

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Motor Induksi 1 Fasa (*Alternating Current*)

Motor induksi 1 Fasa adalah salah satu jenis dari motor-motor listrik yang bekerja berdasarkan induksi elektromagnet. Motor induksi memiliki sebuah sumber energi listrik yaitu di sisi stator, sedangkan sistem kelistrikan di sisi rotornya di induksikan melalui celah udara dari stator dengan media elektromagnet. Hal inilah yang menyebabkannya diberi nama motor induksi. Adapun penggunaan motor induksi di industri ini adalah sebagai penggerak, seperti memutar impeller pompa, *fan* atau *blowe*, untuk mengangkat beban dan lain sebagainya.

Motor induksi berkerja menggunakan arus bolak-balik (*Alternating Current*) yang membalikan arahnya secara teratur dalam rentang waktu tertentu. Kecepatan motor dengan arus AC lebih sulit dikendalikan dari pada motor dengan arus DC. Motor induksi sendiri paling luas digunakan, sesuai penamaannya yang berasal dari kenyataan bahwa motor jenis ini berkerja berdasarkan induksi medan magnet stator ke statornya, dimana arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (*rotating magneticfield*) yang dihasilkan oleh arus stator. Gambar 2.1 merupakan bentuk fisik dari Motor induksi1 phasa

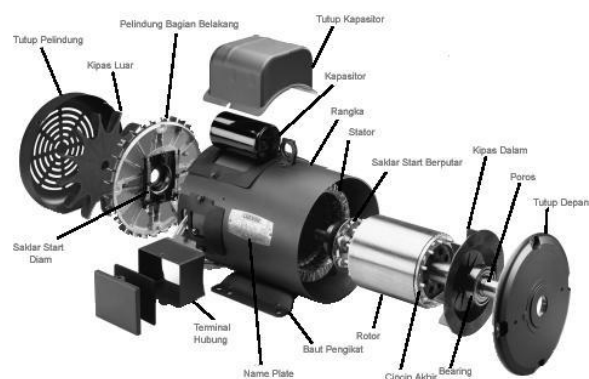


Gambar 2. 1 Motor Induksi 1 fasa  
(Robith, 2015)

Tabel 2.1 Spesifikasi Motor Induksi 1 Phase

Rated Power Supply	200 VAC
Frekuensi	50 Hz
Daya Keluaran	125W
Daya Masukan	370W
Daya Hisap Maks.	9m
Tinggi Dorong	24m
Tinggi total Maks	33m
Suhu Cairan Maks	35° C
Kapasitas Maks	30L/Menit
Lilitan	B
Kapasitor	8 $\mu$ F/450 V

Motor induksi pada dasarnya mempunyai bagian penting seperti stator yang merupakan bagian diam dan memiliki kumparan yang dapat menginduksikan medan elektromagnetik ke kumparan rotornya, celah udara yang merupakan tempat berpindahnya energi serta rotor yang merupakan bagian yang bergerak akibat adanya induksi magnet dari kumparan stator yang diinduksikan. Berikut gambar 2.2 Konstruksi Motor Induksi Satu Fasa.

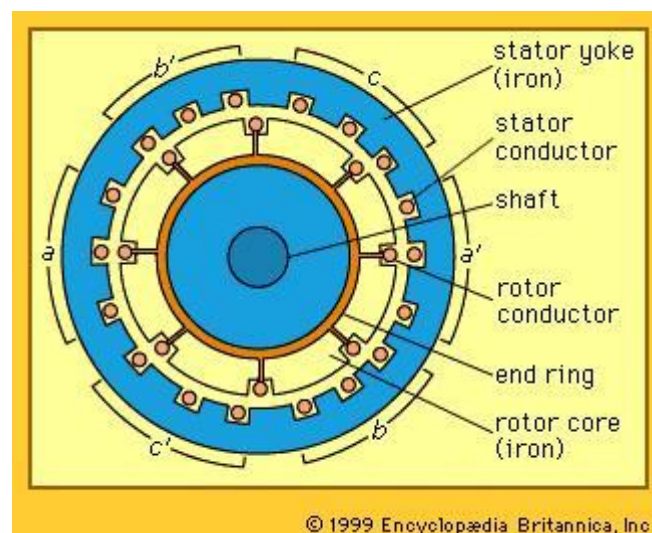


Gambar 2.2 Kontruksi motor induksi 1 fasa

(Robith, 2015)

Terdapat 2 bagian penting pada motor induksi 1 fasa, yaitu Rotor dan Stator. Rotor merupakan bagian yang berputar dari motor dan stator merupakan bagian yang diam dari motor. Rotor umumnya berbentuk silinder dan bergerigi sedangkan stator berbentuk silinder yang melingkari seluruh badan rotor. Stator harus dilengkapi dengan kutub-kutub magnet dimana kutub utara dan selatan pada Stator harus sama dan dipasang melingkari rotor sebagai suplai medan magnet dan kumparan stator untuk menginduksi kutub sehingga menciptakan medan magnet. Stator umumnya dilengkapi dengan stator *winding* yang bertujuan membantu putaran rotor, dimana stator *winding* dilengkapi dengan konduktor berupa kumparan. Selain itu, stator juga dilapisi dengan lamina berbahan dasar silikon dan besi yang bertujuan untuk mengurangi tegangan yang terinduksi pada sumbu stator.

