

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Amonia*

2.1.1 Pengertian *Amonia*

Amonia adalah senyawa kimia dengan rumus NH_3 . Biasanya senyawa ini didapati berupa gas dengan bau tajam yang khas (disebut bau amonia). Walaupun amonia memiliki sumbangan penting bagi keberadaan nutrisi di bumi, amonia sendiri adalah senyawa kaustik dan dapat merusak kesehatan.

Amonia yang digunakan secara komersial dinamakan *amonia anhidrat*. Istilah ini menunjukkan tidak adanya air pada bahan tersebut. Karena *amonia* mendidih di suhu $-33\text{ }^\circ\text{C}$, cairan *amonia* harus disimpan dalam tekanan tinggi atau temperatur amat rendah. Walaupun begitu, kalor penguapannya amat tinggi sehingga dapat ditangani dengan tabung reaksi biasa di dalam sungkup asap. "Amonia rumah" atau amonium hidroksida adalah larutan NH_3 dalam air. Konsentrasi larutan tersebut diukur dalam satuan baumé. Produk larutan komersial amonia berkonsentrasi tinggi biasanya memiliki konsentrasi 26 derajat baumé (sekitar 30 persen berat amonia pada $15.5\text{ }^\circ\text{C}$). Amonia yang berada di rumah biasanya memiliki konsentrasi 5 hingga 10 persen berat amonia.¹

Amonia umumnya bersifat basa ($\text{pK}_b=4.75$), tetapi dapat juga bertindak sebagai asam yang amat lemah ($\text{pK}_a=9.25$). Amonia dapat terbentuk secara alami maupun sintesis. Amonia yang berada di alam merupakan hasil dekomposisi bahan organik.

2.1.2 Proses Pembuatan *Amonia*

Secara garis besar proses dibagi menjadi 4 unit, dengan urutan sebagai berikut :

¹ Mia Azizah dan Mira Humairoh, Analisis Kadar Amonia (NH_3) dalam Air Sungai Cilengsi, (2015 : Jurnal Nusa Sylva, vol.15.1 Juni)

1. *Feed Treating Unit*

Gas Alam yang masih mengandung kotoran (*impurities*), terutama senyawa belerang sebelum masuk ke Reforming Unit harus dibersihkan dahulu di unit ini, agar tidak menimbulkan keracunan pada katalisator di Reforming Unit. Untuk menghilangkan senyawa belerang yang terkandung dalam gas alam, maka gas alam tersebut dilewatkan dalam suatu bejana yang disebut Desulfurizer. Gas alam yang bebas sulfur ini selanjutnya dikirim ke Reforming Unit.

2. *Reforming Unit*

Di reforming unit gas alam yang sudah bersih dicampur dengan uap air, dipanaskan, kemudian direaksikan di Primary Reformer, hasil reaksi yang berupa gas-gas hydrogen dan carbon dioxide dikirim ke Secondary Reformer dan direaksikan dengan udara sehingga dihasilkan gas-gas sebagai berikut :

- Hidrogen
- Nitrogen
- Karbon Dioksida

Gas gas hasil reaksi ini dikirim ke Unit purifikasi dan Methanasi untuk dipisahkan gas karbon dioksidanya.

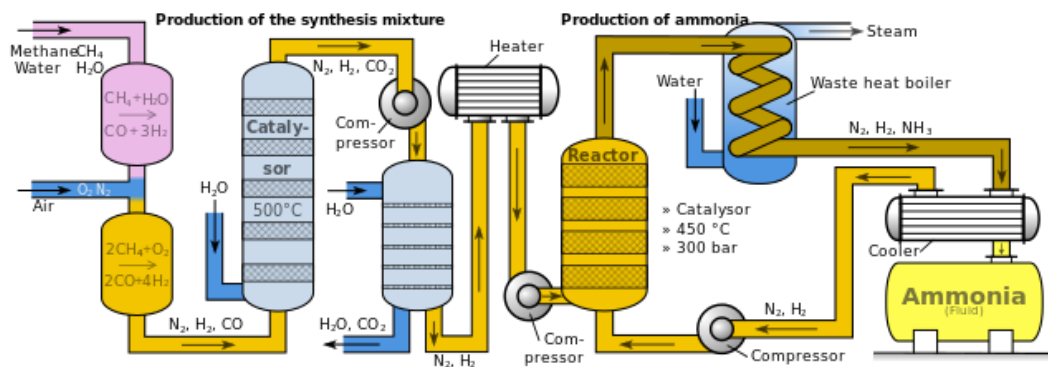
3. *Purifikasi & Methanasi*

Karbon dioksida yang ada dalam gas hasil reaksi Reforming Unit dipisahkan dahulu di Unit Purification, Karbon Dioksida yang telah dipisahkan dikirim sebagai bahan baku Pabrik Urea. Sisa karbon dioksida yang terbawa dalam gas proses, akan menimbulkan racun pada katalisator ammonia converter, oleh karena itu sebelum gas proses ini dikirim ke Unit Synloop & Refrigeration terlebih dahulu masuk ke Methanator.

4. *Compression Synloop & Refrigeration Unit*

Gas Proses yang keluar dari Methanator dengan perbandingan gas hidrogen : nitrogen = 3 : 1, ditekan atau dimampatkan untuk mencapai tekanan yang diinginkan oleh Ammonia Converter agar terjadi reaksi pembentukan, uap ini kemudian masuk ke Unit Refrigerasi sehingga didapatkan amonia dalam fasa cair yang selanjutnya digunakan sebagai bahan baku pembuatan Urea.

Hasil / produk pada proses di atas adalah amonia cair yang beserta karbon dioksida digunakan sebagai bahan baku pembuatan Urea.



Gambar 2.1 Proses Aliran Pembuatan *Amonnia*

2.2 Instrumen

2.2.1 Pengertian Instrumen

Secara umum, instrumen penelitian adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengumpulkan data atau informasi yang bermanfaat untuk menjawab permasalahan penelitian. Alat ini harus dipilih sesuai dengan jenis data yang diinginkan dalam penelitian. Instrumen berfungsi sebagai alat pada waktu penelitian yang menggunakan suatu metode.

Dari definisi tersebut jelas bahwa dalam instrumentasi terdapat dua kegiatan yang merupakan prinsip dasar instrumentasi yaitu mengukur dan mengatur suatu besaran proses. Dimana kualitas hasil pengukuran akan sangat menentukan hasil dari pengendalian. Instrumentasi adalah alat-alat dan peranti (*device*) yang dipakai untuk pengukuran dan pengendalian dalam suatu sistem yang lebih besar dan lebih kompleks. Instrumentasi bisa berarti alat untuk menghasilkan efek suara, seperti pada instrumen musik.²

Instrumentasi diperlukan karena terbatasnya indera manusia sebagai alat ukur. Banyak sekali parameter yang harus dikendalikan dalam suatu proses. Beberapa diantaranya yaitu tekanan (*pressure*), aliran (*flow*), tinggi permukaan zat cair (*level*), keasaman (pH) dan juga suhu (*temperature*). Dalam *instrumentasi*

² Murie dwiyani dan Kusnadi, Instrumentasi dan Proses Kontrol, cet.1, (Jakarta : PNJ Press, 2021), hlm. 1-4.

terdapat proses pengukuran. Sedangkan pengertian secara umum dari kata mengukur adalah membandingkan besaran yang diukur dengan besaran sejenis yang diterapkan sebagai satuan. Sedangkan yang dimaksud dengan besaran adalah sesuatu yang dapat diukur dan dinyatakan dengan angka-angka, tetapi secara umum instrumentasi mempunyai beberapa fungsi utama:

- sebagai alat pengukuran
- sebagai alat analisis
- sebagai alat kendali
- sebagai alat perekam/recorder terhadap suatu peralatan (dalam hal disebut juga sebagai data *trend*)

Instrumentasi sebagai alat pengukur sering kali merupakan bagian depan/awal dari bagian-bagian selanjutnya (bagian kendalinya), dan bisa berupa pengukur dari semua jenis besaran fisis, kimia, mekanis, maupun besaran listrik. Beberapa contoh di antaranya adalah pengukur: massa, waktu, panjang, luas, sudut, suhu, kelembaban, tekanan, aliran, pH (keasaman), level, radiasi, suara, cahaya, kecepatan, torque, sifat listrik (arus listrik, tegangan listrik, tahanan listrik), viskositas, density, dll.³

2.3 Transmitter

2.3.1 Pengertian Transmitter

Secara garis besar pengertian dari transmitter adalah alat yang mengubah dan mentransmisikan besar nilai terukur dari suatu besaran dalam *range* tertentu kedalam sinyal yang dapat dibaca *receiver*. Dengan kata lain transmitter merupakan suatu alat kelanjutan dari sensor, dimana merupakan salah satu elemen dari sistem pengendalian proses. Untuk mengukur besaran dari suatu proses digunakan alat ukur yang disebut sebagai sensor (bagian yang berhubungan langsung dengan medium yang diukur), dimana transmitter kemudian mengubah sinyal yang diterima dari sensor menjadi sinyal *standart*. Berdasarkan besaran yang perlu ditransformasikan transmitter dapat digolongkan sebagai transmitter temperatur, transmitter tinggi permukaan, transmitter aliran. *Transmitter* dapat dihubungkan

³ Murie dwiyanti dan Kusnadi, Instrumentasi dan Proses Kontrol, cet.1, (Jakarta : PNJ Press, 2021), hlm. 5.

dengan berbagai alat penerima seperti *instrument* penunjuk, alat pencatat, pengatur yang mempunyai sinyal masukan yang *standart*.⁴

Oleh karena itu transmitter mempunyai banyak sekali jenisnya, biasanya nama *transmitter* disesuaikan dengan besaran proses yang dipantaunya, seperti *transmitter* untuk memantau tekanan (*Pressure*) disebut *Pressure Transmitter* disingkat PT, *transmitter* untuk memantau besaran proses suhu disebut *Temperature Transmitter* disingkat TT, *transmitter* untuk mengukur besaran proses aliran (*Flow*) disebut *Flow Transmitter* disingkat FT, transmitter untuk memantau besaran proses ketinggian permukaan tangki disebut *Level Transmitter* disingkat LT.

