# PRA RENCANA PABRIK

# ASAM ASETAT DENGANPROSES OKSIDASI N-BUTANA
# KAPASITAS PRODUKSI 200.000 TON/TAHUN

## PERANCANGAN ALAT UTAMA
## REAKTOR (R-110)

**SKRIPSI**


**Disusun Oleh :**

**RASIT ANAS PAMBUDI 1014930**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA**
**FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI**
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2013**

# BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
# FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

| | | |
|---|---|---|
| Nama | : | RASIT ANAS PAMBUDI |
| NIM | : | 1014930 |
| Jurusan/Program Studi | : | TEKNIK KIMIA |
| Judul Skripsi | : | PRA RENCANA PABRIK ASAM ASETAT DENGAN PROSES OKSIDASI N-BUTANA KAPASITAS PRODUKSI 200.000 TON PER TAHUN |

**Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :**

| | | |
|---|---|---|
| Hari | : | Kamis |
| Tanggal | : | 03 Agustus 2013 |
| Nilai | : | B |

Ketua,

Jimmy, ST, MT
NIP Y 1039900330

Sekretaris,

M. Istnaeny Hudha, ST, MT
NIP Y 1030400400

Anggota Penguji,

Penguji Pertama,

Jimmy, ST, MT
NIP Y 1039900330

Penguji Kedua,

Dwi Ana Anggorowati, ST, MT
NIP 197009282005012001

# LEMBAR PERSETUJUAN

## PRA RENCANA PABRIK

## ASAM ASETAT DENGAN PROSES OKSIDASI N-BUTANA KAPASITAS PRODUKSI 200.000 TON/TAHUN

## PERANCANGAN ALAT UTAMA REAKTOR (R-110)

## SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Syarat Menempuh Wisuda**
**Sarjana Pada Jenjang Strata Satu (S-1)**
**Di Institut Teknologi Nasional Malang**

**Disusun Oleh :**

**RASIT ANAS PAMBUDI 1014930**

Malang, 23 Agustus 20013

| Mengetahui, | Menyetujui, |
|---|---|
| Ketua Jurusan Teknik Kimia | Dosen Pembimbing |
| Jimmy, ST, MT | Elvianto Dwi Daryono, ST, MT |
| NIP Y 1039900330 | NIP P 1030000351 |

# PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

| | |
|---|---|
| Nama | : RASIT ANAS PAMBUDI |
| NIM | : 1014930 |
| Jurusan/Program Studi | : Teknik Kimia / Teknik Kimia (S-1) |

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul :

**PRA RENCANA PABRIK**

**PABRIK ASAM ASETAT**
**DENGAN PROSES OKSIDAI N-BUTANA**
**KAPASITAS PRODUKSI 200.000 TON/TAHUN**
**PERANCANGAN ALAT UTAMA**
**REAKTOR (R-110)**

Adalah Skripsi hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikasi serta tidak mengutip atau menyadur sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain yang tidak disebutkan dari sumber aslinya.

Malang, 23 Agustus 2013

Yang membuat pernyataan,

METERAI TEMPEL
91C30AAF000232702
ENAM RIBU RUPIAH
6000 DJP

RASIT ANAS PAMBUDI

# KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah S.W.T., yang telah memberikan rahmat dan hidayah kepada kami sehingga kami dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul "Pra Rencana Pabrik Asam Asetat Dengan Proses Oksidasi n-Butana Kapasitas Produksi 200.000 Ton/Tahun" tepat pada waktunya.

Kami menyadari bahwa keberhassilan kami dalam menyusun laporan penelitian ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini kami hendak mengucapkan terimakasih kepada keluarga kami dan semua pihak yang telah membantu kami sehingga dapat menyelesaikan laporan penelitian ini, diantaranya adalah:

1. Bapak Jimmy, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia ITN Malang dan penguin kami.
2. Bapak Elvianto Dwi Daryono, ST, MT selaku Dosen Pembimbing kami.
3. Orang tua yang telah memberikan dukungan, doa dan semangat pada kami
4. Saudara yang telah memberikan dukungan, doa dan semangat pada kami
5. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan kami.

Akhirnya penyusun berharap semoga laporan penelitian ini dapat menambah pengetahuan dan dapat bermanfaat untuk semua pihak.

Malang, 23 Agustus 2013

Penyusun

Disusun Oleh :
Rasit Anas Pambudi 1014930

Dosen Pembimbing :
Elvianto Dwi Daryono, ST, MT

## ABSTRAK

Asam Asetat yang mempunyai rumus molekul $CH_3COOH$ merupakan senyawa kimia asam organik yang dikenal sebagai pemberi rasa asam dan aroma dalam makanan dan merupakan pereaksi kimia dan bahan baku industri yang penting. Kegunaan asam asetat ini, antara lain : sebagai sebagai pengatur keasaman dalam industri makanan, pembuatan zat aditif, bidang farmasi dan pembuatan asam terephtalat dan lain-lain. Proses yang digunakan pada pembuatan asam asetat ini adalah proses oksidasi n-butana dengan katalis manganese asetat.

Pabrik Asam asetat ini direncanakan didirikan di kelurahan Lhoktuan, kecamatan Bontang Utara, kabupaten Bontang, Kalimantan Timur dengan kapasitas produksi sebesar 200.000 ton/tahun dan mulai beroperasi pada tahun 2016. Model operasi yang diterapkan adalah sistem kontinue dengan waktu operasi 330 hari/tahun dan 24 jam/hari. Utilitas yang digunakan meliputi air, steam, listrik dan bahan bakar. Bentuk perusahaan ini adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi garis dan staf. Dari hasil perhitungan analisa ekonomi didapatkan TCI = Rp. 472.288.647.281,44; $ROI_{AT}$ = 25,63 %; IRR = 14,968 %; POT = 5,14 tahun; BEP = 21,59 %. Dari hasil ekonomi tersebut dapat disimpulkan bahwa pabrik Asam Asetat ini layak untuk didirikan.

**Kata Kunci : n-butana, oksidasi, asam asetat**

# DAFTAR ISI

# DAFTAR TABEL

# DAFTAR GAMBAR

# BAB I
# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Asam asetat atau methane carbocyclic atau ethanoic acid adalah suatu senyawa organik dengan rumus molekul $CH_3COOH$. Asam asetat adalah bahan kimia yang tidak berwarna dan berbau khas, larut dalam air, alkohol, aseton, benzena dan etil eter. Asam asetat juga sangat baik sebagai solvent senyawa organik.

Asam asetat dapat dipakai sebagai vynil asetat yang dapat digunakan sebagai bahan baku untuk mempoduksi senyawa polyinil asetat. Polyvinil asetat digunakan untuk memproduksi lapisan gelas dan fiber. Asam asetat dapat juga dipakai sebagai bahan baku pembuatan asam asetat anhydrid yang berguna sebagai zat untuk memproduksi fiber selulose asetat dan plastik. Kegunaan lain dari asam asetat adalah pada bidang farmasi, pembuatan zat aditif, fotografi, pembuatan terephtalat dan insektisida.

Mengingat banyaknya kegunaan asam asetat sebagaimana tersebut diatas, industri asam asetat di Indonesia merupakan salah satu industri kimia yang berprospek cukup baik. Produk asam asetat ini memiliki pasar yang cukup luas seperti industri etil asetat, industri tekstil, industri benang karet dan juga digunakan sebagai bahan setengah jadi untuk membuat bahan-bahan kimia, seperti vinil asetat, selulosa asetat, asam asetat anhidrid, maupun kloro asetat.

PT. Indo Acidatama merupakan produsen asam asetat lokal, belum mampu memenuhi semua kebutuhan asam asetat dalam negeri. Industri – industri yang menggunakan asam asetat sebagai bahan baku masih memerlukan impor dari negara lain. Untuk mengurangi jumlah impor asam asetat, maka sangat perlu membangun pabrik asam asetat di dalam negeri.

Asam asetat sebenarnya dapat dipenuhi dengan produksi sendiri di dalam negeri. Ini bisa diketahui bahwa PT. Badak NGL CO di Bontang Kalimantan Timur dapat memproduksi LPG butane, yang merupakan salah satu bahan utama dalam pembuatan asam asetat, sekitar 25.000 ton butana per minggu. Ini menunjukkan potensi dalam negeri yang sangat besar.

Selain itu, kalau kita ingin melihat pangsa pasar di luar negeri bisa dilihat contoh perkembangan di USA. Pada tahun 1963 produksi asam asetat masih 1 milyar lb. Namun pada tahun 1971 mencapai 2 milyar lb, dan pada tahun 1978 mencapai 3 milyar lb. Ada peningkatan kira-kira 12,5% per tahun. Walaupun pada masa itu perkembangan di kawasan luar USA diprediksi sekitar 8% per tahun. Ini menunjukkan masih terbukanya pasar dalam negeri dan internasional bagi perdagangan produk ini. Apalagi dengan kurs rupiah terhadap USD yang berkisar pada angka 8.500, maka usaha produksi asam asetat dalam negeri akan sangat membantu pemulihan ekonomi menjelang pemberlakuan pasar bebas.

Jadi jelaslah bahwa pendirian pabrik asam asetat di negeri ini perlu dilakukan dengan alasan sebagai berikut:

1. Adanya bahan baku yang cukup untuk pembuatan asam asetat berskala komersial.
2. Dalam rangka pembelajaran teknologi
3. Penghematan penggunaan devisa negara
4. Membuka lapangan kerja baru
5. Peningkatan kemampuan ekonomi daerah

## 1.2 Tinjauan Pustaka

### 1.2.1 N-butana

Butana, juga disebut *n*-butana, adalah alkana rantai lurus dengan empat atom karbon $CH_3CH_2CH_2CH_3$. Butana juga digunakan sebagai istilah kolektif untuk n-butana dan satu-satunya isomernya, isobutana (disebut juga metilpropana), $CH(CH_3)_3$. Butana sangat mudah terbakar, tidak berwarna, dan merupakan gas yang mudah dicairkan. Nama butana diturunkan dari nama asam butirat.

### 1.2.2 Asam asetat

Asam asetat, asam etanoat atau asam cuka adalah senyawa kimia asam organik yang dikenal sebagai pemberi rasa asam dan aroma dalam makanan. Asam cuka memiliki rumus empiris $C_2H_4O_2$. Rumus ini seringkali ditulis dalam bentuk $CH_3$-COOH, $CH_3COOH$, atau $CH_3CO_2H$. Asam asetat murni (disebut asam asetat glasial) adalah cairan higroskopis tak berwarna, dan memiliki titik beku 16.7°C.

Asam asetat merupakan salah satu asam karboksilat paling sederhana, setelah asam format. Larutan asam asetat dalam air merupakan sebuah asam lemah, artinya

hanya terdisosiasi sebagian menjadi ion $H^+$ dan $CH_3COO^-$. Asam asetat merupakan pereaksi kimia dan bahan baku industri yang penting. Asam asetat digunakan dalam produksi polimer seperti polietilena tereftalat, selulosa asetat, dan polivinil asetat, maupun berbagai macam serat dan kain. Dalam industri makanan, asam asetat digunakan sebagai pengatur keasaman. Di rumah tangga, asam asetat encer juga sering digunakan sebagai pelunak air. Dalam setahun, kebutuhan dunia akan asam asetat mencapai 6,5 juta ton per tahun. 1.5 juta ton per tahun diperoleh dari hasil daur ulang, sisanya diperoleh dari industri petrokimia maupun dari sumber hayati.

*Asam asetat merupakan nama trivial atau nama dagang dari senyawa ini, dan* merupakan nama yang paling dianjurkan oleh IUPAC. Nama ini berasal dari kata Latin acetum, yang berarti cuka. Nama sistematis dari senyawa ini adalah asam etanoat. Asam asetat glasial merupakan nama trivial yang merujuk pada asam asetat yang tidak bercampur air. Disebut demikian karena asam asetat bebas-air membentuk kristal mirip es pada 16.7 °C, sedikit di bawah suhu ruang.

## 1.3 Karakteristik Bahan Baku dan Produk

### 1.3.1 Bahan baku utama

Bahan baku yang digunakan adalah butana cair yang mengandung 1% pentana. Adapun sifat – sifat fisika dan kimia butana dan pentana adalah sebagai berikut:

#### 1.3.1.1 Butana

A. Sifat - sifat fisika n-butana

- Rumus molekul : $C_4H_{10}$
- Berat molekul : 58,12 gr/mol
- Densitas : 0,600 gr/cc
- Boiling point : - 0,6 °C
- Melting point : - 135 °C
- Temperatur kritis : 152,01 °C
- Tekanan kritis : 3,793 MPa
- Volume kritis : 4,38 cm/gr
- Kelarutan :
  - Air : tidak larut
  - Alkohol : larut

– Eter : larut

B. Sifat - sifat kimia n-butana

- Membentuk keton jika direaksikan dengan alkohol

$C_4H_{10} + C_2H_4OH \longrightarrow C_4H_9OC_2H_5 + H_2$

- Membentuk asam asetat jika dioksidasi dengan oksigen

$C_4H_{10} + 5/2\ O_2 \longrightarrow 2CH_3COOH + H_2O$

1.3.1.2 Pentana

A. Sifat - sifat fisika n-pentana

- Rumus molekul : $C_5H_{12}$
- Berat molekul : 72,15 gr/mol
- Densitas : 0,63 gr/cc
- Boiling point : 36,3 °C
- Melting point : - 129,7 °C
- Temperatur kritis : 469,7 K
- Tekanan kritis : 33,7 Bar
- Volume kritis : 313 $cm^3$/mol

**1.3.2 Bahan pembantu (sebagai katalis)**

1.3.2.1 Sifat - sifat fisika manganese asetat, $Mn(CH_3COO)_2.4H_2O$

- Bentuk : liquid berwarna pink
- Berat molekul : 245,08 gr/mol
- Berat jenis : 1,589 g/$cm^3$
- Suhu dekomposisi : 350 °C membentuk $Mn_2O_3$

1.3.2.2 Sifat - sifat kimia manganese asetat, $Mn(CH_3COO)_2.4H_2O$

- Larut dalam methanol, dan ethanol
- Penggunaan utama sebagai katalis (baik tunggal atau berkombinasi dengan cobalt) pada oksidasi hidrokarbon fase cair menggunakan udara membentuk asam karboksilat

**1.3.3 Produk Utama**

1.3.3.1 Sifat - sifat fisika asam asetat

- Rumus molekul : $CH_3COOH$
- Berat molekul : 60,05 gr/mol

- Densitas : 1,0493 gr/cc
- Boiling point : 117,87 °C
- Melting point : 16,636 °C
- Temperatur kritis : 321,6 °C
- Tekanan kritis : 571,1 atm
- Volume kritis : 2,85 cm/gr
- Kelarutan :
  - Air : tidak larut
  - Alkohol : larut

1.3.3.2 Sifat - sifat kimia asam asetat

- Asam asetat dapat membentuk asam asetat anhydrid jika bereaksi dengan asam asetat.

$$CH_3COOH + CH_3COOH \longrightarrow \begin{array}{c} CH_3C-O \\ | \\ O \\ | \\ CH_3C-O \end{array} + H_2O$$

- Asam asetat mengesterifikasi alkohol secara non katalis. Reaksi ini pada dasarnya diperlambat dengan pengurangan air.

  $CH_3COOH + ROH \longrightarrow CH_3COOR + H_2O$

- Ester tak jenuh dapat dibuat dari kombinasi proses oksidasi dan esterifikasi dengan katalis logam mulia. Ethylene dilewatkan pada katalis palladium-lithium dan menghasilkan vinyl acetat.

  $CH_2{=}CH_2 + \frac{1}{2} O_2 + CH_3COOH \longrightarrow CH_2{=}CHOOCCH_3 + H_2O$

**1.3.4 Produk samping**

1.3.3.3 Sifat - sifat fisika asetaldehid

- Rumus molekul : $CH_3CHO$
- Berat molekul : 44,05 gr/mol
- Densitas : 0,783 gr/cc
- Boiling point : 20,2 °C
- Melting point : -123,5 °C
- Temperatur kritis : 466 K

- Tekanan kritis : 55,5 Bar
- Volume kritis : 154 $cm^3$/mol

1.3.3.4 Sifat - sifat kimia asetaldehid

- Beeaksi dengan oksigen membentuk asam asetat

$$CH_3CHO + 1/2\ O_2 \longrightarrow CH_3COOH$$

## 1.4 Kegunaan Asam Asetat

Asam asetat mempunyai kegunaan antara lain sebagai berikut :

1. Dapat digunakan sebagai vinyl asetat yang dapat digunakan sebagai bahan baku untuk memproduksi senyawa polivinyl asetat.
2. Sebagai bahan baku pembuatan asam asetat anhydrid yang berguna sebagai zat untuk memproduksi fiber selulosa asetat dan plastik.
3. Kegunaan lain dari asam asetat adalah pada pembuatan zat aditif, bidang farmasi dan pembuatan asam terephtalat.
4. Industri PTA merupakan pengkonsumsi asam asetat terbesar yangdigunakan sebagai media pelarut katalis.
5. Bahan baku utama pada industri etil asetat
6. Industri tekstil, terutama industri pencelupan kain dimana asam asetat berfungsi sebagai pengatur pH.
7. Industri cuka, asam asetat sebagai bahan baku utama.
8. Industri benang karet, sebagai bahan penggumpal ( co-agulant ) ketika lateks dikeluarkan dari extruder.

## 1.5 Perkiraan Kebutuhan Asam Asetat dan Penentuan Kapasitas Rancangan

Penentuan kapasitas pabrik Asam Asetat ditentukan berdasarkan ketersediaan bahan baku, produksi, konsumsi, serta nilai ekspor dan impor. Diprediksi pabrik base oil ini akan berproduksi pada tahun 2014 atau 2 tahun lagi dari perancangan pabriknya dengan nama Asam Asetat Kaltim-Nusantara.

Bahan baku Asam Asetat dapat dipenuhi dari PT. Badak NGL CO di Bontang Kalimantan Timur yang memproduksi LPG butane, yang merupakan salah satu bahan utama dalam pembuatan asam asetat, sekitar 25.000 ton butana per minggu. Ini merupakan potensi yang cukup besar untuk membangun pabrik Asam Asetat di

Indonesia. PT. Indo Acidatama Chemical Industri (IACI) adalah satu-satunya pabrik asam asetat di Indonesia dengan kapasitas produksi sebesar 36.000 ton/tahun.

Adapun nilai konsumsi, ekspor, dan impor selama jangka waktu lima tahun terakhir dapat dilihat dari tabel berikut ini:

Tabel 1.1. Data statistik Pertumbuhan Konsumsi Asam Asetat di Indonesia

| Tahun | Total Konsumsi (Ton/th) | Pertumbuhan (%) |
|---|---|---|
| 2005 | 324650 | 0 |
| 2006 | 278580 | -0.142 |
| 2007 | 302510 | 0.086 |
| 2008 | 326440 | 0.079 |
| 2009 | 350370 | 0.073 |
| **Rata – rata** | | **0.019** |

*(Sumber: Indocommercial dan Badan Pusat Statistik Propinsi Jawa Timur)*

Tabel 1.2. Data statistik Pertumbuhan ekspor Asam Asetat di Indonesia

| Tahun | Total Ekspor (Ton/th) | Pertumbuhan (%) |
|---|---|---|
| 2005 | 288420 | 0 |
| 2006 | 254651 | -0.117 |
| 2007 | 264531 | 0.039 |
| 2008 | 290843 | 0.099 |
| 2009 | 268359 | -0.077 |
| **Rata – rata** | | **-0.011** |

*(Sumber: Indocommercial dan Badan Pusat Statistik Propinsi Jawa Timur)*

Tabel 1.3. Data statistik pertumbuhan impor Asam Asetat di Indonesia

| Tahun | Total Impor (Ton/th) | Pertumbuhan (%) |
|---|---|---|
| 2005 | 90145.26 | 0 |
| 2006 | 95270.59 | 0.057 |
| 2007 | 101055.88 | 0.061 |
| 2008 | 107306.82 | 0.062 |
| 2009 | 133274.62 | 0.242 |
| **Rata – rata** | | **0.084** |

*(Sumber: Indocommercial dan Badan Pusat Statistik Propinsi Jawa Timur)*

Dari data pada tabel 1.1, Tabel 1.2 dan Tabel 1.3, maka perkiraan nilai konsumsi, ekspor, dan impor pada tahun 2014 dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$F = P\,(1+i)^{(n_2 - n_1)}$$

Dimana : F = nilai pada tahun ke-n2

P = nilai pada tahun ke-n1

I = pertumbuhan laju kenaikan nilai per tahun

$n_a$ = tahun ke - a

- Perhitungan prediksi konsumsi Asam Asetat pada tahun 2014 :

$F = P\,(1+i)^{(n_2 - n_1)}$

$F_{(2014)} = 350.370 \times (1+ 0{,}019)^{(2014 - 2009)}$

$F_{(2014)} = 350.370 \times (1{,}019)^5$

$F_{(2014)} = 385474.94$ *ton/th*

- Perhitungan prediksi Eksport Asam Asetat pada tahun 2014 :

$F = P\,(1+i)^{(n_2 - n_1)}$

$F_{(2014)} = 268.359 \times (1-0{,}011)^{(2014 - 2009)}$

$F_{(2014)} = 268.359 \times (0{,}989)^5$

$F_{(2014)} = 253631{,}91$ ton/th

- Perhitungan prediksi Import Asam Asetat pada tahun 2014 :

$F = P\,(1+i)^{(n_2 - n_1)}$

$F_{(2014)} = 133.274{,}62 \times (1+ 0{,}084)^{(2014 - 2009)}$

$F_{(2014)} = 133.274{,}62 \times (1{,}084)^5$

$F_{(2014)} = 199741{,}36$ ton/th

Berdasarkan perhitungan prediksi konsumsi, Eksport, Import maka besarnya kapasitas pabrik baru ( F ) yang akan dioperasikan pada tahun 2014, dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$F = (F_{ekspor} + F_{konsumsi}) - (F_{impor} + F_{produksi})$$

Sehingga : $F = (253631{,}91 + 385474{,}94) - (199741{,}36 + 36.000)$

$= 403365{,}49$ ton/th

Dari peluang kapasitas di atas, ditentukan kapasitas produksi pabrik baru asam asetat sebesar 200.000 ton, yaitu setengah dari hasil peluang kapasitas. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Perlunya penjajakan pemasaran sehingga tidak bisa diputuskan untuk langsung memenuhi seluruh kekurangan kebutuhan dalam negeri
2. Adanya perusahaan lain yang menggunakan butana dari PT. Badak sebagai bahan bakunya

**1.6 Pemilihan Lokasi Pabrik**

Lokasi yang dipilih untuk pendirian pabrik asam asetat ini adalah Bontang, Kalimantan Timur. Beberapa hal yang mendorong dipilihnya lokasi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Bahan baku

   Lokasi berdirinya pabrik berdekatan dengan kilang pengolahan gas milik PT. Badak *NGL.Co, anak perusahaan Pertamina yang mengolah gas bumi menjadi LNG, LPG* Butana dan LPG Propana. Ini memudahkan pengadaan butana sebagai bahan baku utama pembuatan asam asetat.

2. Transportasi

   Di daerah tersebut terdapat pelabuhan yang dapat digunakan sebagai tempat pengiriman barang hasil produksi.

3. Daerah pemasaran

   Dengan pesatnya pembangunan industri di tempat tersebut maka pasar untuk penjualan produk cukup baik ditambah dengan adanya Pertamina yang juga merupakan pengimpor asam asetat merupakan konsumen bagi pemasaran produk ini.

4. Fasilitas utilitas

   Wilayah ini cukup dekat dengan laut dan mempunyai sumber air yang cukup baik. Disamping itu, ketersediaan sumber bahan bakar dan energi yang mencukupi bagi unit utilitas pabrik.

5. Karakteristik lokasi

   Daerah itu aman dari banjir dan juga mempunyai struktur tanah yang cukup kuat bagi *pondasi pabrik*.

6. Kebijakan pemerintah

   Pemberlakuan otonomi daerah memberi iklim yang cukup kondusif bagi investor untuk menanamkan modalnya bagi peningkatan pemasukan bagi daerah tersebut.

# BAB II

# SELEKSI DAN URAIAN PROSES

## 2.1 Macam – Macam Proses

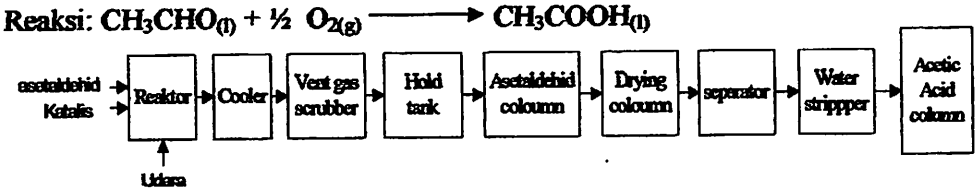
Dalam perkembangannya dikenal beberapa metode dalam memproduksi asam asetat yaitu : (Mc Ketta and Cunningham,1976)

1. Proses Oksidasi Acetaldehid dengan Oksigen
2. Proses Carbonylasi Methanol
3. Proses Oksidasi Butana dengan Oksigen

### 2.1.1 Proses oksidasi asetaldehid dengan oksigen.

Ethanol dapat dengan mudah didehidrogenasi dan dioksidasi menjadi asetaldehid dengan menggunakan katalis perak, kuningan, atau perunggu. Asetaldehid kemudian dapat dioksidasi pada fase liquid bersama-sama dengan cobalt dan garam mangan menghasilkan asam asetat. Asam peracetic yang terbentuk dapat dicegah dengan katalis transisi logam. Larutan Asetaldehid dapat diumpankan ke dalam suatu reactor di mana oksigen atau udara digelembungkan (bubble) melalui liquid yang mengandung 0,1 – 0,5 mangan acetat. Katalis lain yang digunakan adalah cobalt. Kondisi reaksi pada suhu 60 – 80$^0$ C dan tekanan 3 – 10 bar. Campuran reaksi disirkulasikan dengan cepat melalui sebuah heat exchanger untuk menghilangkan panas reaksinya. Campuran hasil reaksi dimurnikan di dalam kolom recovery aldehid, sedangkan vent gas didinginkan dan diabsorbsi menggunakan produk crude dan kemudian air. Yield yang dihasilkan adalah 95-98%.

Reaksi: $CH_3CHO_{(l)} + ½\ O_{2(g)} \longrightarrow CH_3COOH_{(l)}$

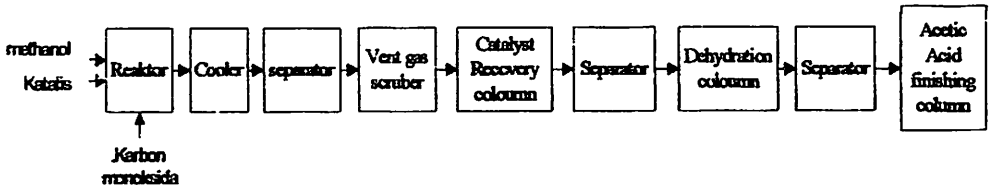



### 2.1.2 Proses carbonylasi methanol.

Kebanyakan Asam Asetat murni dihasilkan melalui karbonilasi. Dalam reaksi ini Methanol dan Carbon Monoksida menghasilkan asam asetat.

Reaksi: $CH_3OH_{(l)} + CO_{(g)} \longrightarrow CH3COOH_{(l)}$

Proses Carbonylasi Methanol terbagi menjadi dua macam yaitu proses BASF dan proses Monsanto. Proses ini melibatkan katalis, untuk proses BASF menggunakan Cobalt dan untuk proses Monsanto menggunakan Rhodium sebagai promotor. Reaksi terjadi dalam fase cair dengan kondisi operasi proses BASF 250 $^0$C dan tekanan 650 atm dan proses Monsanto 160-190 $^0$C dan tekanan 30 atm. Yield yang dihasilkan lebih besar pada proses Monsanto dibandingkan proses BASF, yakni sebesar 99 %.




**2.1.3 Proses oksidasi butana dengan oksigen.**

Ada 3 kondisi reaksi yang digunakan pada proses oksidasi butana dengan oksigen, ketiganya menggunakan udara sebagai umpan daripada oksigen murni. Ketiga proses reaksi tersebut adalah (Mc ketta and Cunningham,1976:226):

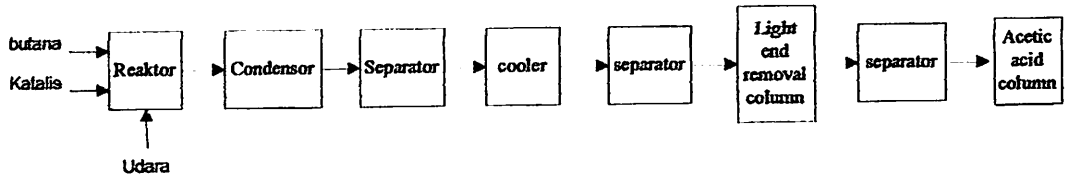
1) Fase uap, reaksi nonkatalitik pada suhu 350 °C – 400 °C dan tekanan 5-10 atm
2) Fase cair, reaksi nonkatalitik pada suhu 160 °C – 180 °C dan tekanan 45-55 atm
3) Fase cair, reaksi katalitik pada suhu 160 - 180 °C dan tekanan 45-55 atm

Oksidasi langsung butana dan atau naphta pada fase liquid adalah salah satu cara yang paling disukai pada pembuatan asam asetat di dunia karena biaya hidrokarbon yang rendah. Butana, bersama dengan ion logam seperti cobalt, kromium atau mangan dioksidasi dengan udara. Peroksida yang terbentuk sebagai intermediet dapat didekomposisi dengan suhu tinggi, pengadukan secara mekanik dan katalis logam membentuk asam asetat sebagai produk utama dan beberapa produk dalam jumlah kecil sebagai hasil samping. (Kirk-Othmer 4$^{th}$ edition, 1978:68).

