

BAB II

LANDASAN TEORI

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini diperlukan beberapa teori penunjang yang nantinya digunakan sebagai dasar atau acuan dalam pembuatan sistem, maupun teori dasar yang melandasi permasalahan dan penyelesaiannya dalam proyek akhir ini. Berikut ini adalah beberapa teori penunjang tersebut :

2.1 Tinjauan Pustaka

Setelah penulis melakukan telaah terhadap beberapa referensi yang ada, ada beberapa yang memiliki keterkaitan dengan perancangan yang penulis lakukan. Pada jurnal yang penyusun temukan adalah perancangan yang dilakukan oleh C Hadi P, Nurhayati (2013) yang berjudul “Rancang Bangun Alat Pemilah Dan Penghitung Barang Dengan Menggunakan Laser Berbasis Mikrokontroler” dimana penulis merancang suatu konveyor pemilih barang dan penghitung jumlah barang yang bekerja secara otomatis dengan menggunakan prinsip kerja laser. Alat ini dapat bekerja secara otomatis karena dikendalikan oleh mikrokontroler ATmega 16. Untuk melakukan barang digunakan laser sebagai receiver dan sensor photodiode sebagai transmitter, dimana berfungsi sebagai penghitung barang yang melewatinya yang dikontrol dengan mikrokontroler ATmega 16. ^[1]

Jurnal yang kedua yang berhasil penulis temukan adalah perancangan yang dilakukan oleh Fauza Hafni (2016) yang berjudul “Alat Penghitung Untuk Pengemasan Berbasis Arduino Uno” dimana penyusun membuat konveyor pemilah dan penghitung kentang, kentang dipilah berdasarkan berat kentang menggunakan

sensor *load cell*, setelah kentang terpisahkan berdasarkan beratnya kemudian kentang dihitung jumlahnya menggunakan sensor photodiode. [2]

Dalam alat yang lain yang menjadi referensi penulis jurnal yang dibuat oleh Sri Poernomo (2010) yang berjudul “Rancang Bangun Konveyor Penghitung Barang Dengan Sistem Kendali Berbasis PLC” dimana dibuatnya konveyor penghitung barang dengan sensor photodiode dan sebagai pusat pengendali menggunakan PLC Omron CPM1A 20 CDR. [3]

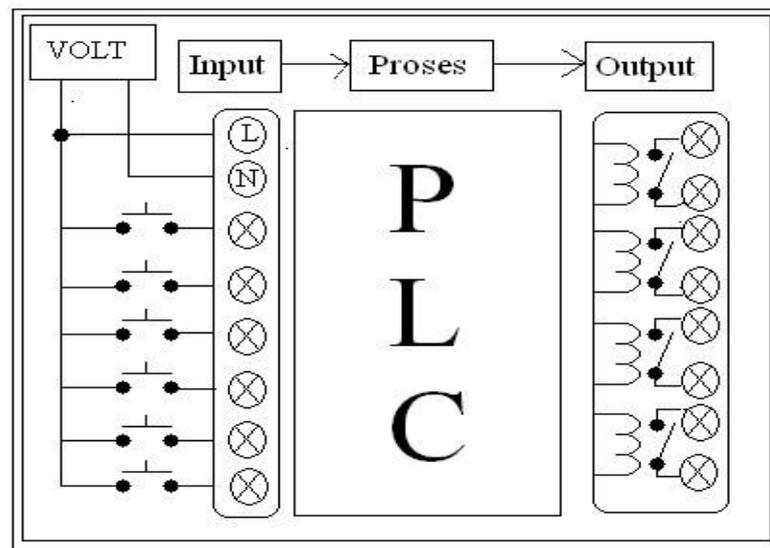
Dengan demikian, meskipun diatas telah disebutkan adanya perancangan dengan tema yang serupa dengan perancangan yang penulis lakukan, akan tetapi masih banyak terdapat perbedaan tugas akhir yang akan dikerjakan penulis dengan referensi – referensi diatas adalah penulis akan mensortir banyak jenis barang yaitu berdasarkan tinggi barang dan berdasarkan jenisnya yaitu logam ataupun non logam dimana tiap barang yang tersortir akan dihitung dan dimonitoring perhitungannya. Sebagai pusat kendali digunakan PLC Schneider Modicon TM221CE16R. Pada bagian perancangan monitoring walaupun sama menggunakan Vijeo Designer tetapi berbeda aplikasi alat yang dimonitoring.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Pengertian PLC

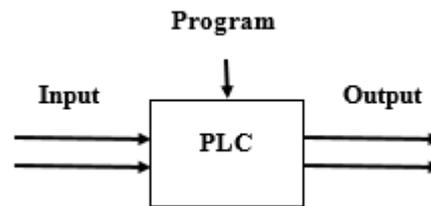
Programmable logic controller atau PLC merupakan suatu bentuk khusus pengontrol berbasis-mikroprosesor yang memanfaatkan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi dan untuk mengimplementasikan fungsi-fungsi semisal logika, *sequencing*, pewaktuan (*timing*), pencacahan

(*counting*) dan aritmatika guna mengontrol mesin-mesin dan proses-proses dan dirancang untuk dioperasikan oleh para insinyur yang hanya memiliki sedikit pengetahuan mengenai komputer dan bahasa pemrograman.^[4] Gambar 2.1 dibawah ini menunjukkan gambar *Wiring Diagram PLC*.



Gambar 2.1 *Wiring Diagram PLC* ^[4]

PLC memiliki keunggulan yang signifikan, karena sebuah perangkat pengontrol yang sama dapat dipergunakan di dalam beraneka ragam sistem kontrol. Untuk memodifikasi sebuah sistem kontrol dan aturan-aturan pengontrolan yang dijalankannya, yang harus dilakukan oleh seorang operator hanyalah melakukan seperangkat instruksi yang berbeda dari yang digunakan sebelumnya. Penggantian rangkaian kontrol tidak perlu dilakukan. Hasilnya adalah sebuah perangkat yang fleksibel dan hemat biaya yang dapat dipergunakan dalam sistem-sistem kontrol yang sifat dan kompleksitasnya sangat beragam. Gambar 2.2 di bawah menunjukkan gambar sebuah *Programmable Logic Controller*.



Gambar 2.2 Sebuah Programmable Logic Controller ^[4]

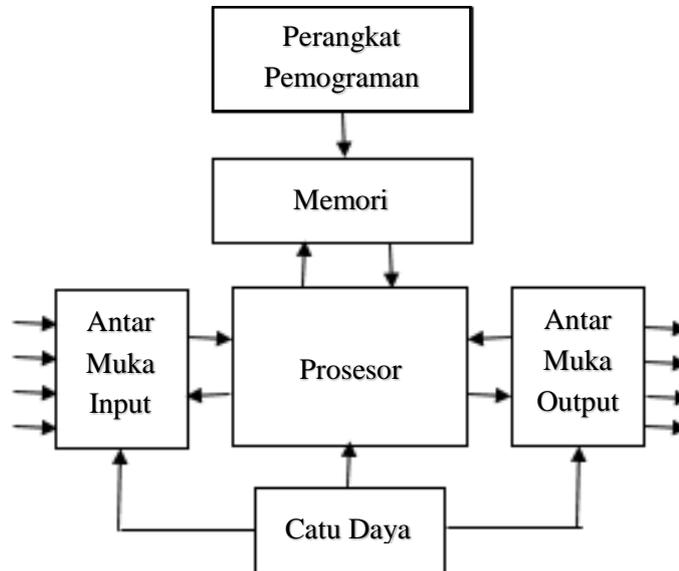
PLC serupa dengan komputer namun, bedanya: komputer dioptimalkan untuk tugas-tugas penghitung dan penyajian data, sedangkan PLC dioptimalkan untuk tugas-tugas pengontrolan dan pengoperasian di dalam lingkungan industri.

