



## 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. Instrumentasi mempunyai peranan yang sangat penting dalam pengendalian suatu rangkaian proses pada suatu industri kimia. Instrumentasi berfungsi sebagai alat ukur yang terdiri dari indikator (penunjuk) , pencatat dan alat kontrol (pengendali). Adapun kondisi operasi dari suatu peralatan yang diatur oleh instrumentasi adalah suhu, tekanan, rate aliran, tinggi cairan atau padatan dalam suatu tangka dan sebagainya. 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 dicatat kondisinya sehingga sesuai dengan kondisi operasi yang dikehendaki serta mampu memberikan tanda-tanda apabila terjadi penyimpangan selama proses produksi berlangsung.

Pengendalian peralatan suatu proses bisa dilakukan secara otomatis. Pengendalian secara manual digunakan apabila pengendali dari proses sepenuhnya ditangani oleh tenaga manusia. Pengendalian proses dilakukan secara otomatis apabila pengaturan peralatan proses cukup rumit atau memerlukan pengontrolan yang tepat dan tidak memungkinkan untuk dilakukan secara manual oleh tenaga manusia. Biaya pengoperasian dari alat kontrol ini lebih murah dibanding dengan biaya secara manual.

Disamping itu pengendalian secara otomatis mempunyai beberapa keuntungan antara lain :

- a. Proses produksi dapat berjalan sesuai dengan kondisi-kondisi yang telah ditentukan sehingga diperoleh hasil yang optimum.
- b. Proses produksi berjalan sesuai dengan efisiensi yang telah ditentukan dan kondisi proses tetap terjaga pada kondisi yang sama.
- c. Membantu mempermudah pengoperasian alat.



- d. Melakukan pengukuran, perhitungan dan koreksi
- e. Bila terjadi penyimpangan selama proses produksi, maka dapat segera diketahui sehingga dapat ditangani dengan segera.

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

1. Sensing / Primary Element.

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

2. Receiving Element / Elemen Pengontrol.

Alat kontrol ini akan mengevaluasi signal yang didapat dari sensing element dan diubah menjadi skala yang bisa dibaca, 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 signal dari sensing element ke receiving element

Disamping ketiga jenis tersebut, masih terdapat peralatan pelengkap yang lain yaitu, Error Element Detector, alat ini akan membandingkan besarnya harga terukur pada variabel yang dikontrol dengan harga yang diinginkan dan apabila terdapat perbedaan alat ini akan mengirimkan signal error. Amplifier akan digunakan sebagai penguat signal yang dihasilkan oleh error detector jika signal yang dikeluarkan lemah. Motor Operator Signal 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.



### **VI.1.1. Bagian – bagian dalam variabel proses**

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 rate, seperti pada kecepatan aliran fluida, ketinggian liquid dan ketebalan.
- c. Variabel yang berhubungan dengan karakteristik fisik dan kimia, seperti densitas, kandungan air.

### **VI.1.2 Pemilihan Instrumentasi**

Jenis instrumentasi yang perlu digunakan pada suatu peralatan dapat ditentukan dengan terlebih dahulu meninjau kondisi operasi. Jadi, harus diketahui input apa saja yang tidak dapat dikontrol serta output dari alat kontrol yang diinginkan . Pemakaian instrumentasi harus menguntungkan baik ditinjau dari segi proses maupun dari segi ekonomi. Kriteria ini meliputi :

1. Mudah dalam pengawasan dan pengaturan
2. Mudah dalam perbaikan dan perawatan
3. Mudah dalam mendapatkan suku cadang
4. Harga peralatan relatif murah dengan kualitas yang memadai.
5. Pengaruh yang ditimbulkan terhadap kondisi operasi proses yang berlangsung.

