

BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

Instrumentasi dan keselamatan kerja adalah dua factor yang penting dalam suatu industry guna meningkatkan kualitas dan kuantitas produk. Instrumentasi digunakan untuk mengontrol jalannya suatu proses agar dapat dikendalikan sesuai yang diinginkan. Sedangkan keselamatan kerja juga diperhatikan untuk menjaga kerugian nyawa, materi, alat-alat, sarana dan prasarana pabrik yang dapat timbul sewaktu-waktu. Dengan pertimbangan tersebut perlu adanya suatu bagian yang berfungsi untuk mengontrol peralatan proses dan manajemen tentang keselamatan kerja.

7.1 Instrumentasi

Dalam mengatur dan mengendalikan kondisi operasi pada alat proses diperlukan adanya alat-alat control atau instrumentasi. Instrumentasi dapat berupa suatu petunjuk atau indicator, perekam atau pengendali (controller). Dalam industry kimia banyak variable yang perlu diukur atau dikontrol seperti temperature, tekanan, laju alir, ketinggian cairan pada suatu alat.

Instrumentasi merupakan bagian yang penting dalam pengendalian proses suatu pabrik industry. Dengan adanya instrumentasi yang memadai, maka bagian-bagian dari pabrik yang penting memerlukan pengendalian operasi/proses. Fungsi instrumentasi adalah pengontrol, petunjuk (indicator), pencatat (recorder), dan pemberi tandah bahaya (alarm). Instrumentasi bekerja dengan tenaga mekanik atau tenaga listrik dan pengontrolannya dapat dilakukan secara manual atau otomatis. Penggunaan instrument pada suatu peralatan proses tergantung pada pertimbangan ekonomis dan sistem peralatan itu sendiri. Pada pemakain alat-alat instrument juga harus ditentukan apakah alat-alat tersebut dipasang diatas papan instrument juga harus ditentukan apakah alat-alat tersebut dipasang diatas papan instrument dekat peralatan proses (control manual) atau disatukan didalam suatu ruang control pusat (*control room*) yang dihubungkan dengan bangsal peralatan (control otomatis)

Beberapa variable-variabel proses biasanya proses yang biasanya dikontrol/diukur oleh instrument adalah

- 1) Variabel utama

Seperti temperature, tekanan, laju alir dan level cairan

2) Variabel tambahan

Seperti densitas, viskositas, panas spesifik, konduktivitas, pH, humiditas, titik embun, komposisi kimia, kandungan kelembaban, dan variable lainnya.

Tujuan pemasangan instrumentasi adalah:

1. Menjaga kondisi operasi suatu peralatan agar tetap berada dalam kondisi operasi yang aman
2. Mengatur laju produksi agar berada dalam batasan yang direncanakan
3. Kualitas produksi lebih terjaga dan terjamin
4. Membantu memudahkan pengoperasian suatu alat
5. Kondisi – kondisi berbahaya dapat diketahui secara dini melalui alarm peringatan
6. Efisiensi kerja akan lebih meningkat

Banyak pertimbangan yang harus dilakukan dalam pemilihan instrument agar alat tersebut dapat berfungsi sesuai yang diharapkan. Beberapa factor yang perlu diperhatikan dalam pemilihan instrumentasi adalah:

1. Jenis Instrumentasi
2. Range yang diperlukan
3. Bahan konstruksi serta pengaruh pemasangan pada kondisi proses
4. Ketelitian yang diperlukan
5. Faktor ekonomi

Pada Pra Rencana Pabrik pentaeritritol , dimana instrument yang digunakan adalah alat control yang bekerja secara manual maupun otomatis. Hal ini tergantung dari sistem peralatan, factor teknis, factor ekonomis serta kelayakan lingkungan kerja tetapi instrumentasi yang digunakan cenderung pada pemakaian alat control secara otomatis karena ada beberapa keunggulan kompetitif bila dibandingkan secara manual. Namun untuk saat ini tenaga manusia masih sangat diperlukan dalam pengoperasian dan pengawasan kerja.