Dengan demikian PLC memiliki karakteristik:

1. Kokoh dan dirancang untuk tahan terhadap getaran, suhu, kelembaban dan kebisingan.
2. Antarmuka untuk input dan output telah tersedia secara built-in di dalamnya.
3. Mudah diprogram dan menggunakan sebuah bahasa pemrograman yang mudah dipahami, yang sebagian besar berkaitan dengan operasi-operasi logika dan penyambungan.

Perangkat PLC pertama dikembangkan pada tahun 1969. Dewasa ini PLC secara luas digunakan dan telah dikembangkan dari unit-unit kecil yang berdiri sendiri (*self-contained*) yang hanya mampu menangani sekitar 20 input/output menjadi sistem-sistem modular yang dapat menangani input/output dalam jumlah besar, menangani input/output analog maupun digital, dan melaksanakan modemode kontrol proporsional-integral-derivatif.^[4]

2.2.2 Fungsi PLC



Gambar 2.3 Sistem PLC ^[4]

Gambar 2.3 diatas menunjukkan gambar sistem PLC. Dalam prakteknya kegunaan PLC sangat luas, tetapi fungsi PLC dapat dibagi secara umum dan secara khusus. Secara umum fungsi PLC dapat dijelaskan sebagai berikut berikut:

1. *Sekuensial Control*

PLC menjaga bahwa semua langkah dalam proses dapat berlangsung dalam urutan yang tepat, karena PLC memproses sinyal *input* menjadi sinyal *output* yang digunakan untuk pemrosesan teknik secara berurutan.

2. *Monitoring Plant*

PLC secara *real time* memonitor status suatu sistem dan mengambil tindakan yang diperlukan sehubungan dengan proses yang dikontrol (misalnya nilai sudah melebihi batas) atau menampilkan pesan tersebut pada operator.

Sedangkan fungsi PLC secara khusus adalah dapat memberikan input ke CNC (*Computerized Numerical Control*). Beberapa PLC dapat memberikan input ke CNC untuk kepentingan pemrosesan lebih lanjut. CNC bila dibandingkan dengan PLC mempunyai ketelitian yang lebih tinggi dan lebih mahal harganya. CNC biasanya dipakai untuk proses *finishing*, membentuk benda kerja, *moulding* dan sebagainya.^[4]

2.2.3 Prinsip Kerja PLC

Pada dasarnya PLC memiliki kemiripan fungsi dengan peralatan *controller* lainnya, yaitu menerima sinyal input kemudian melakukan proses terhadap sinyal input sesuai dengan program yang telah tersimpan dan mengeluarkan sinyal hasil pemrosesan ke peralatan penggerak- sinyal pengendali.

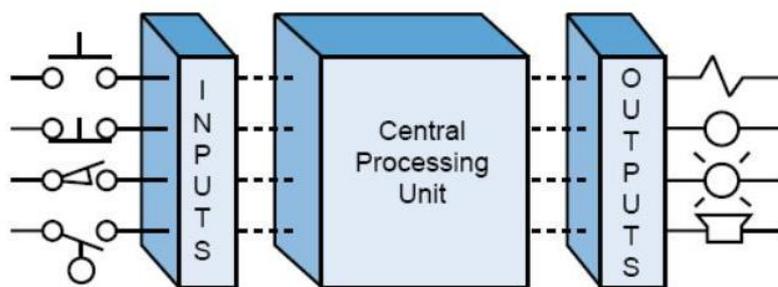
PLC terdiri dari dua komponen penting yaitu CPU dan *input/output*. CPU (*Central Processing Unit*) bertugas melakukan berbagai manipulasi data masukan untuk menghasilkan data keluaran.^[4] Sedangkan bagian *input* dan masukan yang modular bertujuan untuk menjembatani antara PLC dengan komponen luar, seperti misalnya data dari sensor kadang terlalu lemah untuk menggerakkan CPU, sehingga dengan modul *input* dari PLC, maka sinyal dari sensor dapat menggerakkan PLC. Demikian pula dengan modul *output*. Supaya hasil proses di CPU dapat menggerakkan perangkat luar PLC diperlukan modul keluaran.

Secara umum prinsip kerja PLC relatif mudah, yaitu:

1. PLC menerima atau membaca data yang berupa sinyal *input* dari sensor di mesin otomatis yang terbaca lewat sensor yang terpasang di peralatan mesin.

2. PLC memproses sinyal *input* dengan cara melakukan serangkaian instruksi logika terhadap data sinyal input tersebut sesuai dengan program yang telah tersimpan dalam memori PLC. Pengolahan sinyal *input* dilakukan di *processor* yang terletak di dalam CPU.
3. PLC mengirim sinyal *output* ke modul *output*. Modul *output* kemudian menghubungkan hasil proses CPU ke peralatan keluaran. Contoh: *limit switch*, transduser tekanan, *push button*, motor AC maupun DC, solenoida dll.

Gambar 2.4 dibawah ini menunjukkan gambar Blok diagram prinsip kerja PLC.



Gambar 2.4 Blok diagram prinsip kerja PLC ^[5]

2.2.4 Hardware PLC

Pada umumnya sebuah PLC memiliki lima komponen utama yaitu:

1. *Central processing unit* (CPU).

CPU adalah unit yang berisi mikroprosesor yang melakukan operasi / pemrosesan dan juga melakukan pengawasan atas semua operasional kerja sesuai dengan program yang tersimpan di dalam memori, kemudian mengkomunikasikan keputusan yang diambilnya sebagai sinyal-sinyal ke antarmuka output, dengan kata lain CPU merupakan otak atau jantung PLC.

2. *Power Supply* (Unit Catu Daya)

Catu daya berfungsi untuk mengkonversikan tegangan AC sumber menjadi tegangan DC (5 volt) yang dibutuhkan prosesor dan rangkaian-rangkaian di dalam modul antarmuka input dan output.

3. Perangkat Pemograman

Perangkat Pemograman digunakan untuk memasukan program yang dibutuhkan ke dalam memori. Program tersebut dibuat dengan menggunakan perangkat ini dan kemudian dipindahkan ke dalam unit memori PLC.

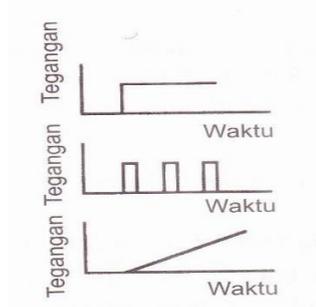
4. Unit Memori

Unit Memori adalah tempat di mana program yang digunakan untuk melakukan pengontrolan oleh mikroprosesor disimpan.

5. Bagian *input/output* (I/O).

Bagian input dan output berfungsi dimana input menerima informasi berupa sinyal elektrik dari sensor atau komponen lain kemudian mengkomunikasikan informasi kontrol ke perangkat-perangkat eksternal. Sinyal input dapat berasal dari saklar-saklar, sedangkan sinyal output dapat disalurkan pada kumparan-kumparan *stater* motor, katup-katup selenoida dan lainnya. Perangkat *input* dan *output* dapat digolongkan menjadi perangkat yang menghasilkan sinyal diskrit atau digital, dan yang menghasilkan sinyal analog (Gambar 2.5). perangkat yang menghasilkan sinyal sinyal diskrit atau digital adalah perangkat yang hanya menghasilkan kondisi *off* atau *on*. Sehingga saklar adalah sebuah perangkat yang menghasilkan sinyal digital, yaitu ada tegangan atau tidak adanya tegangan. Sedangkan perangkat analog adalah perangkat yang sinyal-

sinyal amplitudonya sebanding dengan nilai variabel yang dipantau. Contohnya adalah sensor suhu yang akan menghasilkan tegangan yang nilainya sebanding dengan suhu.^[4] Gambar 2.5 dibawah ini menunjukkan gambar sinyal diskrit,digital,dan analog.



