PRA RENCANA PABRIK

METHYL CHLOROFORM DARI VINYLIDENE CHLORIDE DAN ASAM KLORIDA KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN ALAT UTAMA REAKTOR

SKRIPSI

Disusun Oleh:

YUDO WANDONO

03.14.089



JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG 2014

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama

Yudo Wandono

NIM

: 03.14.089

Jurusan/Program Studi

: TEKNIK KIMIA

Judul Skripsi

: PRA RENCANA PABRIK METHYL

CHLOROFORM DARI VINYLIDENE CHLORIDE

DAN ASAM KLORIDA, KAPASITAS 50.000

TON/TAHUN

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

Hari

: SENIN

Tanggal

: 17 Februari 2014

Nilai

: B

Ketua,

Jimmy, \$T, MT NIP Y 1039900330 Sekretaris,

M. Istnaeny Hudha, ST, M

NIP Y 1030400400

Anggota Penguji,

Penguji Pertama,

M. Istnaeny Hudha, ST, MT

NIP Y 1030400400

Penguji Kedua,

Rini Kartika Dewi, ST, MT

NIP Y 1030100370

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama

: YUDO WANDONO

MIM

: 03.14.089

Jurusan/Program Studi

: Teknik Kimia / Teknik Kimia (S-1)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul:

PRA RENCANA PABRIK

METHYL CHLOROFORM DARI VINYLIDENE CHLORIDE DAN ASAM KLORIDA KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN ALAT UTAMA REAKTOR

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

Malang, 24 Februari 2014

Yang membuat pernyataan,

67D90AAF104572354

000 PJP YUDO WANDONO

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun haturkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Pra Rencana Pabrik Methyl Chloroform dari Vinylidene Chloride dan Asam Klorida, Kapasitas Produksi 50.000 Ton/Tahun" dengan baik.

Skripsi ini diajukan sebagai syarat guna mencapai gelar Sarjana Jenjang Strata 1 (S-1) di Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang.

Pada kesempatan ini, penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

- 1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang
- 2. Bapak Ir. Anang Subardi, MT, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang
- 3. Bapak Jimmy, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang
- 4. Bapak Ir. Bambang Susila Hadi, selaku Dosen Pembimbing Skripsi
- 5. Kedua orang tua saya yang telah memberikan dukungan serta doa kepada saya
- 6. Bapak/Ibu dosen, rekan-rekan mahasiswa dan semua pihak yang turut membantu hingga terselesainya skripsi ini.

Penyusun menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna. Oleh sebab itu saran dan kritik dari semua pihak yang membangun guna penyempurnaan skripsi ini sangat penyusun harapkan.

Malang, 13 Februari 2014 Penyusun

INTISARI

Pra Rencana Pabrik Methyl Chloroform dari Vinylidene Chloride dan Asam Klorida ini mengambil lokasi pendirian di Lamongan, Jawa Timur, dengan kriteria sebagai berikut:

- Kapasitas produksi

: 50.000 ton/tahun

- Waktu operasi

: 330 hari

- Bahan utama

: vinylidene dan clhoride

- Utilitas

: air, steam, listrik, dan bahan bakar

- Organisasi Perusahaan

✓ Bentuk

: perseroan terbatas

✓ Struktur

: garis dan staff

✓ Karyawan

: 217 orang

- Analisa ekonomi

✓ TCI

: Rp. 80.731.296.411,-

✓ ROI_{AT}

: 48,29%

✓ POT

: 1,3 tahun

✓ BEP

: 34%

✓ IRR

: 26,59%

Dari hasil evaluasi ekonomi, Pra Rencana Pabrik Methyl Chloroform dari Vinylidene Chloride dan Asam Klorida ini layak untuk didirikan.

DAFTAR ISI

| LEMBAR | PERSETUJUAN | ii |
|----------|---|------------------|
| BERITA A | ACARA UJIAN SKRIPSI | iii |
| PERNYA | TAAN KEASLIAN SKRIPSI | iv |
| KATA PE | NGANTAR | . v |
| INTISARI | | vi |
| DAFTAR | ISI | vii |
| DAFTAR | TABEL | viii |
| DAFTAR | GAMBAR | ix |
| BAB I | PENDAHULUAN | I – 1 |
| BAB II | SELEKSI DAN URAIAN PROSES | $\Pi - 1$ |
| BAB III | NERACA MASSA | III – 1 |
| BAB IV | NERACA PANAS | IV - 1 |
| BAB V | SPESIFIKASI ALAT | V – 1 |
| BAB VI | PERANCANGAN ALAT UTAMA | VI – 1 |
| BAB VII | INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA | VII – 1 |
| BAB VIII | UTILITAS | VIII – 1 |
| BAB IX | LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK | IX – 1 |
| BAB X | STRUKTUR DAN ORGANISASI PERUSAHAAN | X-1 |
| BAB XI | ANALISA EKONOMI | XI – 1 |
| BAB XII | KESIMPULAN | XII – 1 |
| DAFTAR I | PUSTAKA | |
| APPENDII | KS A. PERHITUNGAN NERACA MASSA | APP.A – 1 |
| APPENDII | KS B. PERHITUNGAN NERACA PANAS | APP.B – 1 |
| APPENDII | KS C. PERHITUNGAN SPESIFIKASI PERALATAN | APP.C - 1 |
| APPENDI | KS D. PERHITUNGAN UTILITAS | APP.D – 1 |
| APPENDI | KS E. PERHITUNGAN ANALISIS EKONOMI | APP.E-1 |

BABI

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Methyl chloroform adalah suatu senyawa organik jenuh turunan etana dengan berat molekul 133,4. Methyl chloroform berupa liquida tak berwarna, tidak dapat terbakar dan mempunyai karakteristik bau eter. Methyl chloroform dapat di campur dengan pelarut klorinasi lain dan larut dalam pelarut organik. Senyawa ini merupakan pelarut yang sangat baik untuk lemak, parafin, dan senyawa organik lain. Methyl chloroform mempunyai rumus molekul CH₃CCI₃ dan rumus bangun:

(Methyl chloroform)

Methyl chloroform mempunyai tingkat kemurnian 99% dan 99,5%. Methyl chloroform merupakan salah satu diantara sedikit pelarut klorinasi yang sifat racunnya paling rendah.

1.2 Perkembangan Industri 1,1,1 - Trikloroetana

Methyl chloroform pertama kali disintesa pada pertengahan abad 19. Produk ini tidak digunakan lebih dari 100 tahun dan seringkali ditemukan pada hasil samping yang tidak dikehendaki dalam proses klorinasi hidrokarbon.

Tahun 1972 kebutuhan total dunia terhadap 1Methyl chloroform sebanyak 290.000 ton dengan laju pertumbuhan 12 % per tahun sampai tahun 1975. Berdasarkan sensus Bureau tahun 1976, kebutuhan Methyl chloroform sebanyak 230.000 ton. Kapasitas produksi diluar United State mendekati 383.000 ton pada tahun 1977. Pada tahun 1978, Methyl chloroform diproduksi sebanyak 283.000 ton oleh United State.

Kebutuhan akan Methyl chloroform untuk Indonesia setiap tahun terus meningkat, sehingga perlu mengimpor dari negara lain seperti United State, Jerman, Denmark, Jepang, Singapura, dan beberapa negara Eropa. 1,1,1 -Trikloroetana yang diimpor tidak semuanya dikonsumsi untuk kebutuhan dalam negeri, sebagian ada yang

diekspor. Nilai impor dan ekspor Methyl chloroform dari tahun 1998 sampai 2002 sebagaimana terlihat pada tabel 1.1 dibawah ini :

| Tabel 2.1 Data Impor dan Ekspor Methyl | chloroform tahun 2006-2010 di Indonesia |
|--|---|
|--|---|

| Tahun | Ekspor (Ton/tahun) | Impor (Ton/tahun) | Produksi (Ton/tahun) |
|-------|--------------------|-------------------|----------------------|
| 2006 | 327.172 | 83.808 | 575.000 |
| 2007 | 342.773 | 89.935 | 575.000 |
| 2008 | 355.053 | 98.664 | 575.000 |
| 2009 | 378.999 | 91.354 | 495.000 |
| 2010 | 478.846 | 110.701 | 495.000 |

(Biro Pusat Statistik, Departemen Perindustrian)

1.3 Pembuatan Methyl chloroform

Pada dasarnya, Methyl chloroform dapat diproduksi dari senyawa hidrokarbon C₂, baik senyawa jenuh maupun tak jenuh, baik mengandung atom klor maupun belum mengandung atom klor. Termasuk dalam senyawa-senyawa tersebut adalah Etana, Etil Klorida, 1,1-Dikloroetana, Etilena, Vinil Klorida, dan senyawa Vinilidin Klorida. Berikut ini adalah uraian singkat tentang proses-proses pembuatan Methyl chloroform

1.3.1 Klorinasi Etana

Methyl chloroform diproduksi dengan mereaksikan etana dan klorin tanpa katalisator. Etana dan klorin diinjeksikan ke dalam zona reaksi yang dipertahanan pada temperatur antara 370 - 480 °C dengan waktu tinggal 15 detik. Distribusi produk dikontrol oleh rasio klorin terhadap etana dalam campuran feed. Semakin tinggi rasio, maka konversi semakin besar, tetapi jumlah hasil samping yang dihasilkan juga bertambah banyak.

Reaksi yang terjadi adalah:

1.3.2 Hidroklorinasi Vinil Klorida

Hidroklorinasi Vinil Klorida untuk membentuk Methyl chloroform berlangsung dalam dua tahap, yaitu :

- a. Hidroklorinasi Vinil Klorida membentuk 1,1-Dikloroetana
- b. Klorinasi thermal 1,1-Dikloroetana membentuk Methyl chloroform dengan kemurnian diatas 95 % dan hasil samping HCl. Hidrogen Klorida yang dihasilkan

tersebut digunakan untuk reaksi tahap pertama. Pada tahap kedua, 1,1-Dikloroetana direaksikan dengan klorin pada tekanan atmosfer dan temperatur 400 °C. Reaksi berlangsung dengan adanya katalis ferri klorida.

Reaksi yang terjadi:

1.3.3 Hidroklorinasi Vinilidin Klorida

Methyl chloroform dapat diproduksi dengan proses hidroklorinasi vinilidin klorid. Reaksi Vinilidin Klorida dengan Hidrogen Klorida yang dihasilkan untuk membentuk Methyl chloroform.

Reaksi yang terjadi adalah:

1.4 Kegunaan Methyl chloroform

Beberapa kegunaan Methyl chloroform adalah sebagai berikut:

- Bahan solvent pada industry elektronik.
- Menghilangkan atau mengurangi wax, minyak, dan tar dalam proses pembuatan logam.
- Sebagai penghilang jamur dan noda pada kain.
- Sebagai solvent anti air dan minyak pada industry kertas dan tekstil.
- Sebagai bahan intermediate pada produk-produk senyawa fluoro carbon.

