

## 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.

Menurut Tugas Akhir Politeknik Semarang oleh Syahid. 2013. Rancang Bangun Kendali Palang Parkir Mobil Menggunakan Smartcard Berbasis PLC membahas tentang sistem parkir mobil yang dikendalikan oleh smartcard tetapi masih dipantau oleh pengguna. PLC sebagai pusat kendali dari alat rancang bangun kendali palang parkir mobil menggunakan RFID dan Sensor Inframerah. RFID digunakan untuk menggerakkan motor DC yang akan diproses oleh sistem. Serta Sensor Inframerah untuk indikator kendaraan masuk dan keluar pada parkir tersebut dan dilengkapi dengan tampilan HMI agar dapat memantau kondisi kerja sistem kendali parkir otomatis ini. Diharapkan dengan digunakan alat ini dapat membantu dalam kendala sistem parkir yang ada.

Menurut Laporan Tugas Akhir Universitas Diponegoro oleh Ananto Bilowo. 2016. “Rancang Bangun Sistem Parkir Pintar Berbasis Plc (Programmable Logic Controller)”. Dalam laporan tugas akhir ini menggunakan miniature gedung yang menerapkan *intelligent parking system* yang dapat memarkirkan mobil dengan otomatis kedalam tempat parkir yang kosong, membuat pengemudi akan lebih mudah dalam mencari tempat parkir yang tersedia. Sistem ini menggunakan model parkir bertingkat sehingga dapat memaksimalkan jumlah mobil yang masuk dan

hanya membutuhkan lahan yang sempit. Sistem ini menggunakan RFID sebagai identitas yang diparkir dan PLC (*Programmable Logic Control*) sebagai kontrol utama dan menggunakan *trial and error* sebagai metode kontrolnya. Penelitian ini menghasilkan sistem parkir pintar yang sudah diterapkan pada miniatur gedung parkir. Intelligent parking system telah diterapkan dalam miniatur gedung parkir dengan menggunakan tag RFID sebagai identitas mobil.

Menurut Laporan Tugas Akhir Universitas Muhammadiyah Surakarta oleh Prahita Ratna Ningrum. 2017. “Perancangan Prototype Kendali Kapasitas Area Parkir Dengan Karakteristik Dua Sensor Berbasis PLC”. Dalam pembuatan tugas akhir ini, yang bertujuan untuk mengetahui sensor manakah yang lebih tepat digunakan serta mengurangi *human error* akibat salah informasi. Alat tersebut menggunakan PLC (*Programmable Logic Control*) sebagai kendali utama untuk mengatur laju masuk dan keluar kendaraan dalam gedung sesuai dengan kapasitas yang tersedia. Kapasitas area parkir tersebut menggunakan sensor inframerah sebagai pendeteksi kendaraan masuk dan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi kendaraan keluar. Selain itu alat tersebut menggunakan motor servo sebagai pembuka dan penutup palang pintu parkir. Untuk menampilkan data angka kapasitas kendaraan menggunakan *display digital* yang terkoneksi dengan kedua sensor dan PLC. Metode yang digunakan dalam pembuatan prototype yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Setelah dilakukan beberapa pengujian didapatkan hasil bahwa kinerja sensor inframerah lebih baik dibandingkan sensor ultrasonik karena bekerja normal sesuai prinsip kerja dan tidak pernah terjadi eror.

Persamaan Tugas Akhir yang akan dikerjakan penulis dengan referensi-referensi diatas adalah penulis akan menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) sebagai pusat kendali utama dari alat Sistem Kendali Parkir Otomatis, Membahas tentang sistem kendali parkir, dan juga dengan menggantikan tiket atau karcis parkir dengan RFID, yang dapat memudahkan pengguna kendaraan yang akan parkir dalam bertransaksi pembayaran parkir dan juga mudah dibawa kemana-mana.

Perbedaan tugas akhir yang akan dikerjakan penulis dengan referensi – referensi diatas adalah penulis akan menggunakan *Human Machine Interface* (HMI) sebagai monitoring dari alat Sistem Kendali Parkir Otomatis, dan juga Alat ini dirancang untuk mampu *memonitoring* sistem pembayaran parkir ketika pengendara keluar sehingga kendala sistem parkir yang ada dapat berjalan dengan baik, dan mempermudah pengendara kendaraan untuk parkir tanpa adanya bantuan sumber daya manusia secara manual dan rentan kesalahan.

## **2.2 Programmable Logic Controller (PLC)**

### **2.2.1 Pengertian**

*Programmable Logic Controllers* (PLC) adalah komputer elektronik yang mudah digunakan (*user friendly*) yang memiliki fungsi kendali untuk berbagai tipe dan tingkat kesulitan yang beraneka ragam.<sup>[1]</sup>

Definisi *Programmable Logic Controller* menurut Capiel (1982) adalah sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan didesain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara *internal* instruksi-instruksi yang

mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, perwaktuan, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog.<sup>[3]</sup>

Berdasarkan namanya konsep PLC adalah sebagai berikut:

1. *Programmable*, menunjukkan kemampuan dalam hal memori untuk menyimpan program yang telah dibuat yang dengan mudah diubah-ubah fungsi atau kegunaannya.
2. *Logic*, menunjukkan kemampuan dalam memproses input secara aritmatik dan *logic* (ALU), yakni melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi, negasi, AND, OR, dan lain sebagainya.
3. *Controller*, menunjukkan kemampuan dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan *output* yang diinginkan.<sup>[4]</sup>

PLC ini dirancang untuk menggantikan suatu rangkaian *relay sequensial* dalam suatu sistem kontrol. Selain dapat diprogram, alat ini juga dapat dikendalikan, dan dioperasikan oleh orang yang tidak memiliki pengetahuan di bidang pengoperasian komputer secara khusus. PLC ini memiliki bahasa *pemrograman* yang mudah dipahami dan dapat dioperasikan bila program yang telah dibuat dengan menggunakan *software* yang sesuai dengan jenis PLC yang digunakan sudah dimasukkan. Alat ini bekerja berdasarkan *input-input* yang ada dan tergantung dari keadaan pada suatu waktu tertentu yang kemudian akan meng-*ON* atau meng-*OFF* kan *output-output*. 1 menunjukkan bahwa keadaan yang diharapkan terpenuhi sedangkan 0 berarti keadaan yang diharapkan tidak

terpenuhi. PLC juga dapat diterapkan untuk pengendalian sistem yang memiliki output banyak. [1]

### **2.2.2 Fungsi PLC**

Secara umum fungsi PLC adalah sebagai berikut:

#### *1. Sekuensial Control*

PLC memproses input sinyal biner menjadi output yang digunakan untuk keperluan pemrosesan teknik secara berurutan (*sekuensial*), disini PLC menjaga agar semua step atau langkah dalam proses *sekuensial* berlangsung dalam urutan yang tepat.

#### *2. Monitoring Plant*

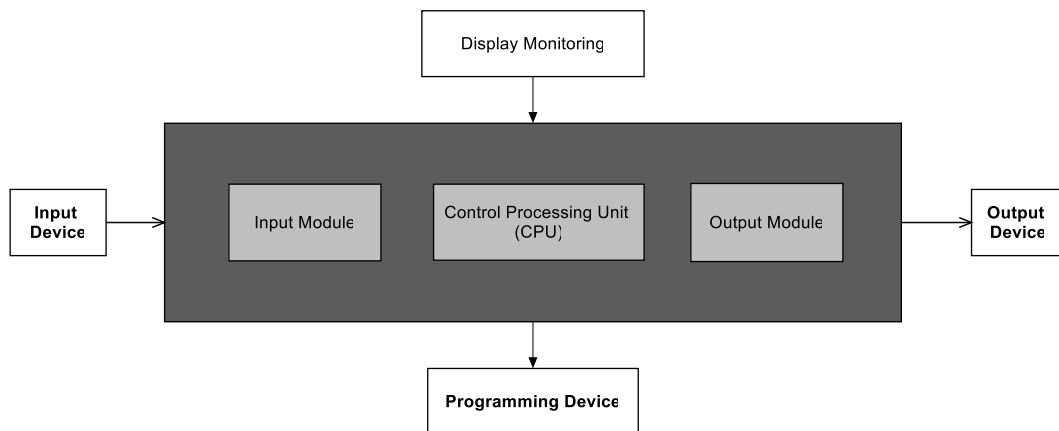
PLC secara terus menerus *memonitor status* suatu sistem (misalnya temperatur, tekanan, tingkat ketinggian) dan mengambil tindakan yang diperlukan sehubungan dengan proses yang dikontrol (misalnya nilai sudah melebihi batas) atau menampilkan pesan tersebut pada operator. [1]

### **2.2.3 Bagian-bagian sistem PLC**

PLC yang diproduksi oleh berbagai industri sistem kendali terkemuka saat ini biasanya mempunyai ciri-ciri sendiri yang menawarkan keunggulan sistemnya, baik dari segi aplikasi (perangkat tambahan) maupun modul utama sistemnya. Meskipun demikian, pada umumnya setiap PLC mengandung 4 unit, yaitu:

1. Unit Catu Daya/*Power Supply*.
2. Unit *Central Processing Unit* (CPU).
3. Unit Program Perangkat Lunak.
4. Unit I/O.

Berikut ini adalah gambar 2.1 yang menjelaskan bagian-bagian sistem PLC.



**Gambar 2.1** Bagian - Bagian Sistem PLC

(Sumber: Suhendar. Programmable Logic Control. Graha Ilmu, diakses pada tanggal 20 Mei 2018)

### 1. Unit catu daya

Sistem PLC memiliki dua macam catu daya dibedakan berdasarkan fungsi dan operasinya yaitu catu daya dalam dan catu daya luar. Catu daya dalam merupakan bagian dari unit PLC itu sendiri sedangkan catu daya luar yang memberikan catu daya pada keseluruhan bagian dari sistem termasuk di dalamnya untuk memberikan catu daya dalam dari PLC. Catu daya dalam akan mengaktifkan proses kerja pada PLC. Besarnya tegangan catu daya yang dipakai disesuaikan dengan karakteristik PLC. Bagian catu daya dalam pada PLC sama dengan bagian-bagian yang lain dimana terdapat langsung pada satu unit PLC atau terpisah dengan bagian yang lain.

### 2. Unit CPU

CPU terdiri dari:

- a. Mikroprosesor, merupakan otak dari PLC, yang diifungsikan untuk operasi matematika, operasi logika, mengeksekusikan instruksi program, memproses sinyal I/O, dan berkomunikasi dengan perangkat *external*. Sistem operasi dasar disimpan dalam *Read Only Memory* (ROM). ROM adalah jenis memori yang semi permanen dan tidak dapat diubah dengan pengubah program. Memori tersebut hanya digunakan untuk membaca saja dan jenis memori tersebut tidak memerlukan catu daya cadangan karena isi memori tidak hilang meski catu daya terputus.
- b. Memori, merupakan daerah dari CPU yang digunakan untuk melakukan proses penyimpanan dan pengiriman data pada PLC. Menyimpan informasi digital yang bisa diubah dan berbentuk tabel data, register citra, atau *Relay Ladder Logic* (RLL) yang merupakan program pengendali proses. Untuk pemakaian, pembuatan program perlu disimpan dalam memori yang dapat diubah-ubah dan dihapus yang disebut *Random Access Memory* (RAM) dan disimpan tidak permanen. Jika sumber masukannya hilang maka programnya akan hilang.

Selain ROM dan RAM, ada beberapa memori yang sering digunakan oleh PLC antara lain:

- a. *Programmable Read-Only Memory* (PROM) pada dasarnya sama seperti ROM, kecuali pada PROM dapat deprogram oleh *programmer* hanya untuk satu kali.

- b. *Erasable Programmable Read-Only Memory* (EPROM) adalah PROM yang dapat dihapus dengan memberi sinar *ultraviolet* (UV) untuk beberapa menit dan sering disebut UVPROM.
- c. *Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory* (EEPROM) mempunyai kelebihan dibandingkan dengan EPROM karena dapat dengan cepat direset dan mudah dihapus.
- d. *Nonvolatile Random Access Memory* (NOVRAM) merupakan jenis memori yang sering digunakan pada CPU PLC. NOVRAM merupakan kombinasi dari EEPROM dengan RAM. Bila catu daya berkurang, maka isi memori RAM disimpan pada EEPROM, sebelum hilang memori dibaca kembali oleh RAM saat catu daya kembali normal.

### 3. Unit Program perangkat lunak

Terdapat beberapa bahasa pemrograman standar untuk menuliskan bahasa pemrograman PLC. Menurut *International Electrotechnical Commission* (IEC) dikenal dengan IEC 1131-3 terdapat 5 bahasa pemrograman PLC, yaitu:

- a. *Structured text* (ST): sebuah bahasa berbasis teks tingkat tinggi yang serupa Pascal dalam membangun struktur kendali perangkat lunaknya.
- b. *Instruction List* (IL): rangkaian instruksi bahasa tingkat rendah berdasarkan *mnemonics* yang sering digunakan untuk perintah utama PLC.
- c. *Ladder Diagram* (LD): sebuah bahasa pemrograman tipe grafik yang berkembang dari metode rangkaian logika *relay* listrik dan digunakan di seluruh PLC.



- d. *Function Block Diagram* (FBD): sebuah bahasa pemrograman tipe grafik berdasarkan blok-blok fungsi yang dapat digunakan kembali di dalam bagian yang berbeda dalam sebuah aplikasi.
- e. *Sequential Function Chart* (SFC): sebuah bahasa tipe grafik untuk membangun sebuah kendali program sekuensial untuk mengendalikan waktu dan keadaan berdasarkan grafik.

Semua bahasa pemrograman tersebut dibuat berdasarkan proses sekuensial yang terjadi di dalam *plant* (sistem yang dikendalikan). Semua instruksi dalam program akan dieksekusi oleh modul CPU, dan penulisan program itu bisa dilakukan pada keadaan *on line* maupun *off line*.

Jadi PLC dapat dituliskan program kendali pada saat ia melakukan proses pengendalian sebuah *plant* tanpa mengganggu pengendalian yang sedang berjalan. Eksekusi perangkat lunak tidak akan mempengaruhi operasi I/O yang tengah berlangsung. Dari kelima bahasa pemrograman standar tersebut, yang biasa digunakan pada bahasan ini adalah *Ladder Diagram* (LD). Agar dapat menjalankan fungsinya sebagai peralatan kontrol, PLC harus diprogram sesuai dengan fungsi kontrol yang diinginkan. PLC biasa diprogram menggunakan ladder diagram pada perangkat lunak pemrograman yang dibutuhkan. Pada PLC M221, perangkat lunak yang digunakan untuk pemrograman adalah SoMachine Basic.<sup>[2]</sup>

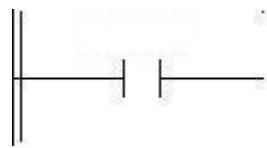
#### 1. Ladder Diagram

Salah satu metode pemrograman PLC yang sangat umum digunakan adalah yang didasarkan pada penggunaan diagram tangga (*Ladder Diagram*). Menuliskan sebuah program, dengan demikian, menjadi sama halnya dengan menggambarkan

sebuah rangkaian pensaklaran. Diagram-diagram tangga terdiri dari dua garis vertikal yang merepresentasikan rel-rel daya. Komponen-komponen rangkaian disambungkan sebagai garis-garis horizontal, yaitu anak-anak tangga, di antara kedua garis vertikal ini.

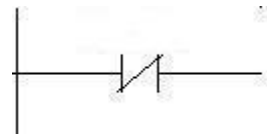
Simbol ladder diagram ini terdiri dari berbagai simbol diantaranya yaitu :

a. Load/LD



Input normally open yaitu input dengan kondisi awal dalam keadaan terbuka.

b. Load Not/LD Not



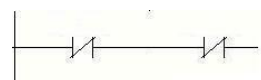
Input normally close yaitu input dengan kondisi awal dalam keadaan tertutup/close

c. AND



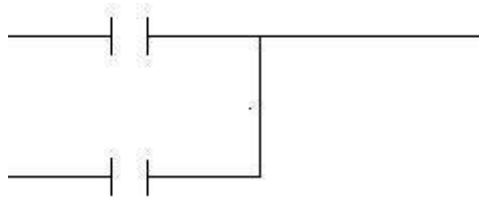
Menghubungkan dua atau lebih input dalam bentuk normally open secara seri

d. AND Not



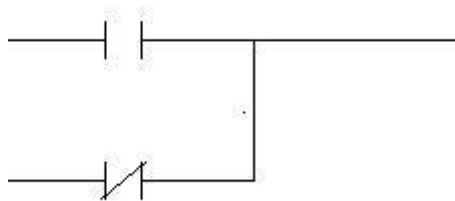
Menghubungkan dua atau lebih input dalam bentuk normally close.

e. OR



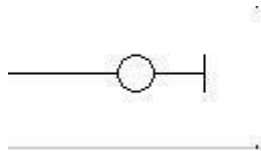
Menghubungkan dua atau lebih input dalam bentuk normally open secara paralel

f. OR Not



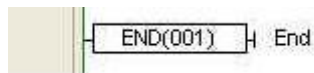
Menghubungkan dua atau lebih input dalam bentuk normally close secara paralel.

g. OUT



Sebagai output, output akan on apabila kondisi semua input terpenuhi.

h. END



Untuk mengakhiri semua instruksi pada logika pemrograman.<sup>[4]</sup>

#### 4. Unit I/O

Modul I/O merupakan modul masukan dan modul keluaran yang bertugas mengatur hubungan PLC dengan piranti *external* atau peripheral yang dapat berupa

suatu komputer *host*, sakelar-sakelar, unit penggerak motor, dan berbagai macam sumber sinyal yang terdapat dalam *plant*.

