



PRA RANCANGAN PABRIK
“PABRIK ETILEN GLIKOL DARI ETILEN OKSIDA DAN AIR
DENGAN PROSES HIDRASI NON KATALITIK KAPASITAS
100.000 TON/TAHUN”

BAB VI
INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

VI.1 Instrumentasi

Dalam industri kimia, kualitas produk serta keselamatan dan kesehatan kerja merupakan aspek yang sangat penting. Oleh karena itu, diperlukan sistem pengendalian proses yang mampu menjaga kondisi operasi tetap sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Salah satu upaya yang dilakukan adalah penerapan sistem instrumentasi dan kontrol proses. Instrumentasi merupakan penerapan berbagai peralatan untuk mengukur, memantau, mengendalikan, dan mengatur variabel fisik maupun kimia selama proses produksi berlangsung. Sistem ini berperan penting dalam menjaga stabilitas operasi, meningkatkan efisiensi proses, serta menjamin kualitas dan kuantitas produk yang dihasilkan.

Secara umum, instrumentasi berfungsi sebagai alat ukur, indikator, pencatat, dan pengendali kondisi operasi peralatan proses. Variabel yang dikendalikan meliputi temperatur, tekanan, laju alir, ketinggian cairan, serta parameter proses lainnya. Pemasangan instrumentasi bertujuan untuk memantau dan mengendalikan seluruh tahapan proses produksi, mulai dari bahan baku hingga produk akhir. Dengan adanya sistem ini, kondisi operasi setiap unit proses dapat dipertahankan sesuai nilai yang diinginkan dan penyimpangan proses dapat dideteksi lebih cepat sehingga tindakan korektif dapat segera dilakukan. Adapun variabel proses yang diukur dibagi menjadi 3 bagian, diantaranya :

1. Variabel energi, seperti temperatur, tekanan, dan radiasi.
2. Variabel kuantitas dan laju, seperti pada kecepatan aliran fluida, ketinggian liquid dan ketebalan.
3. Variabel karakteristik fisika dan kimia, seperti densitas, kandungan air.

Pengendalian proses dapat dilakukan secara manual maupun otomatis. Pengendalian manual mengandalkan operator untuk mengatur kondisi operasi, sedangkan pengendalian otomatis menggunakan sistem kontrol yang bekerja secara mandiri. Pada proses yang kompleks dan membutuhkan ketelitian tinggi,



PRA RANCANGAN PABRIK

“PABRIK ETILEN GLIKOL DARI ETILEN OKSIDA DAN AIR DENGAN PROSES HIDRASI NON KATALITIK KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN”

sistem kontrol otomatis lebih banyak digunakan karena lebih akurat, efisien, dan ekonomis dibandingkan pengendalian manual.

Keuntungan penggunaan sistem kontrol otomatis antara lain:

- 1) Menjaga proses tetap beroperasi pada kondisi optimum.
- 2) Meningkatkan efisiensi dan kestabilan operasi.
- 3) Mempermudah pengoperasian peralatan proses.
- 4) Melakukan pengukuran, perhitungan, dan koreksi secara otomatis.
- 5) Memungkinkan deteksi dini terhadap penyimpangan proses sehingga dapat segera ditangani.

Sistem instrumentasi umumnya terdiri dari 3 elemen utama :

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. Recieving 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.

Selain ketiga elemen utama tersebut, terdapat komponen pelengkap :

a. Error Ditector Element

Membandingkan nilai terukur variable proses dengan nilai yang diinginkan. Jika terdapat perbedaan maka akan mengirimkan signal kesalahan.

b. Amplifier.

Memperkuat signal dan detector kesalahan jika signal tersebut lemah.



PRA RANCANGAN PABRIK

“PABRIK ETILEN GLIKOL DARI ETILEN OKSIDA DAN AIR DENGAN PROSES HIDRASI NON KATALITIK KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN”

c. Motor Operator

Mengubah sinyal kesalahan menjadi tindakan korektif yang sesuai, melalui manipulasi variable proses.

d. Final Control Element

Mengoreksi variabel manipulasi untuk menjaga kondisi proses sesuai target

VI.1.1 Pemilihan Instrumentasi

Pemilihan jenis instrumentasi harus mempertimbangkan kondisi operasi, karakteristik proses, serta spek teknis dan ekonomi. Kriteria yang digunakan meliputi :

