

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Main Cooling Water Pump (MCWP) merupakan sebuah pompa yang sangat dibutuhkan atau penting pada pembangkit listrik khususnya pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) maupun Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU). Pompa ini berguna untuk memompakan air dengan kapasitas besar untuk proses kondensasi pada kondensor. Beberapa inovasi / *project assignment* yang dilakukan untuk menjaga efisiensi dari pompa MCWP pada PLTGU Tj.Priok blok 1,2 antara lain seperti berikut :

1. Muhammad Furqaan, 2015 melakukan sebuah karya inovasi dengan membahas tentang pemanfaatan *Screen Wash Pump* (SWP) sebagai *back-up booster pump* agar efisiensi MCWP terjaga, namun masih dalam bentuk manual belum secara otomatis.
2. Septian Dwi Kurniawan, 2015 melakukan sebuah karya inovasi dengan membahas tentang, penambahan jalur *booster pump* cadangan pada MCWP 2A-2B dengan tujuan untuk menjaga efisiensi MCWP serta kehandalan unit, namun hal tersebut harus sering dilakukan perawatan secara berkala agar dapat beroperasi dengan baik dan juga masih bekerja secara manual.
3. Husni Adam Jarot, 2015 melakukan sebuah karya inovasi dengan membahas tentang pemanfaatan *discharge Desalination Sea Water Pump* (DSWP) agar dapat menggantikan pemakaian *service water* saat *start* dan *stop*, namun masih terdapat kekurangan dikarenakan apabila terjadi *trip* pada DSWP maka tidak ada suplai air pendingin pada MCWP sehingga MCWP juga ikut *trip*.
4. Windu Putra, 2015 melakukan sebuah karya inovasi dengan membahas tentang *trand* kenaikan *temperature winding* dan motor *air cooling*, namun masih belum membahas solusi dari masalah tersebut.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Programmable Logic Control (PLC)

PLC merupakan suatu bentuk khusus pengontrol berbasis mikroprosesor yang memanfaatkan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan intruksi-intruksi dan untuk mengimplementasikan fungsi-fungsi seperti logika, *sequencing*, pewaktuan (*timing*), pencacahan (*counting*) dan aritmatika guna mengontrol mesin-mesin dan proses-proses.

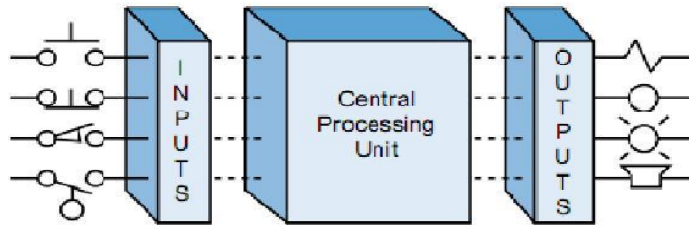
PLC pertama kali dirancang oleh perusahaan General Motor (GM) sekitar tahun 1968 untuk menggantikan *control relay* pada proses sekuensial yang dirasakan tidak fleksibel dan berbiaya tinggi. Namun saat ini PLC telah mengalami perkembangan yang luar biasa. Baik dari ukuran, kepadatan komponen serta dari segi fungsionalnya. Beberapa peningkatan perangkat keras dan lunak ini diantaranya adalah :

1. Ukuran semakin kecil.
2. Jumlah *input / output* yang semakin banyak dan padat.
3. Pemrograman relatif semakin mudah, hal ini terkait dengan perangkat lunak pemrograman yang semakin *user friendly*.
4. Jenis intruksi / fungsi semakin banyak dan lengkap
5. Waktu eksekusi program yang semakin cepat

Walaupun istilah PLC secara bahasa berarti pengontrol logika yang dapat diprogram, tetapi pada kenyataannya, PLC secara fungsional tidak lagi terbatas pada fungsi-fungsi logika saja. Sebuah PLC saat ini dapat melakukan perhitungan-perhitungan aritmatika yang relatif kompleks, fungsi komunikasi, dokumentasi, dan lain sebagainya (sehingga dengan alasan ini dalam beberapa buku manual, istilah PLC sering hanya ditulis sebagai PC – *Programmable Controller* saja).

