



## BAB VI

### INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

#### VI.1. Instrumentasi

Dalam rangka pengoperasian pabrik, pemasangan alat-alat instrumentasi sangat dibutuhkan dalam memperoleh hasil produksi yang optimal. Pemasangan alat-alat instrumentasi disini bertujuan sebagai pengontrol jalannya proses produksi dari peralatan-peralatan pada awal sampai akhir produksi. dimana dengan alat instrumentasi tersebut, kegiatan maupun aktifitas tiap-tiap unit dapat tercatat kondisi operasinya sehingga sesuai dengan kondisi operasi yang dikehendaki, serta mampu memberikan tanda-tanda apabila terjadi penyimpangan selama proses produksi berlangsung.

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

1. Proses produksi dapat berjalan sesuai dengan kondisi-kondisi yang telah ditentukan sehingga diperoleh hasil yang optimum.
2. Proses produksi berjalan sesuai dengan efisiensi yang telah ditentukan dan kondisi proses tetap terjaga pada kondisi yang sama.
3. Membantu mempermudah pengoperasian alat.
4. Bila terjadi penyimpangan selama proses produksi, maka dapat segera diketahui sehingga dapat ditangani dengan segera.

Adapun variabel proses yang diukur dibagi menjadi 3 bagian, yaitu :

- a. Variabel yang berhubungan dengan energi, seperti temperatur, tekanan, dan radiasi.
- b. Variabel yang berhubungan dengan kuantitas dan laju, seperti pada kecepatan aliran fluida, ketinggian liquid dan ketebalan.
- c. Variabel yang berhubungan dengan karakteristik fisika dan kimia, seperti densitas, kandungan air.

Yang harus diperhatikan didalam pemilihan alat instrumentasi adalah :

- a. Level, Range dan Fungsi dari alat instrumentasi.



- b. Akurasi hasil pengukuran.
- c. Bahan konstruksimaterial.
- d. Pengaruh yang ditimbulkan terhadap kondisi operasi proses yang berlangsung.
- e. Mudah diperoleh dipasaran.
- f. Mudah dipergunakan dan mudah diperbaiki jikarusak.

Instrumentasi yang ada dipasaran dapat dibedakan dari jenis pengoperasian alat instrumentasi tersebut, yaitu alat instrumentasi manual atau otomatis. Pada dasarnya alat-alat kontrol yang otomatis lebih disukai dikarenakan pengontrolannya tidak terlalu sulit, kontinyu, dan efektif, sehingga menghemat tenaga kerja dan waktu. Akan tetapi mengingat faktor-faktor ekonomis dan investasi modal yang ditanamkan pada alat instrumentasi berjenis otomatis ini, maka pada perencanaan pabrik ini sedianya akan menggunakan kedua jenis alat instrumentasi tersebut.

Adapun fungsi utama dari alat instrumentasi otomatis adalah :

- a. Melakukan pengukuran.
- b. Sebagai pembandingan hasil pengukuran dengan kondisi yang ditentukan.
- c. Melakukan perhitungan.
- d. Melakukan koreksi.

Alat instrumentasi otomatis ini dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu :

### **1. Sensing / Primary Element / Sensor.**

Alat kontrol ini langsung merasakan adanya perubahan pada variabel yang diukur, misalnya temperatur. *Primary Element* merubah energi yang dirasakan dari media yang sedang dikontrol menjadi sinyal yang bisa dibaca (misalnya dengan tekanan fluida).

### **2. Receiving Element / Elemen Pengontrol.**

Alat kontrol ini akan mengevaluasi sinyal yang didapat dari *sensing element* dan diubah menjadi data yang bisa dibaca (perubahan data *analog* menjadi *digital*), digambarkan dan dibaca oleh *error detector*. Dengan demikian sumber energi bisa diatur sesuai dengan perubahan-perubahan yang terjadi.



### 3. *Transmitting Element.*

Alat kontrol ini berfungsi sebagai pembawa sinyal dari *sensing element* ke receiving element. Alat kontrol ini mempunyai fungsi untuk merubah data bersifat *analog* (tidak terlihat) menjadi data *digital* (dapat dibaca).

Disamping ketiga jenis tersebut, masih terdapat peralatan pelengkap yang lain, yaitu : *Error Detector Element*, alat ini akan membandingkan besarnya harga terukur pada variabel yang dikontrol dengan harga yang diinginkan dan apabila terdapat perbedaan alat ini akan mengirimkan sinyal *error*. *Amplifier* akan digunakan sebagai penguat sinyal yang dihasilkan oleh *error detector* jika sinyal yang dikeluarkan lemah. *Motor Operator Sinyal Error* yang dihasilkan harus diubah sesuai dengan kondisi yang diinginkan, yaitu dengan penambahan variabel manipulasi. Kebanyakan sistem kontrol memerlukan operator atau motor untuk menjalankan *Final Control Element*. *Final Control Element* adalah untuk mengoreksi harga variabel manipulasi.