Rotor umumnya dibuat dari alumunium dan dibuat bergerigi untuk menciptakan celah yang akan diisi konduktor berupa kumparan. Selain itu, rotor juga dilapisi dengan lamina untuk menambah kinerja dari rotor yang digunakan. Masing-masing komponen dipasang pada besi yang ditunjukkan seperti pada gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Kontruksi pada Motor Induksi 1 Fasa  
(Robith, 2015)

### 2.1.1 Prinsip Kerja Motor Induksi

Secara umum sama Mekanisme kerja untuk jenis motor listrik , arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya. Jika sebuah kawat dengan arus dibuat menjadi sebuah kumparan (*loop*), maka sisi (*loop*), yaitu pada sudut kanan medan magnet dan akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan. Pasangan gaya tersebut menghasilkan tenaga putar (*torque*) untuk memutar kumparannya.

Motor Induksi berkerja berdasarkan induksi elektromagnetik dari kumparan stator kepada kumparan rotornya. Bila kumparan stator dari motor induksi dihubungkan kesuatu sumber tegangan, maka kumparan stator akan menghasilkan medan magnet yang berputar (*rotating magnetic field*). Garis-garis gaya fluks yang diinduksikan dari kumparan stator akan memotong kumparan rotornya, sehingga timbul EMF (ggl) atau tegangan induksi. Karena penghantar (kumparan) merupakan rangkaian tertutup, maka akan mengalir arus pada kumparan rotor. Penghantar (kumparan) rotor yang dialiri arus ini berada dalam garis gaya fluks yang berasal dari kumparan stator sehingga kumparan rotor akan mengalami gaya Lorentz yang menimbulkan torsi yang cenderung menggerakkan rotor sesuai dengan arah pergerakan medan induksi stator. Medan putar pada stator tersebut akan memotong konduktor-konduktor pada rotor, sehingga terinduksi arus, sesuai dengan hukum Lenz dan rotor-pun akan turut berputar mengikuti medan putar stator. Perbedaan putaran relatif yang terjadi antara stator dan rotor disebut slip. Pada umumnya slip dinyatakan dalam persen dari kecepatan sinkron.

$$\text{Slip}(s) = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100\% \dots \dots \dots (2.1)$$

$N_s$  = Kecepatan sinkron.

$N_r$  = Kecepatan putaran rotor.

Bertambahnya beban akan memperbesar kopel motor yang artinya memperbesar pula arus induksi pada rotor, yang membuat slip antara medan putar

stator dan putaran rotor pun akan bertambah besar. Jadi, bila beban motor bertambah, putaran rotor cenderung menurun. Pada rangka stator juga terdapat kumparan stator yang ditempatkan pada slot-slotnya yang dililitkan pada sejumlah kutub tertentu. Jumlah kutub ini menentukan kecepatan berputarnya medan stator dan diinduksikan ke rotornya. Dengan kata lain, makin besar jumlah kutub (*pole*) maka akan mengakibatkan makin kecilnya kecepatan medan putar stator dan begitupun sebaliknya. Kecepatan berputarnya medan putar ini disebut kecepatan sinkron. Besarnya kecepatan ini dirumuskan seperti berikut.

$$N_s = \frac{120f}{P} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana

F = Frekuensi listrik AC (Hz)

P = Jumlah kutub

N<sub>s</sub> = Kecepatan putar sinkron medan (rpm)

### 2.1.2 Sistem Pemompaan

Sering kali kita melihat pompa dalam kehidupan sehari-hari maupun penggunaan dalam dunia industri karena penggunaannya sebagai penggerak fluida, sehingga 20% dari penggunaan energi listrik dunia merupakan penggunaan energi untuk pompa. Pompa sendiri memiliki dua fungsi utama antara lain sebagai berikut.

1. Memindahkan suatu *fluida* dari suatu tempat ke tempat lainnya. (misalnya dari sumur tanah menuju bak penampungan yang letaknya lebih tinggi dari sumber air).
2. Mensirkulasi atau mendorong *fluida* pada suatu sistem produksi maupun sebagai *coolant* dari sebuah mesin yang disirkulasikan.