### **VI.1.3 Macam - macam Instrumentasi**

Instrumentasi pada pabrik terdiri dari :

1. Pengatur Suhu
  - a. T.I ( Temperature indicator )  
Fungsi : Penunjuk suhu
  - b. T.C ( Temperature Control )  
Fungsi : Mengendalikan suhu agar dapat dipertahankan pada nilai yang telah ditentukan



2. Pengatur Tekanan

a. P.I ( Pressure indicator )

Fungsi :Penunjuk tekanan

b. P.C ( Pressure Controller )

Fungsi : Mengendalikan tekanan agar dapat dipertahankan pada nilai yang telah ditentukan

3. Pengatur Aliran

a. F.C ( Flow Controller )

Fungsi : Mengontrol aliran yang akan keluar pompa agar bertahan pada kecepatan aliran yang telah ditentukan.

4. Pengatur Tinggi liquida

a. L.I ( Level Indicator )

Fungsi : Penunjuk tinggi bahan dalam aliran

b. L.C ( Level Controller )

Fungsi : Pengatur tinggi bahan dalam peralatan agar bertahan pada ketinggian yang telah ditentukan.

Pemasangan instrumentasi pada pra Rencana Pabrik *Sodium Sulfat Decahydrat* ini ditunjukkan pada table VI.1

Tabel VI.1 Instrumentasi pada pabrik

No	Nama Alat	Instrumentasi
1.	Tangki Penampung Asam Sulfat	LI
2.	Pompa Centrifugal	FC
3.	Heat exchanger	TC
4.	Reaktor	TC, LC
5.	Crystalizer	TC
6.	Hopper	WC
7.	Absorber	FC, TC
8.	Tangki Penampung HCl	LI



---

No	Nama Alat	Instrumentasi
9.	Tangki fuel oil	LI
10.	Blower	FC
11.	Tangki pengencer asam sulfat	LC, FC

## 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.
- Menjamin setiap tenaga kerja dan orang lain yang berada di tempat kerja mendapat perlindungan atas keselamatannya.
- Menjamin Proses produksi berjalan lancar.

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

- Bahaya kebakaran.
- Bahaya kecelakaan secara kimia.
- 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.

1. Adanya nyala terbuka (open flame) yang datang dari unit utilitas, workshop, dan lain – lain.
2. Adanya loncatan bunga api yang disebabkan karena konsleting aliran listrik seperti pada stop kontak, saklar serta instrumen lainnya.

#### B. Pencegahan.

1. Menempatkan unit utilitas dan power plant cukup jauh dari lokasi proses yang dikerjakan.
2. Menempatkan bahan yang mudah terbakar pada tempat yang terisolasi dan tertutup.
3. Memasang kabel atau kawat listrik ditempat – tempat yang terlindung, jauh dari daerah yang panas yang memungkinkan terjadinya kebakaran.
4. Sistem alarm hendaknya ditempatkan pada lokasi dimana tenaga kerja dengan cepat dapat mengetahui apabila terjadi kebakaran.

#### C. Alat Pencegah Kebakaran.

1. Instalasi permanen seperti fire hydrant system dan sprinkle otomatis.
2. Pemakaian portable fire – extinguisher bagi daerah yang mudah dijangkau bila terjadi kebakaran. Jenis dan jumlahnya pada perencanaan pabrik ini dapat dilihat pada tabel.
3. Untuk pabrik ini lebih disukai alat pemadam kebakaran tipe karbon dioksida.
4. Karena bahan baku ada yang beracun, maka perlu digunakan kantong – kantong udara atau alat pernafasan yang ditempatkan pada daerah – daerah strategis pada pabrik ini.

### VI.2.2 Bahaya Kecelakaan

Karena kesalahan mekanik sering terjadi dikarenakan kelalaian pengerjaan maupun kesalahan konstruksi dan tidak mengikuti aturan 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 :

1. 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).
2. Memperhatikan teknik pengelasan.
3. Memakai level gauge yang otomatis.
4. Penyediaan manhole dan handhole (bila memungkinkan) yang memadai untuk inspeksi dan pemeliharaan. Disamping itu peralatan 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 :

1. Pada inlet dan outlet dipaasang block valve untuk mencegah terjadinya thermal expansion.
2. Drainhole yang cukup harus disediakan untuk pemeliharaan.
3. Pengecekan dan pengujian terhadap setiap ruangan fluida secara sendiri – sendiri.
4. 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.