Oksidasi butana pada fase liquid dilangsungkan di reaktor sparged, yang dibuat dari stainless steel. Cobalt, chromium, dan atau manganese asetat sebagai katalis, *fresh feed* butana, dan butana yang tidak terkonversi, dimasukkan ke dalam reaktor dan dikontakkan dengan oksigen dari udara. Hasil reaksi dari reaktor didinginkan pada cooler kemudian dipisahkan antara fase gas, fase yang kaya akan hidrokarbon, dan fase cair pada separator. Gas yang terbentuk discrubing dengan absorption oil dan kemudian dikontakkan dengan adsorben untuk recovery butana atau dibakar dalam furnace sebelum gas terbut dibuang ke atmosphere.

Asam asetat yang keluar dari separator utama harus dipisahkan dari air yang terkandung didalamnya, dimana konsentrasi produk berkisar antara 10 – 45% mol. Residual peroksida perlu didekomposisi dengan pemanasan dan penggunaan katalis sebelum fraksinasi berlangsung untuk menghindari terjadinya dekomposisi setelah terbentuk asam asetat dengan kadar yang lebih pekat. Katalis dan pelarut dengan titik didih tinggi harus dipisahkan utamanya untuk recycle tapi juga untuk mencegah pembentukan berlebih produk korosi dan polimer dengan ikatan kuat. Pemisahan selanjutnya bertujuan untuk memisahkan asam asetat dari produk samping dan air.

*Asam asetat yang dijual untuk kepentingan komersial sekarang ini dengan kadar* 99,8% sulit untuk diproduksi. Salah satu cara alternatif untuk menghilangkan pengotor pada hasil akhir asam asetat adalah dengan menginjeksikan larutan potassium permanganate pada asam asetat.




## 2.2 Seleksi Proses

### 2.2.1 Dasar pemilihan proses

Dari uraian proses diatas maka dapat dibuat tabel perbandingan proses pembuatan asam asetat untuk selanjutnya dijadikan dasar dalam pemilihan proses. Tabel perbandingan proses pembuatan asam asetat dapat diuraikan sebagai berikut:

Tabel 2.1 Perbandingan proses pembuatan asam asetat

| Parameter | Proses | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Oksidasi *Asetaldehid* | Carbonilasi Methanol | | Oksidasi *N-Butana* |
| | | BASF | Monsanto | |
| A. Kondisi Proses | | | | |
| - Kemurnian | 95% | 95,5 % | 95,5 % | 99% |
| - Konversi | 95% | 92% | 92% | 95% |
| - Katalis | Cobalt | Iodhine | Rhodium | Mn Asetat |
| - Bahan Baku | Asetaldehid | Methanol dan CO | Methanol dan CO | N-Butana |
| B. Kondisi Operasi | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| - Suhu (T) | 333-343 K | 523 K | 433-463 K | 433-453 |
| - Tekanan (P) | 1-6 atm | 650 atm | 30 atm | 45-55 a |

Dengan membandingkan beberapa proses yang ada dari tabel diatas, maka dipilih **proses oksidasi n-butana** dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Kemurnian produknya tinggi yaitu 99 % dan konversinya 95 %
2. Lebih ekonomis karena biaya investasi dan biaya operasinya rendah

**2.2.2 Uraian proses**

Proses pembuatan asam asetat melalui proses oksidasi n-butana dengan menggunakan katalis manganese acetat secara umum digolongkan menjadi tiga tahap, yaitu :

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap pembentukan produk
3. Tahap pemurnian
4. Tahap penanganan produk

*2.2.2.1 Persiapan bahan baku*

Bahan baku n-butana disimpan dalam kondisi cair pada T= 30 °C dan tekanan 3 atm pada tangki penyimpan (F-111). N-butana fresh dialirkan dengan pompa piston (L-112) menuju reaktor dengan melewati heater (E-113) untuk menaikkan suhu dari 30°C menjadi 180 °C.

Bahan baku udara dilewatkan filter (H-114) dan dikompresikan dengan kompresor (H-115) untuk menaikkan tekanannya menjadi 50 atm lalu dinaikkan suhunya dengan menggunakan heater (E-116) sehingga suhunya mencapai 180 $^0$C.

Katalis manganese asetat dari penyimpan katalis masuk dari atas reaktor pada tekanan 1 atm.

*2.2.2.2 Tahap pembentukan produk*

Bahan baku n-butana yang keluar dari heater (E-113) pada T = 180 dipompa menuju reaktor (R-110), katalis manganese asetat dari tangki katalis dimasukkan reaktor dan dikontakkan dengan udara yang keluar dari heater (E-116) pada T = 180 $^0$C dan P = 50 atm melalui sparger sehingga terjadi reaksi pembentukan asam asetat. Reaktor (R-110) bekerja pada T = 180 $^0$C dan P= 50 atm dan reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermis, sehingga pada permukaan luar reaktor digunakan jaket untuk

mempertahankan reaksi dalam keadaan eksotermis. Suhu reaksi dipertahankan sekitar 180 °C supaya reaksi tetap berlangsung pada fase cair sehingga dapat mempertahankan konversi reaksi pada kondisi yang diinginkan. Jika suhu reaksi terlalu rendah maka konversi reaksi akan kurang daripada yang diharapkan, dan bila suhu terlalu tinggi maka akan merusak katalis manganese asetat.

Adapun reaksi - reaksi yang terjadi pada reaktor adalah sebagai berikut:

1. Reaksi pembentukan asam asetat dari butana (reaksi utama)

   Konversi reaksi 95%

   $C_4H_{10} + 5/2\ O_2 \longrightarrow 2\ CH_3COOH + H_2O$

2. Reaksi pembentukan asetaldehid

   Reaksi ini merupakan reaksi pembentukan asetaldehid yang digunakan untuk memproduksi asam asetat dengan proses oksidasi acetaldehid. Kondisi operasi optimal untuk reaksi ini sama dengan kondisi reaksi pada proses oksidasi asetaldehid, sehingga diasumsikan bahwa konversi reaksi adalah 95% dari butana yang tidak bereaksi di reaksi 1

   $C_4H_{10} + 3/2\ O_2 \longrightarrow 2\ CH_3CHO + H_2O$

3. Reaksi pembentukan asam asetat dari asetaldehid

   Konversi reaksi adalah 95% dari asetaldehid yang terbentuk di reaksi 2

   $CH_3CHO + 1/2\ O_2 \longrightarrow CH_3COOH$

Adapun mekanisme reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

$H_5C_2\text{-}C_2H_5 + 2\ Mn^{3+} \longrightarrow C_2H_8^* + 2\ H^+ + 2\ Mn^{2+}$

$C_2H_8^* + 5/2\ O_2 \longrightarrow C_2H_8O_5^*$

$C_2H_8O_5^* + 6\ H^+ + 2\ Mn^{2+} \longrightarrow 2\ CH_3COH + H_2O + 2\ Mn^{3+}$

$CH_3COH + H_2O + ½\ O_2 \longrightarrow CH_3COOH + H_2O$

Reaksi yang terjadi melibatkan bahan baku, zat antara dan katalis manganese asetat yang berfungsi sebagai inisiator, yang akan mengarahkan pembentukan radikal bebas. Radikal bebas yang terbentuk akan mengikat oksigen dari udara. Kemudian dengan bantuan katalis akan terbentuk asam asetat. Jumlah katalis yang diperlukan untuk terjadinya inisiasi adalah dua kali jumlah bahan baku butana, sebagaimana reaksi inisiasi diatas. Produk yang terbentuk di reaktor terdiri dari asam asetat sebagai produk utama, asetaldehid dan air sebagai produk samping, Oksigen sisa, butana sisa yang mengandung pentana dan nitrogen. Selanjutnya produk dari reaktor (R-110) dialirkan ke

kondensor (E-121) untuk dikondensasikan. Kondensor (E-121) adalah kondensor parsial dan bekerja pada P = 11 atm dan T = 80°C. Pada kondensor, asam asetat dan air terkondensasi sehingga berubah fase menjadi cair, sedangkan asetaladehid terkondensasi sebagian, oksigen, nitrogen, butana sisa yang tidak bereaksi dan pentana tetap pada fase gas.

*2.2.2.3 Tahap Pemurnian*

Produk dari kondensor (E-121) selanjutnya dialirkan ke flash drum (F-122). Flash drum bekerja pad P = 10 atm dan T = 80 °C. Flash drum akan memisahkan n-butana, pentana, oksigen dan nitrogen dari campuran produk. N-butana, pentana, oksigen, nitrogen dan sejumlah asetaldehid terpisah sebagai hasil atas kemudian ditampung, sedangkan campuran produk asam asetat, air, dan asetaldehid sebagai hasil bawahnya didinginkan terlebih dahulu di cooler dan selanjutnya dipompa menuju dekanter (D-125) dengan pompa (L-124). Dekanter bekerja pada P = 1 atm dan T = 30 °C. Di dekanter (D-125) campuran produk dipisahkan berdasarkan berat jenisnya. Katalis manganese asetat yang memiliki berat jenis lebih besar keluar sebagai produk bawah dan dipompa dengan pompa (L-126) masuk kembali ke dalam reaktor (R-110). Asam asetat, air, dan asetaldehid yang memiliki berat jenis lebih kecil keluar sebagai hasil atas dialirkan menuju heater (E-127) untuk dipanaskan sebelum dimasukkan ke dalam kolom destilasi pertama (D-120). Heater (E-127) bekerja pada P = 1 atm dan T = 105 °C.

Pada kolom destilasi pertama (D-120), dipisahkan komponen ringan asetaldehid sebagai kandungan terbanyak dan sedikit air sebagai hasil atas untuk selanjutnya dikondensasikan dengan kondensor (E-131). Kolom destilasi (D-120) bekerja pada tekanan 1 atm dan kondensor (E-131) yang digunakan adalah kondensor total. Campuran asetaldehid dan air dari kondensor (E-131) lalu ditampung dalam akumulator, sebagaian masuk kembali ke kolom destilasi sebagai refluk dan sebagian keluar sebagai destilat yang selanjutnya ditampung. Sedangkan hasil bawah yang berisi sejumlah campuran produk dipanaskan dengan reboiler (E-132) lalu dikembalikan kedalam kolom untuk menjaga kestabilan suhu operasi pada dasar kolom destilasi dan sejumlah lain dipompa dengan pompa (L-133) menuju kolom destilasi kedua (D-130). Kolom destilasi kedua digunakan untuk memisahkan asam asetat sebagai komponen berat dan air sebagai komponen ringan. Air dan sedikit asam asetat sebagai produk atas

selanjutnya dikondensasikan dengan kondensor (E-136). Sejumlah produk yang telah dikondensasi dikembalikan kembali ke dalam kolom sebagai reflux dan sejumlah lain didinginkan pada cooler (E-137a) dan dialirkan kedalam cooling tower. Produk bawah kolom destilasi kedua berupa campuran asam asetat dan sedikit air sejumlah tertentu dipanaskan dengan reboiler (E-134) dan dimasukkan kembali kedalam kolom untuk menjaga kestabilan suhu operasi pada dasar kolom destilasi. Sejumlah lain produk bawah dipompa dengan pompa (L-135) menuju cooler (E-137b). Produk asam asetat yang sudah diturunkan suhunya di cooler selanjutnya ditampung dalam tangki penampung (F-138) untuk kemudian dikemas dan disimpan dalam gudang (F-139) untuk didistribusikan.

*2.2.2.4 Tahap Penanganan Produk*

Produk asam asetat yang siap dipasarkan dikemas dalam bentuk botol dan drum. Bila disimpan dalam drum atau tangki dapat menggunakan stainless steel AISI 316 karena tidak terpengaruh sifat korosif dari asam asetat.

# BAB III

# NERACA MASSA

Kapasitas produksi : 200.000 ton / tahun

Operasi : 330 hari / tahun

Waktu : 24 jam / hari

Kapasitas produksi per-jam : $\frac{200.000\,ton}{tahun} \times \frac{1000\,kg}{Ton} \times \frac{1\,tahun}{330\,hari} \times \frac{1\,hari}{24\,jam}$

: 25252,53 kg / jam

Basis perhitungan : 12959,77 kg / jam butana masuk reaktor

**1. REAKTOR (R-110)**

*Fungsi : Tempat terjadinya reaksi oksidasi butana menjadi asam asetat, asetaldehide* dan air dengan katalis manganese asetat

Kondisi operasi di reaktor:

P = 50 atm

T = 180 °C

Konversi reaksi 95%.

Reaksi – reaksi yang terjadi di reaktor:

1) Reaksi pembentukan asam asetat dari butana

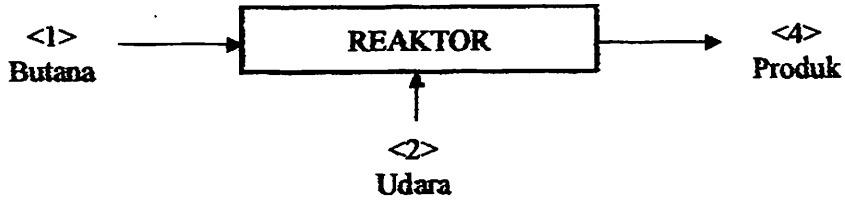
$C_4H_{10} + 5/2\ O_2 \longrightarrow 2\ CH_3COOH + H_2O$

2) Reaksi pembentukan asetaldehid

$C_4H_{10} + 3/2\ O_2 \longrightarrow 2\ CH_3CHO + H_2O$

3) Reaksi pembentukan asam asetat dari asetaldehid

$CH_3CHO + 1/2\ O_2 \longrightarrow CH_3COOH$



**Tabel 3.1 Neraca massa di reaktor**

| Massa masuk (kg/jam) | Massa keluar (kg/jam) |
|---|---|
| Aliran <1> | Aliran <4> |
| Dari tangki penampung butana (F-111) | Menuju flash drum (F-122) |
| Butana = 12830.173 | Butana = 32.075 |
| Pentana = 129.598 | Pentana = 129.598 |
| Aliran <2> | Oksigen = 1826.953 |
| Dari kompresor (L-116) | Nitrogen = 63967.664 |
| Oksigen = 19426.277 | Mangan asetat = 108204.360 |
| Nitrogen = 63967.664 | Asam asetat = 26383.204 |
| Aliran <3> | Asetaldehid = 46.190 |
| Dari tangki katalis | Air = 3968.03 |
| Mangan asetat = 108204.360 | |
| Jumlah = 204558.071 | Jumlah = 204558.071 |

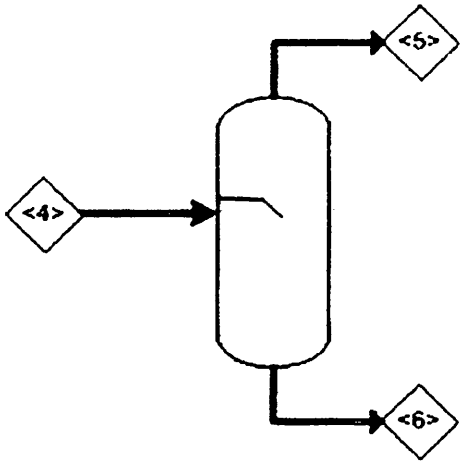
**2. Flash Drum (F-122)**

Fungsi : memisahkan fase liquid dan fase gas pada produk yang keluar dari reaktor

Kondisi operasi:

P = 10 atm

T = 80 °C



**Tabel 3.2 Neraca Massa di flash drum**

| Massa masuk (kg/jam) | Massa keluar (kg/jam) |
|---|---|
| Aliran <4> | Aliran <5> |
| Dari reaktor (R-110) | Menuju penampung |
| Butana = 32.08 | Butana = 32.08 |
| Pentana = 129.60 | Pentana = 129.60 |
| Oksigen = 1826.95 | Oksigen = 1826.95 |
| Nitrogen = 63967.66 | Nitrogen = 63967.66 |
| Mangan asetat = 108204.36 | Asetaldehid = 27.00 |
| Asam Asetat = 26383.20 | Aliran <6> |
| Asetaldehid = 46.19 | Menuju Decanter (D-125) |
| Air = 3968.03 | Mangan asetat = 108204.36 |
| | Asetaldehid = 19.19 |
| | Air = 3968.03 |
| | Asam Asetat = 26383.20 |
| Jumlah = 204558.07 | Jumlah = 204558.07 |

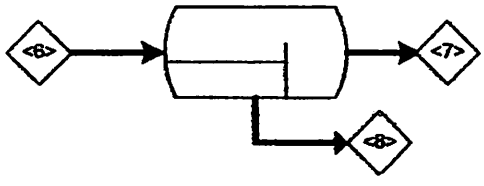
**3. Decanter (D-125)**

Fungsi : memisahkan manganese asetat dari campuran berdasarkan berat jenis

Kondisi operasi:

P = 1 atm

T = 30 °C




Data berat jenis tiap - tiap komponen bahan masuk pada suhu 30 °C adalah:

| Komponen | Berat jenis ($g/cm^3$) |
|---|---|
| Asetaldehid | 0.778 |
| H2O | 1.00 |
| Asam Asetat | 1.050 |
| Mn Asetat | 1.59 |

**Tabel 3.3 Neraca Massa Decanter**

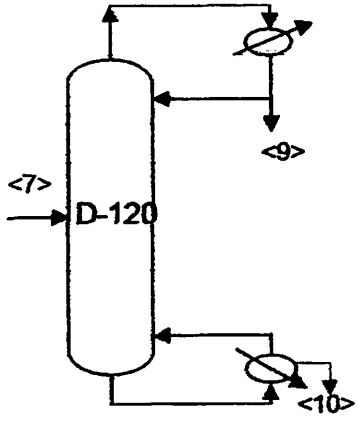
| Massa masuk (kg/jam) | Massa keluar (kg/jam) |
|---|---|
| Aliran <6> | Aliran <7> |
| Dari flash drum (F-122) | Menuju Destilasi I (D-120) |
| Mangan asetat = 108204.36 | Asetataldehid = 19.19 |
| Asetaldehid = 19.19 | Air = 3968.03 |
| Air = 3968.03 | Asam Asetat = 26383.20 |
| Asam Asetat = 26383.20 | Aliran <8> |
| | Menuju reaktor (R-110) |
| | Mangan asetat = 108204.36 |
| Jumlah = 138574.78 | Jumlah = 138574.78 |

**4. DESTILASI I (D-120)**

Fungsi : memisahkan asetaldehid dari campuran

Kondisi operasi :

| Kondisi operasi | Umpan masuk | Puncak kolom | Dasar kolom |
|---|---|---|---|
| P (atm) | 1 | 1 | 1 |
| T masuk (°C) | 105 | - | - |
| T buble point (°C) | 112,39 | 91,37 | 116,69 |
| T dew point (°C) | 116,44 | 99,19 | 112,91 |



**Tabel 3.4 Neraca Massa Destilasi I**

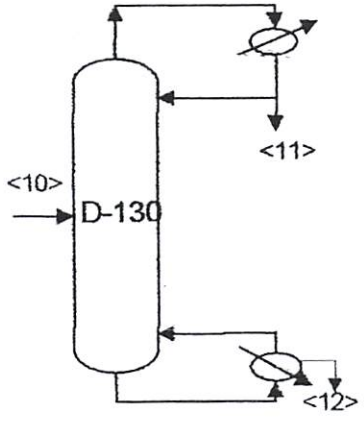
| Massa masuk (kg/jam) | Massa keluar (kg/jam) |
|---|---|
| Aliran <7> | Aliran <9> |
| Dari decanter (D-125) | Menuju Penampung |
| Asetataldehid = 19.193 | Produk atas |
| Air = 3968.027 | Asetaldehid = 19.193 |
| Asam Asetat = 26383.204 | Air = 198.401 |
| | Aliran <10> |
| | Menuju destilasi II (D-130) |
| | Air = 3769.625 |
| | Asam Asetat = 26383.204 |
| Jumlah = 30370.423 | Jumlah = 30370.423 |

## 5. DESTILASI II

Fungsi : memisahkan asetaldehid dari campuran

Kondisi operasi :

| Kondisi operasi | Umpan masuk | Puncak kolom | Dasar kolom |
|---|---|---|---|
| P (atm) | 1 | 1 | 1 |
| T masuk (°C) | 112,91 | - | - |
| T buble point (°C) | 112,91 | 101,64 | 121,96 |
| T dew point (°C) | 116,69 | 103,00 | 122,44 |



**Tabel 3.5 Neraca Massa Destilasi II**

| Massa masuk (kg/jam) | Massa keluar (kg/jam) |
|---|---|
| Aliran <10> | Aliran <11> |
| Dari Destilasi I (D-120) | Menuju cooling tower |
| Air = 3769.63 | Air = 3581.14 |
| Asam Asetat = 26383.20 | Asam Asetat = 1319.16 |
| | Aliran <12> |
| | Menuju Penampung (F-138) |
| | Asam Asetat = 25064.04 |
| | Air = 188.48 |
| Jumlah = 30152.83 | Jumlah = 30152.83 |

# BAB IV

# NERACA PANAS

Suhu referensi : 25 °C

Satuan perhitungan : $\Delta H$ = kkal/jam

Cp = KJ/ Kmol K

M = Kg/jam

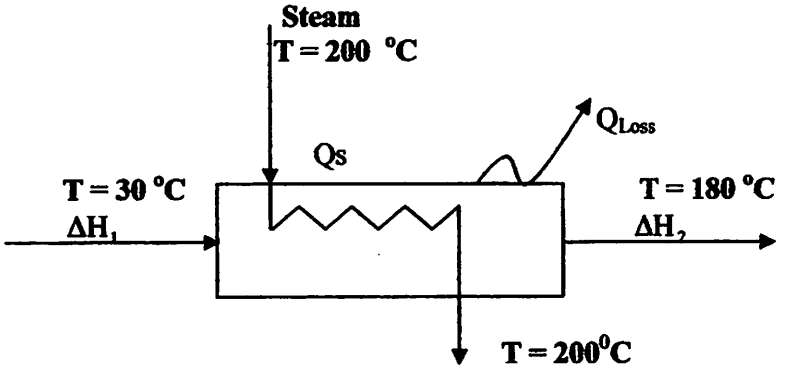
T = K

$Q_{Loss}$ = 5%

Asumsi : - Tidak ada akumulasi energi pada sistem (steady state)

- Qloss pada alat : 5% panas masuk

## 1. HEATER ( E-113 )




Fungsi : memanaskan bahan baku butana

Neraca panas total

$\Delta H_1 + Q_s = \Delta H_2 + Q_{Loss}$

dimana :

$\Delta H_1$ = panas bahan baku butana masuk

$Q_s$ = panas steam masuk

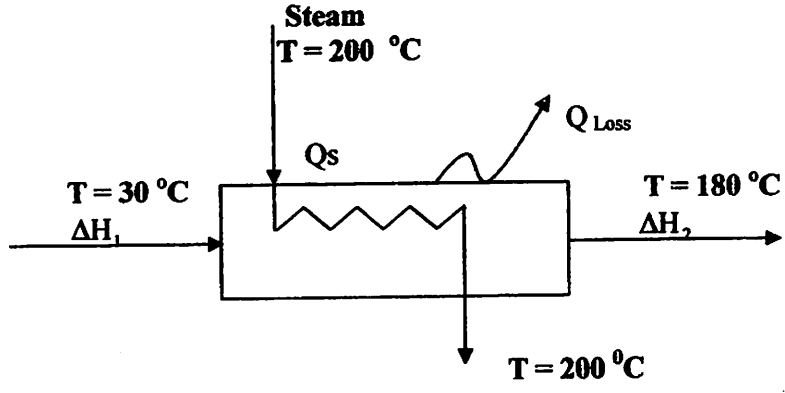
$\Delta H_2$ = panas bahan baku butana keluar

$Q_{Loss}$ = panas yang hilang

**Tabel 4.1 Neraca Panas pada heater (E-113)**

| Masuk (kkal) | | Keluar (kkal) | |
|---|---|---|---|
| ΔH1 = | 37772.37 | ΔH2 = | 1488944.37 |
| Qs = | 1453060.61 | $Q_{loss}$ = | 1888.62 |
| **Total=** | **1490832.99** | **Total=** | **1490832.99** |

2. **HEATER ( E-116 )**




Fungsi : memanaskan udara pada suhu 180 °C

$\Delta H_1 + Q_s = \Delta H_2 + Q_{Loss}$

dimana :

$\Delta H_1$ = panas udara masuk

$Q_s$ = panas steam masuk

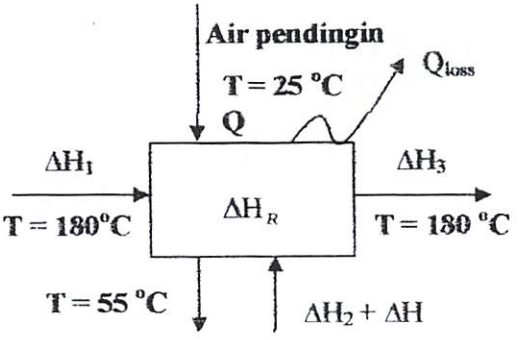
$\Delta H_2$ = panas udara keluar

$Q_{Loss}$ = panas yang hilang

**Tabel 4.2 Neraca Panas pada heater (E-116)**

| Masuk (kkal) | | Keluar (kkal) | |
|---|---|---|---|
| ΔH1 = | 100821.41 | ΔH2 = | 3169089.83 |
| Qs = | 3073309.50 | $Q_{loss}$ = | 5041.07 |
| **Total=** | **3174130.90** | **Total=** | **3174130.90** |

## 3. REAKTOR ( R-110 )




Fungsi : tempat terjadinya reaksi oksidasi butana menjadi asam asetat

Neraca panas total :

$\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H + (-\sum \Delta H_R) = \Delta H_3 + Q_{Loss} + Q$

Dimana:

$\Delta H_1$ : panas bahan baku butana masuk

$\Delta H_2$ : panas udara masuk

$\Delta H$ : panas katalis manganese asetat masuk

$\Delta H_R$ : *panas reaksi*

$\Delta H_3$ : panas produk keluar

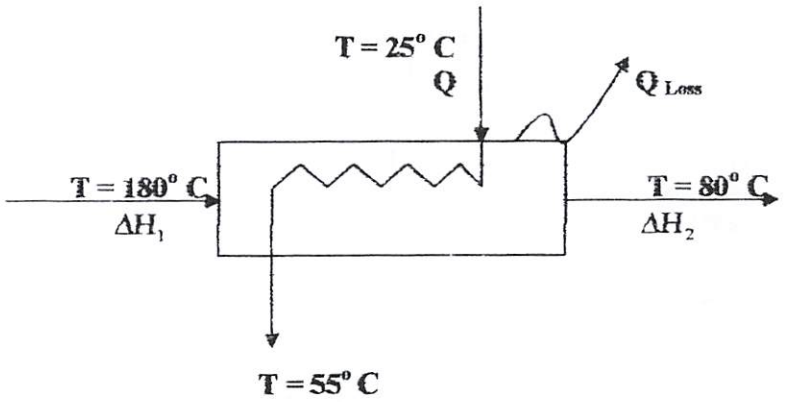
$Q_{Loss}$ : panas yang hilang

Q : panas yang diserap air pendingin

**Tabel 4.2 Neraca Panas pada reaktor (R-110)**

| Masuk (kkal) | | Keluar (kkal) | |
|---|---|---|---|
| $\Delta H_1$ = | 1488944.37 | $\Delta H_3$ = | 4106618.04 |
| $\Delta H_2$ = | 3169089.83 | $Q_{loss}$ = | 236325.67 |
| $\Delta H$ = | 68479.27 | Q = | 51979002.46 |
| $-\sum \Delta H_R$ = | 51595432.70 | | |
| **Total =** | **56321946.18** | **Total=** | **56321946.18** |

## 4. KONDENSOR (E121)




Neraca panas total :

$\Delta H_1 + Q_{laten} = \Delta H_2 + Q + Q_{Loss}$

dimana :

$\Delta H_1$ : panas yang terkandung bahan masuk

$Q_{laten}$ : panas penguapan bahan masuk

$\Delta H_2$ : panas yang terkandung bahan keluar

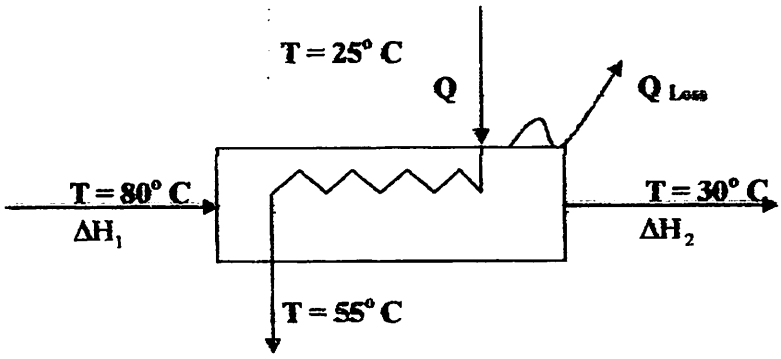
$Q_{Loss}$ : panas yang hilang

Q : panas yang diserap air pendingin

**Tabel 4.4 Neraca panas pada kondensor (E-121)**

| Masuk (kkal) | | | Keluar (kkal) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $\Delta H_1$ | = | 4106618.04 | $\Delta H_2$ | = | 1901209.14 |
| | | | Qloss | = | 205330.90 |
| | | | Q | = | 2000078.00 |
| **Total** | = | **4106618.04** | **Total** | = | **4106618.04** |

