah (baterai kecil) hingga sangat tinggi (transmisi daya tegangan tinggi). Stepdown Converter MP1584EN dapat dilihat pada gambar 2.22.



**Gambar 2.22** DC to DC Step Down MP1584EN<sup>[10]</sup>

Fungsi DC to DC Step Down MP1584EN adalah sebagai berikut :

Konverter DC ke DC digunakan dalam perangkat elektronik portabel seperti telepon seluler dan komputer laptop, yang disuplai dengan daya dari baterai terutama. Perangkat elektronik semacam itu sering mengandung beberapa sub-sirkuit, masing-masing dengan persyaratan level tegangan sendiri berbeda dari yang disediakan oleh baterai atau catu eksternal (kadang-kadang lebih tinggi atau lebih rendah dari tegangan suplai). Selain itu, tegangan baterai menurun karena energi yang tersimpan terkuras. Konverter DC ke DC yang dialihkan menawarkan

metode untuk meningkatkan tegangan dari tegangan baterai yang diturunkan sebagian sehingga menghemat ruang alih-alih menggunakan beberapa baterai untuk mencapai hal yang sama.

Sebagian besar rangkaian konverter DC ke DC juga mengatur tegangan output. Beberapa pengecualian termasuk sumber daya LED efisiensi tinggi, yang merupakan jenis konverter DC ke DC yang mengatur arus melalui LED, dan pompa pengisian sederhana yang menggandakan atau melipatgandakan tegangan keluaran.

Konverter DC ke DC yang dikembangkan untuk memaksimalkan panen energi untuk sistem fotovoltaik dan untuk turbin angin disebut pengoptimal daya. Transformer yang digunakan untuk konversi tegangan pada frekuensi listrik 50-60 Hz harus besar dan berat untuk daya yang melebihi beberapa watt. Ini membuat mereka mahal, dan mereka mengalami kehilangan energi di belitan mereka dan karena arus eddy di inti mereka. Teknik DC-to-DC yang menggunakan transformator atau induktor bekerja pada frekuensi yang jauh lebih tinggi, hanya membutuhkan komponen luka yang jauh lebih kecil, lebih ringan, dan lebih murah. Akibatnya teknik ini digunakan bahkan di mana transformator listrik dapat digunakan; misalnya, untuk peralatan elektronik rumah tangga, lebih baik memperbaiki tegangan listrik menjadi DC, menggunakan teknik sakelar mode untuk mengubahnya menjadi AC frekuensi tinggi pada tegangan yang diinginkan, kemudian, biasanya, diperbaiki ke DC. Seluruh rangkaian kompleks lebih murah

dan lebih efisien daripada rangkaian transformator induk sederhana dari keluaran yang sama.

## **2.2.12. Generator Set(Genset)**

### **2.2.12.1 Pengertian Genset**

Genset adalah sumber tenaga listrik tersendiri yang mendukung sistem distribusi tenaga listrik karena kehilangan sumberdaya(catudaya) normal. Genset dipasang untuk melindungi sistem distribusi tenaga listrik pada beban-beban esensial yang tidak boleh kehilangan sumber tenaga listrik. Penggunaan Genset ini dapat dijumpai pada beberapa tempat seperti pada rumah sakit, laboratorium ilmiah, pusat data negara, peralatan telekomunikasi, dan pabrik-pabrik besar. Sistem tenaga darurat dapat mengandalkan generator, baterai, dan peyimpan energi.

### **2.2.12.2 Komponen Genset**

Komponen yang terdapat pada Genset adalah sebagai berikut:

1. Mesin
2. Alternator
3. Sistem bahan bakar
4. *Voltage regulator*
5. Pendingin dan *Exhaust System*
6. Sistem pelumasan
7. *Charger Battery*

8. *Control Panel*
9. Kerangka utama(*frame*)

Berikut adalah penjelasan dari komponen – komponen di atas :

### 1. Mesin

Mesin adalah sumber energi input untuk generator. Berikut pada gambar 2.23 merupakan mesin genset.



