

# Sistem *Pneumatic Control Valve* Pada Discharge Valve Main Cooling Water Pump (MCWP)

Komarujaman<sup>1</sup>, Nanang Ismail<sup>2</sup>, Atam<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Elektro<sup>1,2</sup>, Supervisor Instrument & Control<sup>3</sup>

Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung<sup>1,2</sup>, PT Indonesia Power UPJP Kamojang<sup>3</sup>

Jl. A.H. Nasution 105 Bandung 40164. Telp.022-7800525 Fax. 022-7803936

e-mail: jaman01komaru@gmail.com<sup>1</sup>, nanang.is@uinsgd.ac.id<sup>2</sup>, agungatam@yahoo.com<sup>3</sup>

**Abstrak** –PT Indonesia Power Unit Pembangkit dan Jasa Pembangkitan (UPJP) Kamojang merupakan salah satu Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi yang banyak menggunakan sistem pengontrolan dalam proses produksinya. Sistem pengontrolan sangat diperlukan dalam operasi-operasi pembangkit misalnya untuk pengontrolan tekanan, temperature, kelembapan, dan laju air dalam proses produksi. Sistem Pengontrolan otomatis saat ini tidak hanya diperlukan sebagai keamanan operasi, faktor ekonomi, efesiensi, tetapi telah menjadi suatu kebutuhan pokok dalam suatu produksi pembangkitan. Discharge Valve MCWP (Main Cooling Water Pump) merupakan tempat keluarnya air hasil kondensat yang akan dialirkan pada cooling tower untuk di normalkan suhu nya kemudian air dialirkan kembali ke kondenser dijadikan sebagai sistem pendingin, adapun sebagiannya airnya kemudian di injeksikan kembali kedalam tanah. Didalam jurnal ini membahas memahas secara umum proses Condenser Level Transmitter dan secara khusus menjelaskan proses implementasi sistem pneumatic pada proses control valve pada Discharge Valve Main Cooling Water Pump (MCWP) dengan beberapa komponen pendukung dalam operasional control valve ini.

**Kata kunci:** condenser level transmitter, system pneumatic, control valve

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Pada era globalisasi ini, ilmu pengetahuan dan teknologi telah berkembang dengan begitu pesatnya. Tidak terkecuali pada teknologi industri, yang telah berkembang sesuai perkembangan zaman. Meskipun teknologi telah berkembang pesat, pengetahuan setiap orang tentang teknologi berbeda satu sama lainnya. Ada yang memiliki pengetahuan luas dan ada yang memiliki pengetahuan kurang. Dalam dunia industri pengetahuan yang dimiliki oleh orang yang berminat terhadap industri adalah komponen materi yang bermanfaat dalam proses produksi.

Salah satu komponen penting yang biasa dipakai dalam produksi industri adalah *Control Valve*. Control Valve adalah alat yang digunakan untuk memodifikasi aliran fluida atau laju tekanan pada sebuah sistem proses dengan menggunakan daya untuk operasinya. *Control Valve* memiliki peran penting dalam proses industri. Oleh karena itu sangat penting bagi mahasiswa khususnya jurusan Teknik Elektro yang nantinya akan berkecimpung dalam dunia industri untuk menguasai pengetahuan tentang *Control Valve* dan mengetahui manfaatnya.

### 1.2. Tujuan

#### 1.2.1. Tujuan Umum

Mengetahui sistem Kontrol dan Instrumentasi yang digunakan pada sistem pendingin Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi di PT Indonesia Power UPJP Kamojang.

