

BAB VI

INSTUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

6.1. Instrumentasi

Instrumentasi adalah suatu alat yang dipakai di dalam suatu proses kontrol untuk mengatur jalannya suatu proses agar diperoleh hasil sesuai dengan yang diharapkan. Alat instrumentasi merupakan salah satu bagian yang paling penting dalam suatu pabrik karena dengan adanya rangkaian instrumen tersebut maka operasi semua peralatan yang ada di dalam pabrik dapat dimonitor dan dikontrol dengan cermat, mudah dan efisien. Alat-alat instrumentasi dipasang pada setiap peralatan proses dengan tujuan agar para *engineer* dapat memantau dan mengontrol kondisi di lapangan. Dengan adanya instrumentasi ini pula, para *engineer* dapat segera melakukan tindakan apabila terjadi kejanggalan dalam suatu proses. Namun pada dasarnya, tujuan pengendalian tersebut adalah agar kondisi proses di pabrik mencapai tingkat kesalahan (*error*) yang paling minimum sehingga produk dapat dihasilkan secara optimal (Considine, 1985).

Fungsi instrumentasi adalah sebagai pengontrol, penunjuk (*indicator*), pencatat (*recorder*), dan pemberi tanda bahaya (*alarm*). Instrumentasi bekerja dengan tenaga mekanik atau tenaga listrik dan pengontrolannya dapat dilakukan secara manual atau otomatis. Variabel-variabel proses yang biasanya dikontrol atau diukur oleh *instrument* (Considine, 1985) adalah :

1. Variabel utama, seperti temperatur, tekanan, laju alir dan level cairan.
2. Variabel tambahan, seperti densitas, viskositas, panas spesifik, konduktivitas, pH, humiditas, titik embun, komposisi kimia, kandungan kelembaban dan variabel lainnya.

Pengendalian peralatan instrumentasi dapat dilakukan secara otomatis dan semi otomatis. Pengendalian secara otomatis adalah pengendalian yang dilakukan dengan mengatur instrumen pada kondisi tertentu (*set point*), bila terjadi

penyimpangan (*error*) pada variabel yang dikontrol maka instrumen akan bekerja sendiri untuk mengembalikan variabel pada kondisi semula, instrumen ini bekerja sebagai pengatur (*controller*). Pengendalian secara semi otomatis merupakan pengendalian yang mencatat perubahan-perubahan pada variabel yang dikontrol untuk mengubah variabel-variabel ke nilai yang diinginkan dan dilakukan usaha secara manual, instrumen ini bekerja sebagai pencatat (*recorder*) atau penunjuk (*indicator*)

Adapun tujuan terperinci dari alat-alat instrumentasi (pengendalian) adalah sebagai berikut:

1. Menjaga keamanan dan keselamatan kerja
Keamanan dalam operasi suatu pabrik kimia merupakan kebutuhan primer untuk orang-orang yang bekerja di pabrik dan untuk kelangsungan perusahaan. Untuk menjaga terjaminnya keamanan, berbagai kondisi operasi pabrik seperti tekanan operasi, temperatur, konsentrasi bahan kimia, dan lain sebagainya harus dijaga tetap pada batas-batas tertentu yang diizinkan.
2. Memenuhi spesifikasi produk yang diinginkan
Pabrik harus menghasilkan produk dengan jumlah tertentu (sesuai kapasitas desain) dan dengan kualitas tertentu sesuai spesifikasi. Untuk itu dibutuhkan suatu sistem pengendali untuk menjaga tingkat produksi dan kualitas produk yang diinginkan.
3. Menjaga peralatan proses dapat berfungsi sesuai yang diinginkan dalam desain
Peralatan-peralatan yang digunakan dalam operasi proses produksi memiliki kendala-kendala operasional tertentu yang harus dipenuhi. Pada pompa harus dipertahankan NPSH, temperatur dan tekanan pada reaktor harus dijaga agar tetap beroperasi aman dan konversi menjadi produk optimal, isi tangki tidak boleh luber ataupun kering, serta masih banyak kendala-kendala lain yang harus diperhatikan.
4. Menjaga agar operasi pabrik tetap ekonomis.
Operasi pabrik bertujuan menghasilkan produk dari bahan baku yang memberi keuntungan yang maksimum, sehingga pabrik harus dijalankan pada kondisi

yang menyebabkan biaya operasi menjadi minimum dan laba yang diperoleh menjadi maksimum.

5. Memenuhi persyaratan lingkungan.

Operasi pabrik harus memenuhi berbagai peraturan lingkungan yang memberikan syarat-syarat tertentu bagi berbagai buangan pabrik kimia.