2.3.2 Jenis-jenis Transmitter

Dari berbagai jenis *transmitter* seperti tersebut diatas, dapat dibedakan berdasarkan prinsip kerjanya diantara lain :⁵

A. *Pressure Transmitter*



a. Tipe EJXC50A b. Tipe EJAC50E

Gambar 2.2 *Differential Pressure Transmitter Yokogawa*

Pressure transmitter merupakan alat yang berguna untuk mengubah perubahan sensing element dari sebuah sensor menjadi sinyal yang mampu diterjemahkan oleh *controller*. *Transmitter* sendiri pasti berhubungan antara satu sama lainnya dengan komponen sensor. Sensor yang berguna untuk mengukur besaran tekanan akan memberikan keluaran berupa sinyal elektrik yang selanjutnya oleh transmitter akan dikirim menuju *controller*. *Standar* sinyal output *transmitter*

⁴ Daryanto, Teori dan Aplikasi Teknik Elektronika, cet.1, (Yogyakarta : Gava Media, 2021), hlm. 1-5.

⁵ Daryanto, Teori dan Aplikasi Teknik Elektronika, cet.1, (Yogyakarta : Gava Media, 2021), hlm. 112-116.

adalah 3 sampai 15 psig (0,2 – 1 kg/cm²), 4 – 20 mA ataupun 1 sampai 5 Volt. *Pressure transmitter* berdasarkan prinsip kerjanya dapat dibedakan menjadi beberapa tipe yaitu :

1. *Differential pressure transmitter*
2. *Strain gauge pressure transmitter*
3. *Piezo electric pressure transmitter* dan lain-lain.

B. *Level Transmitter*



Gambar 2.3 *Level Transmitter EJX210A Yokogawa*

Pengukuran *level fluida* merupakan suatu pengukuran yang sering dijumpai pada industri, baik pada bejana terbuka maupun tertutup. Jenis-jenis pengukuran level berhubungan dengan 3 besaran yaitu massa jenis, volume, dan massa. Dasar pengukuran level, dimana massa adalah massa jenis berbanding lurus dengan volume.

Ada beberapa metode, jenis alat atau tipe sensor yang dapat digunakan dalam pengukuran level diantaranya *differential pressure*, *ultrasonic*, radar, *kapasitif*, *konduktif*, *radioaktif*, pelampung dengan *potensio variabel displacement* dan lain-lain. Umumnya satuan yang digunakan pada *level transmitter* adalah persen (%) (0%=4 mA dan 100%=20 mA).

Level Transmitter berdasarkan prinsip kerjanya terdiri dari :

1. *Differential pressure level transmitter*
2. *Radar level transmitter*
3. *capacitance level transmitter*
4. *Hall effect level transmitter*
5. *Displacer level transmitter* dan lain-lain.

C. *Flow Transmitter*



Gambar 2.4 *Coriolis Flow Transmitter Yokogawa*

Pengukuran aliran fluida adalah sangat penting di dalam suatu industri proses. Pada industri proses seperti ini, memerlukan penentuan kuantitas dari suatu fluida (*liquid*, gas atau *steam*) yang mengalir melalui suatu titik pengukuran, baik didalam saluran yang tertutup (*pipe*) maupun saluran terbuka (*open channel*). Kuantitas yang ditentukan antara lain : laju aliran volume (*volume flow rate*), laju aliran massa (*mass flow rate*), kecepatan aliran (*flow velocity*). Instrumen untuk melakukan pengukuran kuantitas aliran fluida ini disebut flowmeter. *Flow Transmitter* berdasarkan prinsip kerjanya dapat dibedakan menjadi beberapa kategori diantaranya :

1. *Magnetic flow transmitter*
2. *Displacer flow transmitter*
3. *Coriolis flow transmitter* dan lain-lain

D. *Temperature transmitter*



Gambar 2.5 *Temperature Transmitter YTA710 Yokogawa*

Temperature Transmitter adalah suatu piranti yang digunakan untuk mengirimkan sinyal yang diterima dari hasil sensing kemudian diteruskan ke

Temperature control maupun *Temperature Indicator*, tergantung bagaimana peran *Temperature Transmitter* tersebut. Untuk mengetahui jumlah sinyal yang akan di kirim, *Temperature Transmitter* membutuhkan sensor panas, baik itu menggunakan RTD, *Thermocouple* maupun sensor panas lainnya.

Adapun jenis RTD itu sendiri ada beberapa macam misalnya PT 100 yaitu RTD yang terbuat dari bahan *platinum* dengan *referensi* 100 Ohm sama dengan nol *derajat Celsius*, selain itu ada PT 500, PT 1000 dan jenis RTD lain. Sedang untuk *termocouple* juga terdiri dari beberapa macam diantaranya TC type K, TC type R, TC type S dan lain-lain, masing-masing memiliki spesifikasi yang berbeda-beda.

2.3.3 Prinsip Kerja dan Fungsi *Transmitter*

Secara garis besar prinsip kerja *Transmitter* merupakan alat yang mengubah dan mentransmisikan besar nilai terukur dari suatu besaran dalam range tertentu kedalam sinyal yang dapat dibaca receiver.

Dimana transmitter kemudian mengubah sinyal yang diterima dari sensor menjadi sinyal standart. Berdasarkan besaran yang perlu ditransformasikan transmitter dapat digolongkan sebagai transmitter temperatur, transmitter tinggi permukaan, transmitter aliran. Transmitter dapat dihubungkan dengan berbagai alat penerima seperti instrument penunjuk, alat pencatat, pengatur yang mempunyai sinyal masukan yang standart.

Misal suatu *transmitter* digunakan untuk mengukur tekanan 0 – 10 Kg/cm². Selanjutnya tekanan yang diukur *transmitter* tadi akan diubah dan ditransmisikan dalam output 3-15 psi (pneumatic) atau 4-20 mA (*mili ampere*) (*elektronik*). Selain dalam bentuk 3-15 psi dan 4-20 mA beberapa *transmitter* menggunakan standar 1-5 vdc, 6-30 psi atau standar sinyal lainnya yang sesuai dengan receivernya.⁶

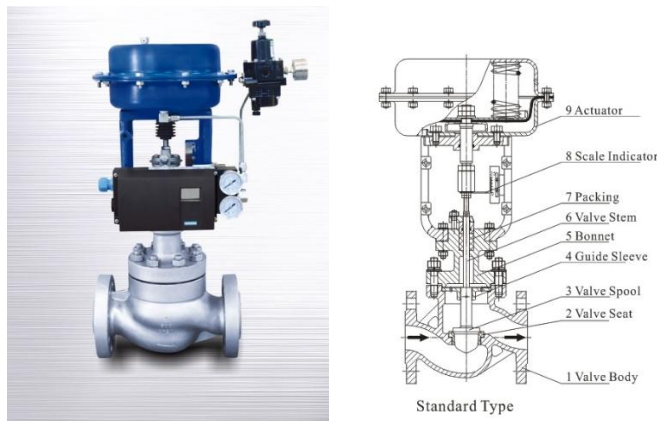
Untuk fungsi *Transmitter* sendiri memiliki fungsi sebagai piranti yang akan mengirimkan sinyal ke control room yang mana *transmitter* akan mengirimkan sinyal 4-20mA, selain itu transmitter juga memiliki fungsi sebagai pengubah nilai

⁶ Daryanto, Teori dan Aplikasi Teknik Elektronika, cet.1, (Yogyakarta : Gava Media, 2021), hlm. 50-54.

dari peralatan yang diukur misalnya pada temperature RTD yang mana akan menghasilkan suhu yang akan di conversikan ke tahanan lalu *transmitter* yang akan mengubahnya menjadi sinyal 4-20mA. Ini dinamakan sebagai transmitter berfungsi sebagai Pengconversi suatu nilai besaran.