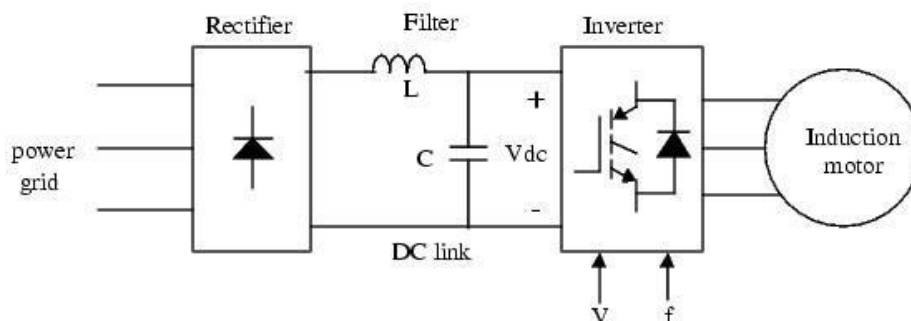
Debit yang dikendalikan dari fluida dapat juga dikendalikan dengan variasi kecepatan, yang mana ketika pompa menyala dan *impeller* berputar maka akan menghasilkan *head*, olehkarena itu variasi kecepatan sangat berpengaruh langsung

terhadap kinerja pompa.

## 2.2 Variable Speed Drive (VSD)

Pengontrolan kecepatan yang terbaik dan mengharuskan banyak variasi kecepatan motor yang diperoleh, maka pengontrolan dengan mengatur suplai frekuensi dapat dilakukan, dalam hal ini *Variable Speed Drive* merupakan suatu rangkaian elektronika daya yang memiliki fungsi sebagai pengatur kecepatan motor dengan mengubah nilai frekuensi yang masuk ke motor. *Inverter* terdiri dari komponen semikonduktor MOSFET atau IGBT (*Insulated Gate Bipolar Transistor*) yang berfungsi sebagai *switching*. Secara sederhana prinsip dasar dari *inverter* adalah mengubah input frekuensi sumber AC yang konstan (50 Hz) menjadi DC (*Rectifier*) dan kemudian dijadikan AC lagi dengan frekuensi yang diinginkan sehingga kecepatan motor dapat terkontrol. Dengan demikian jika frekuensi motor ditingkatkan, maka kecepatan motor akan meningkat pula, dan sebaliknya jika frekuensi diperkecil maka akan memperlambat kecepatan motor.

*Variable Speed Drive* merupakan solusi dari aplikasi yang membutuhkan kemampuan pengaturan motor lebih lanjut, misalnya pengaturan putaran motor sesuai dengan bebannya atau sesuai dengan nilai yang kita inginkan. Ketika kontrol motor bukan hanya sekedar ON/OFF saja maka penggunaan *Variable Speed Drive* merupakan solusi yang mampu menawarkan fungsi pengontrolan motor lebih lanjut.



Gambar 2. 4 Bagian Utama *Variable Speed Drive*

Gambar 2.4 merupakan bagian utama *Variable Speed Drive*. *Variable Speed*

*Drive* memiliki keuntungan yaitu putaran motor atau mesin dapat dikembalikan sesuai dengan kebutuhan, sehingga dapat mencapai kapasitas produksi yang maksimal dan mempunyai jangkauan kecepatan yang besar yang dapat diatur, mempunyai fasilitas penunjukan meter, serta lebih aman dan meminimalisir konsumsi energy dan untuk mengurangi arus *starting*.

Mesin – mesin sentrifugal modern telah memanfaatkan *Variable Speed Drive* sebagai alat pengatur kecepatan, yang memberikan pengaturan percepatan dan perlambatan yang *smooth* pada mesin sentrifugal dan pada saat yang sama dapat memberikan torsi yang maksimal. Pengontrolan yang dilakukan yaitu mengatur

Frekuensi input ke motor dan seperti yang kita ketahui, pada kondisi ideal (tanpa *slip*) dengan memainkan perubahan frekuensi tegangan yang masuk, kecepatan akan dapat diatur.



Gambar 2.5 *Variable Speed Drive* (VSD)  
(Omron, 2016)

Spesifikasi *Variable Speed Drive* (VSD) Omron 3G3JX-A2004 dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Spesifikasi *Variable Speed Drive* (VSD) Omron 3G3JX-A2004

Rated Power Supply	200 VAC , 3 Fase
Max. Kapasitas Motor	0.4 kW
Input	50 Hz – 60 Hz 200-240 V, 3Ph, 3.4 A
Output	0- 500 Hz 200-240 V, 3Ph, 2.6 A

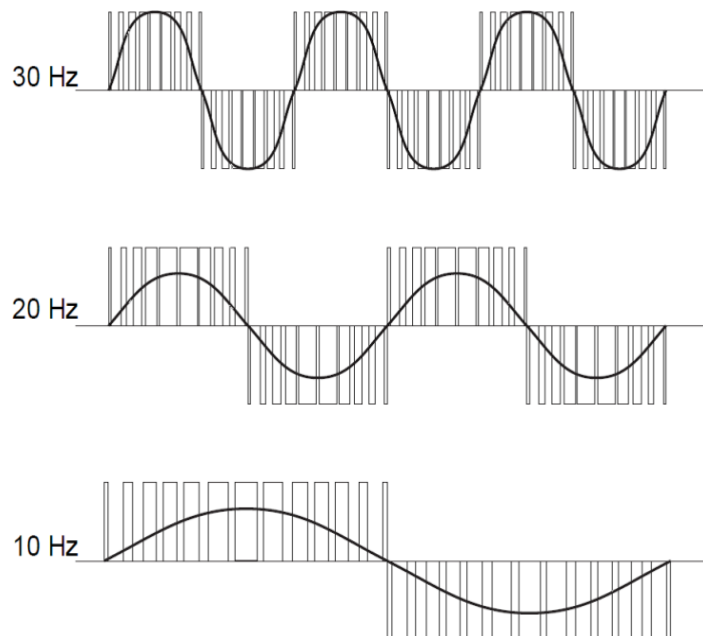
### 2.2.1 Jenis – Jenis Gelombang Keluaran

