



BAB VI

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

VI. 1 Instrumentasi

Dalam rangka pengoperasian pabrik, pemasangan alat-alat instrument sangat dibutuhkan dalam memperoleh hasil produksi yang optimal. Dengan perlengkapan instrument maka variasi proses seperti tekanan, suhu, laju alir akan dapat diukur dan dikontrol sehingga sesuai dengan kondisi proses optimum yang dikehendaki.

Harga-harga variabel proses ini dapat dikendalikan baik secara manual maupun secara otomatis. Secara manual biasanya dilakukan dengan memberi instrumen petunjuk atau pencatat saja apabila terjadi penyimpangan suatu peubah, maka untuk mengembalikan suatu peubah tersebut pada kondisi yang diinginkan harus dilakukan secara manual. Sedangkan untuk pengontrolan secara otomatis merupakan suatu sistem pengendalian yang sudah di set pada kondisi tertentu, apabila terjadi penyimpangan maka secara otomatis instrumen itu akan mengembalikan peubah yang dikendalikan pada kondisi setting. Selain itu untuk peubah-peubah proses yang kritis harus dilengkapi dengan peralatan yang khusus, misalnya alarm otomatis sebagai peringatan kepada operator akan kondisi yang kritis dan berbahaya.

Pada uraian diatas dapat disederhanakan bahwa dengan adanya alat instrumentasi maka:

- a. Proses produksi dapat berjalan sesuai dengan kondisi-kondisi yang telah ditentukan sehingga diperoleh hasil yang optimum.
- b. Proses produksi dapat berjalan sesuai dengan efisiensi yang telah ditentukan dan kondisi proses tetap terjaga pada kondisi yang aman.
- c. Membantu keselamatan kerja.
- d. Mengurangi tenaga kerja yang berlebihan sehingga lebih efisien.
- e. Menekan biaya operasi dan perawatan.
- f. Bila terjadi penyimpangan selama proses produksi, maka dapat segera diketahui dan ditindak-lanjuti dengan cepat dan tepat



Pra Perancangan Pabrik "Pentaerythritol Dari Bahan Formaldehid Dan Asetaldehid Menggunakan Media Alkali Natrium Hidroksida 60.000 Ton/Tahun"

Oleh karena itu dalam perencanaan pendirian pabrik ini, pengoperasian peralatan proses lebih cenderung menggunakan alat kontrol otomatis. Namun demikian tenaga kerja masih sangat diperlukan dalam pengawasan proses.

VI.1.1. Pemilihan Instrumentasi

Untuk dapat menentukan jenis instrumentasi yang perlu digunakan pada suatu peralatan, terlebih dahulu perlu ditinjau kondisi operasi. Jadi harus diketahui input apa saja yang tak dapat dikontrol serta output dari alat kontrol yang diinginkan. Pemakaian instrumentasi harus menguntungkan baik ditinjau dari segi proses maupun segi ekonomi.

Faktor – faktor yang perlu diperhatikan dalam pemilihan instrumen adalah:

- Level instrument
- Range yang perlu untuk pengukuran
- Dibutuhkan ketelitian
- Bahan konstruksi sets pengatur pemasangan instrumen pada kondisi proses
- Mudah dalam pengawasan dan pengaturan
- Mudah dalam perawatan dan perbaikan
- Mudah dalam mendapatkan suku cadang
- Harga peralatan relatif murah dengan kualitas yang memadai

Beberapa bagian instrumen yang diperlukan di dalam proses secara otomatis adalah:

1. Element Pengontrol

Adalah elemen yang menunjukkan adanya perubahan harga dari variabel yang dirasa oleh elemen perasa dan diukur oleh elemen pengukur untuk mengatur sumber tenaga sesuai dengan perubahan-perubahan yang terjadi.

2. Element Pengontrol Akhir

Adalah elemen yang dapat merubah variabel manipulative sehingga variabel yang diukur tetap berada dalam range yang diinginkan

3. Primary Element

Adalah elemen yang dapat merasakan perubahan dari harga variabel yang diukur.