Faktor-faktor yang diperlukan dalam pemilihan instrumentasi (Timmerhaus, 1991) adalah :

- a. Jenis instrumentasi
- b. *Range* yang diperlukan untuk pengukuran
- c. Ketelitian yang diperlukan
- d. Bahan konstruksi serta pengaruh pemasangan pada kondisi proses
- e. Faktor ekonomi

Pada perencanaan pendirian pabrik ini cenderung pada pemakaian alat kontrol secara otomatis. Namun demikian tenaga manusia masih sangat diperlukan dalam pengoperasian dan pengawasan proses.

Pada perencanaan suatu pabrik, sistem pengendalian yang diperlukan (Considine, 1985) terdiri dari:

1. Elemen perasa/elemen utama (*sensing element/ primary element*)
yaitu elemen yang menunjukkan adanya perubahan dari nilai variabel yang diukur.
2. Elemen pengukur (*measuring element*)
yaitu elemen yang menerima *output* dari elemen primer dan melakukan pengukuran dan merupakan suatu elemen yang sensitif terhadap adanya perubahan temperatur, tekanan, laju aliran, maupun tinggi fluida. Perubahan ini merupakan sinyal dari proses dan disampaikan oleh elemen pengukur ke elemen pengontrol.
3. Elemen pengontrol (*controlling element*)
Elemen pengontrol yang menerima sinyal kemudian akan segera mengatur perubahan-perubahan proses tersebut sama dengan nilai *set point* (nilai yang

diinginkan). Dengan demikian elemen ini dapat segera memperkecil ataupun meniadakan penyimpangan yang terjadi.

4. Elemen Pengontrol Akhir (*Final Control Element*)

Elemen ini merupakan elemen yang akan mengubah masukan yang keluar dari elemen pengontrol ke dalam proses sehingga variabel yang diukur tetap berada dalam batas yang diinginkan dan merupakan hasil yang dikehendaki.

Adapun alat-alat instrumentasi yang dipakai pada peralatan proses antara lain (Considine, 1985):

1. Untuk variabel temperatur:

Temperature Indicator Controller (TIC) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati temperatur suatu alat. Dengan menggunakan TIC para *engineer* dapat melakukan pengendalian terhadap peralatan sehingga temperatur peralatan tetap berada dalam *range* yang diinginkan. *Temperature Controller* terkadang juga dapat mencatat temperatur dari suatu peralatan secara berkala (*temperature recorder*).

2. Untuk variabel tinggi permukaan cairan

Level Indicator Controller (LIC) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati ketinggian cairan dalam suatu alat. Dengan menggunakan LIC para *engineer* dapat melakukan pengendalian ketinggian cairan dalam peralatan tersebut.

3. Untuk variabel tekanan

Pressure Indicator Controller (PIC) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati tekanan operasi suatu alat. Para *engineer* juga dapat melakukan perubahan tekanan dari peralatan operasi. PIC dapat juga dilengkapi pencatat tekanan dari suatu peralatan secara berkala (*pressure recorder*).

4. Untuk variabel aliran cairan

Flow Indicator Controller (FIC) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengamati laju alir larutan atau cairan yang melalui suatu alat dan bila terjadi perubahan aliran dapat melakukan pengendalian terhadap laju aliran tersebut.

5. Untuk variabel aliran padatan

Weight Control (WC) adalah instrumentasi yang digunakan untuk mengontrol rate massa padatan yang melalui suatu alat dan bila terjadi perubahan aliran dapat melakukan pengendalian terhadap laju aliran tersebut.

Pada saat pengoperasian instrumentasi tersebut, kondisi pabrik dikontrol oleh operator di *control room* secara terpusat dengan menggunakan suatu alat yang disebut DCS (*Distributed Control System*). Dengan adanya DCS ini, perubahan kondisi proses dapat langsung dimonitor saat pengoperasian pabrik. Namun tidak semua alat instrumen dapat diatur dari *control room*, karena ada beberapa alat yang harus dioperasikan langsung di lapangan.

Pencatatan data kondisi pabrik tidak hanya dilakukan secara manual oleh operator dilapangan tapi juga secara otomatis dengan bantuan PHD (*Process History Data*). Instalasi PHD tersebut dibuat *link* dengan DCS sehingga kondisi operasi yang terukur pada instrumen di pabrik akan tercatat dan disimpan oleh PHD.

Selain ditinjau dari kondisi proses yang merupakan syarat utama agar proses dapat berlangsung sesuai dengan yang direncanakan, pemilihan alat-alat kontrol juga harus mempertimbangkan faktor-faktor berikut :

- Mudah perawatan dan perbaikan bila terjadi kerusakan.
- Mudah mendapatkan suku cadangnya bila terjadi kerusakan.
- Mudah mengoperasikannya.
- Harganya relatif murah dengan kualitas yang memadai.

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

1. Kualitas produk dapat diperoleh sesuai dengan yang diinginkan.
2. Pengoperasian sistem peralatan lebih mudah dan lebih efisien
3. Penyimpangan yang mungkin terjadi dapat diketahui dengan cepat.