1. Level, Range dan Fungsi dari alat instrumentasi
2. Tingkat akurasi dan keandalan hasil pengukuran
3. Kesesuaian bahan konstruksi material
4. Pengaruh yang ditimbulkan terhadap kinerja proses yang berlangsung
5. Ketersediaan instrumentasi di pasaran
6. Kemudahan dalam pengoperasian, pemeliharaan dan perbaikan

Implementasi instrumentasi pada perancangan pabrik ini, yaitu :

1. Flow Control (FC) : Mengatur laju aliran fluida setelah melewati pompa
2. Level Indicator Control (LIC) : Mempertahankan ketinggian material dalam suatu tangki atau bejana
3. Temperature Indicator Control (TIC) : Mengatur temperature aliran atau peralatan
4. Pressure Indicator Control (PIC) : Mengatur tekanan dalam suatu peralatan
5. Weight Indicator Control (WIC) : Menunjukkan berat material dalam aliran atau peralatan



PRA RANCANGAN PABRIK

“PABRIK ETILEN GLIKOL DARI ETILEN OKSIDA DAN AIR DENGAN PROSES HIDRASI NON KATALITIK KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN”

Tabel VI.1 Instrumentasi Pabrik Etilen Glikol

No.	Nama Alat	Instrumentasi
1.	Tangki Penyimpanan Bahan Baku	PIC, LIC
2.	Pompa	FC
3.	Heat Exchanger	TIC
4.	Reaktor	FC, PIC, TIC
5.	Reducing Valve	PIC
6.	Evaporator	LIC, PIC, TIC
7.	Barometric Condenser	TIC
8.	Steam Jet Ejector	PIC
9.	Distilasi	PIC, TIC
10.	Akumulator	LIC
11.	Kondensor	TIC
12.	Reboiler	LIC, TIC
13.	Tangki Penyimpanan Produk	LIC

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. Mencegah kerusakan peralatan dan fasilitas akibat kecelakaan atau kebakaran
2. Melindungi pekerja dari risiko cedera maupun kehilangan nyawa
3. Memperpanjang umur operasi peralatan
4. Menjamin kelancaran dan kontinuitas produksi

Potensi bahaya dalam industri kimia dapat dikelompokkan menjadi 3 kategori utama :

1. Bahaya kebakaran
2. Bahaya kecelakaan mekanik
3. Bahaya paparan zat kimia



PRA RANCANGAN PABRIK

“PABRIK ETILEN GLIKOL DARI ETILEN OKSIDA DAN AIR DENGAN PROSES HIDRASI NON KATALITIK KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN”

VI.2.1 Bahaya Kebakaran

Kebakaran dapat disebabkan oleh nyala api terbuka, kebocoran bahan mudah terbakar, maupun korsleting listrik.

A. Pencegahan

1. Menempatkan unit utilitas jauh dari area proses
2. Menyimpan bahan mudah terbakar pada area khusus yang terisolasi
3. Melindungi instalasi listrik dari sumber panas
4. Menyediakan sistem alarm kebakaran

B. Peralatan Pencegah Kebakaran

1. Fire hydrant system
2. Automatic sprinkler system
3. Portable fire extinguisher
4. APAR tipe karbon dioksida (CO₂)

VI.2.2 Bahaya Kecelakaan Mekanik

Bahaya mekanik dapat terjadi akibat kesalahan desain, korosi, kebocoran, ledakan, maupun kegagalan operasi peralatan. Selain mengakibatkan kerugian yang besar, kejadian ini juga dapat mengakibatkan cedera fisik atau kehilangan nyawa pekerja. Berbagai kemungkinan kecelakaan mekanik pada pabrik ini dan cara pencegahannya dapat digunakan sebagai berikut:

A. Vessel

Kesalahan dalam perancangan vessel dan tangki dapat menyebabkan kerusakan yang serius. Oleh karena itu, beberapa langkah pencegahan yang perlu dilakukan antara lain :

1. Memilih material konstruksi yang sesuai, tahan korosi, serta memberikan *corrosion allowance* yang memadai. Material yang umum digunakan adalah baja (steel), dan seluruh konstruksi harus memenuhi standar ASME.
2. Memastikan proses pengelasan dilakukan sesuai prosedur dan standar yang berlaku.



PRA RANCANGAN PABRIK

“PABRIK ETILEN GLIKOL DARI ETILEN OKSIDA DAN AIR DENGAN PROSES HIDRASI NON KATALITIK KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN”

3. Memasang level gauge otomatis untuk memantau ketinggian fluida secara akurat.
4. Menyediakan manhole dan handhole yang memadai untuk memudahkan inspeksi, perawatan, dan perbaikan peralatan.