4. Element Pengukur

Adalah elemen yang menerima output dari elemen primary dan melakukan pengukuran, termasuk peralatan petunjuk atau indikator serta peralatan pencatat atau recorder.

Tipe – tipe pengontrolan meliputi :

1. Indikator : sebagai alat petunjuk
2. Recorder : sebagai alat pencatat
3. Controller : sebagai alat pengontrol

VI.1.2. Pemilihan Instrumentasi

1. Pengatur suhu

- T.I. (Temperatur Indikator)
Fungsi : Penunjuk suhu
- T.C. (Temperatur Controller)
Fungsi : Mengendalikan suhu agar dapat dipertahankan pada harga yang telah ditentukan.

2. Pengatur tekanan

- P.I. (Pressure Indikator)
Fungsi : Penunjuk tekanan
- P.C. (Pressure Controller)
Fungsi : Mengatur tekanan agar dapat dipertahankan pada harga yang diperlukan.

3. Pengatur aliran

- F.C. (Flow Controller)
Fungsi : Mengendalikan rate aliran
- F.R.C. (Flow Recorder & Controller)
Fungsi : Mencatat dan mengatur rate aliran.

4. Pengatur tinggi bahan

- L.I. (Level Indikator)
Fungsi : Penunjuk tinggi bahan dalam reaktor atau tangki penampung.
- L.C. (Level Controller)



Pra Perancangan Pabrik

“Pentaerythritol Dari Bahan Formaldehid Dan Asetaldehid Menggunakan Media Alkali Natrium Hidroksida 60.000 Ton/Tahun”

Fungsi : Pengatur tinggi bahan dalam peralatan agar bertahan pada ketinggian yang telah ditentukan dan dapat dikenal juga dengan (WC = weight controller).

Tabel VI. 1 Pemasangan alat kontrol prarencana pabrik pentaerythritol

No	Kode	Nama Alat	Instrumentasi
1	F-110	Tangki Penampung Formaldehid	LI
2	F-120	Tangki Penampung Natrium Hidroksida	LI
3	F-130	Tangki Penampung Asetaldehid	LI
4	F-140	Tangki Penampung Asam Formiat	LI
5	L-111	Pompa-1	FC
6	L-121	Pompa-2	FC
7	L-131	Pompa-3	FC
8	L-141	Pompa-4	FC
9	E-112	Heater Formaldehid	TC
10	E-122	Heater Natrium Hidroksida	TC
11	E-132	Heater Asetaldehid	TC
12	E-142	Heater Asam Formiat	TC
13	R-210	Reaktor	TC
14	R-220	Neutralizer	TC
15	L-211	Pompa-5	FC
16	L-221	Pompa-6	FC
17	V-310	Evaporator	PI
18	L-314	Pompa-7	FC
19	E-311	Barometric Condensor	TC
20	G-312	Steam Ejector	TC
21	E-345	Heater	TC, FC

VI.2. Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja adalah hal yang paling utama yang harus mendapat perhatian yang besar, karena bila masalah ini diabaikan akan mengakibatkan terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan. Dengan memperhatikan keselamatan kerja yang baik dan teratur, secara psikologis juga akan membuat para pekerja aman dan tenang sehingga dapat berkonsentrasi pada pekerjaannya, dengan demikian produktivitas juga akan meningkat.

Usaha dalam menjaga keselamatan kerja tidak hanya bertujuan menjaga keselamatan pekerja atau sumber daya manusia lain dalam lingkungan pabrik, tetapi juga untuk menjaga peralatan yang ada dalam pabrik. Terpeliharanya peralatan dengan baik, dapat menyebabkan penggunaan alat dalam jangka waktu lebih lama.