1.5 Sifat – sifat Bahan Baku dan Produk

1.5.1 Sifat Bahan Baku

a. Vinilidine Klorida

| Sifat | Fisik | Sifat Kimia | |
|-------------------|------------------|--|----------------------------------|
| Titik didih 32 °C | | Rumus kimia | CH ₂ CCl ₂ |
| Temperatur kritis | 220.8 °C | Berat molekul 96.94 g/mol | |
| Densitas | 1.21 g/cc (20°C) | Gas mudah terbakar pada suhu | |
| | | lingkungan | |
| Tekanan kritis | 51.41 atm | Dapat larut dalam cairan organik | |
| Viskositas | 0.33 cps | Penambahan HCl pada CH ₂ CCl ₂ | |
| Entalphi | 1557 cal/mol | akan membentuk CH ₃ CCl ₃ | |
| Panas pemguapan | 6247 cal/mol | | |

b. Hidrogen Klorida (HCI)

| Sifat Fisik | | Sifat Kimia | |
|--|--|---|---------------|
| Titik leleh | -27,32 °C (247 K) larutan 38% | Rumus kimia | HC1 |
| Titik didih 110 °C (383 K), larutan 20,2%; 48 °C (321 K), larutan 38%. | | Massa molar | 36,46 g/mol |
| Densitas | 1,18 g/cm ³ | Keasaman | $-8,0 (pK_a)$ |
| Kondisi fisik | Cairan tak berwarna sampai dengan kuning pucat | Larut dalam air, a aldehid. Bereaksi dengan met | |
| Viskositas | 1,9 mPa·s pada 25 °C, larutan 31,5% | | |

c. Ferri Klorid (bahan pembantu)

| Sifat Fisik | | Sifat Kimia | |
|---------------|---|---|-------------------|
| Titik leleh | | Rumus kimia | FeCl ₃ |
| Titik didih | 315 °C | Berat molekul | 162.5 g/mol |
| Densitas | 2,804 g/cc (20°C) | Bila dilarutkan dalam air, Ferri klorid mengalami hidrolisis yang merupakan reaksi eksotermis (menghasilkan panas) | |
| Kondisi fisik | Kristal dan warna tergantung sudut datangnya cahaya | Sangat larut dalam 95% etil alkohol dan etil eter. Ferri Klorid bersifat deliquescent, berbuih di udara lembap, karena munculnya HCl, yang terhidrasi membentuk kabut. | |

1.5.2. Sifat Produk

Methyl chloroform

| Sifat Fisik | | Sifat Kimia | |
|---------------------------------|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Titik lebur -33°C, 240 K, -27°F | | Rumus kimia | CH ₃ CCl ₃ |
| Titik didih | 74°C, 347 K, 165°F | Berat molekul | 133.41 g/mol |
| Densitas | 1.32 g/cm3 | Dapat bercampur dengan | |
| Panas penguapan | 33058 cal/mol | pelarut klorinasi lain dan larut | |
| Viskositas | 1,0049 cps | dalam pelarut organic | |
| Entalphi | -132,82 cal/mol | 4 | |

1.6 Perkiraan kapasitas pabrik yang akan didirikan

Untuk mendirikan Pabrik Methyl chloroform pada tahun 2015 diperlukan data lengkap tentang nilai import Methyl chloroform. Dari tabel 1.2.1 dapat diproyeksikan untuk mendapatkan data-data yang diperlukan pada tahun 2015

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_5$$

Dimana:

 $M_1 = \text{Jumlah impor } (Kg)$

 M_2 = Jumlah produksi (Kg)

M₃ = Kapasitas produksi (ton/tahun)

 M_4 = Jumlah ekspor (Kg)

 M_5 = Jumlah konsumsi (Kg)

P = Data besarnya impor, ekspor, produksi dan konsumsi pada tahun 2011

i = Rata-rata kenaikan impor, ekspor, produksi dan konsumsi tiap tahun

n = Selisish tahun 2011 dan 2015 (4 tahun)

Tabel 1.61 Data Kebutuhan Methyl chloroform di Indonesia tahun 2006 - 2010

| | Ekspor | Impor | Produksi | Konsumsi |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Tahun | (Ton/tahun) | (Ton/tahun) | (Ton/tahun) | (Ton/tahun) |
| 2006 | 327172 | 83808 | 575000 | 331636 |
| 2007 | 342773 | 89935 | 575000 | 322162 |
| 2008 | 355053 | 98664 | 575000 | 318611 |
| 2009 | 378999 | 91354 | 495000 | 207355 |
| 2010 | 478846 | 110701 | 495000 | 126855 |
| Rata-rata | 376568.6 | 94892.4 | 543000 | 261323.8 |

Tabel 1.6.2 Data Prosentase Kebutuhan Methyl chloroform di Indonesia tahun 2006 - 2010

| Ekspor (%) | Impor (%) | Produksi (%) | Konsumsi (%) |
|-------------|------------|--------------|--------------|
| - | - | - | - |
| 0.045514087 | 0.06812698 | - | -0.0294076 |
| 0.034586386 | 0.08847199 | - | -0.0111453 |
| | -0.0800184 | -0.16161616 | -0.5365484 |
| | 0.17476807 | - | -0.6345828 |
| | | -0.03232323 | -0.2423368 |
| | - | | |

 Untuk kenaikan rata-rata impor 0.05 % maka perkiraan impor Methyl chloroform pada tahun 2015 adalah :

$$M_1 = P (1 + i)^n$$

= 110.701 (1 + 0.0005)⁴
= 134696.1 Ton

Untuk kenaikan rata-rata produksi -0.032 % maka perkiraan produksi Methyl
 chloroform pada tahun 2015 adalah :

$$M_2 = P (1 + i)^n$$

= 495.000 (1 - 0.00032))⁴
= 434036.7 Ton

 Untuk kenaikan rata-rata ekspor 0.07 % maka perkiraan ekspor Methyl chloroform pada tahun 2015 adalah :

$$M_4 = P (1 + i)^n$$

= 478.846 (1 + 0,0007)⁴
= 628513.9 Ton

— Untuk kenaikan rata-rata konsumsi -0.24 % maka perkiraan konsumsi Methyl chloroform pada tahun 2015 adalah :

$$M_5 = P (1+i)^n$$

= 126.855 (1 - 0,0024)⁴
= 41803.5 Ton

Sehingga kapasitas pabrik Methyl chloroform yang mungkin didirikan pada tahun 2015 adalah :

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_5$$

 $M_3 = (M_4 + M_5) - (M_1 + M_2)$
 $= (628513.9 + 41803.5) - (134696.1 + 434036.7)$
 $M_3 = 101584.6 \text{ Ton}$

Dengan dasar perhitungan di atas, serta pertimbangan ketersediaan bahan baku dan analisa peluang di atas. Maka diambil keputusan kapasitas produksi

BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

Untuk menghasilkan kualitas dan kuantitas produk yang tinggi, perlu dipilih proses yang terbaik. Pada pembuatan Methyl chloroform ada 3 proses yang digunakan, sehingga perlu dipilih salah satu yang terbaik.

2.1 Seleksi Proses

Proses pembuatan Methyl chloroform menggunakan proses klorinasi dan hidroklorinasi yang melibatkan senyawa-senyawa Etana, Etil Klorida, Vinil Klorida, Vinilidin Klorida dan senyawa klorin. Berikut ini adalah uraian singkat tentang prosesproses pembuatan Methyl chloroform.

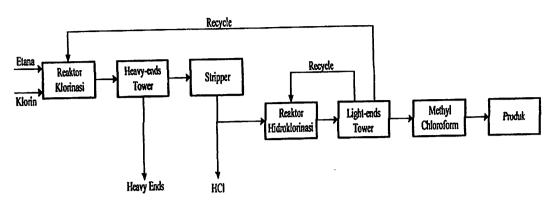
Klorinasi Etana

Methyl chloroform diproduksi dengan mereaksikan etana dan klorin tanpa katalisator. Etana dan klorin diinjeksikan ke dalam reaktor klorinasi bersamaan dengan aliran recycle yang mengandung etil klorida dan 1,1-Dikloroetana. Titik panas reaktor dipertahankan pada 440 °C. Rata-rata waktu tinggal 10 – 20 detik pada tekanan reaktor 0,3 – 0,5 MPa. Total produk Methyl chloroform yang dihasilkan sekitar 93 %. Distribusi produk dikontrol oleh rasio klorin terhadap etana dalam campuran feed. Semakin tinggi rasio, maka konversi semakin besar, tetapi jumlah hasil samping yang dihasilkan juga bertambah banyak.

Reaksi yang terjadi adalah:

$$CH_3CH_3 + 3Cl_2 \longrightarrow CH_3CCl_3 + 3HCl$$

Etana Klorin Methyl chloroform Hidrogen Klorida Blok diagram dari proses ini dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Blok diagram pembuatan Methyl chloroform dengan proses klorinasi Etil Klorida

Hidroklorinasi Vinil Klorida

Methyl chloroform dapat diproduksi dari Vinil Klorida direaksikan dengan HCl dengan proses hidroklorinasi. Hidroklorinasi Vinil Klorida untuk membentuk Methyl chloroform berlangsung dalam dua tahap, yaitu:

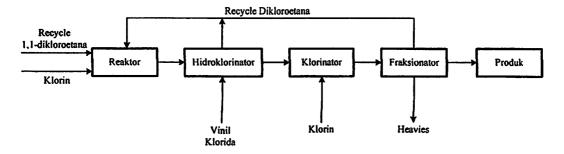
- 1. Hidroklorinasi Vinil Klorida membentuk 1,1-Dikloroetana dengan katalis Ferri Klorida.
- 2. Klorinasi thermal 1,1-Dikloroetana membentuk Methyl chloroform dengan yield diatas 95 % dan hasil samping HCl. Hidrogen Klorida yang dihasilkan tersebut digunakan untuk reaksi tahap pertama. Pada tahap kedua, 1,1-Dikloroetana direaksikan dengan Klorin pada tekanan atmosfer dan temperatur 400 °C.

Reaksi berlangsung dengan katalis Ferri Klorida.

Reaksi yang terjadi:

- ➤ CH₃CHCl₂ HCl -1. CH₂CHCl 1,1-Dikloroetana Hidrogen Klorida Vinil Klorida
- **HCl** ► CH₃CCl₃ 2. CH₃CHCl₂ Cl_2 1,1,1 -Trikloroetana Hidrogen Klorida Klorin 1,1-Dikloroetana

Blok diagram dari proses ini dapat dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini :



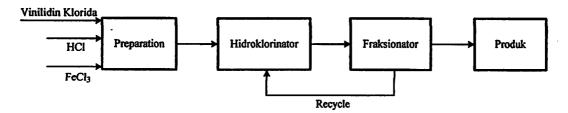
Gambar 2.2 Blok diagram pembuatan Methyl chloroform dengan proses hidroklorinasi Vinil Klorida

Hidroklorinasi Vinilidin Klorida

Methyl chloroform dihasilkan melalui hidroklorinasi Vinilidin Klorida. Reaksi Vinilidin Klorida dengan Hidrogen Klorida yang dihasilkan untuk membentuk Methyl chloroform.