Macam instrumentasi pada suatu perencanaan pabrik misalnya :

- a. *Flow Control (FC)* : Mengontrol aliran setelah keluar suatu alat.
- b. *Flow Ratio Control (FRC)* : Mengontrol ratio aliran yang bercabang.
- c. *Level Control (LC)* : Mengontrol ketinggian liquid didalam tangki.
- d. *Level Indicator (LI)* : Penunjuk tinggi bahan dalam aliran.
- e. *Weight Control (WC)* : Mengontrol berat solid yang dikeluarkan dari tangki.
- f. *Pressure Control (PC)* : Mengontrol tekanan pada suatu aliran/alat.
- g. *Pressure Indicator (PI)* : Penunjuk tekanan
- h. *Temperature Control (TC)* : Mengontrol suhu pada suatu aliran/alat.
- i. *Temperature Indicator (TI)* : Penunjuk suhu



### VI.I Instrumentasi Pada Pabrik

NO	NAMAALAT	KODE	INSTRUMENTASI
1.	Hopper Dextrose	F – 112	WC
2.	Tangki Pelarutan	M - 120	LC
3.	Pompa 1	L - 121	FC
4.	Tangki Akumulator	F – 130	LC
5.	Pompa 2	L – 131	FC
6.	Heater 1	H - 132	TC
7.	Reaktor	R – 210	TC, LC
8.	Pompa 3	L – 211	FC
9.	Expander 1	-	PC
10.	Cooler 1	H - 212	TC
11.	Bleaching Tank	M – 220	LC
12.	Tangki Sorbitol	F – 221	LI
13.	Pompa 4	L – 222	FC
14.	Tangki Filtrat Sorbitol	F – 240	LI
15.	Pompa 5	L – 241	FC
16.	Expander 2	-	PC
17.	Evaporator	V – 310	LC, TC, PI
18.	Pompa 6	L - 311	FC
19.	Cooler 2	H-322	TC
20.	Storage Sorbitol	F - 320	LI

### VI.2. Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja atau *safety factor* adalah hal yang paling utama yang harus diperhatikan dalam merencanakan suatu pabrik, hal ini disebabkan karena :

- Dapat mencegah terjadinya kerusakan-kerusakan yang besar yang disebabkan oleh kebakaran atau hal lainnya baik terhadap karyawan maupun oleh peralatan itu sendiri.
- Terpeliharanya peralatan dengan baik sehingga dapat digunakan dalam waktu



yang cukup lama. Bahaya yang dapat timbul pada suatu pabrik banyak sekali jenisnya, hal ini tergantung pada bahan yang akan diolah maupun tipe proses yang dikerjakan.

Secara umum bahaya-bahaya tersebut dapat dibagi dalam tiga kategori, yaitu :

1. Bahaya kebakaran.
2. Bahaya kecelakaan secara kimia.
3. Bahaya terhadap zat-zat kimia.

Untuk menghindari kecelakaan yang mungkin terjadi, berikut ini terdapat beberapa hal yang perlu mendapat perhatian pada setiap pabrik pada umumnya dan pada pabrik ini pada khususnya.

### VI.2.1 Bahaya Kebakaran

#### A. Penyebab kebakaran.

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

#### B. Pencegahan.

- a. Menempatkan unit utilitas dan unit pembangkitan cukup jauh dari lokasi proses yang dikerjakan.
- b. Menempatkan bahan yang mudah terbakar pada tempat yang terisolasi dan tertutup.
- c. Memasang kabel atau kawat listrik ditempat - tempat yang terlindung, jauh dari daerah yang panas yang memungkinkan terjadinya kebakaran.
- d. Sistem alarm hendaknya ditempatkan pada lokasi dimana tenaga kerja dengan cepat dapat mengetahui apabila terjadi kebakaran

#### C. Alat pencegah kebakaran.

- a. Instalasi permanen seperti *fire hydrant system* dan *sprinkle* otomatis.
- b. Pemakaian *portable fire-extinguisher* bagi daerah yang mudah dijangkau bila terjadi kebakaran. Jenis dan jumlahnya pada



perencanaan pabrik ini dapat dilihat pada tabel VII.1.