Gambar 2.5 Sinyal Diskrit, Digital dan Analog ^[4]

2.2.5 Ladder Diagram

Logika tangga (*Ladder logic*) adalah bahasa pemrograman yang dipakai untuk menggambarkan secara grafis diagram rangkaian elektronika dan perangkat keras komputer berdasarkan logika berbasis-*relay* yang banyak dijumpai pada aplikasi *Programmable Logic Controllers* (PLC) dan kendali industri. Sesuai dengan namanya, program ini menggunakan gambar anak tangga yang terdiri dari garis-garis tegak dan garis mendatar untuk menyajikan fungsi logika rangkaiannya.^[4]

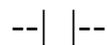
Dalam PLC, terdapat beberapa instruksi fungsi yang dapat kita gunakan untuk membantu kita dalam membuat suatu program, antara lain :

1. Bit *Logic*

Instruksi Bit *Logic* bekerja dengan dua keadaan, yaitu “1” atau “0”. *Logic* “1” menandakan aktif dan *logic* “0” menandakan tidak aktif. Berikut ini macam-macam fungsi umum instruksi bit *logic* :

a. *Normally Open Contact*

Instruksi *normally open* digunakan apabila kita ingin memasukkan input yang keadaan normalnya adalah terbuka. Gambar 2.6 dibawah ini menunjukkan gambar *ladder Diagram Normally Open*.



Gambar 2.6 *Ladder Diagram Normally Open*^[4]

Penggunaan *Normally Open Contact* harus disertai dengan *address* sesuai dengan tipe PLC yang digunakan. *Address* bertujuan untuk memberikan perintah sebagai input atau set *Output Coil*.

b. *Normally Closed Contact*

Instruksi *normally close* digunakan apabila kita ingin memasukkan input yang keadaan normalnya adalah tertutup. Gambar 2.7 dibawah ini menunjukkan gambar *Ladder Diagram Normally Close*.



Gambar 2.7 *Ladder Diagram Normally Close*^[4]

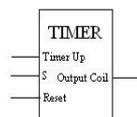
Penggunaan *Normally close Contact* harus disertai dengan *address* sesuai dengan tipe plc yang digunakan. *Address* bertujuan untuk memberikan perintah sebagai input atau set *Output Coil*.

2. Perintah *Timer*

Timer merupakan instruksi yang berfungsi memberikan waktu tunda (*delay*). Dengan adanya *timer*, kita dapat mengatur kapan suatu *output* harus aktif setelah kita berikan *input*. Selain itu kita juga dapat mengatur seberapa lama *output* tersebut harus aktif. Berdasarkan cara kerjanya, *timer* dibagi dalam beberapa macam, antara lain :

a. *Timer Up*

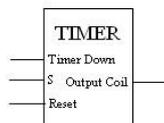
Timer Up merupakan perintah untuk menunda ketika waktu yang di tunda telah sampai maka *timer* akan aktif. dengan catatan pada saat waktu berjalan *timer* keadaan *LOW* atau dalam bahasa *logic* '0' ketika waktu sampai maka *timer* akan aktif *HIGH* atau *Logic* '1'. Gambar 2.8 dibawah ini menunjukkan gambar *Ladder* Diagram perintah *Timer Up*.



Gambar 2.8 *Ladder Diagram* perintah *Timer Up*^[4]

b. *Timer Down*

Timer Down merupakan kebalikan dari *timer Up* *timer* ini akan ber*logic* 1 atau *high* saat waktu berjalan dan apabila waktu telah sampai batasnya maka keadaan *timer* akan *low* atau *logic* '0'. Gambar 2.9 dibawah ini menunjukkan gambar *Ladder* Diagram perintah *Timer Down*.



Gambar 2.9 *Ladder Diagram* perintah *Timer Down*^[4]

3. Perintah *Counter*

Counter merupakan rangkaian logika pengurut, karena *counter* membutuhkan karakteristik memori, dan pewaktu memegang peranan yang penting. *Counter* dalam PLC bekerja seperti halnya *Counter* mekanik atau elektronik yang mana membandingkan nilai yang kumpanan dengan nilai setting hasil perbandingan digunakan sebagai acuan keluran.^[5]

Counter terdiri dari dua elemen dasar yaitu kumpanan relay untuk menghitung pulsa-pulsa input dan kumpanan relay untuk membalikan *counter* ke posisi awalnya (*reset*), sedangkan kontak-kontak yang diasosiasikan dengan *counter* berada pada anak tangga lainnya. Di dalam penggunaan counter, terdapat 2 jenis counter yang sering digunakan yaitu :

1. *Counter Up*

Counter Up adalah serangkaian *flip-flop* yang dihubungkan secara seri dengan cara *output flip-flop* yang pertama menjadi *input flip-flop* berikutnya. Pulsa dari *clock* menjadi *input* untuk *flip-flop* yang pertama dan akan menyebabkan perubahan pada kondisi *output* untuk saat yang di kehendaki. *Counter Up* ini berfungsi untuk menghitung secara maju.

2. *Counter Down*

Counter Down adalah serangkaian *flip-flop* yang dihubungkan secara seri dengan cara *output flip-flop* yang pertama menjadi *input flip-flop* berikutnya.

Pulsa dari *clock* menjadi *input* untuk *flip-flop* yang pertama dan akan menyebabkan perubahan pada kondisi *output* untuk saat yang di kehendaki.

2.3 PLC Schneider Modicon TM221CE16R

PLC Schneider Modicon TM221CE16R adalah peralatan kontrol yang dapat diprogram untuk mengontrol proses atau operasi mesin. Kontrol program dari PLC adalah menganalisa sinyal input kemudian mengatur keadaan output sesuai dengan keinginan pemakai. PLC ini memiliki pin I/O sejumlah 16 buah digital I/O (9 buah pin digital input dan 7 buah pin relay output 2A), 2 analog input, 1 serial line port, 1 Ethernet port dan 100-240 Vac Power Supply controller dengan removable terminal block. Gambar 2.10 dibawah ini menunjukkan gambar PLC Schneider Modicon TM221CE16R.

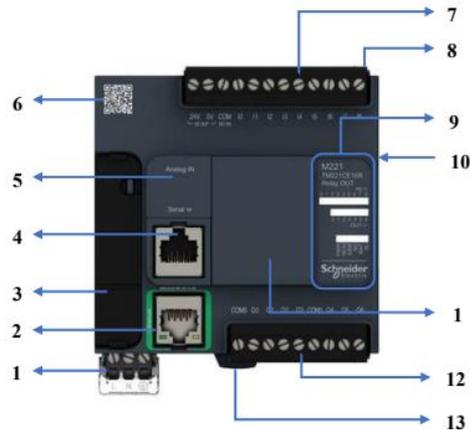


Gambar 2.10 PLC Schneider Modicon TM221CE16R ^[6]

PLC Schneider Modicon TM221CE16R yang penulis gunakan juga dilengkapi dengan sebuah expansion module TM3AM6 (Analog I/O Module) dengan 4 analog input (+ - 10V, 0-10V, 0-20mA, 4-20mA) dan 2 buah analog output (+- 10V, 0-10V, 0-20mA, 4-20mA) 12 bits. ^[6]

2.3.1 Konfigurasi PLC Modicon TM221CE16R

Gambar 2.11 dibawah ini menunjukkan gambar Konfigurasi PLC Modicon TM221CE16R.