### 2.2.1. Tujuan Khusus

Adapun tujuan khususnya antara lain:

- Mengetahui dan mempelajari sistem kontrol dan instrumentasi yang digunakan pada proses sistem pendingin pembangkit listrik.
- Mempelajari mekanisme System Pneumatik Control Valve pada Discharge Valve Main Cooling Water Pump (MCWP)

### 1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis membatasi permasalahan pada laporan kerja praktek ini sebagai berikut:

- Pembahasan mekanisme kerja dan komponen pada proses *Condenser Level Transmitter*
- Menganalisis penggunaan sistem *Pneumatic* sebagai tenaga penggerak *actuator* dalam pengendalian *control valve*

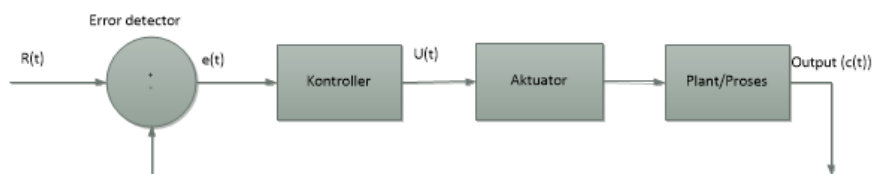
## 2. Teori Dasar

### 2.1. Sistem Kontrol

Sistem kontrol adalah suatu proses pengaturan atau pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (variable, parameter) sehingga berada pada suatu harga atau pada suatu rangkaian harga (range) tertentu [5].

Terdapat dua tipe sistem kontrol, yaitu *manual control* dan *automatic control*, tetapi yang paling banyak digunakan yaitu jenis *automatic control*. Pengendalian otomatis akan bekerja secara langsung membandingkan ukuran *actual plant output* dengan *referenc input*, menentukan osilasi, dan menghasilkan sinyal kontrol keluaran untuk mengurangi osilasi [1].

Kontrol *close loop* merupakan kontroler yang banyak digunakan karena terbukti efektif, sederhana dan mudah implementasinya. Kontrol ini mempunyai parameter yang dapat disesuaikan terhadap *plant* dengan mempertimbangkan *rise time*, *overshot*, *settling time*, dan *steady state error* seperti dapat dilihat pada Gambar 1



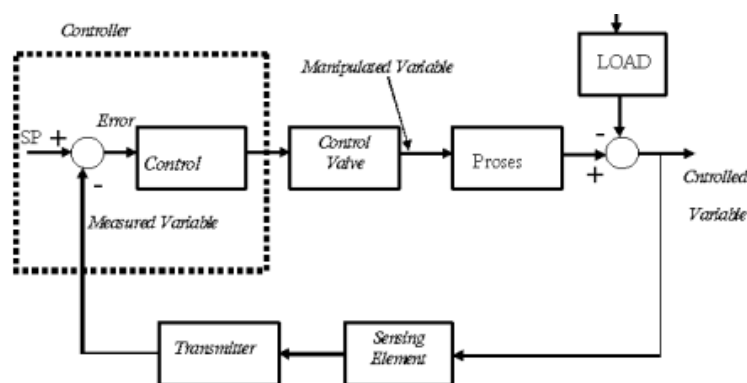
Gambar 1 Diagram Blok Sistem Kontrol *close loop* [5]

### 2.2. Sistem Instrumentasi

Alat instrument yang dipakai dalam sistem pengukuran dan pengaturan secara umum terdiri dari beberapa element yang digabung menjadi suatu sistem. Elemen-elemen tersebut adalah [3]:

1. *Primary element (sensing element)*
2. *Secondary element (receiver)*
3. *Control element (receiver)*
4. *Final control element (kontrol valve)*

Dalam sistem pengaturan ke empat elemen diatas selalu dipakai, sedangkan pada sistem pengukuran *control element* diganti dengan *receiver* berupa indicator. Susunan umum dari suatu sistem pengaturan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem Pengaturan [4]

### 2.2.1. Element sensor (*primary element*)

*Primary element* sering disebut dengan sensor yang merupakan alat yang sangat sensitive terhadap perubahan besaran fisik yang terjadi pada suatu di industry. Perubahan pada proses tersebut oleh sensor diubah dalam suatu perubahan sejenis maupun dalam perubahan lain yang memungkinkan *secondary element* mengolah data dari sensor tersebut. Data pengukuran ini dapat berupa mekanik (gerakan mekanik) atau besaran listrik (perubahan nilai kapasitansi suatu kapasitor, perubahan tahanan listrik) yang nilainya sebanding dengan nilai besaran proses yang diukur.