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

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

#### D. 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 tebentur, 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 :

1. Pemasangan pipa (untuk ukuran yang tidak besar hendaknya pada elevasi yang tinggi tidak didalam tanah, karena dapat menimbulkan kesulitan apabila terjadi kebocoran.
2. Bahan konstruksi yang dipakai untuk perpipaan harus memakai konstruksi dari steel.
3. 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.
4. Pemberian warna pada masing – masing pipa yang bersangkutan akan dapat memudahkan apabila terjadi kebocoran.

#### E. Listrik

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



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

F. Isolasi.

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

1. Pemakaian isolasi pada alat – alat yang menimbulkan panas seperti reaktor, exchanger, kolom distilasi dan lain – lain. Sehingga tidak mengganggu konsentrasi pekerjaan.
2. Pemasangan pada kabel instrumen, 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 :

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

### 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 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 – hal seperti :

1. Di dalam ruang produksi para pekerja dan para operator dilarang merokok.
2. Harus memakai sepatu karet dan tidak diperkenankan memakai sepatu yang alasnya berpaku.
3. 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.
4. Karena sifat alami dari steam yang sangat berbahaya, maka harus disediakan kacamata tahan uap, masker penutup wajah, dan sarung tangan yang harus dikenakan.

#### **VI.2.4 Sebab-sebab Kecelakaan Kerja**

##### **1. Lingkungan Fisik**

Lingkungan fisik ini meliputi mesin, peralatan, bahan-bahan produksi dan lingkungan kerja ( suhu, penerangan dan lain-lain) Kecelakaan kerja dapat terjadi karena kesalahan perancangan, aus, rusak, kesalahan dalam pemeblian, peletakan, penyusunan peralatan, bahaya produksi, serta adanya lingkungan kerja yang tidak memenuhi syarat (panas, bising, penerangan yang kurang dan lain-lain).

##### **2. Manusia**

Kecelakaan kerja yang disebabkan oleh manusia, antara lain disebabkan oleh :

- a. Tidak cocoknya manusia terhadap mesin atau lingkungan kerja
- b. Kurangnya ilmu pengetahuan dan ketrampilan pekerja.



- c. Ketidak mampuan fisik atau mental serta faktor bakat lainnya.
  - d. Kurangnya motivasi dan kesadaran akan keselamatan kerja.
3. System Manajemen
- Merupakan unsur terpenting sebab sistem manajemen ini merupakan pengatur dari kedua unsur diatas. Kesalahan sistem manajemen dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Contohnya :
- a. Manajemen yang tidak memperhatikan keselamatan kerja
  - b. Prosedur kerja yang tidak diterapkan dengan baik
  - c. Kurangnya pengawasan terhadap kegiatan pemeliharaan dan modifikasi pabrik
  - d. Tidak adanya inspeksi peralatan
  - e. Tidak adanya sistem penanggulangan bahaya.

## **VI. 2.5 Peningkatan Keselamatan Kerja**

1. Lingkungan Fisik

Peningkatan usaha keselamatan kerja yang berkaitan dengan lingkungan fisik meliputi :

  - a. Perencanaan mesin dan peralatan dengan memperhatikan keselamatan kerja.
  - b. Pengolahan alat yang benar
  - c. Menciptakan suasana kerja yang nyaman (suhu, dan penerangan yang cukup)
2. Manusia

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

Sistem manajemen yang benar maliputi :

  - a. Pokok-pokok kebijaksanaan direksi dalam bidang keselamatan kerja, dengan pelaksanaan dan pengawasan.



- b. Melaksanakan prosedur kerja yang tetap berpedoman pada keselamatan kerja karyawan.
- c. Membuat usaha-usaha untuk mengawasi bahaya yang mungkin timbul ditempat kerja.

#### **VI. 2. 6 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. Sepatu pengaman
6. Baju pelindung

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 penangkal petir
5. Konstruksi dan bangunan pabrik harus diperhatikan kekuatannya terutama yang digunakan untuk menyangga suatu alat proses.



6. Untuk peralatan yang bergerak sebaiknya dipasang pagar-pagar 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. 2. 7 Peningkatan 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
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 industri 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.