Reaksi yang terjadi:

Blok diagram dari proses hidroklorinasi Vinilidin Klorida dapat dilihat pada gambar 2.3 dibawah ini:



Gambar 2.3 Blok diagram pembuatan Methyl chloroform dengan proses hidroklorinasi Vinilidin Klorida

2.2. Pemilihan proses

Sebelum menentukan proses yang tepat maka perlu adanya studi perbandingan dari alternatif proses yang ada, sehingga didapatkan suatu proses untuk memproduksi Methyl chloroform yang efektif dan efisien. Perbandingan dari macam-macam proses untuk pembuatan Methyl chloroform dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbandingan proses untuk pembuatan Methyl chloroform

| | | Jenis Proses | |
|--|---|--|--|
| Parameter | Klorinasi Etana | Hidroklorinasi Vinil Klorida | Hidroklorinasi Vinilidin Klorida |
| 1. Aspek Teknis - Kondisi operasi Suhu Tekanan - Kondisi proses Yield Konversi Kemurnian | 370 – 425 °C 0,3 – 0,5 Mpa 93 % 60 – 70 % 99 – 99,5 % | 350 – 450 °C 1 atm > 95 % 85 % 99 – 99,5 % | 25 – 35 °C 1 atm 98 % 85 % 99 – 99,5 % |
| 2. Aspek Ekonomi - Investasi - ROI - POT 3. Aspek Lingkungan - Jumlah polutan | kecil besar cepat sedikit | kecil besar cepat sedikit | kecil kecil cepat sedikit |

Dengan membandingkan ketiga proses diatas maka dipilih proses hidroklorinasi Vinilidin Klorida. Proses tersebut dipilih dengan pertimbangan bahwa konversi reaksi lebih tinggi dan prosesnya lebih sederhana.

Uraian Proses

Ada 3 tahapan proses untuk menghasilkan 1,1,1 -Trikloroetana dari bahan baku Vinilidin Klorida. Tahapan proses tersebut adalah :

- 1. Tahap persiapan
- 2. Tahap reaksi
- 3. Tahap pemisahan
- 4. Tahap pemurnian
- 5. Tahap penanganan produk utama

2.3.1 Tahap Persiapan

Vinilidin klorida dari tangki (F- 111) dengan tekanan diumpankan dalam reaktor (R-110). Hidrogen Klorida dari tangki diumpankan ke reaktor (R-110) untuk memulai proses. Kondisi operasi reaktor (R-110) diatur dengan tekanan 1 atm dan temperatur operasi 30 °C, dilengkapi coil pendingin.

2.3.2 Tahap reaksi

Di dalam reaktor terjadi reaksi antara Vinylidene chloride dan Hidrogen klorida seperti berikut :

Vinylidene chloride bereaksi dengan Hidrogen klorida dengan bantuan Ferric klorida. Suhu operasi didalam reaktor diatur sebesar 30°C dengan tekanan 1 atm. Konversi reaksi pada reaksi 1 diatas sebesar 85 %, reaksi tersebut merupakan reaksi eksotermis sehingga diperlukan coil pendingin agar kondisi reaksi dalam reaktor tetap bersuhu 30 °C.

2.3.3 Tahap Pemisahan

Produk yang keluar dari reaktor dialirkan kedalam heater (E-121) menggunakan pompa (L-117) sehingga suhunya naik sampai 105 °C dan dialirkan ke Separator.

Dalam Separator (S-120) Hidrogen klorida, Vinylidin klorida dan Methyl chloroform keluar sebagai produk atas pada suhu 105°C dan dimasukkan ke dalam kolom destilasi I (D-130) dan suhu di naikkan menjadi 35°C. Pada suhu 110°C produk bawah berupa Ferry chloride untuk di recycle.

2.3.4. Tahap pemurnian

Produk atas yang keluar dari kolom destilasi II (D-140) pada suhu 51°C berupa air dan Hidrogen klorida dikondensasikan dan didinginkan dalam cooler (E-134) hingga suhu 30°C ditampung dalam tangki penampung (F-138). Sedangkan pada suhu 60°C produk bawah berupa air dan Methyl chloroform dikondensasikan dan didinginkan dalam cooler (E-137) hingga suhu 30°C ditampung dalam tangki penampung (F-139).

2.3.5Tahap penanganan produk utama

Produk Methyl chloroform yang dihasilkan dari kolom destilasi II (D-140) dimasukkan ke dalam tangki penampung (F-138) kemudian dikemas dalam drum berukuran 100 L dan selanjutnya dipasarkan.

BAB III NERACA MASSA

Kapasitas

: 50.000 ton/tahun

Lama Operasi

: 330 hari/tahun, 24 jam/hari

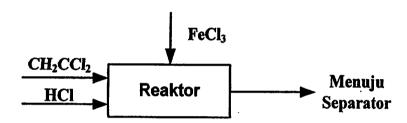
Satuan

: kg/jam

1. Reaktor

Kondisi Operasi: Suhu: 30°C

Tekanan: 1 atm



Fungsi: Untuk mereaksikan Vinylidene chloride dan Hidrogen klorida dengan

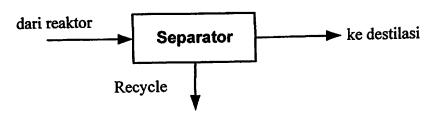
katalis Ferry klorida.

Reaksi: CH₂CCl₂ + HCl Cat CH₃CCL₃

Nereca Massa total pada Reaktor

| Feed mas | uk reactor | Feed kelua | r reaktor |
|-------------|----------------|------------|-----------|
| Dari storag | e CH2CCl2 | Menuju s | eparator |
| Komponen | Massa | Komponen | Massa |
| CH2CCl2 | 850 | CH2CC12 | 17.0000 |
| H2O | H2O 149 | | 6.3938 |
| Dari stor | age HCl | FeCl3 | 1.8640 |
| Komponen | Komponen Massa | | 1146.2962 |
| HCI | 319.6900 | H2O | 689.0169 |
| H2O | 540.0169 | | |
| Dari stora | ge FeCl3 | | |
| Komponen | Komponen Massa | | |
| FeCl3 | 1.8640 | | |
| Total | 1862.4350 | Total | 1860.5710 |

2. Separator

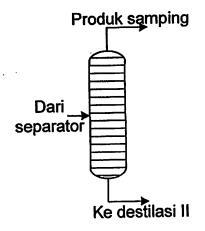


Fungsi: Untuk memisahkan produk dari katalis FeCl₃

Neraca Massa Separator

| Massa Masuk | | Massa | Keluar |
|-------------|-----------|-------------|-----------|
| | (kg/jam) | (kg/j | am) |
| CH3CCl3 | 1146.2962 | Hasil atas: | |
| CH2CC12 | 17.0000 | CH3CCl3 | 1146.296 |
| HCl | 6.3938 | CH2CC12 | 17.000 |
| H2O | 689.0169 | HCl | 6.3938 |
| FeCl3 | 1.8640 | H2O | 689.0169 |
| | | Hasil | |
| | · | bawah: | |
| | • | FeC13 | 1.8640 |
| Total | 1860.5710 | Total | 1860.5710 |

3. Destilasi I



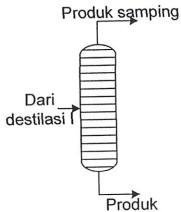
Fungsi : Untuk memisahkan dan memurnukan CH3CCl3 dari H2O dan CH2CCl2

Neraca Massa Destilasi I

| Massa Masuk | | Massa Keluar | |
|-------------|---------|--------------|---------|
| (kg/jam) | | · (kg/jam) | |
| CH3CCl3 | 1146.30 | Hasil atas : | |
| CH2CC12 | 17.000 | CH2CCl2 | 5.3842 |
| HCl | 6.3938 | H2O | 322.661 |
| H2O | 689.017 | Hasil bawah: | |
| | | CH3CCl3 | 1146.3 |
| | | HCl | 4.1267 |
| | | H2O | 366.356 |
| Total | 1858.71 | Total | 1858.71 |



4. Destilasi II

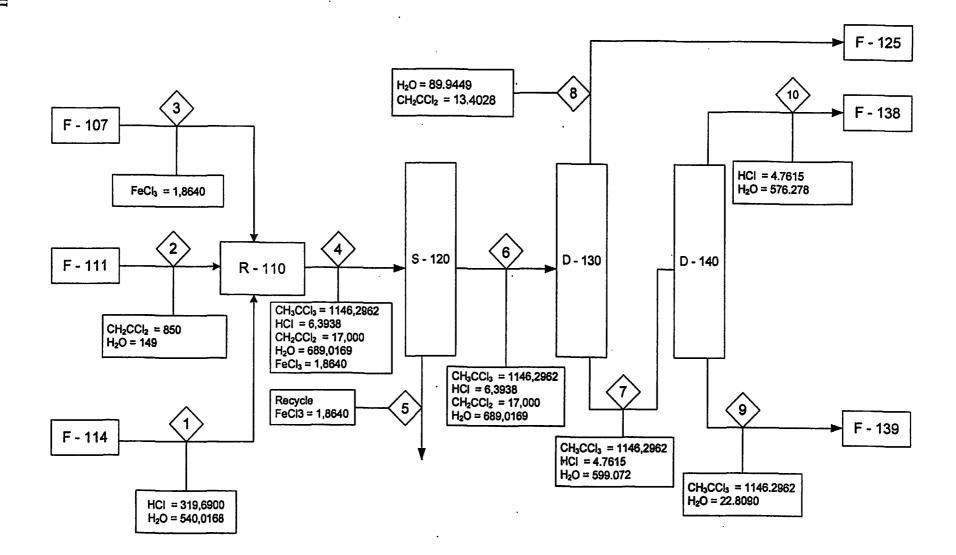


Fungsi: Untuk memisahkan dan memurnikan CH₃CCl₃ dari H₂O dan HCl

Neraca Massa Destilasi II

| Massa Masuk | | Massa Keluar | |
|-------------|---------|---------------|---------|
| (kg/jam) | | (kg/jam) | |
| CH3CCl3 | 1146.3 | Hasil atas: | |
| HCl | 4.1267 | HCl | 2.2501 |
| H2O | 366.356 | H2O | 0.00846 |
| - | | Hasil produk: | |
| | | CH3CCl3 | 1146.3 |
| | | H2O - | 22.8090 |
| | | HCl | 0.5848 |
| | | Hasil waste: | |
| | | H2O | 343.556 |
| | | HCl | 1.2917 |
| Total | 1516.8 | Total | 1516.8 |





BAB IV NERACA PANAS

Kapasitas pabrik : 50.000 ton/tahun

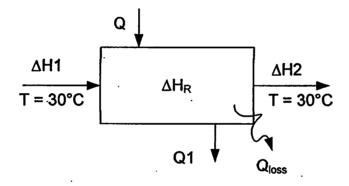
Waktu operasi : 330 hari/tahun, 24 jam/hari

Satyan massa : kg/jam

Satuan panas : Kkal/jam

Suhu referensi : 25°C

1. Reaktor



Neraca panas total:

$$\Delta H_1 + \Delta H_R = \Delta H_2 + Q_1 + Q_{loss}$$

Dimana : ΔH_1 = panas bahan masuk reaktor

 ΔH_2 = panas bahan keluar reaktor

 ΔH_R = panas reaksi

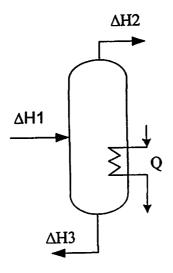
 Q_1 = panas yang dibawa air pendingin keluar

Qloss = panas yang hilang

Neraca panas total pada Reaktor

| Masuk (Kkal/jam) | | Keluar (Kkal/jam) | |
|------------------|-----------|-------------------|-----------|
| ΔΗ1 | 1625.8452 | ΔΗ2 | 2122.6264 |
| ΔHR | 603.5097 | Q1 | 74.2116 |
| | · | Qloss | 32.5169 |
| Total | 2229.3549 | Total | 2229.3549 |

2. Separator



Neraca Panas Total

 $\Delta H_1 + Q = \Delta H_2 + \Delta H_3$

Dimana:

 ΔH_1 = Panas yang dibawa feed masuk

 ΔH_2 = Panas yang terbawa uap

 ΔH_3 = Panas yang terbawa padatan

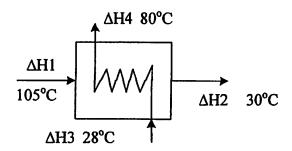
Q = Panas yang diberikan steam

Neraca panas total pada Separating

kolom

| Masuk (Kkal/jam) | | Keluar (Kkal/jam) | |
|------------------|------------|-------------------|------------|
| ΔΗ1 | 2448.5008 | ΔΗ2 | 44704.6535 |
| ·Q | 90114.4329 | ΔН3 | 47858.2801 |
| Total | 92562.9337 | Total | 92562.9337 |

3. Cooler



Neraca Panas Total

$$\Delta H1 + \Delta H3 = \Delta H2 + \Delta H4$$

Dimana:

 ΔH_I = Panas yang terkandung dalam bahan masuk cooler

 ΔH_2 = Panas yang terkandung dalam bahan keluar menuju Drying kolom I

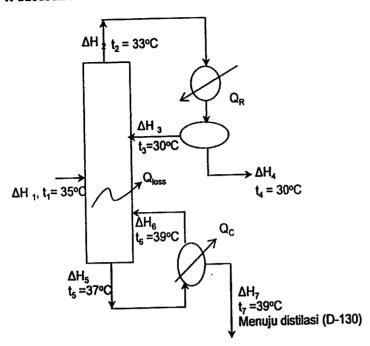
 ΔH_3 = Panas yang dibawa air pendingin masuk cooler.