Gambar 2.11 Konfigurasi PLC Modicon TM221CE16R^[6]

Tabel 2.1 dibawah ini menunjukkan tabel Konfigurasi PLC Schneider Modicon TM221CE16R.

Tabel 2.1 Konfigurasi PLC Schneider Modicon TM221CE16R

No	Deskripsi
1	24 VDC power supply
2	Ethernet Port / RJ45 Connector
3	Behind the removable cover: a. USB mini-B connector for connecting a PC equipped with the SoMachine Basic software b. Slot for the SD memory card c. Run/Stop switch
4	Serial link port (RS 232 or RS 485): RJ 45 connector.
5	Behind a cover: dedicated removable connector for two analog inputs.
6	Controller technical documentation QR code
7	Connection of 24 V
8	On top of the controller: slot for backup battery
9	LED display block showing: a. the status of the controller and its components (battery, SD memory card)

	<i>b. the status of the serial link</i> <i>c. the status of the I/O</i>
10	<i>On the side of the controller: TM3 bus connector for the link with a Modicon TM3 expansion module</i>
11	<i>Slot(s) for I/O cartridge(s), communication cartridge or application cartridge(s): one on M221 controllers with 16 and 24 I/O, two on M221 controllers with 40 I/O.</i>
12	<i>Connection of relay/transistor logic outputs: on removable screw terminal Blocks</i>
13	<i>Clip for locking on 5 symmetrical rail.</i>

2.4. Human Machine Interface (HMI)

HMI (*Human Machine Interface*) adalah sistem yang menghubungkan antara manusia dan teknologi mesin. HMI dapat berupa pengendali dan visualisasi status baik dengan manual maupun melalui visualisasi komputer yang bersifat *real time*. Sistem HMI biasanya bekerja secara *online* dan *real time* dengan membaca data yang dikirimkan melalui *I/O port* yang digunakan oleh sistem controllernya.^[7]

2.4.1 Dasar Human Machine Interface (HMI)

Desain HMI yang baik dan efisien akan membuat pekerjaan fisik menjadi lebih mudah. Pada solusi teknis, efisiensi dari HMI dapat berupa pengendalian dan visualisasi status yang bersifat *real time*. Sistem HMI bekerja dengan membaca data yang dikirim melalui *port I/O* yang digunakan sistem *controller*-nya dengan sistem yang bekerja secara *real time*. *Port* yang digunakan sebagai *controller* dan kemudian ditampilkan HMI antara lain, *port USB*, *port serial*, *port com* dan ada juga yang menggunakan *port RS232*. HMI bias berupa komputer (PC) yang didalamnya diinstal program aplikasi yang dibuat dengan menggunakan *Software*

Automation. Gambar 2.12 dibawah ini menunjukkan gambar *Human Machine Interface (HMI)*.



Gambar 2.12 *Human Machine Interface (HMI)* [7]

HMI yang digunakan di dalam sebuah industri sebagai media/perantara yang dapat menjembatani interaksi *User* (manusia) dan mesin. Tujuan dari interaksi yang terjadi antara manusia dan mesin adalah untuk memudahkan pengawasan dan kontrol terhadap mesin menjadi lebih efektif, sehingga umpan balik dari mesin dapat membantu operator dalam membuat keputusan operasional. Contoh dari konsep luas antarmuka pengguna ini termasuk aspek-aspek interaktif dari sistem operasi komputer, alat-alat, kontrol operator mesin berat, dan kontrol proses. [8]

Antarmuka pengguna mencakup perangkat keras dan perangkat lunak. Dimana setiap bagiannya memiliki fungsi masing-masing:

1. *Input*, memungkinkan pengguna untuk memanipulasi sebuah sistem.
2. *Output*, memungkinkan sistem untuk menunjukkan efek dari manipulasi pengguna.

Output dapat berupa analisa grafis, *historical information*, *database*, *data login* untuk keamanan, dan animasi ke dalam bentuk *software*.

Secara umum, tujuan dari teknik interaksi dari manusia dan mesin adalah untuk membuat pekerjaan manusia menjadi lebih mudah, efisien, dan menyenangkan untuk mengoperasikan sebuah mesin dengan cara yang menghasilkan hasil yang diinginkan.

2.4.2 Fungsi Dari *Human Machine Interface* (HMI)

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

2.5 Sensor IR (Sensor *Infrared*)



Gambar 2.13 Sensor IR E18-D80NK^[8]

Gambar 2.13 diatas menunjukkan gambar Sensor IR E18-D80NK. Sensor *infrared* termasuk dalam kategori sensor biner yaitu sensor yang menghasilkan output 1 atau 0 saja. Inframerah sendiri dibagi menjadi tiga daerah, yaitu:

1. Inframerah jarak dekat (*Near Infrared*) dengan panjang gelombang 700 nm - 1400 nm. Yang memiliki inframerah jarak dekat adalah sensor IR dan fiber optik.
2. Inframerah jarak menengah (*Mid Infrared*) dengan panjang gelombang 1400 nm - 3000 nm. Yang termasuk inframerah jarak menengah adalah *Heat sensing*.
3. Inframerah jarak jauh (*Far Infrared*) dengan panjang gelombang 3000 nm - 1 mm. Yang termasuk inframerah jarak jauh adalah *thermal imaging*.

Terdapat elemen dasar yang digunakan dalam sensor inframera (*IR sensor*) yaitu, sumber cahaya inframerah, media transmisi, komponen optikal, pendeteksi cahaya inframerah (*receviers*). Sumber cahaya inframerah memiliki panjang gelombang tertentu agar dapat digunakan sebagai sumber inframerah. Terdapat beberapa jenis media yang dapat mentransmisikan inframerah salah satunya adalah udara dan serat optik. Sedangkan komponen optikal adalah lensa optik yang terbuat dari kuarsa, germanium ataupun silikon, komponen optikal digunakan untuk radiasi inframerah atau untuk membatasi respon spektral. *Infrared recevier* dapat terbuat dari photodioda, phototrasistor dll. [8]

2.5.1 IR Transmitter

Infrared transmitter adalah *Light Emitting Diode (LED)* yang memancarkan radiasi inframerah oleh karena itu disebut IR LED. Meskipun IR

LED tampak seperti LED normal tetapi inframerah yang dipancarkan tidak dapat dilihat oleh mata manusia, sehingga untuk melihat inframerah digunakan spektroskop cahaya dengan begitu maka radiasi inframerah akan nampak pada spectrum elektromagnet yang mana panjang gelombang di atas panjang gelombang cahaya merah.^[9] Gambar 2.14 dibawah ini menunjukkan gambar IR Trasmiter.



Gambar 2.14 IR Trasmiter^[9]

Inframerah, walaupun mempunyai panjang gelombang yang sangat panjang tetap tidak dapat menembus bahan-bahan yang tidak dapat melewatkan cahaya yang nampak sehingga cahaya inframerah tetap mempunyai karakteristik seperti halnya cahaya yang nampak oleh mata. Walaupun tidak dapat dilihat oleh mata telanjang tetapi radiasi yang dihasilkan yaitu panas, akan terasa atau terdeteksi oleh kulit tubuh.