- c. Untuk pabrik ini lebih disukai alat pemadam kebakaran tipe karbon dioksida.
- d. Untuk bahan baku yang mengandung racun, maka perlu digunakan kantong-kantong udara atau alat pernafasan yang ditempatkan pada daerah-daerah strategis pada pabrikini.

**Tabel VI.2. Jenis dan Jumlah Fire-Extinguisher**

No.	Tempat	Jenis	Berat Serbuk	Jumlah
1.	Pos Keamanan	YC-5	2.3 Kg	3
2.	Kantor	YC-7	3.2 Kg	2
3.	Daerah Proses	YC-15	6.8 Kg	4
4.	Gudang	YC-10	4.6 Kg	2
5.	Bengkel	YC-10	4.6 Kg	2
6.	Unit Pembangkitan	YC-15	6.8 Kg	2
7.	Laboratorium	YC-15	6.8 Kg	2

#### **VI.2.2 BahayaKecelakaan**

Karena kesalahan mekanik sering terjadi dikarenakan kelalaian pengerjaanmaupunkesalahankonstruksidantidakmengikutiaturanyang 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 pencegahan dapat digunakan sebagai berikut:

##### **A. Vessel.**

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

- a. Menyeleksi dengan hati-hati bahan konstruksi yang sesuai, tahan korosi serta memakai *corrosion allowance* yang wajar. Untuk pabrik ini, semua bahan konstruksi yang umum dapat dipergunakan dengan pengecualian adanya seng dan tembaga. Bahan konstruksi yang



biasanya dipakai untuk tangki penyimpanan, perpipaan dan peralatan lainnya dalam pabrik ini adalah steel. Semua konstruksi harus sesuai dengan standar ASME (*America Society Mechanical Engineering*).

- b. Memperhatikan teknik pengelasan.
- c. Memakai level gauge yang otomatis.
- d. Penyediaan *man-hole* dan *hand-hole* (bila memungkinkan) yang memadai untuk inspeksi dan pemeliharaan. Disamping itu peralatan tersebut harus dapat diatur sehingga mudah untuk digunakan.

### **B. Peralatan yang bergerak**

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

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

### **C. Perpipaan**

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

- a. Pemasangan pipa (untuk ukuran yang tidak besar hendaknya pada elevasi yang tinggi tidak didalam tanah, karena dapat menimbulkan kesulitan apabila terjadi kebocoran.
- b. Bahan konstruksi yang dipakai untuk perpipaan harus memakai bahan konstruksi dari *steel*.
- c. Sebelum dipakai, hendaknya diadakan pengecekan dan pengetesan terhadap kekuatan tekan dan kerusakan yang diakibatkan karena



perubahan suhu, begitu juga harus dicegah terjadinya *over stressing* atau pondasi yang bergerak.

- d. Pemberian warna pada masing – masing pipa yang bersangkutan akan dapat memudahkan apabila terjadi kebocoran.

#### **D. Listrik**

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

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

#### **E. Isolasi**

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

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

#### **F. Bangunan Pabrik**

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan bangunan pabrik





adalah :

- a. Bangunan-bangunan yang tinggi harus diberi penangkal petir dan jika tingginya melebihi 20 meter, maka harus diberi lampu suar (mercusuar).
- b. Sedikitnya harus ada dua jalan keluar dari dalambangunan.

### **VI.2.3 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 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 lainnya adalah memberikan tanda-tanda atau gambar-gambar pada daerah yang berbahaya atau pada alat-alat yang berbahaya, sehingga semua 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-halseperti:

- a. Di dalam ruang produksi para pekerja dan para operator dilarang merokok.
- b. Harus memakai sepatu karet dan tidak diperkenankan memakai sepatu yang alasnya mengandung logam.
- c. 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.
- d. Karena sifat alami dari steam yang sangat berbahaya, maka harus disediakan kacamata tahan uap, masker penutup wajah dan sarung tangan yang harus dikenakan.

### **VI.3. Peningkatan Keselamatan Kerja**

#### **A. Lingkungan Fisik**

Peningkatan usaha keselamatan kerja yang berkaitan dengan lingkungan fisik meliputi :



## Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik Sorbitol dari Dekstrosa dengan Proses Hidrogenasi Katalitik Menggunakan Trickle Bed Reaktor

---

1. Perencanaan mesin dan peralatan dengan memperhatikan keselamatan kerja.
2. Pengolahan alat yang benar
3. Menciptakan suasana kerja yang nyaman (suhu, dan penerangan yang cukup)

### B. Manusia

Pemilihan, penempatan dan pembinaan karyawan agar setiap pegawai dapat menempati posisi pekerjaan sesuai dengan kemampuannya dan menumbuhkan kesadaran akan keselamatan kerja.