Pra Perancangan Pabrik
"Pentaerythritol Dari Bahan Formaldehid Dan Asetaldehid
Menggunakan Media Alkali Natrium Hidroksida 60.000
Ton/Tahun"

Secara umum ada 3 macam bahaya yang bisa terjadi dalam pabrik, sehingga harus diperhatikan dalam perencanaan, yaitu:

A. Bahaya kebakaran

Bahaya kebakaran merupakan hal yang sangat membutuhkan perhatian. Oleh karena itu diperlukan pengamanan yang sebaik – baiknya, terutama pada proses produksi.

Beberapa hal yang dapat menyebabkan kebakaran antara lain:

- Adanya nyala terbuka (open flame) yang datang dari unit utilitas, workshop dan lain-lain.
- Adanya loncatan bunga api yang disebabkan karena korsleting aliran listrik seperti pada stop kontak, saklar serta instrument lainnya.

Beberapa cara mencegah terjadinya kebakaran antara lain:

- Penempatan bahan – bahan yang mudah terbakar di tempat yang tertutup dan jauh dari sumber api.
- Larangan merokok di lingkungan pabrik, kecuali pada tempat – tempat yang telah disediakan.
- Pemasangan pipa air yang melingkari seluruh lokasi pabrik (Water Hydrant).
- Pemasangan kabel listrik yang diatur rapi dan jauh dari panas.
- Pemasangan alat pemadam kebakaran di setiap tempat yang paling rawan.

Alat Pencegah Kebakaran

- Instalasi permanent seperti fire hydrant system dan sprinkle otomatis.
- Pemakaian portable fire-exthinguisher bagi daerah yang mudah dijangkau bila terjadi kebakaran. Jenis dan jumlahnya pada perancangan pabrik ini dapat dilihat pada tabel VI.2.
- Untuk pabrik ini lebih disukai alat pemadam kebakaran type karbon dioksida.



Pra Perancangan Pabrik
"Pentaerythritol Dari Bahan Formaldehid Dan Asetaldehid
Menggunakan Media Alkali Natrium Hidroksida 60.000
Ton/Tahun"

- Karena bahan baku ada yang beracun, maka perlu digunakan kantong – kantong udara atau alat pernafasan yang ditempatkan pada daerah – daerah strategis pada pabrik ini.

Tabel VI.2 Jenis dan Jumlah Fire- Exthingusher

No	Tempat	Jenis	Berat Serbuk	Jarak Semprot	Jumlah
1.	PosKeamanan	YA-10L	3,5 kg	8 m	3
2.	Kantor	YA-20L	6,0 kg	8 m	2
3.	Daerah Proses	YA-20L	8,0 kg	7 m	4
4.	Unit Bahan Baku	YA-10L	4,0 kg	8 m	2
5.	Bengkel	YA-10L	8,0 kg	7 m	2
6.	Unit	YA-20L	8,0 kg	7 m	2
7.	Pembangkitan Laboratorium	YA-20L	8,0 kg	7 m	2

B. Bahaya Mekanik

Karena kesalahan mekanik sering terjadi dikarenakan kelalaian pengerjaan maupun kesalahan konstruksi dan tidak mengikutiaturan yang berlaku. Bentuk kerusakan yang umum adalah karena korosi dan ledakan. Kejadian ini selain mengakibatkan kerugian yang besar karena dapat mengakibatkan cacat tubuh maupun hilangnya nyawa pekerja. Berbagai kemungkinan kecelakaan karena mekanik pada pabrik ini dan cara pencegahannya dapat digunakan sebagai berikut :

A. Vessel

Kesalahan dalam perencanaan vessel dan tangki dapat mengakibatkan kerusakan fatal, cara pencegahannya:

- Menyeleksi dengan hati – hati bahan yang sesuai, tahan korosi serta memakai corrosion allowance yang wajar. Untuk pabrik ni, semua bahan konstruksi yang umum dapat dipergunakan dengan pengecualian adanya seng dan tembaga. Bahan konstruksi yang biasanya dipakai untuk tangki penyimpanan, perpipaan dan alat linya dalam pabrik ini adalah steel. Semua



Pra Perancangan Pabrik "Pentaerythritol Dari Bahan Formaldehid Dan Asetaldehid Menggunakan Media Alkali Natrium Hidroksida 60.000 Ton/Tahun"

konstruksi harus sesuai dengan standart ASME (America Society Mechanical Engineering).