#### 1. Modul masukan

Modul masukan berfungsi menerima sinyal dari unit pengindera periperal dan memberikan pengaturan sinyal, terminasi, isolasi, atau indikator sinyal masukan. Sinyal-sinyal piranti periperal itu di-*scan* dan dikomunikasikan melalui modul antarmuka (*interface*) dalam PLC. Terminal masukan mengirimkan sinyal dari kabel yang dihubungkan dengan masukan *sensor dan transduser*, pada modul *input* sinyal masukannya dapat berupa sinyal digital maupun analog, sinyal tersebut sangat tergantung dengan perangkat *input* yang digunakan.

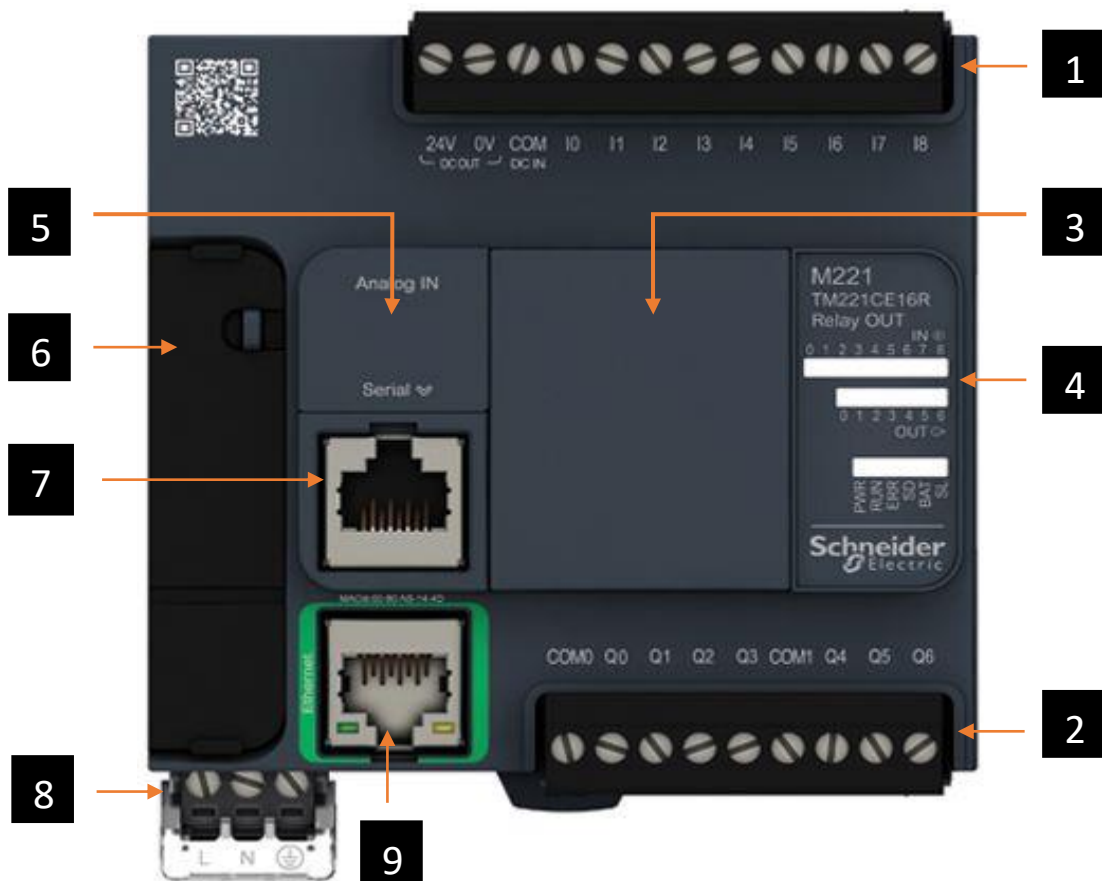
#### 2. Modul keluaran

Modul keluaran berfungsi mengaktifasi berbagai macam piranti seperti lampu, motor, tampilan status titik periperal yang terhubung dengan sistem, *conditioning*, terminasi, dan pengisolasian. Pada modul keluaran menyediakan tegangan keluaran untuk aktuator atau indikator alat modul *output*-nya, keluaran PLC dapat berupa sinyal analog atau digital tergantung perangkat *output* yang digunakan.<sup>[2]</sup>

### 2.2.4 PLC TM221CE16R

Pada gambar 2.2 merupakan PLC Modicon TM221CE16R merupakan PLC produk dari Schneider Electric. PLC ini adalah model terbaru dari Schneider Electric setelah model terdahulunya, yaitu TWIDO. PLC ini biasa disebut M221, tipe ini adalah tipe yang paling simple dengan harga yang terjangkau. Untuk keperluan tugas akhir ini, PLC yang digunakan memiliki 16 I/O, dimana 7 port sebagai keluaran dan 9 port sebagai masukan.

Berikut ini merupakan gambar 2.2 untuk bagian - bagian dari PLC M221 yang akan dijelaskan pada tabel 2.1.<sup>[7]</sup>



**Gambar 2.2** PLC Modicon TM221CE16R

(Sumber: Catalogue, Modicon M221 logic controllers diakses pada 20 Mei 2018)

**Tabel 2.1** Bagian-bagian PLC

No	Deskripsi
1	Blok Terminal Masukan
2	Blok Terminal Keluaran
3	Catridge slot 1
4	Status Led
5	Masukan Analog
6	Tempat SD Card Slot dan Mini USB
7	Serial Port
8	100-240 Vac Power Supply
9	Ethernet Port

1. Blok terminal masukan

Bagian dari PLC M221 yang berfungsi sebagai port masukan ke PLC.

2. Blok terminal keluaran

Merupakan bagian pada PLC M221 yang berfungsi sebagai port keluaran dari PLC.

3. Status Led

Merupakan indikator LED yang terdapat pada PLC yang memiliki banyak arti dan fungsi.

4. Ethernet port

Port ini digunakan untuk menghubungkan PLC dengan internet atau modbus TCP/IP.

#### 5. Power supply

Bagian ini merupakan blok terminal yang terhubung pada tegangan 220 Volt.

#### 6. Masukan analog

Masukan ini merupakan bagian dari I/O analog yang hanya terdapat port pada PLC.

#### 7. Mini USB

USB port ini digunakan untuk pemrograman yang dihubungkan ke komputer atau laptop dengan perangkat lunak SoMachine Basic. Dengan menggunakan kabel USB khusus, koneksi ini sangat nyaman digunakan untuk memperbarui program atau koneksi singkat pada saat perbaikan dan memeriksa data.

#### 8. SD card slot

PLC ini memungkinkan untuk menggunakan SD card sebagai media penyimpanan program. Maka dibutuhkan slot SD card untuk membaca program yang terdapat di dalamnya.

#### 9. Serial Line port

Port ini biasa digunakan untuk melakukan komunikasi dengan perangkat yang lain baik sebagai master atau slave.

**Tabel 2.2** Spesifikasi PLC Modicon TM221CE16R

Attribute	Value
Number of I/O	16
Manufacturer Series	Modicon M221
Number of Inputs	9
Input Type	Discrete
Output Type	Digital
Kit Included	Yes
Number of Outputs	7
Display Included	No
Program Capacity	10000 Steps
Programming Interface	Mini USB
Dimensions	100.6 x 95 x 75.9 mm
Depth	75.9mm
Programming Language Used	CoDeSys
Mounting Type	Panel Mount
Maximum Inputs/Outputs	16
Battery Backup	Yes



### 2.2.4.1 Prinsip Kerja

PLC merupakan peralatan elektronik yang dibangun dari mikroprosesor untuk memonitor keadaan dari peralatan input untuk kemudian di analisa sesuai dengan kebutuhan perencanaan ( programmer) untuk mengontrol keadaan output. Sinyal input diberikan kedalam input card..

Prinsip kerja sebuah PLC adalah menerima sinyal masukan proses yang dikendalikan lalu melakukan serangkaian instruksi logika terhadap sinyal masukan tersebut sesuai dengan program yang tersimpan dalam memori lalu menghasilkan sinyal keluaran untuk mengendalikan aktuator atau peralatan lainnya. Sinyal input diberikan kedalam input card.

Ada 2 jenis input card, yaitu :

1. Analog input card
2. Digital input card

Setiap input mempunyai alamat tertentu sehingga untuk mendeteksinya mikroprosesor memanggil berdasarkan alamatnya. Banyaknya input yang dapat diproses tergantung jenis PLC- nya. Sinyal output dikeluarkan PLC sesuai dengan program yang dibuat oleh pemakai berdasarkan analisa keadan input.

Ada 2 jenis output card, yaitu :

1. Analog output card
2. Digital output card

Setiap ouput card mempunyai alamat tertentu dan diproses oleh mikroprosesor menurut alamatnya. Banyaknya output tergantung jenis PLC- nya. Pada PLC juga dipersiapkan internal input dan output untuk proses dalam PLC

sesuai dengan kebutuhan program. Dimana internal input dan output ini hanya sebagai flag dalam proses. Di dalam PLC juga dipersiapkan timer yang dapat dibuat dalam konfigurasi on delay , off delay, on timer, off timer dan lain- lain sesuai dengan programnya. Untuk memproses timer tersebut, PLC memanggil berdasarkan alamatnya.

Untuk melaksanakan sebagai kontrol system, PLC ini didukung oleh perangkat lunak yang merupakan bagian peting dari PLC. Program PLC biasanya terdiri dari 2 jenis yaitu ladder diagram dan instruksi dasar diagram, setiap PLC mempunyai perbedaan dalam penulisan program.<sup>[2]</sup>

### 2.3 HMI (Human Machine Interface)



**Gambar 2.3** HMI (Human Machine Interface)

(Sumber : Jurnal e-Proceeding of Engineering, Universitas Telkom, 2015)

Gambar 2.3 merupakan gambar HMI yang dapat digunakan untuk mengatur berbagai macam peralatan. Biasanya sistem HMI pada PLC digunakan untuk melakukan proses industri yang kompleks secara otomatis, dapat menggantikan tenaga manusia dan biasanya merupakan proses-proses yang melibatkan faktor-faktor kontrol yang lebih banyak dan berbahaya, serta faktor-faktor kontrol

gerakan cepat, dan lain sebagainya. HMI dapat digunakan dalam aplikasi-aplikasi yang membutuhkan kemudahan dalam pemantauan sekaligus juga pengontrolan, dengan berbagai macam media *interface* dan komunikasi yang tersedia saat ini.

Berikut ini beberapa hal yang bisa dilakukan dengan sistem HMI :

1. Memberikan informasi *plant* yang *up-to-date* kepada operator melalui *graphical user interface*.
2. Menerjemahkan instruksi operator ke mesin.
3. Memonitor keadaan yang ada di *plant*.
4. Mengatur nilai pada parameter yang ada di *plant*.
5. Mengambil tindakan yang sesuai dengan keadaan yang terjadi.
6. Memunculkan tanda peringatan dengan menggunakan alarm jika terjadi sesuatu yang tidak normal.
7. Menampilkan pola data kejadian yang ada di *plant* baik secara *real time* maupun *historical* (*Trending history* atau *real time*).

Fitur-fitur yang terdapat dalam HMI biasanya adalah

1. Informasi Plant : Variabel proses, status peralatan, alarm, lup control, dan database.
2. Metode Presentasi : Grafik, report, animasi.
3. Peralatan : Keyboard, mouse atau pointing device lainnya, dan touchscreen atau CRT.

Komponen yang diperlukan untuk membangun HMI :

1. Media Komunikasi : Media Kabel/Wire ( Ethernet dan Serial ) dan Media Radio/Wireless (Wifi, Modem GSM, Radio). Untuk pengontrolan jarak jauh yang paling baik digunakan adalah menggunakan Ethernet.
2. *Hardware* Komputer yang mempunyai spesifikasi minimal prosesor sekelas Pentium 200, hard disk kosong 500 MB, RAM 64 MB, adapter video SVGA SMB RAM, pointing device, dan telah terpasang adapter jaringan.
3. *Software* HMI ( Intouch Wonderware, RSView32, dll), dan OPC (TOP server, OPC Link,dll).

### **2.3.1 Bagian HMI**

Bagian-bagian dari Human Machine Interface (HMI) Meliputi;

#### **1. Tampilan Statis dan Dinamik**

Pada tampilan HMI terdapat dua macam tampilan yaitu Obyek statis dan Obyek dinamik.

- a. Obyek statis, yaitu obyek yang berhubungan langsung dengan peralatan atau database. Contoh : teks statis, layout unit produksi
- b. Obyek dinamik, yaitu obyek yang memungkinkan operator berinteraksi dengan proses, peralatan atau database serta memungkinkan operator melakukan aksi kontrol. Contoh : push buttons, lights, charts

#### **2. Manajemen Alarm**

Suatu sistem produksi yang besar dapat memonitor sampai dengan banyak alarm. dengan banyak alarm tersebut dapat membingungkan operator. Setiap alarm harus di-acknowledged oleh operator agar dapat dilakukan aksi yang sesuai dengan

jenis alarm. Oleh karena itu dibutuhkan suatu manajemen alarm dengan tujuan mengeliminir alarm yang tidak berarti. Jenis-jenis alarm yaitu;

- a. Absolute Alarm ( High dan High-High , Low dan Low-Low )
- b. Deviation Alarm ( Deviation High , Deviation Low )
- c. Rate of Change Alarms ( Positive Rate of Change , Negative Rate of Change )

### 3. Trending

Perubahan dari variable proses kontinyu paling baik jika dipresentasikan menggunakan suatu grafik berwarna. Grafik yang dilaporkan tersebut dapat secara summary atau historical.

### 4. Reporting

Dengan reporting akan memudahkan pembuatan laporan umum dengan menggunakan report generator seperti alarm summary reports. Selain itu, reporting juga bisa dilaporkan dalam suatu database, messaging system, dan web based monitoring. Pembuatan laporan yang spesifik dibuat menggunakan report generator yang spesifik pula. Laporan dapat diperoleh dari berbagai cara antara lain melalui aktivasi periodik pada selang interval tertentu misalnya kegiatan harian ataupun bulanan dan juga melalui operator demand.

## 2.4 EB Pro

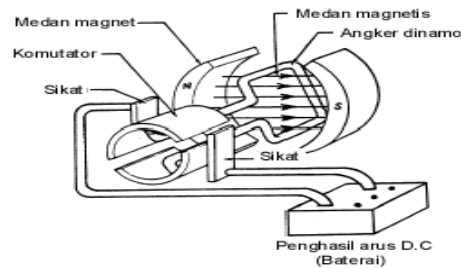
Dalam dunia industri HMI menyajikan data yang diperlukan oleh operator untuk memonitor operasi peralatan dan lain sebagainya. Untuk membuat sebuah project di HMI menggunakan software EB Pro. Kita dapat menjalankan EB Pro di berbagai macam komputer dan platform dan bermacam target, tergantung

kebutuhan. Dengan EB Pro kita dapat menciptakan tampilan layar dengan beberapa fungsi grafik dan animasi yang cocok dengan permintaan dari yang paling sederhana hingga yang paling kompleks dan dengan semua fasilitas yang terdapat pada EB Pro, dan akan meminimalisir kebutuhan untuk programming.

## 2.5 Motor DC

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya memutar *impeller* pompa, *fan* atau *blower*, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll. Motor listrik digunakan juga di rumah (*mixer*, bor listrik, *fan* angin) dan di industri. Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri.

Motor Listrik yang akan di pakai pada Alat Tugas Akhir ini adalah Motor DC, jenis motor listrik yang bekerja menggunakan sumber tegangan DC. Motor DC atau motor arus searah sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung dan tidak langsung/*direct-unidirectional*. Motor DC digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalaan torque yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas, seperti gambar 2.4 yang merupakan gambar motor DC sederhana.<sup>[6]</sup>



**Gambar 2.4** Motor DC Sederhana

(Sumber : Makalah Motor DC, [staff.ui.ac.id](http://staff.ui.ac.id) diakses pada tanggal 20 Mei 2018)

### 2.5.1 Komponen Utama Motor DC

Gambar diatas memperlihatkan sebuah motor DC yang memiliki tiga komponen utama :

#### 1. Kutub medan magnet

Secara sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan dinamo yang menggerakkan bearing pada ruang diantara kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi bukaan diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet. Elektromagnet menerima listrik dari sumber daya dari luar sebagai penyedia struktur medan.