Dari segi gelombang keluaran pun *Variable Speed Drive* memiliki beberapa klasifikasi yang umumnya kita jumpai, gelombang keluaran tersebut sangat berpengaruh dengan kinerja *Variable Speed Drive* tersebut yang pada umumnya berdampak langsung pada beban yang akan disuplai oleh *inverter*. Jenis-jenis *Variable Speed Drive* berdasarkan gelombang dibagi menjadi 3 bagian besar sebagai berikut.

1. *Inverter* Gelombang Kotak (*Square Wave Inverter*) Gelombang keluaran berupa gelombang kotak. Umumnya *inverter* ini tidak digunakan untuk aplikasi pada beban induktif dan motor listrik.
2. *Inverter* Gelombang Modifikasi Sinusoidal (*Modified Sine Wave*) *Inverter* yang memiliki gelombang keluaran berupa gelombang kotak yang telah termodifikasi, sehingga gelombang tersebut menyerupai gelombang sinusoidal. Dengan gelombang keluaran kotak yang termodifikasi pada umumnya memiliki daya atau kapasitas rendah diperuntukan untuk menyuplai beban induktif dan motor listrik.
3. *Inverter* Gelombang Sinusoidal (*Pure Sine Wave Inverter*) Gelombang keluaran berupa gelombang sinusoidal murni seperti gelombang sinusoidal pada tegangan bolak-balik (AC) pada umumnya *Inverter* dengan gelombang keluaran berupa gelombang sinusoidal murni ini pada umumnya memiliki daya atau kapasitas yang tinggi dan dapat diperuntukan untuk menyuplai beban induktif dan motor listrik dengan lebih



baik dibandingkan gelombang keluaran lainnya. Contoh gelombang keluaran dari *Variable Speed Drive* (VSD) dapat kita lihat pada Gambar 2.6 berikut.

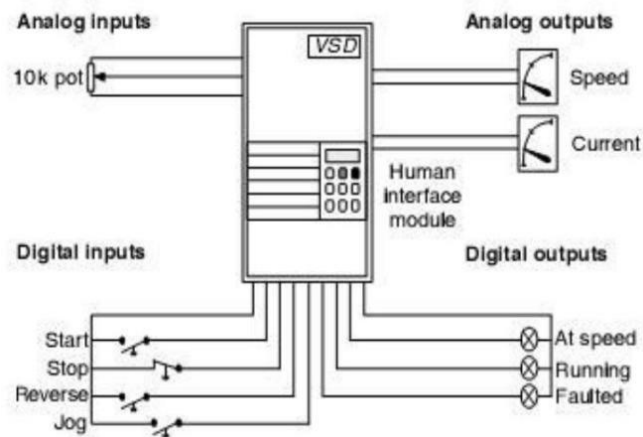


Gambar 2. 6 *Sinusoidal Pulse Modulation Width in VSD*  
(Mike Glampe, 2017)

### 2.2.2 Pengontrolan Pada *Variable Speed Drive* (VSD)

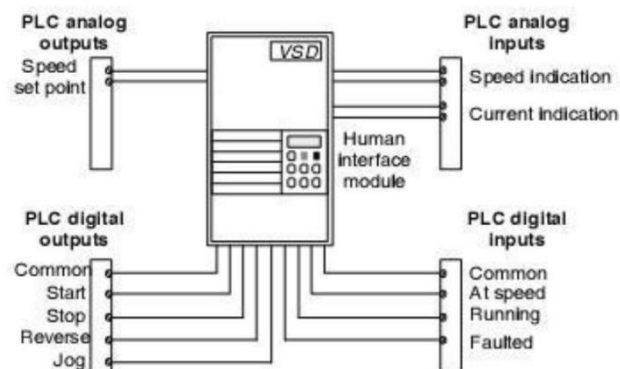
Frekuensi dapat dikontrol dengan berbagai macam cara yaitu : melalui keypad (local), dengan *external potentiometer*, dan input 0 ~ 10 VDC , 4~20mA atau dengan *preset* .Semua itu bias dilakukan dengan mengisi parameter program yang sesuai.