2.4 *Control Valve*

2.4.1 *Pengertian Control Valve*



a. Bentuk *Control Valve*

b. Struktur *Control Valve*

Gambar 2.6 *Control Valve Yokogawa*

Control valve atau *proportional valve* adalah alat yang digunakan untuk memodifikasi aliran *fluida* atau laju tekanan pada sebuah sistem proses dengan menggunakan daya untuk operasinya. *Valve* ini digunakan oleh industri dalam banyak aplikasi.

3.4.2 *Prinsip Kerja Control Valve*

Pada dasarnya *Valve* merupakan suatu device / alat yang digunakan untuk membuka atau pun menutup suatu aliran *fluida* (liquid atau gas). Pada bentuk konvensional *valve* banyak kita temui digunakan di tengah – tengah kita yang biasa kita sebut “kran” namun pada perkembangannya dalam dunia industri terutama pada bagian instrumentasi *valve* menjadi salah satu device yang sering digunakan karna semua instrument yang ada di industri pasti menggunakannya.⁷

⁷ Murie dwiyani dan Kusnadi, Instrumentasi dan Proses Kontrol, cet.1, (Jakarta : PNJ Press, 2021), hlm. 173-175.

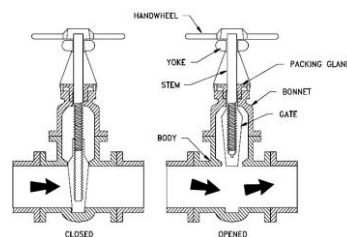
Control valve ini dapat bekerja secara mekanis dan elektrik. Pada cara kerja mekanis, posisi buka tutup valve didasarkan dari gerak mekanis dari elemen – elemen yang menyusunnya, pada jenis ini control valve nya biasanya berukuran besar. Dan yang kedua, cara kerja elektrik, posisi buka tutup valve bekerja berdasarkan sinyal listrik yang diberikan oleh elemen sensor yang terdapat padanya, biasanya pada jenis ini digunakan controller bisa berupa PLC, DCS, atau *mikrokontroler* sebagai unit pengolah datanya. *Control Valve* merupakan *Final control elemen* yang banyak digunakan di *industri*. *Control valve* biasanya digunakan untuk memanipulasi laju aliran seperti steam, gas, air, senyawa kimia dan lain sebagainya. Dalam meregulasi laju aliran rata-rata *fluida* dalam *Control Valve* sebanding dengan posisi bukaan valve yang berubah akibat gaya dari *aktuator*. Dalam menjalankan fungsinya *Control valve* harus memenuhi kriteria di bawah ini :⁸

1. Terhubung dengan jalur pipa proses.
2. Tahan terhadap erosi, korosi, temperatur dan tekanan yang mempengaruhi proses.
3. Memiliki kapasitas yang memadai untuk proses yang dimaksud.
4. Mengandung fluida tanpa adanya kebocoran.

3.4.3 Jenis-Jenis Control Valve

Berikut berbagai macam jenis valve dengan dengan karakteristik dan cara kerjanya masing-masing :

1. Gate Valve



a. Struktur *Gate Valve*



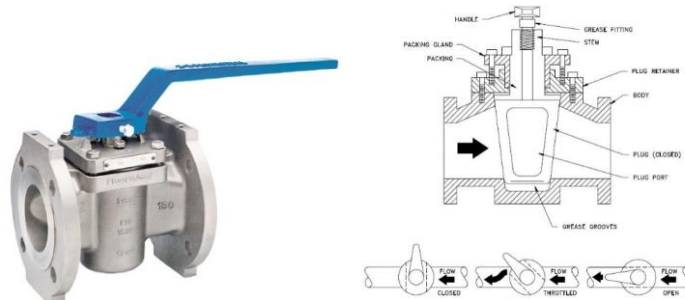
b. Bentuk *Gate Valve*

Gambar 2.7 Struktur dan Bentuk *Gate Valve*

⁸ Murie dwiyanti dan Kusnadi, *Instrumentasi dan Proses Kontrol*, cet.1, (Jakarta : PNJ Press, 2021), hlm. 180-182.

Jenis ini didesain untuk membuka dan menutup aliran dengan cara tertutup rapat dan terbuka penuh. Karena sistem kerjanya hanya membuka dan menutup, maka valve ini tidak cocok untuk mengatur debit aliran karena kurang akurat dalam hal mengontrol volume aliran di dalam pipa.

2. Plug Valve

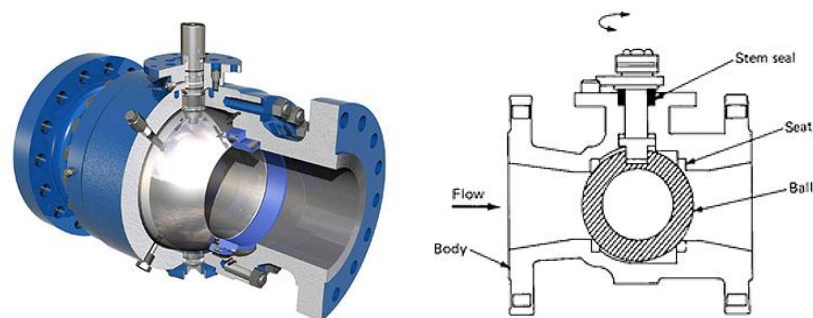


a. Bentuk *Plug Valve* b. Struktur *Plug Valve*

Gambar 2.8 Bentuk dan Struktur *Plug Valve*

Memiliki fungsi yang sama dengan gate valve yaitu dengan menutup atau membuka aliran secara keseluruhan. Namun, beberapa pengaplikasian jenis valve ini hanya digunakan untuk mengontrol aliran gas, seperti transportasi gas melalui pipa.

3. Ball Valve

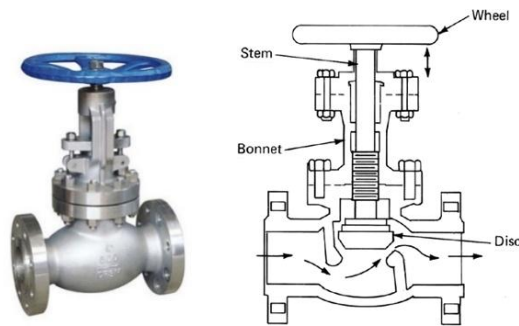


a. Bentuk *Ball Valve* b. Struktur *Ball Valve*

Gambar 2.9 Bentuk dan Struktur *Ball Valve*

Jenis ini dapat dioperasikan pada fluida bertemperatur -450°F hingga -500°F . Ball valve merupakan tipe quick opening valve yang hanya memerlukan $1/4$ putaran dari posisi tertutup penuh ke terbuka penuh.

4. Globe valve

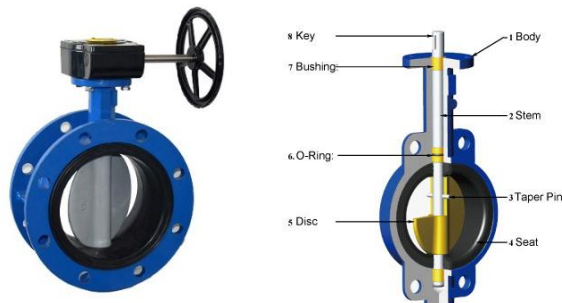


a. Bentuk *Globe Valve* b. Struktur *Globe Valve*

Gambar 2.10 Bentuk dan Struktur *Globe Valve*

Aliran dalam valve berubah arah sehingga menghasilkan friksi yang cukup besar meskipun dalam keadaan terbuka lebar. Jenis valve ini cukup penting bila digunakan untuk penutupan yang rapat terutama pada aliran gas.

5. Butterfly Valve

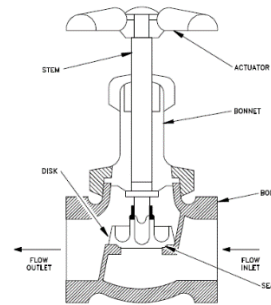


a. Bentuk *Butterfly Valve* b. Struktur *Butterfly Valve*

Gambar 2.11 Bentuk dan Struktur *Butterfly Valve*

Merupakan jenis valve dengan desain sederhana dan umumnya hanya digunakan untuk aliran bertekanan rendah. Desainnya yang sangat sederhana tersebut, sehingga dalam mengontrol aliran, untuk membuka penuh dan menutup penuh hanya diperlukan 1/4 putaran.

6. Check valve



a. Bentuk *Check Valve* b. Struktur *Check Valve*

Gambar 2.12 Bentuk dan Struktur *Check Valve*

Jenis ini didesain untuk mencegah terjadinya aliran balik di dalam pipa. Check valve terdiri dari beberapa jenis, seperti lift check, swing check dan ball check.

