



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 jalanya proses produksi dari peralatan-peralatan pada awal sampai akhir produksi, dimana dengan alat instrumentasi tersebut, kegiatan maupun aktivitas tiap-tiap unit dapat dicatat kondisi operasinya sehingga sesuai dengan kondisi operasi yang dikehendaki serta mampu memberikan tanda-tanda apabila terjadi penyimpangan selama proses produksi berlangsung.

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

1. Proses produksi dapat berjalan sesuai dengan efisiensi yang telah ditentukan dan kondisi proses tetap terjaga pada kondisi yang sama.
2. Proses produksi dapat berjalan sesuai dengan kondisi-kondisi yang telah ditentukan sehingga diperoleh hasil yang optimum.
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:

1. Variabel yang berhubungan dengan energi, seperti temperatur, tekanan dan radiasi.
2. Variabel yang berhubungan dengan kualitas dan rate, seperti pada kecepatan aliran fluida, ketinggian liquid dan ketebalan.
3. Variabel yang berhubungan dengan karakteristik fisik dan kimia, seperti densitas, kandungan air.

Hal yang perlu diperhatikan didalam pemilihan alat instrumentasi yaitu :

1. Level, range, dan fungsi dari alat instrumentasi



2. Ketelitian hasil pengukuran
3. Konstruksi material
4. Pengaruh yang ditimbulkan terhadap kondisi operasi proses yang berlangsung
5. Mudah diperoleh dipasaran
6. Mudah dipergunakan dan diperbaiki jika rusak

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

1. Melakukan pengukuran
2. Sebagai pembanding hasil pengukuran dengan
3. Kondisi yang harus dicapai Melakukan perhitungan
4. Melakukan koreksi

Alat instrumentasi otomatis ini dibagi menjadi 3 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 sinyal yang bisa dibaca.

2. *Receiving Element/Elemen Pengontrol*

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



digambarkan, dan dibaca oleh error detektor, oleh karenanya 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*.

Disamping ketiga jenis tersebut, masih terdapat peralatan pelengkap yang lain, yaitu: *Error Detektor Element*, alat ini akan membandingkan besarnya kerja terukur pada variabel yang dikontrol dengan harga yang diinginkan apabila terdapat perbedaan alat ini akan mengirimkan sinyal error. Amplifier akan digunakan sebagai pengatur sinyal yang dihasilkan oleh error detektor 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 menyalurkan *Final Kontrol Element* untuk mengoreksi kerja variabel manipulasi.

Instrumentasi yang terdapat pada perancangan pabrik ini yaitu:

1. *Flow Control (FC)*
Mengontrol aliran setelah keluar pompa
2. *Flow Ratio Control (FRC)*
Mengontrol ratio aliran yang bercabang setelah pompa
3. *Level Control (LC)*
Mengontrol ketinggian bahan didalam tangki dapat juga digunakan sebagai *Weight Control (WC)*
4. *Level Indicator (LI)*
Mengindikasikan / informative ketinggian bahan didalam tangki
5. *Pressure Control (PC)*
Mengontrol tekanan pada aliran / alat
6. *Pressure Indicator (PI)*
Mengindikasikan / informative tekanan pada aliran / alat



7. Temperature Control (TC)

Mengontrol temperature pada aliran / alat.

Tabel VI.1 Instrumentasi pada Pabrik

| No | Instrumentasi | Nama Alat |
|----|---------------------------------|--|
| 1 | <i>Level Indicator (LI)</i> | 1. Tangki penyimpanan Hidrogen 2. Tangki penyimpanan Dimetil Keton 3. Tangki penyimpanan Amonia 4. Tangki penyimpanan <i>Isopropylamine</i> 5. Tangki Penyimpanan produk bawah |
| 2 | <i>Level Control (LC)</i> | 1. Reaktor 2. Menara distilasi |
| 3 | <i>Flow Control (FC)</i> | 1. Valve |
| 4 | <i>Flow Ratio Control (FRC)</i> | 1. Valve |
| 5 | <i>Temperature Control (TC)</i> | 1. Reaktor 2. Heater 3. Cooler 4. Reboiler 5. Kondensor |
| 6 | <i>Pressure Control (PC)</i> | 1. Reaktor 2. Flash drum 3. Kompresor |

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:

1. Dapat mencegah terjadinya kerusakan-kerusakan yang besar yang disebabkan oleh kebakaran atau hal lainnya, baik terhadap karyawan ataupun alat itu sendiri.
2. Terpeliharanya peralatan dengan baik sehingga dapat digunakan dalam waktu yang cukup lama. Bahaya yang timbul pada suatu pabrik banyak sekali jenisnya, hal ini tergantung pada bahan yang akan diolah ataupun tipe proses yang dikerjakan.