Contoh beberapa sensor yang digunakan pada proses industri pembangkit:

1. Sensor temperature  
Antara lain *Thermometer bimetallic*, *Thermocouple*, *Resistance Temperature Detector (RTD)*.
2. Sensor Level  
Ada beberapa jenis sensor level, diantaranya adalah *floater*, *displacer*, *differensial transmitter* dan *sistem bubbler*.
3. Sensor Flow  
Pada prinsipnya, sensor laju aliran (*flow*) bekerja berdasarkan asas fluida, jika fluidan melewati celah atau restreksi, maka akan terjadi penurunan tekanan.
4. Sensor Preasure  
Tekanan terjadi karena adanya gaya yang bekerja pada suatu luasan sehingga tekanan dinyatakan sebagai gaya yang bekerja pada satuan luas [3].

### 2.2.2. Secondary Element (*Transmitter*)

*Secondary element* secara umum disebut *Transmitter*, yaitu suatu alat yang mengubah besaran fisik dari sensor menjadi *signal standart* untuk dikirim ke alat lainnya.

Fungsi dari *Secondary element* adalah untuk mengolah perubahan fisik yang dihasilkan oleh sensor menjadi suatu penunjukan (*indicator*) atau terjadi suatu sinyal standar untuk ditransmisikan ke *Receiver (Indicator dan Recorder)* maupun *control element (controller)*.

- Signal Pneumatik 3-15 psi; 0,2-1,0 kg/cm<sup>2</sup>
- Signal Elektrik 4-20 mA DC; 1-5 VDC

### 2.2.3. Control Element dan receiver

*Control element* atau sering disebut *controller* yaitu alat yang berfungsi melakukan pengaturan dengan jalan membandingkan besaran proses terhadap nilai yang dikehendaki. Apabila antara besaran proses dan set point terjadi ketidaksamaan maka kontroler akan melakukan koreksi dengan jalan memerintahkan *final control element* untuk mengatur besaran proses, sampai *controller* menyatakan *set point*.

*Receiver* adalah alat yang menerima signal standar dari *transmitter* untuk dipakai sebagai alat ukur.

- Indikator: menunjukkan hasil pengukuran besaran proses dalam waktu tertentu.
- Sistem alarm: memberikan peringatan (dalam bentuk suara atau cahaya lampu) apabila suatu besaran proses menyimpang pada tahap yang membahayakan.
- Sistem *safeguard & shutdown*: menghentikan suatu proses apabila proses tersebut sudah tidak terkendali dan pada tahap yang membahayakan [3].

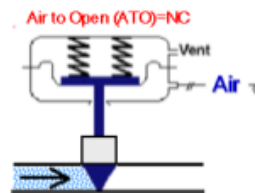
#### 2.2.4. Final Control Element

*Final Element (Control Valve)* ini merupakan Alat terakhir dari suatu pengaturan yang secara langsung mengontrol besaran proses agar berada pada nilai yang dikehendaki sesuai dengan perintah dari *controller*. *Final element* dalam suatu pengaturan adalah *control valve* yang berfungsi untuk mewujudkan sinyal keluaran *controller* menjadi suatu aksi yang dapat mengembalikan kondisi proses ke harga yang dikehendaki. Aksi *control valve* ada dua macam yaitu [3]:

- Air to Open (ATO)*

*Failure Close (FC)* Adalah kondisi *valve*, dimana besarnya sinyal kendali sebanding dengan besarnya bukaan *valve*, dan berbanding terbalik denganutupan *valve*. Sehingga saat sinyal kecil, bukaan juga kecil, saat sinyal besar, bukaan juga besar [2].

Aksi *Air to Open* diperlihatkan pada Gambar 3

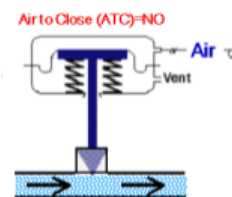


Gambar 3. Air to Open [5]

- Air to Close (ATC)*:

*Failure Close (FC)* adalah kondisi *valve*, dimana besarnya sinyal kendali sebanding dengan besarnya bukaan *valve*, dan berbanding terbalik denganutupan *valve*. Sehingga saat sinyal kecil, bukaan juga kecil, saat sinyal besar, bukaan juga besar [3].