Prarancangan pabrik *Precipitated Silica* dengan kapasitas 10.000 ton per tahun ini menggunakan instrumentasi pada alat-alat proses yang dapat dilihat pada **Tabel 6.1** berikut :

Tabel 6.1 Instrumentasi Pada Prarancangan Pabrik *Precipitated Silica*

No	Kode	Nama Alat	Jenis Instrumentasi	Jumlah
----	------	-----------	---------------------	--------

1	F-110	Tangki asam sulfat	LIC	1
2	L-111	Pompa 1	FIC	1
3	M-130	Mixer	LIC	1
4	E-131	<i>Heater 01</i>	TIC	1
5	F-120	Tangki sodium silikat	LIC	1
6	E-122	<i>Heater 02</i>	TIC	1
7	L-121	Pompa 2	FIC	1
8	R-210	Reaktor	LIC, TIC	1
9	L-211	Pompa 3	FIC	1
10	H-310	<i>Thickener</i>	FIC	1
11	E-212	<i>Cooler</i>	TIC	1
12	E-331	<i>Air Heater</i>	TIC	1
13	J-335	<i>Cooling Conveyor</i>	TIC	1
14	F-344	<i>Hopper</i>	WIC	1

Mekanisme Pengendalian Proses:

1. Tangki berfungsi untuk tempat penyimpanan atau penampungan zat cair. Instrumentasi pada tangki penyimpanan berupa *level indicator control* (LIC) yang berfungsi untuk menunjukkan tinggi cairan di dalam tangki. Prinsip kerja dari alat instrumentasi ini adalah dengan menggunakan pelampung (*float*) sehingga isi tangki dapat terlihat dari posisi jarum penunjuk di luar tangki yang digerakkan oleh pelampung. Pengontrolan ketinggian permukaan cairan ini dilakukan dengan mengatur laju cairan yang masuk atau keluar dari tangki.
2. Instrumentasi pada reaktor terdiri dari *temperature indicator controller* (TIC), dan *level indicator controller* (LIC). *Temperature indicator controller* (TIC) berfungsi untuk mengontrol temperatur dalam reaktor dengan mengatur bukaan katup air pendingin yang dialirkan ke reaktor. LIC Berfungsi untuk mengukur ketinggian permukaan cairan dalam reaktor.
3. Apabila fluida berada di bawah temperatur yang diinginkan dalam *heater*, maka *Temperature Indicator Controller* (TIC) akan membuka *valve* sehingga laju *steam* yang masuk menjadi lebih besar. Sedangkan jika fluida berada di

atas temperatur yang diinginkan dalam *cooler* maka *Temperature Indicator Controller* (TIC) akan membuka *valve* sehingga laju *cooling water* yang masuk menjadi lebih besar.

4. Variabel yang dikontrol pada instrumentasi Pompa adalah laju aliran (*flow rate*). Untuk mengetahui laju aliran pada pompa dipasang *flow indicator control* (FIC). Jika laju aliran pompa lebih besar dari yang diinginkan maka secara otomatis katup pengendali (*control valve*) akan menutup atau memperkecil pembukaan katup.
5. *Hopper* berfungsi sebagai tempat penampungan sementara zat padat. Sistem pengendalian pada *hopper* menggunakan *Weight Indicator Control* (WIC) sehingga apabila massa zat padat dalam *bin* menurun, maka *supply* bahan harus segera ditambahkan.

6.2. Keselamatan Dan Kesehatan Kerja

Suatu industri, keselamatan kerja merupakan faktor utama yang harus diperhatikan karena berhubungan erat dengan kelancaran jalannya proses produksi. Semakin besar perhatian yang diberikan pada aspek keselamatan kerja ini akan membuat efisiensi dan efektifitas proses produksi semakin meningkat. Keselamatan dan kesehatan kerja dalam penerapannya secara langsung di lapangan berhubungan erat dengan adanya kebijakan khusus manajemen yang berkenaan dengan proses produksi yang digunakan, khususnya yang berhubungan dengan identifikasi dan pengontrolan terhadap kemungkinan bahaya yang timbul.

Menurut UU No. 14 tahun 1969 tentang pokok-pokok ketenagakerjaan yang dimaksud dengan keselamatan kerja adalah keselamatan yang bertalian dengan mesin, pesawat, alat-alat, bahan-bahan dan lingkungannya serta cara-cara melakukan pekerjaan. Selain itu, kesehatan kerja juga harus dijamin dan perusahaan wajib menyediakan alat pelindung diri (APD) bagi pekerja maupun karyawannya. Hal ini sesuai dengan Undang-Undang No. 23 Tahun 1992 tentang Kesehatan Kerja. Keselamatan dan kesehatan kerja juga diatur dalam Undang-Undang No. 13 Tahun 2003 tentang ketenagakerjaan, dimana setiap dasar tentang ketenagakerjaan yang meliputi upah kerja, jam kerja, hak cuti, hingga keselamatan dan kesehatan

kerja dibahas dalam Undang-Undang ini. Oleh karena itu pentingnya suatu pabrik memiliki standar maupun manajemen tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).