Dalam proses perencanaan suatu pabrik, sangat diperlukan dalam penyediaan alat control, alat control yang diperlukan adalah:

- a. Indikator

Untuk menunjukkan secara langsung secara langsung , misalnya *level indicator* adalah alat yang digunakan untuk penunjuk ketinggian liquidida dalam suatu alat pemroses

b. *Recorder*

Instrumen yang berfungsi untuk mencatat suatu kondisi proses dan merupakan kelengkapan instrument sebagai instrument tipe petunjuk, misalnya pena pada jarum penunjuk tekanan

c. *Sensor (transducer)* adalah alat yang digunakan untuk berkontak langsung dengan obyek yang diukur guna mengubah besaran fisik menjadi besaran listrik

d. *Sensor Error Detector*, adalah alat instrument yang digunakan untuk mengukur kealahan yang terjadi pada keluaran actual dan keluaran yang diinginkan.

e. Penggerak daya (*Ajuator*), adalah alat instrument yang digunakan untuk mengendalikan energy kesistem yang dikendalikan dan alat ini juga disebut sebagai elemen pengendali akhir.

f. *Controller*

Untuk mengendalikan suatu kondisi operasi dalam aliran proses pada harga yang telah ditentukan.

Dengan adanya instrument diharapkan dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Instrumen yang digunakan pada Pra Rencana Pabrik pentaerythritol ini adalah:

a. *Temperatur Controller (TC)*

Adalah alat/instrument yang digunakan sebagai alat pengatur suhu atau pengukur sinyal mekanis atau listrik. Pengaturan temperature ini dilakukan dengan mengatur jumlah material proses yang harus ditambahkan / dikeluarkan dari dalam suatu proses yang sedang bekerja.

Prinsip kerja:

Rate fluida masuk atau keluar alat dikontrol oleh diafragma valve. Rate fluida ini memberikan sinyal kepada TC untuk mendeteksi dan mengukur suhu system pada set point.

b. *Flow Controller (FC)*

Adalah alat instrument yang digunakan daalam mengatur kecepatan aliran fluida dalam pipe line atau unit proses lainnya. Pengukuran kecepatan aliran fluida dalam pipa biasanya diatur dengan mengatur out put dari alat, yang mengakibatkan fluida mengalir dalam pipe line.

c. *Pressure Controller (PC)*

Instrumen alat yang digunakan sebagai alat pengatur tekanan atau pengukur tekanan atau pengubah sinyal dalam bentuk gas menjadi sinyal mekanis . Pengatur tekanan dapat dilakukan dengan mengatur jumlah uap/gas yang keluar dari suatu alat dimana tekanannnya ingin dideteksi.

Prinsip kerja:

Pressure control (PC) akibat tekanan uap keluar akan membuka/menutup diafragma *valve*. Kemudian memberikan sinyal kepada PC untuk mengukur dan mendeteksi tekanan pada set point.

d. *Level Indikator (LI)*

Alat instrument ini merupakan alat yang digunakan untuk mengatur ketinggian (*level*) cairan dalam suatu alat dimana cairan tersebut bekerja. Pengukuran tinggi permukaan cairan dilakukan dengan operasi dari sebuah control valve, yaitu dengan mengatur rate cairan yang masuk atau cairan yang keluar proses.

e. *Ratio Control (RC)*

Adalah alat yang biasanya dipasang untuk mengontrol perbandingan aliran untuk bahan yang masuk pada alat.

f. *pH Controller (pHC)*

Adalah alat yang digunakan untuk mengendalikan derajat keasaman pada suatu proses.

g. *Weight Controller (WC)*

Alat instrument yang digunakan unruk mengendalikan derajat keaaman pada suatu proses.