 ΔH_4 = Panas yang dibawa air pendingin keluar cooler.

Neraca Panas Total

| Masuk (Kkal/jam) | | Keluar (Kkal/jam) | | | |
|------------------|---|-------------------|-----------------|---|-------------|
| ΔΗ ₁ | = | 44704.6535 | ΔH ₂ | = | 2448.5008 |
| ΔН3 | = | 2792.592323 | ΔН₄ | = | 45048.74511 |
| Total | = | 47497.2459 | Total | = | 47497.2459 |

4. Kolom Destilasi I



Neraca panas total

 $\Delta H_1 + QR = \Delta H_4 + \Delta H7 + Qloss$

Dimana:

 ΔH_1 = Panas yang terkandung dalam bahan masuk kolom destilasi

ΔH₂ = Panas yang dibawa uap keluar kolom destilasi menuju kondensor

 ΔH_3 = Panas yang terbawa oleh liquid sebagai refluk dari kondensor masuk stripper

ΔH₄ = Panas yang terbawa oleh produk destilat keluar kondensor

 ΔH_5 = Panas yang terkandung dalam produk kolom destilasi menuju reboiler

 ΔH_6 = Panas yang terbawa oleh uap sebagai refluk dari reboiler masuk kolom destilasi

 ΔH_7 = Panas yang terbawa oleh produk keluar reboiler

Qc = Panas yang terjadi sekitar kondensor

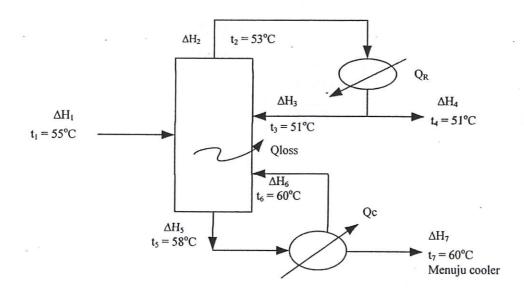
Q_R = Panas yang terjadi pada reboiler

Qloss = Panas yang hilang

Neraca panas total kolom destilasi I

| Masuk | | Keluar | |
|--------------|-----------|--------------|-----------|
| komponen | kkal/jam | Komponen | kkal/jam |
| ΔH_1 | 5186.4624 | ΔH_4 | 106.2681 |
| QR | 2127.2158 | ΔH_7 | 7077.4093 |
| | | Qc | 130.0008 |
| | | Qloss | 106.3608 |
| Total | 7313.6782 | Total | 7313.6782 |

5 Kolom Destilasi II



Neraca panas total

Panas masuk = Panas keluar + Qloss

Dimana:

 ΔH_1 = Panas yang terkandung dalam bahan masuk kolom destilasi II.

 ΔH_2 = Panas yang dibawa uap keluar kolom destilasi II menuju kondensor.

 ΔH_3 = Panas yang terbawa oleh liquid sebagai reflik dari kondensor masuk kolom destilasi II.

 ΔH_4 = Panas yang terbawa oleh produk bottom keluar kondensor.

 ΔH_5 = Panas yang terkandung dalam produk keluar kolom destilasi II menuju reboiler.

 ΔH_6 = Panas yang terbawa uap sebagai refluks dari reboiler masuk kolom destilasi II.

 ΔH_7 = Panas yang terbawa oleh produk destilat keluar reboiler.

Qc = Panas yang terjadi disekitar kondensor.

Q_R = Panas yang terjadi disekitar reboiler.

Qloss = Panas yang hilang.

Neraca panas total kolom destilasi II

| komponen | kkal/jam | komponen | kkal/jam |
|----------|-----------|----------|------------|
| ΔΗ1 | 15598.38 | ΔΗ4 | 2178.6161 |
| QR | 2761.0948 | ΔΗ7 | 14243.302 |
| | .5 | Qc | 1019.583 |
| | | Qloss | 917.9738 |
| Total | 18359.475 | Total | 18359.4750 |



BAB V

SPESIFIKASI PERALATAN

1. Tangki Feed FeCl₃ (F-107)

Fungsi : Sebagai tangki penyimpan bahan baku Ferric chloride selama 7

hari.

Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk conis dan tutup bawah

flat head (datar).

Bahan : High Alloy Steel SA 240 grade M Type 316

Waktu tinggal: 7 hari

Jumlah : 1 buah

Dimensi tangki

Volume tangki (V_T) = 4367678 in³

Luas tangki (A) = 9140 in^2

Diameter dalam tangki (d_i) = 107,87 in

Diameter luar tangki (d_0) = 108 in

Tebal tangki (t_s) = 3/16 in

Tinggi silinder (L_s) = 161,8 in

Tebal tutup atas (tha) = 0.063 in

Tinggi tutup atas (ha) = 31,2 in

Tinggi tangki feed = 193,02 in

2. Screw Conveyor (J-108)

Fungsi : Mengangkut serbuk FeCl₃ dari gudang ke reaktor

Type : Horizontal Screw Conveyor

Bahan : Carbon Steel

Diameter flig = 9 in = 0,2286 m

Diameter pipa = 2.5 in = 0.0635 m

Diameter shaft = 2 in = 0.0508 m

Diameter feed masuk = 6 in = 0.1524 m

Panjang = 30 ft

Kecepatan putar

= 37 rpm

Hangar center

= 10 ft

3. BIN FeCl₃ (F-109)

Fungsi

: Menampung FeCl₃ padat sebelum dimasukkan dalam reaktor

Type

: Berbentuk persegi panjang dengan posisi vertikal di bagian bawah

berbentuk limas

Bahan

: Carbon Steel

Kapasitas

: 24,0891 ft³

Diameter dalam: 1,96875ft

Diameter luar: 2 ft

Tebal bin

: 3/16 in

Jumlah

: 1 buah

4. Tangki Feed Vinylidin Chloride (F-111)

Fungsi

Sebagai tangki penyimpan bahan baku Vinylidine chloride selama

45 hari

Type

Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk conis dan tutup bawah

flat head (datar).

Bahan

Carbon steel SA 240 grade M type 316

Waktu tinggal

45 hari

Jumlah

1 buah

Dimensi tangki

Volume tangki (V_T)

94852767 in³

Luas tangki (A)

329663 in²

Diameter dalam tangki (D_i)

647,87 in

Diameter luar tangki (D_o)

648 in

Tebal tangki (t_s)

3/16 in

Tinggi silinder (L_s)

971,8 in

Tebal tutup atas (tha)

0,064 in

Tinggi tutup atas (ha)

187,09 in

Tinggi tangki feed

1158,90 in

5. Pompa Vinylidene chloride (E-31)

Fungsi : Untuk mengalirkan Vinylidene chloride ke reaktor.

Type : pompa centrifugal

Bahan : Commercial steel

Diameter dalam (di) : 0.0874 ft = 1.049 in

Diameter luar (do) : 0,1095 ft = 1,315 in

Daya pompa : 4 Hp

Kapasitas : 4,1724 gpm

Jumlah : 1 buah

6. Tangki Feed HCl (F-114)

Fungsi : Untuk menampung larutan HCl 37 % selama 45 hari.

Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk conis dan tutup bawah flat

head (datar).

Bahan : Impregnated carbon

Waktu tinggal : 45 hari

Jumlah : 1 buah

Dimensi tangki :

Volume tangki (V_T) = 2810146 in³

Luas tangki (A) = 25306 in^2

Diameter dalam tangki (D_i) = 179,5 in

Diameter luar tangki (D_0) = 180 in

Tebal tangki (t_s) = 1/4 in

Tinggi silinder (L_s) = 269 in

Tebal tutup atas (tha) = 0,125 in

Tinggi tutup atas (ha) = 52 in

Tinggi tangki feed = 321 in

7. Pompa HCl (E-30)

Fungsi : Untuk mengalirkan HCl ke reaktor (R - 110).

Type

: pompa centrifugal

Bahan

: Stainless steel

Diameter dalam (di) :

0.0874 ft = 1.049 in

Diameter luar (do)

0,1095 ft = 1,315 in

Daya pompa

2 Hp

Kapasitas

1,57 gpm

Jumlah

1 buah

8. Pompa Reaktor (E-34)

Fungsi

: Untuk mengalirkan produk dari reaktor ke Separator (S- 120).

Type

: Pompa centrifugal

Bahan

: Stainless steel

Diameter dalam (di) :

0.0874 ft = 1.049 in

Diameter luar (do)

0,1095 ft = 1,315 in

Daya pompa

28 Hp

Kapasitas

9,5694 gpm

Jumlah

1 buah

9. Heater

Fungsi

: Untuk memanaskan produk 30°C menjadi 105°C.

Type

: DPHE (Double Pipe Heat Exchanger)

Jumlah

1 buah

Temperatur bahan masuk (T₁)

30°C

Temperatur bahan keluar (T₂)

: 105°C

Luas perpindahan panas (A)

: $10 \, \mathrm{ft}^2$

Panjang pipa (L)

: 12 ft

Jumlah hairpin (n)

: 1 buah

10. Cooler (E-118)

Fungsi : Untuk mendinginkankan produk 110°C menjadi 35°C.