1. Prinsip Kerja PLC

Secara umum, PLC terdiri dari dua komponen penyusunan utama seperti pada gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Blok diagram PLC

Pada gambar 2.1 menjelaskan blok diagram dari PLC yang mana terdiri dari dua komponen yaitu : *Central Processing Unit* (CPU), dan Sistem antarmuka *input / output*.

Fungsi dari CPU adalah mengatur semua proses yang terjadi di PLC. Ada tiga komponen utama pada CPU yaitu :

1. Prosesor
2. Memori
3. Power supply

Input / output menyediakan antarmuka yang menghubungkan sistem dengan dunia luar, memungkinkan dibuatnya sambungan-sambungan (atau koneksi) antara perangkat-perangkat *input* dengan perangkat-perangkat *output*.

Peralatan *input* merupakan peralatan yang berfungsi sebagai masukan sinyal kontrol terhadap peralatan lain yang memerlukan masukan tegangan listrik secara berkala atau pada saat-saat tertentu. Peralatan *input* yang sering digunakan adalah tombol atau saklar, kontak *thermal overload relay*, *flow switch* dan lain-lain.

Peralatan *output* merupakan peralatan yang langsung digerakan atau dioperasikan oleh peralatan proses dan peralatan *input* kontrol yang nantinya akan dihubungkan ke peralatan *output* (beban). Peralatan *output*

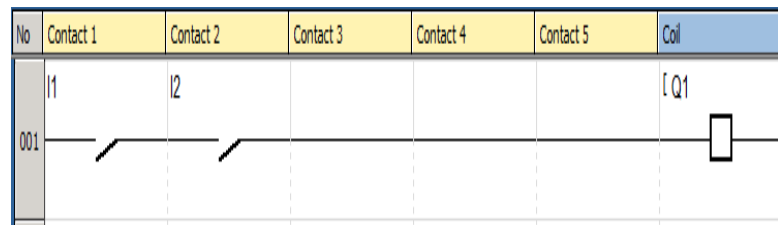
kontrol ini diantaranya adalah relay beban, kontaktor, lampu tanda, motor, *buzzer*, dan lain-lain.

2. Fungsi-fungsi Logika Dasar

Operasi yang dilakukan oleh peralatan digital seperti PLC pada dasarnya berbasis pada tiga fungsi logika dasar yaitu AND, OR dan NOT. Fungsi-fungsi ini mengombinasikan variabel-variabel biner sehingga membentuk pernyataan logika. Setiap fungsi memiliki aturan yang menentukan hasil keluaran (benar atau salah).

a. Logika AND

Keluaran logika AND akan *high* (1) jika semua masukan *high* (1). Jumlah dari masukan tidak dibatasi, tetapi hanya terdiri dari satu keluaran. Pada gambar 2.2 berikut ini memperlihatkan logika AND dengan dua masukan serta tabel kebenarannya pada tabel 2.1 berikut ini.



Gambar 2.2 Logika AND

Tabel 2.1 Tabel kebenaran AND ($[Q1=I1.I2]$)

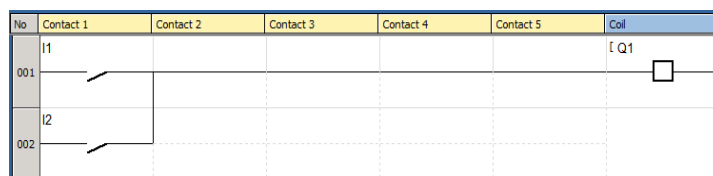
INPUT		Output
I1	I2	[Q1]
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Seperti pada gambar 2.2 dan tabel 2.1 apabila *output* ingin bekerja atau bernilai 1 maka kedua *input* yaitu I1 dan I2 harus

bernilai *high* (1). Apabila salah satu *input* bernilai *low* (0) maupun keduanya bernilai *low* (0) maka *output* akan bernilai *low* (0) atau tidak bekerja.