Hal-hal yang diharapkan dalam pemakaian alat-alat instrumentasi adalah:

- Kualitas produk yang dapat diperoleh sesuai dengan yang diinginkan

- Sistem kerja lebih efisien
- Pengoperasian dalam system peralatan lebih mudah
- Penyimpangan yang terjadi, dapat diketahui dengan cepat

Penempatan alat-alat control pada setiap alat

Tabel 7.1 Alat-alat control yang dipakai pada setiap peralatan

No	Nama alat	Kode alat	Kode instrumentasi	Fungsi
1	Storage Formaldehid	F-111	L1	Mengatur ketinggian level cairan
2	Storage NaOH	F-114	L1	Mengatur ketinggian level cairan
3	Storage Acetaldehid	F-117	L1	Mengatur ketinggian level cairan
4	Stotage HCOOH	F- 121	L1	Mengatur ketinggian level cairan
5	Heater Formaldehid	E-113	TC	Mengatur suhu proses pada heater
6	Heater NaOH	E-116	TC	Mengatur suhu proses pada heater
7	Heater CH ₃ CHO	E-119	TC	Mengatur suhu proses pada heater
8	Heater HCOOH	E-124	TC	Mengatur suhu proses pada heater
9	Reactor	R-110	FRC, pHC TC	Mengatur flow radio pada bahan HCHO,CH ₃ CHO dan NaOH masuk reaktor Mengatur pH larutan Mengatur suhu proses dalam reaktor

10	Netralizer	R-120	FRC, pHC TC	Mengatur flow rasio bahan asam format masuk netralizer. Mengatur pH larutan dalam netralizer Mengatur suhu proses dalam netralizer
11	Evaporator	V-130A	TC PC	Mengatur suhu proses dalam evaporator badan 1 Mengatur tekanan didalam evaporator badan 1
12	Evaporator	V-130B	TC PC	Mengatur suhu proses dalam evaporator badan 2 Mengatur tekanan didalam evaporator badan 2
13	Kondensor	E-131	TC	Mengatur suhu air pendingin masuk ke kondensor
14	Bin Produk	F-142	WC	Mengantur berat bahan yang masuk ke dalam mesin pengemas

7.3 Keselamatan Kerja

Dalam perencanaan suatu pabrik, keselamatan kerja merupakan suatu hal yang sangat penting yang harus diperhatikan karena menyangkut kelancaran dan keselamatan kerja karyawannya. Keselamatan kerja merupakan usaha dengan memberikan rasa aman dan tenang pada karyawan dalam bekerja juga untuk mencegah terjadinya kecelakaan, kebakaran dan penyakit kerja dalam lingkungan kerja.

Tindakan penjagaan keselamatan dan keamanan suatu pabrik tidak hanya ditunjukkan kepada para pekerjanya saja, tetapi juga ditunjukkan pada peralatan pabrik. Bagi para pekerja dituntut dengan rasa kedisiplinannya maupun berhati-hari dalam melakukan pekerjaan, demikian pula peralatan yang ada didalam pabrik

tersebut harus kuat, tidak mudah rusak, tidak mudah bocor dan tidak mudah terbakar.

Beberapa factor yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja adalah:

a. Lingkungan Fisik

Meliputi: peralatan produksi, mesin dan lingkungan kerja (suhu, penerangan, dll). Kecelakaan kerja bias disebabkan oleh kesalahan perencanaan, rusak, kesalahan pembeli, penyusunan dari peralatan dan sebagainya.

b. Latar belakang kerja

Adalah sifat/karakter yang tidak baik dari pekerja yang merupakan sifat dasar pekerja maupun lingkungannya. Sifat/karakter tersebut meliputi:

- Prosedur kerja tidak diterapkan dengan baik
- Kurangnya pengawasan untuk kegiatan pemeliharaan dan modifikasi pabrik serta tidak adanya inspeksi perusahaan
- Tidak adanya system penanggulangan bahaya

Secara umum Pra Rencana Pabrik Pentaerythritol ini ada 4 macam bahaya yang mungkin terjadi dan merupakan perhatian pada perencanaan yaitu:

1. Bahaya kebakaran dan peledakan
2. Bahaya mekanik
3. Pencegahan terhadap bahaya listrik
4. Bahaya terhadap kesehatan dan jiwa manusia