Pengontrolan *Variable Speed Drive* dapat dilakukan dalam beberapa cara yaitu pengontrolan dengan sistem manual dan dengan otomatis. Pengontrolan manual dilakukan dengan tombol tekan start dan stop yang dihubungkan dengan cara pengawatan langsung pada terminal kontrol *Variable Speed Drive* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Pengontrolan Manual *Variable Speed Drive*  
(Mike Glampe, 2017)

Apabila pengontrolan dari peralatan terpisah atau dari jarak yang jauh dapat dilakukan dengan menggunakan *Programmable Logic Controller*, dilakukan dengan pengawatan dari terminal kontrol *variable Speed drive* seperti Gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Pengontrolan *variable speed drive*  
Dengan Input Digital PLC  
(Mike Glampe, 2017)

### 2.3 Human Machine Interface (HMI)

*Human Machine Interface* (HMI) 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*. Gambar 2.9 merupakan bentuk fisik *Human Machine Interface*.



Gambar 2. 9 *Human Machine Interface NB-Series*  
(Omron, 2016)

Tabel 2.3 Spesifikasi *Human Machine Interface* Omron NB7W-TWOOB

Rated Power Supply	24 VDC Operating Voltage range 20.4 to 27.6 VDC
Noise Immunity	2000 Vp-p with IEC61000-4-4 (Catu daya)
Power Consumption	7W
Comunication	COM 1 :RS-232Jarak Transmisi max 15cm COM 2 : RS-232c/422A/485
Dimensions	184 (W) 142 (H) 46 (D) mm 202 (W) 148 (H) 46 (D) mm
Display device 5.6	TFT LCD 7

Sistem HMI biasanya bekerja secara online dan *real time* dengan membaca data yang dikirimkan melalui *I/O port* yang digunakan oleh sistem *controller*-nya. Port yang biasanya digunakan untuk *controller* dan akan dibaca oleh HMI antara lain adalah *port com*, *port USB*, *port RS232* dan ada pula yang menggunakan port serial. HMI mempunyai beberapa fungsi, yaitu :

1. Memberikan informasi plant yang terbaru 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)*.

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.

- Obyek statis, yaitu obyek yang berhubungan langsung dengan peralatan atau database. Contoh : teks statis, *layout* unit produksi
- 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 mengeleminir alarm yang tidak berarti. Jenis-jenis alarm sebagai berikut

- *Deviation Alarm ( Deviation High , Deviation Low )*
- *Absolute Alarm (High,dan High-High , Low dan Low-Low)*
- *Rote 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 interfal tertentu misalnya kegiatan harian ataupun bulanan dan juga melalui *operator demand*.

## 2.4 PLC (*Programmable Logic Controller*)

*Programmable Logic Controller* (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 aritmetika guna mengontrol mesin – mesin dan proses – proses yang dirancang untuk dioperasikan oleh para insiyur yang hanya memiliki sedikit pengetahuan mengenai komputer dan bahasa pemrograman. Sebuah PLC (*Programmable Logic Controller*) adalah sebuah alat yang digunakan untuk menggantikan rangkaian sederetan *relay* yang ada pada sistem kontrol konvensional. PLC bekerja dengan cara mengamati masukan (melalui sensor), kemudian melakukan proses dan melakukan tindakan sesuai yang dibutuhkan, berupa menghidupkan atau mematikan keluaran. Program yang digunakan adalah berupa *ladder diagram* yang kemudian harus dijalankan oleh PLC.

Definisi *Programmable Logic Controller* menurut Capiel (1982) adalah “sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan di desain 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". (Bolton, William. 2004)

#### **2.4.1 Fungsi PLC (*Programmable Logic Controller*)**

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*. fungsi PLC adalah sebagai berikut.

##### *1. Sequential Control.*

PLC memproses input sinyal biner menjadi output yang digunakan untuk keperluan pemrosesan teknik secara berurutan (*sequencial*), 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. Sedangkan fungsi PLC secara khusus adalah dapat memberikan *input* ke CNC (*Computerized Numerical Control*).

#### **2.4.2 PLC OMRON CP1E-NA20DR-A**

PLC OMRON CP1E-NA20DR-A merupakan salah satu jenis PLC yang berasal dari keluarga CP1E, memiliki jumlah input digital sebanyak 12 buah dan input analog sebanyak 2 buah, memiliki output digital sebanyak 8 buah dan output analog sebanyak 1 buah, dilengkapi juga dengan *build-in port* RS232. Chanel input pada PLC CP1E ini berada pada chanel 0ch dengan jumlah input 12, diawali dari 00 – 11 sedangkan input analog berada pada dua chanel berbeda yaitu AD0 di 90CH dan AD1 di 91CH dan untuk chanel output diskrit berada pada chanel 100CH

dengan jumlah output sebanyak 8 buah, untuk output analog hanya terdiri dari 1 channel yaitu pada channel 190CH. Untuk penggunaan *men-download* dan *men-download* program digunakan USB type B, penggunaan dengan HMI disediakan port RS232. Gambar 2.10 merupakan gambar PLC SYSMAC CP1E-NA20DR-A.