Type

: DPHE (Double Pipe Heat Exchanger)

Jumlah

1 buah

Temperatur bahan masuk (T₁): 110°C

Temperatur bahan keluar (T2) :

35°C

Luas perpindahan panas (A)

3,5 ft²

Panjang pipa (L) : 12 ft

Jumlah hairpin (n) : 1 buah

11. Kolom Distilasi I (D – 130)

Fungsi : memisahkan CH₂CCl₂ dari produk

Type: vertical tank

Bahan konstruksi : Stainless steel SA-240 grade S Type 304

Dimensi

- Volume tangki = $83109,79 \text{ in}^3$

- Diameter dalam = 77,625 in

- Diamater luar = 78 in

- Tebal silinder = 3/16 in

- Tinggi silinder = 116,438 in

- Tebal tutup = 3/16 in

- Tinggi tutup = 13,11863 in

- Tinggi kolom = 142,6748 in

Jumlah : 1 buah

12. Kondensor Kolom Distilasi I

Fungsi : Untuk mengembunkan uap destilat dari kolom distilasi I

Type : DPHE (Double Pipe Heat Exchanger)

Jumlah : 1 buah

Temperatur bahan masuk (T₁): 33°C

Temperatur bahan keluar (T₂) : 31°C

Luas perpindahan panas (A) : 1 ft^2

Panjang pipa (L) : 12 ft

Jumlah hairpin (n) : 1 buah

13. Accumulator (F-126)

Fungsi : Menampung liquid sebagai hasil kondensasi kolom destilasi I untuk

persediaan

Tipe : Horizontal knock drum (tangki silinder yang dipasang horizontal

dengan kedua ujungnya berbentuk standart dishead)

Bahan konstruksi : Stainless steel SA-240 grade M Type 316

Dimensi

- Volume tangki = $393,2525 \text{ in}^3$

- Diameter dalam = 11,625 in

- Diamater luar = 12 in

- Tebal silinder = 3/16 in

- Tinggi silinder = 34,875 in

- Tebal tutup = 3/16 in

- Tinggi tutup = 1,9646 in

- Panjang akumulator = 38,8043 in

Jumlah : 1 buah

14. Pompa Accumulator (E - 35)

Fungsi : Untuk mengalirkan produk dari akumulator ke tangki penampung by

product (F - 125).

Type : Pompa centrifugal

Bahan : Stainless steel

Diameter dalam (di) : 0.0874 ft = 1.049 in

Diameter luar (do) : 0,1095 ft = 1,315 in

Daya pompa : 2 Hp

Kapasitas : 0,1148 gpm

Jumlah : 1 buah

15. Reboiler (E-128)

Fungsi: Menguapkan produk bottom

Type: Shell and Tube (HE:1-2).

Bagian Shell Bagian Tube

IDs = 8 In do = 3/4 in di = 0,062 in

 $= 0,302 \text{ in}^2$ de = 0.95 Ina' $= 0.196 \text{ ft}^2$ В 8 a" In N+118 . 1 16 ft 4 n c' = 0,25

Jumlah : 1 buah

16. Pompa Reboiler (E-39)

Fungsi : Untuk mengalirkan produk dari reboiler kolom distilasi I (E-128) ke

= 14

Nt

kolom distilasi II (D - 140).

Type : Pompa centrifugal

Bahan : Commercial steel

Diameter dalam (di) : 0.0874 ft = 1.049 in

Diameter luar (do) : 0,1095 ft = 1,315 in

Daya pompa : 27 Hp

Kapasitas : 9,4546 gpm

Jumlah : 1 buah

17. Heater

Fungsi : Untuk memanaskan produk 39°C menjadi 55°C.

Type : DPHE (Double Pipe Heat Exchanger)

Jumlah : 1 buah

Temperatur bahan masuk (T_I) : 39°C

Temperatur bahan keluar (T₂) : 55°C

Luas perpindahan panas (A) : 10 ft²

Panjang pipa (L) : 12 ft

Jumlah hairpin (n) : 1 buah

18. Kolom Distilasi II (D – 140)

Fungsi : memisahkan HCl dari produk

Type : vertical tank

Bahan konstruksi : Stainless steel SA-240 grade S Type 304

Dimensi

- Volume tangki = $83109,79 \text{ in}^3$

- Diameter dalam = 77,625 in

- Diamater luar = 78 in

- Tebal silinder = 3/16 in

- Tinggi silinder = 116,438 in

- Tebal tutup = 3/16 in

- Tinggi tutup = 13,11863 in

- Tinggi kolom = 142,6748 in

Jumlah : 1 buah

19. Kondensor Kolom Distilasi II

Fungsi : Untuk mengembunkan uap destilat dari kolom distilasi II

Type : DPHE (Double Pipe Heat Exchanger)

Jumlah : 1 buah

Temperatur bahan masuk (T_1) : $53^{\circ}C$

Temperatur bahan keluar (T₂) : 51°C

Luas perpindahan panas (A) : . 9 ft²

Panjang pipa (L) : 12 ft

Jumlah hairpin (n) : 1 buah

20. Accumulator (F-126)

Fungsi : Menampung liquid sebagai hasil kondensasi kolom destilasi

Tipe : Horizontal knock drum (tangki silinder yang dipasang horizontal

dengan kedua ujungnya berbentuk standart dishead)

Bahan konstruksi : Carbon steel SA-240 grade M Type 316

Dimensi

- Volume tangki = $11532,4554 \text{ in}^3$

- Diameter dalam = 17,626 in

- Diamater luar = 18 in

- Tebal silinder = 3/16 in

- Tinggi silinder = 52,875 in

- Tebal tutup = 3/16 in

- Tinggi tutup = 0.1875 in

- Panjang akumulator = 58,8323 in

Jumlah : 1 buah

23. Pompa Accumulator (E-37)

Fungsi : Untuk mengalirkan produk dari akumulator kolom distilasi II ke

storage produk (F - 138).

Type : Pompa centrifugal

Bahan : Commercial steel

Type : Centrifugal Pump

Diameter dalam (di): 0.0874 ft = 1.049 in

Diameter luar (do) : 0,1095 ft = 1,315 in

Daya pompa : 6 Hp

Kapasitas : 5,5916 gpm

Jumlah : 1 buah

24. Cooler

Fungsi : Untuk mendinginkan produk dari akumulator kolom distilasi II

Type : DPHE (Double Pipe Heat Exchanger)

Jumlah : 1 buah

Temperatur produk masuk (T_1) : 51° C

Temperatur produk keluar (T₂) : 30°C

Luas perpindahan panas (A) : 5 ft^2

Panjang pipa (L) : 12 ft

Jumlah hairpin (n) : 1 buah

25. Reboiler (E-135)

Fungsi: Menguapkan produk bottom

Type: Shell and Tube (HE:1-2).

Bagian shell:

IDs = 8 In

n' = 1

$$de = 0,95 In$$

$$B = 8 In$$

$$N+1 = 18$$

Bagian tube:

$$do = 3/4$$
 In

$$di = 0.062 In$$

$$a' = 0.302 \text{ in}^2$$

$$a'' = 0.196 \text{ ft}^2$$

$$1 = 16$$
 ft

$$n = 4$$

$$c' = 0.25$$

$$Nt = 14$$

Jumlah : 1 buah

26. Pompa reboiler (E-40)

Fungsi : Untuk mengalirkan produk dari reboiler kolom distilasi II (E-128) ke

storage produk (F - 139).

Type : Pompa centrifugal

Bahan : Commercial steel

Type : Centrifugal Pump

Diameter dalam (di) : 0.0874 ft = 1.049 in

Diameter luar (do) : 0,1095 ft = 1,315 in

Daya pompa : 3 Hp

Kapasitas : 3,8629 gpm

Jumlah : 1 buah

27. Cooler

Fungsi : Untuk mendinginkan produk dari reboiler kolom distilasi II

Type : DPHE (Double Pipe Heat Exchanger)

Jumlah : 1 buah

Temperatur produk masuk (T_1) : 60° C

Temperatur produk keluar (T₂) : 30°C

Luas perpindahan panas (A) : 24 ft²

Panjang pipa (L) : 20 ft

Jumlah hairpin (n) : 1 buah

28. Storage By Produk (F - 125)

Fungsi : Sebagai tangki penyimpan by produk

Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk *conis* dan tutup bawah

flat head (datar).

Bahan : Stainless steel SA 240 grade M type 316

Waktu tinggal : 7 hari

Jumlah : 1 buah

Dimensi tangki :

Volume tangki (V_T) = 278926,5820 in³

Luas tangki (A) = 5492,4126 in²

Diameter dalam tangki (D_i) = 83,625 in

Diameter luar tangki (D_0) = 84 in

Tebal tangki (t_s) = 3/16 in

Tinggi silinder (L_s) = 125,4375 in

Tebal tutup atas (tha) = 3/16 in

Tinggi tutup atas (ha) = 24,2655 in

Tinggi tangki feed = 149,7030 in

29. Storage Methyl chloroform (F - 139)

Fungsi : Sebagai tangki penyimpan produk Methyl chloroform

Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk conis dan tutup bawah

flat head (datar).

Bahan : Carbon steel SA 240 grade M type 316

Waktu tinggal : 7 hari

Jumlah : 1 buah

Dimensi tangki :

Volume tangki (V_T) = 11411013,3952 in³

Luas tangki (A) = $57946,9224 \text{ in}^2$

Diameter dalam tangki (D_i) = 271,625 in

Diameter luar tangki (D_0) = 272 in

Tebal tangki (t_s) = 3/16 in

Tinggi silinder (L_s) = 407,4375 in

Tebal tutup atas (tha) = 3/16 in

Tinggi tutup atas (ha) = 78,4739 in

Tinggi tangki feed = 485,9114 in

30. Storage By Produk II (F - 138)

Fungsi : Sebagai tangki penyimpan by produk

Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk conis dan tutup bawah

flat head (datar).

Bahan : Carbon steel SA 240 grade M type 316

Waktu tinggal : 7 hari

Jumlah : 1 buah

Dimensi tangki :

Volume tangki (V_T) = 9414478,3221 in³

Luas tangki (A) = $51321,2880 \text{ in}^2$

Diameter dalam tangki (D_i) = 255,625 in

Diameter luar tangki (D_0) = 256 in

Tebal tangki (t_s) = 3/16 in

Tinggi silinder (L_s) = 383,4375 in

Tebal tutup atas (tha) = 3/16 in

Tinggi tutup atas (ha) = 73,8551 in

Tinggi tangki feed = 457,2926 in



BAB VI

PERANCANGAN ALAT UTAMA

Nama alat : Reaktor (R – 110)

Type : Reaktor Mixed Flow

Fungsi : Sebagai tempat terjadinya reaksi antara vinilidine klorid dengan

HCl

Jumlah : 1 buah

Bentuk : Bejana tegak dengan bagian – bagian:

- Badan (shell) berbentuk silinder

- Tutup atas dan bawah berbentuk standard dished head

Perlengkapan : - Pengaduk

- Coil pendingin (karena reaksi yang terjadi adalah reaksi

eksotermis dan beroperasi pada suhu 30 °C)

Kondisi Operasi : - Temperatur : 30 °C

- Tekanan : 1 atm

- Fase : liquid – liquid

- Waktu tinggal : 1 jam

 $- \rho_{campuran}$: 1,2035 g/cm³

: $1,2035 \times 62,430 = 75,1345 \text{ lb/ft}^3$

- rate aliran (M) : 2190,8145 kg/jam

4829,8697 lb/jam

 $-\mu_{campuran}$: 0,324 x 8,668

= 2,808437252 lb/ft.jam

= 0,04680729 lb/ft.menit

= 0,000780121 lb/ft.s

= 1,160895028 cp

Direncanakan:

- Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA 240 grade M type 316

- Allowable stress (f) = 18750

- Tipe Pengelasan = double welded butt joint, E = 0.8

- Faktor korosi (C) =
$$1/16 = 0.0625$$
 in

$$- Ls/di = 1,5$$

Perhitungan:

A. Menghitung volume liquid

$$V_{\text{liquid}} = \frac{M}{\rho}$$

$$= \frac{4829,870}{75,1345} \times 1 \text{ jam}$$

$$= 64,2830 \text{ ft}^3$$

Diasumsikan volume ruang kosong = 20% volume total

Vtangki =
$$64,2830 \times 0,20 \text{ V}_T$$

V_T = $80,3537$

B. Menghitung dimensi vessel (di)

$$V_{T} = V_{silinder} + V_{tutup bawah(standart dish)} + V_{tutup atas}$$

$$= \frac{\pi}{4} \times di^{2} \times L_{s} + 0,0847 di^{3}$$

$$80,3537 ft^{3} = 2(0,0847 di^{3}) + 0,785 di^{2}(1,5di)$$

$$80,3537 ft^{3} = 1,3469 di^{3}$$

$$di^{3} = 59,6582 ft^{3}$$

$$di = 3,9074 ft$$

$$di = 46.89 in$$

2. Menghitung tinggi liquid dalam tangki (L_{Is})

$$V_{liquida} = V_{tutup\ bawah} + V_{liquida\ dalam\ silinder}$$

$$80,3537 = 0,0847 \, di^3 + \frac{\pi}{4} \times di^2 \times L_s$$

$$80,3537 = 0,0847(3,9074^3) + 0,785(3,9074^2)L_{ls}$$

$$80,3537 = 17,033L_{ls}$$

$$L_{ls} = 4,7175 \text{ ft} = 56,61 \text{ in}$$

3. Menentukan P_{design} (Pi)

Tekanan hidrostatik =
$$\frac{\rho \times (H-1)}{144}$$

$$= \frac{75,1345 x (4,7175 - 1)}{144}$$
$$= 1,9396 \text{ psia}$$

$$P_{operasi} = 1$$
 atm = 14,7 psi

$$P_{design} = P_{operasi} + P_{hidrostatik}$$

$$P_{design} = (14,7 \text{ psia} + 1,9396 \text{ psia}) - 14,7 \text{ psig}$$

= 1,9396 psig

4. Menghitung tebal tangki

ts =
$$\frac{P_i \times D_i}{2 \times (f \times E - 0.6P_i)} + C$$

= $\frac{1,9396 \text{ psia } \times 46,89 \text{ in}}{2 \times \{(18750 \times 0.8) - (0.6 \times 1.9396)\}} + \frac{1}{16} \text{ in}$
= $\frac{90,9478}{29998,8366} \text{ in} + \frac{1}{16} \text{ in}$

$$= \frac{1455,1655 + 29998,8366}{479981,3856}$$

= 0.0655 in
$$\approx$$
 0,1875 in $\approx \frac{3}{16}$ in

Standarisasi do = di + 2 ts
=
$$46,89 \text{ in} + (2 \times 0,1875)$$

= $47,2650 \text{ in} = 48 \text{ in}$

(Brownell&Young, tabel 5 - 7 hal 90)

Harga di baru =
$$do - 2 ts$$

= $48 - (2 \times 0.1875)$
= $47.6250 in = 3.9688 ft$

Untuk do =
$$48$$
 in dan ts = 0.1875 in = 4 ft

$$Icr = 13 in$$

$$r = di_{baru} = 3,9688 ft = 47,6250 in$$

sf = 2,5

Menentukan tinggi silinder (Ls)

Ls =
$$1,5 \times di baru$$

$$= 71,43 \text{ in} = 5,9525 \text{ ft}$$

C. Menghitung dimensi tutup

Tebal tutup atas dan bawah

Brownell&Young, pers. 12-13, hal 258:

Karena tutup atas dan bawah berbentuk standard dished head maka tha = thb

tha = thb =
$$\frac{0,885 \text{ x Pi x di}}{(\text{f x E} - 0,1 \text{ x Pi})} + \text{C}$$

tha = $\frac{0,885 \text{ x 1,9396 x 47,6250}}{(18750 \text{ x 0,8}) - (0,1 \text{ x 1,9396})} + \frac{1}{16}$
= $\frac{81,7205}{14999,806} + \frac{1}{16}$
= $0.0679 \text{ in } \approx 3/16 \text{ in } \approx 0,185 \text{ in}$

Dari Brownell&Young, tab.5.6 hal 88 untuk ts = 3/16 in maka sf = 1.5 - 3, diambil harga sf = 2.5 in

Tinggi tutup atas dan bawah

Karena tutup atas dan bawah berbentuk standard dished head maka ha = hb

a = di/2
AB = a-icr
BC = r-icr
AC =
$$\sqrt{(BC^2 - AB^2)}$$

b = r - $\sqrt{(BC^2 - AB^2)}$
OA = th + b + sf

Dimana:

$$di$$
 = diameter dalam reaktor = 47,6250 in
 ts = tebal silinder = 0,1875 in
 th = tebal tutup reaktor = 0,1875 in
 th = crown radius = 47.6250 in
 th = knuckle radius = 13 in

Sehingga:

A =
$$47,6250/2$$
 = 23,81 in
AB = 23,81 - 13 = 10,81 in
BC = $47.6250 - 13$ = 34.625 in

$$AC = 32,89 \text{ in}$$

$$b = 14,7315 in$$

Jadi tinggi tutup atas dan bawah = 17,4190 in

Dari perhitungan diatas, maka diperoleh dimensi reaktor sebagai berikut :

Do =
$$48 \text{ in}$$
 ts = 0.1875 in

Di =
$$47,6250$$
 in tha=thb = $3/16$ in

Ls =
$$71,43$$
 in ha = hb = $17,4170$ in

Menentukan tinggi reaktor (H)

$$=$$
 Ls + ha + hb

$$= 71,43 + 2(17,4190) = 106,268 \text{ in } = 8,856 \text{ ft}$$

D. Perhitungan Pengaduk

Perencanaan pengaduk

Jenis pengaduk: axial turbin 6 blades sudut 45° (G.G.Brown hal 507)

Bahan impeller: High alloy steel SA 240 Grade M type 316

Bahan poros pengaduk: Hot Roller SAE 1020

Dari G.G. Brown hal 507, diperoleh data-data sebagai berikut:

$$\frac{Dt}{Di} = 2.4 - 3$$

$$\frac{Zi}{Di} = 0.75 - 1.3$$

$$\frac{Z1}{Di} = 2,7 - 3,9$$

$$\frac{W}{Di} = 0.17$$

Dimana:

Dt = diameter dalam dari silinder

Di = diameter impeller

Zi = tinggi impeller

Zl = tinggi liquid dalam silinder

W = lebar baffle (daun impeller)

a. Menentukan diameter impeller

$$\frac{Dt}{Di} = 3$$

$$Di = \frac{Dt}{3}$$

$$Di = \frac{47,6250}{3} = 15,8750 \text{ in } = 1,323 \text{ ft}$$

b. Menentukan tinggi impeller dari dasar tangki

$$\frac{Zi}{Di} = 0.9$$

$$Zi = 0.9 \times Di$$

$$Zi = 0.9 \times 15.8750$$

$$Zi = 14.2875 \text{ in}$$

c. Menentukan panjang impeller

$$\frac{L}{Di} = \frac{1}{4}$$

$$L = \frac{1}{4} \times Di$$

$$L = \frac{1}{4} \times 15,8750$$

$$L = 3,9688 \text{ in}$$

d. Menentukan lebar impeller

$$\frac{W}{Di} = 0.17$$
 $W = 0.17 \times Di$
 $W = 0.17 \times 15.8750$
 $W = 2.6988 \text{ in}$

e. Menentukan tebal blades

$$\frac{J}{Dt} = \frac{1}{12}$$

$$J = \frac{Dt}{12}$$

$$J = \frac{47,6250}{12}$$

$$J = 3,9688 \text{ in}$$

f. Menentukan jumlah pengaduk

$$n = \frac{H_{liquida}}{2 \times Di^2}$$

$$n = \frac{4,1235}{3,5}$$

$$n = 1.1781 \approx 1 \text{ buah}$$

1. Perhitungan daya pengaduk

$$P \; = \; \frac{\phi \times \rho \times n^3 \times Di^5}{gc}$$

(GG.Brown hal 508)

Dimana: P = daya pengaduk, lb.ft/dt

 Φ = Po, power number (GG.Brown. gb 4.77 hal 507 dengan menghitung

 N_{re}

$$N_{Re} = \frac{D^2 \cdot n \cdot \rho}{\mu}$$

(Geankoplis, pers.3.4-1, hal 144)

$$\rho$$
 = densitas = 75,1345 lb/ft³

$$\mu$$
 = viskositas = 0,00078 lb/ft.s = 1,161 cp

maka:

$$N_{Re} = \frac{(1,323)^2 \times 1,67 \times 75,1345}{0,00078}$$

$$= 281566,5 > 2100$$
 (aliran turbulen)

Diketahui:

$$\Phi = 7$$

$$gc = 32,1740 lb_m ft/lb_f s^2$$

Maka:

$$P = \frac{7 \times 75,1354 \times 4,6574 \times 4,0519}{32,174}$$

$$P = \frac{308,4827}{550} \text{lb.ft/s}$$
$$= 0,5609 \text{ Hp}$$

P yang dibutuhkan =
$$(0,1+0,15)P + P$$

$$= 1,25 \text{ Hp}$$

Efisiensi motor = 92 %

$$P = \frac{0,5609}{92\%}$$

$$P = 0.6096 \text{ Hp} \approx 1 \text{ Hp}$$

- 2. Perhitungan poros pengaduk
 - a. Diameter poros

$$T = \frac{\pi x S x D^2}{16}$$

(Hesse, pers. 16-1 hal 465)

Dimana:

T = momen puntir (lb.in) = 63025 H/N

H = daya motor pada poros = 1,25 Hp

N putaran pengaduk = 100 rpm

Sehingga:

$$T = \frac{63025 \, x \, 1}{16}$$

$$T = 787.8125$$
 lb/in

Dari Hesse tab.16-1 hal 457, untuk bahan Hot Rolled Steel SAE 1020 mengandung karbon = 20% dengan batas = 36000 lb/in²

S = maksimum design shering stress yang diijinkan

$$S = 0.2 \times 36000 = 7200 \text{ lb/in}^2$$

Maka didapatkan diameter poros pengaduk:

$$D = \left(\frac{16 \times T}{\pi \times S}\right)^{1/3}$$

$$D = \left(\frac{16 \times 787,8125}{3,14 \times 7200}\right)^{1/3}$$

$$D = 0.8231 \text{ in} = 0.0686 \text{ ft}$$

b. Panjang poros

Rumus:
$$L = h + 1 - Zi$$

Dimana:

Zi = jarak impeler dari dasar tangki = 14,2875 in = 1,190625 ft

1 = panjang poros diatas bejana tangki = 3,9688 in = 0,3307 ft

h = tinggi silinder + tinggi tutup atas = 71,43 + 17,4190

= 88,8490 in = 7,4041 ft

L = 88,8490 + 3,9688 - 14,2875 = 78,5303 in = 6,5442 ft

Kesimpulan dimensi pengaduk:

Type: axial turbin 6 blades sudut 45° angle

Di = diameter impeller = 15,8750 in

Zi = tinggi impeller dari dasar bejana = 14,2875 in

W = lebar impeller = 2,6988 in

L = panjang impeller = 3,9688 in

J = tebal blades = 3,9688 in

n = jumlah pengaduk = 2 buah

Daya = 0,6096 Hp = 1 Hp

Diameter poros = 0.8231 in

Panjang poros = 78,5303 in

E. Perhitungan Nozzle

a. Nozzle pemasukan bahan baku vinilidine klorid

rate umpan masuk = 955,2414 kg/jam = 2106,8804 lb/jam

Densitas umpan = $75.76864251 \text{ lb/}\text{ft}^3$

Rate volumetrik (Q) = $\frac{\text{rate umpan masuk}}{\rho \text{ umpan}}$

$$= \frac{2106,8804}{75,7686251}$$

 $= 27,8068 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,0077 \text{ ft}^3/\text{det}$