2.4.4 *Control Valve Accessories*

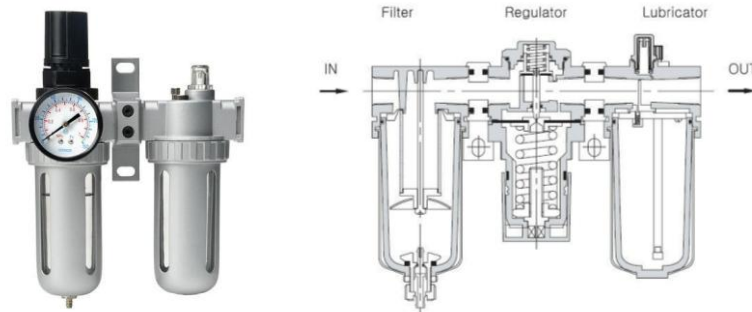
Beberapa peralatan tambahan dipasang sebagai pelengkap (*accessories*) pada *control valve*. Peralatan ini dipasang pada rangkaian valve dan actuator sebagai satu kesatuan. Beberapa jenis tidak persis sama bahkan tidak dibutuhkan.⁹ Berikut beberapa peralatan tambahan tersebut :

1. *Air Regulator*

Air regulator digunakan untuk menurunkan tekanan udara dari *air compressor* sesuai dengan tekanan kerja peralatan *pneumatic*. Di dalam *air regulator* ini terdapat pegas dan *diaphragm* untuk mengatur tekanan. Juga ada filter dan ruang pengumpul uap air untuk menampung fluida hasil kondensasi atau oli yang terbawa dari *air compressor*. Kebanyakan *air regulator* mampu menerima tekanan input hingga 150 Psi, outputnya harus sesuai dengan kebutuhan actuator atau peralatan *pneumatic* lain yang di supply-nya. Perhatikan katalog agar diperoleh air regulator dengan range output dan kapasitas flow yang sesuai kebutuhan. Air

⁹ Murie dwiyani dan Kusnadi, *Instrumentasi dan Proses Kontrol*, cet.1, (Jakarta : PNJ Press, 2021), hlm. 189-194.

flow yang tidak memadai akan mengurangi respon control valve terhadap sinyal input. Respon valve menjadi lambat sehingga tujuan kontrol sulit dicapai.



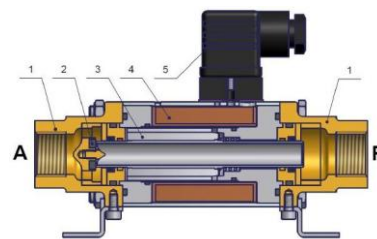
a. Bentuk *Air Regulator* b. Struktur *Air Regulator*

Gambar 2.13 *Air regulator*

(Sumber : *Manual Book Instrumen II B*)

2. *Solenoid Valve*

Alat ini dipakai pada *control valve* jenis on/off. Berfungsi seperti relay yang memungkinkan perintah buka-tutup valve secara elektrik menggunakan tombol (*push button*) maupun perangkat *digital output* (DO) lainnya. Bekerja berdasarkan prinsip elektromagnet dan memiliki kumparan (*coil*) dan *plunger* yang akan membuka/menutup saluran udara menuju control valve. Ada solenoid jenis 2-way, 3-way, dan 4-way yang menandakan banyaknya port tersedia. Jenis 2-way biasanya dipakai untuk aplikasi aliran 1 arah. Jenis 3-way dipakai pada *single acting actuator* (*spring return*).



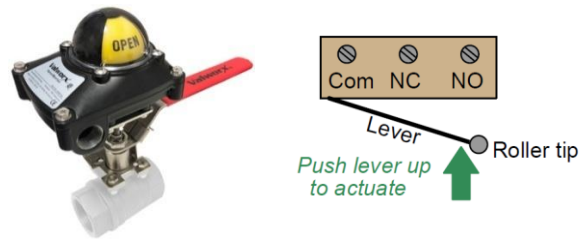
a. Bentuk *Solenoid Valve* b. Struktur *Solenoid Valve*

Gambar 2.14 Bentuk dan Struktur *Solenoid Valve*

3. Limit Switch

Limit switch berfungsi memberikan indikasi berupa sinyal listrik jika control valve sudah mencapai titik tertentu (*posisi open* atau *closed*). Indikasi ini

dibutuhkan untuk menjalankan proses selanjutnya, contoh: lampu indicator atau mengaktifkan *sequenced test*. *Limit switch* terpasang pada ujung dari rangkaian control valve, terhubung langsung dengan stem agar dapat mendeteksi gerakan valve.

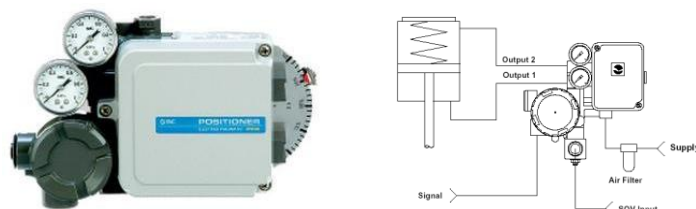


a. Bentuk *Limit Switch* b. Simbol *Limit Switch*

Gambar 2.15 Limit Switch

4. Positioner

Alat ini berfungsi meningkatkan akurasi gerakan buka-tutup *valve* dan meningkatkan kestabilan proses. Positioner juga dapat berfungsi untuk mengubah karakteristik aliran pada sebuah valve. Positioner hanya digunakan pada control valve berukuran >2 inci dan pada aplikasi dengan *operating pressure* >200 Psi.



a. Bentuk *Positioner* b. Struktur *Positioner*

Gambar 2.16 Bentuk dan Struktur Positioner

Tersedia dalam 2 jenis yaitu : single acting dan double acting. Single acting hanya mempunyai 1 output port dan digunakan pada actuator jenis spring return. Jenis double acting memiliki 2 output port dan digunakan pada actuator tanpa spring. Jenis double acting dapat digunakan sebagai single acting dengan menutup salah satu outputnya.

5. Transducer

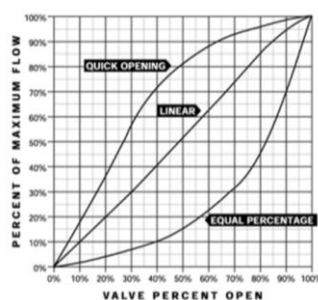
Transducer mengubah sinyal listrik menjadi sinyal *pneumatic* untuk menggerakkan valve. Biasa dikenal dengan nama *I to P* atau *I/P transducer*

(*current to pressure transducer*) dan *E/P transducer (voltage to pressure transducer)*. *Output standard* alat ini adalah 3 – 15 psi. Sinyal input adalah 4 – 20 mA atau 1 – 5 volt. Umumnya *transducer* selalu digunakan bersama dengan *positioner*. Jika dihubungkan langsung ke *actuator* (tanpa positioner) maka proses pengontrolan akan menjadi lambat.



Gambar 2.17 *Transducer Yokogawa*

3.4.4 *Kurva Karakteristik Control Valve Yokogawa*



Gambar 2.18 *Kurva Karakteristik Control Valve*

1. Quick Opening

Bukaan Valve (Quick Opening) yang kecil memberikan kenaikan yang besar pada flow rate. Digunakan pada proses yang membutuhkan flow rateseketika dalam jumlah besar seperti safety system dan metering.

2. Linear

Bukaan valve berbanding lurus dengan flow rate. Digunakan pada aplikasi dimana pressure drop pada valve cenderung konstan seperti pada level control dan flow control loop.

3. Equal Percentage

Kebalikan dari quick opening – bukaan valve yang besar, hanya memberikan penambahan flow rate yang kecil. Digunakan pada proses yang

membutuhkan pressure drop yang besar pada valve, seperti temperature dan pressure control.

2.5 Resistance Thermal Detector (RTD)

2.5.1 Pengertian Resistance Thermal Detector (RTD)

Resistance Thermal Detector (RTD) atau dikenal dengan *Detektor Temperature* Tahanan adalah sebuah alat yang digunakan untuk menentukan nilai atau besaran suatu *temperatur/suhu* dengan menggunakan *elemen sensitif* dari kawat *platina*, tembaga atau *nikel* murni yang memberikan nilai tahanan yang terbatas untuk masing - masing *temperatur* di dalam kisaran suhunya. Semakin panas benda tersebut, semakin besar atau semakin tinggi nilai tahanan listriknya, begitu juga sebaliknya.¹⁰

Resistance Thermal Detector atau RTD merupakan sensor pasif, karena sensor ini membutuhkan energi dari luar. Elemen yang umum digunakan pada tahanan resistansi adalah kawat nikel, tembaga, dan platina yang dipasang dalam sebuah tabung guna untuk memproteksi kerusakan mekanis. Contohnya adalah RTD (PT100) digunakan pada kisaran suhu -200 oC sampai dengan 650⁰C.