#### 2. Dinamo

Bila arus masuk menuju dinamo, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil,

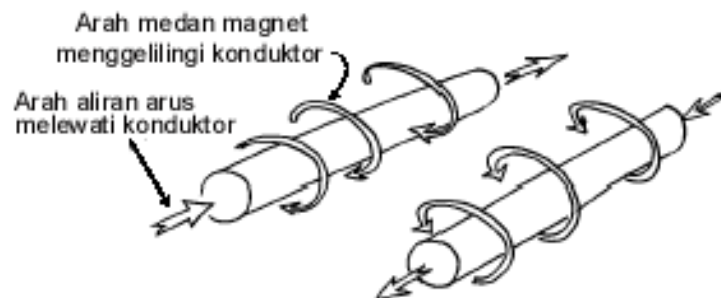
dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan dinamo.

### 3. *Commutator* Motor DC

Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikan arah arus listrik dalam dinamo. Commutator juga membantu dalam transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.<sup>[5]</sup>

#### 2.5.2 Prinsip Kerja Motor DC

Jika arus lewat pada suatu konduktor, timbul medan magnet di sekitar konduktor. Arah medan magnet ditentukan oleh arah aliran arus pada konduktor. Seperti gambar 2.5 yang merupakan penjelasan arah medan magnet.

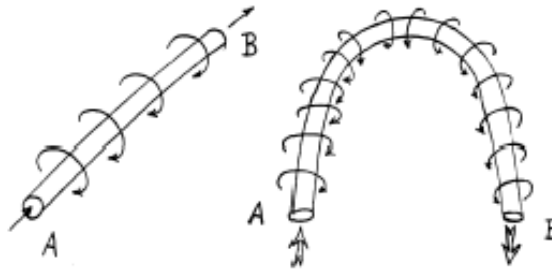


**Gambar 2.5** Medan magnet yang membawa arus mengelilingi konduktor .

(Sumber : Makalah Motor DC, staff.ui.ac.id diakses pada tanggal 20 Mei 2018)

Aturan Genggaman Tangan Kanan bisa dipakai untuk menentukan arah garis fluks di sekitar konduktor. Genggam konduktor dengan tangan kanan dengan jempol mengarah pada arah aliran arus, maka jari-jari anda akan menunjukkan arah garis fluks. Gambar 2.6 menunjukkan medan magnet yang terbentuk di sekitar konduktor berubah arah karena bentuk U.



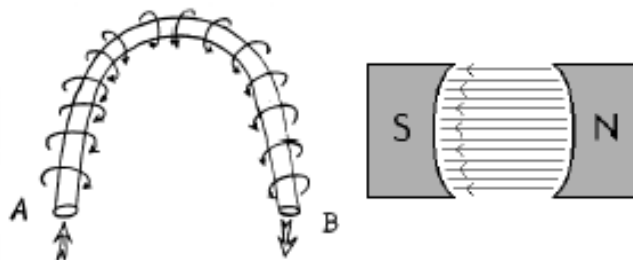


**Gambar 2.6** Medan magnet yang membawa arus mengelilingi konduktor.

(Sumber : Makalah Motor DC, staff.ui.ac.id diakses pada tanggal 20 Mei 2018)

Catatan : Medan magnet hanya terjadi di sekitar sebuah konduktor jika ada arus mengalir pada konduktor tersebut.

Pada motor listrik konduktor berbentuk U disebut angker dinamo. Gambar 2.7 menunjukkan medan magnet mengelilingi konduktor dan diantara kutub



**Gambar 2.7** Medan magnet mengelilingi konduktor dan diantara kutub.

(Sumber : Makalah Motor DC, staff.ui.ac.id diakses pada tanggal 20 Mei 2018)

Jika konduktor berbentuk U (angker dinamo) diletakkan di antara kutub utara dan selatan yang kuat medan magnet konduktor akan berinteraksi dengan medan magnet kutub.

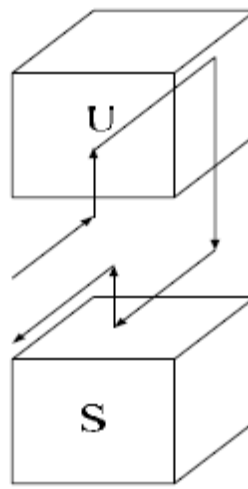
Medan konduktor A yang searah jarum jam akan menambah medan pada kutub dan menimbulkan medan yang kuat di bawah konduktor. Konduktor akan berusaha bergerak ke atas untuk keluar dari medan kuat ini. Medan konduktor B yang berlawanan arah jarum jam akan menambah medan pada kutub dan menimbulkan medan yang kuat di atas konduktor. Konduktor akan berusaha untuk bergerak turun agar keluar dari medan yang kuat tersebut. Gaya-gaya tersebut akan membuat angker dinamo berputar searah jarum jam.

Mekanisme kerja untuk seluruh jenis motor secara umum :

1. Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya.
2. Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran / *loop*, maka kedua sisi *loop*, yaitu pada sudut kanan medan magnet, akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.
3. Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar / *torque* untuk memutar kumparan.
4. Motor-motor memiliki beberapa *loop* pada dinamonya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan.

Pada motor dc, daerah kumparan medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Konversi dari energi listrik menjadi energi mekanik (motor) maupun

sebaliknya berlangsung melalui medan magnet, dengan demikian medan magnet disini selain berfungsi sebagai tempat untuk menyimpan energi, sekaligus sebagai tempat berlangsungnya proses perubahan energi, daerah tersebut dapat dilihat pada gambar 2.8 di bawah ini :



**Gambar 2.8** Prinsip kerja motor dc

(Sumber : Makalah Motor DC, [staff.ui.ac.id](http://staff.ui.ac.id) diakses pada tanggal 20 Mei 2018)

Agar proses perubahan energi mekanik dapat berlangsung secara sempurna, maka tegangan sumber harus lebih besar daripada tegangan gerak yang disebabkan reaksi lawan. Dengan memberi arus pada kumparan jangkar yang dilindungi oleh medan maka menimbulkan perputaran pada motor.<sup>[6]</sup>

### 2.5.3 Kelebihan Motor DC

Keuntungan utama motor DC adalah dalam hal pengendalian kecepatan motor DC tersebut, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur :

- a. Tegangan dinamo, meningkatkan tegangan dinamo akan meningkatkan kecepatan
- b. Arus medan, menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan.

Motor DC tersedia dalam banyak ukuran, namun penggunaannya pada umumnya dibatasi untuk beberapa penggunaan berkecepatan rendah, penggunaan daya rendah hingga sedang seperti peralatan mesin dan rolling mills, sebab sering terjadi masalah dengan perubahan arah arus listrik mekanis pada ukuran yang lebih besar. Juga, motor tersebut dibatasi hanya untuk penggunaan di area yang bersih dan tidak berbahaya sebab resiko percikan api pada sikatnya.

Motor DC juga relatif mahal dibanding motor AC. Hubungan antara kecepatan, flux medan dan tegangan kumparan motor DC ditunjukkan dalam persamaan berikut:<sup>[5]</sup>

$$\text{Gaya elektromagnetik} : E = K \Phi N$$

$$\text{Torque} : T = K \Phi I_a$$

Dimana:

$E$  = Gaya elektromagnetik yang dikembangkan pada terminal kumparan motor DC (volt)

$\Phi$  = Flux medan yang berbanding lurus dengan arus medan

$N$  = Kecepatan dalam RPM (putaran per menit)

$T$  = Torque elektromagnetik

$I_a$  = Arus kumparan motor DC

$K$  = Konstanta persamaan

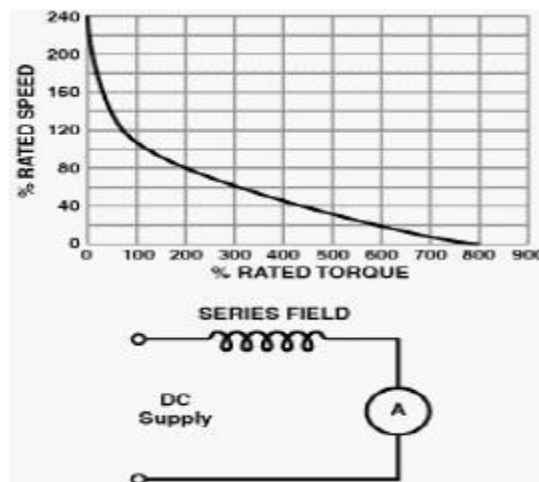
### 2.5.4 Jenis Motor DC

Jenis Motor DC yang digunakan adalah Jenis Motor DC sumber daya sendiri/ Self Excited, yaitu Motor Seri.

Dalam Motor Seri, gulungan medan (medan shunt) dihubungkan secara seri dengan gulungan kumparan motor DC (A) seperti ditunjukkan dalam gambar dibawah. Oleh karena itu, arus medan sama dengan arus kumparan motor DC.

Berikut tentang kecepatan motor seri:

1. Kecepatan dibatasi pada 5000 RPM
2. Harus dihindarkan menjalankan motor seri tanpa ada beban sebab motor akan mempercepat tanpa terkendali.
3. Motor-motor seri cocok untuk penggunaan yang memerlukan torque penyalaan awal yang tinggi, seperti derek dan alat pengangkat hoist seperti pada gambar 2.9 berikut.



**Gambar 2.9** Karakteristik Motor DC *Seri*

(Sumber : Makalah Motor DC, staff.ui.ac.id diakses pada tanggal 20 Mei 2018)

Kelebihan dari Motor DC jenis ini yaitu daya output yang dihasilkan besar, sedangkan kelemahannya yaitu arus beban yang diminta sangatlah besar, sesuai dengan beban yang dipikulnya, jika tegangan inputnya tidak stabil maka flux magnet yang dihasilkan oleh kumparan seri tidak stabil pula, sehingga daya output yang dihasilkan tidak stabil.<sup>[5]</sup>

## 2.6 RFID (Radio Frequency Identification)

RFID adalah proses identifikasi seseorang atau objek dengan menggunakan frekuensi transmisi radio. RFID menggunakan frekuensi radio untuk membaca informasi dari sebuah device kecil yang disebut tag atau *transponder* (*Transmitter* + *Responder*). Tag RFID akan mengenali diri sendiri ketika mendeteksi sinyal dari devais yang kompatibel, yaitu pembaca RFID (*RFID Reader*).

RFID adalah teknologi identifikasi yang fleksibel, mudah digunakan, dan sangat cocok untuk operasi otomatis. RFID mengkombinasikan keunggulan yang tidak tersedia pada teknologi identifikasi yang lain. RFID dapat disediakan dalam device yang hanya dapat dibaca saja (*Read Only*) atau dapat dibaca dan ditulis (*Read/Write*), tidak memerlukan kontak langsung maupun jalur cahaya untuk dapat beroperasi, dapat berfungsi pada berbagai variasi kondisi lingkungan, dan menyediakan tingkat integritas data yang tinggi. Sebagai tambahan, karena teknologi ini sulit untuk dipalsukan, maka RFID dapat menyediakan tingkat keamanan yang tinggi.

Pada sistem RFID umumnya, tag atau transponder ditempelkan pada suatu objek. Setiap tag membawa dapat membawa informasi yang unik, di antaranya: serial number, model, warna, tempat perakitan, dan data lain dari objek tersebut.

Ketika tag ini melalui medan yang dihasilkan oleh pembaca RFID yang kompatibel, tag akan mentransmisikan informasi yang ada pada tag kepada pembaca RFID, sehingga proses identifikasi objek dapat dilakukan.<sup>[8]</sup>

### 2.6.1 Sistem RFID

Suatu sistem RFID dapat terdiri dari beberapa komponen, seperti tag, tag reader, tag programming station, circulation reader, sorting equipment dan tongkat inventory tag. Keamanan dapat dicapai dengan dua cara. Pintu security dapat melakukan query untuk menentukan status keamanan atau RFID tag-nya berisi bit security yang bisa menjadi on atau off pada saat didekatkan ke reader station.

Kegunaan dari sistem RFID ini adalah untuk mengirimkan data dari piranti portable, yang dinamakan tag, dan kemudian dibaca oleh RFID reader dan kemudian diproses oleh aplikasi komputer yang membutuhkannya. Data yang dipancarkan dan dikirimkan tadi bisa berisi beragam informasi, seperti ID, informasi lokasi atau informasi lainnya seperti harga, warna, tanggal pembelian dan lain sebagainya. Penggunaan RFID untuk maksud tracking pertama kali digunakan sekitar tahun 1980 an. RFID dengan cepat mendapat perhatian karena kemampuannya dalam men-tracking atau melacak object yang bergerak.<sup>[8]</sup>

Sistem RFID terdiri dari empat komponen:

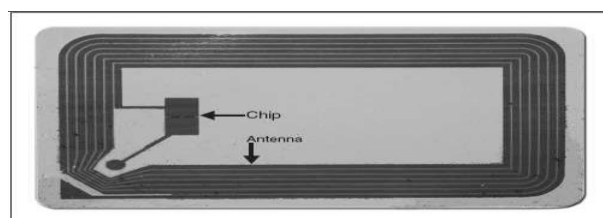
1. Tag: Ini adalah device yang menyimpan informasi untuk identifikasi objek. Tag RFID sering juga disebut sebagai *transponder*.
2. Antena: untuk mentransmisikan sinyal frekuensi radio antara pembaca RFID dengan tag RFID.

3. Pembaca RFID: adalah devais yang kompatibel dengan tag RFID yang akan berkomunikasi secara *wireless* dengan tag.
4. Software Aplikasi: adalah aplikasi pada sebuah workstation atau PC yang dapat membaca data dari tag melalui pembaca RFID. Baik tag dan pembaca RFID diperlengkapi dengan antena sehingga dapat menerima dan memancarkan gelombang elektromagnetik.<sup>[8]</sup>

### 2.6.2 Prinsip kerja RFID

RFID menggunakan sistem identifikasi dengan gelombang radio. Untuk itu minimal dibutuhkan dua buah perangkat, yaitu yang disebut TAG dan READER. Saat pemindaian data, READER membaca sinyal yang diberikan oleh RFID TAG.

RFID TAG Adalah sebuah alat yang melekat pada obyek yang akan diidentifikasi oleh RFID READER. RFID TAG dapat berupa perangkat pasif atau aktif. TAG pasif artinya tanpa battery dan TAG aktif artinya menggunakan battery. TAG pasif lebih banyak digunakan karena murah dan mempunyai ukuran lebih kecil. RFID TAG dapat berupa perangkat read-only yang berarti hanya dapat dibaca saja ataupun perangkat read-write yang berarti dapat dibaca dan ditulis ulang untuk update. Gambar 2.10 dibawah ini merupakan gambar RFID Tag.<sup>[8]</sup>



**Gambar 2.10** RFID Tag

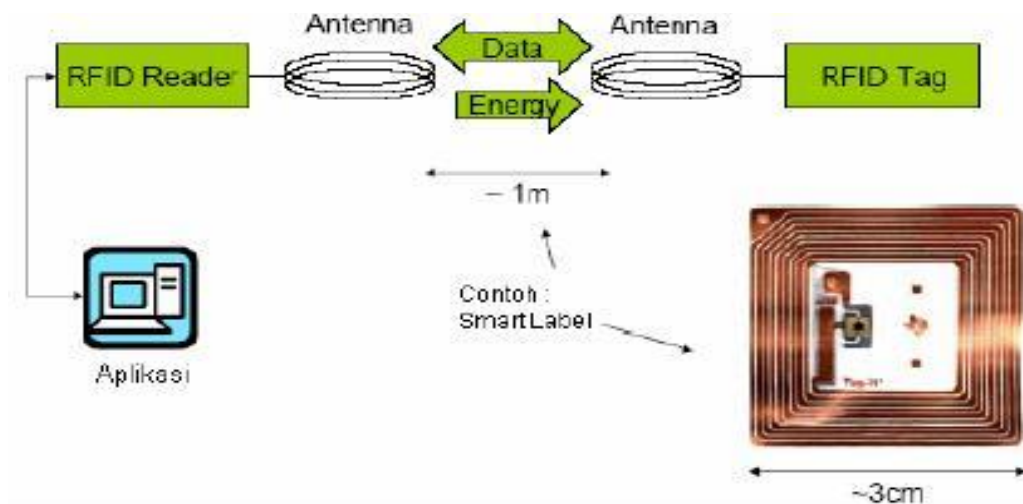
(Sumber: [asdie.blog.binusian.org/files/2009/06/radio-frequency.doc](http://asdie.blog.binusian.org/files/2009/06/radio-frequency.doc) Diakses pada tanggal 25 Mei 2018)



RFID TAG mempunyai dua bagian penting, yaitu:

- IC atau kepanjangan dari Integrated Circuit, yang berfungsi menyimpan dan memproses informasi, modulasi dan demodulasi sinyal RF, mengambil tegangan DC yang dikirim dari RFID READER melalui induksi, dan beberapa fungsi khusus lainnya.
- ANTENNA yang berfungsi menerima dan mengirim sinyal RF.