Gambar 2. 10 PLC SYSMAC CP1E-NA20DR-A  
(Omron, 2016)

Tabel 2.4 Spesifikasi PLC SYSMAC CP1E-NA20DR-A

Tegangan suplai	AC100V-240V 50/60 Hz
Digital Input	12 Channel
Digital Output	8 Channel (Transistor)
Dimensi	8.5 cm x 9 cm 8.5 cm
Berat	500 gr

### 2.4.3 Konsep Perancangan Sistem Kendali dengan PLC

Dalam merancang suatu sistem pengendalian dibutuhkan beberapa pendekatan dengan prosedur sebagai berikut.

#### 1. Perancangan Sistem Kendali

Dalam tahapan ini, terlebih dahulu kita menentukan sistem seperti apa yang

ingin kita kendalikan dan proses apa yang akan ditempuh . Sistem yang dikendalikan dapat berupa peralatan mesin ataupun proses yang terintegrasi yang sering secara umum disebut dengan *controlled system*.

## 2. Menentukan I/O

Pada tahap ini semua perangkat masukan dan keluaran eksternal dihubungkan ke PLC harus ditentukan. Perangkat masukan dapat berupa saklar, sensor, *transmitter*, dan lainnya. Sedangkan keluaran dapat berupa motor, katup solenoid dan lainnya.

## 3. Perancangan Program

## 4. Menjalankan Sistem

### 2.5 Sensor

Sensor adalah perangkat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan besaran fisik seperti tekanan, gaya, besaran listrik, cahaya, gerakan, kelembaban, suhu, kecepatan dan fenomena-fenomena lingkungan lainnya. Setelah mengamati terjadinya perubahan, Input yang terdeteksi tersebut akan dikonversi mejadi Output yang dapat dimengerti oleh manusia baik melalui perangkat sensor itu sendiri ataupun ditransmisikan secara elektronik melalui jaringan untuk ditampilkan atau diolah menjadi informasi yang bermanfaat bagi penggunaanya.

Untuk sistem kontrol, terlebih dahulu harus memastikan parameter apa yang dibutuhkan untuk dimonitor atau sebagai input, seperti: level, temperatur, dan tekanan. Kemudian tentukan sensor dan rangkaian data interface untuk melakukan suatu pengontrolan, lalu transmitter akan membangkitkan sinyal standart instrumentasi kontrol dari output sensor.

Setiap elemen pengindra memiliki jenis dan karakteristiknya masing- masing, seperti *Pressure Transmitter* yang berupa sensor pendeteksi tekanan dan transmitter untuk membangkitkan sinyal standart instrumentasi seperti 0~10VDC, 4 ~ 20mA dan sebagainya.



**2.5.1 Pressure Transmitter**

*Pressure Transmitter* adalah sebuah sensor yang dilengkapi dengan transmitter untuk membangkitkan sinyal instrumentasi yang digunakan untuk menentukan nilai atau besaran tekanan dengan menggunakan elemen sensitif. *Pressure Transmitter* berkerja pada tegangan 24VDC. Gambar 2.11 merupakan gambar *pressure transmitter*.



Gambar 2. 11 Pressure Transmitter (Amazon)

Tabel 2. 5 Spesifikasi *Pressure Transmitter*

Capacity Range	0 - 10 bar
Output Signal	4 - 20Ma
Using Temp Range	- 40 to 100 C
Power Supply	24 VDC
Comperhensive Precision	0.5% FS

Berikut dibawah ini adalah rumus dari *Pressure*.

$$Pressure = \frac{Input\ pressure - Min.\ input\ Arus}{Span\ Input\ Arus} \times Maks.\ Pressure \dots\dots\dots(2.3)$$

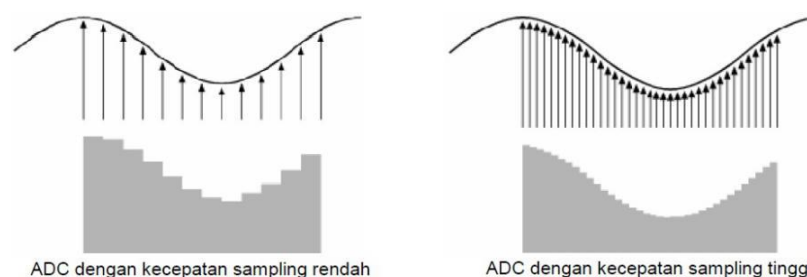
## 2.6 Analog To Digital Converter (ADC)

ADC (*Analog To Digital Converter*) adalah perangkat elektronika yang berfungsi untuk mengubah sinyal analog (sinyal kontinyu) menjadi sinyal digital. Perangkat ADC (*Analog To Digital Conversion*) dapat berbentuk suatu modul atau rangkaian elektronika maupun suatu chip IC. ADC (*Analog To Digital Converter*) berfungsi untuk menjembatani pemrosesan sinyal analog oleh sistem digital. *Converter* adalah alat bantu digital yang paling penting untuk teknologi kontrol proses adalah yang menerjemahkan informasi digital ke bentuk analog dan juga sebaliknya. Sebagian besar pengukuran variabel-variabel dinamik dilakukan oleh piranti ini yang menerjemahkan informasi mengenai variabel ke bentuk sinyal listrik analog. Untuk menghubungkan sinyal ini dengan sebuah komputer atau rangkaian logika digital, sangat perlu untuk terlebih dahulu melakukan konversi analog ke digital (A/D). Hal-hal mengenai konversi ini harus diketahui sehingga ada keunikan, hubungan khusus antara sinyal analog dan digital.