**5. COOLER ( E-123 )**




Fungsi : menurunkan suhu bahan sebelum masuk decanter

Neraca panas total :

$\Delta H_1 = \Delta H_2 + Q + Q_{Loss}$

dimana :

$\Delta H_1$ : panas yang terkandung bahan masuk

$\Delta H_2$ : panas yang terkandung bahan keluar

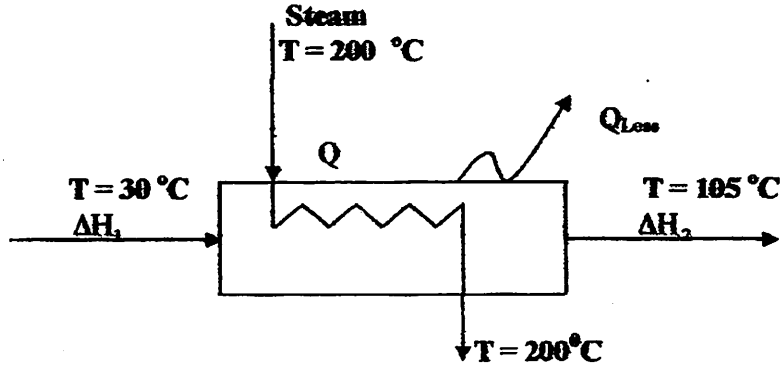
$Q_{Loss}$ : panas yang hilang

Q : panas yang diserap air pendingin

***Tabel 4.5 Neraca panas pada cooler (E-123)***

| Masuk (kkal) | | | Keluar (kkal) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $\Delta H_1$ | = | 1011065.20 | $\Delta H_2$ | = | 89917.40 |
| | | | $Q_{loss}$ | = | 50553.26 |
| | | | Q | = | 870594.54 |
| **Total** | = | **1011065.20** | **Total** | = | **1011065.20** |

**6. HEATER ( E-127 )**



Fungsi: memanaskan bahan sebelum masuk destilasi I

Neraca panas total:

$\Delta H_1 + Q_s = \Delta H_2 + Q_{Loss}$

dimana :

$\Delta H_1$ = panas bahan masuk

$Q_s$ = panas steam masuk

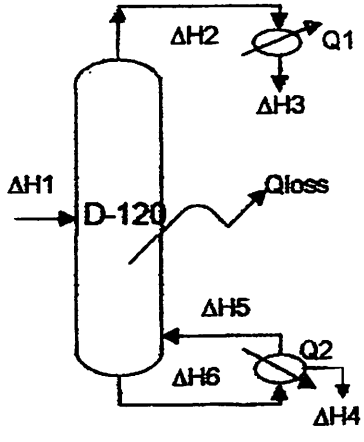
$\Delta H_2$ = panas bahan keluar

$Q_{Loss}$ = panas yang hilang

**Tabel 4.6 Neraca panas pada heater (E-127)**

| NERACA PANAS HEATER | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Masuk (kkal)** | | | **Keluar (kkal)** | | |
| $\Delta H_1$ | = | 87706.27 | $\Delta H_2$ | = | 1451415.42 |
| Qs | = | 1368094.45 | $Q_{loss}$ | = | 4385.31 |
| **Total** | = | **1455800.73** | **Total** | = | **1455800.73** |

**7. Destilasi I (D-120)**




Fungsi : memisahkan asetaldehid dari campuran bahan

Neraca panas total:

$\Delta H_1 + Q_2 = \Delta H_3 + \Delta H_4 + Q_1 + Q_{loss}$

dimana :

$\Delta H_1$ = panas bahan masuk

$Q_2$ = panas disekitar reboiler

$\Delta H_3$ = panas destilat keluar

$\Delta H_4$ = panas liquid pada botom keluar

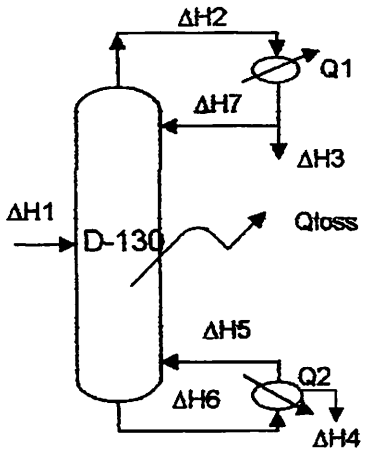
$Q_1$ = panas disekitar kondensor

$Q_{Loss}$ = panas yang hilang

***Tabbel 4.7 Neraca panas pada destilasi I (D -120)***

| Masuk (kkal) | | | Keluar (kkal) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $\Delta H_1$ | = | 1451464.65 | $\Delta H_3$ | = | 13995.27 |
| $Q_2$ | = | 260152.63 | $\Delta H_4$ | = | 1582213.91 |
| | | | $Q_1$ | = | 102400.46 |
| | | | $Q_{loss}$ | = | 13007.63 |
| **Total** | = | **1711617.28** | **Total** | = | **1711617.28** |

**8. Destilasi II (D-130)**




Fungsi : memisahkan air dari asam aseta

Neraca panas total:

$\Delta H_1 + Q_2 = \Delta H_3 + \Delta H_4 + Q_1 + Q_{loss}$

dimana :

$\Delta H_1$ = panas bahan masuk

$Q_2$ = panas disekitar reboiler

$\Delta H_3$ = panas destilat keluar

$\Delta H_4$ = panas liquid pada botom keluar

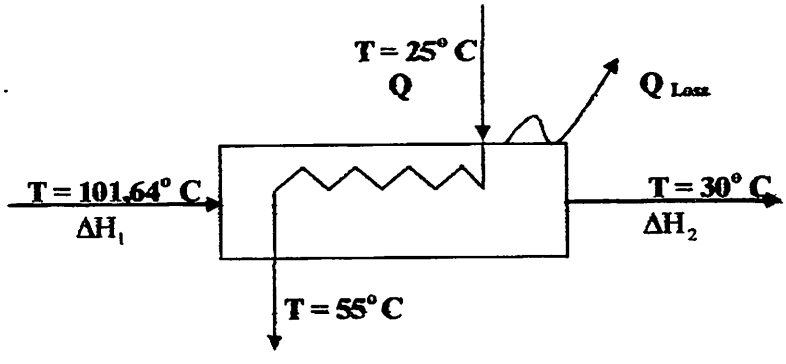
$Q_1$ = panas disekitar kondensor

$Q_{Loss}$ = panas yang hilang

**Tabel 4.8 Neraca panas pada destilasi II (D -130)**

| Masuk (kkal) | | | Keluar (kkal) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $\Delta H_1$ | = | 1582213.91 | $\Delta H_3$ | = | 330125.52 |
| $Q_2$ | = | 8978916.59 | $\Delta H_4$ | = | 1333554.65 |
| | | | $Q_1$ | = | 8448504.50 |
| | | | $Q_{loss}$ | = | 448945.83 |
| **Total** | = | **10561130.50** | **Total** | = | **10561130.50** |

**9. Neraca panas pada cooler (E-137A)**




Fungsi : menurunkan suhu destilat yang keluar dari destilasi II

Neraca panas di cooler :

$\Delta H_1 = \Delta H_2 + Q + Q_{Loss}$

dimana

$\Delta H_1$ : panas yang terkandung bahan masuk

$\Delta H_2$ : panas yang terkandung bahan keluar

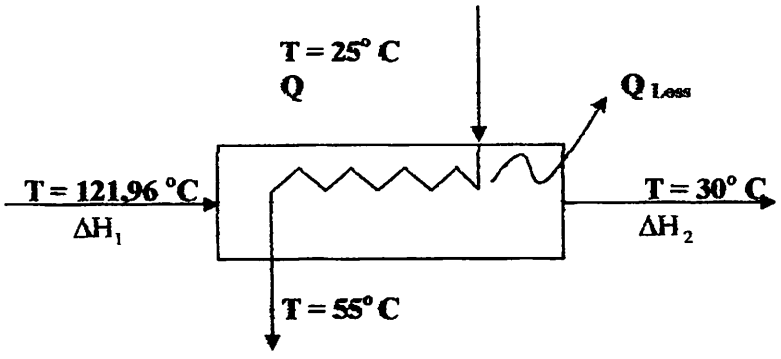
$Q_{Loss}$ : panas yang hilang

Q : panas yang diserap air pendingin

**Tabel 4.9 Neraca panas pada cooler (E -137A)**

| Masuk (kkal) | | | Keluar (kkal) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $\Delta H_1$ | = | 330125.52 | $\Delta H_2$ | = | 21317.85 |
| | | | Q | = | 292301.40 |
| | | | $Q_{loss}$ | = | 16506.28 |
| **Total** | = | **330125.52** | **Total** | = | **330125.52** |

**10. Neraca panas pada cooler (E-137B)**




Fungsi : menurunkan suhu liquid pada produk bawah yang keluar dari destilasi II

Neraca panas di cooler :

$\Delta H_1 = \Delta H_2 + Q + Q_{Loss}$

dimana

$\Delta H_1$ : panas yang terkandung bahan masuk

$\Delta H_2$ : panas yang terkandung bahan keluar

$Q_{Loss}$ : panas yang hilang

Q : panas yang diserap air pendingin

**Tabel 4.10 Neraca panas pada cooler (E -137B)**

| Masuk (kkal) | | | Keluar (kkal) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $\Delta H_1$ | = | 1333554.65 | $\Delta H_2$ | = | 65341.41 |
| | | | Q | = | 1201535.52 |
| | | | Qloss | = | 66677.73 |
| **Total** | = | **1333554.65** | **Total** | = | **1333554.65** |

# BAB V

# SPESIFIKASI PERALATAN

## 1. TANGKI PENYIMPAN BAHAN BAKU (F-111)

Nama alat : Tangki penyimpan bahan baku butana

Fungsi : Menyimpan bahan baku dalam kondisi cair dalam waktu tertentu.

Type : Silinder horisontal

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 2990 $m^3$

Ukuran : di = 8.2996 m

$P_i$ = 3 atm = 44.1 psia

*ts* = 3/4 *in*

Bahan : Carbon Steel SA 283 Grade C

## 2. POMPA PISTON (L-112)

Nama Alat : Pompa

Fungsi : Untuk mengalirkan n-butana cair dari tangki penyimpanan menuju ke reaktor

Type : piston

Bahan Konstruksi : Commersial Steel

Kapasitas : 1.089,383 gpm

Ukuran pipa : 8 in Sch 80

Daya : 53 Hp

## 3. HEATER (E-113)

Nama : heater

*Fungsi* : *memanaskan butana cair dari suhu 30 $^0$C menjadi 180 $^0$C.*

Type : shell and tube heat exchanger

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi: High Alloy Steel SA 240 grade M tipe 316

Kapasitas Shel :28571,11 lb/jam

Kapasitas Tube : 6914,26 lb/jam

Diameter luar tube (do) : 0,69 in

Diameter dalam tube ( di ) : 2,067 in

Diameter dalam shell (IDS) : 2,375 in

Diameter luar shell (dos) : 2,4 in

**4. KOMPRESOR UDARA (H-115)**

Nama : Kompresor udara

Kode : H-115

Type : *Sentrifugal Kompresor*

Fungsi : Menaikkan tekanan udara sebelum masuk ke dalam reaktor

Jumlah : 1

Kapasitas : 95073,54 $ft^3$/ jam

Inlet pressure : 1 atm

Outlet pressure : 50 atm

Power : 10781 hp

Bahan konstruksi : Carbon steel

**5. HEATER (E-116)**

Nama : heater

Fungsi : untuk memanaskan udara dari suhu $30^0C$ menjadi suhu $180^0C$

Type : shell and tube heat exchanger

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 240 grade M tipe 316

Kapasitas Shell : 183850,2823 lb/jam

Kapasitas Tube : 6914,26 lb/jam

Diameter luar tube (do) : 0,54 in

*Diameter dalam tube ( di )* : 0,364 in

Diameter dalam shell (IDS) : 10 in

Diameter luar shell (dos) : 0,134 in

Jumlah tube (Nt) : 54 buah

Luas permukaan tube (a') : 0,182 $in^2$

Pitch ($P_T$) : 1 in

**6. REAKTOR (R-110)**

Fungsi : Sebagai tempat terjadinya reaksi antara butana cair dan udara dengan bantuan katalis mangan asetat.

Jumlah : 1 buah

Bentuk : Bejana tegak dengan bagian – bagian:

- Badan ( shell ) berbentuk silinder
- Tutup atas dan bawah berbentuk standard dished head

Bagian Silinder:

– Bahan = SA 240 Grade M Type 316

– do = 240 in.

– di = 234 in.

– ts = 3 in.

Bagian Tutup :

- Tutup = standard dished head
- th = 54,655 in.
- L = *64,236 ft*

**7. KONDENSOR (E-121)**

Nama : kondensor

Fungsi : untuk mengubah fase gas menjadi cair dan menurunkan suhunya dari 180 $^0$C menjadi suhu 80$^0$C.

Type : shell and tube heat exchanger

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 240 grade M tipe 316

Diameter luar tube (do) : 0,75 in

Diameter dalam tube ( di ) : 0,482 in

Panjang tube (l) : 12 ft

Jumlah tube (Nt) : 171 buah

Luas permukaan tube (a') : 0,421 in$^2$

*Pitch* ($P_T$) : *1 in*

Diameter dalam shell (IDS) : 15,25 in

Baffle Space (B) : 12 in

**8. FLASH DRUM (F-122)**

Fungsi : Memisahkan gas produk yang terkondensasi dengan yang tidak terkondensasi.

Tipe : Silinder tegak dengan tutup atas dan bawah berbentuk standard dished.

| | | | |
|---|---|---|---|
| do | = 32 in. | di | = 31,737 in. |
| icr | = 2 in. | r | = 30 in. |
| sf | = 1,5 in. | Ls | = 47,875 in. |
| ts | = 3/8 in. | ta = tb | = 5/8 in. |
| ha = hb | = 7,154 in. | | |

**9. COOLER (E-123)**

Nama = cooler

Fungsi = Menurunkan suhu bahan keluar dsri flash drum menuju decanter

Type = shell and tube heat exchanger

Jumlah = 1 buah

Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA 240 grade M tipe 316

Diameter luar tube (do) = 0,75 in

Diameter dalam tube ( di ) = 0,482 in

Panjang tube (l) = 12 ft

Jumlah tube (Nt) = 171 buah

Luas permukaan tube (a') = 0,421 $in^2$

Pitch ($P_T$) = 1 in

Diameter dalam shell (IDS) = 15,25 in

Baffle Space (B) = 12 in

**10. POMPA SENTRIFUGAL (L-124)**

Nama Alat : Pompa

Fungsi : Untuk mengalirkan produk dari cooler menuju ke decanter

Type : Centrifugal

Bahan Konstruksi : Commersial Steel

Kapasitas : 1.089,383 gpm

Ukuran pipa : 8 in Sch 80

Daya : 49 Hp

**11. DECANTER (D-125)**

Nama alat : Decanter

Fungsi : Untuk memisahkan campuran berdasarkan berat jenisnya.

Type : Silinder horisontal

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 2170,725 $ft^3$

Ukuran : di = 16,067 ft

$P_1$ = 8 atm = = 117,6 psia

ts = 13/8 in

Bahan : Carbon Steel SA 283 Grade C

**12. HEATER (E-127)**

Nama = heater

Fungsi = untuk memanaskan udara dari suhu 30°C menjadi suhu 105°C.

Type = *shell and tube heat exchanger*

Jumlah = 1 buah

Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA 240 grade M tipe 316

Kapasitas Shell = 66956,833 lb/jam

Kapasitas Tube = 6509,85 lb/jam

Diameter luar tube (do) = 1,05 in

Diameter dalam tube ( di ) = 0,824 in

Diameter dalam shell (IDS) = 12 in

Diameter luar shell (dos) =0,75 in

Jumlah tube (Nt) = 65 buah

Luas permukaan tube (a') = 0,223 $in^2$

Pitch ($P_T$) = 1 in

**13. DESTILASI I (D-120)**

Nama alat : Destilasi I

Fungsi : Memisahkan asetaldehid dari campuran produk

Type : Silinder vertikal

Jumlah : 1 buah

*Ukuran* :

1. Silinder
   - Diameter dalam :83,6250 in
   - Diameter luar : 84 inch
   - *Tinggi : 768 inch*
   - Tebal : 3/16 inch
   - Bahan konstruksi : Carbon Steel SA 135 Grade B

2. Tutup atas dan tutup bawah
   - Tinggi :13,37330 inch
   - Tebal : 3/16 inch
   - Bahan konstruksi : Carbon Steel SA 135 Grade B
3. Tray
   - Jumlah tray :17 Carbon Steel SA 135 Grade B
   - Tray spacing :15
   - Susunan pitch : segitiga
   - Bahan konstruksi : Carbon Steel SA 135 Grade B

**14. DESTILASI II (D-130)**

Nama alat : Destilasi II

Fungsi : Memisahkan air dari campuran produk

Type : Silinder vertikal

Jumlah : 1 buah

Ukuran :

1. Silinder
   - *Diameter dalam : 155.625 in*
   - Diameter luar : 156 in
   - Tinggi : 17,5 ft = 384 in
   - Tebal : 3/16 in
   - *Bahan konstruksi : Carbon Steel SA 135 Grade B*
2. Tutup atas dan tutup bawah
   - Tinggi : 26,0467 in
   - Tebal : 3/16 in
   - *Bahan konstruksi ; Carbon Steel SA 135 Grade B*
3. Tray
   - Jumlah tray : 16
   - Tray spacing : 18 inch
   - *Susunan pitch : segitiga*
   - Bahan konstruksi : Carbon Steel SA 135 Grade B

**15. COOLER (E-131)**

Nama = cooler

Type = shell and tube heat exchanger

Jumlah = 1 buah

Bahan konstruksi = *High Alloy Steel SA 240 grade M tipe 316*

Diameter luar tube (do) = 0,75 in

Diameter dalam tube ( di ) = 0,482 in

Panjang tube (l) = 12 ft

Jumlah tube (Nt) = 171 buah

Luas permukaan tube (a') = 0,421 $in^2$

Pitch ($P_T$) = 1 in

Diameter dalam shell (IDS) = 15,25 in

Baffle Space (B) = 12 in

**16. REBOILER (E-132)**

Nama = reboiler

Fungsi = mengubah liquid menjadi uap untuk kemudian masuk kembali ke dalam kolom destilasi I.

Type = shell and tube heat exchanger

Jumlah = 1 buah

Bahan konstruksi = Carbon Steel

Diameter luar tube (do) = 0,75 in

Diameter dalam tube ( di ) = 0,62 in

Panjang tube (l) = 12 ft

Jumlah tube (Nt) = 61 buah

Luas permukaan tube (a') = 0,302 $in^2$

Pitch ($P_T$) = 1 in

Diameter dalam shell (IDS) = 10 in

Baffle Space (B) = 12 in

**17. POMPA SENTRIFUGAL (L-133)**

Nama Alat : Pompa

Fungsi : Untuk mengalirkan campuran dari reboiler destilasi I menuju ke destilasi II

Type : Centrifugal

Bahan Konstruksi : Commersial Steel

Kapasitas : 84,252 gpm

Ukuran pipa : 2 in Sch 80

Daya : 11 Hp

**18. REBOILER (E-134)**

Nama = reboiler

Fungsi = mengubah liquid menjadi uap untuk kemudian masuk kembali ke dalam kolom destilasi II.

Type = shell and tube heat exchanger

Jumlah = 1 buah

Bahan konstruksi = Carbon Steel

Diameter luar tube (do) = 0,75 in

Diameter dalam tube ( di ) = 0,62 in

Panjang tube (l) = 12 ft

Jumlah tube (Nt) = 61 buah

Luas permukaan tube (a') = 0,302 $in^2$

Pitch ($P_T$) = 1 in

Diameter dalam shell (IDS) = 10 in

Baffle Space (B) = 12 in

**19. POMPA SENTRIFUGAL (L-135)**

Nama Alat : Pompa

Fungsi : Untuk mengalirkan campuran dari reboiler destilasi II menuju ke cooler.

Type : Centrifugal

Bahan Konstruksi : Commersial Steel

Kapasitas : 102,539 gpm

Ukuran pipa : 2 in Sch 80

Daya : 8,5 Hp

**20. CONDENSOR (E-136)**

Nama = condensor

Fungsi = untuk menurunkan suhu temperatur dari 101$^0$C menjadi suhu 30$^0$C

Type = shell and tube heat exchanger

Jumlah = 1 buah

Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA 240 grade M tipe 316

Diameter luar tube (do) = 0,75 in

Diameter dalam tube ( di ) = 0,482 in

Panjang tube (l) = 12 ft

*Jumlah tube (Nt)* = *171 buah*

Luas permukaan tube (a') = 0,421 $in^2$

Pitch ($P_T$) = 1 in

Diameter dalam shell (IDS) = 15,25 in

Baffle Space (B) = 12 in

**21. COOLER (E-137 A)**

Nama = cooler

Type = shell and tube heat exchanger

Jumlah = 1 buah

Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA 240 grade M tipe 316

Diameter luar tube (do) = 0,75 in

Diameter dalam tube ( di ) = 0,482 in

Panjang tube (l) = 12 ft

*Jumlah tube (Nt)* = *171 buah*

Luas permukaan tube (a') = 0,421 $in^2$

Pitch ($P_T$) = 1 in

Diameter dalam shell (IDS) = 15,25 in

Baffle Space (B) = 12 in

**22. COOLER (E-137 B)**

Nama = cooler

Fungsi = menurunkan suhu temperatur dari 101,64$^0$C menjadi suhu 30$^0$C.

Type = shell and tube heat exchanger

Jumlah = 1 buah

Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA 240 grade M tipe 316

Diameter luar tube (do) = 0,75 in

Diameter dalam tube ( di ) = 0,482 in

| | |
|---|---|
| Panjang tube (l) | = 12 ft |
| Jumlah tube (Nt) | = 171 buah |
| Luas permukaan tube (a') | = 0,421 $in^2$ |
| Pitch ($P_T$) | = 1 in |
| Diameter dalam shell (IDS) | = 15,25 in |
| Baffle Space (B) | = 12 in |

***23. TANGKI PENAMPUNG PRODUK (F-138)***

| | |
|---|---|
| Nama Alat | : Tangki penampung Asam Asetat |
| Fungsi | : menampung asam asetat dari kolom distilasi II |
| Type | :silinder tegak dengan tutup atas datar dan tutup bawah standard dishead |
| Bahan Konstruksi | : Steanless Steel SA-240 grade M, type 316 |
| Kapasitas | : 1027,99 $ft^3$ |
| Ukuran | : |

do = 114 in

di = 113,625 in

ts = 3/16 in

Ls = 168,0975 in

tha = 3/16 in

ha = 19,2 in

Jumlah = 1 buah

# BAB VI

# PERANCANGAN ALAT UTAMA REAKTOR

Nama alat : Reaktor ( R – 110 )

Fungsi : Sebagai tempat terjadinya reaksi antara butana cair dan udara dengan bantuan katalis mangan asetat.

Jumlah : 1 buah

Bentuk : Bejana tegak dengan bagian – bagian:

- Badan ( shell ) berbentuk silinder
- Tutup atas dan bawah berbentuk standard dished head

Perlengkapan : Coil pendingin ( karena reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermis dan beroperasi pada suhu 180 $^0$C )

Kondisi Operasi :
- Temperatur : 180 $^0$C = 453,15 $^0$K
- Tekanan : 50 atm = 5066250 Pa
- Fase : gas
- $\rho_{campuran}$ : 37,4710 lb/ft$^3$
- rate aliran ( M ) : 148.487,2 Kg/jam
- Konversi : 95 %

Bahan yang digunakan : SA 240 Grade M Type 316 dari Brownell & Young, hal. 342,

f = 18750

E = 1

C = 3/16

Waktu tinggal = 4 jam

**1. Rancangan Dimensi Reaktor**

## 1.1. Menentukan Volume Actual Reaktor

Bahan masuk : 148.487,2 kg/jam = 327.354,88 lb/jam

ρ campuran : 37,4710 lb/ft$^3$

$$\text{Rate volumetrik} = \frac{\text{massa bahan masuk}}{\rho \text{ campuran}}$$

$$= \frac{327.354,88 \text{ lb/jam}}{37,4710 \text{ lb/ft}^3} = 8.736,219 \text{ ft}^3\text{/jam}$$

Volume bahan = rate volumetrik x waktu tinggal

= 8.736,219 ft$^3$/jam x 4 jam

= 34.944,876 ft$^3$

Bahan menempati 80 % volume tangki, maka :

$$\text{Volume actual tangki} = \frac{34.944,876}{0,8}$$

= 43.681,095 ft$^3$

**1..2** ***Menentukan dimensi Tangki***

Tangki berupa silinder tegak dengan tutup atas dan bawah berbentuk standar dish head digunakan dimensi Hs/ID = 1,5

$$\text{Volume silinder (Vs)} = \frac{\eta}{4} x DI^2 x Hs \qquad \text{dimana Hs = 1,5 DI}$$

Volume total = Vs + 2 V dish

$$34944,876 = 1,1775 \text{ DI}^3 + 0,169 \text{DI}^3$$

DI = 29,61 ft

= 355,32 in

**Perhitungan tinggi liquid dalam silinder**

Vdish = 0,0845 ID$^3$

$=2193,67\ ft^3$

Volume bahan dalam silinder (V1) = volume bahan – volume dalam tutup bawah

$= 34944,876 - 2193,67$

$= 32751,206\ ft^3$

Tinggi larutan dalam tangki (Hl)

$$Hls = \frac{Vls}{\eta / 4xDI^2}$$

$$= \frac{32751,206x4}{3,14x29,61^2} = 47,586\ ft$$

Menentukan P design ( Pi )

Tekanan dalam reaktor = 50 atm = 735 psi

$$P_{hidrostatik} = \frac{\rho_{feed\ campuran} \times (H-1)}{144}$$

$$= \frac{37,4710 \times (6-1)}{144}$$

$= 1,301$ psi

$P_{design}$ ( Pi ) $= ( P_{hidrostatik} + P_{design} ) - 14,7$

$= ( 1,301 + 735 ) - 14,7$

$= 721,601$ psi

Untuk bahan SA 240 Grade M Type 316 dari Brownell & Young, hal. 342, didapatkan :

f = 18750

E = 1

C = 3/16

**c. Tebal silinder**

$$ts = \frac{pxDI}{2(fE + 0,6P)} + C$$

$$= \frac{721,601x355,32}{2(18750x0,8 + 0,6x23,86)} + 0,125$$

= 6,8 in

Tebal standart = 3 in

**d.DO ( Outside Diameter)**

DO = ID +2 ts

=355,32 + 2 x 3

= 361,32 in

DO Standart =240 in

DI standart = DO standart – 2ts

= 240 - 2(3)

= 234 in

Hs = 1,5 x 234 = 351 in =29,25 ft

**Menghitung dimensi tebal tutup**

Dari table 5.7 (brownel % young ) dengan DO = 240 in dan ts = 3 in

Didaptkan r = 180

$$Icr = 14\frac{7}{16}$$

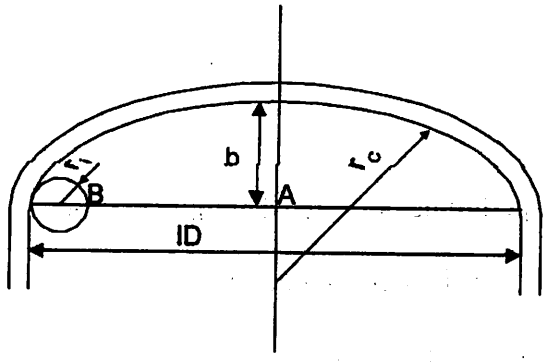
$$tha = \frac{0,885xpdxr}{fxE - 0,1pd} + C$$

$$= \frac{0,885x14,7x180}{18.750x0,8 - 0,1x14,7}$$

= 1,563 in

Tha ( standart) =1 5/8 in

**Menghitung tinggi tutup**




Dari table 5.6 brownel &young hal 88 untuk OD = 240 ts = 3 in

Sf = 3 in

Icr = 14 7/16 in

a = DI/2 = 117

AB = DI standar/2 – icr

= 117 – 14,4375 = 102,5625 in

BC = r – icr

= 180 – 14,4375 = 165,5625 in

Sf = 3

$b = r - ((BC)^2 - (AB)^2)^{0,5}$

$= 180 - ((165,5625)^2 - (102,5625)^2)^{0,5}$

= 50,03

Tinggi tutup atas = tinggi tutup bawah = tha + b + sf

= 1 5/8 +50,03 + 3

= 54,655 in = 4,55 ft

Tinggi bahan dalam tangki (H)

H = tinggi bahan dalam silinder + tinggi bahan dalam tutup bawah

= 47,586 + 4,55

=52,136 ft

Tinggi total tangki dengan memperhitungkan ketebalan tutup bawah

Tinggi total tangki = h tutup atas + h silinder + h tutup bawah + sf

= 4,55 + 52,136 + 4,55 + 3

= 64,236 ft

**Kesimpulan Dimensi Reaktor :**

Bagian Silinder:

- Bahan = SA 240 Grade M Type 316
- do = 240 in.
- di = 234 in.
- ts = 3 in.