b. Logika OR

Keluaran logika OR akan *high* (1) jika salah satu masukan *high* (1). Seperti halnya dengan logika AND, jumlah masukan logika OR ini juga tidak dibatasi, tetapi hanya terdiri dari satu keluaran. Pada gambar 2.3 memperlihatkan logika OR dengan dua masukan dan juga tabel kebenarannya seperti pada tabel 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.3 Logika OR

Tabel 2.2 Tabel kebenaran OR ($[Q1=I1+I2]$)

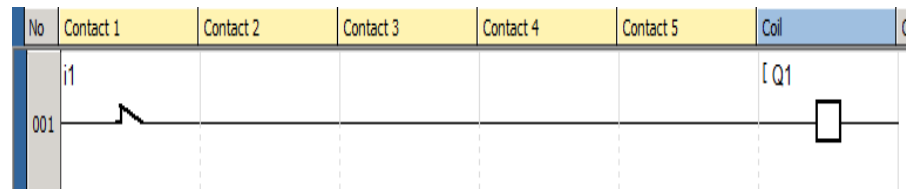
INPUT		Output
I1	I2	[Q1
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Seperti pada gambar 2.3 dan tabel 2.2 apabila *output* ingin bekerja atau bernilai 1 maka kedua *input* atau salah satu *input* harus bernilai *high* (1). Apabila semua *input* bernilai *low* (0) maka *output* akan bernilai *low* (0) atau tidak bekerja.

c. Logika NOT

Logika NOT adalah suatu logika inverter, logika NOT biasanya disebut juga inverter atau pembalik logika. Tidak seperti logika OR dan AND atau logika logika yang lainnya, logika NOT hanya memiliki satu saluran masukan dan satu saluran keluaran.

Keadaan keluaran logika NOT selalu berlawanan (kebalikan atau komplemen) dari keadaan masukan atau *input*. Pada gambar 2.4 memperlihatkan logika NOT dengan dua masukan dan juga tabel kebenarannya seperti pada tabel 2.3 berikut ini.



Gambar 2.4 Logika NOT

Tabel 2.3 Tabel kebenaran NOT ($[Q1 = \overline{i1}]$)

INPUT	OUTPUT
i1	[Q1]
1	0
0	1

Seperti pada gambar 2.4 dan tabel 2.3 apabila *output* ingin bekerja atau bernilai 1 maka *inputan* harus bernilai *low* (0). Apabila *inputan* bernilai *high* (1) maka *output* akan bernilai *low* (0) atau tidak bekerja.

3. Diagram Ladder

Diagram *ladder* atau diagram satu garis adalah suatu cara untuk menggambarkan proses kontrol sekuensial yang umum dijumpai diindustri. Diagram ini mempresentasikan interkoneksi antara perangkat *input* dan perangkat *output* sistem kontrol. Dinamakan diagram *ladder* (tangga) karena diagram ini mirip dengan tangga. Seperti halnya sebuah tangga yang memiliki sejumlah anak tangga, diagram ini juga memiliki anak-anak tangga setiap dikoneksikan. Berikut adalah contoh gambar dari diagram *ladder* sederhana seperti pada gambar 2.5 berikut ini.



Gambar 2.5 Contoh diagram ladder sederhana

Pada gambar 2.5 mencontohkan diagram ladder sederhana, garis vertikal pada diagram ladder yang ditandai dengan L1 dan L2, pada dasarnya adalah sumber atau line tegangan yang dapat berupa sumber AC atau sumber tegangan DC. Jika line tersebut mempresentasikan sumber AC maka L1 sering diartikan sebagai line fase dan L2 sebagai line netral, sedangkan jika line tersebut mempresentasikan sebuah sumber DC maka L1 merupakan terminal positif dan L2 adalah terminal negatif atau ground.

2.2.2 Dasar Pompa

Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi atau untuk mengalirkan cairan dari daerah bertekanan rendah ke daerah yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran pada suatu sistem jaringan perpipaan. Hal ini dicapai dengan membuat suatu tekanan yang rendah pada sisi masuk atau *suction* dan tekanan yang tinggi pada sisi keluar atau *discharge* dari pompa.