2.5.2 IR Receiver

IR receiver juga dapat disebut sebagai sensor inframerah karena dapat mendeteksi radiasi dari pemancar inframerah (IR transmitter). IR receiver dapat terbuat dari photodiode maupun phototransistor. Photodiode pada IR receiver berbeda dengan diode pada umumnya, karena diode ini hanya mendeteksi inframerah saja. Gambar 2.15 dibawah ini menunjukkan gambar IR Receiver.



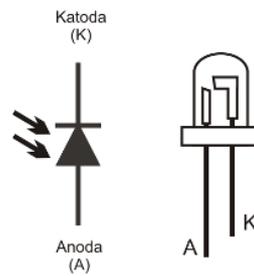
Gambar 2.15 IR Receiver ^[9]

2.5.3.1 Photodioda

Photodioda adalah jenis dioda yang berfungsi untuk mendeteksi cahaya. Berbeda dengan dioda biasa, komponen elektronik ini akan mengubah cahaya menjadi arus listrik.

Photodioda adalah dioda yang bekerja berdasarkan intensitas cahaya, jika photodioda terkena cahaya maka photodioda bekerja seperti dioda pada umumnya, tetapi jika tidak mendapatkan cahaya maka photodioda akan berperan seperti resistor dengan tahanan yang besar sehingga arus tidak dapat mengalir. Fungsi photodioda adalah biasa digunakan untuk mendeteksi pulsa cahaya dalam serat optik dan lainnya yang sensitif terhadap gerakan cahaya.

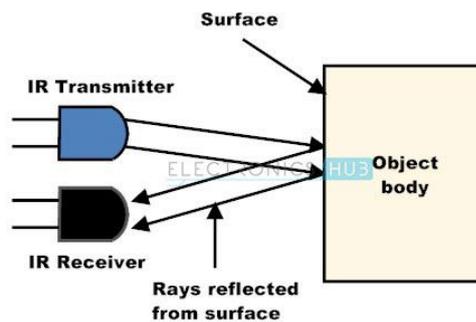
Bahan Semikonduktor yang biasanya digunakan sebagai bahan dasar Photodioda adalah Silikon (Si), Germanium (Ge), Indium gallium arsenide phosphide (InGaAsP), Indium gallium arsenide (InGaAs). Bahan-bahan ini menyerap cahaya melalui karakteristik jangkauan panjang gelombang, misalnya: 250 nm - 1100 nm untuk photodioda dengan bahan *silicon*, dan 800 nm ke 2,0 μm untuk photodioda dengan bahan Gas. Gambar 2.16 dibawah ini menunjukkan gambar Simbol dan Bentuk Fisik Phoodioda.



Gambar 2.16 Simbol dan Bentuk Fisik Phoodioda ^[9]

2.5.3 Cara kerja sensor IR

Konsep dasar dari sensor IR yang digunakan untuk mendeteksi suatu benda adalah dengan cara mentransmisikan sinyal *infrared* (IR trasmitter) kemudian sinyal inframerah ini dipantulkan oleh permukaan suatu objek dan sinyal diterima oleh penerima *infrared* (IR recevier).^[9] Gambar 2.17 dibawah ini menunjukkan gambar cara kerja Sensor IR.

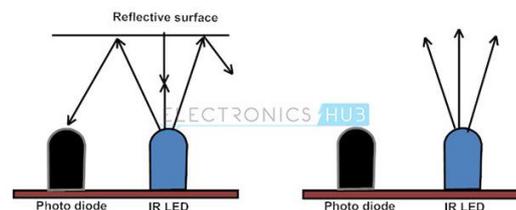


Gambar 2.17 Cara Kerja Sensor IR^[9]

Warna Hitam dan Putih yang digunakan sebagai *IR trasmitter* dan *IR recevier* adalah warna universal bahwa warna hitam menyerap atau menerima inframerah

dan warna putih mencerminkan keseluruhan insiden radiasi di atasnya. Berdasarkan prinsip ini, posisi kedua dari kedua LED IR dan fotodiode ditempatkan berdampingan. Ketika IR trasmitter memancarkan radiasi inframerah, karena tidak ada pembatas antara trasmitter dan recevier, radiasi yang dipancarkan harus dipantulkan kembali ke fotodiode setelah menabrak objek apa pun. Permukaan benda dapat dibagi menjadi dua jenis: permukaan reflektif dan permukaan non-reflektif. Jika permukaan objek bersifat reflektif, yaitu putih atau warna terang lainnya, sebagian besar radiasi *infrared* akan dipantulkan kembali dan mencapai fotodiode. Tergantung pada intensitas radiasi yang dipantulkan kembali, kemudian arus mengalir di fotodiode. ^[9]

Jika permukaan objek tidak bersifat reflektif, yaitu hitam atau warna gelap lainnya, ia menyerap hampir semua radiasi inframah yang dipancarkan IR LED. Karena tidak ada radiasi yang dipantulkan, tidak ada insiden radiasi pada fotodiode dan ketahanan fotodiode tetap lebih tinggi sehingga tidak ada arus mengalir. Situasi ini mirip dengan tidak ada objek sama sekali. ^[9] Gambar 2.18 dibawah ini menunjukkan gambar cara kerja sensor IR.

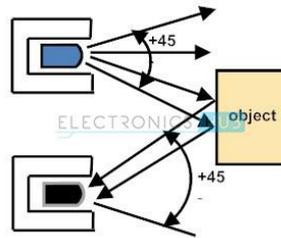


Gambar 2.18 Cara Kerja Sensor IR^[9]

Posisi penempatan ransmitter dan recevier sangat penting. Baik trasmitter maupun recevier harus ditempatkan pada sudut tertentu, sehingga pendeteksian suatu objek

terjadi dengan benar. Sudut yang digunakan dari sensor yang +/- 45 derajat.

Gambar 2.19 dibawah ini menunjukkan gambar posisi sensor IR. ^[9]



Gambar 2.19 Posisi Sensor IR ^[9]

Untuk menghindari pantulan dari benda-benda di sekitarnya selain objek, baik IR trasmitter dan IR recevier harus diapit dengan benar. Umumnya kandang terbuat dari plastik dan dicat dengan warna hitam.

2.7 Vijeo designer

Vijeo designer adalah konfigurasi berbasis tampilan dan program perangkat lunak yang digunakan untuk memprogram *Human Mechine Interface* (HMI) dengan merek magelis yang dikembangkan oleh Schneider electric. Vijeo designer sendiri menyediakan perangkat-perangkat yang digunakan untuk merancang HMI dari akuisisi data ke penciptaan dan tampilan gambar animasi. Gambar 2.20 dibawah ini menunjukkan gambar Vijeo Designer.

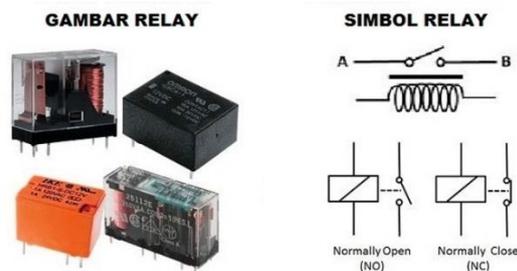


Gambar 2.20 Vijeo designer

2.8 Relay

Relay pengendali elektromekanis (*an electromechanical relay = EMR*) adalah saklar magnetis. *Relay* ini menghubungkan rangkaian beban *on* atau *off* dengan pemberian energi elektromagnetis, yang membuka atau menutup kontak pada rangkaian. ^[10]

Relay adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen elektromekanikal yang terdiri dari 2 bagian utama yaitu 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. Sebagai contoh, dengan *relay* yang menggunakan elektromagnet 5 Volt dan 50 mA mampu menggerakkan *armature relay* (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A. Gambar 2.21 dibawah ini menunjukkan gambar *Relay*.