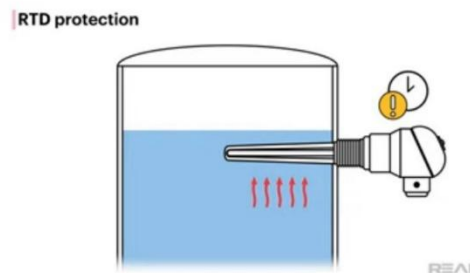
a. Sensor 3-wire RTD Pt100 b. Bentuk Body 3-wire RTD Pt100

Gambar 2.19 Sensor dan Bentuk 3-Wire *Resistance Thermal Detector* Pt100

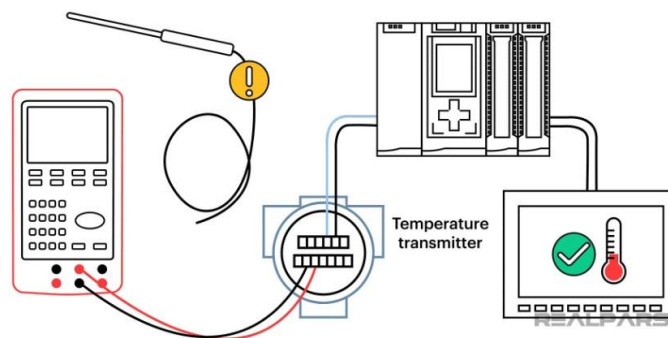
Yokogawa

¹⁰ Syaiful Karim, *Elektronika Industri*, edisi.1, (Jakarta : Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2013), hlm. 48-57.

2.5.2 Prinsip Kerja Resistance Thermal Detector (RTD)



Gambar 2.20 Posisi Pemasangan RTD PT100 Pada Tangki Methanator



Gambar 2.21 Konfigurasi Kalibrasi RTD PT100

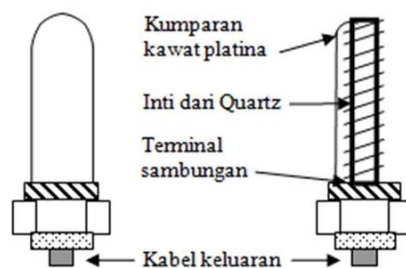
Ketika suhu elemen RTD meningkat, maka resistansi elemen tersebut juga akan meningkat. Dengan kata lain, kenaikan suhu logam yang menjadi elemen resistor RTD berbanding lurus dengan resistansinya. elemen RTD biasanya ditentukan sesuai dengan resistansi mereka dalam ohm pada nol derajat celcius (0° C). Spesifikasi RTD yang paling umum adalah 100Ω (RTD PT100), yang berarti bahwa pada suhu 0° C, elemen RTD harus menunjukkan nilai resistansi 100Ω . Dalam prakteknya, arus listrik akan mengalir melalui elemen RTD (elemen resistor) yang terletak pada tempat atau daerah yang mana suhunya akan diukur. Nilai resistansi dari RTD kemudian akan diukur oleh instrumen alat ukur, yang kemudian memberikan hasil bacaan dalam suhu yang tepat, pembacaan suhu ini didasarkan pada karakteristik resistansi yang diketahui dari RTD.¹¹

¹¹ Syaiful Karim, Elektronika Industri, edisi.1, (Jakarta : Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2013), hlm. 48-57.

Prinsip kerja RTD adalah jika tahanan (resistance) dari suatu material metal mengalami perubahan, maka temperatur juga berubah. Begitu pula sebaliknya, jika temperatur naik, maka tahanan juga naik, bahkan hampir linier. RTD dibuat dari bahan kawat tahan korosi, kawat tersebut dililitkan pada bahan keramik isolator. Bahan tersebut antara lain; platina, emas, perak, nikel dan tembaga, dan yang terbaik adalah bahan platina karena dapat digunakan menyensor suhu sampai 15000C. Sensor ini disebut juga PT-100 atau PTC (*Positif Temperature Coefficient*). Tembaga dapat digunakan untuk sensor suhu yang lebih rendah dan lebih murah, tetapi tembaga mudah terserang korosi.

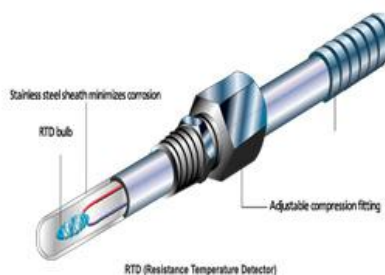
2.5.3 Konfigurasi Resistance Thermal Detector Pt100

Selain bahan yang berbeda, RTD juga ditawarkan dalam dua konfigurasi utama yaitu lilitan kawat dan film tipis. Konfigurasi lilitan kawat merupakan jenis RTD kumparan dalam atau RTD kumparan luar. Konstruksi RTD kumparan dalam terdiri dari kumparan resistif yang dililitkan melalui sebuah lubang pada isolator keramik, sedangkan konstruksi RTD kumparan luar melibatkan lilitan bahan resistif yang berkeluk-liku di sekitar silinder keramik atau kaca, yang kemudian diisolasi.



Gambar 2.22 Konfigurasi RTD Pt100 kumparan kawat

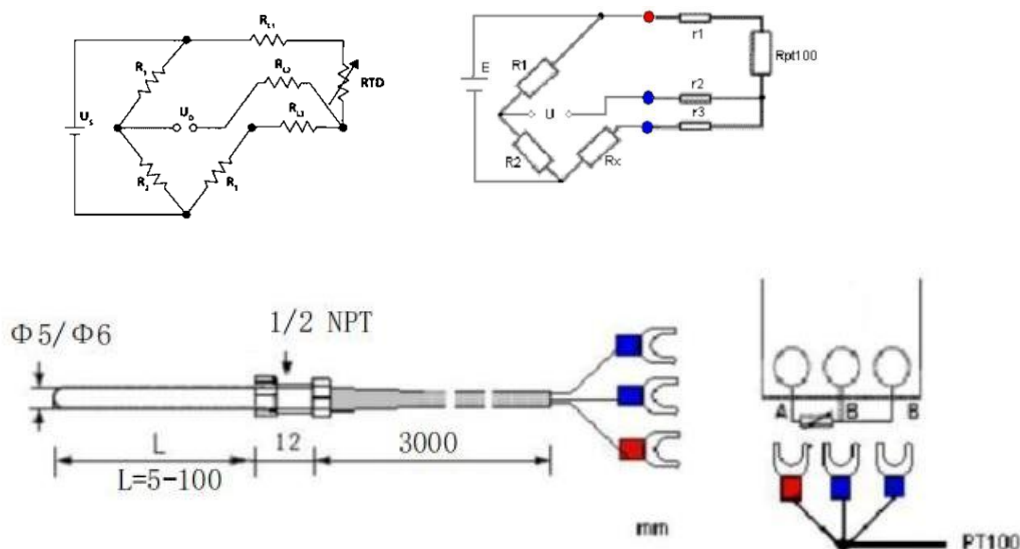
Sedangkan konstruksi RTD Film tipis memiliki lapisan tipis bahan resistif yang disimpan pada substrat keramik yang melalui proses deposisi, yaitu proses sebuah jalur bahan resistif yang kemudian diukir ke sensor menggunakan pemangkasan laser untuk mencapai nilai nominal sesuai karakteristik sensor. Bahan resistif tersebut kemudian dilindungi dengan lapisan tipis dari kaca dan dipasang kabel utama yang dilas ke bantalan pada sensor dan ditutup dengan kaca.



Gambar 2.23 Konfigurasi RTD Pt100 film tipis

RTD film tipis memiliki keunggulan dibandingkan dengan konfigurasi kumparan kawat. Keunggulan utamanya yaitu bahwa lebih murah, lebih kasar, lebih tahan getaran, dimensi lebih kecil, waktu respon lebih baik, karakteristik hysteresis lebih baik serta ketahanan kemasannya lebih tinggi. Untuk rentang waktu yang lama dan suhu yang tinggi RTD kumparan kawat akurasi jauh lebih baik, tetapi berkat perkembangan teknologi RTD terakhir, sekarang ada teknologi RTD film tipis yang mampu mencapai tingkat akurasi yang sama dengan RTD kumparan kawat.

Sebuah RTD dapat dihubungkan dalam konfigurasi dua, tiga, atau empat-kawat. Konfigurasi dua kawat adalah yang paling sederhana dan juga yang paling rawan kesalahan. Dalam konfigurasi ini, RTD terhubung dengan dua lead kawat arus ke sirkuit jembatan Wheatstone dan tegangan output yang terukur, seperti terlihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2.24 Konfigurasi 3 kawat RTD Pt100

RTD memiliki 3 macam konfigurasi koneksi kabel yaitu: 2 wire, 3 wire, dan 4 wire RTD. Sama halnya seperti platina, Tembaga (kabel) juga memiliki nilai resistansi. Resistansi sepanjang kabel tembaga ini dapat berdampak pada pengukuran resistansi yang dilakukan oleh instrumen alat ukur. RTD 2 kabel (2 wire) praktis tidak memiliki perhitungan resistansi yang terkait dengan kabel tembaga, sehingga mengurangi keakuratan pengukuran elemen sensor suhu RTD. Akibatnya RTD 2 wire umumnya hanya digunakan untuk kebutuhan pengukuran suhu perkiraan saja.