- Memperhatikan teknik pengelasan.
- Memakai level gauge yang otomatis.
- Penyediaan manhole dan handhole (bila memungkinkan) yang memadai untuk inspeksi dan pemeliharaan. Disamping itu pengelolaan tersebut harus dapat diatur sehingga mudah untuk digunakan.

B. Heat Exchanger

Kerusakan yang terjadi pada umumnya disebabkan karena kebocoran-kebocoran. Hal ini dapat dicegah dengan cara:

- Pada inlet dan outlet dipasang block valve untuk mencegah terjadinya thermal expansion.
- Drainhole yang cukup harus disediakan untuk pemeliharaan.
- Pengecekan dan pengujian terhadap setiap ruangan fluida secara sendiri – sendiri.
- Memakai Heat Exchanger yang cocok untuk ukuran tersebut. Disamping itu juga rate aliran harus benar – benar dijaga agar tidak terjadi perpindahan panas yang berlebihan sehingga terjadi perubahan fase didalam pipa.

C. Peralatan yang Bergerak

Perlengkapan yang bergerak apabila ditempatkan tidak hati – hati, maka akan menimbulkan bahaya bagi pekerja. Pencegahan bahaya ini dapat dilakukan dengan:

- Pemasangan penghalang untuk semua sambungan pipa.
- Adanya jarak yang cukup bagi peralatan untuk memperoleh kebebasan gerak.

D. Perpipaan

Selain ditinjau dari segi ekonomisnya, perpipaan harus ditinjau dari segi keamanannya hal ini dikarenakan perpipaan yang kurang teratur dapat membahayakan pekerja terutama pada malam hari, seperti terbentur,



Pra Perancangan Pabrik "Pentaerythritol Dari Bahan Formaldehid Dan Asetaldehid Menggunakan Media Alkali Natrium Hidroksida 60.000 Ton/Tahun"

tersandung, dan sebagainya. Sambungan yang kurang baik dapat menimbulkan juga hal-hal yang tidak diinginkan seperti kebocoran-kebocoran bahan kimia yang berbahaya. Untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan tersebut, maka dapat dilakukan dengan cara:

- Pemasangan pipa untuk ukuran yang tidak besar hendaknya pada elevasi yang tinggi tidak didalam tanah, karena dapat menimbulkan kesulitan apabila terjadi kebocoran.
- Bahan konstruksi yang dipakai untuk perpipaan harus memakai bahan konstruksi dari steel.
- Sebelum dipakai, hendaknya diadakan pengecekan dan pengetesan terhadap kekuatan tekan dan kerusan yang diakibatkan karena perubahan suhu, begitu juga harus dicegah terjadinya over stressing atau pondasi yang bergerak.
- Pemberian warna pada masing – masing pipa yang bersangkutan akan dapat memudahkan apabila terjadi kebocoran.

E. Listrik

Kebakaran sering terjadi akibat kurang baiknya perencanaan intalsi listrik dan kecerobohan operator yang menanganinya. Sebagai usaha pencegahanya dapat dilakukan :

- Alat – alat listrik dibawah tanah sebaiknya diberi tanda seperti dengan cat warna pada penutupnya atau diberi isolasi berwarna.
- Pemasangan alat remote shut down dari alat – alat operasi disamping starter.
- Penerangan yang cukup pada semua bagian pabrik supaya operator tidak mengalami kesulitan dalam bekerja.
- Sebaiknya untuk penerangan juga disediakan oleh PLN meskipun kapasitas generator set mencukupi untuk penerangan dan proses.
- Penyediaan emergency power supplies tegangan tinggi.
- Meletakkan jalur – jalur kabel listrik pada posisi aman.
- Merawat peralatan listrik, kabel, starter, trafo, dan lain sebagainya.