RFID TAG tidak berisi informasi pengguna seperti nama, nomor rekening, NIK atau yang lain. RFID TAG hanya berisi sebuah TAG yang unik yang berbeda satu dengan yang lainnya. Jadi Informasi mengenai obyek yang terhubung ke tag ini hanya diperoleh pada sistem atau database yang terhubung pada RFID READER. Saat ini RFID TAG bisa dibuat dengan ukuran yang sangat kecil, dan tercatat yang paling kecil adalah RFID TAG buatan HITACHI yang berukuran  $0.05\text{mm} \times 0.05\text{mm}$ . Gambar 2.11 menunjukkan Prinsip kerja RFID.<sup>[8]</sup>



**Gambar 2.11** Prinsip kerja RFID

(Sumber: [asdie.blog.binusian.org/files/2009/06/radio-frequency.doc](http://asdie.blog.binusian.org/files/2009/06/radio-frequency.doc) Diakses pada tanggal 25 Mei 2018)

Tag RFID yang tidak memiliki baterai, antenanya berfungsi sebagai pencatu sumber daya dengan memanfaatkan medan magnet dari pembaca (reader) dan memodulasi medan magnet. Kemudian digunakan kembali untuk mengirimkan data yang ada dalam Tag RFID. Data yang diterima reader diteruskan ke database host computer. Reader mengirim gelombang elektromagnet, yang kemudian diterima oleh antena pada Tag RFID. Tag RFID mengirim data biasanya berupa nomor serial yang tersimpan dalam tag, dengan mengirim kembali gelombang radio ke reader. Informasi dikirim ke dan di baca dari Tag RFID oleh reader menggunakan gelombang radio.<sup>[8]</sup>

### 2.6.3 Jenis RFID

Terdapat 2 jenis RFID yaitu *RFID Pasif* & *RFID Aktif*.

#### 1. RFID PASIF

RFID yang pasif tidak memilih power supply sendiri. Dengan hanya berbekal induksi listrik yang ada pada antena yang disebabkan oleh adanya frekuensi radio scanning yang masuk, sudah cukup bagi RFID tag untuk mengirimkan respon balik. Sehubungan dengan power dan biaya, maka respon dari suatu RFID yang pasif biasanya sederhana dan hanya nomor ID saja. Dengan tidak adanya power supply pada RFID tag yang pasif maka akan menyebabkan semakin kecilnya ukuran dari RFID tag yang mungkin dibuat. Beberapa RFID komersial yang saat ini sudah beredar di pasaran ada yang bisa diletakkan di bawah kulit. Pada tahun 2005 tercatat bahwa RFID tag yang terkecil berukuran 0.4 mm x 0.4 mm dan lebih tipis daripada selebar kertas. Dengan ukuran sekian maka secara praktis

benda tersebut tidak akan terlihat oleh mata kasar. RFID tag yang pasif ini memiliki jarak jangkauan yang berada mulai dari 10 mm sampai dengan 6 meter. RFID tag yang pasif harganya bisa lebih murah untuk diproduksi dan tidak bergantung pada baterai.

## 2. RFID AKTIF

RFID yang aktif, di sisi lain harus memiliki power supply sendiri dan memiliki jarak jangkauan yang lebih jauh. Memori yang dimilikinya juga lebih besar sehingga bisa menampung berbagai macam informasi di dalamnya. Jarak jangkauan dari RFID tag yang aktif ini bisa sampai sekitar 100 meter dan dengan umur baterai yang bisa mencapai beberapa tahun lamanya.<sup>[8]</sup>

### 2.7 Catu Daya / Power Supply

Catu daya atau sering disebut dengan *Power Supply* adalah perangkat elektronika yang berguna sebagai sumber daya untuk perangkat lain. Secara umum istilah catu daya berarti suatu sistem penyearah-filter yang mengubah ac menjadi dc murni. Sumber DC seringkali dapat menjalankan peralatan-peralatan elektronika secara langsung, meskipun mungkin diperlukan beberapa cara untuk meregulasi dan menjaga suatu ggl agar tetap meskipun beban berubah-ubah. Energi yang paling mudah tersedia adalah arus bolak-balik, harus diubah atau disearahkan menjadi dc berpulsa (*pulsating dc*), yang selanjutnya harus diratakan atau disaring menjadi tegangan yang tidak berubah-ubah. Tegangan dc juga memerlukan regulasi tegangan agar dapat menjalankan rangkaian dengan sebaiknya.

Secara garis besar, pencatu daya listrik dibagi menjadi dua macam, yaitu pencatu daya tak distabilkan dan pencatu daya distabilkan. Pencatu daya tak distabilkan merupakan jenis pencatu daya yang paling sederhana. Pada pencatu daya jenis ini, tegangan maupun arus keluaran dari pencatu daya tidak distabilkan, sehingga berubah-ubah sesuai keadaan tegangan masukan dan beban pada keluaran. Pencatu daya jenis ini biasanya digunakan pada peranti elektronika sederhana yang tidak sensitif akan perubahan tegangan. Pencatu jenis ini juga banyak digunakan pada penguat daya tinggi untuk mengkompensasi lonjakan tegangan keluaran pada penguat.<sup>[9]</sup>

Pencatu daya distabilkan pencatu jenis ini menggunakan suatu mekanisme lolos balik untuk menstabilkan tegangan keluarannya, bebas dari variasi tegangan masukan, beban keluaran, maupun dengung. Ada dua jenis yang digunakan untuk menstabilkan tegangan keluaran, antara lain:

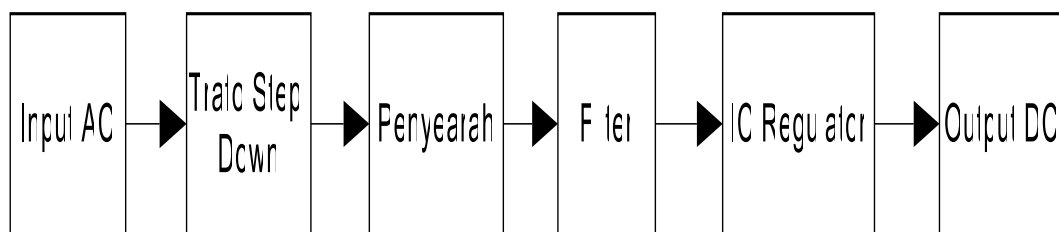
1. Pencatu daya linier, merupakan jenis pencatu daya yang umum digunakan.

Cara kerja dari pencatu daya ini adalah mengubah tegangan AC menjadi tegangan AC lain yang lebih kecil dengan bantuan Transformator. Tegangan ini kemudian disearahkan dengan menggunakan rangkaian penyearah tegangan, dan di bagian akhir ditambahkan kondensator sebagai penghalus tegangan sehingga tegangan DC yang dihasilkan oleh pencatu daya jenis ini tidak terlalu bergelombang. Selain menggunakan diode sebagai penyearah, rangkaian lain dari jenis ini dapat menggunakan regulator tegangan linier sehingga tegangan yang dihasilkan lebih baik daripada rangkaian yang menggunakan dioda. Pencatu daya jenis ini

biasanya dapat menghasilkan tegangan DC yang bervariasi antara 0 - 60 Volt dengan arus antara 0 - 10 Ampere.

2. Pencatu daya Sakelar, pencatu daya jenis ini menggunakan metode yang berbeda dengan pencatu daya linier. Pada jenis ini, tegangan AC yang masuk ke dalam rangkaian langsung disearahkan oleh rangkaian penyearah tanpa menggunakan bantuan transformer. Cara menyearahkan tegangan tersebut adalah dengan menggunakan frekuensi tinggi antara 10KHz hingga 1MHz, dimana frekuensi ini jauh lebih tinggi daripada frekuensi AC yang sekitar 50Hz. Pada pencatu daya sakelar biasanya diberikan rangkaian umpan balik agar tegangan dan arus yang keluar dari rangkaian ini dapat dikontrol dengan baik.

### 2.7.1 Prinsip Kerja DC Power Supply



**Gambar 2.12** Blok Diagram Catu Daya

(Sumber: Pribadi dibuat pada tanggal 06 Mei 2018)

Gambar 2.12 menunjukkan blok diagram catu daya. Arus Listrik yang kita gunakan di rumah, kantor dan pabrik pada umumnya adalah dibangkitkan, dikirim dan didistribusikan ke tempat masing-masing dalam bentuk Arus Bolak-balik atau arus AC (Alternating Current). Hal ini dikarenakan pembangkitan dan pendistribusian arus Listrik melalui bentuk arus bolak-balik (AC) merupakan cara

yang paling ekonomis dibandingkan dalam bentuk arus searah atau arus DC (Direct Current).

Akan tetapi, peralatan elektronika yang kita gunakan sekarang ini sebagian besar membutuhkan arus DC dengan tegangan yang lebih rendah untuk pengoperasiannya. Oleh karena itu, hampir setiap peralatan Elektronika memiliki sebuah rangkaian yang berfungsi untuk melakukan konversi arus listrik dari arus AC menjadi arus DC dan juga untuk menyediakan tegangan yang sesuai dengan rangkaian Elektronika-nya. Rangkaian yang mengubah arus listrik AC menjadi DC ini disebut dengan DC Power Supply atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Catu daya DC. DC Power Supply atau Catu Daya ini juga sering dikenal dengan nama “Adaptor”.

Sebuah DC Power Supply atau Adaptor pada dasarnya memiliki 4 bagian utama agar dapat menghasilkan arus DC yang stabil. Keempat bagian utama tersebut diantaranya adalah Transformer, Rectifier, Filter dan Voltage Regulator. Sebelum kita membahas lebih lanjut mengenai Prinsip Kerja DC Power Supply, sebaiknya kita mengetahui Blok-blok dasar yang membentuk sebuah DC Power Supply atau Pencatu daya ini. Dibawah ini adalah Diagram Blok DC Power Supply (Adaptor) pada umumnya.<sup>[9]</sup>

#### **2.7.1.1 Transformator (Transformer/Trafo)**

Transformator atau trafo adalah suatu peralatan listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik bolak-balik dari satu level ke level tegangan yang lain melalui kinerja satu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik.

Pada umumnya transformator terdiri atas sebuah inti yang terbuat dari besi berlapis, dan dua buah kumparan yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Kedua kumparan ini tidak terhubung secara langsung. Satu-satunya hubungan antara kedua kumparan adalah fluks magnetic bersama yang terdapat dalam inti. Salah satu dari kedua kumparan transformator tadi dihubungkan ke sumber daya listrik bolak-balik dan kumparan kedua (serta ketiga jika ada) akan mensuplai daya ke beban. Kumparan transformator yang terhubung ke sumber daya dinamakan kumparan primer sedangkan yang terhubung ke beban dinamakan kumparan sekunder, jika terdapat kumparan ketiga dinamakan kumparan tersier.

Transformator digunakan secara luas baik dalam bidang tenaga listrik maupun elektronika. Penggunaan transformator dalam sistem tenaga memungkinkan terpilihnya tegangan yang sesuai dan ekonomis untuk tiap-tiap keperluan misalnya, kebutuhan akan tegangan tinggi dalam pengiriman daya jarak jauh. Penggunaan transformator yang sangat sederhana dan andal merupakan salah satu alasan penting dalam pemakaiannya dalam penyaluran tenaga listrik arus bolak-balik, karena arus bolak-balik sangat banyak dipergunakan untuk pembangkitan dan penyaluran tenaga listrik. Pada penyaluran tenaga listrik terjadi kerugian sebesar  $I^2R$  watt, kerugian ini akan banyak berkurang apabila tegangan dinaikkan. Dengan demikian saluran-saluran tenaga listrik senantiasa mempergunakan tegangan yang tinggi.

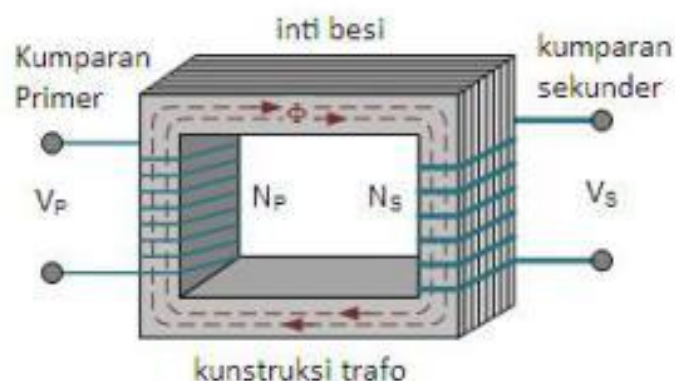
Tegangan yang paling tinggi di Indonesia pada saat ini adalah 500 kV. Hal ini dilakukan terutama untuk mengurangi kerugian energi yang terjadi. Dan menaikkan tegangan listrik di pusat listrik dari tegangan generator yang biasanya

berkisar antara 6-20 kv pada awal saluran transmisi, dan menurunkannya pada ujung saluran itu ketegangan yang lebih rendah, dilakukan dengan transformator. Transformator yang dipakai pada jaringan tenaga listrik merupakan transformator tenaga.

Disamping itu, ada jenis – jenis transformator lain yang banyak dipergunakan, dan yang pada umumnya merupakan transformator yang jauh lebih kecil. Misalnya transformator yang dipakai dirumah tangga, yang dipakai pada lampu TL, pesawat radio, televisi dan berbagai alat elektronika lainnya. Gambar 2.13 menunjukkan bagian-bagian transformator.<sup>[11]</sup>

Konstruksi Transformator, pada umumnya konstruksi transformator terdiri atas bagian-bagian sebagai berikut :

1. Inti (*core*) yang dilaminasi.
2. Dua buah kumparan, kumparan primer dan sekunder.



**Gambar 2.13** Bagian-bagian Transformator

(Sumber:<http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/20122/Chapter%20II.pdf> diakses pada tanggal 31 Mei 2018)



Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat mengubah dan menyalurkan energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian ke rangkaian listrik yang lain melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Transformator di gunakan secara luas baik dalam bidang tenaga listrik maupun elektronika. Penggunaan transformator dalam sistem tenaga memungkinkan terpilihnya tegangan yang sesuai dan ekonomis untuk tiap-tiap keperluan misalnya, kebutuhan akan tegangan tinggi dalam pengiriman daya jarak jauh.