Aksi *Air to Close* diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Air to Open [6]

### 3. Analisis dan Pembahasan

Pada pembahasan ini terdapat dua analisa yaitu proses pengontrolan pada *condenser level transmitter* dan implementasi *system pneumatic* pada *control valve*.

#### 3.1. Analisis Perhitungan Aliran Control Valve

Control Valve mengatur aliran (*flow*) dari cairan melalui katup dalam mengatur suatu proses buka/tutup cairan itu mengalir. Jadi control valve adalah Orifice yang berubah-ubah, yang ditempatkan pada satu pipa proses.

Rumus untuk aliran melalui orifice adalah [3]:

$$Q = C \cdot A \sqrt{\Delta P}$$

Dimana:

Q = Besarnya aliran, cairan (gpm), gas (scfh), Uap (lb/h)

C = Konstanta (a) untuk keadaan aliran

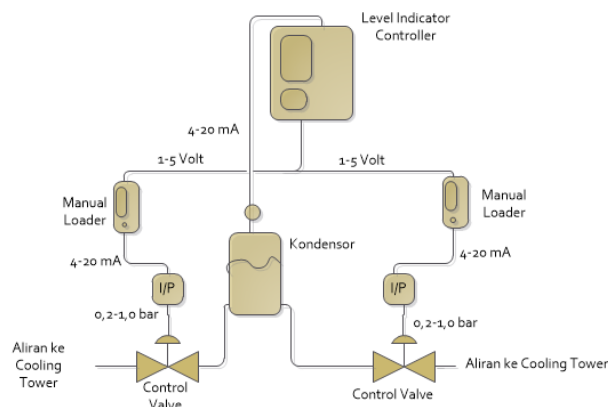
A = Bidang bukaan katup (Luas penampang)

$\Delta P$  = Tekanan yang melalui katup (Psi)

Besaran aliran melalui suatu katup adalah berbanding pada bidang bukaan dan jatuh melalui katup itu. Bidang bukaan katup (valve) berubah-ubah sesuai persen langkah valve sedang tekanan jatuh melalui valve berubah-ubah sesuai dengan kondisi hilir valve itu. Kondisi hilir suatu valve itu ditentukan oleh proses yang bersangkutan, seperti keadaan pipa-pipa, dan peralatan-peralatan dalam proses itu ditempatkan.

### 3.2. Proses Condenser Level Transmitter

*Kondenser* merupakan ruangan hampa udara /vacuum, dimana kondisi normal operasi, tekanan dalam kondenser yaitu 0,133 bar. Karena di dalam kondenser terjadi campuran air dengan uap, maka kondenser harus dijaga level ketinggiannya supaya tidak terjadi ketinggian/kekurangan level air kondensernya. Karena ketinggian/kekurangan level air dalam kondenser mengakibatkan unit menjadi trip/stop. Untuk menjaga level kondenser dalam keadaan normal, maka dibutuhkan sistem kontrol level untuk menjaga level airnya. Berikut adalah proses pengontrolan level kondenser dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Sistem *Condenser Level Transmitter*[2]

#### 3.2.1. Level Transmitter

*Level Transmitter* adalah suatu alat instrument yang terdapat pada *kondenser* yang berfungsi untuk menjaga kestabilan level air dalam kondenser. Level ketinggian air pada level transmitter diukur dengan satuan dalam milimeter (mm) dengan rentang antara -800 sampai dengan 1000 mm. Untuk mengetahui kondisi level ketinggian air, maka level transmitter dihubungkan dengan sensor ketinggian air yang berupa pelampung (*float*). Perubahan level cairan akan mengakibatkan pelampung bergerak yang kemudian akan menggerakkan penggeser di sepanjang jalur resistensi potensiometer, sehingga diperoleh keluaran arus yang berkaitan dengan ketinggian air. Sinyal arus ini akan diolah oleh pengolah sinyal yang setara dengan 4-20 mA DC.