Umumnya ADC digunakan sebagai perantara antara sensor yang kebanyakan analog dengan sistim komputer seperti sensor suhu, cahaya, tekanan/ berat, aliran dan sebagainya kemudian diukur dengan menggunakan sistim digital (komputer). ADC (*Analog to Digital Converter*) memiliki 2 karakter prinsip, yaitu kecepatan sampling dan resolusi.

### 1. Kecepatan Sampling ADC

Kecepatan sampling suatu ADC menyatakan “seberapa sering sinyal analog dikonversikan ke bentuk sinyal digital pada selang waktu tertentu”. Kecepatan sampling biasanya dinyatakan dalam *sample per second* (SPS). Gambar 2.12 merupakan Ilustrasi kecepatan sampling ADC.



Gambar 2. 12 ADC dengan Kecepatan *Sampling* Rendah dan Tinggi

## 2. Resolusi ADC

Resolusi ADC menentukan “ketelitian nilai hasil konversi ADC”. Sebagai contoh: ADC 8 bit akan memiliki *output* 8 bit data digital, ini berarti sinyal input dapat dinyatakan dalam 255 ( $2^8 - 1$ ) nilai diskrit. ADC 12 bit memiliki 12 bit output data digital, ini berarti sinyal input dapat dinyatakan dalam 4096 nilai diskrit. Dari contoh diatas ADC 12 bit akan memberikan ketelitian nilai hasil konversi yang jauh lebih baik daripada ADC 8 bit.

### 2.6.1 Prinsip Kerja ADC

Prinsip kerja ADC adalah mengkonversi sinyal analog ke dalam bentuk besaran yang merupakan rasio perbandingan sinyal input dan tegangan referensi. contohnya, bila tegangan referensi 5 volt, tegangan input 3 volt, rasio input terhadap referensi adalah 60%. Jadi, jika menggunakan ADC 8 bit dengan skala maksimum 255, akan didapatkan sinyal digital sebesar  $60\% \times 255 = 153$  (bentuk decimal) atau 10011001 (bentuk biner).

## 2.7 MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

MCB (*Miniature Circuit Breaker*) atau Miniatur Pemutus Sirkuit adalah sebuah perangkat elektromekanikal yang berfungsi sebagai pelindung rangkaian listrik dari arus yang berlebihan. Dengan kata lain, MCB dapat memutuskan arus listrik secara otomatis ketika arus listrik yang melewati MCB tersebut melebihi nilai yang ditentukan. Namun saat arus dalam kondisi normal, MCB dapat berfungsi sebagai saklar yang bisa menghubungkan atau memutuskan arus listrik secara manual.



Gambar 2. 13 *Miniature Circuit Breaker*

(Dickson, 2020)

Pada Gambar 2.13 merupakan bentuk fisik dari *Miniature Circuit Breaker* (MCB). MCB biasanya digunakan oleh PLN sebagai pembatas daya dalam rumah dan sekaligus sebagai pengaman dan sakelar utama, biasanya MCB terletak dibawah KWH meter. MCB merupakan pengaman listrik yang bekerja dengan prinsip bimetal dan memiliki dua cara pemutusan yakni secara thermal (panas) dan elektromagnetik. Saat terjadi hubung singkat maka MCB akan memutuskan arus dengan sangat cepat karena menggunakan cara kerja elektromagnetik, namun saat memutuskan arus karena beban lebih maka akan sedikit lambat karena MCB menggunakan cara kerja berdasarkan panas atau thermal.

## 2.8 Power Supply

*Power supply* adalah frekuensi ke sumber daya listrik. Perangkat suatu sistem yang memasok listrik atau jenis energi ke output beban atau kelompok beban disebut *power supply* unit atau PSU. Perangkat elektronika mestinya dicatu oleh *supply* arus searah DC (*Direct current*) yang stabil agar dapat bekerja dengan baik. Baterai adalah sumber catu daya DC yang paling baik. Namun untuk aplikasi yang membutuhkan catu daya lebih besar, sumber dari baterai tidak cukup. Sumber catu daya yang besar adalah sumber bolak balik AC (*Alternating Current*) dari pembangkit tenaga listrik. Untuk itu diperlukan suatu perangkat catu daya yang dapat mengubah arus AC menjadi DC. Pada Gambar 2.14 berikut merupakan gambar dari *power supply*.



Gambar 2. 14 *Power Supply* 24VDC  
(Schneider)

## 2.9 Relay

*Relay* adalah suatu piranti yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontaktor (saklar) yang tersusun. *Relay* akan tertutup (*On*) atau terbuka (*Off*) karena efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan (induktor) ketika dialiri arus listrik. Berbeda dengan saklar dimana pergerakan *Relay (On/Off)* dilakukan manual tanpa perlu arus listrik.