Gambar 2.21 *Relay*^[10]

Relay biasanya hanya mempunyai satu kumparan, tetapi *relay* dapat mempunyai beberapa kontak. *Relay* berbeda dalam jumlah dan susunan kontak. Meskipun ada beberapa kontak *single break* yang digunakan pada *relay* industri,

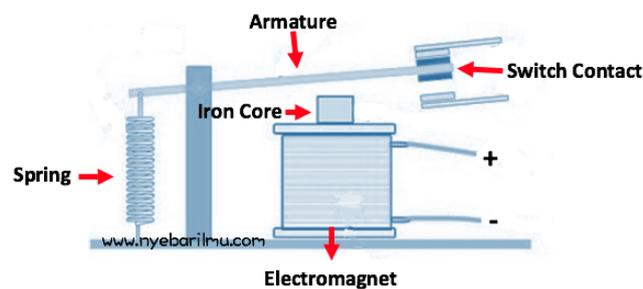
sebagian *relay* yang digunakan pada kontrol peralatan mesin mempunyai kontak *double break*.^[11]

2.8.1 Cara Kerja *Relay*

Pada dasarnya, *relay* terdiri dari empat komponen dasar, yaitu :

1. Electromagnet (*coil*)
2. *Armature*
3. *Switch contact point* (saklar)
4. *Spring*

Gambar 2.22 dibawah ini menunjukkan gambar struktur Relay SPDT.



Gambar 2.22 Struktur *Relay SPDT*^[11]

Prinsip kerja *relay* berdasarkan gambar 2.18, 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 membutuhkan arus listrik yang relatif kecil. 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).

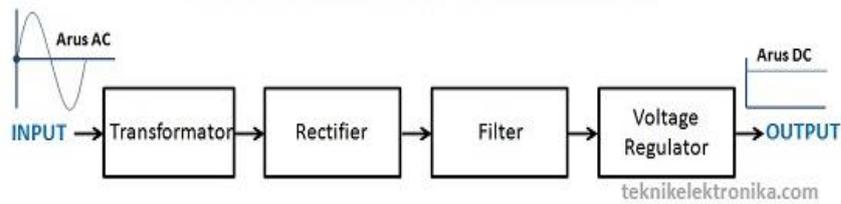
Kontak *normally open* (NO) akan membuka ketika tidak ada arus yang mengalir pada kumparan, tetapi tertutup secepatnya setelah kumparan menghantarkan arus atau diberi tenaga. *Relay* pada saat kontak *normally open* terlihat pada gambar 2.22.

Pada saat kontak *normally close* akan tertutup apabila kumparan tidak diberi daya dan membuka ketika kumparan diberi daya. *Relay* pada saat kontak *normally close* terlihat pada gambar 2.22.

Apabila kumparan diberi daya, terjadi medan elektromagnetis. Aksi dari medan pada gilirannya menyebabkan *plunger* bergerak pada kumparan menutup kontak NO dan membuka kontak NC. ^[12]

2.9 Catu Daya

Hamampir semua rangkaian elektronika membutuhkan tegangan DC yang teratur dengan besar antara 5 V – 30 V. Gambar 2.23 dibawah ini menunjukkan gambar diagram blok catu daya.



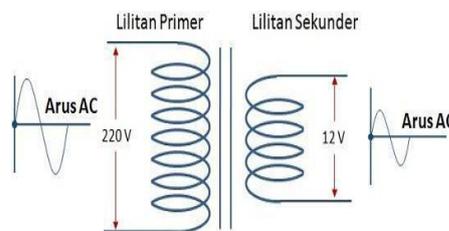
Gambar 2.23 Diagram Blok Catu Daya^[13]

Karena input sumbernya memiliki tegangan yang relatif tinggi, digunakan sebuah transformator *step-down* dengan rasio lilitan yang sesuai untuk mengkonversi tegangan ini ke tegangan rendah. Output AC dari sisi sekunder transformator kemudian disearahkan dengan menggunakan dioda-dioda rectifier silikon untuk menghasilkan output masih kasar (kadang-kala disebut DC berdenyut). Output ini kemudian dihaluskan dan kemudian difilter sebelum disalurkan ke sebuah rangkaian yang akan mengatur atau menstabilkan tegangan outputnya agar output ini tetap berada dalam keadaan yang relatif konstan walaupun fluktuasi baik pada arus beban maupun pada tegangan input sumber. ^[13]

2.9.1 Transformator (Transformer / Trafo)

Transformator yang digunakan untuk DC Power supply adalah Transformer jenis Step-down yang berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik sesuai dengan kebutuhan komponen elektronika yang terdapat pada rangkaian adaptor (DC Power Supply). Transformator bekerja berdasarkan prinsip Induksi elektromagnetik yang terdiri dari 2 bagian utama yang berbentuk lilitan yaitu lilitan Primer dan lilitan Sekunder. Lilitan Primer merupakan Input dari pada Transformator sedangkan Output-nya adalah pada lilitan sekunder. Meskipun tegangan telah diturunkan, Output dari Transformator masih berbentuk arus

bolak-balik (arus AC) yang harus diproses selanjutnya.^[13] Gambar 2.24 dibawah ini menunjukkan gambar transformator/trafo *step down*.



Gambar 2.24 Transformator / Trafo *Step Down*^[13]

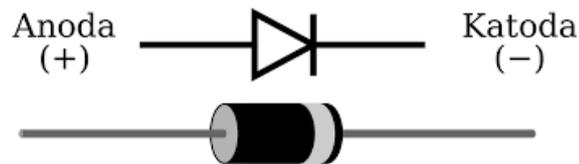
2.9.2 Rectifier

Rangkaian penyearah adalah suatu rangkaian yang mengubah tegangan bolak – balik (AC) menjadi tegangan searah (DC).^[13] Komponen yang digunakan rectifier untuk menyearahkan gelombang adalah dioda yang dikonfigurasi forward bias, karena dioda memiliki karakteristik yang melewatkan arus listrik hanya ke satu arah dan menghambat arus listrik ke arah sebaliknya..

Dioda merupakan komponen elektronika yang terbentuk dari persambungan antara semikonduktor tipe n dan semikonduktor tipe p. Semikonduktor tipe n adalah semikonduktor yang telah didop dengan atom pentavalen seperti arsen, antimon, dan posfor sehingga mempunyai elektron (muatan negatif) sebagai pembawa mayoritas dan hole (muatan positif) sebagai pembawa minoritas.^[14]

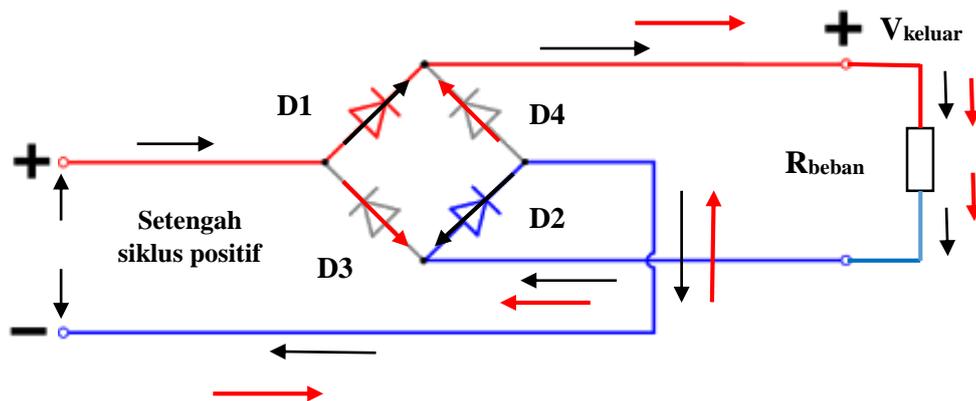
Semikonduktor tipe p adalah semikonduktor yang telah didop dengan menggunakan atom trivalent, seperti aluminium, boron dan gallium, dengan tiga buah elektron pada kulit terluar, sehingga mempunyai hole sebagai pembawa

mayoritas dan elektron sebagai pembawa minoritas. Simbol dioda dapat dilihat pada gambar 2.25.