### 3.2.2. Level Indicator Controller

*Level Indicator Controller* (LIC) merupakan suatu alat yang terdapat di ruang kontrol yang berfungsi sebagai alat penerima sinyal yang dikirimkan oleh *level transmitter*. Sinyal yang dikirimkan oleh level transmitter adalah berupa sinyal arus dengan skala 4-20 mA DC, kemudian sinyal arus dirubah menjadi sinyal tegangan dengan skala 1-5 V dengan menambah resistor 250  $\Omega$  pada rangkaian level transmitter. Perubahan ini dikarenakan alat ini optimum bekerja pada sinyal masukan berupa sinyal tegangan (Volt) dan hasil keluarannya berupa sinyal tegangan dengan skala 1-5 Volt out. Pengiriman sinyal yang dikirim oleh *Level Transmitter* yang berupa sinyal arus dirubah oleh *Level Indicator Controller* menjadi sinyal tegangan.

### 3.2.3. Manual Loader

*Manual Loader* adalah alat yang lokasinya berada diruang kontrol. Alat ini merupakan hasil pengukuran air pada *level kondenser* oleh *level transmitter* yang hasil pengukurannya adalah berupa besaran output arus dengan skala 4-20 mA DC yang kemudian dikirim ke *Level Indicator Controller*. Masukan sinyal dari arus dirubah terlebih dahulu ke sinyal tegangan 1-5 V DC karena *Level Indicator Controller* optimum mengolah masukan berupa sinyal tegangan. Selanjutnya sinyal tersebut dipararel ke manual loader untuk mengatur pembukaan katup. Pada manual loader ini terdapat tombol manual dan auto yang sama dengan LIC. Dimana fungsi dari masing-masing tombol tersebut seperti pada LIC. Pada Manual Loader ini, sinyal dari LIC berupa tegangan 1-5 V DC dirubah menjadi arus 4-20 mA DC.

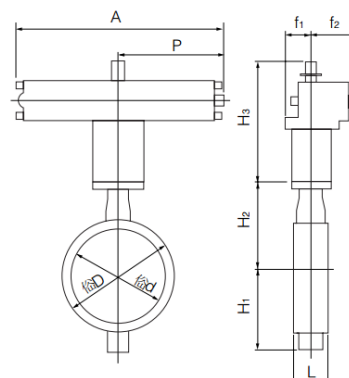
### 3.2.4. I to P Transducer

Umumnya sinyal-sinyal yang dibutuhkan oleh elemen koreksi *pneumatik* berada pada kisaran 0,2 -1,0 bar tekanan *gauge*. Yaitu tekanan diatas tekanan atmosfer. Prinsip dari sebuah *transducer* arus ke tekanan yang dapat digunakan untuk mengkonversi keluaran arus dari sebuah pengontrol, umumnya berkisar 4-20 mA, menjadi sinyal tekanan *pneumatik* 0,2 sampai 1,0 bar[2].

## 3.3. Implementasi System Pneumatic Control Valve pada Discharge Valve

*Discharge Valve* merupakan katup air keluaran yang berfungsi untuk memompakan air dari kondenser pada *cooling tower* yang kemudian air tersebut akan di dinginkan di *cooling tower*. Hasil air yang telah didinginkan akan dialirkan kembali kedalam kondenser sebagai air pendinginan. Dari aliran proses tersebut membentuk sebuah siklus yang pada dasarnya siklus ini terjadi agar proses level air pada kondenser tetap stabil.