Bagian Tutup :

- Tutup = standard dished head
- Tutup atas = tutup bawah
- th = 4,55 ft = 54,655 in.
- H = 52,136 ft = 625,632 in
- H total = 64,236 ft

**2. Perhitungan Nozzel**

Dalam perencanaan reaktor ini, nozzle-nozzle yang digunakan adalah:

a. Nozzle untuk pemasukan bahan kedalam reaktor.

b. Nozzle untuk pengeluaran produk.

c. Nozzle untuk pemasukan pendingin.

d. Nozzle untuk pengeluaran pendingin.

**a. Nozzle untuk pemasukan bahan kedalam reaktor**

Bahan masuk : 148.487,2 kg/jam = 327.354,88 lb/jam

ρ campuran : 37,4710 lb/ft$^3$

$$\text{Rate volumetrik umpan} = \frac{327.354{,}88 \text{ lb/ jam}}{37{,}4710 \text{ lb/ft}^3}$$

$$= 8736{,}219 \text{ ft}^3\text{/ jam}$$

$$= 2{,}427 \text{ ft}^3\text{/ detik}$$

Dari Peters Timmerhauss pers. 15, hal.496 didapatkan Di optimal

$$\text{Di optimal} = 3{,}9\,(Q)^{0,45}\,(\rho)^{0,13}$$

$$= 3{,}9\,(2{,}427)^{0,45}\,(37{,}4710)^{0,13}$$

$$= 9{,}309 \text{ in}$$

Dari Geankoplis appendix A.5. maka dipilih pipa 2,5 in Sch. 40.

OD = 2,875 in.

ID = 2,469 in.

t = 0,203 in

**b. Nozzle untuk pengeluaran produk**

Bahan keluar = 148,487,2 kg/jam = 327.354,88 lb/jam

Densitas campuran ( ρ ) = 37,4710 lb/ft$^3$

Rate volumetrik umpan $= \dfrac{327.354,88 \text{ lb/ jam}}{37,4710 \text{ lb/ft}^3}$

$= 8736,219 \text{ ft}^3\text{/ jam}$

$= 2,427 \text{ ft}^3\text{/ detik}$

Dari Peters Timmerhauss pers. 15. hal.496 didapatkan Di optimal

Di optimal $= 3,9 \, (Q)^{0,45} \, (\rho)^{0,13}$

$= 3,9 \, (2,427)^{0,45} \, (37,4710)^{0,13}$

$= 9,309$ in

Dari Geankoplis appendix A.5. maka dipilih pipa 2,5 in Sch. 40.

OD = 2,875 in.

ID = 2,469 in.

t = 0,203 in

**c. Nozzle untuk pendingin masuk ( air )**

- Rate air pendingin = 104325,9877 kg/jam = 229997,0725 lb/jam
- Densitas air = 62,22 lb/ft$^3$

Perhitungan :

$$\textit{Rate volumetrik } (Q) = \frac{\textit{airpendingin}}{\rho \ \textit{air}}$$

$$= \frac{327354,88 \, lb/jam}{62,22 \, lb/ft^3} = 61471,163 \, ft^3/jam$$

$= 17,075 \text{ ft}^3\text{/dt}$

Dari Peter & Timmerhausse fig. 14.2 hal. 498, didapatkan Di optimum :

Di opt $= 3,9 \, (Q)^{0,45} \, (\rho)^{0,13}$

$= 3,9 \, . \, (17,075)^{0,45} \, . \, (62,22)^{0,13}$

= 23,92 in

Dari Brownell & Young hal 390. maka dipilih pipa 24 in Sch. 40.

ID = 22,626 in.

OD = 24 in.

t = 0,587

**d. Nozzle untuk pendingin keluar ( air )**

- Rate air pendingin = 104325,9877 kg/jam = 229997,0725 lb/jam
- Densitas air = 62,22 lb/ft$^3$

Perhitungan :

$$\textit{Rate volumetrik } (Q) = \frac{\textit{Rate air pendingin masuk}}{\rho \ \textit{air}}$$

$$= \frac{3824735{,}782 \ lb/jam}{62{,}22 \ lb/ft^3} = 61471{,}163 \ ft^3/jam$$

= 17,075 ft$^3$/dt

Dari Peter & Timmerhausse fig. 14.2 hal. 498, didapatkan Di optimum :

Di opt = 3,9 $(Q)^{0,45}$ $(\rho)^{0,13}$

= 3,9 . $(17{,}075)^{0,45}$ . $(62{,}22)^{0,13}$

= 23,92 in

Dari Brownell & Young hal 390. maka dipilih pipa 24 in Sch. 40.

ID = 22,626 in.

OD = 24 in.

t = 0,587

Dari Brownell & Young hal 222, didapatkan dimensi flange untuk semua nozzle, dipilih flange standart type slip-on, dengan dimensi :

| Nozzle | NPS | A | T | R | E | L | B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | $1\frac{1}{4}$ | $4\frac{5}{8}$ | $\frac{5}{8}$ | $2\frac{1}{2}$ | $2\frac{5}{16}$ | $\frac{13}{16}$ | 1,72 |
| B | $1\frac{1}{4}$ | $4\frac{5}{8}$ | $\frac{5}{8}$ | $2\frac{1}{2}$ | $2\frac{5}{16}$ | $\frac{13}{16}$ | 1,72 |
| C | 24 | 11 | 1 | $8\frac{1}{2}$ | $7\frac{9}{16}$ | $1\frac{9}{16}$ | 6,72 |
| D | 24 | 32 | $1\frac{7}{8}$ | $27\frac{1}{4}$ | $26\frac{1}{8}$ | $3\frac{1}{4}$ | 24,19 |

**3. Perhitungan Penguat**

Untuk menentukan lubang maksimum tanpa penguat, dapat mengunakan persamaan Hesse dan Rouston, pers. 10.29, hal. 280:

$$K = \frac{P.Do}{2.t.f}$$

Dimana:

P = tekanan operasi = 721,601 psi

Do = diameter luar dinding shell = 240 in = 20 ft

t = tebal shell = 3 in.

f = stress yang diijinkan = 18750 psi.

$$K = \frac{721,601.(20)}{2.(3).(18750)}$$

$$= 0,128$$

Do x t = 240 x 3

= 720 $in^2$.

Dari Hesse, fig. 10.27, diperoleh bahwa lubang ( diameter maksimum ) = 5 in sehingga setiap lubang yang lebih besar dari 5 in memerlukan penguat.

**4. Perencanan Mekanis.**

Guna untuk mempermudah dalam perbaikan ataupun perawatan dari reaktor, maka tutup bejana reaktor dihubungkan dengan bagian shell dengan menggunakan sistem flange dan bolting.

**A. Flange.**

Dari apendiks D Brownell & Young, hal. 342, diperoleh:

Bahan = High – Alloy SA 240 grade M tipe 316.

Tensile streght minimum = 75.000 psi.

Allowable stress = 18.750 psi

Type flange = Ring Hange Loss Type.

**B. Bolting**

Bahan = High Alloy Steel SA 193 grade B8c tipe 347.

Tensile streght minimum = 75.000 psi.

Allowable stress = 15.000 psi.

**C. Gasket**

Bahan = Flat metal, jacketed, asbestos filled.

Gasket faktor ( m ) = 3,75 in.

Minimum design seating stress ( y ) = 9.000

Tebal = 1/ 16 in.

**4.1 Penentuan lebar gasket.**

Penentuan lebar gasket dengan mengunakan pers. 12.2, hal. 226, Brownell & Young didapatkan:

$$\frac{do}{di} = \sqrt{\frac{y - P.m}{y - P(m+1)}}$$

Dimana:

do = diameter luar gasket, in.

di = diameter dalam gasket, in.

P = internal pressure = 721,601 psi.

m = gasket faktor = 3,75 in.

y = yild stress = 9.000 psi.

maka:

$$\frac{do}{di} = \sqrt{\frac{9.000 - 721,601.3,75}{9.000 - 721,601(3,75+1)}} = 1,129$$

di = OD shell = 12 in.

Sehingga:

do = 12 x 1,129

= 13,548 in.

Lebar gasket minimum ( n ).

$$n = \frac{do - di}{2}$$

$$= \frac{13,548 - 12}{2} = 0,774$$

Diambil lebar gasket = 0,019 in.

Diameter rata-rata gasket ( G ) = 12 + 0,019

= 12,019 in. = 1,00158 ft.

**4.2. Perhitungan jumlah dan ukuran baut.**

a. Perhitungan beban baut.

Dari Brownel & Young, hal. 240, pers. 12.88 didapatkan:

Beban bolt tanpa internal pressure ( $W_{m2}$ ) = Hy = b . π . G . y

- Dari gambar 12.12, Brownell & Young, hal. 229 didapatkan:

  Lebar seating gasket dasar, bo = n/ 2.

  $$bo = \frac{0{,}019}{2} = 0{,}0095 \text{ in.}$$

  Untuk bo = ¼ maka b = bo.

  Sehingga:

  $$Hy = \pi . bo . G . y$$

  $$= \pi . ( 0{,}0095 ) . ( 12{,}019 ) . ( 9000 )$$

  $$= 3226{,}74 \text{ lb.}$$

- Beban karena internal pressure ( H ).

  Dengan menggunakan pers. 12.89, hal. 240, Brownell & Young;

  $$H = \frac{\pi . G^2 . P}{4}$$

  $$= \frac{\pi . (12{,}019)^2 . 721{,}601}{4}$$

  $$= 81828{,}08 \text{ lb.}$$

- Beban agar baut tidak bocor ( $H_p$ )

  $$H_p = 2 . bo . \pi . G . m . P$$

  $$= 2 . ( 0{,}0095 ) . \pi . ( 12{,}019 ) . ( 3{,}75 ) . ( 721{,}601 )$$

  $$= 1940{,}35 \text{ lb.}$$

- Total beban operasi ( $W_{m1}$ )

  $$W_{m1} = H_p + H$$

  $$= 1940{,}35 + 81828{,}08$$

$= 83765{,}42$ lb.

Jadi $W_{m1} > W_{m2}$, sehingga yang mengontrol adalah $W_{m1}$.

b. Perhitungan luas minimum bolting area.

Dengan menggunakan pers. 12.92, hal. 240, Brownell & Young,

$$A_m = \frac{W_{m1}}{fb}$$

$$= \frac{83765{,}42}{15000}$$

$$= 5{,}584 \text{ in}^2.$$

c. Perhitungan luas optimum bolting area.

Dari tabel 10.4, Brownell & Young dicoba ukuran bolt = 1 in, maka didapatkan bolt area = 0,551 $in^2$. Maka jumlah bolting optimum adalah:

$$\frac{A_{m1}}{\text{Root Area}} = \frac{5{,}584}{0{,}551} = 10{,}134 \text{ buah} \approx 11 \text{ buah.}$$

- Dari tabel 10.4,hal 188. Brownell & Young, didapatkan :

| | |
|---|---|
| *Ukuran bolt* | *= 1 in.* |
| Root area | = 0,551 in. |
| Bolt spacing | $= 2\frac{1}{4}$ in. |
| Minimum radial distance | $= 1\frac{3}{8}$ in. |
| Edge distance ( E ) | $= 1\frac{1}{16}$ in. |

- Bolt area diameter ( c )

C = ID shell + 2 ( 1,415 . go + R )

Dimana:

ID shell = 12 in.

go = ts = tebal shell = 3/ 16 in.

sehingga:

$$c = 12 + 2\left(1{,}415 \cdot 7/16 + 1\frac{3}{8}\right)$$

$$= 15{,}988 \text{ in.}$$

- Diameter luar flange

OD = bolt area diameter + 2E

$$= 15{,}988 + 2\left(1\frac{1}{16}\right)$$

$$= 18{,}113 \text{ in.}$$

- Lebar Flange

$$\text{Lebar flange} = \frac{OD_{flange} - OD_{Vessel}}{2}$$

$$= \frac{18{,}113 - 12}{2}$$

$$= 3{,}0565 \text{ in}$$

- Lebar Gasket

Lebar gasket = lebar flange – lebar baut – E

$$= 3{,}0565 \text{ in} - (0{,}551 \text{ in}) - \left(1\frac{1}{16} \text{ in}\right)$$

$$= 1{,}443 \text{ in}$$

- Lebar Gasket Minimum

Ab aktual = jumlah bolt × root area

$$= 11 \times 0{,}551 \text{ in}^2$$

$= 6{,}061 \text{ in}^2$

$$\text{Lebar flange} = \frac{Ab_{actual} \times A}{2 \times \pi \times y \times G}$$

$$= \frac{6{,}061 \times 15000}{2 \times \pi \times 9000 \times 12{,}019}$$

$= 0{,}1338 \text{ in} < 1{,}443$

jadi lebar gasket 1,443 in telah memenuhi.

**4.3. Perhitungan Moment**

- Untuk keadaan bolting up ( tanpa tekanan dalam ) pers. 12.94, hal. 242, Brownell & Young :

$$W = \frac{(A_{mt} + Ab) \times fa}{2}$$

$$= \frac{(5{,}584 + 6{,}061) \times 15000}{2}$$

$= 87337{,}5 \text{ lb}$

- Radial distance dari gasket load reaction to bolt circle ( $h_G$ ) adalah

$$h_G = \frac{1}{2} (C - G)$$

$$= \frac{1}{2} (15{,}988 - 12{,}019)$$

$= 3{,}969 \text{ in}$

- Moment flange ( Ma )

$Ma = W \times h_G$

$= 87337{,}5 \times 3{,}969$

$= 346642{,}54 \text{ Ib in}$

- Untuk keadaan moment pada kondisi operasi

$W = W_{m1} = 87337,5$

- Hydrostatik and force pada daerah dalam flange ( $H_D$ ) adalah :

$H_D = 0,785 \times B^2 \times P$

Dimana :

B = diameter luar shell = 12 in

P = tekanan operasi = 721,601 psig

Maka :

$H_D = 0,785 \times 12^2 \times 721,601$

$= 81569,78$ lb in

- Radial distance dari bolt circle ( $h_G$ ) pada $H_D$ adalah :

$$h_D = \frac{(C - B)}{2}$$

$$= \frac{(15,988 - 12)}{2}$$

$= 1,994$ in

- Moment ( $M_D$)

$M_D = H_D \times h_D$

$= 81569,78$ lb in $\times$ 1,994 in

$= 162650,14$ lb in

$H_G = W - H$

$= 87337,5 - 81828,08$

$= 5509,42$ lb

- Moment ( $M_G$)

$M_G = H_G \times h_G$

$= 990{,}31596 \text{ lb} \times 3{,}969 \text{ in}$

$= 3930{,}563 \text{ lb in}$

$H_T = H - H_D$

$= 81828{,}08 - 81569{,}78$

$= 258{,}3 \text{ lb}$

$$h_T = \frac{(h_D + h_G)}{2}$$

$$= \frac{(1{,}994 + 3{,}969)}{2}$$

$= 2{,}9815$

- Moment ( $M_T$)

$M_T = H_T \times h_T$

$= 258{,}3 \text{ lb} \times 2{,}9815 \text{ in}$

$= 770{,}12 \text{ lb in}$

Jadi total moment ( $M_O$ ) pada keadaan operasi

$M_O = M_G + M_T + M_D$

$= 3930{,}563 + 770{,}12 + 162650{,}14$

$= 167350{,}823 \text{ lb in}$

Karena $M_O < M_a$, maka $M_{max} = M_a = 346642{,}54$ lb in

**4.4. Perhitungan Tebal Flange**

Dari pers. 12.85, Brownell and Young, hal, 242 didapatkan:

$$t = \sqrt{\frac{y \times M_0}{f \times B}}$$

Dimana: K = A/B

A = diameter luar flange = 18,113 in

B = diameter luar shell = 12 in

Maka K $= \frac{18,113}{12}$

$= 1,509$

Dengan menggunakan fig. 12.22, hal 238 Brownell and Young dan harga K = 1,509 didapatkan harga y = 5

Jadi: $t = \sqrt{\frac{5 \times 167350,823}{15000 \times 12}}$

$= 2,156$ in

**Dari Hasil Perhitungan Diatas Dapat Disimpulkan:**

A . Bagian Flange

| | |
|---|---|
| Bahan | : High – Alloy SA 240 grade M tipe 316 |
| Tebal | = 2,156 in |
| OD | = 18,113 in |
| Type flange | : Ring Hange Loss Type |

B. Bagian Bolting

| | |
|---|---|
| Bahan | : Carbon Steel SA 193 Grade B8t |
| Ukuran | = 1 in |
| Jumlah | = 11 buah |
| Bolt circle diameter | = 15,988 in |
| Edge distance | $= 1\frac{1}{16}$ in |
| Minimum radial distance | $= 1\frac{3}{8}$ in |

a. Bagian Gasket

Bahan : Flat metal, jacketed, asbestos filled.

Tebal $= 1\frac{1}{16}$ in

Lebar = 1,443 in

**5. Sistem Penyangga (Supports)**

Sebagai penyangga digunakan sistem lugs, sehingga berlaku rumus:

$$P = \frac{4.Pw.(H-L)}{\pi.Dbc} - \frac{\Sigma W}{n}$$ *(pers. 10.76, hal197, Brownell and Young)*

Dimana:

Pw = Total beban permukaan karena angin

H = tinggi vessel dari pondasi

L = Jarak antara level dengan dasar pondasi

Dbc = Diameter

n = jumlah support

$\Sigma$ W = Total berat reaktor dengan aksesorisnya

P = Beban kompresi maksimum untuk tiap lugs

Dalam perencanaan ini pengaruh angin dapat diabaikan karena vessel terletak didalam ruangan, sehingga rumus diatas menjadi:

$$P = \frac{\Sigma W}{n}$$

Dimana:

n = jumlah lugs, dipakai 4 buah

**5.1. Menghitung Berat Total Reaktor**

**a. Berat Shell Reaktor ( $W_1$ )**

A = (6,28) x (12 in) x (6 in)

= 452,16 $in^2$ = 37,68 $ft^2$

Berat tutup atas :

$W_3$ = ( 37,68 $ft^2$ ) x ( 0,875/12 )ft x ( 489 $lb/ft^3$ )

$W_3$ = 1343,22 lb = 609,713 kg

**d. Berat gas dalam Reaktor ( $W_7$ )**

$W_4$ = m

m = berat gas dalam reaktor

= 148.487,2 Kg = 327354,88 lb.

Maka :

$W_4$ = 148.487,2 Kg = 327354,88 lb

**e. Berat pendingin**

$W_5$ = m

m = berat pendingin dalam reaktor

= 104325,9877 Kg = 229997,0725 lb.

Maka :

$W_5$ = 104325,9877 Kg = 229997,0725 lb.

Berat total ( $W_t$ )

$W_t$ = W1 + W2 + W3 + W4 + W5

= 551828,0745 lb + 1343,22 lb +1343,22 lb + 327354,88 lb + 229997,0725 lb

= 1111866,467 lb.

Dengan vaktor keamanan adalah 10 %, maka berat total beban penyangga

- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft$^3$

  (Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal. 3-95, stell cold drawn)

- I = crown radius (r) = 12 in = 1 ft

- h = tinggi tutup atas reactor ( ha ) = 6 in = 0,5 ft

Luas tutup atas :

A = (6,28) x (12 in) x ( 6 in)

= 452,16 in$^2$ = 37,68 ft$^2$

Berat tutup atas :

$W_2$ = ( 37,68 ft$^2$ ) x ( 0,875/12 )ft x ( 489 lb/ft$^3$ )

$W_2$ = 1343,22 lb = 609,713 kg

**c. Berat tutup bawah standart dished ( $W_3$ )**

Volume dinding shell adalah:

$W_3$ = A . t . $\rho$

A = 6,28 . I . h

Dimana :

- $W_d$ = berat tutup atas reactor, lb

- A = luas tutup atas standard dishead, ft$^2$

- t = tebal tutup atas (tha) = 7/8 in = 0,875 in

- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft$^3$

  (Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal. 3-95, stell cold drawn)

- I = crown radius (r) = 12 in = 1 ft

- h = tinggi tutup atas reactor ( ha ) = 6 in = 0,5 ft

Luas tutup atas :

$W_1 = \frac{\pi}{4}$ ( do – di ) H × $\rho$ *( Walas, pers 17.31 hal 566 )*

Tinggi silinder = 7 ft = 84 in

Diameter silinder (ID) = 11,125 in = 0,927 ft

Tebal tutup = 7/8 in = 0,875 ft

ρ High Alloy steel = 493,75 lb/ $ft^3$

= 0,2857 lb/$in^3$

Volume tutup = 0,000049 x $di^3$

= 0,000049 x $(11,125)^3$

= 0,0675 $in^3$

Berat tutup bawah dan atas ($W_1$)

$W_1 = \frac{\pi}{4}$ ( $do^2 - di^2$ ) H × $\rho$ *( Walas, pers 17.31 hal 566 )*

$W_1 = \frac{\pi}{4}$ ( $13,548^2 - 12^2$ ) 6 × 493,75

= 551828,0745 lb

= 250303,696 Kg

**b. Berat tutup atas standart dished ( $W_2$ )**

Volume dinding shell adalah:

$W_2$ = A . t . $\rho$

A = 6,28 . I . h

Dimana :

- $W_d$ = berat tutup atas reactor, lb
- A = luas tutup atas standard dishead, $ft^2$
- t = tebal tutup atas (tha) = 7/8 in = 0,875 in

$= (1,1) \times 1111866,467$ lb

$= 1223053,114$ lb

Jadi:

$$P = \frac{W_{max}}{n}$$

$$= \frac{1223053,114}{4} = \mathbf{305763,278\ lb = 138691,1655\ Kg.}$$

**7. Perancangan Kolom Penyangga**

Beban tiap kolom adalah 305763,278 lb, maka direncanakan jarak kolom dengan lantai ( I ) = 5ft

a. Menentukan tinggi kolom ( L )

Panjang kolom penyangga :

$L = 0,5\ H + I$

Dimana :

H = tinggi Reaktor = 64,236 ft = 770,832 in

$L = 0,5\ (64,236\ ft) + 5$

$= 37,118$ ft

$= 445,416$ in

b. Trial ukuran I beam

Ukuran I beam dicoba 12 in ukuran berat 20 × 6 1/4 in dengan beban beba 35 lb/ft.

Dari Brownell & Young, App. G, hal 355, didapatkan :

b = 6,250 in

h = 20 in

$Ay = 19{,}08\ in^2$

$r_{1-1} = 7{,}83$ in

Maka :

$$\frac{L}{r_{1-1}} = \frac{445{,}416}{7{,}83}$$

$= 56{,}886$

$Fc = 17000 - 0{,}485\ (L/r_{1-1})^2$

$= 17000 - 0{,}485\ (56{,}886)^2$

$= 15430\ lb/in^2$

$$\text{Luas ( A ) yang dibutuhkan} = \frac{305763{,}278}{15430}$$

$= 19{,}816\ in^2$

Karena A yang dibutuhkan < A yang tersedia, maka I beam dengan ukuran 20 in ,20 x 6 1/4 in beban 35 lb/ft telah memenuhi.

**8. Perencanaan Base Plate.**

a. Menentukan luas base plate

Perancangan :

Dibuat base palate dengan toleransi panjang adalah 5% dan toleransi lebar 20% ( Hesse,hal 16 )

Digunakan besi cor sebagai bahan kontrusi dari plate

Dasar perhitungan :

$$Abp = \frac{P}{fbp}$$

Dimana:

Abp = luas base plate, $in^2$.

P = beban tiap base plate = 305763,278 lb

fbp = stress yang diterima oleh pondasi yang terbuat dari beton.

= 600 lb/ $in^2$. *( Hesse, tabel 7.7, hal. 162 )*

Sehingga,

$$Abp = \frac{305763{,}278\ lb}{600\ lb/\ in^2}$$

$$= 509{,}605\ in^2.$$

b. Panjang dan lebar base plate

Rumus:

Abp = p x l

Dimana:

Abp = luas base plate = 509,605 $in^2$

p = panjang base plate, in = 2 m + 0,95 h.

l = lebar base plate, in = 2 n + 0,8 b.

diasumsikan m = n ( Hesse, hal 163 )

Dengan I beam 18 x 6 diperoleh:

h = 5 in.

b = 3,284 in.

Maka :

Abp = ( 2 m + 0,95 h ) x ( 2 n + 0,8 b )

509,605 = ( 2 m + 0,95 ( 5 ) ) x ( 2 n + 0,8 ( 3,284 ) )

509,605 = ( 2 m + 4,75 ) ( 2 m + 2,6272 )

$= 4\ m^2 + 14{,}7544\ m + 12{,}4792$

$0 = 4\ m^2 + 14{,}7544\ m - 93{,}7237$

Dengan menggunakan rumus abc, maka:

$$m_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$= \frac{-(14,7544) \pm \sqrt{(14,7544)^2 - 4(4)(-497,1258)}}{2(4)}$$

$$= \frac{-(14,7544) \pm 90,397}{8}$$

$$= 9,455$$

Sehingga :

Panjang base plate ( p ) $= 2m + 0,95h$

$= 2 ( 9,455 ) + 0,95 ( 5 )$

$= 23,66 \text{ in} \approx 24 \text{ in.}$

Lebar base plate $= 2n + 0,8b$

$= 2 ( 9,455 ) + 0,8 ( 3,284 )$

$= 21,537 \approx 22 \text{ in.}$

Dari perhitungan didapatkan panjang base plate 24 in dan lebar base plate 22 in, maka ditetapkan ukuran base plate yang digunakan adalah 24 × 22 dengan luas ( A ) = 528 $in^2$

Peninjauan terhadap m dan n

Panjang base plate ( P )

$P = 2 m + 0,95 h$

$12 = 2 m + ( 0,95 \times 10 )$

$m = 1,25$

Lebar base plate ( I )

$I = 2n + 0,8 b$

$10 = 2n + (0{,}8 \times 3{,}284)$

$n = 3{,}6864$

Karena harga m < n, maka tebal base plate dihitung berdasarkan harga n.

c. Tebal base plate

$$t = \sqrt{0{,}00015 . F . n^2}$$ *(Hesse, pers. 7.12, hal. 163)*

Dimana:

t = tebal base plate, in.

F = beban yang harus ditahan = 63721,76637 lb/ $in^2$.

n = 3,6864 in.

Sehingga,

$$t = \sqrt{0{,}00015 . F . n^2}$$

$$= \sqrt{0{,}00015 . (305763{,}278) . (9{,}686)^2}$$

$$= 2{,}596 \text{ in} \approx 3 \text{ in.}$$

Jadi digunakan tebal base plate = 3 in.

d. Menentukan ukuran baut.

p = Beban baut = 305763,278 lb.

n = Jumlah baut yang digunakan = 4 buah.

$P_{baut}$ = Beban tiap baut

$$\text{Beban tiap baut} = \frac{p}{n_{baut}} = \frac{305763{,}278}{4} = 76440{,}8195 \text{ lb.}$$

Menentukan luas baut ( $A_{baut}$ ) =

$$A_{baut} = \frac{P_{baut}}{f_{baut}}$$

Dimana:

$A_{baut}$ = luas baut

$P_{baut}$ = beban tiap baut = 76440,8195 lb.

$F_{baut}$ = stress maksimal tiap baut = 12000 lb/in$^2$

Maka,

$$A_{baut} = \frac{76440{,}8195\text{lb.}}{12.000\,\text{psi}}$$

$$= 6{,}37\ \text{in}^2.$$

$$A_{baut} = \frac{1}{4} \times \pi \times db^2$$

$$1{,}3275 = \frac{1}{4} \times 3{,}14 \times db^2$$

$$db = 2{,}85\ \text{in}$$

Dari Brownell & Young, tabel 10.4, hal. 188 diperoleh ukuran baut in dengan dimensi baut sebagai berikut :

- Ukuran baut = 3 in.
- Root area = 5,621 in.
- Bolt spacing min = 4 in
- Min radial distance = 3 5/8in.
- Edge distance ( E ) = $2\frac{7}{8}$ in.
- Nut dimention = $4\frac{5}{8}$ in.
- Max filled radius = 1 5/16 in.

**9. Menentukan dimensi lug dan Gusset**

**Perancangan lug dan Gusset :**

Digunakan 2 buah plat horizontal ( untuk lug ) dan 2 buah plat vertical untu gusset.

**Dasar perhitungan :**

a. Lebar Lug

A = lebar lug = ukuran baut + 9 in.

= 3 + 9 in

= 12 in

B = jarak antar gusset = ukuran baut + 8 in.

= 3 + 8 in

= 11 in.

b. Lebar Gusset

L = lebar gusset = 2 ( lebar kolom – 0,5 x ukuran baut )

= 2 ( 10 – 0,5 (3) )

= 17 in.

Lebar lug atas = a = 0,5 ( L + ukuran baut )

= 0,5 ( 17 + 3 )

= 10 in.

Perbandingan tebal base plate $= \frac{B}{L}$

$= \frac{11}{17} = 0{,}647$

Dari Brownell & Young, tabel 10.6, hal. 192 diperoleh $\gamma_1 = 0{,}565$

e = 0,5 x nut dimension

= 0,5 x 4,625 = 5,125 in.

c. Tebal plat horizontal ( hp = Lug )

Menentukan maksimum bending moment sepanjang sumbu radial. Dari persamaan 10.41, hal. 192, Brownell & Young.

$$M_Y = \frac{P}{4.\pi}\left[(1+\mu)\,x\,\ln\frac{2L}{2.\pi\,e}+(1-\gamma_1)\right]$$

Dimana:

$M_Y$ = maksimum bending moment sepanjang sumbu radial.