Pada prinsipnya, pompa mengubah energi mekanik motor menjadi energi aliran fluida. Energi yang diterima oleh fluida akan digunakan untuk menaikkan tekanan dan mengatasi tahanan – tahanan yang terdapat pada saluran yang dilalui. Pada gambar 2.6 berikut ini menggambarkan sebuah pompa secara umum.

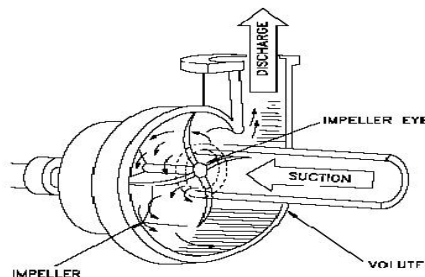


Gambar 2.6 Motor dan pompa

Pada gambar 2.6 menjelaskan sebuah pompa yang dihubungkan dengan motor. Seperti penjelasan di atas motor berfungsi sebagai energi mekanik yang memutar pompa.

1. Prinsip Kerja Pompa

Pada pompa terdapat sudu-sudu impeler yang berfungsi sebagai tempat terjadi proses konversi energi dari energi mekanik putaran menjadi energi fluida head. Impeler dipasang pada poros pompa yang berhubungan dengan motor penggerak, biasanya motor listrik atau motor bakar. Poros pompa akan berputar apabila penggeraknya berputar. Karena poros pompa berputar impeler dengan sudu-sudu impeler berputar, zat cair yang ada di dalamnya akan ikut berputar sehingga tekanan dan kecepatannya naik dan terlempar dari tengah pompa ke saluran yang berbentuk volut atau spiral kemudian ke luar melalui nosel. Pada gambar 2.7 berikut menjelaskan kerja dari pompa.



Gambar 2.7 Cara kerja pompa

Seperti pada gambar 2.7 menjelaskan apabila impeler berputar maka zat cair yang berada pada *suction* atau *inlet* pompa akan ikut berputar sehingga kecepatan dan tekanannya bertambah dan akan menuju ke *discharge* atau *outlet* pompa.

2.2.3 Solenoid valve

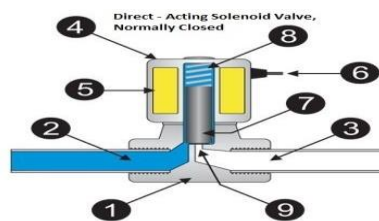
Solenoid valve merupakan katup yang dikendalikan dengan arus listrik baik AC maupun DC melalui kumparan. *Solenoid valve* ini merupakan elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam sistem fluida. Seperti pada sistem pneumatik, sistem hidrolik ataupun pada sistem kontrol mesin yang membutuhkan elemen kontrol otomatis. Contohnya pada sistem pneumatik, *solenoid valve* bertugas untuk mengontrol saluran udara yang bertekanan menuju aktuator pneumatik (*cylinder*). Atau pada sebuah tandon air yang membutuhkan *solenoid valve* sebagai pengatur pengisian air.

Banyak sekali jenis-jenis dari *solenoid valve*, karena *solenoid valve* ini di desain sesuai dari kegunaannya. Mulai dari 2 saluran, 3 saluran, 4 saluran dan sebagainya. Contohnya pada *solenoid valve* 2 saluran atau yang sering disebut katup kontrol arah 2/2. Memiliki 2 jenis menurut cara kerjanya, yaitu NC dan NO. Jadi fungsinya hanya menutup / membuka saluran karena hanya memiliki 1 lubang *inlet* dan 1 lubang *outlet*. Atau pada solenoid 3 saluran yang memiliki 1 lubang *inlet* , 1 lubang *outlet* , dan 1 *exhaust* / pembuangan. Dimana lubang *inlet* berfungsi sebagai masuknya fluida, lubang *outlet* berfungsi sebagai keluarnya fluida dan *exhaust* berfungsi sebagai pembuangan fluida / cairan yang terjebak. Dan *solenoid* 3 saluran ini biasanya digunakan atau diterapkan pada aktuator pneumatik(*cylinder* kerja tunggal). Berikut gambar *solenoid valve* seperti pada gambar 2.8 dibawah ini.