### C. Sistem Manajemen

Sistem manajemen yang benar meliputi :

- a. Pokok-pokok kebijaksanaan direksi dalam bidang keselamatan kerja dengan pelaksanaan dan pengawasan.
- b. Melaksanakan prosedur kerja dan tetap berpedoman pada keselamatan kerja karyawan.
- c. Membuat usaha-usaha untuk mengawasi bahaya yang mungkin timbul ditempat kerja.

## VI.4. Alat Pelindung Diri

Untuk mengurangi akibat kerja, maka setiap perusahaan harus menyediakan alat pelindung diri yang sesuai dengan jenis pekerjaan setiap karyawannya. Macam-macam alat pelindung diri antara lain :

1. Alat pelindung mata
2. Alat pelindung muka
3. Masker
4. Sarung tangan
5. Sepatupengaman
6. Bajupelindung

Usaha-usaha yang dilakukan untuk menjaga keselamatan pekerja dipabrik adalah sebagai berikut :

1. Untuk peralatan pabrik seperti baja / tangki harus disediakan seleksi bahan



konstruksi, juga penyediaan alat-alat kontrol tekanan dan suhu, yang keseluruhannya berguna untuk menghindari terjadinya peledakan.

2. Perpipaan yang mengandung steam pemanasan maupun bahan panas diberi tanda peringatan dan dijauhkan dari jalan lalu lalang (manway)
3. Dalam ruang pelistrikan, agar diberi penerangan yang cukup agar operator dapat bekerja dengan baik. Kabel-kabel listrik yang berdekatan dengan peralatan yang beroperasi pada suhu tinggi agar diberi isolasi yang cukup.
4. Pada tiap gedung yang tinggi harus dipasang penangkalpetir
5. Konstruksi dan bangunan pabrik harus diperhatikan kekuatannya terutama yang digunakan untuk menyangga suatu alat proses.
6. Untuk peralatan yang bergerak sebaiknya dipasang pagar-pegar pengaman dan jarak yang cukup antar unit-unit untuk mempermudah pemeliharaan.
7. Untuk mencegah bahaya kebakaran, sebaiknya setiap ruangan disediakan alat pemadam kebakaran. Tata ruang pada lokasi pabrik diatur sehingga bisa dilewati mobil pemadam kebakaran dan sebaiknya bangunannya dibuat terpisah, sehingga apabila terjadi kebakaran apinya dapat dilokalisasi.
8. Harus dipasang alarm pada setiap peralatan pabrik yang berbahaya agar semua personil dapat segera mengetahui dan bertindak apabila ada bahaya.
9. Limbah pabrik yang direncanakan ini berupa air, dimana air ini dialirkan ke unit pengolahan air untuk dipergunakan lagi, atau kalau tidak bisa akan dibuang ke sungai yang ada didekat lokasi pabrik (asal tidak mengandung bahan-bahan berbahaya)
10. Hal lain yang perlu diperhatikan yaitu perawatan periodik terhadap seluruh peralatan dan instalasi pabrik.

#### **VI.5. Kesehatan Kerja**

Kesehatan kerja juga merupakan hal yang sangat penting. Kesehatan kerja ini meliputi:

1. Industrial Hygiene / Hygiene perusahaan

Menyangkut bidang teknis dan dititik-beratkan pada persoalan kebersihan dan hal-hal yang berhubungan dengan kesehatan bagi karyawan



## Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik Sorbitol dari Dekstrosa dengan Proses Hidrogenasi Katalitik Menggunakan Trickle Bed Reaktor

---

### 2. Hyperkes / Hygiene perusahaan dan kesehatan kerja

Menyangkut bidang teknis dan bidang medis. Disini seluruh karyawan dituntut untuk terjun secara aktif dalam persoalan hyperkes atau keselamatan kerja.

### 3. Toxicology

Merupakan ilmu yang mempelajari masalah racun dalam industry dan penyakit- penyakit akibat keracunan.

### 4. Gizi Kerja

Gizi ini diberikan khusus kepada karyawan perusahaan yang tujuannya untuk meningkatkan produktivitas

### 5. Sanitasi

Merupakan pencegahan penyakit dengan cara pengawasan kesehatan kerja.

### 6. Ventilasi Industri

Pemasangan fan yang bertujuan untuk memberikan kenyamanan dan mengurangi keadaan yang beracun.

Keselamatan dan kesehatan kerja yang terpadu dalam lingkungan kerja merupakan suatu persyaratan, mutlak yang diperlukan dan harus dipenuhi agar kegiatan produksi dapat berjalan dengan lancar.