P = beban tiap baut = 305763,278 lb.

$\mu$ = poisson's ratio = 0,33 ( steel ).

L = panjang horizontal plate bawah = 19,125 in.

e = nut dimension = 4,625 in.

$y_1$ = 0,565

Jadi:

$$M_Y = \frac{305763{,}278}{4.\pi}\left[(1+0{,}33)\,x\,\ln\frac{2(19{,}125)}{2.\pi(4{,}625)}+(1-0{,}565)\right]$$

= 19493,63 lb.

$M_Y$ disubstitusikan ke persamaan 10.41, hal.193, Brownell & Young.

$$t_{hp} = \sqrt{\frac{6\,x\,M_y}{f}}$$

$$t_{hp} = \sqrt{\frac{6\,x\,19493{,}63}{12000}}$$

= 3,12 in.

d. Tebal plat vertical ( gusset )

Dari Brownell & Young, fig. 10.6, hal. 191 pers 10.47 hal 194 diperoleh :

Gusset minimal $= \frac{3}{8} \times t_{hp}$

$= \frac{3}{8} \times 3{,}12$

$= 1{,}17$ in.

e. Tinggi guset = hg = A + ukuran baut

= 12 +3 = 15 in

f. Tinggi lug = hg + 2 thp

= 15 + 2 ( 3,12 ) = 21,24 in.

# BAB VII

# INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

Untuk mendapatkan kualitas dan kuantitas produk yang diinginkan diperlukan suatu alat untuk mengontrol jalannya proses. Selain itu, peranan sumber daya manusia juga sangat penting dalam menentukan suatu produksi. Dengan pertimbangan tersebut, perlu adanya suatu bagian yang berfungsi untuk mengontrol peralatan dan menjaga keselamatan kerja.

## 7.1. Instrumentasi

Instrumentasi mempunyai peranan yang penting dalam pengendalian proses suatu industri. Bila diinginkan suatu hasil dengan kondisi tertentu dari suatu peralatan proses, maka dapat di peroleh dengan kondisi tertentu pula yang dapat dicapai dengan bantuan instrumentasi. Instrumentasi berfungsi sebagai alat ukur yang terdiri dari indikator (penunjuk), pencatat dan alat kontrol (pengendali). Adapun yang dikontrol meliputi : suhu, tekanan, laju alir, tinggi cairan dalam suatu tangki dan sebagainya.

Pengendalian peralatan proses bisa dilakukan secara otomatis dan manual. Pengendalian secara manual digunakan apabila pengendalian proses sepenuhnya ditangani oleh tenaga manusia. Secara otomatis, bila pengendalian proses dilakukan oleh alat kontrol yang bisa bekerja dengan sendirinya (otomatis).

Pengendalian proses dilakukan secara otomatis apabila tidak memungkinkan dilakukan secara manual atau biaya otomatisasi alat kontrol lebih murah jika dibandingkan dengan tenaga manusia. Disamping itu pengendalian secara otomatis mempunyai keuntungan antara lain :

1. Ketelitian yang dihasilkan cukup tinggi
2. Keselamatan kerja lebih terjamin
3. Mengurangi jumlah pegawai
4. Hasilnya dapat dipertanggungjawabkan

Oleh karena itu pengendalian proses dalam perencanaan pendirian pabrik Asam Asetat ini cenderung pada pemakaian alat kontrol secara otomatis. Namun demikian tenaga manusia masih sangat diperlukan dalam pengoperasian dan pengawasan proses.

Adapun tujuan pemasangan alat instrumentasi secara spesifik adalah :

1. Untuk menjaga keamanan operasi suatu proses, dengan jalan :
   - Menjaga variabel-variabel proses berada dalam batas operasi aman.
   - Mendeteksi situasi bahaya dengan membuat tanda-tanda bahaya dan memutus hubungan secara otomatis.
2. Untuk mendapatkan laju produksi yang diinginkan.
3. Untuk menjaga kualitas produk.
4. Untuk mempermudah pengoperasian alat.
5. Keselamatan dan efisiensi kerja lebih terjamin.

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan intrumentasi adalah :

1. Jenis instrumentasi.
2. Range yang diperhitungkan untuk pengukuran.
3. Ketelitian yang diperlukan.
4. Bahan kontruksi serta pengaruh pemasangan intrumentasi pada kondisi operasi.

Macam-macam alat kontrol yang umum digunakan dalam industri :

1. *Flow Control (FC)* untuk mengetahui dan mengontrol *rate flow feed*
2. *Temperatur Control (TC)* untuk mengetahui dan mengontrol suhu pada alat yang beroperasi.
3. *Pressure Control (PC)* untuk mengetahui dan mengontrol tekanan pada alat yang beroperasi.
4. *Level Indicator (LI)* sebagai petunjuk untuk mengetahui tinggi bahan liquid dalam alat yang beroperasi.

Pemilihan alat-alat kontrol untuk Pra Rencana Pabrik Asam Asetat ini selain ditinjau dari kondisi proses yang merupakan syarat utama agar proses dapat berlangsung sesuai dengan yang direncanakan, juga harus mempertimbangkan faktor-faktor berikut :

1. Mudah dalam perawatan dan perbaikan bila terjadi kerusakan.
2. Mudah mendapatkan suku cadangnya bila terjadi kerusakan.
3. Mudah mengoperasikannya.
4. Harganya relatif murah dengan kualitas yang memadai.

Instrumentasi yang digunakan pada alat-alat proses yang terdapat pada pabrik Asam Asetat ini adalah :

**Tabel 7.1. Alat-alat intrumentasi yang digunakan**

| No. | Nama alat | Kode instrumentasi |
|---|---|---|
| 1 | Tangki bahan baku | PC |
| 2 | Reaktor | TC,FC,PC |
| 3 | Kompresor | PC |
| 4 | Flash drum | FC |
| 5 | Dekanter | FC |
| 6 | Destilasi | TC |
| 7 | Heater | TC |
| 8 | Cooler | TC |
| 9 | Akumulator | FC |
| 10 | Reboiler | TC |
| 11 | Product Storage | FC |
| 12 | Kondensor | TC |

## 7.2. Keselamatan Kerja

Kecelakaan kerja adalah kecelakaan yang terjadi pada seseorang yang disebabkan oleh bahaya yang berkaitan dengan pekerjaan. Kecelakaan ini menimbulkan kerugian bagi karyawan, perusahaan dan masyarakat. Untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja, maka dilakukan usaha keselamatan kerja yaitu usaha untuk mencegah terjadinya kecelakaan, kebakaran dan penyakit dalam lingkungan kerja.

*Pelaksanaan usaha keselamatan kerja bertujuan menghindari terjadinya* kecelakaan kerja dan meningkatkan produktivitas kerja serta keuntungan perusahaan. Agar usaha keselamatan kerja dapat dilaksanakan dengan baik, harus diketahui sebab-sebab kecelakaan kerja, sehingga dapat diambil langkah-langkah *preventif* untuk menghindari kecelakaan kerja

Tindakan penjagaan keselamatan dan keamanan suatu pabrik tidak hanya ditujukan kepada para pekerjanya saja, tetapi juga ditujukan pada peralatan pabrik itu sendiri. Bagi para pekerja dituntut rasa kedisiplinan maupun kehati-hatian dalam melakukan pekerjaan, demikian pula peralatan yang ada di dalam pabrik tersebut harus kuat, tidak mudah rusak, tidak mudah bocor dan tidak mudah terbakar. Bahaya-bahaya yang harus diperhatikan diantaranya :

1. Kecelakaan zat-zat kimia yang mudah terbakar, beracun dan meledak.
2. Bahaya-bahaya dari peralatan pabrik dan sebagainya.

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja adalah :

1. Lingkungan fisik

Meliputi : mesin, peralatan produksi dan lingkungan kerja (suhu, penerangan, dll). Kecelakaan kerja bisa disebabkan oleh kesalahan perencanaan, aus, rusak, kesalahan pembelian, penyusunan dari peralatan dan sebagainya.

2. Latar belakang kerja

*Yaitu sifat/karakter yang tidak baik dari pekerja yang merupakan sifat dasar* pekerja maupun lingkungannya. Sifat/karakter tersebut meliputi :

- Tidak cocoknya manusia/pekerja terhadap mesin atau lingkungan kerja.
- Kurangnya pengetahuan dan keterampilan
- Ketidakmampuan fisik, mental serta faktor bakat lainnya.
- Kurangnya motivasi kerja dan kesadaran akan keselamatan kerja.

3. Sistem manajemen

Sistem manjemen ini merupakan unsur terpenting, karena menjadi pengatur kedua unsur di atas. Kesalahan sistem manajemen dapat menyebabkan kecelakaan kerja, seperti :

- Prosedur kerja tidak diterapkan dengan baik.
- Kurangnya pengawasan terhadap kegiatan pemeliharaan dan modifikasi pabrik.
- Tidak adanya inspeksi peralatan.
- Tidak adanya sistem penanggulangan bahaya.

Adapun bahaya-bahaya yang dapat terjadi pada Pra Rencana Pabrik Asam Asetat ini dan cara mengatasinya antara lain sebagai berikut :

1. Keselamatan konstruksi
   - *Konstruksi bangunan, alat-alat produksi baik secara langsung maupun tidak* langsung harus cukup kuat dan pemakaian bahan konstruksinya harus sesuai.
   - Pada tempat-tempat yang berbahaya hendaknya diberi pagar atau peringatan yang jelas.
   - Pengaliran udara serta penerangan harus baik.
   - Antara peralatan mesin-mesin dan alat-alat proses harus berjarak cukup jauh.

- Sistem perpipaan untuk air, udara, steam dan bahan bakar hendaknya diberi cat dan warna tertentu atau berbeda dengan warna sekitarnya dan diberi nama sesuai isi pipa.

2. Bahaya yang disebabkan oleh adanya panas api, kebakaran dan listrik
   - Tangki bahan bakar jaraknya harus cukup jauh dari tempat yang mudah menimbulkan kebakaran.
   - *Untuk mencegah atau mengurangi bahaya-bahaya yang timbul, dipakai isolasi-*isolasi panas atau isolasi listrik dan pada tempat yang bertegangan tinggi diberi penghalang atau pagar dan papan peringatan.
3. Penjelasan-penjelasan akan adanya bahaya yang dapat terjadi dan memberikan cara pencegahannya.
4. Memasang tanda-tanda bahaya, seperti alarm peringatan apabila terjadi bahaya.
5. Penyediaan alat-alat pencegah kebakaran baik akibat listrik maupun api.

Untuk mencegah kecelakaaan kerja diperlukan alat-alat pelindung keselamatan kerja seperti terlihat pada tabel berikut.

**Tabel 7.2. Alat Keselamatan Kerja**

| No | Alat Pelindung | Lokasi Penggunaan |
|---|---|---|
| 1 | Topi Pengaman / Helm | Unit Proses, Storage |
| 2 | Sepatu Karet ujung besi | Storage , Unit Proses |
| 3 | Masker | Unit Proses, Storage |
| 4 | Baju Khusus (Jas Lab) | Laboratorium |
| 5 | Sarung Tangan | Storage , Unit Proses |
| 6 | Unit Pemadam Kebakaran | Storage, Unit Proses,kantor |

# BAB VIII
# UTILITAS

Utilitas dalam suatu pabrik merupakan sarana penunjang yang vital untuk kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu proses agar produksi dapat berjalan sesuai rencana.

Utilitas dalam pabrik asam asetat terdiri dari 4 unit, yaitu :

1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air
2. Unit Pengadaan *Make up water*
3. Unit Pengadaan Tenaga Listrik
4. *Unit Pengadaan Bahan Bakar*

## 8.1 Unit Pengadaan dan Pengolahan Air

Unit pengadaan dan pengolahan air bertujuan untuk menyediakan air sebagai air sanitasi, air untuk umpan *boiler*, air proses, dan air pendingin. Agar kebutuhan air untuk keperluan tersebut dapat terpenuhi sebagaimana fungsinya, maka air tersebut perlu diolah terlebih dahulu sesuai dengan persyaratan yang diperlukan.

### 8.1.1 Unit pengadaan air

Unit pengadaan air ini bertujuan untuk menyediakan air sebagai air sanitasi, air umpan *boiler*, air proses, dan air pendingin.

1) Air umpan *boiler*

Air umpan *boiler* merupakan bahan baku pembuatan *make up water* yang berfungsi sebagai media pemanas. Kebutuhan *make up water* dihitung berdasarkan penggunaannya, misalnya digunakan pada *heater* dan *reboiler*. Biasanya air umpan *boiler* disediakan berlebih sebesar 20% untuk pengganti *make up water* yang hilang karena adanya kebocoran transmisi. Untuk menghemat pemakaian air umpan *boiler*, *make up water* yang menjadi kondensat di*recycle* kembali ke tangki penampung air *boiler sehingga jumlah air umpan boiler hanya sejumlah make up water yang* diperkirakan sebesar 20% dari total kebutuhan air umpan *boiler*. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengadaan air umpan *boiler* adalah sebagai berikut:

a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi di dalam *boiler* disebabkan air mengandung larutan-larut asam dan gas-gas yang terlarut seperti $O_2$, $CO_2$, $H_2S$ dan $NH_3$.

b. Zat yang menyebabkan kerak *(scale forming)*

Kerak dalam *boiler* dapat menyebabkan isolasi terhadap panas sehingga pproso perpindahan panas terhambat. Pembentukan kerak disebabkan karena adanya kesadaha *dan suhu tinggi yang biasanya berupa garam karbonat dan silika. Agar boiler yan* digunakan tidak mudah berkerak, maka kandungan bahan maksimal didalam air umpa *boiler* harus memenuhi persyaratan berikut:

Tabel 8.1 Spesifikasi air Umpan *Boiler*

| No | Jenis Kandungan Bahan | Batas Maksimum (ppm) |
|---|---|---|
| 1 | Total Padatan (*Total dissolved solid*) | 3500 |
| 2 | Alkalinitas | 700 |
| 3 | Padatan Terlarut | 3000 |
| 4 | Silica | 60 – 100 |
| 5 | Besi | 0,1 |
| 6 | Tembaga | 0,5 |
| 7 | Oksigen | 0,007 |
| 8 | Kesadahan | 0 |
| 9 | Kekeruhan | 175 |
| 10 | Minyak | 7 |
| 11 | *Residual* Phosphat | 140 |

c. Zat yang menyebabkan *foaming*

Air yang diambil dari proses pemanasan bisa menyebabkan foaming pada *boiler* karena adanya zat-zat organik yang tidak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terjadi pada alkalitas tinggi.

Untuk memenuhi semua persyaratan diatas dan mencegah kerusakan pada *boiler*, sebelum digunakan air umpan *boiler* diolah terlebih dahulu pada Unit Pengolahan Air.

Pada pabrik asam asetat, kebutuhan air umpan *boiler* didasarkan pada kebutuhan *make up water yang akan digunakan sebagai media pemanas pada peralatan proses.*

Dari perhitungan neraca panas diketahui kebutuhan *make up water* seperti yang terlihat pada table 8.2

Tabel 8.2 Kebutuhan *Make up water* Pada Peralatan Proses

| **Nama Alat** | **Kode Alat** | **Kebutuhan Air Umpan Boiler (Kg/Jam)** |
|---|---|---|
| Heater | E-113 | 3136,24 |
| Heater | E-116 | 6633,34 |
| Heater | E-127 | 2952,85 |
| Reboiler | E-133 | 561,51 |
| Reboiler | E-138A | 19379,82 |
| Total | | 32663,76 |

Air umpan *boiler* akan dipenuhi dengan ditambah sebesar 20% kebutuhan *make up water*, sehingga kebutuhan air untuk umpan *boiler* adalah 1,2 x 32636,76 kg/jam = 39196,516 kg/jam.

2) Air Proses

Air proses biasanya adalah air yang digunakan untuk keperluan pelarutan dan pengenceran pada proses produksi. Pada proses produksi pabrik asam asetat tidak terdapat pelarutan maupun pengenceran, sehingga tidak membutuhkan air proses.

3) Air Pendingin

Air pendingin adalah air yang digunakan untuk peralatan - peralatan yang memerlukan pendingin seperti kondensor dan cooler. Dari total air pendingin yang diperlukan, diberikan faktor keamanan sebesar 20%. Untuk menghemat air pendingin biasanya dilakukan *recycle* sehingga air pendingin yang perlu disiapkan hanya sejumlah *make up water* yang jumlahnya diperkirakan sebesar 20% dari total kebutuhan air pendingin. Pada umumnya media pendingin yang digunakan adalah air karena faktor-faktor berikut :

- Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar
- Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya
- Dapat menyerap sejumlah panas per satuan volume yang tinggi
- Tidak terdekomposisi

Hal – hal yang yang perlu diperhatikan pada air proses dan air pendingin :

- Kesadahan *(hardness)* yang dapat menyebabkan kerak
- Besi yang dapat menyebabkan korosi
- Minyak yang merupakan penyebab terganggunya *film corotion inhibito* menurunkan *heat transfer coefficient*, dapat menjadi makanan mikroba sehingg menimbulkan endapan.

Pada pabrik asam asetat, kebutuhan air pendingin didasarkan pada kebutuhan ai yang akan digunakan sebagai media pendingin pada peralatan proses. Dari perhitunga *neraca panas diketahui kebutuhan air pendingin seperti yang terlihat pada table 8.3*

Tabel 8.3 Kebutuhan Air Pendingin Pada Peralatan Proses

| Nama Alat | Kode Alat | Kebutuhan Air Pendingin (Kg/Jam) |
|---|---|---|
| Reaktor | R-110 | 1734888,77 |
| Kondensor | E-121 | 66756,05 |
| Cooler | E-123 | 29057,59 |
| Kondensor | E-131 | 3417,79 |
| Kondensor | E-136 | 281983,40 |
| Cooler | E-137a | 9756,06 |
| Cooler | E-137b | 40103,32 |
| Total | | 431074,21 |

Air pendingin akan dipenuhi dengan ditambah sebesar 20% kebutuhan totalnya, sehingga kebutuhan air pendingin adalah 1,2 x 431074,21 kg/jam = 517289,0523 kg/jam.

4) Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk keperluan laboratorium, kantor, mencuci peralatan dan lantai pabrik, taman, dan pemadam kebakaran. Air sanitasi yang digunakan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

A. Syarat Fisik :

- Tidak berasa, tidak berwarna, dan tidak berbau
- *Tidak berbusa*
- pH netral
- Suhu di bawah suhu udara luar

➢ Kekeruhan kurang dari 1 ppm $SiO_2$

B. Syarat Kimia :

1. Tidak mengandung zat organik maupun anorganik
2. Tidak beracun

C. Syarat bakteriologis

1. Tidak mengandung bakteri terutama jenis bakteri patogen.

Jumlah air sanitasi yang dibutuhkan dihitung berdasarkan rincian sebagai berikut:

a. Kebutuhan karyawan

*Menurut standard WHO kebutuhan air untuk tiap orang adalah 120 kg/hari.* Sehingga jumlah air untuk kebutuhan sehari-hari adalah: jumlah karyawan x 120 kg/hari.orang

b. Kebutuhan untuk mencuci peralatan dan lantai pabrik

c. Kebutuhan air pemadam kebakaran dan taman

d. Kebutuhan untuk laboratorium

e. Cadangan

Biasanya sebesar 20% dari total kebutuhan air

Berdasarkan rincian kebutuhan air sanitasi diatas, maka kebutuhan air sanitasi pada pabrik asam asetat dapat diperkirakan sebagai berikut:

a. Kebutuhan karyawan

Jumlah karyawan pabrik = 373 orang

Jam kerja untuk tiap karyawan = 8 jam/hari

Kebutuhan air per orang = 120 kg/hari

Air untuk kebutuhan karyawan = jumlah karyawan x 120 kg/hari.orang x 1/3

= 373 orang x 120 kg/hari.orang x 1/3

= 14920 kg

b. *Kebutuhan untuk mencuci peralatan proses dan lantai pabrik*

Air yang diperlukan untuk mencuci peralatan proses dan lantai pabrik direncanakan sebesar 20% dari air kebutuhan karyawan, sehingga kebutuhan air untuk mencuci peralatan proses dan lantai pabrik adalah 20% x 14920 kg = 2984 kg

c. Kebutuhan air pemadam kebakaran dan taman

Air yang diperlukan untuk pemadam kebakaran dan taman direncanakan sebesa 20% dari air kebutuhan karyawan, sehingga kebutuhan air untuk mencuci peralata proses dan lantai pabrik adalah 20% x 14920 kg = 2984 kg

d. Kebutuhan untuk laboratorium

Air yang diperlukan untuk kegiatan di laboratorium direncanakan sebesar 20% da air kebutuhan karyawan, sehingga kebutuhan air untuk mencuci peralatan prose dan lantai pabrik adalah 20% x 14920 kg = 2984 kg

e. *Cadangan*

Air yang diperlukan untuk cadangan direncanakan sebesar 20% dari tota kebutuhan air sanitasi, sehingga kebutuhan air untuk mencuci peralatan proses da lantai pabrik adalah 20% x (14920 kg + 2984 kg + 2984 kg + 2984 kg) = 4774,4 kg. Kebutuhan air sanitasi untuk lebih jelasnya disajikan dalam tabel 8.4

Tabel 8.4 Kebutuhan Air Sanitasi

| **Rincian Kebutuhan** | **Kebutuhan Air Sanitasi (Kg)** |
|---|---|
| Air untuk karyawan | 14920 |
| Air untuk mencuci peralatan proses dan lantai pabrik | 2984 |
| Air untuk pemadam kebakaran dan taman | 2984 |
| Air untuk laboratorium | 2984 |
| Air cadangan | 4774,4 |
| Total | 28646,4 |

Berdasarkan rincian kebutuhan air sanitasi diatas maka jumlah total air sanitasi yang diperlukan pada pabrik asam asetat adalah sebesar 85939,2 kg.

Dari tabel 8.2, tabel 8.3 dan tabel 8.4 dapat diketahui jumlah total kebutuhan air yang harus disediakan oleh unit Pengadaan air. Rincian kebutuhan air total yang harus disediakan oleh unit pengadaan air dapat dilihat pada tabel 8.5 berikut ini:

Tabel 8.5 Kebutuhan Air Total pada Unit Pengadaan Air

| Unit Pengadaan Air | Kebutuhan Air (Kg) |
|---|---|
| *Make up* air umpan *boiler* | 39196,516 |
| Air proses | 0 |
| *Make up* air pendingin | 517289,0523 |
| Air sanitasi | 85939,2 |
| Total | 642424,768 |

Dari tabel 8.5 diatas dapat diketahui bahwa jumlah total kebutuhan air yang harus disediakan oleh unit pengadaan air adalah sebesar 642424,768 kg. Jumlah kebutuhan air pabrik asam asetat tersebut cukup besar. Tetapi jumlah tersebut masih bisa dipenuhi oleh pengelola kawasan industri mengingat kawasan industri Kaltim Industrial Estate adalah kawasan industri dimana industri yang berdiri di kawasan tersebut sebagian besar adalah industri kimia dengan skala produksi besar.

**8.1.2 Unit pengolahan air**

Untuk memenuhi kebutuhan air proses, air sanitasi, air pendingin, dan air umpan *boiler* biasanya digunakan air permukaan, air bawah tanah, atau air kawasan. Total air yang dibutuhkan adalah jumlah air proses dan air sanitasi ditambah dengan *make up* air umpan *boiler* dan air pendingin. Pada perencanaan pabrik asam asetat, lokasi pabrik direncanakan didirikan di Kaltim Industrial Estate yang merupakan kawasan industri yang dikelola oleh anak perusahaan PT. Pupuk Kaltim. Karena pabrik terletak di kawasan industri, maka air yang digunakan adalah air kawasan industri. Air kawasan industri ditampung dalam bak penampung air bersih (F-211). Air dari bak penampung selanjutnya dialirkan menuju 2 jalur. Jalur pertama menuju bak klorinasi yang akan diolah lebih lanjut sebagai air sanitasi dan jalur kedua menuju ion exchanger yang akan diolah lebih lanjut untuk digunakan sebagai air umpan *boiler*, air proses dan air pendingin.

Air dari bak penampung air bersih yang dilairkan menuju bak klorinasi selanjutnya diinjeksi dengan sejumlah klorin untuk menghilangkan mikroorganisme patogen. Air dari bak klorinasi selanjutnya dialirkan ke bak penampung air sanitasi. Air di bak sanitasi ini digunakan sebagai air sanitasi.

Air bersih yang dialirkan ke ion exchanger dihilangkan kandungan ion – ionnya. Ion – ion tersebut perlu dihilangkan dari air karena keberadaan ion-ion tersebut, khususnya Ca dan Mg, menyebabkan kerak pada *boiler* dan alat penukar panas yang digunakan. Ion exchanger yang digunakan ada 2 yaitu kation exchanger (D-210A) dan anion exchanger (D-210B). Kation exchanger berfungsi untuk menghilangkan kandungan ion positif dalam air seperti Na, Ca, dan Mg. Anion exchanger berfungsi untuk menghilangkan kandungan ion negatif dalam air seperti $CO_3$. Air yang dihasilkan dari ion exchanger adalah air bebas mineral yang selanjutnya ditampung di bak *penampung air lunak (F-213). Air dari bak penampung air lunak ini selanjutnya* dialirkan menuju deaerator (D-215) dan bak air pendingin (F-220).

Air lunak yang dialirkan menuju deaerator bertujuan untuk menghilangkan kandungan gas - gas terlarut dalam air seperti $CO_2$ dan $O_2$. Keberadaan gas – gas terlarut dalam air harus dihilangkan karena dapat menyebabkan korosi pada *boiler* dan alat – alat penukar panas. Air lunak yang telah dihilangkan kandungan gas – gas terlarutnya ini selanjutnya digunakan sebagai air umpan *boiler*. Air umpan *boiler* ini selanjutnya dipanaskan dalam *boiler* sehingga dihasilkan saturated *make up water* dengan suhu 200 °C. *Make up water* yang dihasilkan *boiler* ini selanjutnya digunakan sebagai media pemanas pada alat penukar panas yang memerlukan panas seperti heater dan *reboiler*.

Air lunak yang dialirkan menuju bak air pendingin selanjutnya dialirkan menuju cooling tower. Pada cooling tower, air lunak fresh dan air return yang telah digunakan pada alat penukar panas dikontakkan dengan udara dingin dari lingkungan dengan bantuan fan yang ada diatas kolom cooling tower sehingga suhu air umpan menjadi lebih dingin. Air pendingin yang dihasilkan di cooling tower digunakan sebagai media pendingin pada alat – alat pemindah panas seperti cooler dan kondensor dan peralatan *lain yang membutuhkan pendingin.*

**8.2 Unit Pengadaan *Make up water***

Untuk memenuhi kebutuhan *make up water*, air umpan *boiler* diuapkan didalam *boiler* sesuai dengan kondisi suhu dan tekanan *make up water* yang diinginkan. Pada pabrik asam asetat proses berlangsung pada suhu tertinggi adalah di reaktor dengan suhu 180 °C, sehingga *make up water* yang digunakan adalah saturated *make up water* pada suhu 200 °C.

### 8.2.1 Kebutuhan *make up water*

Pada pabrik asam asetat *make up water* digunakan sebagai media pemanas pada alat – alat yang memerlukan panas. Kebutuhan *make up water* pada pabrik asam asetat dapat dilihat pada tabel 8.2. Direncanakan *make up water* yang akan digunakan dengan excess 20%, sehingga kebutuhan total *make up water* adalah sebesar 39196,516 kg/jam.