Transformator terdiri atas dua buah kumparan ( primer dan sekunder ) yang bersifat induktif. Kedua kumparan ini terpisah secara elektrik namun berhubungan secara magnetis melalui jalur yang memiliki reluktansi ( reluctance ) rendah. Apabila kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik maka fluks bolak-balik akan muncul di dalam inti yang dilaminasi, karena kumparan tersebut membentuk jaringan tertutup maka mengalirlah arus primer. Akibat adanya fluks di kumparan primer maka di kumparan primer terjadi induksi sendiri ( self induction ) dan terjadi pula induksi di kumparan sekunder karena pengaruh induksi dari kumparan primer atau disebut sebagai induksi bersama ( mutual induction ) yang menyebabkan timbulnya fluks magnet di kumparan sekunder, maka mengalirlah arus sekunder jika rangkaian sekunder di bebani, sehingga energi listrik dapat ditransfer keseluruhan (secara magnetisasi) .<sup>[11]</sup>

$$E = - N \frac{d\phi}{dt}$$

Dimana : E = gaya gerak listrik ( ggl )

$N$  = jumlah lilitan

$\frac{d\phi}{dt}$  = perubahan fluks magnet

Dari persamaan e diatas, maka didapatkan perbandingan lilitan antara primer dan sekunder berdasarkan perbandingan GGL induksi, yaitu:

$$E_1 = - N_1 \frac{d\phi}{dt} \text{ dan } E_2 = - N_2 \frac{d\phi}{dt}$$

Maka perbandingan transformasinya :

$$a = \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

Apabila :

$a < 1$ , maka transformator berfungsi untuk menaikkan tegangan (*step up*)

$a > 1$ , maka transformator berfungsi untuk menurunkan tegangan (*step down*)

Trafo akan dianggap ideal bila tidak adanya rugi-rugi, maka akan didapat :

$$P_1 = P_2$$

$$V_1 I_1 = V_2 I_2$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

$$a = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

Dimana :

$P_1$  = daya di sisi primer (Volt)

$P_2$  = daya di sisi sekunder (Volt)

$V_1$  = tegangan terminal di sisi primer (Volt)

$V_2$  = tegangan terminal di sisi sekunder (Volt)

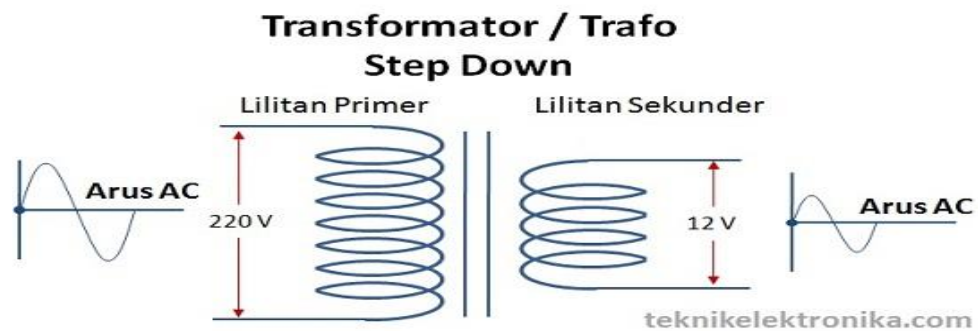
$I_1$  = Arus disisi Primer (A)

$I_2$  = Arus disisi Sekunder (A)

$N_1$  = jumlah belitan di sisi primer

$N_2$  = jumlah belitan di sisi sekunder

$a$  = nilai perbandingan lilitan transformator



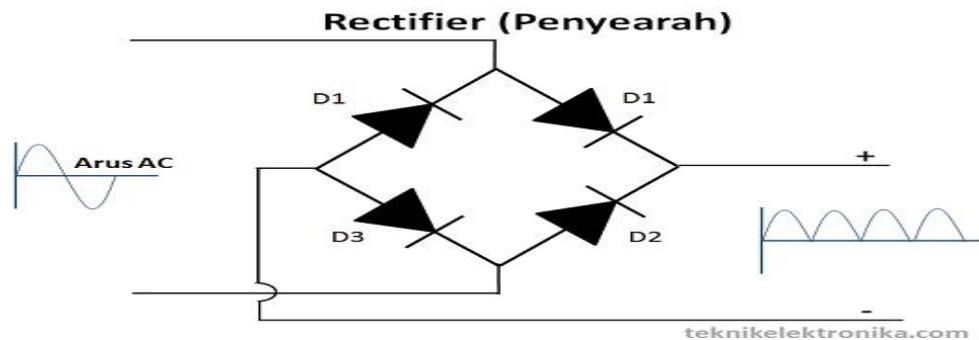
**Gambar 2.14** Transformator Step Down

(Sumber: [eprints.polsri.ac.id/2069/3/BAB%20II.pdf](http://eprints.polsri.ac.id/2069/3/BAB%20II.pdf) Diakses pada tanggal 25 Mei 2018)

Dari penjelasan dan gambar 2.14 diatas, maka dapat disimpulkan bahwa trafo yang dipakai adalah trafo step down. Dilihat dari jumlah lilitan primer yang lebih banyak dari jumlah lilitan sekunder.

### 2.7.1.2 Rectifier (Penyearah Gelombang)

Rectifier atau penyearah gelombang adalah rangkaian Elektronika dalam Power Supply (catu daya) yang berfungsi untuk mengubah gelombang AC menjadi gelombang DC setelah tegangannya diturunkan oleh Transformator Step down. Rangkaian Rectifier biasanya terdiri dari komponen Dioda. Terdapat 2 jenis rangkaian Rectifier dalam Power Supply yaitu “Half Wave Rectifier” yang hanya terdiri dari 1 komponen Dioda dan “Full Wave Rectifier” yang terdiri dari 2 atau 4 komponen dioda. Seperti gambar 2.15 menunjukkan gambar rectifier (penyearah).



**Gambar 2.15** Rectifier (Penyearah)

(Sumber: [eprints.polsri.ac.id/2069/3/BAB%20II.pdf](http://eprints.polsri.ac.id/2069/3/BAB%20II.pdf) Diakses pada tanggal 25 Mei 2018)

### 1. Penyearah gelombang penuh (full-wave rectifier)

Saat digunakan sebagai penyearah gelombang penuh, dioda secara bergantian menyearahkan tegangan AC pada saat siklus positif dan negatif.

Penyearah gelombang penuh ada 2 macam dan penggunaannya disesuaikan dengan transformator yang dipakai.

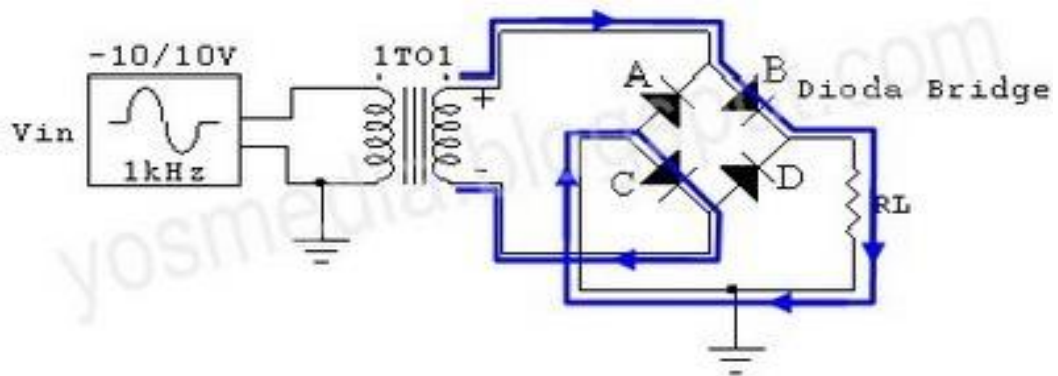
Untuk transformator biasa digunakan jembatan dioda (dioda bridge) sementara untuk transformator CT digunakan 2 dioda saja sebagai penyearahnya. Arus DC rata-rata yang dihasilkan dari rangkaian penyearah gelombang penuh ini adalah dua kali dari arus rata-rata yang dihasilkan oleh penyearah setengah gelombang yakni;

$$I_{AV} = 0,637 \cdot I_{MAX}$$

Jika sumber arus bolak-balik (AC) dengan CT di searah-kan oleh rangkaian penyearah dioda jembatan maka akan diperoleh dua arus searah (DC) dengan dua polaritas yang berbeda atau biasa disebut sebagai **Penyearah Gelombang Penuh Polaritas Ganda**.<sup>[12]</sup>

### A. Penyearah Gelombang Penuh Dengan Jembatan Dioda (Dioda Bridge)

Pada dioda bridge, hanya ada 2 dioda saja yang menghantarkan arus untuk setiap siklus tegangan AC sedangkan 2 dioda lainnya bersifat sebagai isolator pada saat siklus yang sama. Gambar 2.16 dibawah menunjukkan arus mengalir dioda B ke dioda C.

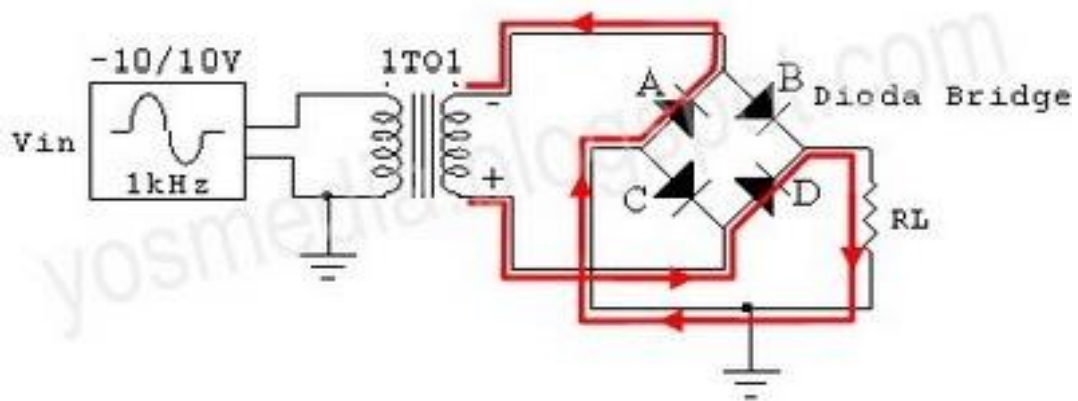


**Gambar 2.16** Arus Mengalir Dioda B ke Dioda C

(Sumber:

[https://sisfo.itp.ac.id/bahanajar/BahanAjar/Alfith/Bahan%20Ajar%20Terseleksi%20Elektronika%20Dasar/Presentasi%20%28Power%20Point%29/Pertemuan\\_3\\_Aplikasi%20Dioda.pdf](https://sisfo.itp.ac.id/bahanajar/BahanAjar/Alfith/Bahan%20Ajar%20Terseleksi%20Elektronika%20Dasar/Presentasi%20%28Power%20Point%29/Pertemuan_3_Aplikasi%20Dioda.pdf) diakses pada tanggal 31 Mei 2018)

Saat siklus positif tegangan AC, arus mengalir melalui dioda B menuju beban dan kembali melalui dioda C. Pada saat yang bersamaan pula, dioda A dan D mengalami reverse bias sehingga tidak ada arus yg mengalir atau kedua dioda tersebut bersifat sebagai isolator. Gambar 2.17 dibawah menunjukkan arus mengalir dioda D ke dioda A.

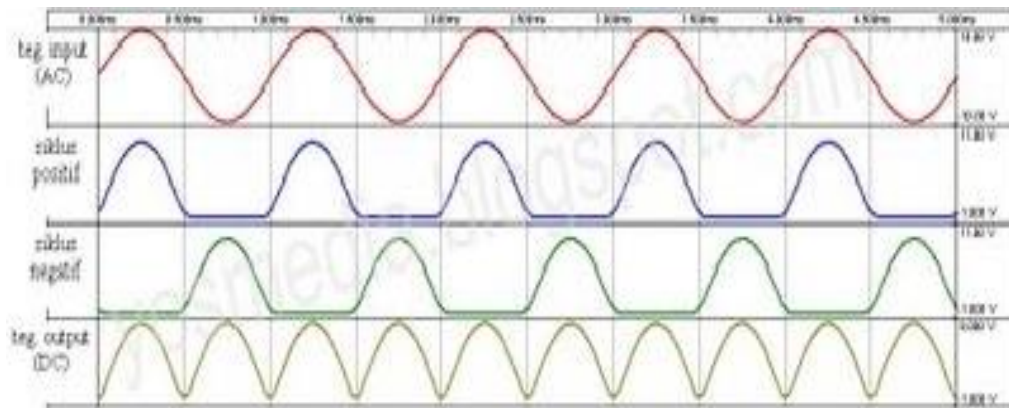


**Gambar 2.17** Arus Mengalir Dioda D ke Dioda A

(Sumber:

[https://sisfo.itp.ac.id/bahanajar/BahanAjar/Alfith/Bahan%20Ajar%20Terseleksi%20Elektronika%20Dasar/Presentasi%20%28Power%20Point%29/Pertemuan\\_3\\_Aplikasi%20Dioda.pdf](https://sisfo.itp.ac.id/bahanajar/BahanAjar/Alfith/Bahan%20Ajar%20Terseleksi%20Elektronika%20Dasar/Presentasi%20%28Power%20Point%29/Pertemuan_3_Aplikasi%20Dioda.pdf) diakses pada tanggal 31 Mei 2018)

Sedangkan pada saat siklus negatif tegangan AC, arus mengalir melalui dioda D menuju beban dan kembali melalui dioda A. Karena dioda B dan C mengalami reverse bias maka arus tidak dapat mengalir pada kedua dioda ini. Grafik sinyal dari penyearah gelombang penuh dengan jembatan dioda (dioda bridge) ditunjukkan seperti pada gambar 2.18 berikut:



**Gambar 2.18** Grafik Sinyal Penyearah Gelombang Penuh Jembatan Dioda Bridge

(Sumber:

[https://sisfo.itp.ac.id/bahanajar/BahanAjar/Alfith/Bahan%20Ajar%20Terseleksi%20Elektronika%20Dasar/Presentasi%20%28Power%20Point%29/Pertemuan\\_3\\_Aplikasi%20Dioda.pdf](https://sisfo.itp.ac.id/bahanajar/BahanAjar/Alfith/Bahan%20Ajar%20Terseleksi%20Elektronika%20Dasar/Presentasi%20%28Power%20Point%29/Pertemuan_3_Aplikasi%20Dioda.pdf) diakses pada tanggal 31 Mei 2018)

Jembatan dioda (dioda bridge) tersedia dalam bentuk 1 komponen saja atau pun bisa dibuat dengan menggunakan 4 dioda yang sama karakteristiknya. Yang harus diperhatikan adalah besar arus yang dilewatkan oleh dioda harus lebih besar dari besar arus yang dilewatkan pada rangkaian.

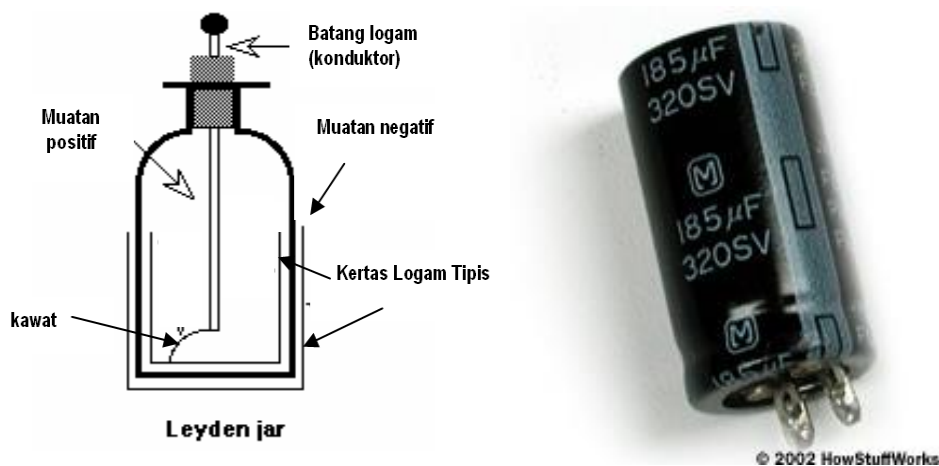
### 2.7.1.3 Filter (Penyaring)

Kapasitor banyak digunakan dalam sirkuit elektronik dan mengerjakan berbagai fungsi. Pada dasarnya kapasitor merupakan komponen penyimpan muatan listrik yang dibentuk dari dua permukaan yang berhubungan tapi dipisahkan oleh satu penyekat. Bila elektron berpisah dari satu plat ke plat lain akan terdapat muatan diantara kedua plat medium penyekat tadi. Muatan ini disebabkan oleh muatan positif pada plat yang kehilangan elektron dan muatan negatif pada plat yang memperoleh elektron. Adapun sifat – sifat kapasitor adalah sebagai berikut.

1. Dapat menyimpan muatan listrik
2. Dapat menahan arus searah
3. Dapat melewatkan arus bolak balik

Kapasitor merupakan komponen pasif elektronika yang sering dipakai didalam merancang suatu sistem yang berfungsi untuk mengemblok arus DC, Filter, dan penyimpan energi listrik. Didalamnya 2 buah pelat elektroda yang saling berhadapan dan dipisahkan oleh sebuah insulator. Sedangkan bahan yang digunakan sebagai insulator dinamakan dielektrik. Ketika kapasitor diberikan tegangan DC maka energi listrik disimpan pada tiap elektrodanya. Selama kapasitor melakukan pengisian, arus mengalir. Aliran arus tersebut akan berhenti bila kapasitor telah penuh. Yang membedakan tiap - tiap kapasitor adalah dielektriknya.