Gambar 2.8 *Solenoid valve*

Pada gambar 2.8 menunjukkan sebuah *solenoid valve* yang bekerja apabila diberi tegangan 220 V AC. Sehingga apabila *solenoid valve* diberi tegangan sesuai spesifikasinya maka *solenoid* akan membuka dan apabila tidak diberi tegangan maka *solenoid* akan menutup. *Solenoid valve* bekerja secara *electro mechanically* dimana mereka mempunyai kumparan (*coil*) sebagai penggerakannya. Ketika kumparan tersebut mendapatkan suplai tegangan (AC atau DC) maka kumparan tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston (*plunger*) yang berada di dalamnya. Berikut bagian-bagian pada *solenoid valve* pada gambar 2.9 berikut ini.

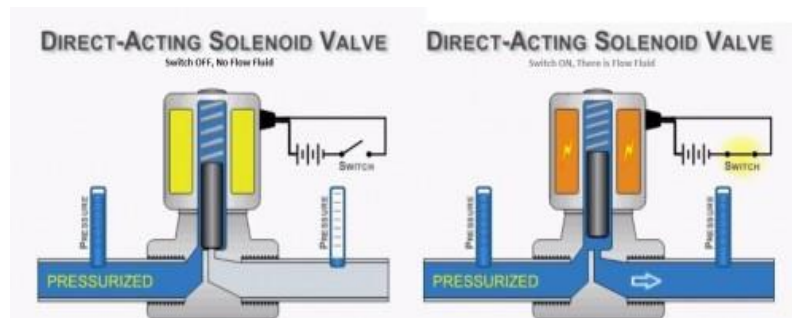


Gambar 2.9 Komponen *solenoid valve*

Pada gambar 2.9 menjelaskan bagian-bagian dari *solenoid valve* yaitu :

1. *Valve Body*
2. *Inlet Port*
3. *Outlet Port*
4. *Coil* (kumparan)
5. *Coil Windings*
6. Kabel suplai tegangan
7. *Piston (Plunger)*
8. *Spring*
9. *Orifice*

Prinsip kerja dari *solenoid valve* dijelaskan pada gambar 2.6 dibawah ini.



Gambar 2.10 Cara kerja *solenoid valve*

Seperti yang dijelaskan pada gambar 2.10 kumparan dari *solenoid* akan dihubungkan kesumber tegangan baik itu DC maupun AC sesuai dengan spesifikasi dari *solenoid valve* tersebut yang diatur dengan menggunakan *switch* (saklar). Apabila saklar menutup maka kumparan akan terhubung dengan sumber tegangan sehingga kumparan akan berubah menjadi medan magnet sehingga menarik pluger tersebut keatas maka *solenoid valve* dalam posisi terbuka, namun apabila saklar membuka maka kumparan akan terputus dari sumber tegangan sehingga pluger akan kembali keposisi awal dan *solenoid valve* dalam posisi menutup.

2.3 Kerangka Pemikiran

Pada saat ini air yang digunakan untuk *sealing* dari pompa MCWP yaitu disuplai dari *service water* pada saat sebelum *start* yaitu dengan membuka katup manual yang ada di lokal *water intake*, namun setelah MCWP beroperasi maka *sealing water* disuplai dari *booster pump* dengan menggunakan air laut yang dipompakan dari *discharge / outlet* pompa MCWP. Saat ini pada PLTGU blok 1,2 UPJP Priok sangat krisis *service water* untuk kebutuhan di *water treatment*. Oleh karena itu penulis membuat sebuah inovasi dengan memodifikasi sistem kontrol atau *sequence* dari MCWP agar kebutuhan *sealing* pada MCWP tidak lagi menggunakan *service water* melainkan menggunakan air laut agar *service water* dapat lebih optimal digunakan untuk kebutuhan di *water treatment*.