### 8.2.2 Perhitungan kapasitas *boiler*

Untuk menghitung kapasitas *boiler*, persamaan yang digunakan adalah:

$$Q = \frac{ms \times (h - hf)}{1000}$$ (persamaan 8-3, Kusnarjo:108)

Dimana :

Q = kapasitas *boiler*

Ms = massa *make up water* (lb)

h = enthalpi *make up water* pada P dan T tertentu (Btu/lb)

hf = enthalpi *make up water* pada 1 atm (Btu/lb)

Data - data yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Suhu air umpan masuk *boiler* = 30 °C = 86 °F
- Suhu *make up water* keluar *boiler* = 200 °C = 392 °F
- Massa *make up water* = 39196,516 kg/jam = 86412,639 lb/jam
- Dari *steam* tabel u/ *make up water* pada suhu 86 °C
  - $h_L$ = 54,078 btu/lb
  - $h_V$ = 1099,02 btu/lb
- Dari *steam* tabel u/ *make up water* pada suhu 392 °F
  - $h_L$ = 366,496 btu/lb
  - $h_V$ = 1200,88 btu/lb
- Kondensat di*recycle* kembali kedalam tangki penampung air *boiler* pada T = 392°F dan make up air pada T= 86 °F. Umpan air masuk terdiri dari 20% fresh feed ( *make up water* ) dan 80% kondensat, sehingga :

  $hf = (0,2 \times H_L\ 86\ °F) + (0,8 \times H_L\ 392°F)$

  $= (0,2 \times 54,078\ btu/lb) + (0,8 \times 366,496\ btu/lb)$

  $= 304,0124\ Btu/lb$

$$Q = \frac{86412,639\ lb/jam \times (1200,88 - 304,0124)\ Btu/lb}{1000}$$

= 77500,696 Btu/jam

**8.2.3 Menghitung jumlah air yang dibutuhkan**

Jumlah air yang dibutuhkan = faktor evaporasi x rate *make up water*

Faktor evaporasi $= \frac{h - hf}{970,3}$

$= \frac{(1200,88 - 304,0124)\ Btu/lb}{970,3\ Btu/lb}$

= 0,9243

Jumlah air yang dibutuhkan = 0,9243 x 86412,639 lb/jam

= 79871,202 lb/jam

**8.2.4 Menentukan luas penampang perpindahan panas dan tube *boiler***

A = A / Hp x Hp *boiler*

Jumlah tube yang dibutuhkan (Nt) = $\frac{A}{a_t \times L}$

Dimana:

Hp – daya kuda *boiler* – $\frac{ms \times (h - hf)}{970,3 \times 34,5}$ Hp (persamaan 8-2, Kusnarjo:108)

$= \frac{86412,639 \times (1200,88 - 304,0124)}{970,3 \times 34,5}$

= 2315,157

A = heating surface *boiler* = 10 $ft^2$/Hp *boiler*

L = panjang pipa = 20 ft

$a_t$ = luas permukaan pipa linier = 0,3925 $ft^2$/ft

ϕ pipa = 1,5 inch

A = 10 $ft^2$/Hp *boiler* x 2315,157 Hp

= 23151 $ft^2$

Nt = $\frac{23151\ ft^2}{0,3925\ ft^2/ft \times 20\ ft}$

= 2949,17 = 2950 tube

**8.2.5 Menghitung kebutuhan bahan bakar**

Kebutuhan bahan bakar = $\frac{ms \times (h - hf)}{\eta \times Hv}$

dimana

bahan bakar yang digunakan adalah jenis fuel oil

Ms = massa *make up water* (lb)

= 86412,639 lb/jam

h = enthalpi *make up water* pada T= 392 °F (Btu/lb)

= 1200,88 Btu/lb

hf = enthalpi *make up water* pada 30 °C = 86 °F (Btu/lb)

= 304,0124 Btu/lb

η = effisiensi *boiler* = 80%

Hv = heating value = 18500 Btu/lb

$$\text{Kebutuhan bahan bakar} = \frac{86412{,}639 \text{ lb/jam} \times (1200{,}88-304{,}0124) \text{ Btu/lb}}{0{,}8 \times 18500 \text{ Btu/lb}}$$

= 5236,534 lb/jam

**8.2.6 Spesifikasi *boiler***

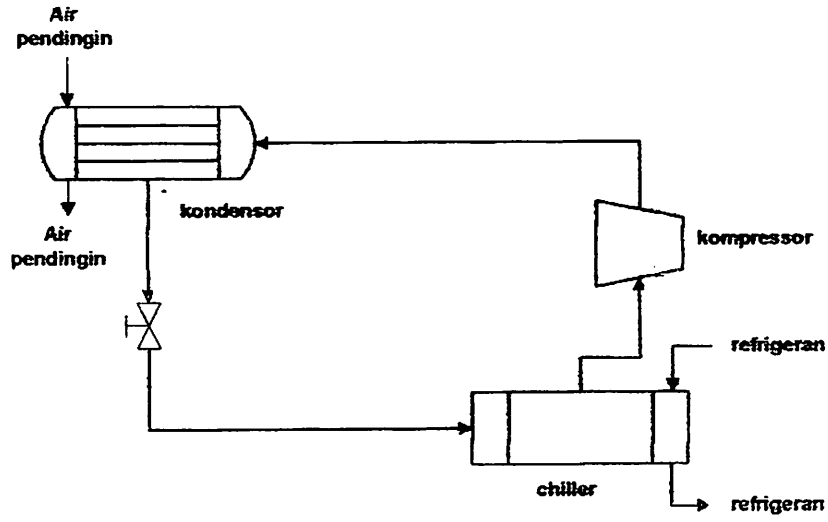
Dari perhitungan – perhitungan diatas maka spesifikasi *boiler* yang digunakan pada unit pengadaan *make up water* adalah sebagai berikut :

| | |
|---|---|
| Tipe | : Fire tube *boiler* |
| Jumlah | : 1 buah |
| Jumlah air yang dibutuhkan | : 86412,639 lb/jam |
| Heating Surface | : 23151 $ft^2$ |
| Jumlah tube | : 2950 |
| Diameter pipa | : 1,5 inch |
| Panjang pipa | : 20 ft |
| Bahan bakar | : fuel oil |
| Rate bahan bakar | : 5236,534 lb/jam |

**8.2.7 Downterm A**

Selain air, media pendingin yang digunakan pada pabrik asam asetat adalah downterm A. Downterm A digunakan sebagai media pendingin pada kondensor E-131 yang berfungsi untuk mengkondensasi uap asetaldehid yang terbentuk pada puncak kolom destilasi I karena titik didih asetaldehide yang rendah (20,2 °C). Downterm yang digunakan masuk pada suhu 15 °C dan keluar pada suhu 22 °C. Agar dapat digunakan kembali, downterm *return* dari alat didinginkan dalam refrigerator. Refrigeran yang digunakan adalah *salt brine* jenis NaCl karena harganya murah dan aman bagi

lingkungan. Adapun mekanisme pendinginan downterm adalah sebagai berikut (Kern p 472):




Gambar 8.1 Sistem refrigerasi

Downterm A dari peralatan masuk ke reservoir pada refrigerator. Pada systen pendingin di refrigerator kompresor menaikkan tekanan refrigeran vapour dari chille sehingga suhu saturasinya lebih tinggi daripada suhu air pendingin di kondensor Adanya perbedaan suhu menyebabkan perpindahan panas dari refrigeran vapour ke ai pendingin sehingga refrigeran vapour terkondensasi menjadi liquid. Refrigeran liqui mengalir melewati valve dan mengalami ekspansi adiabatis sehingga sejumlah liqui terflashing dalam fase uap mendinginkan sisa refrigeran cair pada suhu yang lebil rendah daripada suhu produk yang ingin didinginkan. Perbedaan suhu menyebabka refrigeran terevaporasi. Uap yang terbentuk harus segera dihilangkan denga memberikan tekanan melalui kompresor pada rate yang cukup untuk mempertahanka tekanan rendah pada chiller sehingga proses refrigerasi dapat terus berlangsung. Pad refrigerasi chiller sering disebut sebagai evaporator. Downterm yang sudah didinginka di refrigerator selanjutnya dialirkan menuju tangki penyimpan downterm untu digunakan kembali.

## 8.3 Unit Pengadaan Tenaga Listrik

Daya listrik yang dibutuhkan didalam pabrik berdasarkan pada jumla kebutuhan pada peralatan proses, penerangan, dan kebutuhan lainnya. Kebutuhan tenag listrik suatu industri dapat diperoleh dari Pembangkit Listrik Negara (PLN) da

Generator AC bertenaga diesel sebagai cadangan jika listrik dari PLN mengalami pemadaman.

Pada prarancangan pabrik asam asetat kebutuhan tenaga listrik dipenuhi dari pembangkit listrik PT. Kaltim Daya Mandiri, yang merupakan penyedia tenaga listrik di kawasan industri, dan generator sebagai cadangan. Generator yang digunakan adalah generator arus bolak-balik yaitu berdasarkan pertimbangan :

1. Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar.
2. Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai dengan kebutuhan dengan menggunakan transformator.

Generator AC yang digunakan jenis generator AC 3 phase yang mempunyai 3 keuntungan :

1. Tegangan listrik stabil
2. Daya kerja lebih stabil
3. Kawat penghantar yang digunakan lebih sedikit
4. Motor 3 phase harganya relatif murah dan sederhana

Kebutuhan listrik untuk pabrik meliputi :

1. Listrik untuk keperluan proses

   Listrik untuk keperluan proses meliputi listrik yang diperlukan untuk menjalankan peralatan proses
2. Listrik untuk keperluan pengolahan air

   Listrik untuk keperluan proses meliputi listrik yang diperlukan untuk pengolahan dan penyediaan air pada unit pengolahan dan penyediaan air
3. Listrik untuk penerangan dan AC

   Listrik untuk keperluan proses meliputi listrik yang diperlukan untuk penerangan ruangan – ruangan di area pabrik dan AC

### 8.3.1 Listrik untuk keperluan proses

Listrik yang diperlukan untuk keperluan proses disajikan pada tabel 8.6 berikut ini:

Tabel 8.6 Kebutuhan listrik untuk proses

| Nama Alat | Kode | Daya (HP) | Jumlah | Σ (HP) |
|---|---|---|---|---|
| Pompa piston | L-112 | 53 | 1 | 53 |
| Kompresor | L-116 | 1305 | 1 | 1305 |
| Pompa sentrifugal | L-124 | 49 | 1 | 49 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Pompa sentrifugal | L-126 | 10 | 1 | 10 |
| Pompa piston | L-133 | 11 | 1 | 11 |
| Pompa sentrifugal | L-135 | 9 | 1 | 9 |
| **Jumlah** | | | | **1436,5** |

Kebutuhan listrik untuk keperluan proses = 14336 Hp

Maka total power yang dibutuhkan = 1436,5 Hp × 0,746 kW/Hp = 1071,629 kW

### 8.3.2 Listrik untuk pengolahan air

Tabel 8.7. Kebutuhan listrik untuk pengolahan air

| Nama Alat | Kode | Daya (HP) | Jumlah | Σ (HP) |
|---|---|---|---|---|
| Pompa ke bak klorinasi | L-224 | 1 | 1 | 0,755 |
| Pompa ke bak sanitasi | L-225 | 1 | 1 | 0,593 |
| Pompa air bersih | L-212 | 78 | 1 | 77,644 |
| Pompa ke bak air pendingin | L-219 | 62 | 1 | 61,020 |
| Pompa ke peralatan | L-221 | 62 | 1 | 61,707 |
| Pompa cooling tower | L-222 | 72 | 1 | 71,941 |
| Pompa ke deaerator | L-214 | 1 | 1 | 0,939 |
| Pompa ke boiler | L-216 | 1 | 1 | 0,730 |
| Boiler | | 2315,157 | 1 | 2315,157 |
| **Jumlah** | | | | **2590,486** |

Kebutuhan listrik untuk keperluan pengolahan air = 2590,486 Hp

Maka total power yang dibutuhkan = 2590,486 Hp ×0,746 kW/Hp = 19332,5026 kW

### 8.3.3 Kebutuhan listrik untuk penerangan

Besarnya tenaga listrik yang dibutuhkan untuk keperluan penerangan dapat diketahui dari tabel 8.8 berikut ini:

Tabel 8.8 Kebutuhan listrik untuk penerangan

| No. | Bangunan | Ukuran (m) | Luas ($m^2$) | Luas ($ft^2$) | Candle | Lume |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Pos Keamanan | 2x 5 x 5 | 500 | 5381.80 | 10 | 53818.( |
| 2 | Taman dan jalan | | 9214 | 99175.81 | 5 | 495879. |
| 3 | Parkir kendaraan tamu | 5 x 20 | 100 | 1076.36 | 5 | 5381.8 |
| 4 | Kantor pusat | 40 x 40 | 1600 | 17221.76 | 20 | 344435. |
| 5 | Parkir kendaraan operasional dan karyawan | 20 x 5 | 100 | 1076.36 | 5 | 5381.8 |
| 6 | Gedung serbaguna (aula) | 20 x 20 | 400 | 4305.44 | 10 | 43054.4 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | Kantor R & D | 10 x 20 | 200 | 2152.72 | 10 | 21527.20 |
| 8 | Toilet | 9 x 2 x 2 | 81 | 871.85 | 5 | 4359.26 |
| 9 | Laboratorium dan pengendalian mutu | 20 x 30 | 600 | 6458.16 | 10 | 64581.60 |
| 10 | Dapur | 10 x 5 | 50 | 538.18 | 10 | 5381.80 |
| 11 | Perpustakaan | 10 x 10 | 100 | 1076.36 | 20 | 21527.20 |
| 12 | Masjid | 15 x 20 | 300 | 3229.08 | 10 | 32290.80 |
| 13 | Kantin | 10 x 10 | 100 | 1076.36 | 10 | 10763.60 |
| 14 | Koperasi | 10 x 5 | 50 | 538.18 | 10 | 5381.80 |
| 15 | Poliklinik | 10 x 5 | 50 | 538.18 | 10 | 5381.80 |
| 16 | Pemadam kebakaran | 5 x 10 | 50 | 538.18 | 10 | 5381.80 |
| 17 | Storage bahan baku | 20 x 10 | 200 | 2152.72 | 10 | 21527.20 |
| 18 | Timbangan truk | 8 x 5 | 40 | 430.54 | 5 | 2152.72 |
| 19 | Area proses | 70 x 80 | 5600 | 60276.16 | 30 | 1808284.80 |
| 20 | Ruang manager produksi teknik | 2 x 5 x 5 | 50 | 538.18 | 10 | 5381.80 |
| 21 | Departemen produksi | 10 x 30 | 300 | 3229.08 | 10 | 32290.80 |
| 22 | Departemen Teknik | 5 x 5 | 25 | 269.09 | 10 | 2690.90 |
| 23 | Ruang kontrol | 5 x 5 | 25 | 269.09 | 30 | 8072.70 |
| 24 | Garasi | 10 x 10 | 100 | 1076.36 | 10 | 10763.60 |
| 25 | Bengkel | 15 x 10 | 150 | 1614.54 | 10 | 16145.40 |
| 26 | Gudang produk | 20 x 10 | 200 | 2152.72 | 10 | 21527.20 |
| 27 | Utilitas | 40 x 60 | 240 | 2583.26 | 10 | 25832.64 |
| 28 | Ruang generator | 5 x 5 | 25 | 269.09 | 10 | 2690.90 |
| 29 | Ruang bahan bakar | 5 x 5 | 25 | 269.09 | 10 | 2690.90 |
| 30 | Ruang boiler | 5 x 5 | 25 | 269.09 | 10 | 2690.90 |
| 31 | Pengolahan limbah | 30 x 50 | 1500 | 16145.40 | 10 | 161454.00 |
| 32 | Area perluasan pabrik | 50 x 160 | 8000 | 86108.80 | 5 | 430544.00 |
| **Jumlah** | | | **30000** | **322908.00** | | **3679267.57** |

Total kebutuhan listrik untuk penerangan = $\frac{\text{Lumen}}{0{,}8 \times 0{,}75} \times \frac{1}{19100}$

$$= \frac{3679267,57}{0,8 \times 0,75} \times \frac{1}{19100}$$

$$= 321,053 \text{ kW}$$

**8.3.4 Kebutuhan listrik untuk lain - lain**

*Kebutuhan listrik untuk keperluan seperti peralatan kantor, lemari es, AC dan* lain – lain ditetapkan 10 kW.

$$\text{Kebutuhan listrik untuk lain – lain} = \frac{10}{0,8 \times 0,75}$$

$$= 16,67 \text{ kW}$$

**8.3.5 Kebutuhan listrik total**

Kebutuhan listrik total = Kebutuhan listrik untuk proses + Kebutuhan listrik untuk unit pengadaan air + Kebutuhan listrik untuk penerangan + Kebutuhan listrik untuk lain - lain

Kebutuhan listrik total = 1071,629 kW + 19332,5026 kW + 321,053 kW + 16,67 kW

= 20741,8546 kW

Faktor keamanan 10 %, maka kebutuhan listrik total

= 19332,5026 kW + (10% x 19332,5026 kW )

= 21265,75286 kW

**8.3.6 Generator**

Generator direncanakan digunakan sebagai sumber tenaga listrik jika terjadi pemadaman listrik. Generator yang digunakan dengan effisiensi 80%, maka kapasitas generator adalah:

W = Kebutuhan listrik total / efisiensi

W = 21265,75286 kW / 0,8

W = 26582,19108 kW

Sehingga spesifikasi generator adalah:

| | |
|---|---|
| Tipe | : AC generator |
| Kapasitas | : 26582,19108 kW |
| Tegangan | : 220/380 volt |
| Effisiensi | : 80% |
| Phase | : 3 |

Jumlah : 1 buah

Bahan bakar : solar

## 8.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan untuk menjalankan generator tersebut adalah solar dengan ketetapan bahwa 1 kW setara dengan panas sebesar 3412,1541 Btu/jam. Dari hasil perhitungan diketahui bahwa kapasitas generator sebesar 26582,19108 kW. Jika 1 kW setara dengan 3412,1541 Btu/jam maka:

W = 26582,19108 kW x 3412,1541 Btu/jam

W = 90702532,26 Btu/jam

Spesifikasi solar yang digunakan:

- Heating value : 19200 Btu/lb
- $\rho$ solar : 55 lb/ft$^3$

$$\text{Sehingga kebutuhan bahan bakar} = \frac{W}{\text{Heating value}}$$

$$= \frac{90702532{,}26}{19200 \text{ Btu/lb}}$$

$$= 4724{,}0902 \text{ lb/jam}$$

# BAB IX
# LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

## 9.1. Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik pada dasarnya juga merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan dari pabrik yang didirikan.

Lokasi suatu pabrik harus dipertimbangakan berdasarkan teknis pengoperasian pabrik serta sudut ekonomis dari perusahaan tersebut yang dapat mempengaruhi lancar atau tidaknya jalan produksi. Pada dasarnya daerah pengoperasian suatu pabrik akan ditentukan oleh 5 faktor utama, sedangkan lokasi yang tepat pada dari pabrik tersebut akan ditentukan oleh beberapa faktor khusus. Adapun faktor – faktor tersebut diantaranya adalah sebagai berikut:

### 9.1.1. Faktor utama

a. Bahan Baku

Tersedianya bahan baku dan harga bahan baku sering menentukan lokasi suatu pabrik, jika ditinjau dari segi ini maka pabrik hendaknya didirikan dekat dengan bahan baku. Hal – hal yang perlu diperhatikan dari bahan baku adalah:

- Letak sumber bahan baku
- Kapasitas sumber bahan baku dan berapa lama sumber dapat diandalkan pengadaannya.
- Cara memperoleh dan membawa bahan baku ke pabrik (transportasi).
- Kualitas bahan baku yang ada dan apakah kualitas ini sesuai dengan persyaratan yang dibutuhkan.

b. Pemasaran

Produk yang dihasilkan akan dijual kemana dan siapa penggunanya.

c. Power dan Bahan Bakar

Kebutuhan listrik dan bahan bakar untuk menjalankan mesin – mesin di pabrik harus memadai guna menunjang kegiatan produksi.

d. Persediaan dan pengadaan air

Ketersediaan air untuk kegiatan di pabrik, baik untuk kegiatan produksi ya mempersyaratkan air dengan kualitas tertentu maupun kegiatan non produksi sepe untuk toilet dan kantin.

e. Keadaan Geografis dan Iklim

Lokasi yang direncanakan merupakan daerah bebas banjir, gempa dan ang topan. Sehingga keamanan bangunan pabrik terjamin.

**9.1.2. Faktor khusus**

a. Transportasi

Sarana transportasi yang memadai seperti akses jalan yang baik untuk jal darat, dermaga dan pelabuhan untuk transportasi air maupun bandara sangat pentir untuk menunjang kegiatan di pabrik seperti pengadaan bahan baku dan baha penunjang maupun pemasaran produk.

b. Buangan Pabrik

Buangan pabrik harus diolah terlebih dulu sebelum di buang ke lingkungan ag tidak mencemari lingkungan dan mengganggu ekosistem di lingkungan sekit pabrik

c. Tenaga Kerja

Tenaga kerja baik itu di tingkat ahli yang berkualitas dan kompeten di bidan keilmuannya, maupun tenaga kerja umum juga memegang peranan penting dalar menunjang kegiatan produksi di pabrik.

d. Peraturan Pemerintah dan Peraturan Daerah

Peraturan pemerintah dan peraturan daerah yang mengatur kegiatan industr diantaranya regulasi izin pendirian pabrik, penetapan upah dan undang – undan yang mengatur tenaga kerja juga harus diperhatikan.

e. Keadaan lingkungan masyarakat

Kondisi sosial ekonomi masyarakat di sekitar lokasi yang akan didirikan pabrik seperti adat istiadat yang baik, tersedianya fasilitas perumahan, pendidikan dar tempat peribadatan.

f. Karakteristik tempat

Harga tanah dan kondisi geografis daerah yang akan dijadikan lokasi pabrik.

**9.2. Pemilihan Lokasi**

Berdasarkan pertimbangan faktor – faktor diatas, maka pabrik Asam Asetat ini direncanakan didirikan di Kawasan Industri Kaltim (*Kaltim Industrial Estate*). *Kaltim Industrial Estate* atau KIE adalah sebuah kawasan industri yang terletak di kelurahan Lhoktuan, kecamatan Bontang Utara, Kota Bontang. Kawasan industri ini menjadi satu dengan area pabrik milik PT. Pupuk Kaltim. Hingga saat ini, kawasan industri Kaltim dikelola oleh PT. Kaltim Industrial Estate, salah satu anak perusahaan dari PT. Pupuk Kaltim yang bergerak di bidang pengadaan lahan industri serta pengadaan fasilitas bagi perusahaan. Umumnya perusahaan-perusahaan yang berdiri di kawasan ini adalah perusahaan yang memakai bahan baku berupa gas alam dan bidang usahanya lebih terkait dengan petrokimia. Namun ada juga perusahaan lain dibawah PKT yang bukan termasuk petrokimia (www.wikipedia.com). Pemilihan lokasi ini didasarkan pada hubungan antara faktor – faktor utama dan khusus yang dianggap berpengaruh, diantaranya adalah:

1) Letak sumber bahan baku

   Bahan Baku yang rencananya digunakan adalah LPG n-butana dari PT. Badak NGL Co. KIE terletak di Bontang yang terbilang masih berdekatan dengan area produksi PT. Badak. Lokasi pabrik yang berdekatan dengan bahan baku akan menghemat biaya transportasi dan modal yang diinvestasikan untuk tangki penyimpan bahan baku

2) Kapasitas sumber bahan baku dan berapa lama sumber dapat diandalkan pengadaannya.

   PT. Badak NGL Co memproduksi sekitar 25.000 ton LPG butana per minggu. Jumlah ini mencukupi untuk memproduksi asam asetat sejumlah yang diinginkan.

3) Kualitas bahan baku dan apakah kualitas ini sesuai dengan persyaratan yang dibutuhkan.

   Kualitas butana yang digunakan mempersyaratkan mengandung 1% pentana. Butana yang dihasilkan oleh PT. Badak memenuhi persyaratan tersebut.

4) Pemasaran

   Produk utama Asam Asetat sebagian besar digunakan untuk industri etil asetat, industri tekstil, industri benang karet dan juga digunakan sebagai bahan setengah jadi untuk membuat bahan-bahan kimia, seperti vinil asetat, selulosa asetat, asam

asetat anhidrid maupun kloro asetat serta masih banyak lainnya yang tersebar di Indonesia.

5) Power dan Bahan Bakar

Kebutuhan listrik untuk pabrik disuplai dari PT. Kaltim Daya Mandiri yang juga terletak di KIE dan bidang usahanya adalah menyediakan jasa kelistrikan untuk KIE, PT. Pupuk Kaltim dan perumahan PT. Pupuk Kaltim.

6) Persediaan dan pengadaan air

Kebutuhan air pabrik disuplai dari air kawasan industri yang juga digunakan oleh semua pabrik yang beroperasi di kawasan industri.

7) Keadaan Geografis dan Iklim

KIE merupakan daerah bebas banjir dan gempa, sehingga keamanan bangunan pabrik terjamin.

8) Transportasi

KIE adalah kawasan industri yang telah berkembang, sehingga sarana transportasi seperti akses jalan yang baik untuk jalur darat cukup memadai. Lokasi industri juga dekat pelabuhan Lhoktuan dan bandara udara Bontang yang sangat penting untuk menunjang kegiatan di pabrik seperti pengadaan bahan baku dan bahan penunjang maupun pemasaran produk.

9) Buangan Pabrik

Buangan pabrik Asam Asetat pada dasarnya tidak ada, karena produk samping asetaldehide bisa dijual lagi, sedangkan air buangan proses yang mengandung hidrokarbon diolah terlebih dulu pada unit pengolahan limbah cair.

10) Tenaga Kerja

Tenaga kerja diutamakan berasal dari daerah sekitar, hal ini bertujuan untuk mengembangkan SDM masyarakat sekitar dan untuk mencegah urbanisasi penduduk. Tenaga kerja tingkat ahli juga dapat didatangkan dari daerah lain terutama dari pulau Jawa.

11) Peraturan Pemerintah dan Peraturan Daerah

Peraturan pemerintah dan peraturan daerah Kalimantan Timur pada dasarnya mengatur daerah sekitar bontang sebagai zona industri.

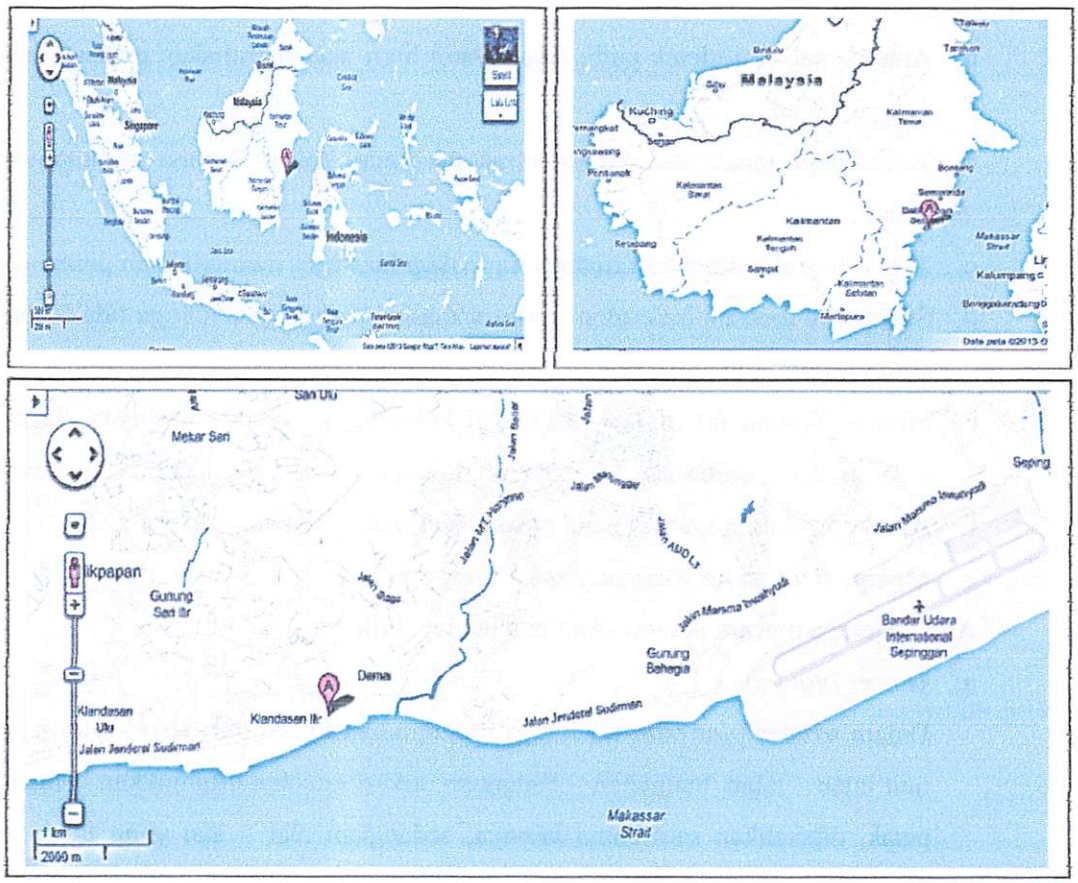
12) Keadaan lingkungan masyarakat

Lhoktuan merupakan wilayah dengan jumlah penduduk miskin terbanyak di kota Bontang, menembus angka 1380 Kepala Keluarga berdasarkan pendataan RTS miskin tahun 2008, meski demikian angka kriminalitas tergolong rendah (www.wikipedia.com). Dengan berdirinya pabrik diharapkan dapat membantu menyerap tenaga kerja untuk meningkatkan pendapatan masyarakat sekitar.

13) *Karakteristik tempat*

Harga tanah relatif lebih murah dibandingkan di pulau Jawa. Secara keseluruhan, kawasan industri KIE memiliki lahan industri seluas 265,6 hektar (www.wikipedia.com). Area yang luas ini memungkinkan bagi pembangunan unit usaha baru di masa mendatang.

Lokasi pabrik dapat dilihat sebagai berikut :




Gambar 9.1 Peta Lokasi Pabrik Asam Asetat

**9.3. Tata letak pabrik**

Pembuatan tata letak pabrik merupakan suatu hal yang penting, karena merupakan faktor penentuan apakah proses suatu pabrik dapat berjalan dengan lancar atau tidak.