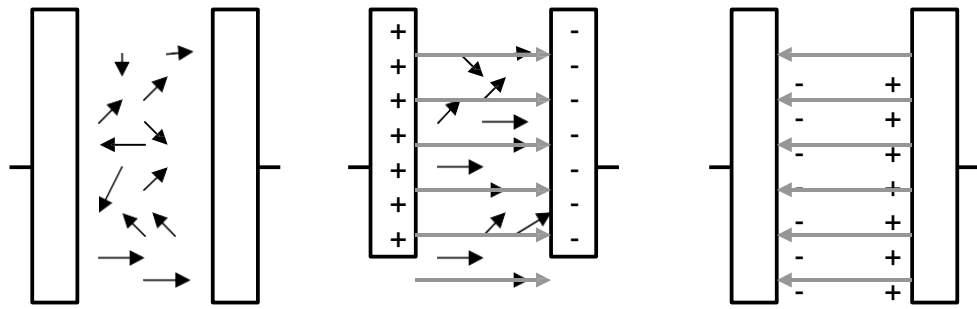
Gambar 2.19 dibawah menunjukkan gambar 2.19.<sup>[14]</sup>



**Gambar 2.19** Kapasitor

(Sumber: [http://dinus.ac.id/repository/docs/ajar/!\\_7KAPASITANSI.ppt](http://dinus.ac.id/repository/docs/ajar/!_7KAPASITANSI.ppt) diakses pada tanggal 01 Juni 2018)





**Gambar 2.20** Perpindahan Muatan Pada Kapasitor

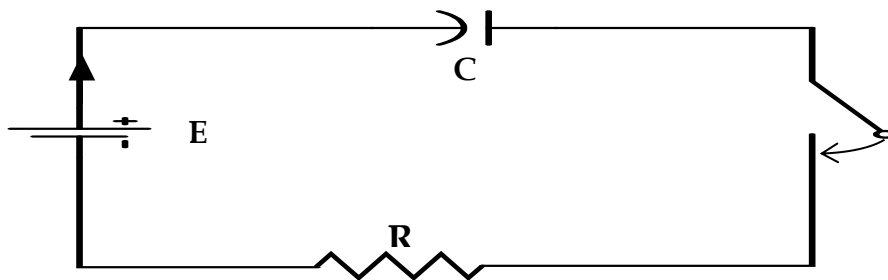
(Sumber: [http://dinus.ac.id/repository/docs/ajar/!\\_7KAPASITANSI.ppt](http://dinus.ac.id/repository/docs/ajar/!_7KAPASITANSI.ppt) diakses pada tanggal 01 Juni 2018)

Keterangan Gambar 2.20 diatas ada dibawah ini :

- Sebelum adanya muatan pada kedua pelat, bahan dielektrik memiliki dipole acak sehingga bersifat isolator
- Setelah pelat bermuatan yang menghasilkan medan listrik ke arah kanan, muatan pada dielektrik terpolarisasi oleh medan listrik. Muatan positif perlahan-lahan menuju pelat negatif, dan muatan negatif ke pelat positif
- Akibatnya terdapat medan listrik baru pada dielektrik yang melawan medan listrik semula yang saling menghilangkan, sehingga medan listrik total menjadi nol, dan arus berhenti mengalir

Bentuk dan jenis kapasitor beragam macamnya, namun untuk memudahkan pembahasan kita fokuskan pada satu jenis kapasitor saja yakni kapasitor pelat sejajar. Dari aspek bahan isolatorpun, jenis kapasitor beragam jenisnya, misalnya kapasitor berbahan keramik, poliester, polystyrene, teflon, tantalum, mika, dan lain-lain.<sup>[14]</sup>

### A. Pengisian Kapasitor



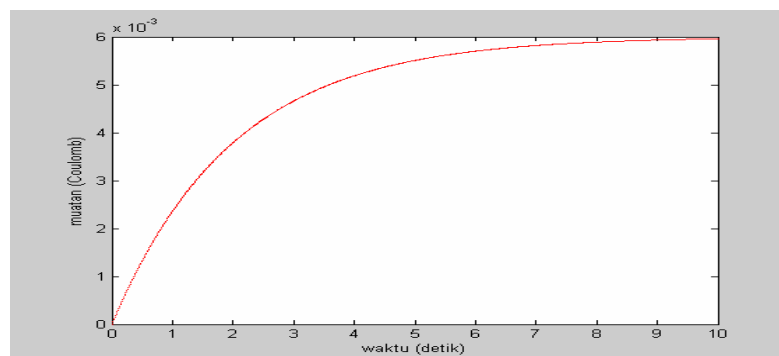
**Gambar 2.21** Rangkaian Pengisian

(Sumber: [http://dinus.ac.id/repository/docs/ajar/!\\_7KAPASITANSI.ppt](http://dinus.ac.id/repository/docs/ajar/!_7KAPASITANSI.ppt) diakses pada tanggal 01 Juni 2018)

Pada saat saklar ditutup ( $t = 0$ )  $I = E/R$ . Kapasitor belum berperan banyak menyimpan muatan. Dalam hal ini kapasitor layaknya seperti kawat/kabel biasa.

Setelah beberapa saat saklar, kapasitor mulai berperan. Berdasarkan hk. Kirchoff diperoleh :  $E = IR + Q/C$ .

Pada saat  $t = RC$ , muatan kapasitor bertambah. Seperti pada gambar 2.21 diatas yang menunjukkan pengisian kapasitor dan gambar 2.22 dibawah yang menunjukkan grafik pengisian kapasitor .<sup>[13]</sup>

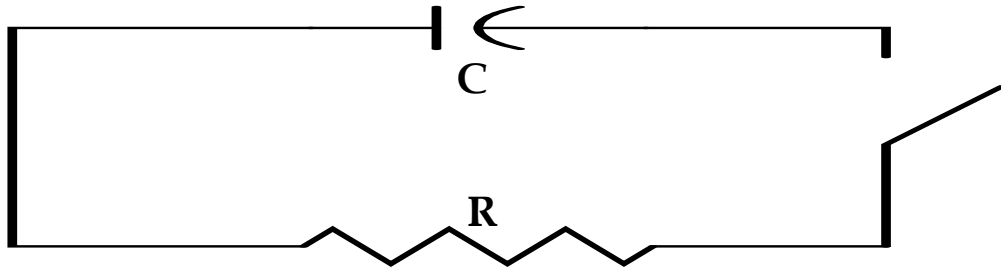


**Gambar 2.22** Grafik Pengisian

Sumber: <http://library.usu.ac.id/download/fmipa/fisika-bisman.pdf> diakses pada

tanggal 01 Juni 2018

## B. Pengosongan Kapasitor

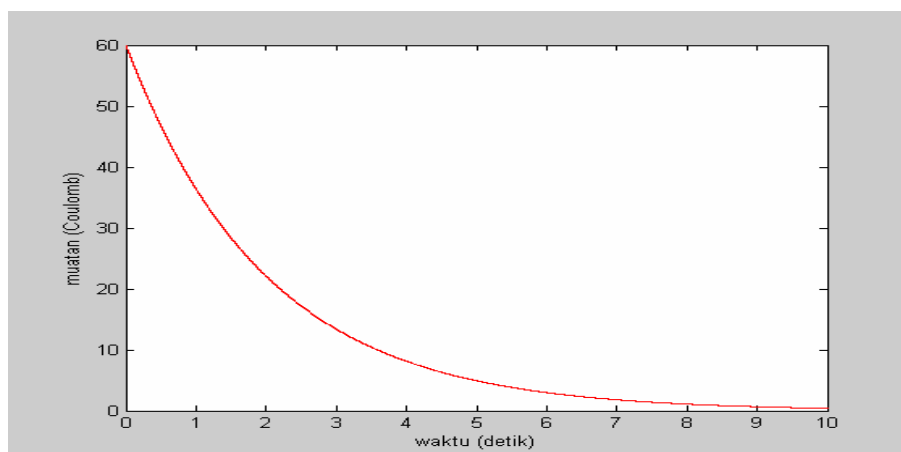


**Gambar 2.23** Rangkaian Pengosongan

(Sumber: [http://dinus.ac.id/repository/docs/ajar/!\\_7KAPASITANSI.ppt](http://dinus.ac.id/repository/docs/ajar/!_7KAPASITANSI.ppt) diakses pada tanggal 01 Juni 2018)

Pada saat saklar dibuka ( $t = 0$ ), muatan pada kapasitor  $Q_0$ . Berdasarkan hk. Kirchoff diperoleh:  $0 = IR + Q/C$ .

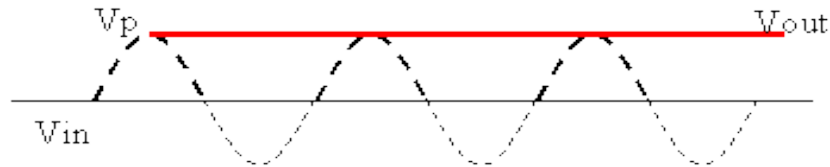
Pada saat  $t = RC$ , muatan kapasitor berkurang. Seperti pada gambar 2.23 diatas yang menunjukkan pengosongan kapasitor dan gambar 2.24 dibawah yang menunjukkan grafik pengosongan kapasitor .<sup>[13]</sup>



**Gambar 2.24** Grafik Pengosongan

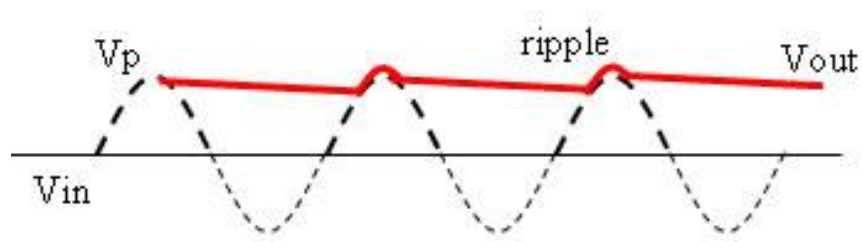
Sumber: <http://library.usu.ac.id/download/fmipa/fisika-bisman.pdf> diakses pada tanggal 01 Juni 2018

## C. Riple



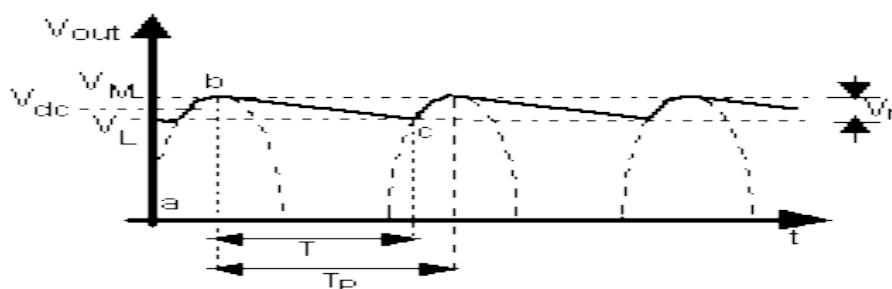
**Gambar 2.25** Grafik Tidak Berbeban

(Sumber: <https://m-edukasi.kemdikbud.go.id/medukasi/produk-files/kontenonline/online2007/filterdanregulator/filter.html#kapasitor> diakses pada tanggal 01 Juni 2018)



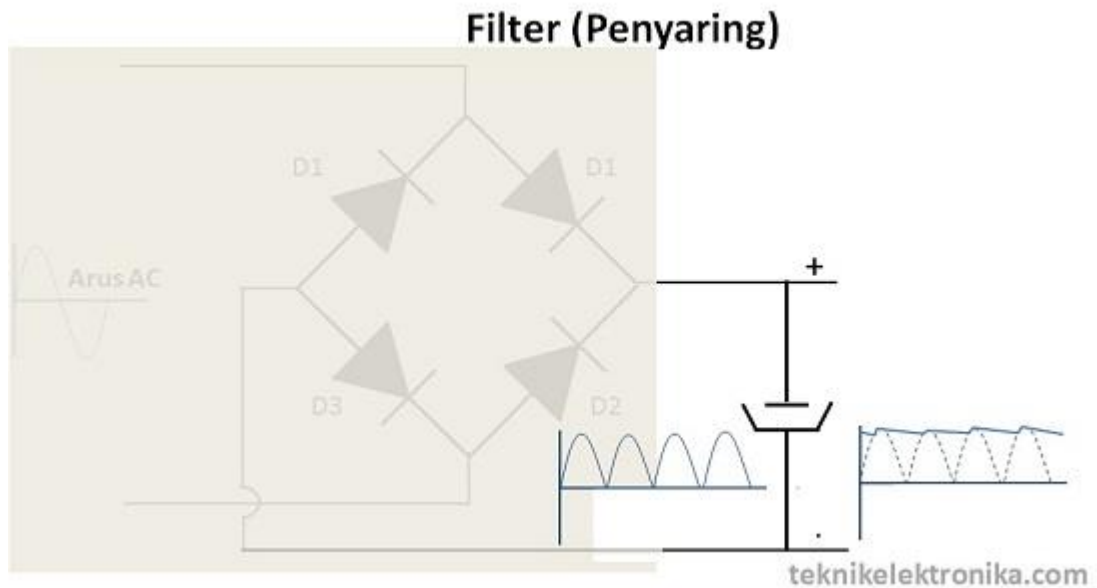
**Gambar 2.26** Grafik Berbeban

(Sumber: <https://m-edukasi.kemdikbud.go.id/medukasi/produk-files/kontenonline/online2007/filterdanregulator/filter.html#kapasitor> diakses pada tanggal 01 Juni 2018)



**Gambar 2.27** Grafik Riple

(Sumber: <http://library.usu.ac.id/download/fmipa/fisika-bisman.pdf> diakses pada tanggal 01 Juni 2018)



**Gambar 2.28** Filter (Penyaring)

(Sumber: [eprints.polsri.ac.id/2069/3/BAB%20II.pdf](http://eprints.polsri.ac.id/2069/3/BAB%20II.pdf) Diakses pada tanggal 25 Mei 2018)

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. Rangkaian penyearah yang baik adalah rangkaian yang memiliki tegangan ripple ( $V_r$ ) paling kecil.

Efektivitas kapasitor sebagai tapis tergantung pada beberapa faktor, diantaranya adalah: Kapasitas/ukuran kapasitor Nilai beban  $RL$  yang dipasang waktu ketiga faktor tersebut mempunyai hubungan  $T = R \times C$ .

Dimana  $T$  adalah waktu dalam detik,  $R$  adalah hambatan dalam ohm dan  $C$  adalah kapasitansi dalam farad. Perkalian  $RC$  disebut sebagai “konstanta waktu” merupakan ukuran seberapa cepat tegangan dan arus tapis (kapasitor) merespon perubahan pada masukan. Kapasitor akan terisi sampai sekitar 62,2% dari tegangan

yang dikenakan selama satu konstanta waktu. Demikian saat dikosongkan selama satu konstanta waktu, maka tegangan kapasitor akan turun sebanyak 62,2%. Untuk mengisi kapasitor sampai penuh diperlukan waktu sekitar 5 kali konstanta waktu.

Tapis kapasitor akan terisi dengan cepat selama periode positif pertama. Namun kecepatan pengosongan C akan sangat tergantung pada harga RL. Jika RL berharga rendah proses pengosongan akan berlangsung dengan cepat, sebaliknya jika RL berharga besar proses pengosongan akan berlangsung lebih lambat.

Tapis yang baik adalah jika proses pengosongan berlangsung lambat sehingga VRL mengalami sedikit perubahan. Tapis-C akan bekerja dengan baik jika RL berharga relatif tinggi. Jika RL berharga rendah, yaitu jika penyearah mengalami pembebanan yang terlalu berat, maka tegangan “riak” (ripple) akan lebih nampak pada keluarannya.<sup>[15]</sup>

Besarnya tegangan riak (ripple) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$V_{rip} = I/fC$$

dimana:  $V_{rip}$  : tegangan ripple

$f$  : frekuensi riak

$C$  : kapasitansi kapasitor

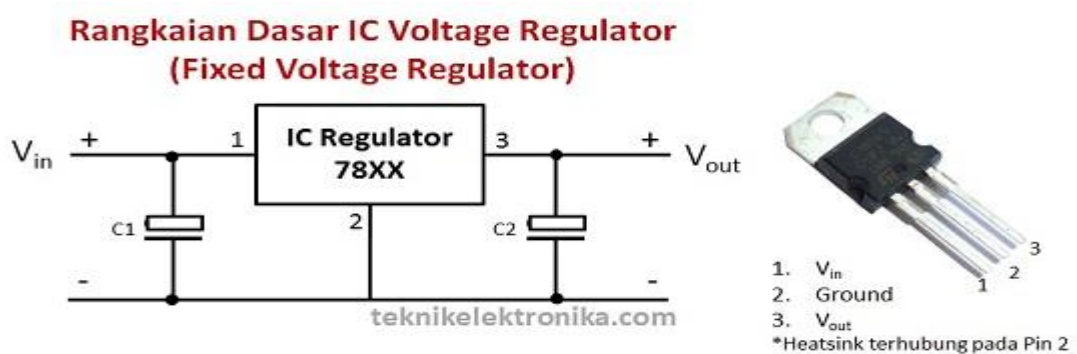
Dengan menganggap  $V_{dc} = V_p$

maka:  $V_{rip} = V_p/fRC$

Dimana:  $R$  : resistansi resistor, sedangkan tegangan DC ( $V_{dc}$ ) output dioda adalah:  $V_{dc} = V_p - V_{rip}/2$

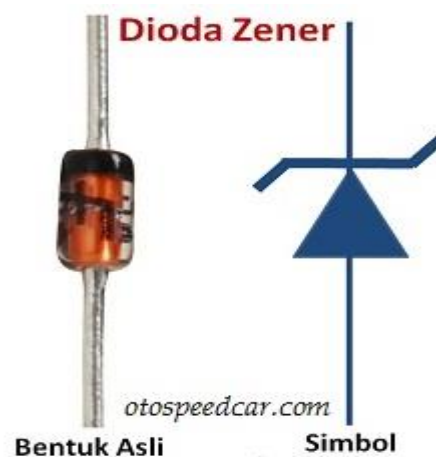
### 2.7.1.4 Voltage Regulator (Pengatur Tegangan)

Regulator tegangan adalah suatu rangkaian elektronika yang berfungsi untuk mengatur agar tegangan keluarannya tetap berada pada posisi yang ditentukan walau tegangan masukannya berubah-ubah. Gambar 2.29 menunjukkan IC Regulator dan gambar 2.30 menunjukkan dioda zener.