RTD 3 kabel (3 wire) adalah spesifikasi yang paling umum yang biasa digunakan pada aplikasi-aplikasi di industri. RTD 3 wire menggunakan rangkaian pengukuran jembatan wheatstone untuk mengkompensasi nilai resistansi kabel. Dalam konfigurasi RTD 3 wire ini, kabel “A” dan “B” harus memiliki kedekatan atau panjang yang sama. Panjang kabel ini sangat berarti karena tujuan dari jembatan wheatstone adalah untuk membuat impedansi dari kabel A dan B. Dan kabel C berfungsi sebagai pembawa arus yang sangat kecil. RTD 4 kabel (4 wire) adalah konfigurasi yang paling akurat dari yang lainnya. Karena dalam RTD 4 kabel ini dapat sepenuhnya mengkompensasi resistansi dari kabel, tanpa perlu memberikan perhatian khusus pada panjang masing – masing kabel.

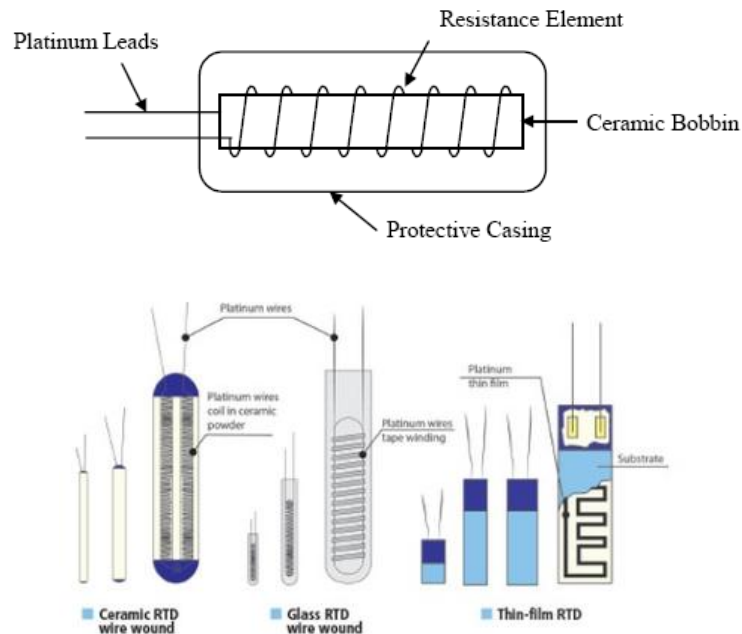
Konfigurasi tiga-kawat terdiri dari dua lead arus dan satu lead tegangan yang mengukur penurunan tegangan pada RTD. *Resistansi lead* tegangan yang tinggi untuk meniadakan efek dari drop tegangan karena arus yang mengalir selama pengukuran. Konfigurasi di atas sangat ideal untuk membatalkan resistansi kawat pada rangkaian dan menghilangkan efek resistensi yang berbeda, yang mungkin merupakan masalah pada *konfigurasi* dua-kawat. *Konfigurasi* tiga-kawat biasa digunakan untuk pengukuran yang memerlukan akurasi yang baik pada aplikasi pengontrolan suhu.¹²

2.5.4 Konstruksi Resistance Thermal Detector Pt100

Pada dasarnya ada tiga bentuk dasar konstruksi RTD *platinum* (PT100) yaitu RTD (PT100) kumparan kawat pada keramik *tubular*, RTD (PT100) film tipis pada keramik, dan RTD (PT100) kumparan kawat pada kaca tubular. Platinum

¹² Agus siswoyo dan Eko aris budi cahyono, Sensor Industri, cet.1 (Sleman : CV.Budi Utama, 2022), hlm.39.

digunakan dalam sensor suhu RTD ini, karena sangat cocok untuk pengukuran suhu yang tepat bila dibandingkan dengan logam lain dan paduan logam lainnya, karena reaksi kimianya. RTD platinum beroperasi atas dasar perubahan nilai resistansi linear dengan adanya pengaruh suhu.



Gambar 2.25 Konstruksi RTD (PT100) kumparan kawat

Konstruksi dasar RTD (PT100) film tipis adalah melalui proses deposisi uap platinum pada substrat keramik dengan penataan photolithography dan laser pemangkas. Hal ini memungkinkan sensor ini akan dibuat dalam ukuran yang sangat kecil, kurang dari 1,5 x 1,5 mm.

RTD (PT100) film tipis adalah sensor suhu yang unik dan fleksibel, yang digunakan tidak hanya dalam aplikasi pengontrolan suhu, dimana suhu sendiri adalah penting, tetapi juga informasi parameter terkait lainnya sangat diperlukan. Informasi ini dapat dengan mudah diperoleh dengan menggunakan temperatur sebagai produk sampingan dari proses. Hal ini memungkinkan RTD (PT100) film tipis digunakan untuk mengukur laju aliran, ketegangan aliran, tingkat kekentalan aliran, dan mendeteksi kebocoran aliran.¹³ Macam-macam bentuk konstruksi RTD (PT100) dapat dilihat pada gambar berikut ini :

¹³ Agus siswoyo dan Eko aris budi cahyono, Sensor Industri, cet.1 (Sleman : CV.Budi Utama, 2022), hlm.39-41.



Gambar 2.26 Macam-macam bentuk *Body* RTD Pt100

Keterangan :

- A. Cryogenic RTD
- B. Hollow Annulus High Pressure LH2 RTD
- C. Hollow Annulus LH2 RTD
- D. 1/8" Diameter LN2 RTD

2.5.5 Kelebihan dan Kekurangan *Resistance Thermal Detector Pt100*

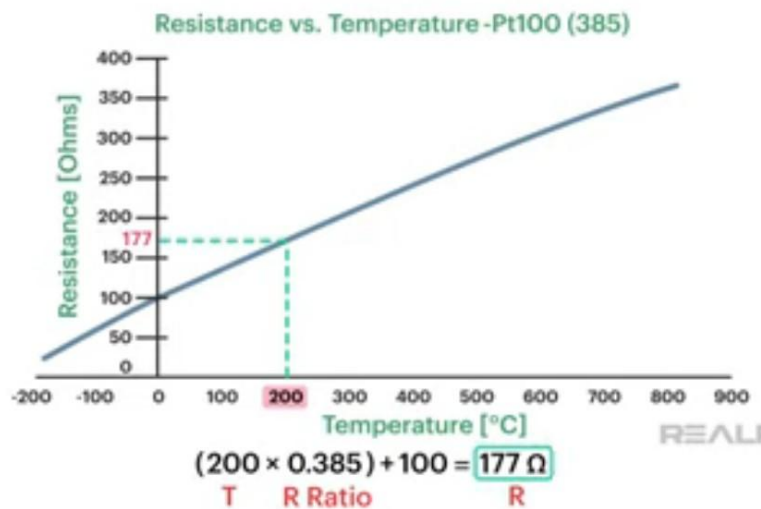
Dalam penggunaannya, RTD (PT100) juga memiliki kelebihan dan kekurangan yaitu sebagai berikut :

1. Kelebihan dari RTD (PT100) :
 - Ketelitiannya lebih tinggi dibanding dengan termokopel.
 - Tahan terhadap temperatur yang tinggi.
 - Stabil pada temperatur yang tinggi, karena jenis logam platina lebih stabil dari pada jenis logam yang lainnya.
 - Kemampuannya tidak akan terganggu pada kisaran suhu yang luas.
2. Kekurangan dari RTD (PT100)
 - Harga relatif lebih mahal bila dibanding dengan termokopel.
 - Terpengaruh terhadap goncangan dan getaran.
 - Respon waktu awal yang sedikit lama (0,5 s/d 5 detik, tergantung kondisi penggunaannya).
 - Jangkauan suhunya lebih rendah dibanding dengan termokopel RTD (PT100) hanya mencapai suhu 650 °C, sedangkan termokopel dapat mencapai suhu 1700 °C.

RTD (PT100) perubahan tahanannya lebih linear terhadap temperatur uji, tetapi koefisiennya lebih rendah dari thermistor dan persamaan matematis liniernya adalah :

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$$

$$R_1 = R_0 \times (1 + \alpha \times \Delta\theta) \quad \dots\dots\dots(1)$$



Gambar 2.27 Grafik Hasil Perhitungan Konfigurasi Suhu dari RTD PT100

dimana : θ_0 = Temperatur awal (oC)

θ_1 = Temperatur akhir (oC)

$\Delta\theta$ = Selisih antara temperatur akhir dengan temperatur awal (oC)

R_0 = nilai hambatan pada suhu mula-mula/suhu ruangan 20oC (Ω)

R_1 = Nilai hambatan setelah terjadi perubahan suhu (Ω)

α = Koefisien suhu sesuai dengan jenis logam

Contoh soal :

Suatu kawat penghantar aluminium pada temperatur 20⁰C memiliki tahanan 50 Ω , penghantar tersebut dipanaskan hingga temperaturnya meningkat mencapai 100⁰C. Berapakah nilai tahanan penghantar ketika temperaturnya mencapai 100⁰C?