7.3.1 Bahaya kebakaran dan peledakan

Pencegahan terhadap bahaya kebakaran dan peledakan bertujuan untuk memperkecil kemungkinan terjadinya kecelakaan terhadap pekerja maupun erusakan peralatan yang mengakibatkan terhentinya proses produksi. Terjadinya bahaya disebabkan oleh:

1. Terjadi hubungan singkat (korsleting) pada saklar, stop kontak atau alat listrik lainnya baik pada peralatan instrumentasi maupun pada peralatan listrik sederhana seperti lampu, computer, mesin fac, radio, *answering machine*, dll.
2. *Valve* atau pipa tangki penyimpanan yang bisa mengakibatkan percikan yang dapat menyebabkan tangki meledak, atau terjadinya kontak antara bahan dengan gas oksigen dari udara

Cara untuk mencegah atau mengurangi kemungkinan terjadinya kebakaran antara lain:

- 1) Pemasangan pipa air melingkar (*water hydrant*) diseluruh areal pabrik.
- 2) Pemasangan alat pemadam kebakaran yang mudah untuk dijangkau disetiap tempat rawan ledakan dan kebakaran terutama disekitar alat-alat proses bertekanan dan bersuhu tinggi.
- 3) Tangki bahan bakar jaraknya cukup jauh dari tempat yang mudah menimbulkan kebakaran.
- 4) Untuk mencegah atau mengurangi bahaya-bahaya yang timbul, pada tempat yang bertegangan tinggi diberi pagar atau penghalang dan pada dipakai isolasi-isolasi panas atau isolasi listrik
- 5) Pemasangan alat-alat listrik harus diatur sedemikian rupa agar tidak berdekatan dengan sumber panas
- 6) Membuat plakat-plakat , slogan-slogan atau *Standar Operational Procedures* (SOP) pada setiap proses yang salah satu isinya menerangkan bahaya dari proses atau alat yang bersangkutan.

7.3.2 Bahaya Mekanik

Bahaya mekanik disebabkan oleh pengerjaan konstruksi bangunan atau alat proses yang tidak memenuhi syarat. Hal-hal yang harus diperhatikan untuk mencegah atau mengurangi kemungkinan terjadi bahaya ini adalah:

1. Perencanaan alat disesuaikan dengan aturan yang berlaku termasuk pada pemilihan bahan konstruksi, pertimbangan factor korosi. Perancangan alat *under design* biasanya lebih besar menciptakan bahaya ini
2. Pemasangan alat kotrol atau indicator yang baik dan sesuai serta pemberian alat pengamanan proses pada alat-alat yang beresiko besar menciptakan terjadinya bahan ini.
3. Sistem perpipaan untuk air, udara, steam dan bahan bakar hendaknya diberi cat dan warna tertentu dan diberi warna serta diberi nama sesuai isi pipa

7.3.3 Pencegahan terhadap bahaya listrik

1. Setiap instalasi dan alat –alat listrik harus diamankan dengan pemakaian sekering atau pemutusan hubungan arus listrik secara otomatis lainnya.
2. Sistem perkabelan listrik harus dipasang secara terpadu dengan tata letak pabrik, sehingga jika ada perbaikan dapat dilakukan dengan mudah
3. Memasang papan tanda bahaya yang jelas pada daerah sumber tegangan tinggi
4. Peralatan yang dipasang dibawah tanah sebaiknya diberi tanda yang jelas
5. Setiap peralatan atau bangunan yang menjulang tinggi harus dilengkapi dengan penangkal petir yang dibumikan.

7.3.4 Bahaya terhadap kesehatan dan jiwa manusia

Keselamatan karyawan adalah hal yang terpenting yang harus diperhatikan, oleh sebab perlu adanya kesadaran dari seluruh karyawan agar dapat bekerja dengan baik dan efektif sehingga tidak membahayakan keselamatan jiwanya dan orang lain. Oleh karena itu pengetahuan tentang Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) perlu diketahui oleh seluruh karyawan dari mulai karyawan operator proses sampai karyawan administrasi.