**Gambar 2.29** IC Regulator

(Sumber: [eprints.polsri.ac.id/2069/3/BAB%20II.pdf](http://eprints.polsri.ac.id/2069/3/BAB%20II.pdf) Diakses pada tanggal 25 Mei 2018)

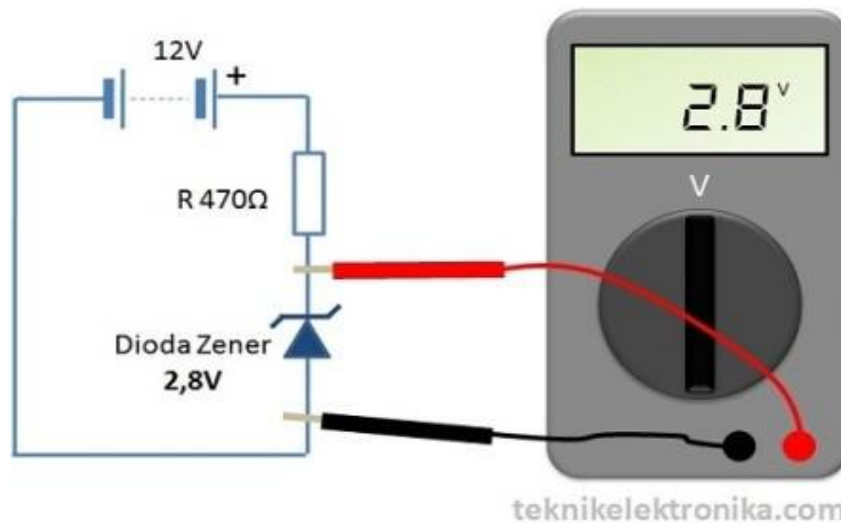


**Gambar 2.30** Dioda Zener

(Sumber: <https://edoc.site/a709a12e-cba9-4753-81df-1d20a587c130> diakses pada tanggal 01 Juni 2018)

Dioda zener adalah salah satu jenis dioda yang memiliki sisi eksklusif pada daerah breakdownnya, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai stabilizer atau pembatas tegangan. Struktur dioda zener hampir sama dengan dioda pada umumnya, hanya konsentrasi doping saja yang berbeda. Kurva karakteristik dioda zener juga sama seperti dioda pada umumnya, namun pada daerah breakdown dimana pada saat bias mundur mencapai tegangan breakdown maka arus dioda naik dengan cepat seperti pada gambar karakteristik dioda zener dibawah. Daerah breakdown inilah yang menjadi referensi untuk penerapan dari dioda zener. Sedangkan pada dioda biasa daerah breakdown merupakan daerah kritis yang harus dihindari dan tidak diperbolehkan pemberian tegangan mundur sampai pada daerah breakdown, karena bisa merusak dioda biasa. Titik breakdown dari suatu dioda zener dapat dikontrol dengan memvariasi konsentrasi doping. Konsentrasi doping yang tinggi, akan meningkatkan jumlah pengotoran sehingga tegangan zenernya ( $V_z$ ) akan kecil. Demikian juga sebaliknya, dengan konsentrasi doping yang rendah diperoleh  $V_z$  yang tinggi. Pada umumnya dioda zener dipasaran tersedia mulai dari  $V_z$  1,8 V sampai 200 V, dengan kemampuan daya dari  $\frac{1}{4}$  hingga 50 W. Gambar 2.31 dibawah merupakan pengukuran dioda zener.<sup>[17]</sup>





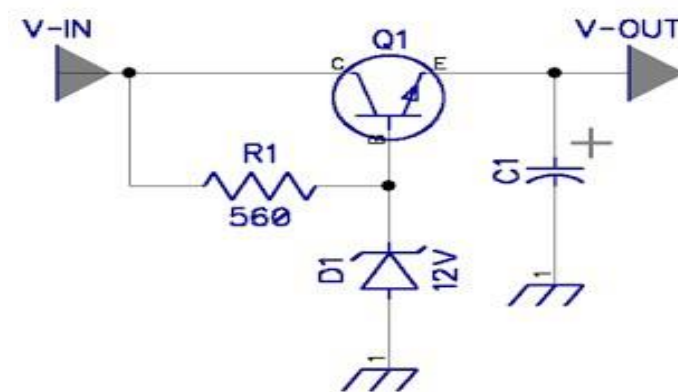
**Gambar 2.31** Pengukuran Dioda Zener

(Sumber: <https://edoc.site/a709a12e-cba9-4753-81df-1d20a587c130> diakses pada tanggal 01 Juni 2018)

Dalam rangkaian diatas, Dioda Zener dipasang dengan prinsip Bias Balik (Reverse Bias), Rangkaian tersebut merupakan cara umum dalam pemasangan Dioda Zener. Dalam rangkaian tersebut, tegangan Input (masuk) yang diberikan adalah 12V tetapi Multimeter menunjukkan tegangan yang melewati Dioda Zener adalah 2,8V. Ini artinya tegangan akan turun saat melewati Dioda Zener yang dipasang secara Bias Balik (Reverse Bias). Sedangkan fungsi Resistor dalam Rangkaian tersebut adalah untuk pembatas arus listrik Akan tetapi, tegangan yang melewati Dioda Zener akan sama yaitu 2,8V. Oleh karena itu, Dioda Zener merupakan Komponen Elektronika yang cocok untuk digunakan sebagai Voltage Regulator (Pengatur Tegangan), Dioda Zener akan memberikan tegangan tetap dan sesuai dengan Tegangan Zenernya terhadap Tegangan Input yang diberikan.

Regulator tregangan adalah bagian power supply yang berfungsi untuk memberikan stabilitas output pada suatu power supply. Output tegangan DC dari

penyearah tanpa regulator mempunyai kecenderungan berubah harganya saat dioperasikan. Adanya perubahan pada masukan AC dan variasi beban merupakan penyebab utama terjadinya ketidakstabilan pada power supply. Pada sebagian peralatan elektronika, terjadinya perubahan catu daya akan berakibat cukup serius. Untuk mendapatkan pencatu daya yang stabil diperlukan regulator tegangan. Regulator tegangan untuk suatu power supply paling sederhana adalah menggunakan dioda zener. Rangkaian dasar penggunaan dioda zener sebagai regulator tegangan dapat dilihat pada gambar rangkaian dibawah.<sup>[17]</sup>



**Gambar 2.32** Rangkaian Dioda Zener

(Sumber: <https://edoc.site/a709a12e-cba9-4753-81df-1d20a587c130> diakses pada tanggal 01 Juni 2018)

Diode zener dipasang paralel atau shunt dengan L dan R . Regulator ini hanya memerlukan sebuah diode zener terhubung seri dengan resistor RS . Perhatikan bahwa diode zener dipasang dalam posisi reverse bias. Dengan cara pemasangan ini, diode zener hanya akan berkonduksi saat tegangan reverse bias mencapai tegangan breakdown dioda zener. Penyearah berupa rangkaian diode tipe jembatan (bridge) dengan proses penyaringan atau filter berupa filter-RC. Resistor seri pada

rangkaian ini berfungsi ganda. Pertama, resistor ini menghubungkan C1 dan C2 sebagai rangkaian filter. Kedua, kapasitor ini berfungsi sebagai resistor seri untuk regulator tegangan (dioda zener). Diode zener yang dipasang dapat dengan sembarang dioda zener dengan tegangan breakdown misal dioda zener 9 volt.

Tegangan output transformer harus lebih tinggi dari tegangan breakdown dioda zener, misalnya untuk penggunaan dioda zener 9 volt maka gunakan output transformer 12 volt. Tegangan breakdown dioda zener biasanya tertulis pada body dari dioda tersebut. Rangkaian regulator tegangan ini kemudian dikemas dalam bentuk sirkuit terintegrasi (IC). IC regulator tegangan yang banyak dijumpai di pasaran antara lain IC regulator keluarga 78xx dan LM317.<sup>[16]</sup>

Jenis / Tipe IC regulator tegangan

1. Fixed voltage regulator (78xx/79xx series)

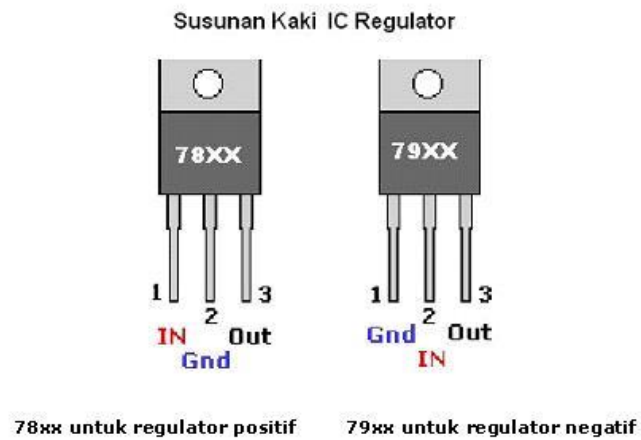
IC Regulator jenis ini merupakan regulator yang tegangan keluarannya telah ditentukan sehingga tidak banyak komponen tambahan untuk merangkai regulator menggunakan IC ini. Contoh IC regulator ini yang paling populer adalah keluarga 78xx (positif) dan 79xx (negatif). Tanda “xx” merupakan besar tegangan keluaran yang diatur oleh IC tersebut, misalnya :

7805 / 7905 menghasilkan tegangan keluaran sebesar +5VDC / -5VDC.

7809 / 7909 menghasilkan tegangan keluaran sebesar +9VDC / -9VDC.

7812 / 7912 menghasilkan tegangan keluaran sebesar +12VDC / -12VDC.

7824 / 7924 menghasilkan tegangan keluaran sebesar +24VDC / -24VDC.<sup>[16]</sup>



**Gambar 2.33** IC 78xx dan 79xx

(Sumber: <http://eprints.polsri.ac.id/1140/3/BAB%20II.doc> diakses pada tanggal 01 Juni 2018)

Gambar diatas merupakan gambar IC 78xx dan 79xx. Dalam penggunaan IC 78XX atau 79XX terdapat beberapa karakteristik yang harus diperhatikan diantaranya nya Regulation Voltage, Maximum Current, Minimum Input Voltage contohnya :

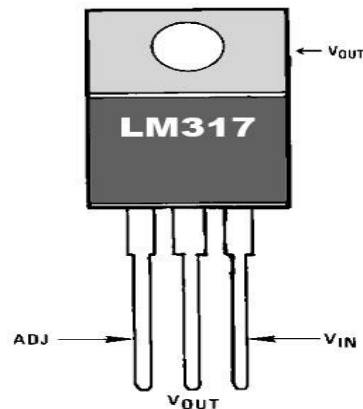
**Tabel 2.3** Karakteristik 78xx

Type Number	Regulation Voltage	Maximum Current	Minimum Input Voltage	Max Input Voltage
78L05	+5V	0.1A	+7V	20V
78L12	+12V	0.1A	+14.5V	27V
78L15	+15V	0.1A	+17.5V	30V
78M05	+5V	0.5A	+7V	20V
78M12	+12V	0.5A	+14.5V	27V
78M15	+15V	0.5A	+17.5V	30V

7805	+5V	1A	+7V	20V
7806	+6V	1A	+8V	21V
7808	+8V	1A	+10.5V	25V
7812	+12V	1A	+14.5V	27V
7815	+15V	1A	+17.5V	30V
7824	+24V	1A	+26V	38V
78S05	+5V	2A	+8V	20V
78S09	+9V	2A	+12V	25V
78S12	+12V	2A	+15V	27V
78S15	+15V	2A	+18V	30V

## 2. Adjustable voltage regulator (LM317 series)

Adjustable Voltage Regulator IC merupakan jenis regulator tegangan yang dapat kita tentukan keluaran tegangan-nya atau bisa juga dibuat sebagai regulator tegangan variabel. Jenis IC yang sering digunakan sebagai Adjustable Voltage Regulator ini adalah IC regulator LM317 (positif) dan LM337 (negatif). Rentang tegangan yang mampu diatur oleh IC regulator ini adalah 1,2V sampai dengan 37V.<sup>[16]</sup>



**Gambar 2.34** IC LM317

(Sumber: <http://eprints.polsri.ac.id/1140/3/BAB%20II.doc> diakses pada tanggal 01 Juni 2018)

## 2.8 Relay

*Relay* adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/*Switch*). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.

### 2.8.1 Tujuan Umum Relay

Ada beberapa tujuan penggunaan *relai* dalam rangkaian listrik maupun elektronika, yaitu.<sup>[1]</sup>

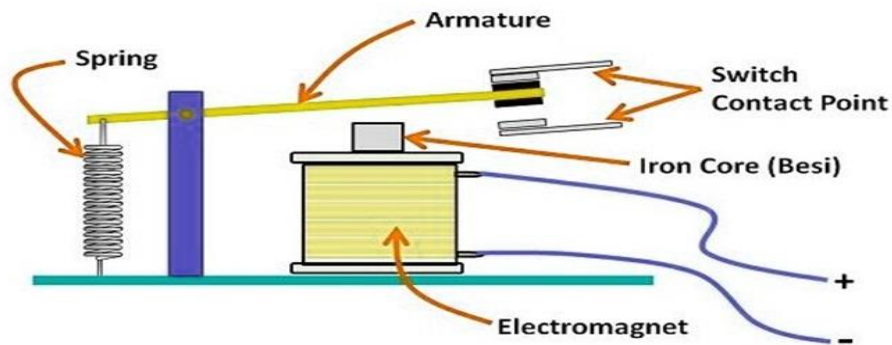
1. Untuk pengendalian sebuah rangkaian
2. Sebagai pengontrol sistem tegangan tinggi tapi dengan tegangan rendah.
3. Sebagai pengontrol sistem arus tinggi dengan memakai arus yang rendah.
4. Fungsi logika.

## 2.8.2 Prinsip Kerja Relay

Pada dasarnya, Relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu :

1. Electromagnet (Coil)
2. Armature
3. Switch Contact Point (Saklar)
4. Spring

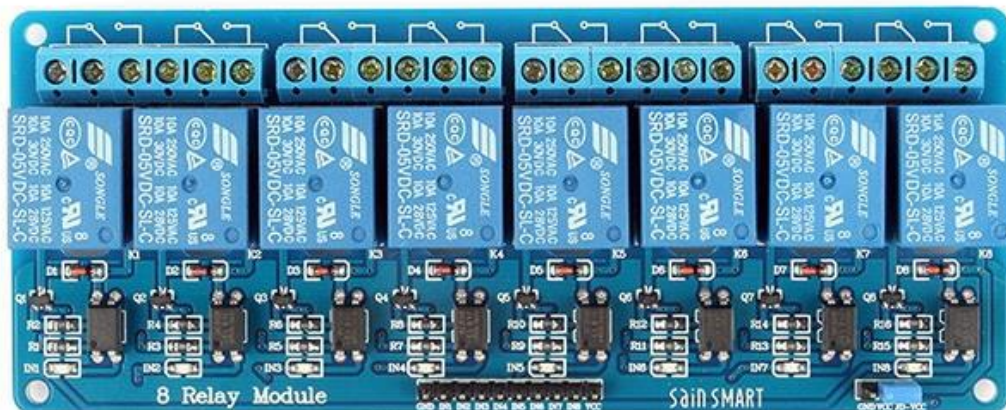
Gambar 2.35 dan 2.36 berikut ini merupakan gambar dari bagian-bagian relay dan relay 5VDC :



**Gambar 2.35** Bagian-Bagian Relay

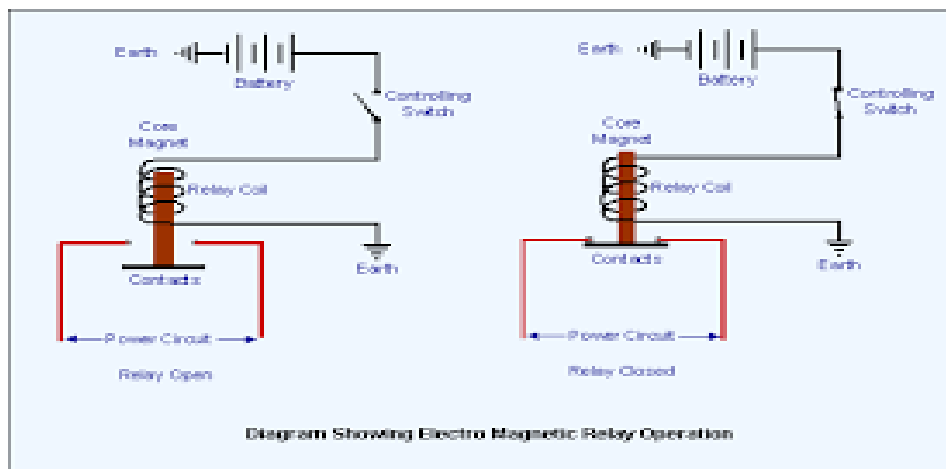
(Sumber: <http://maulana.lecture.ub.ac.id/files/2014/09/07-Relay-dan-SSR.pdf>

pada tanggal 25 Mei 2018)



**Gambar 2.36** Relay 5V

(Sumber: <http://maulana.lecture.ub.ac.id/files/2014/09/07-Relay-dan-SSR.pdf>  
pada tanggal 25 Mei 2018)



**Gambar 2.37** Relay NO dan Relay NC

(Sumber: <http://maulana.lecture.ub.ac.id/files/2014/09/07-Relay-dan-SSR.pdf>  
pada tanggal 25 Mei 2018)



Kontak Poin (*Contact Point*) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

1. *Normally Close* (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *CLOSE* (tertutup)
2. *Normally Open* (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *OPEN* (terbuka).