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

1. Bahaya kebakaran
2. Bahaya kecelakaan secara kimiawi
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

1. Penyebab Kebakaran
 - a. Adanya nyala api terbuka (*Open Flame*) yang datang dari unit utilitas, workshop, dan lain-lain.
 - b. Adanya loncatan bunga api yang disebabkan karena konsleting aliran listrik seperti pada stop kontak, saklar, serta instrument lainnya.
2. Pencegahan
 - a. Menempatkan unit utilitas dan *power plant* 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.
3. Alat Pencegah Kebakaran
 - a. Instalasi permanen seperti *fire hydrant* dan *sprinkler* otomatis.
 - b. Pemakaian *portable fire-extinguisher* bagi daerah yang mudah dijangkau bila terjadi kebakaran.



- c. Untuk pabrik ini lebih disukai alat pemadam kebakaran type karbon dioksida.
- d. Karena bahan baku ada yang beracun, maka perlu digunakan kantong-kantong udara atau alat pernafasan yang ditempatkan pada daerah-daerah strategis pada pabrik ini.

Jenis dan jumlah alat pemadam api ringan (APAR) pada pabrik ini disajikan pada Tabel VI.2.

Tabel VI.2 Jenis dan Jumlah Fire-Exthingusher

| No | Tempat | Jenis | Berat Serbuk | Jarak Semprot | Jumlah |
|----|--------------|--------|--------------|---------------|--------|
| 1 | Pos Keamanan | YA-10L | 3,5 kg | 8 m | 3 |
| 2 | Kantor | YA-20L | 6 kg | 8 m | 2 |
| 3 | Daera Proses | YA-20L | 8 kg | 7 m | 4 |
| 4 | Gudang | YA-10L | 4 kg | 8 m | 2 |
| 5 | Bengkel | YA-10L | 8 kg | 7 m | 2 |
| 6 | Unit Power | YA-20L | 8 kg | 7 m | 2 |
| 7 | Laboratorium | YA-20L | 8 kg | 7 m | 2 |

VI.2.2 Bahaya Kecelakaan

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

1. Vessel dan Tangki

Kesalahan dalam perencanaan vessel dan tangki dapat mengakibatkan kerusakan fatal, hal tersebut dapat dicegah dengan cara :

- 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 penyimpan, perpipaan dan alat lainnya dalam pabrik ini adalah *carbon steel* dan *low alloy steel*. Semua konstruksi harus sesuai dengan standart ASME (America Society of Mechanical Engineering).

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

2. Heat Exchanger

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

- a. Pada *inlet* dan *outlet* dipasang *block valve* untuk mencegah terjadinya *thermal expansion*.
- b. *Drainhole* harus disediakan untuk pemeliharaan.
- c. Pengecekan dan pengujian terhadap setiap ruangan fluida secara sendiri-sendiri.
- d. Memakai *heat exchanger* yang sesuai dengan spesifikasi. Disamping itu juga laju aliran harus benar-benar dijaga agar tidak terjadi perpindahan panas yang berlebihan sehingga terjadi perubahan fase didalam pipa.

3. Peralatan yang Bergerak

Perlengkapan yang bergerak apabila ditempatkan tidak hati-hati akan menimbulkan bahaya bagi pekerja. Pencegahan bahaya ini dapat dilakukan dengan cara:

- a. Pemasangan penghalang untuk semua sambungan pipa.



- b. Adanya jarak yang cukup bagi peralatan untuk memperoleh kebebasan gerak.

4. 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, tersandung, dan sebagainya. Sambungan yang kurang baik dapat juga menimbulkan 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:

- a. Pemasangan pipa untuk ukuran yang tidak besar hendaknya pada elevasi yang tinggi dan 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.