Dalam penentuan tata letak pabrik harus diatur sedemikian rupa sehingga didapatkan :

- Konstruksi yang ekonomis
- *Sistem operasi yang baik*
- Pemeliharaan yang efisien
- Pengaturan peralatan dan bangunan yang fungsional
- Suasana pabrik yang dapat menimbulkan kegairahan kerja dan menjamin keselamatan kerja yang tinggi bagi karyawan

Untuk mendapatkan tata letak pabrik yang optimum harus dipertimbangkan beberapa faktor, yaitu:

a. Apakah pabrik terletak pada lokasi yang baru atau merupakan penambahan pabrik yang telah ada.
b. Tersedianya tanah atau lokasi untuk perluasan pabrik dimasa – masa yang akan datang
c. Tiap – tiap alat diberikan ruang yang cukup luas agar memudahkan pemeliharaan
d. Setiap alat disusun berurutan menurut masing – masing sehingga tidak menyulitkan aliran proses.
e. Memperhatikan faktor keamanan dan keselamatan kerja, misalnya : untuk daerah yang mudah menimbulkan kebakaran ditempatkan alat pencegah kebakaran.
f. Alat kontrol ditempatkan pada posisi yang mudah diawasi oleh operator.
g. *Memperhatikan pembungan hasil – hasil produksi.*

Ada beberapa macam perencanaan tata letak pabrik, yaitu :

a. *Master plot plan*

   Dalam *master plot plan* ini hanya menujukkan lokasi dari tiap – tiap unit proses, unit jalan – jalan, bangunan – bangunan, lokasi tersebut ditunjukkan dengan petak – petak, dipisahkan satu sama lainnya, sedangkan alat – alat yang tidak ada tidak ditunjukkan.

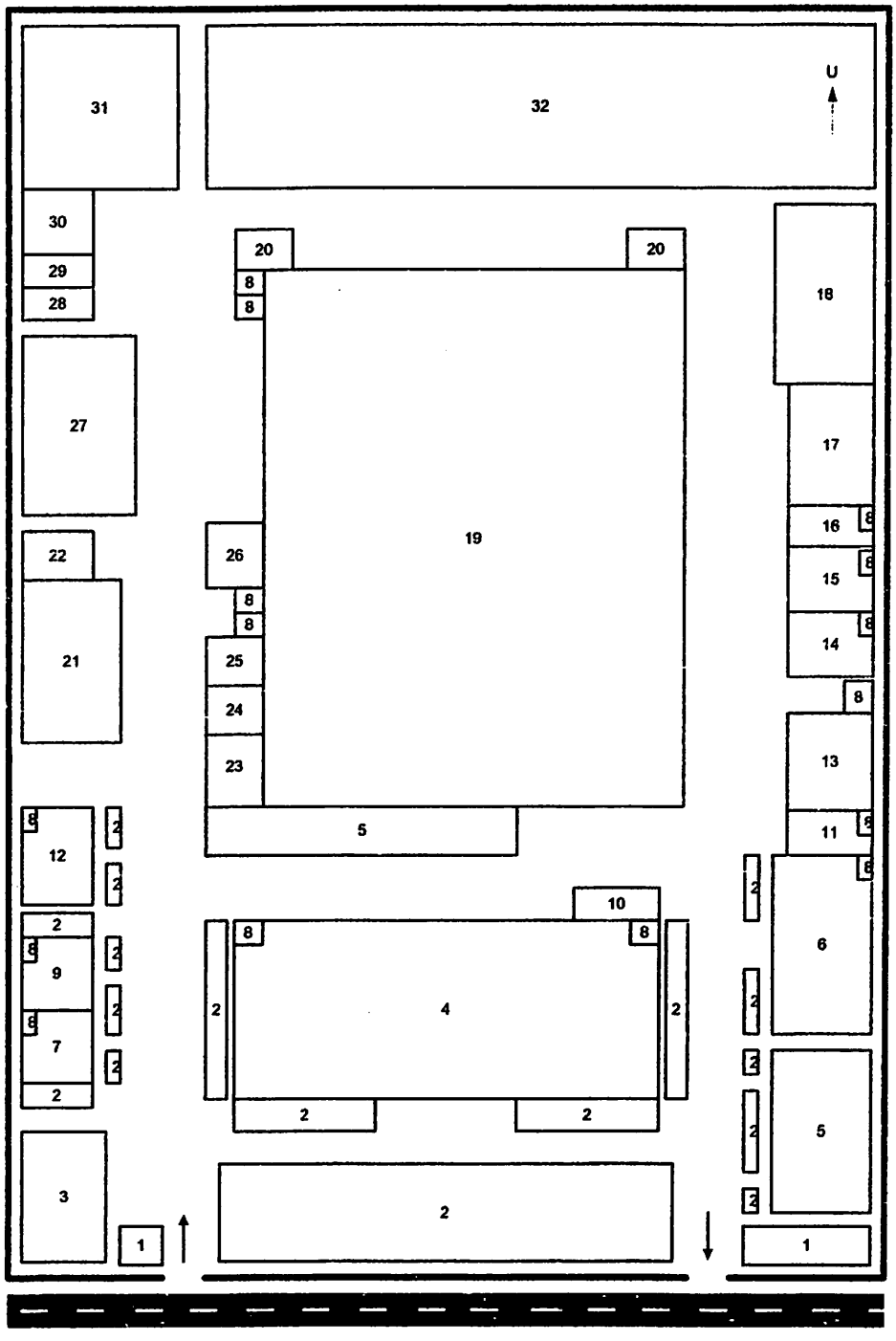
b. *Unit plot plan*

Dalam *unit plot plan* ini, tiap petak digambarkan peralatan yang ada didalamnya, sehingga mempunyai plot (proyeksi) kebawah atau kesamping untuk dapat menunjukkan elevansinya dan letak unit satu dengan unit yang lain relatif kelihatan.

c. Skala model (maket)

Skala model mempunyai bentuk tiga dimensi dan pada tiap – tiap alatnya dibuat seperti alat itu sendiri. Skala model ini sangat berguna untuk konstruksi pabrik yang sebenarnya, tetapi biayanya mahal. Dalam skala model ini dapat dilihat kesalahan – kesalahan operasi yang terjadi di pabrik.

Pada Pra Perancangan Pabrik Asam Asetat ini perencanaan tata letak pabrik yang digunakan adalah *master plot plan* karena desainnya lebih sederhana.




Skala = 1: 1000

Gambar 9.3 Tata Letak Pabrik Asam Asetat

Keterangan Gambar :

1. Pos keamanan
2. Taman
3. Parkir kendaraan tamu
4. Kantor pusat
5. Parkir kendaraan operasional dan karyawan
6. Gedung serbaguna (aula)
7. Kantor Penelitian dan Pengembangan (R & D)
8. Toilet
9. Laboratorium dan Pengendalian Mutu
10. Dapur
11. Perpustakaan
12. Masjid
13. Kantin
14. Koperasi
15. Poliklinik
16. Pemadam kebakaran
17. Storage bahan baku
18. Timbangan truk
19. Area proses
20. Ruang manager Produksi dan Teknik
21. Departemen Produksi
22. Departemen Teknik
23. Ruang kontrol
24. Garasi
25. Bengkel
26. Gudang produk
27. Utilitas
28. Ruang generator
29. Ruang bahan bakar
30. Ruang boiler
31. Pengolahan limbah

32. Area perluasan pabrik

Adapun perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik dapat dilihat pada tat dibawah ini :

**Tabel 9.1 Perincian luas tanah dan bangunan pabrik**

| No. | Bangunan | Ukuran (m) | Luas ($m^2$) |
|---|---|---|---|
| 1 | Pos Keamanan | 2x 5 x 5 | 500 |
| 2 | Taman dan jalan | | 1450 |
| 3 | Parkir kendaraan tamu | 5 x 20 | 100 |
| 4 | Kantor pusat | 40 x 40 | 1600 |
| 5 | Parkir kendaraan operasional dan karyawan | 20 x 5 | 100 |
| 6 | Gedung serbaguna (aula) | 20 x 20 | 400 |
| 7 | Kantor R & D | 10 x 20 | 200 |
| 8 | Toilet | 9 x 2 x 2 | 36 |
| 9 | Laboratorium dan pengendalian mutu | 20 x 30 | 600 |
| 10 | Dapur | 10 x 5 | 50 |
| 11 | Perpustakaan | 10 x 10 | 100 |
| 12 | Masjid | 15 x 20 | 300 |
| 13 | Kantin | 10 x 10 | 100 |
| 14 | Koperasi | 10 x 5 | 50 |
| 15 | Poliklinik | 10 x 5 | 50 |
| 16 | Pemadam kebakaran | 5 x 10 | 50 |
| 17 | Storage bahan baku | 20 x 10 | 200 |
| 18 | Timbangan truk | 8 x 5 | 40 |
| 19 | Area proses | 70 x 80 | 5600 |
| 20 | Ruang manager produksi teknik | 2 x 5 x 5 | 50 |
| 21 | Departemen produksi | 10 x 30 | 300 |
| 22 | Departemen Teknik | 5 x 5 | 25 |
| 23 | Ruang kontrol | 5 x 5 | 25 |
| 24 | Garasi | 10 x 10 | 100 |
| 25 | Bengkel | 15 x 10 | 150 |
| 26 | Gudang produk | 20 x 10 | 200 |

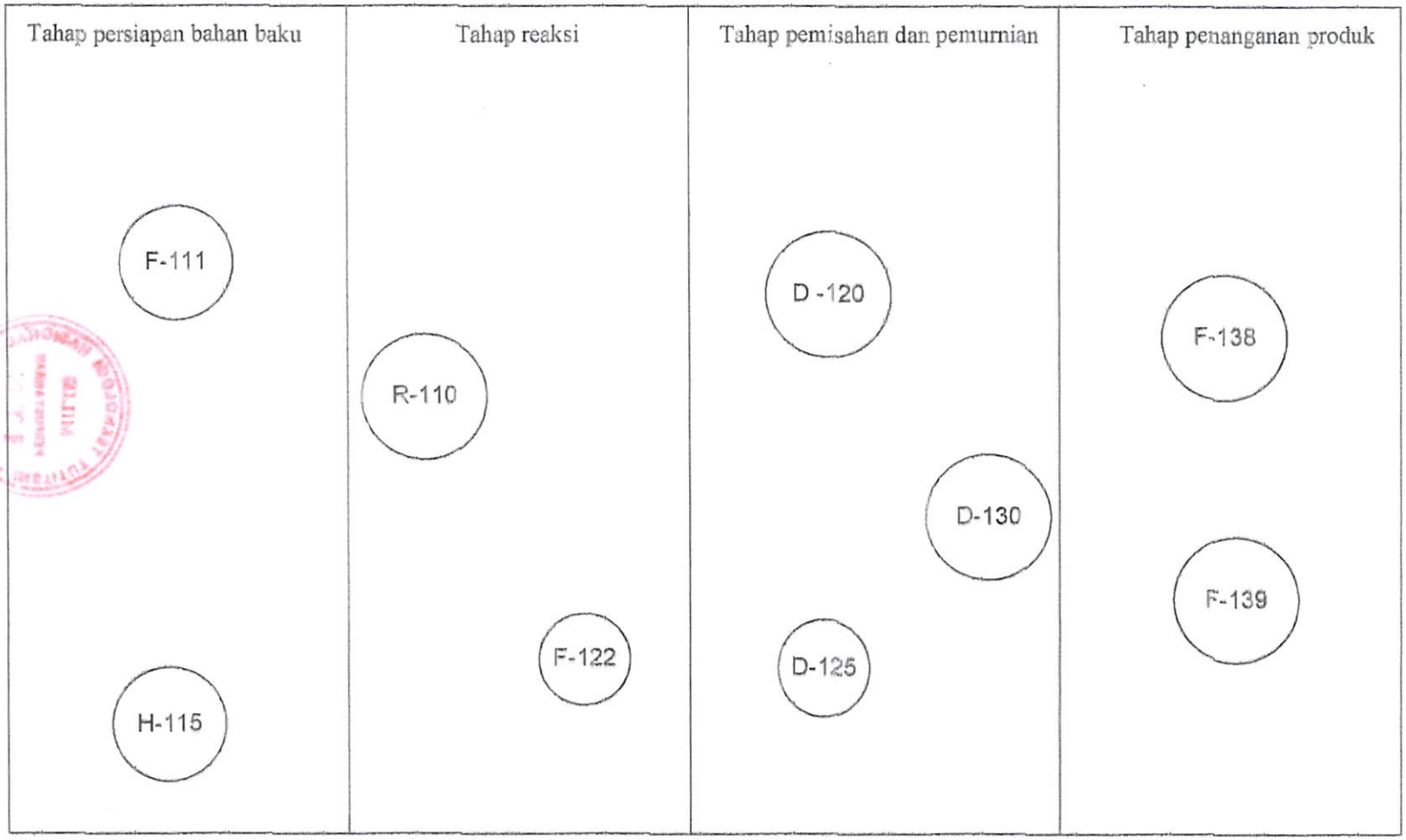
| | | | |
|---|---|---|---|
| 27 | Utilitas | 40 x 60 | 240 |
| 28 | Ruang generator | 5 x 5 | 25 |
| 29 | Ruang bahan bakar | 5 x 5 | 25 |
| 30 | Ruang boiler | 5 x 5 | 25 |
| 31 | Pengolahan limbah | 30 x 50 | 1500 |
| 32 | Area perluasan pabrik | 50 x 160 | 8000 |
| **Jumlah** | | | **30000** |

## 9.4. Penentuan tata letak peralatan proses

Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam penentuan tata letak peralatan (*equipment lay out*) dalam pra rencana pabrik asam asetat ini adalah :

- Letak ruangan ruangan yang cukup antara peralatan yang satu dengan yang lainnya dengan tujuan untuk memudahkan pemeriksaan, perawatan yang dapat menjamin keselamatan kerja maupun alat.
- Diusahakan agar setiap hari alat tersusun secara berurutan menurut fungsinya masing - masing, sehingga tidak menyulitkan dalam pengoperasiannya.
- Diusahakan agar dapat menimbulkan suasana kerja yang menyenangkan.
- Diusahakan peralatan harus diatur sedemikian rupa dengan memperhatikan keselamatan kerja karyawan.

Gambar tata letak peralatan proses pabrik asam asetat adalah sebagai berikut:




Gambar 9.2. Tata letak peralatan pabrik Asam Asetat

Keterangan gambar tata letak peralatan pabrik:

F-111 : Tangki storage butana

R-110 : Reaktor

F-122 : Flash drum

D-120 : Kolom Distilasi I

D-125 : Decanter

D-130 : Kolom Destilasi II

F-138 : Tangki storage Asam Asetat

F-139 : *Gudang Produk Jadi*

# BAB X
# STRUKTUR ORGANISASI

Untuk menjaga kelancaran dan kontinuitas suatu pabrik maka diperlukan adanya struktur organisasi yang baik. Struktur organisasi dapat memberikan wewenang pada setiap perusahaan untuk melaksanakan tugas yang dibebankan kepadanya. Juga mengatur hubungan antara orang satu dengan yang lain pada pelaksanaan fungsi mereka.

## 10.1. Bentuk Umum

| | |
|---|---|
| Perusahaan | : Perseroan Terbatas (PT) |
| Lokasi Pabrik | : Bontang, Kalimantan Timur |
| Kapasitas Produksi | : 200.000 ton/ tahun |
| Status Investasi | : Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN) |

## 10.2. Bentuk Badan Perusahaan

Dalam mengoperasikan pabrik asam asetat dipilih bentuk badan perusahaan Perseroan Terbatas (PT). yaitu suatu persekutuan menjalankan perusahaan yang mempunyai modal usaha yang terbagi beberapa saham, dimana tiap sekutu (disebut juga persero) turut mengambil bagian sebanyak satu atau lebih saham. Selain itu permodalannya berasal dari dalam negeri.

## 10.3. Struktur Organisasi

Struktur organisasi yang digunakan adalah sistem garis dan staf. Alasan pemilihan sistem garis dan staf adalah :

1. Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi terus menerus.
2. Terdapat kesatuan pimpinan dan perintah, sehingga disiplin kerja lebih baik.
3. Sering digunakan dalam perusahaan yang berproduksi secara massal.
4. Masing-masing kepala bagian manager secara langsung bertanggung jawab atas aktivitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan.

5. Pimpinan tertinggi dipegang oleh seorang direktur yang bertanggung jawab kepa dewan komisaris. Anggota dewan komisaris merupakan wakil-wakil dari pemega saham dan dilengkapi dengan staff ahli yang bertugas memberikan nasihat dan sar kepada direktur.

Pembagian tanggung jawab dan wewenang dari sistem organisasi perusahaan i berdasarkan departementasi. Pada setiap departemen dibagi menjadi bagian-bagian ya lebih kecil yaitu divisi. Selanjutnya tiap divisi dibagi menjadi unit-unit.

Setiap departemen dipimpin oleh seorang manajer yang dibantu oleh asist manajer, sedangkan untuk divisi dikepalai oleh seorang divisi manajer yang diban oleh asisten divisi manajer.

## 10.4. Tugas dan Tanggung Jawab Organisasi

### 10.4.1 Pemegang saham

Pemegang saham adalah sekelompok orang yang ikut dalam pengumpula modal untuk mendirikan pabrik dengan cara membeli saham perusahaan.

Tugas dan wewenang pemegang saham :

1. Memilih, mengangkat dan memberhentikan pimpinan perusahaan.
2. Mengesahkan rencana kerja, rencana dan perhitungan laba rugi dalam setahun
3. Meminta pertanggungjawaban Dewan Komisaris
4. Mengadakan rapat umum sedikitnya setahun sekali.

### 10.4.2 Dewan komisaris

Dewan komisaris terdiri dari para pemegang saham perusahaan. Merupaka wakil dari pemegang saham dan juga pemilik saham perusahaan. Semua keputusa ditentukan oleh rapat persero, dan biasanya yang menjadi ketua rapat adalah dewa komisaris. Dewan komisaris adalah ketua dari pemegang saham dan dipilih dari rapa umum pemegang saham.

Tugas dan wewenang dewan komisaris :

1. Memilih direktur utama dan menetapkan kebijakan perusahaan
2. Menyetujui atau menolak rencana yang diajukan oleh direktur utama
3. Mengadakan evaluasi mengenai hasil yang diperoleh oleh perusahaan
4. Memberi masukan kepada direktur tentang perubahan-perubahan yang akar dilakukan pada perusahaan

**10.4.3 Direktur utama**

Direktur utama adalah orang yang dipilih dewan komisaris untuk memimpin perusahaan dan bertanggung jawab atas kelangsungan perusahaan.

Tugas dan wewenang direktur utama :

1. Bertanggung jawab kepada dewan komisaris
2. Menetapkan kebijaksanaan perusahaan baik kedalam maupun keluar
3. Mengawasi jalannya perusahaan
4. Mengatur dan mengawasi keuangan perusahaan
5. Bertanggung jawab atas kelancaran perusahan

**10.4.4 Manager produksi**

Manager produksi membawahi kepala bagian produksi.

Tugas dan kewajiban Manager produksi :

1. Bertanggung jawab atas kelancaran dan pengawasan produksi pabrik.
2. Bertanggung jawab dalam pengaturan dan pengawasan proses pabrik

**10.4.5 Manager teknik**

Manager Teknik membawahi kepala bagian teknik.

Tugas dan kewajiban manager teknik :

1. Bertanggung jawab atas pengawasan alat-alat pabrik.
2. Bertanggung jawab dalam pemeliharaan peralatan pabrik.
3. Bertanggung jawab dalam pengaturan serta perbaikan peralatan pabrik.

**10.4.6 Manager administrasi dan keuangan**

Manager administrasi dan keuangan ini membawahi kapala bagian perdagangan, umum dan keuangan.

Tugas dan kewajiban :

1. Mengatur dan mengawasi keuangan perusahaan
2. Bertanggung jawab atas kelancaran administrasi perusahaan
3. Mengatur dan mengawasi pemasaran produksi dan pembelian bahan baku

**10.4.7 Penelitian dan pengembangan**

Divisi LITBANG bersifat independent. Divisi ini bertanggung jawab langsung kepada direktur utama. Divisi LITBANG bertugas mengembangkan secara kreatif dan

inovatif segala aspek perusahaan terutama yang berkaitan dalam peningkatan kualitas produksi sehingga mempu bersaing dengan produk kompetitor.

**10.4.8 Kepala bagian**

Kepala bagian bertugas untuk membantu kepala pabrik dan kepala kantor dalam perencanaan dan pelaksanaan pekerjaannya. Perincian tugasnya sebagai berikut :

1. Mengkoordinasikan masing-masing bagian dibawahnya serta bertanggung jawab kepada bidangnya masing-masing
2. Memberikan laporan secara periodik tentang kegiatan-kegiatan serta hasil-hasil yang telah dicapai oleh bagian masing-masing kepada kepala pabrik atau kantor
3. Membantu kepala pabrik atau kantor dalam menyiapkan dan menyusun laporan-laporannya

Secara terperinci tugas dari masing-masing kepala bagian dapat diperinci sebagai berikut :

a. Kepala Bagian Proses Produksi
   - Bertanggung jawab atas kelancaran proses produksi
   - Mengontrol bahan-bahan yang akan digunakan dalam proses produksi
   - Menjaga kualitas hasil produksi sesuai dengan standar yang ada

   Kepala bagian produksi membawahi kepala seksi proses produksi, penelitian dan pengembangan.

b. Kepala Bagian Teknik

   Kepala bagian teknik bertanggung jawab atas pengawasan utilitas dan peralatan proses produksi. Kepala bagian ini membawahi kepala seksi utilitas dan perawatan

c. Kepala Bagian Keuangan

   Kepala bagian keuangan ini bertugas mengawasi, mengatur dan mengurus pencatatan seluruh transaksi perusahaan yang digunakan untuk menyusun neraca rugi-laba perusahaan.

d. Kepala bagian SDM

   Kepala bagian SDM bertugas dalam penerimaan karyawan baru dan pelatihan karyawan.

e. Kepala bagian Umum

   Kepala bagian umum ini bertugas untuk administrasi perkantoran dan pembukuan.

## 10.5. Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Jumlah karyawan yang dibutuhkan pada pabrik asam asetat agar dapat beroperasi dengan baik sebagai berikut :

Penentuan jumlah karyawan operasional :

Kapasitas = 200.000 ton/ tahun

= 200.000 ton/ 330 hari

= 606 ton/ hari

*Dari figure 6-35, Vilbrant, hal 235* untuk beberapa unit peralatan besar dengan kapasitas pabrik 606 ton/hari maka diperoleh jumlah karyawan proses :

M = 120 orang/ hari/ tahapan proses

Karena ada empat tahapan proses dalam pabrik maka karyawan proses yang diperlukan adalah ;

= 120 orang/ hari x 4 = 480 orang/ hari

Untuk semua tahapan proses dibuat empat kru maka jumlah karyawan operasional yang dibutuhkan adalah :

Karyawan proses = ((480/8) * 4 ) = 240 orang/hari

**Tabel 10.1. Daftar Karyawan Perusahaan**

| No. | Jabatan | Pendidikan | | | | | Jumlah |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | SMP | SMA | D-3 | S-1 | S-2 | |
| 1. | Dewan Komisaris | | | | | | |
| | - Komisaris Utama | | | | | 1 | 1 |
| | - Anggota Komisaris | | | | | 2 | 2 |
| 2. | Direksi | | | | | | |
| | - Direktur Utama | | | | | 1 | 1 |
| | - Manajer Teknik | | | | | 1 | 1 |
| | - Manajer Hubungan Industri | | | | | 1 | 1 |
| | - Manajer Produksi | | | | | 1 | 1 |
| | - Manajer Keuangan | | | | | 1 | 1 |
| 3. | Sekretaris Direksi | | | | 1 | | 1 |
| 4. | Staff Litbang | | | | 3 | | 3 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5. | Kepala Bagian | | | | | | |
| | - Kabag Produksi | | | | 1 | | 1 |
| | - Kabag Teknik | | | | 1 | | 1 |
| | - Kabag Pemasaran | | | | 1 | | 1 |
| | - Kabag SDM | | | | 1 | | 1 |
| | - Kabag Keuangan | | | | 1 | | 1 |
| 6. | Kepala Seksi | | | | | | |
| | - Proses | | | | 1 | | 1 |
| | - Quality Control | | | | 1 | | 1 |
| | - Utilitas | | | | 1 | | 1 |
| | - Pemeliharaan | | | | 1 | | 1 |
| | - Penjualan | | | | 1 | | 1 |
| | - Promosi | | | | 1 | | 1 |
| | - Administrasi | | | | 1 | | 1 |
| | - Keamanan | | | | 1 | | 1 |
| | - Personalia | | | | 1 | | 1 |
| | - Penyediaan dan Pembelian | | | | 1 | | 1 |
| | - Keuangan | | | | 1 | | 1 |
| | - Akuntansi | | | | 1 | | 1 |
| 7. | Karyawan | | | | | | |
| | - Proses | | 60 | 180 | | | 240 |
| | - Quality Control | | | 10 | 5 | | 15 |
| | - Utilitas | | 2 | 10 | 3 | | 15 |
| | - Pemeliharaan | | 2 | 7 | 1 | | 10 |
| | - Penjualan | | | 5 | | | 5 |
| | - Promosi | | | 5 | | | 5 |
| | - Administrasi | | | 2 | | | 2 |
| | - Keamanan | | 20 | | | | 20 |
| | - Personalia | | | | 5 | | 5 |
| | - Penyediaan dan pembelian | | | 5 | | | 5 |
| | - Keuangan | | | | 2 | | 2 |
| | - Akuntansi | | | | 2 | | 2 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | - Sopir | 2 | 2 | | | | 4 |
| 8. | Karyawan Tidak Tetap | | | | | | |
| | - Dokter | | | | 1 | | 1 |
| | - Perawat | | | 1 | | | 1 |
| | - Petugas Bongkar Muat | 6 | | | | | 6 |
| | - Petugas Kebersihan | 6 | | | | | 6 |
| **Jumlah** | | **14** | **76** | **195** | **40** | **8** | **373** |

**10.6. Jabatan dan Tingkat Pendidikan Tenaga Kerja**

Adapun jabatan dan tingkat pendidikan tenaga kerja antara lain :

a. Dewan komisaris : Pasca Sarjana Teknik Kimia

b. Direksi : Pasca Sarjana Teknik Kimia

c. Manager : Sarjana Teknik Kimia

d. Kabag

- Produksi : Sarjana Teknik Kimia
- Teknik : Sarjana Teknik Mesin
- Umum : Sarjana Administrasi/Ekonomi
- SDM : Sarjana Psikologi/Sospol
- Keuangan : Sarjana Ekonomi

e. Kepala seksi : Sarjana Teknik / Ekonomi (sesuai bidangnya)

f. Karyawan : SMP, SMA, D3 dan S1

**10.7. Tingkat Golongan dan Jabatan Tenaga Kerja**

Pembagian tingkat golongan tergantung pada banyak hal seperti jabatan, masa kerja, prestasi dan sebagainya sehingga belum tentu karyawan yang mempunyai jabatan tinggi mempunyai gaji lebih besar dari karyawan dibawahnya yang memiliki masa kerja yang lama.

Adapun pembagian golongan karyawan pada perusahaan ini adalah :

Golongan I : Karyawan dengan gaji Rp 1.350.000,00 – 2.000.000,00 /bulan

Golongan II : Karyawan dengan gaji Rp. 2.000.000,00 – 5.000.000,00 /bulan

Golongan III : Karyawan dengan gaji Rp. 5.000.000,00 – 9.900.000,00 /bulan

Golongan IV : Karyawan dengan gaji Rp. 10.000.000,00 – 22.000.000,00 /bulan

## 10.8. Status Karyawan dan Sistem Upah

Sistem upah yang diberikan kepada karyawan tidak sama antara perusahaan sa dengan yang lainnya. Pada perusahaan ini sistem upah karyawan berbeda-be tergantung dari status karyawan dan tingkat pendidikan serta besarnya kedudukan d tanggung jawab dan keahliannya.

### 10.8.1 Status karyawan

Adapun status karyawan dapat digolongkan sebagai berikut :

a. Karyawan Tetap

Adalah karyawan yang sudah diangkat sebagai karyawan tetap perusaha berdasarkan surat keputusan direktur. Pembayaran upah didasarkan atas up bulanan dan mendapat hak penuh atas tunjangan-tunjangan dan jaminan-jamin sosial yang diberikan perusahaan.

b. Karyawan Tidak Tetap

Adalah karyawan yang masih menjalani masa kerja percobaan paling lama ti bulan, diterima sebagai pegawai berdasarkan nota persetujuan direktur at pengajuan kepala yang membawahinya. Pembayaran upah berdasarkan up bulanan, tetapi belum dapat hak penuh atas tunjangan-tunjangan dan jaminan sosi yang diberikan perusahaan.

c. Karyawan Harian

Adalah karyawan yang bekerja secara harian atau borongan, seperti buru pengangkut barang, buruh bangunan dan lain-lain yang bekerja pada saat tertent saja (pada saat pabrik membutuhkan). Mereka bekerja berdasarkan nota persetujua kepala yang membawahinya, atas permintaan kepala bagian yang membutuhkan.

### 10.8.2 Sistem penggajian

Sistem penggajian dalam perusahaan ini adalah :

a. Gaji bulanan

Gaji bulanan diberikan kepada karyawan bulanan tetap yang sesuai dengan bidang kedudukan serta keahliannya masing-masing.

b. Gaji harian

Gaji harian diberikan kepada karyawan harian tetap yang besarnya tergantung pad keahlian dan masa kerjanya. Gaji harian diberikan pada setiap hari sabtu.

c. Gaji borongan

Gaji borongan diberikan kepada karyawan harian lepas atau pekerja borongan.