Berdasarkan gambar 2.37 diatas, sebuah Besi (Iron Core) yang dililit oleh sebuah kumparan Coil yang berfungsi untuk mengendalikan Besi tersebut. Apabila Kumparan Coil diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya Elektromagnet yang kemudian menarik Armature untuk berpindah dari Posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi Saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana Armature tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi OPEN atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, Armature akan kembali lagi ke posisi Awal (NC). Coil yang digunakan oleh Relay untuk menarik Contact Poin ke Posisi Close pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.<sup>[1]</sup>

### **2.8.3 Jenis – jenis Relay**

Untuk memenuhi kebutuhan di dalam merangkai atau membuat sirkuit listrik dan elektronika, beberapa produsen membuat / memproduksi berbagai macam / jenis *relay*, namun secara sistem di bagi atas.<sup>[1]</sup>

1. *Electromagnetic Relays* (EMRs) = Relai Elektomagnetik

*Electromagnetic Relays* (EMRs) terdiri dari kumparan / koil untuk menerima sinyal tegangan tertentu, dengan satu set atau beberapa kontak yang terhubung pada *armature* / tuas yang diaktifkan / digerakkan oleh kumparan

energi untuk membuka atau menutup sirkuit listrik sebagai hasil dari proses *relay* tersebut.

## 2. *Solid-state Relays (SSRs)*

*Solid-state Relays (SSRs)* menggunakan *output semikonduktor* bukan lagi kontak secara mekanik untuk membuka dan menutup sirkuit. Perangkat *output optik* digabungkan ke sumber cahaya LED di dalamnya. *Relay* dihidupkan dengan energi LED ini, biasanya dengan tegangan *DC power* yang rendah.

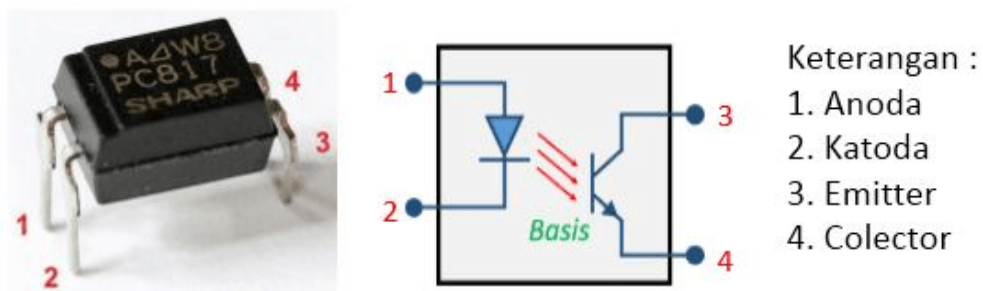
### 2.8.4 Driver Relay

Driver Relay memiliki arti sebagai rangkaian elektronika yang biasanya digunakan untuk mengendalikan serta pengoperasian sesuatu dari jarak jauh atau semacam remote. Tentunya rangkaian ini bisa mempermudah dan juga memperlancar pekerjaan yang memang kadang membutuhkan rangkaian dari relay ini. Dengan menggunakan rangkaian relay tersebut, anda bisa melakukan kontrol dan juga mengoperasikan perangkat elektronik yang anda miliki dari jarak jauh. Driver relay yang dipakai adalah Optocoupler PC817.

Optocoupler PC817 adalah sebuah komponen semi konduktor atau alat yang terdiri dari LED ( *Ligh Emitting Diode* ) dan Komponen yang sensitif terhadap cahaya. Biasa nya digunakan untuk isolasi rangkaian satu ke rangkaian yang lain nya. Optocoupler juga sering di kenal dengan nama Optical coupler dan opto isolator. Di sebut sebagai Opto isolator karena LED dengan komponen sensitive cahaya terpisah oleh udara, namun dua komponen ini biasa nya di package dalam satu tempat. Biasanya LED ini di hubungkan ke sistem controller atau rangkaian

elektronik dengan tegangan rendah dan sensitive terhadap beban tegangan besar. Jadi untuk memproteksi adanya gangguan tegangan feedback maka di gunakan lah isolator ini. Komponen Sensitive cahaya ini ( biasanya photo transistor dan photo triac ) dihubungkan untuk mengendalikan beban beban besar seperti Motor DC, Motor AC, Kontaktor, dan lain lain. Contoh komponen yang termasuk sebagai optocoupler adalah ic 4n25, 4n25, MOC3021, PC817 dan lain-lain. Setidaknya komponen-komponen optocoupler ini menemani saya dalam mendesain sistem controller.

Optocouper biasanya saya pribadi di fungsikan untuk mengendalikan motor Relay dan Motor AC. Driver Optocouper ini di controller oleh Arduino dan Atmega32/16. Jadi dengan tegangan dengan sinyal kecil mampu mengendalikan beban Motor AC atau beban Lampu AC dengan daya yang besar. Gambar 2.38 merupakan gambar optocoupler PC817.



**Gambar 2.38** Optocoupler PC817

(Sumber: <https://mikroavr.com/fungsi-rangkaian-optocoupler/> pada tanggal 22

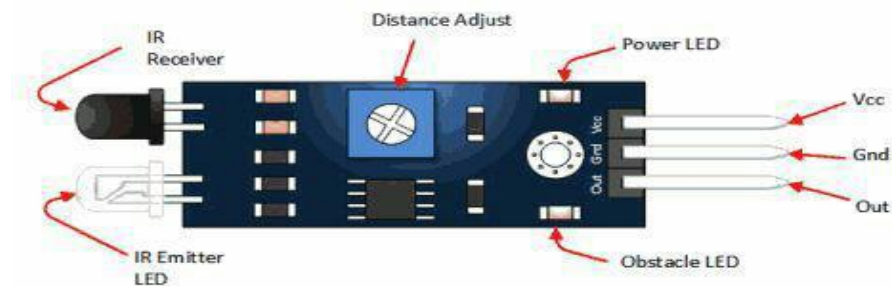
Agustus 2018)

Karena LED yang terhubung ke controller hanya di hubungkan oleh cahaya saja, maka ketika ada kerusakan pada rangkaian photo transistor ( komponen sensitif cahaya lainnya ) maka tidak akan merusak fungsi rangkaian controller nya. Sebagai contoh control kecepatan motor dengan sinyal PWM yang di hubungkan langsung dengan controller. Ketika ada perubahan induksi pada motor, seperti lonjakan listrik, maka akan merusak atau mengganggu controller. Karena line pwm langsung di hubungkan ke driver nya Motor. Hal ini akan jauh berbeda jika sinyal pwm ini kita hubungkan ke optocoupler. Maka gangguan atau perubahan lonjakan induksi pada motor tidak akan mempengaruhi controller nya.

Fungsi Optocoupler PC817, seperti sudah di singgung di atas Rangkaian optocoupler juga bisa kita gunakan untuk controler relay DC. LED pada optocoupler kita hubungkan ke sensor inframerah .Kemudian pada sisi Photo transistor nya kita hubungkan ke transistor untuk mengendalikan Relay. Ketika LED mendapatkan tegangan dari mikrocontroller maka Led akan menyala. Menyala nya LED akan menyebabkan photo transistor aktif ( saturasi ) sehingga melewati tegangan 5volt dan di teruskan ke kaki basis nya transistor. Ketika ini terjadi maka transistor juga akan saturasi ( kondisi on) sehingga melewati tegangan 5v ke emitor. Hal ini mengakibatkan Lilitan pada relay bersifat magnet dan menarik mekanik kontaktor di dalam relay. Artinya relay menjadi terhubung.

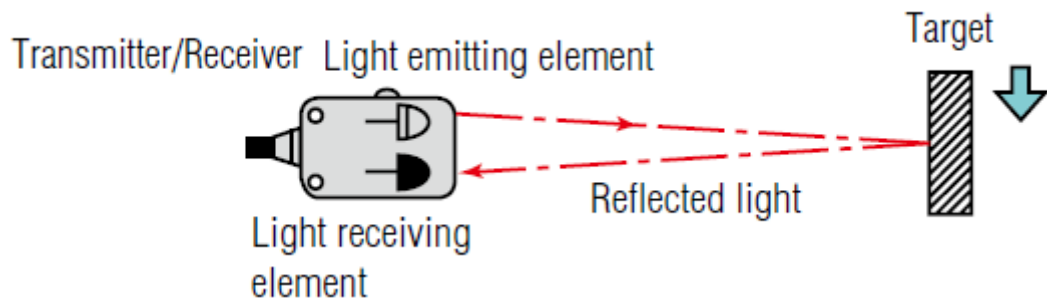
## 2.9 Sensor *Photoelectric*

Fotoelektrik adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi benda yang melewati radiasi sinar yang dipancarkan oleh sensor, yang kemudian dipantulkan kembali ke receiver sensor. Gambar 2.39 merupakan sensor photoelectric dan gambar 2.40 merupakan gambar transmitter dan receiver sensor photoelectric.<sup>[1]</sup>



**Gambar 2.39** Sensor *Photoelectric*

(Sumber: <https://dokumen.tips/documents/sensor-fotoelektrik.html> diakses pada tanggal 26 Mei 2018)



**Gambar 2.40** Transmitter/Receiver Sensor *Photoelectric*

(Sumber: <https://dokumen.tips/documents/sensor-fotoelektrik.html> diakses pada tanggal 26 Mei 2018)

Karakteristik yang dimiliki sensor *photoelectric* adalah sebagai berikut :

1. Beroperasi pada catu tegangan : 12 Volt – 24 Volt DC.
2. Arus yang dikonsumsi maksimal 20 miliampere

3. Sumber cahaya yang digunakan adalah LED merah
4. Memiliki penguat sendiri (diatur dengan potensiometer)
5. Jarak pendeteksian 10 – 100 mm
6. Waktu respon yang dimiliki 1 milidetik On dan 1 milidetik Off
7. Tegangan *ripple* harus kurang 10% dari tegangan sumber.

### **2.9.1 Cara Kerja Sensor *Photoelectric***

Sensor yang mendeteksi benda yang melewati radiasi sinar yang dipancarkan oleh sensor, yang kemudian dipantulkan kembali ke receiver sensor. Sensor ini bersifat seperti saklar. Apabila sensor mendeteksi benda maka saklar akan ON, apabila tidak mendeteksi benda maka sensor OFF. Suatu sensor dibagi dalam dua sub sistem yaitu:<sup>[1]</sup>

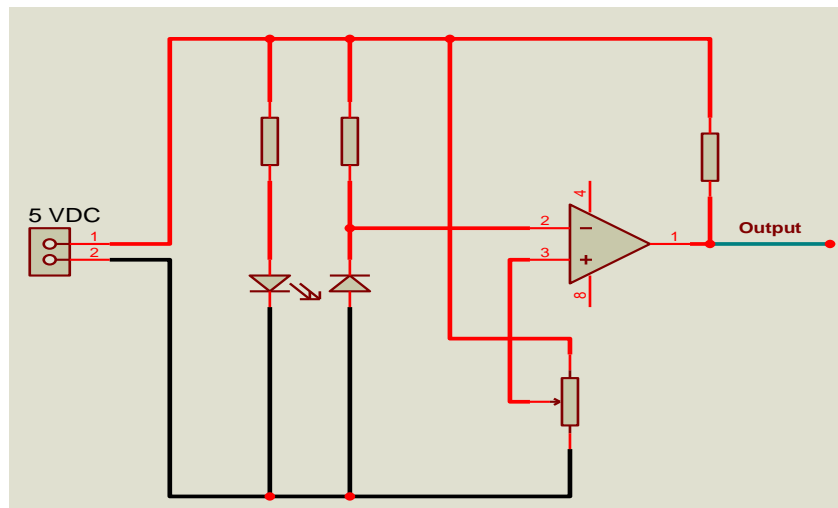
1. Optical transmitter
2. Optical receiver

Sensor yang terpasang pada mesin komplit veb polygraph, digunakan untuk mengetahui objek kertas. Dalam mendekati objek optical sensor atau sensor fotoelektrik dibagi dalam tiga formasi yaitu:

1. Oppsed sensing yaitu, transmitter dan receiver dirangkai sejajar tanpa harus adanya reflektor dan benda kerja yang bergerak melalui transmitter dan receiver.
2. Retroreflecting sensing yaitu, cahaya dari transmitter dipantulkan, dengan menggunakan reflektor, kemudian diterima oleh receiver yang letaknya disusun membentuk sudut, dengan reflektor dan objek yang bergerak melalui cahaya antar reflektor dengan transmitter dan receiver.

3. Diffuse sensing yaitu, cara kerjanya mirip dengan retroreflecting sensing, tetapi yang bekerja sebagai reflektor adalah objek itu sendiri.

Gambar 2.41 dibawah merupakan rangkaian sensor photoelectric.



**Gambar 2.41** Rangkaian Sensor *Photoelectric*

(Sumber: <https://dokumen.tips/documents/sensor-fotoelektrik.html> diakses pada tanggal 26 Mei 2018)

Prinsip kerjanya Photoelectric sensor bereaksi pada perubahan cahaya yang diterima.

Untuk mengaktifkan Photoelectric dapat dipilih mode kerja sebagai berikut :

1. Dark ON

Saat tegangan keluaran sensor berlogika tinggi (24 Vdc) pada kondisi normalnya dan apabila ada benda yang menghalangi akan mengaktifkan transistor (terhubung ke ground) sehingga tegangan keluaran sensor akan berubah mejadi logika tinggi (24 Vdc)

2. Light ON

Saat tegangan keluaran sensor berlogika rendah (0 Vdc) pada kondisi normalnya dan apabila ada benda yang menghalangi akan mengaktifkan transistor (terhubung ke Vcc) sehingga tegangan keluaran sensor akan berubah menjadi logika rendah (0 Vdc).

### 2.9.2 Fungsi Sensor Photoelectric

Sensor ini memiliki sepasang pemancar dan penerima inframerah. frekuensi inframerah yang dipancarkan mengenai permukaan (objek terdeteksi) akan dipantulkan kembali dan diterima oleh bagian penerima inframerah. setelah diproses oleh rangkaian pembanding (*comparator*), lampu hijau akan menyala dan mengeluarkan sinyal digital (*digital output*) rendah. jarak deteksi dapat diatur dengan *potensiometer*, dengan jarak efektif 2-30 cm, tegangan kerja 3.3v-5v.<sup>[1]</sup>

Terdapat 4 jenis sensor *photoelectric* yang tersedia :

#### 1. Pemantulan Langsung (*Direct Reflection*)

Transmitter dan receiver ditempatkan bersama-sama dan menggunakan cahaya yang dipantulkan langsung dari objek untuk melakukan deteksi. Pemilihan photosensor jenis ini harus mempertimbangkan warna dan tipe permukaan objek (kasar, licin, buram, terang). Dengan permukaan buram, jarak sensing akan dipengaruhi oleh warna objek. Warna-warna terang berpengaruh terhadap jarak sensing maksimum dan warna gelap berpengaruh terhadap jarak sensing minimum. Jika permukaan objek mengkilap, efek permukaan yang lebih penting daripada warna. Pada data teknik (*katalog*), jarak sensing yang tertera merupakan uji dengan menggunakan kertas putih (*matte*).



## 2. Refleksi dengan reflektor (*Reflection with Reflector*)

Transmitter dan receiver ditempatkan bersama-sama dan membutuhkan *reflektor*. Obyek terdeteksi karena memotong cahaya antara sensor dan *reflektor* sehingga *receiver* tidak menerima cahaya. *Photocells* ini memungkinkan jarak sensing lebih jauh. Dengan adanya *reflector* sinar yang dipancarkan akan dipantulan sepenuhnya ke *receiver*.

## 3. Pemantulan terpolarisasi dengan *reflektor* (*Polarized Reflection with Reflector*)

Mirip dengan pemantulan dengan *reflector*, photocells ini menggunakan perangkap anti-refleksi. Jadi *reflector* tidak mengkilap. Sensor ini mendasarkan fungsi pada sebuah pita cahaya terpolarisasi, memberikan keuntungan dan deteksi akurat bahkan ketika permukaan obyek sangat mengkilap. Data teknik tidak ada karena sangat dipengaruhi oleh pemantulan acak (benda apa saja).

## 4. *Through Beam*

*Transmitter* dan *receiver* ditempatkan secara terpisah dan terdeteksi objek terjadi ketika memotong sinar antara *transmitter* dan *receiver* sehingga *receiver* kehilangan cahaya sesaat.