Diketahui : $\theta_0 = 20^0\text{C}$

$\theta_1 = 100^0\text{C}$

$R_0 = 50\Omega$

$$\alpha = 0,004$$

Ditanya : $R_1 = ?$

Jawab :

Langkah pertama menghitung selisih temperatur $\Delta\theta$:

$$\begin{aligned}\Delta\theta &= \theta_2 + \theta_1 \\ &= 100^{\circ}\text{C} + 20^{\circ}\text{C} \\ &= 80^{\circ}\text{C} \\ \Delta\theta &= 80\text{ K}\end{aligned}$$

Langkah kedua menghitung R_1 :

$$\begin{aligned}R_1 &= R_0 \times (1 + \alpha \times \Delta\theta) \\ &= 50\Omega \times \left(1 + \frac{0,004}{\text{K}} \times 80\text{K}\right) \\ &= 50\Omega \times (1 + 0,32) \\ &= 50\Omega \times 1,32 \\ R_1 &= 66\Omega\end{aligned}$$

$$R_t = R_0[1 + A \times t + B \times t^2 + C \times (t - 100) \times T^3] \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

R_t = Resistansi RTD pada suhu tertentu (dalam Ohm).

R_0 = Resistansi nominal RTD pada 0°C , yaitu 100 Ohm untuk Pt100.

t = Suhu dalam derajat Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

Rumus Mencari Konstanta yang akan dipakai pada saat melakukan perhitungan menurut rumus *Callendar-Van Dusen* ada tiga pilihan konstanta yang biasa digunakan dalam perhitungan konversi resistansi ke Suhu, dapat dilihat pada rumus di bawah ini,

$$A = \alpha + \frac{\alpha\delta}{100} \dots \dots \dots (2)$$

$$B = \frac{-\alpha\delta}{100^2} \dots \dots \dots (3)$$

$$C = \frac{-\alpha\beta}{100^4} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

A: Koefisien Callendar-Van Dusen standar = $3,9083 \times 10^{-3}$

B: Koefisien Callendar-Van Dusen standar = $-5,775 \times 10^{-7}$

C: Koefisien Callendar-Van Dusen standar = $-4,183 \times 10^{-12}$

(hanya digunakan untuk ($t < 0^{\circ}C$; nilainya nol untuk $t \geq 0^{\circ}C$).

Rumus Persamaan *Callendar-Van Dusen pada suhu* $0^{\circ}C \leq t \leq 661^{\circ}C$ untuk menghitung rentang suhu yang lebih pendek atau dimana akurasi tinggi dapat menggunakan rumus hubungan linier yang disederhanakan, yang paling sering digunakan ialah rumus seperti bawah ini,

$$R_T = R_0 (1 + \alpha\Delta t) \dots\dots\dots(5)$$

Atau

$$\frac{R_T}{R_0} = 1 + \alpha\Delta t \dots\dots\dots(6)$$

$$\Delta T = \frac{\frac{R_T}{R_0} - 1}{\alpha} \dots\dots\dots(7)$$

Dimana :

R_0 = Tahanan Konduktor pada temperature awal (biasanya $0^{\circ}C$)

R_T = Tahanan Konduktor pada Temperature $t^{\circ}C$

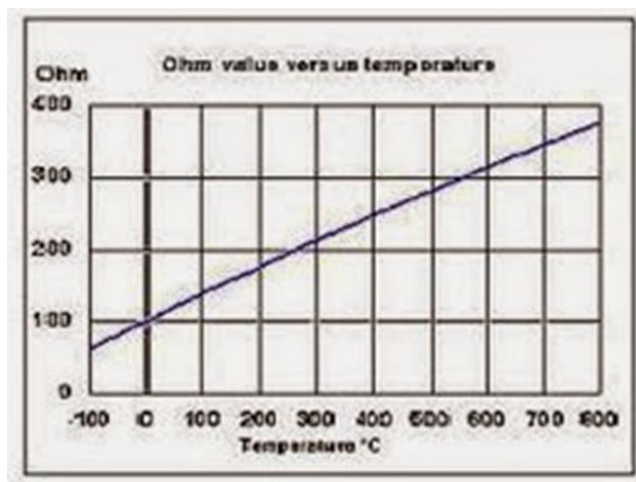
α = Koefisien Temperature

ΔT = Selisih antara temperature yang terjadi t_1 dengan temperature awal t_0

2.5.6 Grafik Karakteristik Resistance Thermal Detector Pt100

PT100 merupakan tipe RTD yang paling populer yang digunakan di industri. RTD merupakan sensor pasif, oleh karenanya sensor ini membutuhkan energi dari luar. Elemen yang umum digunakan pada tahanan resistansi adalah kawat nikel, tembaga, dan platina murni yang dipasang dalam sebuah tabung yang

berfungsi untuk memproteksi terhadap kerusakan mekanis. RTD (PT100) digunakan pada kisaran suhu $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai dengan $650\text{ }^{\circ}\text{C}$.¹⁴



Gambar 2.27 Grafik karakteristik 3-Wire RTD PT100



Gambar 2.29 Bentuk RTD (PT100) tipe batang



Gambar 2.30 Bentuk RTD PT100 ABB Sensor IEC 751

¹⁴ ¹⁴ Agus siswoyo dan Eko aris budi cahyono, Sensor Industri, cet.1 (Sleman : CV.Budi Utama, 2022), hlm.39.

2.5.7 *Klasifikasi Resistance Thermal Detector Pt100 3-Wire Class B*

- Pt100 probe with KNE terminal head fitted with a transmitter
- Class B, 3 wire connection
- Available in a probe length of 150mm
- 6.0mm diameter in 316 stainless steel
- IP67 aluminium alloy weatherproof connection head
- Sensor temperature rating -100°C to +450°C
- Conforms to IEC 751

Specifications

Sensor type	: Pt100 (100 Ohms @ 0°C) to IEC 751, Class B, 3 wire
Construction	: 6.0 mm diameter stem in 316 stainless steel
Termination	: IP67 KNE connection head with transmitter Probe
temperature range	: -100°C to +450°C (connection head @ 170°C)
Probe Diameter	: 6.0 mm
Probe Length	: 150 mm
Transmitter	: 0 ⁰ C to 400 ⁰ C

2.6 *Distributed Control System (DCS)*

2.6.1 *Sejarah Perkembangan Distributed Control System (DCS)*

DCS merupakan sistem yang digunakan guna mengganti sistem kontrol pneumatic dan single loop controller. Sekitar tahun 1950-an seluruh detail tentang plant berupa informasi tentang kondisi plant dan pengontrolan plant ditampilkan dalam sebuah panel dan alarm berupa lempengan besi atau plat yang diletakkan diatas sebuah unit kontrol. Kritikal alarm ditunjukkan dengan sebuah lampu berwarna kuning atau merah. Layout dari plant dan jalur pipa ditampilkan berupa mimic diagram di atas sebuah panel kontrol. Sehingga untuk melakukan proses pengontrolan pada waktu itu memakan waktu yang sangat lama terlebih ketika melakukan troubleshooting. Kemudian untuk mempermudah proses pengontrolan

porang mulai memikirkan untuk menggunakan teknologi komputer pada sistem kontrol.¹⁵

2.6.2 Pengertian Distributed Control System (DCS)



Gambar 2.31 *Distributed Control System Centum VP*

Definisi dari sistem adalah suatu kumpulan dari beberapa bagian atau komponen yang saling berinteraksi satu sama lain untuk mencapai tujuan yang sama. Distributed system control merupakan suatu sistem kontrol yang berfungsi untuk mengontrol atau mengatur jalannya proses pada suatu sistem/plan dengan mendistribusikan kontrolnya.¹⁶

DCS adalah suatu teknologi kontrol baru yang menggunakan teknologi komputer untuk memonitor, beroperasi, mengatur dan mendistribusikan banyak unit kontrol. Dengan aplikasi DCS, permasalahan keterbatasan jarak pendistribusian jarak unit kontrol dan pengintegrasian sistem kontrol berkomputer pada sistem manufaktur (industri) menjadi permasalahan yang mudah diselesaikan. Pengertian terdistribusi dalam DCS meliputi terdistribusi secara: (1) geografis (2) resiko kegagalan operasi (3) fungsional.

Struktur sistem DCS secara umum dapat dibagi menjadi beberapa tingkatan vertikal: process control level, control manage level dan producing manage level. Karakter umum dari DCS adalah :

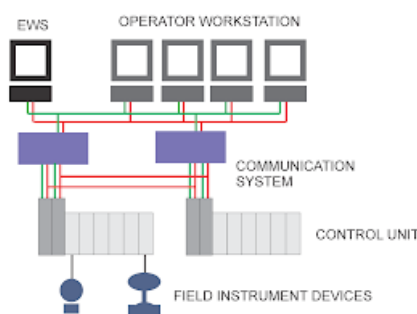
1. Memproduksi sistem yang mampu bekerja sendiri.
2. Penyelarasan kerja terintegrasi.

¹⁵ Murie dwiyanti dan Kusnadi, Instrumentasi dan Proses Kontrol, cet.1, (Jakarta : PNJ Press, 2021), hlm. 247.