Sebagai komponen elektronika, *relay* mempunyai peran penting dalam sebuah sistem rangkaian elektronika dan rangkaian listrik untuk menggerakkan sebuah perangkat pengendali yang mempunyai arus kecil. Dengan demikian *relay* dapat berfungsi sebagai pengaman.

Ada beberapa jenis *relay* berdasarkan cara kerjanya sebagai berikut.

- *Normally Open (NO)*, apabila kontak-kontak tertutup saat *relay* dicatu
- *Normally Closed (NC)*, apabila kontak-kontak terbuka saat *relay* dicatu
- *Change Over (CO)*, *relay* mempunyai kontak tengah yang normal tertutup, tetapi ketika *relay* dicatu kontak tengah tersebut akan membuat hubungan dengan kontak-kontak yang lain.

Selain itu seperti saklar, *relay* juga dibedakan berdasar *Pole* dan *throw* yang dimilikinya, *Pole* adalah banyaknya kontak yang dimiliki oleh *relay*. Sedangkan *throw* adalah kondisi (*state*) yang mungkin dimiliki kontak. Berikut ini penggolongan *relay* berdasar jumlah *pole* dan *throw* atau disebut juga sebagai simbol *relay*.

- *Single Pole Single Throw (SPST)* : *Relay* golongan ini memiliki empat Terminal, dua Terminal untuk Saklar dan dua Terminalnya lagi untuk *Coil*.
- *Single Pole Double Throw (SPDT)* : *Relay* golongan ini memiliki lima Terminal, tiga Terminal untuk Saklar dan dua Terminalnya lagi untuk *Coil*.
- *Double Pole Single Throw (DPST)* : *Relay* golongan ini memiliki enam Terminal, diantaranya empat Terminal yang terdiri dari dua Pasang

Terminal Saklar sedangkan dua Terminal lainnya untuk *Coil*. *Relay* DPST dapat dijadikan dua Saklar yang dikendalikan oleh satu *Coil*. Gambar 2.15 berikut ini merupakan contoh dari beberapa *relay*.



Gambar 2. 15 *Relay* Omron

## 2.10 *Push Button*



Gambar 2. 16 *Push Button*

(Abu, 2013)

Tombol tekan (*Push Button*) merupakan komponen control yang sangat berguna, alat ini dapat kita jumpai pada panel listrik atau di luar panel listrik. Fungsi dari tombol tekan itu sendiri yakni untuk mengontrol kondisi *On* (hidup) dan *Off* (Mati) dari suatu rangkaian listrik khususnya pada bagian pengontrolan. Prinsip kerja tombol tekan adalah kerja sesaat maksudnya ketika tombol di tekan sesaat maka kontak dari tombol akan kembali pada posisi semula.

## 2.11 Pilot Lamp

Pilot lamp adalah sebuah lampu indikator yang menandakan jika pilot lamp ini menyala, maka terdapat sebuah aliran listrik masuk pada panel listrik tersebut. Pilot Lamp merupakan sebuah bagian penting dari Komponen Panel Listrik. Pilot Lamp sekarang banyak sekali macamnya dahulu menggunakan bolam atau dop dan sekarang sudah eranya sebuah teknologi LED. Yang mempunyai kelebihan lebih terang dan hemat energi. dari LED tersebut mempunyai banyak tegangan kerja untuk bisa menyalakan sebuah pilot lamp.

- 24 V AC/DC
- 110 ... 120 V AC
- 230 ... 240 V AC

Warna sangat berpengaruh untuk memudahkan manusia untuk menganalisa sebuah informasi, dalam pilot lamp ada beberapa warna yang sudah distandartkan untuk sebuah indikator panel listrik. Berikut macam-macam warna sering kali digunakan oleh panel maker, yakni warna merah, kuning atau jingga dan warna hijau



Gambar 2.17 Pilot Lamp

(Admin,2019)

Warna diatas sering kali digunakan oleh panel maker, berikut contoh penggunaan warna pilot lamp pada industri. Adapun Indikator pada masing-masing tombol control sebagai berikut.

1. Run / jalan menggunakan warna Hijau.
2. Stop / berhenti menggunakan warna Merah.

3. Alarm / Fault menggunakan warna kuning.

### 2.12 *Emergency Stop*

*Emergency Stop* adalah jenis saklar darurat yang jika di tekan akan terkunci dan cara untuk mereleasenya ada berbagai cara. Dengan harus di putar ataupun jika menggunakan kunci harus memposisikan kunci dalam keadaan *unlock*. Disebut *emergency stop* karena fungsi dari saklar ini adalah untuk mematikan sistem dalam keadaan darurat. Biasanya di mesin mesin industri selalu memiliki *emergency stop* minimal 1 pcs di setiap mesin. pada gambar berikut adalah salah satu contoh dari gambar 2.18 *Emergency Stop*.



Gambar 2.18 *Emergency Stop*

(Mutiara, 2018)