**Gambar 2.23** Mesin Genset<sup>[15]</sup>

### 2. Alternator (Generator Sinkron)

Alternator juga dikenal sebagai ‘genhead’ atau bagian dari generator yang menghasilkan output listrik dari input mekanis yang diberikan oleh mesin. Iniberisi perakitan bagian–bagian diam dan bergerak terbungkus dalam perumahan(*house*). Komponen-komponen ini saling bekerja sama dalam menghasilkan arus listrik. Secara sederhana, ada dua komponen utama yang tidak

dapat dipisahkan dari sebuah generator (alternator), yaitu sistem medan magnet (rotor) dan jangkar (stator). Pada istilah lainnya kita menyebut rotor sebagai bagian dinamis (bergerak) dan stator sebagai bagian statis (tidak bergerak).

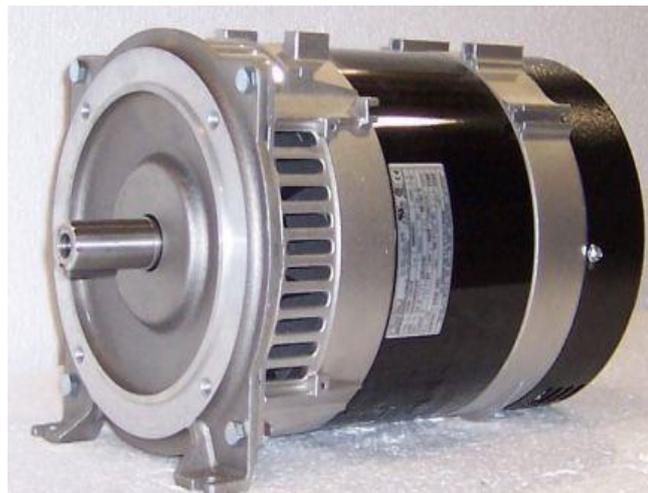
Rotor terhubung langsung dengan poros mesin. Ketika poros mesin berputar, maka poros rotor akan ikut berputar. Putaran ini menyebabkan munculnya medan magnet di sekitar lilitan stator. Stator yang menjadi bagian statis tidak akan ikut berputar sehingga memaksa medan magnet yang ditimbulkan membentuk gaya gerak listrik. Gaya yang dikeluarkan dari stator sama dengan gaya yang dihasilkan oleh rotor.

Bagian rotor memiliki kutub magnetik yang dihasilkan dari lilitan-lilitan kawat yang mengandung aliran listrik searah. Bagian kutub ini bisa berbentuk tonjolan (salient) ataupun berbentuk silinder tanpa tonjolan (non-salient). Pada genset yang membutuhkan kinerja generator dengan kecepatan tinggi, maka rotor yang digunakan adalah rotor silinder.

Secara konstruksi, rotor memiliki inti kutub dan area kumparan magnetik. Pada bagian inti kutub terdapat poros yang merupakan jalur bagi fluks magnetik. Fluks magnetik sendiri dibangkitkan oleh area kumparan magnetik. Area kumparan magnetik ini menghasilkan fluks magnetik karena dipicu oleh medan arus searah yang dialirkan melalu cincin. Fluks magnetik akan berjalan disekitaran inti kutub dan memotong konduktor pada stator. Ini yang mendasari timbulnya gaya gerak listrik (ggl) dengan rumus:

$$e = c \cdot n \cdot \phi$$

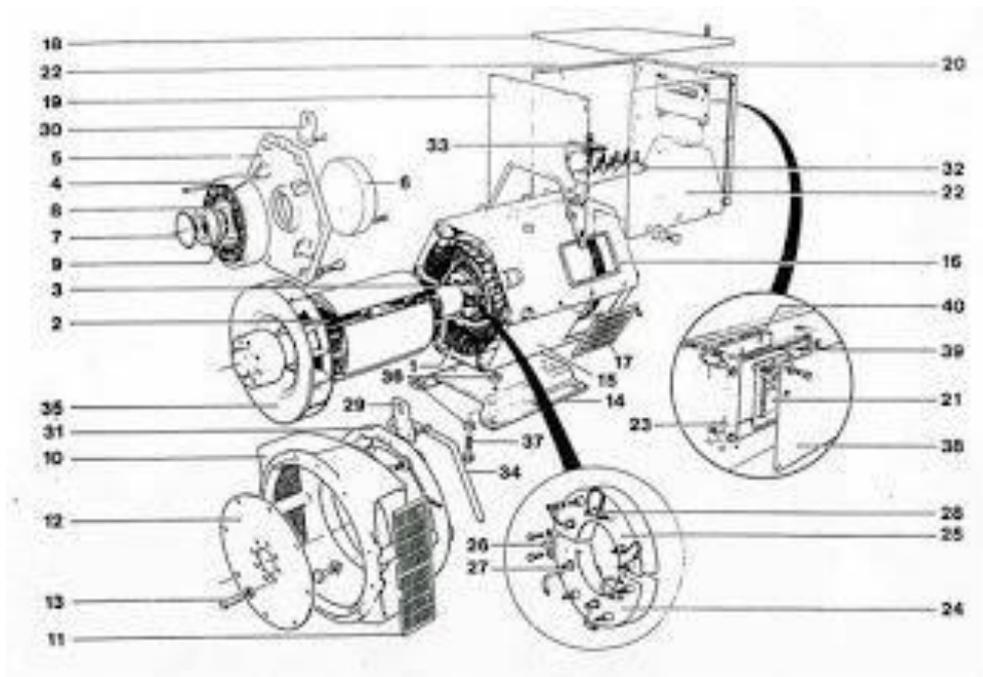
Sementara itu, stator merupakan bagian dinamis dalam alternator, berisi satu set konduktor listrik. Stator tersusun dari rumah(cangkang) sebagai pelindung isistator. Isi stator berupa cincin laminasi dan slot untuk mengatur arah medan magnetik. Selain itu, terdapat juga lilitan stator yang terbentuk dari sejumlah batang konduktor. Batang ini diletakkan saling berhubungan pada slot yang tersedia. Tempat lilitan itu sendiri dinamakan alur. Dapat kita lihat pada gambar 2.24 merupakan alternator pada genset.



**Gambar 2.24** Alternator<sup>[15]</sup>

### **3. Sistem Pelumasan**

Mesin EDG memerlukan pelumasan untuk memastikan operasi daya tahan dan halus untuk jangka waktu yang lama. Mesin generator dilumasi oleh minyak disimpan dalam pompa. Gambar 2.25 dibawah merupakan skema pelumasan pada genset.



**Gambar 2.25** Skema Pelumasan<sup>[11]</sup>

Keterangan<sup>[11]</sup> :

1. Bak minyak
2. Pompa pelumas
3. Pompa minyak pendingin
4. Pipa hisap
5. Pendingin minyak pelumas
6. *By-pass* untuk pendingin
7. Saringan minyak pelumas
8. Katup *by-pass* untuk saringan
9. Pipa pembagi
10. *Bearing* poros engko (*larger* duduk)
11. *Bearing* ujung besar (*larger* putar)

12. *Bearing*poros bubungan
13. *Sprayer* atau *nozzle* penyemprot untuk pendinginan piston
14. *Piston*
15. Pengetuk tangkai
16. Tangka penolak
17. Ayunan
18. Pemasak udara
19. Pipa kepipa penyemprot
20. Saluran pengembalian

#### **4. *Battery Charger***

EDG dioperasikan dengan baterai. Fungsi baterai sebagai supplier listrik awal ketika pertama dihidupkan mengambil listrik baterai.

#### **5. *Control Panel***

*Control panel* Adalah suatu panel yang digunakan pengguna dari generator untuk mengatur beberapa ketentuan untuk outlet listrik dan kontrol.

#### **6. Kerangka Utama**

Kerangka utama Adalah body terluar dari EDG tersebut yang dapat melindungi bagian dalam, juga berfungsi untuk memperbagus tampilan.

#### **2.2.13. *Programmable Logic Control(PLC) TM221CE16***

PLC yaitu kendali logika terprogram merupakan suatu piranti elektronik yang dirancang untuk dapat beroperasi secara digital dengan menggunakan

memori sebagai media penyimpanan instruksi–instruksi internal untuk menjalankan fungsi–fungsi logika, seperti fungsi pencacah, fungsi urutan proses, fungsi pewaktu, fungsi aritmatika, dan fungsi yang lain dengan cara memprogramnya. Didalam PLC berisi rangkaian elektronika yang dapat difungsikan seperti contact relay(baik NO maupun NC) pada PLC dapat digunakan berkali-kali untuk semua intruksi dasar selain intruksi output. Adapun datasheet untuk PLC(Programmable logic Control) TM221CE16R dapat dilihat pada tabel 2.3:

**Tabel 2.3** Datasheet PLC TM221CE16R<sup>[3]</sup>

<b>MAIN</b>	
Range of product	Modicon M221
Product or component type	Logiccontroller
supply voltage	100...240 V AC
Discrete input	9 discrete input
Analogue input	2 at input range: 0...10 V
Discrete output number	7 relay
Discrete output voltage	5...125 V DC 5...250 V AC
Discrete output current	2 A
Discrete output type	Relay normally open
<b>COMPLEMENTARY</b>	
Discrete I/O number	16
Number of I/O expansion module	<= 4 for transistor output <= 4 for output

<b>Lanjutan Tabel 2.3 Datasheet PLC TM221CE16R<sup>[3]</sup></b>	
Supply voltage limits	85...264 V
Network frequency	50/60 Hz
Discrete input voltage type	DC
Analog input resolution	10 bit
LSB value	10 mV
Discrete input logic	Sink or source(positive/negative)
Conversion time	1ms per channel+1 controller cycle time for analog input
Permitted overload on inputs	+/-30 V DC for analog input with 5min maximum +/-13VDC for analog input permanent

Berikut pada gambar 2.26 adalah bukti fisik PLC Schneider TM221CE16R .



**Gambar 2.26** PLC Schneider TM221CE16R<sup>[3]</sup>

#### 2.2.14. I/O Analog SchneiderTM3AM6

Sinyal Input PLC dalam bentuk Analog adalah suatu masukan informasi yang memiliki beberapa kondisi (Sinyal yang berkelanjutan) yang diterima oleh PLC dari suatu alat Instrument Analog. Sinyal Analog dapat berupa rentang nilai antara 4mA– 20mA, 0V – 10V, 100 ohm – 250 ohm, dan berbagai rentang nilai lainnya.

Contoh peralatan yang mengirim sinyal Analog Input:

- Pressure Transmitter
- Level Transmitter
- Flow Transmitter
- Speed Indicator Controller (SIC)
- Voltage sensor
- RTD
- dan lainnya

Sama halnya dengan sinyal Analog Input, nilai sinyal Analog Output adalah suatu perintah yang dikirimkan PLC ke suatu alat bersifat Analog berikutnya. Sinyal Analog ini juga memiliki beberapa kondisi(Sinyal berkelanjutan) yang dikirimkan ke sistem kontrol. Berbagai macam alat instrument yang bekerja berdasarkan nilai Analog yang diterimanya.

Beberapa Contoh peralatan yang menerima sinyal Analog Output, antara lain:

- Control Valve

- Control Speed, Inverter, VFD, VSD
- dan berbagai alat instrument lainnya.

Berikut pada tabel 2.4 merupakan datasheet dari I/O Analog TM3AM6.

**Tabel 2.4** Datasheet I/O Analog TM3AM6<sup>[3]</sup>

<b>MAIN</b>	
Range of product	Modicon TM3
Product or component type	Input/Output analog modul
Range compatibility	Modicon M251 Modicon M221 Modicon M241
Analogue input number	4
Analogue input type	Current, analogue input range: 4...20 mA  Voltage, analogue input range: 0...10 V
Analogue output number	2
Analogue output type	4...20 mA current 0...20 mA current 0...10 V voltage - 10...10 V voltage
<b>COMPLEMENTARY</b>	
Analogue input resolution	11 bits + sign 12 bits

<b>Lanjutan Tabel 2.4 Datasheet I/O Analog TM3AM6<sup>[3]</sup></b>	
Permissible continuous overload	13 V voltage 40 mA current
Input impedance	$\leq 50$ Ohm current $\geq 1$ MOhm voltage
Analogue output resolution	12 bits 11 bits + sign
Load type	Resistive
Stabilisation time	1 ms
Output ripple	20 Mv
Cross talk	$\leq 1$ LSB
[Us] rated supply voltage	24 V DC
Supply voltage limits	20.4...28.8 V

Berikut pada gambar 2.27 merupakan bukti fisik I/O Analog PLC TM3AM6.



**Gambar 2.27** I/O Analog Schneider TM3AM6<sup>[3]</sup>