Gambar 2.25. Dioda Penyearah

Rangkaian penyearah gelombang penuh yang menggunakan jembatan (*bridge*) dapat dilihat pada gambar 2.26.



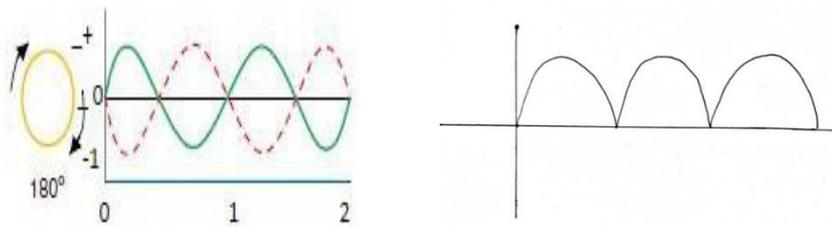
Gambar 2.26. Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh

 : Penyearah setengah gelombang siklus positif

 : Penyearah setengah gelombang siklus negatif

Rangkaian penyearah terdiri dari dioda *bridge*, yaitu empat buah dioda yang dirangkai membentuk sebuah jembatan. Dioda *bridge* digunakan sebagai penyearah arus bolak-balik satu gelombang penuh. Owen Bishop (2002) menyatakan bahwa selama setengah siklus positif, dioda D_1 dan dioda D_2 diberi bias maju, sehingga

keduanya menghantarkan arus. Sementara dioda D_3 dan dioda D_4 diberi bias mundur sehingga keduanya tidak menghantarkan arus.



Gambar 2.27. Bentuk Gelombang Output

Bentuk gelombang yang terjadi pada *output* dapat dilihat pada gambar 2.27. Pada setengah siklus positif dioda D_1 dan D_3 konduksi *on* dan menghasilkan gelombang *output* setengah siklus seperti pada gambar. Selanjutnya, untuk setengah siklus negatif ($T/2$ dan T), maka D_2 dan D_4 konduksi dan menghasilkan gelombang. Gelombang yang terjadi adalah positif dikarenakan titik A nol dan titik B positif. Faktor *ripple* pada penyearah gelombang penuh lebih kecil daripada penyearah setengah gelombang. Makin kecil faktor *ripple* maka semakin baik tegangan DC yang dihasilkan (tegangan DC semakin datar).

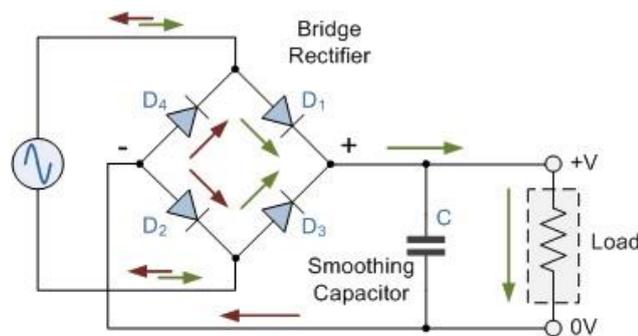
Gelombang yang dihasilkan oleh penyearah dioda masih dalam DC denyut dan masih terdapat *ripple*, maka perlu ditambahkan kapasitor sebagai penghilang *ripple*.

2.9.3 Penyaring (*Filter*)

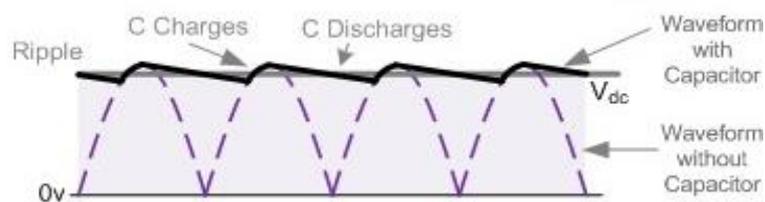
Penyaring yang digunakan pada rangkaian catu daya adalah kapasitor. Pengertian kapasitor adalah perangkat komponen elektronika yang berfungsi untuk menyimpan muatan listrik dan terdiri dari dua konduktor yang dipisahkan oleh bahan penyekat (*dielektrik*) pada tiap konduktor atau yang disebut keping.

Kapasitor biasanya disebut dengan sebutan kondensator yang merupakan komponen listrik dan dibuat sedemikian rupa, sehingga mampu menyimpan muatan listrik.

Filter pada catu daya adalah sebagai penyaring arus ripple akibat proses penyearahan yang masih terdapat arus AC. Filter yang umum dipakai adalah filter dengan kapasitor. Filter ini mampu membentuk bentuk gelombang tegangan keluarannya bisa menjadi rata. Perhatikan gambar 2.28 dan 2.29.



Gambar 2.28 Rangkaian Filter Menggunakan Kapasitor



Gambar 2.29 Output gelombang dengan kapasitor

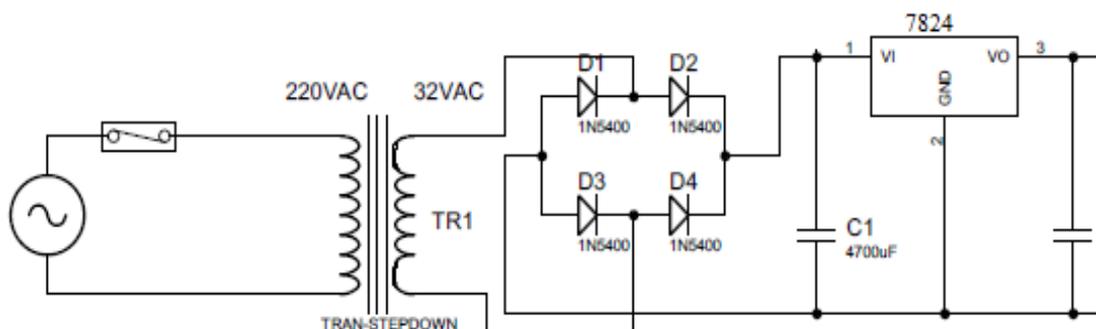
Prinsip filter kapasitor adalah proses pengisian dan pengosongan kapasitor. Saat dioda forward, kapasitor terisi dan tegangannya sama dengan periode ayunan tegangan sumber. Pengisian berlangsung sampai nilai maksimum, pada saat itu tegangan C sama dengan V_p .

Pada ayunan turun kearah reverse, kapasitor akan mengosongkan muatannya. Jika tidak ada beban, maka nilainya konstan dan sama dengan V_p , tetapi jika ada beban maka keluarannya (V_{out}) memiliki sedikit ripple akibat kondisi pengosongan.