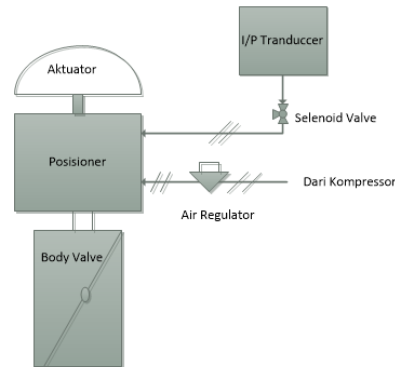
Berikut adalah struktur Control Valve Discharge Valve MCWP yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Struktur Control Valve Discharge Valve MCWP [6]

Pada struktur Control Valve yang digunakan untuk proses level air kondenser yang terdiri dari tiga bagian utama yaitu : Body Valve, Aktuator serta Posisioner. Juga digunakan komponen pembantu dalam perlengkapan lain dalam proses kerjanya.

Setelah mengetahui bagian-bagian yang terdapat pada *control valve* maka dibuatlah suatu bagan untuk lebih mengetahui mekanisme *control valve* yang diperlihatkan oleh Gambar 6.

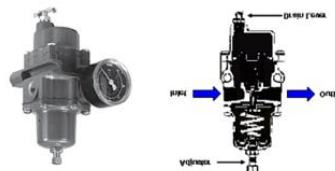


Gambar 6. Mekanisme Proses kerja Control Valve [2]

Setelah mengetahui bagan mekanisme proses kerja *control valve* maka disini akan dijelaskan beberapa komponen yang digunakan, diantaranya sebagai berikut:

**Air Regulator** digunakan untuk menurunkan tekanan udara dari *air compressor* sesuai dengan tekanan kerja peralatan *pneumatik*. Di dalam *air regulator* ini terdapat pegas dan *diaphragma* untuk mengatur tekanan. Output dari regulator harus sesuai dengan kebutuhan aktuator yaitu sebesar 0,2 sampai dengan 1,0 bar sebagai tekanan yang digunakan pada proses *control valve* di PLTP UPJP Kamojang.

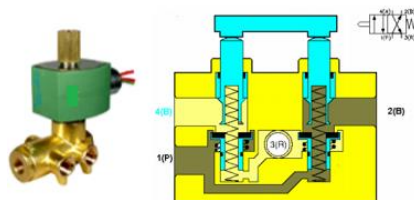
Berikut adalah bentuk dari *Air Regulator* diperlihatkan pada Gambar 3.4



Gambar 7. Air Regulator [5]

**Solenoid Valve** berfungsi seperti relay yang memungkinkan perintah buka-tutup valve secara elektrik. Bekerja berdasarkan prinsip elektromagnet dan memiliki kumparan (*coil*) dan *plunger* yang akan membuka/menutup saluran udara menuju control valve. Jenis *solenoid valve* pada *control valve* di PLTP UPJP Kamojang adalah jenis 4-way yang digunakan untuk *double acting aktuator*.

Berikut adalah skematik 4-Way Solenoid Valve dapt dilihat pada Gambar 3.5



Gambar 8. 4-Way Solenoid Valve [5]

**Limit Switch** berfungsi memberikan indikasi berupa sinyal listrik jika control valve sudah mencapai titik tertentu (posisi *open* atau *closed*) indikasi ini dibutuhkan untuk proses

selanjutnya. *Limit Switch* terpasang pada ujung dari rangkain control valve, terhubung langsung dengan stem agar dapat mendeteksi gerakan valve.

Berikut adalah bentuk *Limit Switch* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. *Limit Switch* [5]

**Positioner** merupakan pengendali proporsional yang mengatur posisi stem sesuai dengan sinyal control. Positioner digunakan untuk informasi pada posisi umpan balik dan memastikan bahwa katup berada pada posisi yang benar. Kinerja positioner tergantung pada keakuratan umpan balik posisi dan keterkaitan digunakan. Kontrol tekanan umumnya 3 sampai 15 psi, tapi positioner dapat beroperasi sampai dengan 100 psi yang memberikan kekuatan yang lebih besar.

Berikut adalah bentuk positioner yang digunakan di PLTP UPJP Kamojang dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Posisioner *Tampak dari luar* (a) *Tampak dari dalam* (b)

**Aktuator** pada control valve adalah bagian keluaran untuk mengubah energi supply menjadi energi yang dimampatkan. Pada proses control valve Discharge Valve MCWP menggunakan system pneumatik dalam tenaga penggerak untuk membuka atau menutup laju alir air kondenser.