Untuk menghindari berbagai kecelakaan kerja berbahaya dan menjaga keselamatan serta kesehatan para pekerja maka diperlukan alat pelindung bagi semua pekerja, Adapun alat pelindung keselamatan bagi para pekerja, antara lain:

1. *Safety helmet*

Alat pelindung ini berfungsi untuk melindungi kepala dari benturan, pukulan, atau kejatuhan benda tajam dan berat yang melayang atau meluncur diudara serta melindungi kepala dari radiasi panas, api, percikan bahan kimia ataupun suhu yang ekstrim. Untuk beberapa pekerjaan dengan risiko yang lebih rendah bias menggunakan topi ataupun penutup kepala sebagai pelindung

2. *Safety belt*

Alat ini berfungsi untuk membatasi gerak pekerja agar tidak terjatuh atau terlepas dari posisi yang diinginkan. Ada beberapa pekerjaan yang

mengharuskan pekerja untuk berada pada posisi yang cukup berbahaya seperti pada posisi miring tergantung atau memasuki rongga sempit.

3. Sepatu *boot*

Sepatu boot digunakan untuk melindungi kaki dari benturan atau tertimpa benda berat, tertusuk benda tajam, terkena cairan panas atau dingin, uap panas, bahan kimia berbahaya atau permukaan licin.

4. Masker

Masker pernafasan digunakan untuk melindungi organ pernafasan dengan menyaring vemanan bahan kimia , mikro-organisme, partikel debu, aerosol,uap, asap, ataupun gas. Sehingga yang diharapkan udara yang dihirup adalah udara yang bersih dan sehat. Msker ini terdiri dari berbagai jenis seperti respirator, katrit, canister, tangki selam, dan regulator, serta alat pembantu pernafasan.

5. Penutup Telinga

Alat ini digunakan untuk melindungi telinga dari kebisingan ataupun tekanan, alat biasanya terdiri dari sumbat telinga (ear plug) atau penutup telinga (ear muff).

6. Kacamata Pengaman

Kacamata ini digunakan sebagai pelindung yang berfungsi untuk melindungi mata dari paparan partikel yang melayang diudara ataupun diair, percikan benda kecil, benda panas, ataupun uap panas serta digunakan untuk menghalangi pancaran cahaya yang langsung ke mata , benturan serta pukulan benda keras dan tajam. Jenis kacamata yang sering digunakan yaitu *spectacles* atau *goggles*.

7. Sarung Tangan

Sarung tangan berfungsi untuk melindungi jari-jari tangan dari api, suhu panas, suhu dingin, radiasi , arus listrik, bahan kimia, benturan, pukulan, tergoress benda ataupun infeksi dari zat pathogen seperti virus dan bakteri

8. Pelindung wajah

Alat pelindung yang berfungsi untuk melindungi wajah dari paparan bahan kimia berbahaya, partikel yang melayang diudara atau air, percikan benda

kecil, panas ataupun uap panas, benturan atau pukulan benda keras atau tajam, serta pancaran cahaya

9. Pelampung

Pelampung ini sering digunakan sebagai pelindung bagi pekerja yang bekerja diatas air atau di permukaan air agar terhindar dari bahaya tenggelam.

Pelampung ini terdiri dari *life jacket, life vest* atau *buoyancy control device* untuk mengatur keterapungan.

No	Alat Pelindung	Lokasi Penggunaan
1	Masker	Gudang produk, unit proses, <i>storage</i> bahan baku, laboratorium
2	Helm Pengaman	Gudang produk, unit operasi, <i>storage</i> bahan baku
3	Sarung tangan tabel	<i>Storage</i> bahan baku, unit proses, gudang produk, utilitas
4	Sepatu <i>safety</i>	Gudang produk, unit proses, tilitas, <i>storage</i> bahan baku
5	Isolasi panas	Unit proses, <i>heater</i>
6	Respirator	Unit Proses (terutama saat <i>maintenance</i> alat), <i>storage</i> bahan baku
7	Sarung tangan plastic	Laboratorium
8	Jas lab	Laboratorium
9	Penutup telinga	Utilitas, unit proses
10	Safety glasses	Utilitas, unit proses