**10.9. Sistem Kerja**

Pabrik Asam Asetat ini direncanakan bekerja 330 hari per tahun dengan 24 jam kerja per hari. Dengan pekerjaan yang membutuhkan pengawasan terus-menerus selama 24 jam para karyawan diberikan jadwal bergilir (shift). Untuk ini jam kerja dibagi dalam tiga waktu kerja dimana tiap shift dibagi masing-masing 8 jam. Distribusi jam kerja diatur sebagai berikut :

| | | |
|---|---|---|
| Shift I (pagi) | : | 06:00 – 14:00 |
| Shift II (siang) | : | 14:00 – 22:00 |
| Shift III (malam) | : | 22:00 – 06:00 |

Penggantian shift dilakukan dengan sistem 222 ( 2 hari malam, 2 hari pagi, 2 hari sore dan 1 hari libur ). Setiap hari kerja terdapat satu grup yang libur.

Untuk pekerjaan yang tidak memerlukan pengawasan terus-menerus (*non-shift*) pembagian jam kerja dilakukan sebagai berikut :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Senin s/d Kamis | : | 07:00 – 12:00 | - | 13:00 – 16:30 |
| Jum'at | : | 07:00 – 11:30 | - | 13:00 – 16:00 |
| Sabtu | : | 08:00 – 12:00 | | |

**10.10. Tunjangan, Fasilitas dan Cuti**

**10.10.1 Tunjangan**

Tunjangan yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan meliputi :

a. Tunjangan keuangan
   - Tunjangan diluar gaji pokok, diberikan kepada tenaga kerja tetap berdasarkan prestasi yang dilakukan
   - Tunjangan lembur yang diberikan kepada tenaga kerja yang bekerja diluar jam kerja (khusus untuk tenaga kerja shift)

b. Tunjangan kecelakaan kerja

   Perusahaan bekerja sama dengan PT. Jamsostek memberikan tunjangan kecelakaan kerja kepada karyawan. Jika karyawan mengalami kecelakaan di jalan saat

berangkat atau pulang kerja maupun selama melakukan pekerjaan di tempat kerja maka akan mendapat sejumlah nilai yang telah disepakati oleh perusahaan dan PT. Jamsostek sesuai dengan undang – undang ketenagakerjaan yang berlaku.

c. Tunjangan kesehatan
   - Pengobatan ringan dapat dilakukan di poliklinik perusahaan dan diberikan kepada tenaga kerja yang membutuhkan
   - Untuk pengobatan berat diberikan penggantian ongkos sebesar 50 % secara langsung kepada rumah sakit, dokter dan apotek yang bersangkutan yang ditentukan oleh perusahaan
   - Karyawan yang mengalami gangguan kesehatan atau kecelakaan dalam melaksanakan tugasnya untuk perusahaan, akan mendapat penggantian ongkos pengobatan sepenuhnya

d. Tunjangan hari tua

   Perusahaan bekerja sama dengan PT. Jamsostek memberikan tunjangan hari tua kepada karyawan. Jika karyawan memasuki masa purna tugas, maka karyaan tersebut akan mendapat sejumlah uang dengan nilai yang telah disepakati oleh perusahaan dan PT. Jamsostek sesuai dengan undang – undang ketenagakerjaan yang berlaku.

**10.10.2 Fasilitas**

1. Kendaraan dinas

   Disediakan kendaraan Dinas berupa :
   - Kendaraan roda empat bagi Direktur dan Kepala bagian
   - Disediakan kendaraan antar jemput bagi kepala seksi dan karyawan bawahannya, atau diganti dengan uang transport yang sesuai

2. Pakaian kerja

   Setiap karyawan diberi dua pasang pakaian kerja, perlengkapan penunjang keselamatan kerja yang sesuai dengan bidang yang ditanganinya

**10.10.3 Cuti**

1. Cuti tahunan selama 12 hari kerja dan diatur dengan mengajukan permohonan satu minggu sebelumnya untuk pertimbangan ijinnya
2. Cuti sakit bagi tenaga kerja yang memerlukan istirahat total berdasarkan surat keterangan dokter

3. Cuti hamil selama dua bulan bagi tenaga kerja wanita
4. Cuti untuk keperluan dinas atau perintah atasan berdasarkan kondisi tertentu

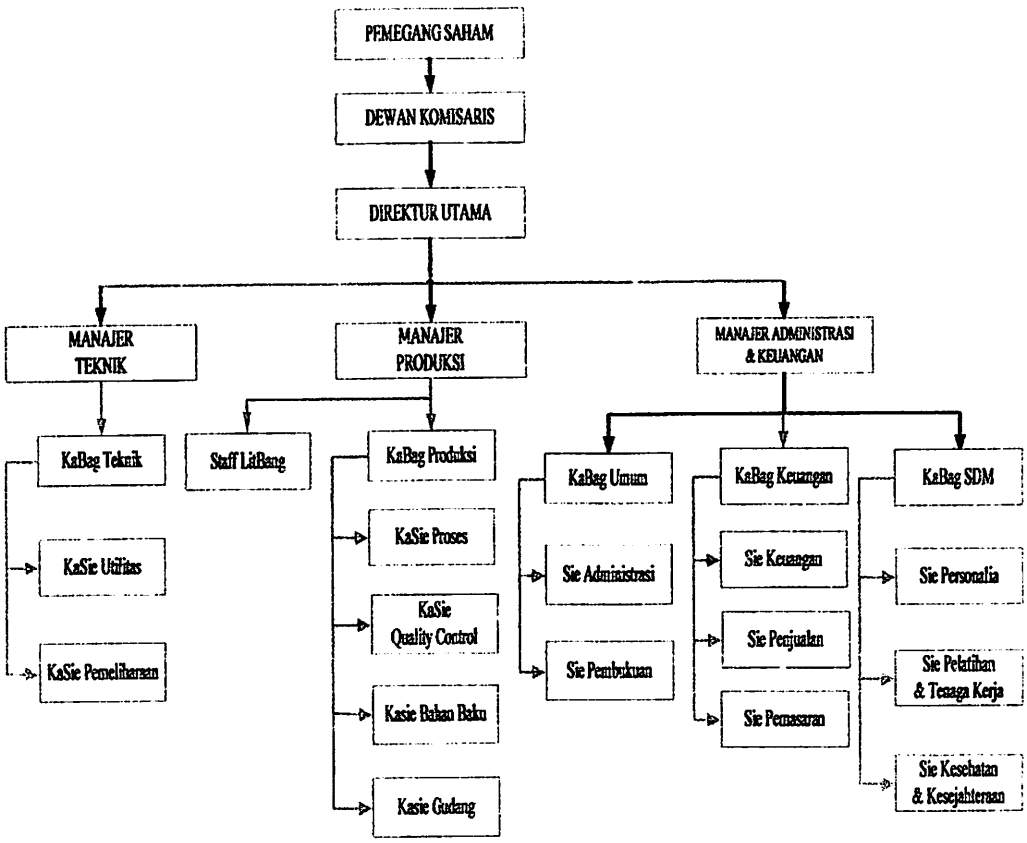
**10.10.4 Absensi**

Mengingat akan disiplin karyawan untuk menunjang lancarnya produksi maka perlu diadakan suatu peraturan absensi berupa cuti yang terditi dari :

1. Cuti selama 12 hari kerja dan diatur dengan mengajukan permohonan selama satu minggu sebelumnya untuk dipertimbangkan lagi.
2. Cuti hamil bagi karyawan wanita satu bulan sebelum melahirkan dan satu bulan setelah melahirkan.

## 10.11. Struktur Organisasi

Struktur organisasi yang direncanakan adalah bentuk garis dan staff. komisaris mengangkat seorang direktur utama sebagai pimpinan tertinggi.




Gambar 10.1 Struktur organisasi Pabrik Asam Asetat

# BAB XI

# ANALISA EKONOMI

Dalam perencanaan suatu pabrik perlu ditinjau dari faktor-faktor ekonomi yang menentukan apakah pabrik tersebut layak untuk didirikan atau tidak. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penentuaan untung rugi dalam mendirikan Pabrik *Asam Asetat* ini adalah sebagai berikut :

- Laju pengembalian modal *(Internal Rate of Return)*
- Lama pengembalian modal *(Pay Out Time)*
- Titik impas (*Break Event Point*)

Untuk menghitung faktor-faktor diatas perlu diadakan penafsiran beberapa hal *menyangkut administrasi perusahaan dan jalannya proses, yaitu :*

1. Penaksiran modal investasi total *(Total Capital Invesment)* terdiri atas :
   a. Modal tetap *(Fixed Capital Invesment)*
   b. Modal kerja *(Work Capital Invesment)*
2. Penentuan biaya produksi total *(Total Production Cost)*, terdiri atas :
   a. Biaya pembuatan *(Manufacturing Cost)*
   b. Biaya pengeluaran umum *(General Expenses)*
   c. Biaya tidak terduga (*overhead cost*)
3. Total pendapatan

## 11.1. Faktor-faktor Penentu

### 11.1.1. Modal Investasi Total (*Total Capital Investment* = *TCI*)

Yaitu modal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik sebelum berproduksi, terdiri dari :

1. *Fixed Capital Investment (FCI)*
   a. Biaya langsung *(Direct cost)*, meliputi :
      - Harga alat
      - Instrumentasi dan alat kontrol
      - Perpipaan terpasang
      - Listrik terpasang

- Instalasi dan isolasi alat
- Tanah dan bangunan
- Fasilitas pelayanan
- Pengembangan lahan

b. Biaya tak langsung *(Indirect cost)*
- Teknik dan supervisi
- Konstruksi
- Kontraktor
- Biaya tak terduga

2. *Working Capital Investment (WCI)*

Modal kerja yaitu modal yang digunakan untuk menjalankan pabrik yang berhubungan dengan laju produksi dalam beberapa waktu tertentu. Modal kerja terdiri dari :

a. Penyediaan bahan baku dalam waktu tertentu
b. Pengemasan produk dalam waktu tertentu
c. Utilitas dalam waktu tertentu
d. Gaji dalam waktu tertentu
e. Uang tunai
f. Supervisi
g. Laboratorium
h. Pemeliharaan
i. *Patent* dan *royalty*

Sehingga :

*Total Capital Invesment* (TCI) = Modal tetap (FCI) + Modal kerja (WCI)

*11.1.2.* **Biaya produksi (*Total Production Cost* = *TPC*)**

Total biaya produksi adalah biaya yang digunakan untuk operasi pabrik atau biaya yang dikeluarkan untuk mengeluarkan satu-satuan produk dalam waktu tertentu. Biaya produksi terdiri dari :

a. Biaya pembuatan *(Manufacturing Cost)*, terdiri dari :
- Biaya produksi langsung
- Biaya produksi tetap
- Biaya *overhead* pabrik

b. Biaya umum *(General Expenses)*, terdiri dari :

- Biaya administrasi
- Biaya distribusi dan pemasaran
- Litbang
- Financing

Adapun biaya produksi total terbagi menjadi :

a. Biaya variabel (*Variable Cost = Vc*)

Biaya variable yaitu, segala biaya yang pengeluarannya berbanding lurus dengan laju produksi atau biaya yang tergantung dengan kapasitas pabrik secara langsung. Biaya variabel terdiri :

- Biaya bahan baku
- Biaya utilitas
- Biaya pengepakan

b. Biaya semi variabel (*Semi Variable Cost = SVC*)

Biaya semi variabel yaitu, biaya pengeluaran yang tidak berbanding lurus dengan laju produksi atau yang tergantung dengan kapasitas pabrik secara tidak langsung. Biaya semi variabel terdiri dari :

- Upah karyawan
- *Plant overhead*
- Pemeliharaan dan perbaikan
- Laboratorium
- *Operating supplies*
- Biaya umum
- Supervisi

c. Biaya tetap (*Fixed Cost = FC*)

Biaya tetap adalah biaya yang dikeluarkan secara tetap, tidak tergantung pada kapasitas pabrik. Biaya tetap terdiri dari :

- Asuransi
- Depresiasi
- Pajak
- Bunga bank

## 11.2. Penafsiran Harga Alat

Harga suatu alat setiap saat akan berubah, tergantung pada perubahan kondisi ekonomi. Oleh karena itu, digunakan beberapa cara konversi harga alat terhadap harga alat pada beberapa tahun yang lalu, sehingga diperoleh harga yang ekivalen dengan harga sekarang.

Harga alat pada Pra Rencana Pabrik *Isopropyl Alkohol* ini didasarkan pada data harga alat yang terdapat pada literatur *Petter and Timmerhauss* serta *Garret E.Donald.* Untuk menaksir harga alat pada tahun 2016, maka digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Harga alat sekarang} = \frac{\text{nilai indeks tahun terhitung}}{\text{nilai indeks original}} \times \text{harga alat original}$$

## 11.3.Penentuan *Total Capital Invesment (TCI)*

A. Biaya Langsung ( *Direct Cost / DC* )

| | | |
|---|---|---|
| Harga Peralatan | E | 65,431,294,920 |
| Instalasi dan isolasi alat | 45% x E | 29444082714 |
| Instrumentasi dan kontrol | 20% x E | 13086258984 |
| Perpipaan terpasang | 68% x E | 44493280545 |
| Listrik terpasang | 15% x E | 9814694238 |
| Tanah | | 15,000,000,000 |
| Bangunan | 29% x E | 18,975,075,527 |
| Fasilitas pelayanan | 40% x E | 26172517968 |
| Pengembangan lahan | 6% x E | 3925877695 |
| **Total Direct Cost** | | **226,343,082,590** |

B. Biaya Tak Langsung ( *Indirect Cost / IC* )

| | | |
|---|---|---|
| Engineering dan Supervisor | 15% x DC | 33,951,462,388.54 |
| Biaya konstruksi | 30% x DC | 67,902,924,777.08 |
| Biaya kontraktor | 6% x DC | 13,580,584,955.42 |
| Biaya tak terduga | 10% xFCI | 23,382,965,162 |
| **Total IC** | | **138,817,937,283.13** |

C. Modal Tetap ( Fixed Capital Investment / FCI )

| | |
|---|---|
| Biaya langsung DC | 93,354,925,959 |
| Biaya tak langsung IC | 70,993,977,401.39 |
| **total** | **164,348,903,360** |

D. Modal Kerja ( Working Capital Investment / WCI )

WCI= 15% x TCI =29,002,747,651.83

E. Total Capital Investment ( TCI )

TCI = FCI + WCI

TCI = 164,348,903,360 + 15% TCI

0.85 TCI = 164,348,903,360

**TCI = 193,351,651,012.22**

F. Modal Perusahaan

| | | |
|---|---|---|
| Modal sendiri | 60% x TCI | 77,340,660,404.89 |
| Modal pinjaman | 40% x TCI | 116,010,990,607.33 |
| **Total modal perusahaan** | | **193,351,651,012.22** |

G. Biaya Produksi tetap

| | | |
|---|---|---|
| Depresiasi Peralatan | 10% x harga alat | 6,543,129,492.0 |
| Depresiasi Bangunan | 2% x nilai bangunan | 379,501,511 |
| Asuransi | 5% x FCI | 8,217,445,168.02 |
| Pajak daerah | 2% x FCI | 3,286,978,067.21 |
| Bunga pinjaman bank | 13% x modal pinjaman | 10,054,285,852.64 |
| **Total FPC** | | **28,481,340,090.35** |

## 11.4.Penentuan *Total Production Cost* (TPC)

### A. Penentuan Total Biaya Produksi ( Total Production Cost / TPC )

**1. Biaya Produksi Langsung ( Direct production Cost / DPC )**

| Direct Production Cost (DPC) | | |
|---|---|---|
| Bahan baku untuk 1 tahun | BB | 29,308,665,839,626 |
| Gaji karyawan 1 tahun | TK | 9,409,920,000 |
| Biaya utilitas untuk 1 tahun | UT | 10%TPC |
| Pemeliharaan dan perawatan | 8% X FCI | 13147912269 |
| Laboratorium | 10% X TK | 940992000 |
| Patent dan Royalti | 2% X TPC | 2% X TPC |
| Supervisi | 15% X TK | 1411488000 |
| Operating Supplies | 1% X FCI | 1643489034 |
| Biaya pengemasan 1 tahun | | 2,096,835,684,331 |
| Total | | 31,432,055,325,259 + 2% TPC |

**2. Biaya Produksi Tetap ( Fixed Production Cost / FPC )**

| Biaya produksi tetap (Fixed Production Cost/FPC) | | |
|---|---|---|
| Depresiasi / Penyusutan peralatan | 10% x Nilai Peralatan | 6,543,129,492.0 |
| Depresiasi / Penyusutan bangunan | 2% x nilai bangunan | 379,501,511 |
| Asuransi | 5% x FCI | 8,217,445,168.02 |
| Pajak kekayaan | 2% x FCI | 3,286,978,067.21 |
| Bunga pinjaman bank | 13% x modal pinjaman | 10,054,285,852.64 |
| **Total FPC** | | **28,481,340,090.35** |

**3. TPC = MC + GE**

MC = DPC + FPC + OC

GE = 15% TPC

OC = 10 TPC

TPC = DPC + FPC + 22 % TPC + 15 % TPC

TPC = 49,937,359,786,269.30

b. **Biaya produksi langsung (DPC)**

DPC = 31,432,055,325,259 + 2% TPC

DPC = 37,424,538,499,611.60

c. **Biaya Umum ( General Expenses / GE )**

| | | |
|---|---|---|
| Biaya administrasi | 3% x TPC | 1,498,120,793,588.08 |
| Biaya distribusi dan pemasaran | 7% x TPC | 3,495,615,185,038.85 |
| Biaya litbang | 5% x TPC | 2,496,867,989,313.47 |
| **Total GE** | | **7,490,603,967,940.40** |

d. **Biaya overhead pabrik 10%**

Biaya overhead pabrik = 10% TPC = **4,993,735,978,626.93**

e. **Biaya pembuatan (MC)**

MC = DPC + FPC + OC

*MC = 86,391,632,430,246.0*

**11.5 Laba Perusahaan**

Laba perusahaan, yaitu keuntungan yang diperoleh dari penjualan produk.

Total penjualan per tahun = 50,000,000,000,000

Laba kotor = Harga Jual - Biaya Produksi Total

= Rp 50,000,000,000,000- 49,937,359,786,269.30

= Rp 62,640,213,731

Pajak Penghasilan (UU No. 17 Tahun 2000 pasal 17 ayat 2)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Rp. 25.000.000 - Rp. 50.000.000 | = | 5 | % |
| Rp. 50.000.000 - Rp. 250.000.000 | = | 15 | % |
| Rp. 250.000.000 - Rp. 500.000.000 | = | 15 | % |
| Lebih dari Rp.500000000 | = | 30 | % |

Pajak penghasilan = Rp 18792064119.20

Laba bersih = laba kotor - pajak penghasilan

= Rp 43,848,149,611

**11.6 Analisis Probabilitas**

**11.6.1. Laju Pengembalian Modal (*Rate On Invesment = ROI*)**

*ROI adalah pernyataan umum yang digunakan untuk menunjukkan laba tahunan* sebagai usaha untuk mengembalikan modal.

❖ ROI sebelum pajak

$$ROI_{BT} = \frac{\text{Laba kotor}}{\text{Modal tetap}} \times 100\ \%$$

$$= \frac{\text{Rp}\,62{,}640{,}213{,}731}{\text{Rp}\,164{,}348{,}903{,}360} \times 100\%$$

$$= 38{,}114\ \%$$

❖ ROI setelah pajak

$$ROI_{AT} = \frac{\text{Laba bersih}}{\text{Modal tetap}} \times 100\ \%$$

$$= \frac{\text{Rp}\,43{,}848{,}149{,}611}{\text{Rp}\,164{,}348{,}903{,}360} \times 100\%$$

$$= 26.68\ \%$$

**11.6.2. *Internal Rate Of Return* (IRR)**

*Internal rate of return* berdasarkan *discounted cash flow* adalah suatu tingkat bunga tertentu dimana seluruh penerimaan akan tepat menutup seluruh jumlah pengeluaran modal. Cara yang dilakukan adalah dengan *trial* harga i, yaitu laju bunga sehingga memenuhi persamaan berikut :

$$\sum \frac{CF}{(1+i)^n} = \text{total modal akhir masa konstruksi}$$

Keterangan:

n : Tahun

CF : *Cash flow* pada tahun ke-n

$(1+i)^n$ : *Discount factor*

Tabel 11.6.1. *Cash Flow* untuk IRR

| Tahun ke-n | Net Cash Flow (Rp) | i = 15.935% | |
|---|---|---|---|
| | | DF | Present Value |
| 1 | Rp26,502,536,463 | 0.8626 | Rp22,859,868,158 |
| 2 | Rp35,372,969,901 | 0.7440 | Rp26,317,466,925 |
| 3 | Rp44,243,403,339 | 0.6417 | Rp28,392,744,133 |
| 4 | Rp44,344,206,855 | 0.5535 | Rp24,546,072,575 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 | Rp44,445,010,371 | 0.4775 | Rp21,220,441,483 |
| 6 | Rp44,545,813,887 | 0.4118 | Rp18,345,290,024 |
| 7 | Rp44,646,617,403 | 0.3552 | Rp15,859,610,787 |
| 8 | Rp44,747,420,919 | 0.3064 | Rp13,710,656,620 |
| 9 | Rp44,848,224,435 | 0.2643 | Rp11,852,822,462 |
| 10 | Rp44,949,027,951 | 0.2280 | Rp10,246,678,512 |
| Total Present Value | | | Rp193,351,651,679 |
| Total Investasi Awal | | | Rp193,351,651,012 |

Dari hasil trial laju bunga didapatkan IRR 15.935%. Hasil ini masih diatas bunga bank (13%) sehingga pabrik layak didirikan

**11.6.3. Lama Pengembalian Modal (*Pay Out Time = POT*)**

POT adalah masa tahun pengembalian modal investasi

| Tahun ke-n | Net Cash Flow | Cumulative Cash Flow |
|---|---|---|
| 1 | Rp26,502,536,463 | Rp26,502,536,463 |
| 2 | Rp35,372,969,901 | Rp61,875,506,364 |
| 3 | Rp44,243,403,339 | Rp106,118,909,704 |
| 4 | Rp44,344,206,855 | Rp150,463,116,559 |
| 5 | Rp44,445,010,371 | Rp194,908,126,931 |
| 6 | Rp44,545,813,887 | Rp239,453,940,818 |
| 7 | Rp44,646,617,403 | Rp284,100,558,221 |
| 8 | Rp44,747,420,919 | Rp328,847,979,140 |
| 9 | Rp44,848,224,435 | Rp373,696,203,575 |
| 10 | Rp44,949,027,951 | Rp418,645,231,525 |

Dari tabel diatas untuk TCI sebesar Rp193,351,651,012 diperoleh dengan cara interpolasi pada tahun ke 4 dan ke sehingga didapatkan POT sebesar 5.00 tahun

**11.6.4. *Break Event Point* (BEP)**

BEP adalah titik dimana jika tingkat kapasitas pabrik berada pada titik tersebut maka pabrik tidak untung dan tidak rugi atau harga penjualan sama dengan biaya produksi.

$$BEP = \frac{FC + (0,3\,SVC)}{S - 0,7\,SVC - VC} \times 100\%$$

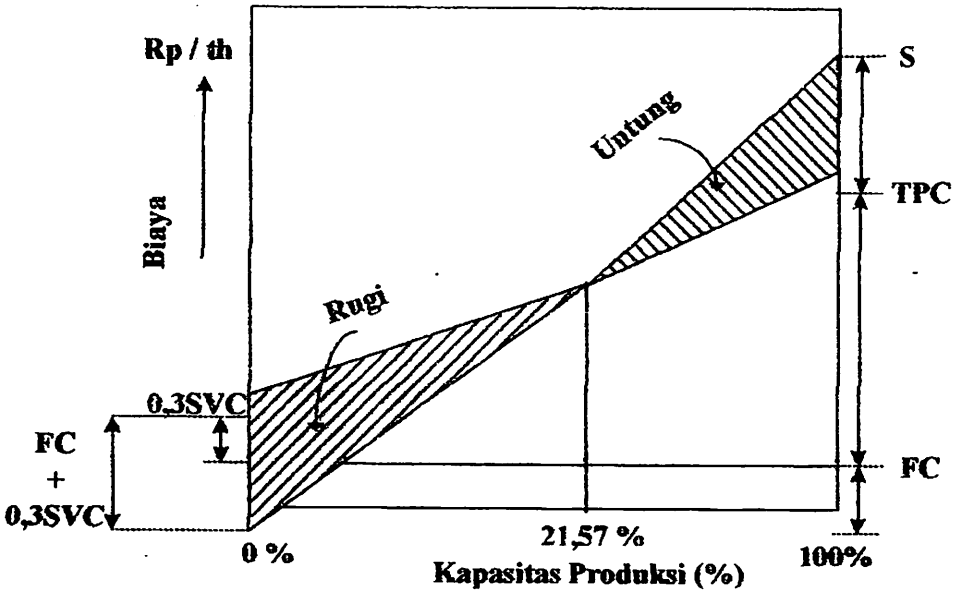
| | |
|---|---|
| **biaya produksi tetap FC=FPC** | **28,481,340,090.35** |
| **Biaya variabel VC** | |
| Biaya bahan baku 1 tahun | 29,308,665,839,626 |
| Utilitas 1 tahun | 4,993,735,978,627 |
| *Biaya pengemasan 1 tahun* | 2,096,835,684,331 |
| **total VC** | **36,399,237,502,584** |
| **Biaya semi variabel SVC** | |
| Pemeliharaan dan perawatan | 13,147,912,269 |
| Laboratorium | 940,992,000 |
| Patent dan royalti | 998,747,195,725.39 |
| Supervisi | 1,411,488,000 |
| Operating supplies | 1,643,489,034 |
| biaya overhead | 4,993,735,978,626.93 |
| Biaya umum/GE | 423,228,630,095.76 |
| Gaji karyawan 1 tahun | 9,409,920,000 |
| **Total SVC** | **6,442,265,605,751** |
| **Penjualan/Sales/S** | **50,000,000,000,000.00** |

**BEP =**

$$\frac{Rp\,28,481,340,090.35 + (0,3 \times Rp\ 6,442,265,605,751)}{Rp\ 50,000,000,000,000.00 - (0,7 \times Rp\ 6,442,265,605,751) - Rp36,399,237,502,584}$$

= 21.57 %

Titik BEP = 21.57 %


Rp / th
Biaya
S
Untung
TPC
Rugi
0,3SVC
FC
+
0,3SVC
FC
0 %
21,57 %
100%
Kapasitas Produksi (%)

# BAB XII
# KESIMPULAN

Pra Rencana Pabrik asam asetat dengan proses oksidasi n-butana diharapkan dapat mencapai hasil produksi yang maksimal sesuai dengan tujuan, sehingga dapat memenuhi kebutuhan masyarakat dalam negeri.

Dari hasil analisis yang dilakukan, Pra Rencana Pabrik asam asetat dengan proses oksidasi n-butana ini layak untuk ditindaklanjuti dengan memperhatikan beberapa aspek berikut :

## 12.1. Segi Teknik

Bila ditinjau dari segi teknik, proses pembuatan asam asetat dengan proses oksidasi n-butana cukup menguntungkan karena hasil yang diperoleh cukup banyak dan kualitasnya cukup baik.

## 12.2. Segi Sosial

Pendirian pabrik ini dinilai dari segi sosial karena dapat menciptakan lapangan pekerjaan baru bagi masyarakat, dapat meningkatkan pendapatan perkapita daerah dan meningkatkan devisa negara.

## 12.3. Segi Lokasi

Penempatan pabrik asam asetat di kelurahan Lhoktuan, kecamatan Bontang Utara, kabupaten Bontang, Propinsi Kalimantan Timur dinilai cukup menguntungkan dari segi lokasi, karena :

- Dekat dengan bahan baku
- Dekat dengan daerah pemasaran
- *Persediaan air yang memadai*
- Tenaga kerja yang cukup tersedia
- Persediaan listrik dan bahan bakar yang memadai

**12.4. Segi Ekonomi**

Analisa ekonomi sangat diperlukan untuk mengetahui layak dan tidaknya pabrik itu didirikan, baik dalam jangka waktu pendek maupun jangka panjang. Setelah dilakukan perhitungan analisa ekonomi terhadap asam asetat dengan proses oksidasi n-butana, diperoleh hasil sebagai berikut :

- BEP : 21.59 %
- POT : 5.14 tahun
- ROI : 25.63 %
- IRR : 14.968 %

# DAFTAR PUSTAKA


Badan Pusat Statistik Propinsi Jawa Timur, 2011, Surabaya

Coulson and Richardson 1988. *Chemical Engineering Design*, fourth edition, Elsevier Book Aid International.

Geankoplis, Christe J. 1997. *Transport Process and Unit Operation*, third edition, Mc Graw – Hill Book Co ; Singapore.

Kirk, R.E and Othmer D.F ,1978. *Encyclopedia of Chemical Technolgy Third edition Volume* 1,21,25. Jhon Wiley and Son Inc,; New York.

Mc Ketta, J.J. and Cunningham, W.A., 1976, *"Encyclopedia of Chemical Processing and Design"*, vol. 1, Marcel Decker Inc., New York.

Perry, R.H. and Green, D.W., 1986, "Perry's Chemical Handbook", 3th edition, Mc Graw Hill Book Co., New York.

Peter, M.S. and Timmerhouse, K.D., 1981, "Plant Design and Economics for Chemical Engenering", 3rd edition, Mc Graw Hill Book Co., Singapore.

www.wikipedia.com, Asam Asetat