Jenis aktuator yang digunakan adalah jenis aktuator *double acting* artinya aktuator ini mempunyai dua posisi permukaan dimana udara bertekanan pada satu sisi permukaan (arah maju) sedangkan sisi yang lain (arah mundur) terbuka ke atmosfer.



Gambar 11. Aktuator di PLTP UPJP Kamojang



**Body Valve** dalam proses control valve digunakan sebagai pengontrol aliran air keluaran kondenser, jenis valve yang digunakan adalah Butterfly Valve yaitu katup yang mirip seperti sayap kupu-kupu dimana dalam mengatur hambatan alirannya berbentuk demper berotasi.

Berikut adalah bentuk Butterfly valve yang biasa digunakan pada pembangkit listrik dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Butterfly Valve

Prinsipnya adalah memanfaatkan sebuah *disc* (cakram) sebagai alat pengatur aliran air nya. Berikut adalah keuntungan dan kekurangan valve jenis Butterfly yang digunakan dalam proses control valve [6].

Adapun keunggulan dan kekurangan pada Butterfly valve diperlihatkan oleh Tabel 1:

Tabel 1. Keunggulan dan Kekurangan Butterfly Valve

Keuntungan	Kekurangan
Kompak, ringan	Disc dapat terkikis oleh media abrasif
Harga paling murah dan mudah dalam perawatan	Posisi disc berada pada aliran fluida, tidak cocok untuk aliran <i>full flow</i> atau ketika melakukan <i>pigging</i>
Bagus untuk throttling pada kapasitas tinggi	
Shut off bagus (pada jenis <i>resilient seat</i> )	

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Control Valve adalah jenis *final control element* yang paling umum dipakai untuk system pengendalian proses. *Control valve* bekerja mengendalikan proses secara kontinyu manipulated variable (mengatur besar bukaan valve) agar proses variable selalu sama dengan set point.
2. Sistem kontrol yang ada pada condenser adalah control *level*, yang terdiri dari *level transmitter*, *level indicator controller*, *manual loader*, dan *final element control valve*.
3. *Level transmitter* yang digunakan dalam pengukuran *level* berupa pelampung (*float*) dan menghasilkan keluaran arus sebesar 4-20 mA.
4. Dalam mengendalikan *level* air pada kondenser menggunakan sistem kontrol *close loop* dan dapat menghasilkan *level* yang stabil.
5. Penggunaan *control level transmitter* pada kondenser yaitu untuk mengatur *level* air pada kondenser pada keadaan *setting* sehingga tekanan dalam kondenser tetap stabil. .

**Daftar Pustaka**

- [1] Ogata, Katsuhiko. Modern Control Engineering 5th Edition. 2010 Prentice-Hall, Inc. : United States of America.
- [2] A.R.Nurwachid, L.N. Mursid 2011. Merangkai Simulator Sederhana Kontroller Level Air Kondenser Di PT Indonesia Power UPJP Kamojang. 2011: Kerja Praktek. Fakultas Teknik Fisika. Universitas Gajah Mada.
- [3] F.S.Eva. Penggunaan Control Valve Pada Sterilizier dengan FIG 360-104 Untuk mengontrol Aliran Steam Di PTPN IV Unit Usaha Adolina Sumatera Utara. 2009 Tugas Akhir. Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara Medan.
- [4] S.M.Ahmad. Analisa Sistem Kontrol Valve Pada Vessel 11V2 Di FOC1 PT Pertamina (PERSERO) Refinery 1V Cilacap. Kerja Praktek. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro
- [5] <https://ekoharsono.wordpress.com/2012/11/01/mengenal-instrumentasi-06-pneumatik-device-pneumatik-valve-positioner/>. Diakses pada tanggal 26 juli 2016 09:06
- [6] [www.tomoevalve.com](http://www.tomoevalve.com). Diakses pada tanggal 02 September 2016, 22:33