Pra Perancangan Pabrik

“Pentaerythritol Dari Bahan Formaldehid Dan Asetaldehid Menggunakan Media Alkali Natrium Hidroksida 60.000 Ton/Tahun”

F. Isolasi

Isolasi penting sekali terutama berpengaruh terhadap pada karyawan dari kepanasan yang dapat mengganggu kinerja para karyawan, oleh karena itu dilakukan:

- Pemakaian isolasi pada alat – alat yang menimbulkan panas seperti reactor, exchanger, kolom distilasi, dan lain – lain. Sehingga tidak mengganggu konsentrasi pekerjaan.
- Pemasangan isolasi pada kabel instrument, kawat listrik dan perpipaan yang berada pada daerah yang panas, hal ini dimaksudkan untuk mencegah terjadinya kebakaran.

G. Bangunan Pabrik

Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan bangunan pabrik adalah:

- Bangunan – bangunan yang tinggi harus diberi penangkal petir dan jika tingginya melebihi 20 meter, maka harus diberi lampu suar (mercu suar).
- Sedikitnya harus ada jalan keluar dari dalam bangunan.

C. Bahaya Karena Bahan Kimia

Banyak bahan kimia yang berbahaya bagi kesehatan. Biasanya para pekerja tidak mengetahui seberapa jauh bahaya yang dapat ditimbulkan oleh bahan kimia seperti bahan – bahan berupa gas yang tidak berbau atau yang tidak berwarna yang sangat sulit diketahui jika terjadi kebocoran. Untuk itu sering diberikan penjelasan pendahuluan bagi para pekerja agar mereka dapat mengetahui bahwa bahan kimia tersebut berbahaya. Cara lainya adalah memberikan tanda – tanda atau gambar – gambar pada daerah yang berbahaya atau pada alat – alat yang berbahaya, sehingga orang – orang yang berada didekatnya dapat lebih waspada. Selain hal – hal tersebut diatas, usaha – usaha lain dalam menjaga keselamatan kerja dalam pabrik ini adalah memperhatikan hal – hal seperti:

- Didalam ruang produksi pekerja dan para operator dilarang merokok.
 - Harus memakai sepatu karet dan tidak diperkenankan memakai sepatu yang alasnya berpaku.
-



Pra Perancangan Pabrik
"Pentaerythritol Dari Bahan Formaldehid Dan Asetaldehid
Menggunakan Media Alkali Natrium Hidroksida 60.000
Ton/Tahun"

- Untuk pekerja lapangan maupun pekerja proses dan semua orang yang memasuki daerah proses diharuskan mengenakan topi pengaman agar terlindung dari kemungkinan kejatuhan barang – barang dari atas.
- Karena sifat alami dari steam yang sangat berbahaya, maka harus disediakan kacamata tahan uap, masker penutup wajah dan sarung tangan yang harus dikenakan
- Disediakan poliklinik yang mempunyai sarana yang cukup memadai pertolongan darurat. Meskipun dari segi perencanaan kemungkinan terjadinya bahaya dibuat sekecil mungkin, namun faktor manusiawi dan kesehatan para pekerja sangat berperan dalam keselamatan kerja. Karenanya perlu dipersiapkan program latihan untuk menghadapi bahaya. Dengan latihan periodik tentunya kesadaran karyawan akan selalu ditingkatkan

Tabel VI.3. Fasilitas – Fasilitas yang dapat menunjang keselamatan kerja para karyawan

No	Alat Pelindung	Yang Perlu Dilindungi
1	Masker dan Sarung tangan	Petugas yang bekerja pada bagian alat proses dan produk
2	Topi Pengaman	Petugas yang bekerja pada bagian alat proses
3	Sepatu Pengaman	Petugas yang bekerja pada bagian alat proses dan produk
4	Alat Pelindung Mata	Petugas yang bekerja pada bagian alat proses
5	Alat Pelindung Telinga	Petugas yang bekerja pada bagian alat proses