B. Heat Exchanger

Kerusakan pada heat exchanger umumnya disebabkan oleh kebocoran dan perubahan kondisi operasi yang tidak terkendali. Upaya pencegahannya meliputi:

1. Memasang block valve pada sisi inlet dan outlet untuk mengantisipasi thermal expansion.
2. Menyediakan drain hole yang memadai guna memudahkan pemeliharaan dan pengurasan.
3. Melakukan inspeksi dan pengujian secara berkala pada setiap ruang fluida.
4. Menggunakan heat exchanger yang sesuai dengan kapasitas proses serta menjaga laju alir fluida agar perpindahan panas tetap optimal dan tidak menyebabkan perubahan fase di dalam pipa.

C. Peralatan yang Bergerak

Peralatan bergerak dapat menimbulkan risiko kecelakaan apabila tidak ditata dengan baik. Oleh karena itu, perlu dilakukan:

1. Pemasangan pelindung (guard) pada bagian yang berpotensi membahayakan.
2. Penyediaan ruang gerak yang cukup di sekitar peralatan untuk mendukung operasi dan perawatan yang aman.

D. Perpipaan

Sistem perpipaan harus dirancang tidak hanya berdasarkan aspek ekonomi, tetapi juga keselamatan kerja. Upaya pencegahan yang dilakukan meliputi:

1. Menggunakan material konstruksi yang sesuai dan tahan terhadap kondisi operasi.
2. Melakukan pengujian kekuatan, tekanan, dan ketahanan terhadap perubahan temperatur sebelum sistem dioperasikan.
3. Memberikan kode warna atau identifikasi pada pipa untuk memudahkan inspeksi, operasi, dan penanganan kebocoran.



PRA RANCANGAN PABRIK

“PABRIK ETILEN GLIKOL DARI ETILEN OKSIDA DAN AIR DENGAN PROSES HIDRASI NON KATALITIK KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN”

E. Listrik

Instalasi listrik yang tidak memadai dapat meningkatkan risiko kebakaran dan kecelakaan kerja. Pencegahan dilakukan dengan:

1. Memberikan penanda yang jelas pada instalasi listrik, terutama yang berada di bawah tanah.
2. Menyediakan pencahayaan yang memadai di seluruh area pabrik.
3. Menyediakan sumber listrik cadangan (emergency power supply) untuk kondisi darurat.
4. Menempatkan kabel dan peralatan listrik pada lokasi yang aman serta melakukan pemeliharaan secara berkala.

F. Isolasi

Pemasangan isolasi bertujuan melindungi pekerja dan peralatan dari paparan panas berlebih serta mengurangi risiko kebakaran. Isolasi diterapkan pada:

1. Peralatan bersuhu tinggi seperti reaktor dan heat exchanger.
2. Kabel instrumen, kabel listrik, dan perpipaan yang berada di area bersuhu tinggi.

G. Bangunan pabrik

Dalam perancangan bangunan pabrik, aspek keselamatan yang perlu diperhatikan meliputi:

1. Pemasangan penangkal petir pada bangunan tinggi dan lampu suar pada bangunan dengan ketinggian tertentu.
2. Penyediaan minimal dua jalur evakuasi untuk mendukung keselamatan saat keadaan darurat.

VI.2.3 Bahaya Bahan Kimia

Paparan bahan kimia berbahaya akibat kebocoran dapat menimbulkan risiko terhadap keselamatan dan kesehatan pekerja. Oleh karena itu, seluruh pekerja harus diberikan pelatihan mengenai prosedur keselamatan, potensi bahaya bahan kimia, serta tindakan penanggulangannya. Selain itu, area dan peralatan yang berisiko harus dilengkapi dengan rambu atau tanda peringatan yang jelas untuk



PRA RANCANGAN PABRIK

“PABRIK ETILEN GLIKOL DARI ETILEN OKSIDA DAN AIR DENGAN PROSES HIDRASI NON KATALITIK KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN”

meningkatkan kewaspadaan. Upaya lain yang diterapkan untuk menjaga keselamatan kerja meliputi:

1. Melarang aktivitas merokok di area produksi.
2. Mewajibkan penggunaan sepatu keselamatan yang sesuai standar.
3. Menggunakan helm keselamatan untuk melindungi pekerja dari risiko kejatuhan benda.
4. Menggunakan alat pelindung diri (APD) seperti kaca mata pelindung, masker wajah, dan sarung tangan, terutama pada area yang berpotensi terpapar uap panas (steam).