¹⁶ Murie dwiyanti dan Kusnadi, Instrumentasi dan Proses Kontrol, cet.1, (Jakarta : PNJ Press, 2021), hlm. 250

3. On-line dan real-time.
4. Keandalan tinggi.
5. Kemampuan beradaptasi, tangkas dan scalability.

2.6.3 Arsitektur Distributed system control (DCS)



Gambar 2.32 Arsitektur Distributed system control Centum Vp (DCS)

2.6.4 Fungsi Distributed system control (DCS)

1. Alat untuk melakukan kontrol suatu loop sisyem dimana satu loop bisa terjadi beberapa proses kontrol
2. Berfungsi sebagai pengganti alat-alat kontrol manual dan auto yang terpisah- pisah menjadi satu kesatuan sehingga lebih mudah untuk pemeliharaan dan penggunaannya.
3. Sarana pengumpul dan pengolah data agar didapat suatu proses yang benar- benar diinginkan.

3.6.5 Cara Kerja Distributed system control (DCS)

DCS sebagai suatu sistem kontrol otomatis bekerja dengan cara :

1. Mengumpulkan data yang diperoleh dari lapangan
2. Mengolah data tersebut menjadi signal standar
3. Mengolah data signal standar yang didapat dengan sistem pengontrolan yang berlaku sehingga bisa diterapkan untuk mendapatkan nilai yang cocok untuk koreksi signal
4. Bila terjadi error atau simpangan data maka dilakukan koreksi dari data yang didapat guna mencapai nilai standar yang dituju
5. Setelah terjadi koreksi dari simpangan data dilakukan pengukuran atau pengumpulan data ulang dari lapangan.

3.6.6 Perangkat *Distributed system control* (DCS)

Secara umum komponen dari DCS terdiri dari 3 komponen dasar yaitu: Human Machine Interface (HMI), Field Control Unit (FCU), dan connectivity-nya.

a. Human Machine Interface (HMI)

HMI merupakan tempat dimana user melakukan pengawasan atau monitoring pada proses yang ada di sistem. HMI digunakan sebagai interface dari sistem secara keseluruhan atau biasa juga dikenal dengan kumpulan dari beberapa HIS (Human Interface Station). Fungsi HIS: pembuatan program kontroler, pengontrol jalannya proses, pengawas jalannya proses.

b. Field Control Unit (FCU)

Komponen ini bisa dikatakan bagian utama dari DCS itu sendiri. FCS ini merupakan pusat kontrol atau sebagai otak dari seluruh pengendalian dari DCS. FCS berfungsi sebagai pusat yang menghubungkan input output dari field instrument sehingga dapat dimonitoring atau dikontrol dari HIS. Pada umumnya bentuk FCS berupa isi yang ada pada lemari atau rak besar yang biasa ditemui di ruang kontrol. Tetapi ada juga yang dapat ditemui di field, misalnya FCS milik vendor Yokogawa dengan tipe Remote Input Output (RIO). Fungsi dari FCS adalah: mengambil input, menghitung signal kontrol, mengirim signal kontrol ke aktuator. Komponen: Central Processor Unit (CPU), Power Supplay Unit (PSU), modul masukan/keluaran(I/O module).

c. Connectivity

Connectivity ini merupakan sistem komunikasi yang digunakan oleh DCS. Baik komunikasi antar HIS ke FCS, FCS ke Field atau bahkan HIS ke HIS. Biasanya menggunakan jenis ethernet, field bus, dll tergantung dari tiap-tiap vendor sendiri.

3.6.7 Bagian-Bagian *Distributed system control* (DCS)

1. Analog Input

Adalah komponen yang berfungsi mengumpulkan data dari lapangan yang bersifat analog. Standar signal analog yang dipakai adalah 4-20mA

atau 1-5 VDC, signal standar ini didapat dari sensor atau transmitter yang berada di field yang ditransfer melalui junction box.

2. Analog Output

Komponen yang berfungsi menyalurkan data dari pengolahan yang dilakukan oleh kontrol ke actuator. Signal analog yang diberikan ke actuator adalah signal standar sama dengan signal dari analog input yaitu 4-20mA atau 1-5VDC yang berfungsi untuk signal koreksi ke aktuator.

3. Controler

Alat ini berfungsi sebagai alat kontrol untuk memberikan signal koreksi yang terjadi bila signal pengukuran dari input analog maupun digital tidak sesuai dengan nilai setpoint yang telah ditetapkan atau disebut error. $\text{Setpoint} \neq \text{Measurement Variable}$ adalah error. Untuk memperbaiki error tersebut kontroler melakukan perhitungan dengan bantuan PID (Proportional, Integral, Derivative).

4. Digital Input

Berfungsi mengumpulkan data digital dimana data yang didapat adalah signal digital (open/close) dari alat yang memberikan signal. Open 0VDC Close 5VDC

5. Digital Output

Berfungsi untuk mentransferkan hasil pengolahan data kontroler yang berupa data digital ON-OFF signal pada alat-alat komponen pengatur yang ada di lapangan (field). Signal yang ditransfer adalah signal digital yaitu 0 (OFF) dan 1 (ON).

6. Sensor/ Transmitter

Adalah alat ukur yang dipasang dilapangan. Pada saat ini sensor bisa juga disebut transmitter karena selain dapat mengukur suatu besaran alat ini juga bisa memberikan signal (transmit) ke alat lainnya.

7. Actuator

Berfungsi sebagai alat aktualisasi untuk melakukan koreksi yang terjadi dari error yang terjadi pada saat pengukuran dimana actuator ini menerima signal kontroler untuk memperbaiki error yang terjadi. Salah satu contoh actuator adalah control valve (analog control) dan motor control (digital control).

8. Operator Station

Suatu alat komunikasi antara operator dan teknisi pada sisten DCS atau bisa juga disebut consule. Operator stasion ada dua macam yaitu: operator station untuk operasional kerja yang harus online pada jaringan DCS dan Engineering station yang berfungsi untuk proses maintenance pada sistem DCS sehingga bisa membuat sebuah database atau PC program tidak secara online. Pada operator station harus dilakukan back up, hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya kehilangan data pada sistem DCS.¹⁷

3.6.8 Pengaplikasian *Distributed system control* (DCS)

Fungsi Kontrol yang Bisa Diaplikasikan DCS Kontrol DCS pada dasarnya digunakan untuk suatu sistem pengendalian alat-alat agar bisa dikendalikan secara elektronik menggunakan signal standar yang ada dan bisa diaplikasikan sebagai berikut :

1. Control Casecade

Control casecade merupakan sistem pengendalian yang dapat dilakukan oleh sistem DCS dimana hal ini diperlukan pada suatu loop kontrol yang membutuhkan sistem pengontrolan yang bertingkat. Contoh: heat exchager pada paper machine. Pengendalian ini juga sering disebut pengendalian master dan slave dimana master sebagai pengontrol pertama sedangkan slave senagai pengontrol kedua yang mendapat signal output dari master loop.

¹⁷ Murie dwiyani dan Kusnadi, Instrumentasi dan Proses Kontrol, cet.1, (Jakarta : PNJ Press, 2021), hlm. 253-255.

2. Control Batch

Sistem pengendalian yang terjadi karena proses operasinya mengalami shutdown dan start up secara berulang-ulang dengan hasil yang terbatas sesuai dengan pesanan dari konsumen. Sistem pengendalian ini berfungsi menjaga agar kontrol tidak terjadi saturasi sehingga saat kontrol akan dijalankan kembali, alat actuator berada pada keadaan stand by sesuai dengan kebutuhan produk yang akan dibuat. Penggunaan sistem kontrol ini pada paper machine adalah untuk menjaga agar alat kontrol bisa bekerja dengan baik apabila mesin stop untuk mengganti produk. Dengan sistem ini operator tinggal memasukan setpoint yang ingin dicapai sesuai target produksi maka sistem akan langsung mereset SP dan memberikan signal koreksi pada actuator.

3. Control Selektif

Adalah suatu sistem pengendalian dimana ada sebuah proses yang memiliki dua manipulated variable (alat ukur) dengan hanya ada satu kontrol variable (actuator). Pengendalian ini menggunakan high dan low signal selektor yang dilambangkan dengan “<” untuk low dan “>” untuk high. Pengendalian ini bekerja agar suatu proses bisa berjalan baik. Misal: untuk suatu tangki yang akan dialirkan dengan suatu pompa, menggunakan level transmitter dan untuk mengisi tangki digunakan flow kontrol. Hal ini diperlukan agar tangki tidak meluap.

4. Control Ratio

Adalah sistem pengendalian yang lazim dipakai disuatu proses yang menghendaki komposisi campuran dua komponen atau lebih dengan perbandingan tertentu. Contoh: pencampuran chemical A dan B dengan perbandingan tertentu, dimana hasil perbandingan yang dikehendaki harus selalu sama, maka didapat nilai $K=A/B$.¹⁸

¹⁸ Murie dwiyani dan Kusnadi, Instrumentasi dan Proses Kontrol, cet.1, (Jakarta : PNJ Press, 2021), hlm. 256-257.