5. 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 operasi disamping *remote 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 penyediaan *emergency power supplies* tegangan tinggi.
- e. Meletakkan jalur-jalur kabel listrik pada posisi aman.
- f. Merawat peralatan listrik, kabel, *starter*, trafo, dan lain sebagainya.

6. Isolasi

Isolasi pada alat sangatlah penting agar karyawan terhindar dari panas dari alat yang dapat mengganggu kinerja para karyawan, oleh karena itu perlu dilakukan:

- a. Pemakaian isolasi pada alat-alat yang menimbulkan panas seperti reaktor, *heat exchanger*, menara distilasi, dan lain-lain.
- b. Pemasangan isolasi pada kabel instrumen, kawat listrik dan perpipaan yang berada pada daerah yang panas, hal ini dimaksudkan untuk mencegah terjadinya kebakaran.

7. 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.
- b. Sedikitnya harus ada jalan keluar darurat 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 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 lainnya 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:

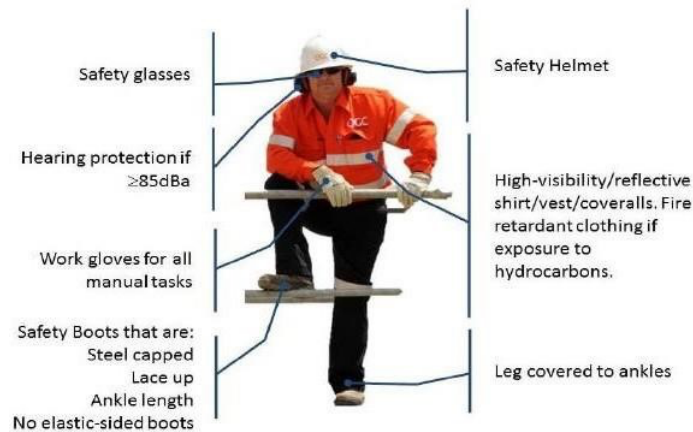
1. Didalam ruang produksi, pekerja dan para operator dilarang merokok.
2. Harus memakai sepatu karet dan tidak diperkenankan memakai sepatu yang alasnya berpaku.
3. Untuk pekerja lapangan maupun pekerja proses dan semua orang yang memasuki daerah proses diharuskan mengenakan topi pengaman agar terlindung 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 Alat Pelindung Diri

Untuk mengurangi kecelakaan akibat kerja, maka setiap perusahaan harus menyediakan alat pelindung diri yang sesuai dengan jenis pekerjaan setiap karyawannya. Perlengkapan safety yang harus dipakai yaitu:

1. Sepatu *safety*
2. *Safety Goggle* (kacamata *safety*)
3. *Ear muff*/*Ear plug*, yaitu penutup telinga yang dipakai untuk mengurangi suara bising dari mesin.
4. *Safety Helmet*, yaitu alat pelindung kepala
5. Masker, yaitu penutup hidung dan mulut untuk menyaring udara yang dihisap

6. *Breathing apparatus*, yaitu alat bantu pernafasan dimana dipakai jika udara sekeliling kotor sekali atau beracun



Gambar VI.1 PPE (Personal Protective *Equipment*) Standar Perusahaan

Adapun tindakan pencegahan kecelakaan kerja, dan peralatan yang mendukung untuk mengatasi kecelakaan kerja :

1. Penyediaan alat pencegah kebakaran dan kebocoran. Fasilitas pemadam kebakaran seperti fire hydrant perlu ditempatkan pada tempat-tempat strategis, di samping itu disediakan pula portable fire fighting equipment pada setiap ruangan dan tempat-tempat yang mudah dijangkau.
2. Pemberian penerangan, latihan dan pembinaan agar setiap pekerja yang ada di tempat dapat mengetahui cara melakukan pencegahan dan perlakuan pertama untuk mengatasi jika terjadi kecelakaan, kebakaran, peledakan, dan kebocoran pipa yang berisi zat berbahaya.

Memelihara pendekatan manajemen sistem K3 yang sistematis sesuai dengan peraturan pemerintah pusat dan daerah serta sesuai standar industri yang ada. Serta adanya izin kerja bagi seluruh pegawai untuk berbagai kondisi