VI.3 Keselamatan Kerja

Suatu pabrik juga harusnya berpedoman pada suatu aturan dan menerapkan Sistem Manajemen Keselamatan Kesehatan Kerja (SMK3). Hal ini meliputi lingkungan fisik, manusia dan sistem manajemen. Berikut penerapan akan pentingnya K3 :

1. Penerapan SMK3 sesuai dengan Peraturan Menteri No. 5/MEN/1996.
2. Promosi K3 dengan Pagging System.
3. Penerapan Surat Ijin Keselamatan Kerja.
4. Pembagian APD setiap karyawan sesuai dengan bahayakerjanya.
5. Pemasangan safety sign dan poster K3.
6. Membentuk dan mengefektifkan Safety Representative.
7. Audit SMK3 internal dan eksternal.
8. Pemeriksaan dan pemantauan gas-gas berbahaya.
9. Pelatihan Penanggulangan Keadaan Darurat Pabrik atau STDL.
10. Pembinaan K3 tenaga bantuan.
11. Pembinaan K3 bagi pengemudi dan pembantu pengemudi B3.
12. Pembinaan K3 untuk mahasiswa kerja praktek.
13. Membuat rencana dan program kesehatan kerja karyawan.
14. Meningkatkan gizi kerja karyawan.
15. Memeriksa lingkungan kerja.



PRA RANCANGAN PABRIK

“PABRIK ETILEN GLIKOL DARI ETILEN OKSIDA DAN AIR DENGAN PROSES HIDRASI NON KATALITIK KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN”

16. Pemeriksaan kebersihan tempat kerja.
17. Investigasi kecelakaan untuk pelaporan dan penyelidikan kecelakaan kerja.
18. Pemasangan plakat atau tanda di tiap alat atau jalan

VI.3.1 Alat Pelindung Diri

Untuk mengurangi akibat kecelakaan kerja maka setiap perusahaan harus menyediakan alat pelindung diri yang sesuai dengan jenis pekerjaan kepada setiap karyawannya :

1. Alat pelindung mata (*Safety Glasses*)

Untuk melindungi mata terhadap benda yang melayang, geram, percikan, bahan kimia dan cahaya yang menyilaukan.

2. Alat pelindung kepala (*Safety Helmet*)

Untuk melindungi kepala terhadap benturan, kemungkinan tertimpa benda-benda yang jatuh, melindungi bagian kepaladari kejutan listrik ataupun terhadap kemungkinan terkena bahan kimia yang berbahaya.

3. Alat pelindung wajah (*Full Face Masker*)

Untuk melindungi wajah dari dahi sampai batas leher.

4. Alat pelindung kepala (*Ear Muff*)

Untuk melindungi telinga terhadap kebisingan dimana bila alat tersebut tidak dipergunakan dapat menurunkan daya pendengaran dan ketulian yang bersifat tetap.

5. Masker respirator

Untuk melindungi hidung dan mulut dari berbagai gangguan yang dapat membahayakan karyawan.

6. Sarung tangan (*Safety Glove*)

Digunakan untuk melindungi tangan terhadap bahaya fisik, kimia dan listrik.

- a. Sarung tangan kulit, dipakai : untuk benda yang kasar, tajam
- b. Sarung tangan asbes : benda yang panas
- c. Sarung tangan katun : peralatan oksigen



PRA RANCANGAN PABRIK

“PABRIK ETILEN GLIKOL DARI ETILEN OKSIDA DAN AIR DENGAN PROSES HIDRASI NON KATALITIK KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN”

- d. Sarung tangan karet : bahan kimia yang berbahaya, korosif dan iritatif
- e. Sarung tangan listrik : apabila kemungkinan terkena bahaya listrik
- 7. Sepatu pengaman (*Safety Shoes*)
Untuk melindungi kaki terhadap gangguan yang membahayakan karyawan di tempat kerja.
 - a. Sepatu keselamatan
Untuk melindungi kaki dari benda yang keras atau tajam, bahan kimia yang korosif, tertembus benda tajam dan untuk menjaga agar tidak terpeleset oleh air/minyak.
 - b. Sepatu karet
Digunakan untuk melindungi kaki terhadap bahan kimia yang berbahaya.
- 8. Baju pelindung
Untuk melindungi seluruh bagian tubuh terhadap berbagai gangguan yang dapat membahayakan karyawan.
- 9. Alat pengaman di ketinggian (*Body Harness*)
Keselamatan dan kesehatan kerja yang terpadu dalam lingkungan kerja merupakan suatu persyaratan mutlak diperlukan dan harus dipenuhi agar kegiatan produksi dapat berjalan dengan lancar.