2.9.3 Pengaturan Tegangan/ Regulator

Regulator adalah rangkaian regulasi atau pengatur tegangan keluaran dari sebuah catu daya agar efek darinaik atau turunnya tegangan jala-jala tidak mempengaruhi tegangan catu daya sehingga menjadi stabil.

Rangkaian penyearah sudah cukup bagus jika tegangan ripple -nya kecil, tetapi 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. Gambar 2.29 dibawah ini menunjukkan gambar catu daya dengan pengaturan tegangan IC.



Gambar 2.29 Catu daya dengan pengatur tegangan IC

Terdapat beberapa jenis regulator seperti zener op-am dan lainnya, tetapi untuk merealisasikan rangkaian regulator seperti di atas karena rangkaian semacam ini sudah dikemas menjadi satu IC regulator tegangan tetap. Saat ini sudah banyak dikenal komponen seri 78XX sebagai regulator tegangan tetap positif dan seri 79XX yang merupakan regulator untuk tegangan tetap negatif.

Bahkan komponen ini biasanya sudah dilengkapi dengan pembatas arus (*current limiter*) dan juga pembatas suhu (*thermal shutdown*). Komponen ini hanya tiga pin dan dengan menambah beberapa komponen saja sudah dapat menjadi rangkaian catu daya yang ter-regulasi dengan baik.

Misalnya 7805 adalah regulator untuk mendapat tegangan 5 volt, 7812 regulator tegangan 12 volt dan seterusnya, sedangkan seri 79XX misalnya adalah 7905 dan 7912 yang berturut-turut adalah regulator tegangan negatif 5 dan 12 volt.

2.10. Modbus Protokol

Modbus adalah salah satu protokol untuk komunikasi serial yang di publikasikan oleh Modicon pada tahun 1979 untuk di gunakan pada PLC Modicon (PLC pertama di dunia yang di kembangkan oleh Schneider). Secara sederhana, modbus merupakan metode yang digunakan untuk mengirimkan data/informasi melalui koneksi serial antar perangkat elektronik. Perangkat yang meminta informasi disebut Modbus Master dan perangkat penyediaan informasi disebut Modbus Slave. Pada jaringan Modbus standar, terdapat sebuah master dan slave sampai dengan 247, masing-masing mempunyai Alamat Slave yang berbeda mulai dari 1 sampai 247. Master juga dapat menulis informasi kepada Slave.^[15]

Modbus merupakan sebuah open protokol, yang berarti bahwa dapat digunakan dalam peralatan tanpa harus membayar royalti. Modbus telah menjadi protokol komunikasi standar dalam industri, dan sekarang paling banyak dipakai untuk menghubungkan perangkat elektronik industri. Modbus digunakan secara luas oleh banyak produsen di banyak industri. Protokol ini menjadi standard komunikasi dalam industri dan menjadi yang paling banyak dipakai untuk komunikasi antar peralatan elektronik pada industri. Alasan utama mengapa Modbus Protokol banyak di gunakan adalah:

1. Di publikasikan secara terbuka tanpa royalty fee untuk penggunaannya.
2. Relatif mudah untuk di aplikasikan pada industrial network.
3. Modbus mempunyai struktur bit tanpa memiliki banyak larangan bagi vendor lain untuk mengaksesnya.

Modbus memungkinkan adanya komunikasi dua-jalur antar perangkat yang terhubung ke jaringan yang sama, misalnya suatu sistem yang mengukur suhu, tekanan, kelembaban dsb, kemudian mengkomunikasikan hasilnya ke komputer (HMI/ *Human Machine Interface*).^[15]

Produsen atau suplier besar maupun kecil, system integrator, end-user, pengembang open source, dosen dan pihak yang berkepentingan lainnya dapat menjadi anggota Modbus. Beberapa anggota yang menonjol adalah SoftDEL Systems, Precision Digital Corporation, Motor Protection Electronics, FieldServer Technologies dan masih banyak lagi.^[15]

Berdasarkan media transfernya, Modbus dikategorikan ke dalam Modbus serial (RS232/485) dan Modbus Ethernet (TCP/IP). Jika dirujuk dari bentuk datanya,

Modbus dibagi ke dalam Modbus RTU (serial) dan Modbus ASCII. Pada Modbus serial digunakan istilah Master/Slave sedangkan Modbus Ethernet biasanya memakai terminologi Server/Client. ^[16]

Protokol Modbus memungkinkan komunikasi yang mudah di semua jenis arsitektur jaringan. Setiap jenis perangkat (PLC, HMI, Kontrol Panel, Driver, kontrol Motion, I / O Device dll) dapat menggunakan protokol Modbus untuk operasi remote. Komunikasi yang sama dapat dilakukan juga pada serial line seperti pada Ethernet TCP / IP. Gateway memungkinkan komunikasi antara beberapa jenis bus atau jaringan dengan menggunakan protokol Modbus. ^[16]

2.11. TCP/IP

Modbus TCP/IP adalah salah satu perangkat lunak jaringan komputer (networking software) yang terdapat dalam sistem, dan dipergunakan dalam komunikasi data dalam local area network (LAN) maupun Internet. TCP singkatan dari Transfer Control Protocol dan IP singkatan dari Internet Protocol. TCP/IP menjadi satu nama karena fungsinya selalu bergandengan satu sama lain dalam komunikasi data.

TCP/IP saat ini dipergunakan dalam banyak jaringan komputer lokal (LAN) yang terhubung ke Internet, karena memiliki sifat ^[17] :

- a. Merupakan protokol standar yang terbuka, gratis dan dikembangkan terpisah dari perangkat keras komputer tertentu. Karena itu protokol ini banyak didukung oleh vendor perangkat keras, sehingga TCP/IP merupakan pemersatu perangkat keras komputer yang beragam merk begitu juga sebagai pemersatu berbagai perangkat lunak yang beragam. ^[17]

- b. Berdiri sendiri dari perangkat keras jaringan apapun. Sifat ini memungkinkan TCP/IP bergabung dengan banyak jaringan komputer. TCP/IP bisa beroperasi melalui sebuah Ethernet, sebuah token ring, sebuah saluran dial-up, sebuah X-25 dan secara virtual melalui berbagai media fisik transmisi data. ^[17]
- c. Bisa dijadikan alamat umum sehingga tiap perangkat yang memakai TCP/IP akan memiliki sebuah alamat unik dalam sebuah jaringan komputer lokal, atau dalam jaringan komputer global seperti Internet.
- d. Protokol ini distandarisasi dengan skala tinggi secara konsisten, dan bisa memberikan servis kepada user-user di dunia. ^[17]

2.12 Sensor Proximity

Sensor proximity induktif adalah sebuah sensor yang dapat mendeteksi objek logam saja, pendeteksian tersebut dilakukan tanpa harus menyentuh objek logam tersebut. Sensor ini terdiri dari inti ferrit (*coil*), sebuah osilator dan detektor pemicu sinyal serta rangkaian keluaran dari sensor tersebut. Gambar 2.30 dibawah ini menunjukkan gambar sensor proximity.



Gambar 2.30 Sensor proximity induktif

Prinsip kerja dari sensor proximity induktif dengan memancarkan gelombang elektromagnetik dan mendeteksi perubahan bentuk gelombang elektromagnetik

tersebut saat sensor mendeteksi logam dan akan menghasilkan output yang selanjutnya akan diproses oleh kontroler. Saat sensor mendeteksi keberadaan objek logam maka akan terjadi perubahan bentuk sinyal yang mengakibatkan hilangnya energi dan mengakibatkan amplitudo yang kecil pada osilasi sehingga akan memicu trigger circuit dan memberikan output pada sensor tersebut.