Tujuan dari keselamatan kerja berdasarkan undang-undang Keselamatan Kerja No. 1 tahun 1970 adalah :

1. Agar semua orang, baik pekerja maupun orang lain yang berada di tempat kerja selalu dalam kondisi sehat dan aman.
2. Agar proses produksi dapat berjalan secara efektif dan efisien.
3. Agar sumber produksi berjalan dengan lancar dan aman.

Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam perancangan pabrik untuk menjamin adanya keselamatan kerja (Timmerhaus, 1991) adalah sebagai berikut:

1. Penanganan dan pengangkutan bahan menggunakan manusia harus seminimal mungkin.
2. Adanya penerangan yang cukup dan sistem pertukaran udara yang baik.
3. Jarak antar mesin-mesin dan peralatan lain cukup luas.
4. Setiap ruang gerak harus aman, bersih dan tidak licin .
5. Setiap mesin dan peralatan lainnya harus dilengkapi alat pencegah kebakaran.
6. Tanda-tanda pengaman harus dipasang pada setiap tempat yang berbahaya.
7. Penyediaan fasilitas pengungsian bila terjadi kebakaran.

Salah satu faktor yang penting sebagai usaha menjamin keselamatan kerja adalah dengan menumbuhkan dan meningkatkan kesadaran karyawan akan pentingnya usaha untuk menjamin keselamatan kerja. Usaha-usaha yang dapat dilakukan (Timmerhaus, 1991) antara lain :

1. Meningkatkan spesialisasi keterampilan karyawan dalam menggunakan peralatan secara benar sesuai tugas dan wewenangnya serta mengetahui cara-cara mengatasi kecelakaan kerja.
2. Melakukan pelatihan secara berkala bagi karyawan. Pelatihan yang dimaksud dapat meliputi :
 - a) Pelatihan untuk menciptakan kualitas Sumber Daya Manusia (SDM) yang tinggi dan bertanggungjawab, misalnya melalui pelatihan kepemimpinan dan pelatihan pembinaan kepribadian.

- b) Studi banding (*workshop*) antar bidang kerja, sehingga karyawan diharapkan memiliki rasa kepedulian terhadap sesama karyawan.
- 3. Membuat peraturan tata cara dengan pengawasan yang baik dan memberi sanksi bagi karyawan yang tidak disiplin.

6.2.1. Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Pabrik

Beberapa pelaksanaan Kesehatan dan Keselamatan Kerja di pabrik *Precipitated silica* secara umum :

1. Tangki meliputi tangki bahan baku asam sulfat dan sodium silikat.
 - a. Pemilihan material dengan *corrosion allowable* yang tepat (d disesuaikan dengan kondisi operasi).
 - b. Pemasangan *manhole* dan *handhole* untuk inspeksi dan *maintenance*.
 - c. Pemasangan *level gauge* pada tangki penutup.
 - d. Pemasangan tangga sekaligus ada pegangannya, *manhole* dan *handhole* untuk inspeksi dan *maintenance*.
 - e. Sirkulasi udara harus baik.
 - f. Pemasangan tanda bahaya disekitar tangki dan untuk tangki penyimpanan harus disertakan tanda karakteristik bahan kimia yang ditampung.
2. Perpipaan
 - a. Untuk mempermudah identifikasi kebocoran pipa, maka perpipaan diletakkan di atas tanah.
 - b. Susunan *valve* dan perpipaan diatur dengan baik dan diatur sedemikian rupa supaya transportasi tidak terganggu. Pada perpipaan diberi warna yang berbeda, fluida panas pipa berwarna merah, sedangkan untuk fluida dingin menggunakan pipa berwarna biru.
 - c. Dipasang *fire stop* pada semua sistem pengeluaran untuk mencegah penyebaran kebakaran.
 - d. Dipasang isolasi yang baik untuk pipa *steam* dan pipa air panas agar tidak ada bahaya kebakaran kulit apabila tersentuh oleh karyawan atau petugas dan selain itu untuk mencegah panas yang hilang.
 - e. Sambungan dipasang dan dikontrol dengan baik.

3. Reaktor

- Pada daerah di sekitar reaktor dipasang rambu peringatan tentang daerah bahaya.
- Pekerja pada bagian reaktor diharuskan menggunakan sarung tangan dan *safety helmet*.
- Setelah diadakan pembersihan reaktor harus ditest temperatur untuk mencegah *over stressing*.
- Pemasangan tangga dan ada pegangannya untuk mempermudah dalam pengontrolan reaktor.