Di opt = $3.9 (Q)^{0.45} \times (\rho)^{0.13}$ = 0.4371×1.7552 = 0.7672 in = 0.0639 ft

Dari Kern, tabel 11 hal 844 maka dipilih pipa no.1/2 in sch 40 dengan ukuran :

ID = 0,622 in

OD = 0,840 in

$$A = 0,0021 \text{ ft}^2$$

b. Nozzle pemasukan larutan HCl

Rate umpan masuk = 359,4464955 kg/jam = 792,7592 lb/jam

Densitas umpan = $74,47638668 \text{ lb/ft}^3$

Rate volumetrik (Q) = $\frac{\text{rate umpan masuk}}{\rho \text{ umpan}}$

$$= \frac{792,7952}{74,47638668} = 10,6449 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,0030 \text{ ft}^3/\text{det}$$

Di opt = $3.9 (Q)^{0.45} \times (\rho)^{0.13}$ = 0.2837×1.7513 = 0.4969 in = 0.0414 ft

Dari Kern, tabel 11 hal 844 maka dipilih pipa no.1/2 in sch 40 dengan ukuran :

ID = 0,088 in

OD = 0,540 in

A = $0,00072 \text{ ft}^2$

c. Nozzle pemasukkan dan pengeluaran coil pendingin

Rate air pendingin masuk = 38592,9036 lb/jam

Densitas air pendingin = $62,42781784 \text{ lb/ft}^3$

Rate volumetrik (Q) = $\frac{\text{rate umpan masuk}}{\rho \text{ umpan}}$

 $= \frac{38592,9036}{62,42781784}$

 $= 618,2004 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,1717 \text{ ft}^3/\text{det}$

Di opt = $3.9 (Q)^{0.45} \times (p)^{0.13}$ = $1.7650 \times 1.7116 = 3.0209 \text{ in}$

Dari Kern, tabel 11 hal 844 maka dipilih pipa no.1/2 in sch 40 dengan ukuran:

ID = 0,216 in OD = 3,5 in

 $A = 0,05130 \text{ ft}^2$

d. Nozzle pengeluaran produk

Rate produk keluar = 1288,3941 kg/jam

Densitas produk = 89,9584855 lb/ft³

Rate volumetrik (Q) =
$$\frac{\text{rate umpan masuk}}{\rho \text{ umpan}}$$

= $\frac{2841,6820}{89,9584855}$

= 31,5888 ft³/jam = 0,0088 ft³/det

Di opt = 3,9 (Q)^{0,45} x (ρ)^{0,13}

= 0,4629 x 1,7948

= 0,8309 in = 0,0692 ft

Dari Kern, tabel 11 hal 844 maka dipilih pipa no.1/2 in sch 40 dengan ukuran :

ID = 0,622 in
OD = 0,840 in
A = 0,0021
$$\text{ft}^2$$

e. Nozzle untuk manhole

Lubang manhole dibuat berdasarkan standart yang ada yaitu = 20 in (Brownell & Young fig 3,15 hal 51 dengan data item 3,4,5 hal 351)

Berdasarkan fig 12,2 brownell & Young hal 221, didapatkan dimensi pipa:

Ukuran pipa nominal (NPS) 20,0 in Diameter luar pipa 27,5 in Ketebalan flange minimum (T) 1 11/16 in Diameter bagian lubang menonjol (R) 23.0 in Diameter hubungan pada titik pengelasan (K) 20,0 in Diameter hubungan pada alas (E) 22,0 in Panjang julukan (L) 5 11/16 in Diameter dalam flange (B) 19.25 in Jumlah lubang baut 20,0 buah 1 1/8 in Diameter Baut

Dari Brownell & Young tabel 12,2 hal 221 diperoleh dimensi flunge untuk semua nozzle, dipilih flange standart type welding neck dengan dimensi nozzle sebagai berikut:

Nozzle A = Npzzle untuk pemasukan bahan baku vinilidine klorid Nozzle B = Nozzle untuk pemasukan HCl Nozzle C = Nozzle untuk pengeluaran produk

Nozzle D = Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran coil pendingin

Nozzle E = Nozzle untuk manhole

NPS = Ukuran pipa nominal, in

| Nozzle | NPS | A | Т | R | Е | K | L | В |
|--------|------|--------|---------|--------|---------|------|---------|-------|
| Α | 5 | 10 | 15/16 | 7 5/6 | 6 7/16 | 5,56 | 3 1/2 | 5,05 |
| В | 2 | 6 | 3/4 | 3 5/8 | 3 3/16 | 2,38 | 2 1/2 | 0,62 |
| С | 8 | 13 1/2 | 1 1/8 | 10 5/8 | 9 11/16 | 8,63 | 4 | 10,02 |
| D | 3,5 | 8 1/2 | 15/16 | 5 1/2 | 4 13/16 | 4 | 2 13/16 | 3,55 |
| E | 20 . | 27,5 | 1 11/16 | 23 | 22 | 20 | 5 11/16 | 19,25 |

F. Perhitungan coil pendingin

Dasar perencanaan:

Kebutuhan air pendingin dalam reaktor:

Bahan masuk = 2190,814531 kg/jam = 4832,0605 lb/jam

Panas yang diserap air pendingin (Q) = 48658,9733 kkal/jam

= 192964,5179 Btu/jam

$$m = \frac{Q}{Cp \times \Delta t}$$
$$= \frac{192964,5179}{1 \times 5}$$

= 38592,9036 lb/jam

 T_1 = suhu bahan masuk = 30 °C = 140 °F

 T_2 = suhu bahan keluar = 30 °C = 140 °F

 t_1 = suhu air pendingin masuk = 25 °C = 86 °F

 t_2 = suhu air pendingin keluar = 35 °C = 113 °F

Tekanan operasi = 1,9396 psig

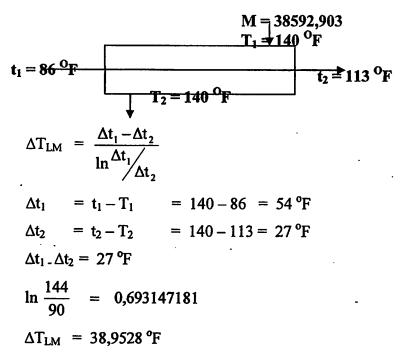
Menggunakan coil pendingin dengan bentuk spiral

Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA 240 grade M type 316 (Brownell &

Young, tabel 13,1 hal 251)

Perhitungan:

a. Menentukan ΔT_{LMTD}



b. Perhitungan suhu kalorik

$$T_c = \frac{1}{2}(T1 + T2) = 140 \,^{\circ}F$$

 $t_c = \frac{1}{2}(t1 + t2) = 99.5 \,^{\circ}F$

c. Ukuran pipa yang digunakan 8 in IPS sch 40, dengan ukuran:

(kern, tab.11 hal 884)

| Liquid panas (campuran) | Liquid dingin (air) | | | |
|---|--------------------------|--|--|--|
| $a_p = 50 \text{ in}^2 = 0,3472 \text{ ft}^2$ | 1'. Diasumsikan ho = 150 | | | |

$$G_p = \frac{m}{a_p} = \frac{4832,0605 \text{ lb/jam}}{0,3472 \text{ ft}^2}$$

= 13916,3343 lb/jam.ft²
 $Gp \times di$

$$N_{\text{ret}} = \frac{\text{Gp x di}}{\mu}$$
$$= \frac{0,6651 \times 13916,3343}{2,8084}$$

$$N_{ret} = 3295,612895$$

2. Mencari faktor panas (J_H)

$$J_H = 140 \text{ Btu/jam.ft}^2.{}^{\circ}F$$

fig20.2, hal.718)

2'. tw = tc +
$$\frac{\text{hio}}{\text{hio + ho}}$$
 (Tc-tc)
= 99,5 + $\left(\frac{775,2311}{775,2311+150}\right)$ 40,5
= 133,7170 °F

3'.
$$tf = \frac{1}{2}(tw + Tc)$$

= 133,4341 °F

4'.
$$\Delta t = tw - tc$$

 $\Delta t = 133,4341 - 99,5$
 $\Delta t = 33,93407287$ °F

(Kern,
$$5^{\circ}$$
. $\Delta t/do = \frac{33,93407287}{8,625} = 3,9344$

6'. Cek trial ho Dari fig.10.4 kern hal 216 ho = 120 (asumsi benar) ho grafik > ho trial, maka trial ho memenuhi

3. Mencari koefisien film

ho = J_H
$$\left[\frac{k}{d_e}\right] \left[\frac{C_p \cdot \mu}{k}\right]^{1/3} \left[\frac{\mu}{\mu_{re}}\right]^{o,14}$$

dimana:
$$\left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^{0.14} = 1$$

$$k = 0.4 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{°F/ft}$$

(Kern, tab 5,

hal.801)

$$Cp = 0,1403 \text{ Btu/lb.}^{\circ}\text{F}$$

(App.B,data Cp)

hi =
$$140 \left(\frac{0,4}{0,6651} \right) \left(\frac{0,1403 \times 2,8084}{0,4} \right)$$

 $hi = 837.7858 \text{ Btu/ft.}^{\circ}\text{F}$

hio = hi x
$$\frac{di}{do}$$

hio = 837,7858 x $\left(\frac{7,981}{8,625}\right)$
hio = 775,2311 Btu/ft.°F

7. Uc =
$$\frac{\text{hio x ho}}{\text{hio + ho}} = \frac{775,2311 \times 150}{775,2311 + 150}$$

8. Tahanan panas pipa dalam keadaan kotor

$$Rd = \frac{U_C - U_D}{U_C \times U_D}$$

$$U_D = 83,6358 \text{ Btu/jam.ft}^2.{}^{\circ}\text{F}$$

9. Luas permukaan perpindahan panas

$$A = \frac{Q}{U_D \times \Delta T_{LM}} = \frac{192964,5179 \text{ Btu/jam}}{83,6358 \times 38,9528 \text{ Btu/jam.ft}^2}$$
$$= 59,2307 \text{ ft}^2$$

10. Menghitung panjang lilitan

$$L = \frac{A}{a''}$$

$$L = 26,2315 \text{ in} = 2,1859 \text{ ft}$$

11. Menghitung jumlah lilitan coil

$$Nc = \frac{L}{dc \times \Pi}$$

Dimana dc = 0,65di

Di = diameter tangki

Sehingga dc =
$$0.65 \times 3.9688$$

= 2.57972 ft
= 30.95625 in

$$Nc = \frac{26,2315}{2,5797 \times 3,14}$$

$$= 3,2384 = 4$$
buah

12. Menghitung tinggi lilitan coil

$$Lc = [(nc-1)(do + jarak 2 coil) + do]$$

Dimana

Diambil jarak 2 coil (hc) = 2 in

$$Lc = (4-1)(8,625+2) + 8,625$$

$$Lc = 40,5 \text{ in} = 3,375 \text{ ft}$$

13. Menghitung tinggi coil pendingin (Lls)

Volume liquid = Vtutup bawah + Vsilinder

64,2830 = 4,71292E-08 + 12,36452 Lls

64,2830 = 12,3645 Lls

Lls = 5,1990 ft

Karena Lc < Lls, jadi perhitungan coil pemanas sudah memadai

G. Sambungan tutup (Head) dengan dinding reaktor

1. Flange

Dari Brownell & Young, App.D-4 hal 324, didapatkan:

Bahan konstruksi : High Alloy SA 240 Grade M type 316

Tensil strength minimum : 75000 psia

Allowable stress (f) : 18750

Type flange : Ring flange loose type

2. Bolting

Dari Brownell & Young, App.D-4 hal 324, didapatkan:

Bahan konstruksi : High Alloy SA 193 Grade B 8 type 347

Tensil strength minimum : 75000 psia

Allowable stress (f) : 15000

3. Gasket

Dari Brownell & Young, App.D-4 hal 324, didapatkan:

Bahan konstruksi : Flange metal, jacketed, asbestos filled stainless

steel

Gasket faktor : 3,75

Min design seating stress : 9000 psia

a. Perhitungan tebal gasket

Dari Brownell & Young, persamaan 12.2 hal 226

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

Dimana:

do = diameter luar gasket

di = diameter dalam gasket

y = yield stress (9000 psia)

p = internal pressure (36,4205 psia)

m = gasket faktor

Diketahui di gasket = do shell = 48 in = 4 ft

Maka didapatkan:

$$\frac{do}{4} = \sqrt{\frac{9000 - (14.7 \times 3.75)}{9000 - 14.7(3.75 + 1)}}$$

$$\frac{do}{4} = \sqrt{\frac{8944,875}{8930,175}}$$

$$\frac{do}{4} = 1,0008$$

$$do = 4,0033 \text{ ft} = 48,0395 \text{ in}$$

Lebar gasket minimum =
$$\frac{\text{do} - \text{di}}{2} = \frac{48,0395 - 48}{2}$$

= 0.0197 \approx 0.1875 \approx 3/16

Diambil gasket (n) = 0.1875 in

Diameter rata-rata gasket (G) =
$$di + n$$

= $48 + 0,1875$
= $48,1875$ in = $4,0156$ ft

b. Perhitungan tebal flange

Dari Brownell & Young, persamaan 12.58 hal 239:

$$F_T = \frac{Y \cdot M_o}{t^2 \cdot B}$$

Sehingga didapatkan rumus:

$$T = \sqrt{\frac{Y \times M}{f \times B}}$$

Dan
$$k = A/B$$

Dimana:

A = diameter luar flange = 48,1875 in = 4,015 ft

B = diameter dalam flange = 48 in = 4 fl

f = stress yang diijinkan untuk bahan flange (18750 psia)

Maka:

$$k = A/B = 4,0156/4 = 1,0039$$

Dari Brownell & Young, persamaan 12.22 hal 238, didapatkan:

$$Y = 65$$

M = 283372,7577 lb/in

Sehingga tebal flange:

$$T = \sqrt{\frac{Y \times M}{f \times B}}$$

$$T = \sqrt{\frac{65 \times 283372,7577}{18750 \times 48}}$$

$$= 4,5239 \text{ in} = 0,3770 \text{ ft}$$

c. Perhitungan jumlah dan ukuran baut (Bolting)

Perhitungan beban baut

Dari Brownell & Young, persamaan 12.88 hal 240

$$W_{m2} = H_y = \pi.b.G.y$$

Dari Brownell & Young, persamaan 12.12 hal 229

Lebar setting gasket bawah = bo = n/2

$$= 0.1875/2 = 0.0938$$

- Sehingga didapatkan H_y:

$$H_y = W_{m2} = \pi \times 0,0938 \times 48,1875 \times 9000$$

= 127666,7578 lb

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.90 hal 240 Beban baut agar tidak bocor (Hp)

Hp = 2.
$$\pi$$
.b.G.m.p
= 2 x 3,14 x 0,09375 x 48,1875 x 36,4205 x 3,75

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.89 hal 240 Beban tekanan dalam (H)

$$H = \pi/4.G^2.p$$

 $H = 0.7854 \times 2322.0352 \times 36.4205$

H = 66421,0278 lb

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.91 hal 240

Total berat beban pada kondisi operasi (W_m)

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

= 66421,0278 + 3874,7393
= 70295,7671 lb

Karena $W_{m2} > W_{m1}$, maka yang mengontrol adalah W_{m1}

- Perhitungan luas minimum bolting area

Dari Brownell & Young, persamaan 12.93 hal 240

$$A_{m1} = \frac{W_{m1}}{f_b}$$

$$A_{m1} = \frac{70295,7671}{15000}$$

$$= 4.6864 \text{ in}^2 = 0.0325 \text{ ft}^2$$

- Perhitungan luas minimum bolting area

Dari Brownell & Young, persamaan 10.4 hal 188

- root area =
$$5,621 \text{ in}^2$$

Jumlah bolting optimum = $\frac{A_{ml}}{\text{root area}}$

$$= \frac{4,6864}{5,621}$$

=
$$0,8337 \approx 1$$
 buah

Dari Brownell & Young, persamaan 10.4 hal 188

Bolt spacing distance preference (Bs) = $6\frac{1}{4}$

Minimum radial distance (R) = 35/8

Edge distance (E) = 2.7/8

Bolt circle diameter:

$$C = di \text{ shell} + 2(1,4159.go + R)$$

Dimana:

di shell = 47,6250 in

go = tebal shell (ts) = $0.1875 \approx 3/16$ in

Maka bolting circle diameter (C)

Diameter luar flange

Check lebar gasket

 A_b actual = jumlah bolt x root area

 $A_b \text{ actual} = 1 \times 5,621$

 A_b actual = 5,621

Lebar gasket minimum

$$L = A_b \text{ actual } \times \frac{f}{2.\pi.\pi.y}$$

$$= 5,621 \times \frac{15000}{2 \times 3,14 \times 9000 \times 48,1875}$$

L = 0.0310 in

Karena L < 2 in, maka perhitungan bolting point memenuhi

- Perhitungan Moment

Dari Brownell & Young, persamaan 12.94 hal 242, untuk keadaan bolting up (tanpa tekanan uap dalam)

$$W = \left(\frac{A_{m} + A_{b}}{2}\right) f_{a}$$

$$W = \left(\frac{4,6864 + 5,621}{2}\right) x 15000$$

W = 77305,3835 lb

- Dari Brownell & Young, tabel 10.101 hal 242:

$$h_G = \frac{C - G}{2}$$

$$h_G = \frac{55,4059 - 48,1875}{2}$$

$$h_G = 3,6092 \text{ in}$$

- Moment flange (Ma)

Dari Brownell & Young, hal 243:

$$Ma = W \times h_G$$

Ma =
$$77305,3835 \times 3,6092 = 279013,0061 \text{ lb.in}$$

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.95 hal 243, dalam kondisi operasi

$$W = W_{ml} = 77305,3835 lb$$

- Hidrastik and force pada daerah dalam flange (H_D)

Dari Brownell & Young, persamaan 12.95 hal 243

$$H_D = 0.785.B^2.p$$

Dimana:

B = do shell reaktor = 48 in

 $p = tekanan operasi = 14,7 lb/in^2$

$$H_D = 0.785 \times 2304 \times 14.7$$

$$H_D = 26587,0080 lb$$

Jarak radial bolt circle pada aksi (h_D)

Dari Brownell & Young, persamaan 12.100 hal 243:

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

$$h_D = \frac{55,4059 - 48}{2}$$

$$h_D = 3,7030 \text{ in}$$

- Moment M_D

Dari Brownell & Young, persamaan 12.96 hal 242:

$$M_D = H_D x h_D$$

$$M_D = 26587,0080 \times 3,7029$$

$$M_D = 98451,1921$$

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.98 hal 242:

$$H_G = W - H = W_{mi} - H$$

$$H_G = 77305,3835 - 66421,0278$$

$$H_G = 10884,3558 lb$$

- Moment M_G

$$M_G = H_G \times h_G$$

$$M_G = 10884,3558 \times 3,6092$$

$$M_G = 39284,0198 \text{ lb.in}$$

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.98 hal 242

$$H_T = H - H_D$$

$$H_T = 66421,0278 - 26587,0080$$

$$H_T = 39834,0198 \text{ lb}$$

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.102 hal 244

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

$$h_T = \frac{3,7030 + 3,6092}{2}$$

$$h_T = 3,6561 \text{ in}$$

- Moment M_T

Dari Brownell & Young, persamaan 12.97 hal 242

$$M_T = H_T \times h_T$$

 $= 39834,0198 \times 3,6561$

= 145637,4087 lb.in

Moment total pada keadaan operasi (Mo)

$$M_0 = M_D + M_G + M_T$$

= 98451,1921 + 39284,1569 + 145637,4087

= 283372,7577 lb.in

Karena Ma < Mo, maka $m_{max} = Mo = 283372,7577$ lb.in < 279013,0061

Kesimpulan perancangan:

1. Flange

Bahan konstruksi : High alloy Steel SA 240 Grade M type 316

Tensil strength minimum : 75000 psia

Allowable stress (f) : 18750

Diameter dalam (di) flange : 48 in

Diameter luar (do) flange : 48,0395 in

Type flange : Ring flange loose type

Tebal flange : 4,5239 in

2. Bolting

Bahan konstruksi : High Alloy SA 193 Grade B 8 type 347

Tensil strength minimum : 75000 psia

Ukuran baut : 3 in

Jumlah baut : 1 buah

Allowable stress (f) : 15000

3. Gasket

Bahan konstruksi : asbestos filled

Gasket faktor (m) : 3,75

Min design seating stress : 9000 psia

Tebal gasket : 3/16 in

H. Perhitungan Sistem Penyangga Reaktor

- Berat shell reaktor

Rumus:

$$Ws = \pi/4(do^2 - di^2)H.\rho$$

Dimana:

Ws = berat shell reaktor, lb

Do = diameter luar shell = 48 in = 4 ft

Di = diameter dalam shell = 47,6250 in = 3,9688 ft

H = tinggi shell reaktor (Ls) = 68,2596 in = 5.6883 ft

P = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³

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

Berat shell reaktor

- Berat tutup atas standart dished

Rumus:

$$Wd = A.t. \rho$$

A = 6,28.L.h (Hesse, persamaan 4-16 hal 92)

Dimana:

Wd = berat tutup atas reaktor, lb

A = luas tutup atas standart dished, ft^2

T = tebal tutup atas (tha) = 3/16 in = 0.1875 ft

ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489

L = crown radius (r) = 144 in = 12 ft

h = tinggi tutup atas reaktor (ha) = 17,4190 in = 1,4516 ft

Luas tutup atas:

$$A = 6.28 \times 144 \times 17,4190$$

$$A = 15752,3758 \text{ in}^2 = 109,3945 \text{ ft}^2$$

Berat tutup atas

$$Wd = 109,9315 \times 0,0156 \times 489$$

$$= 835,8194 \text{ lb} = 378,9533 \text{ kg}$$

Karena tutup atas dan tutup bawah berbentuk standard dished head, maka berat

tutup bawah
$$(W_{db}) = 835,8194 \text{ lb} = 378,9533 \text{ kg}$$

- Berat liquid dalam reaktor

Rumus:

$$W_1 = m x t$$

Dimana:

M = berat larutan dalam reaktor = 4829,8697 lb/jam

T = waktu tinggal dalam reaktor = 1 jam

Maka:

$$W_1 = 4829,8697 \times 1$$

$$W_1 = 4829,8697 \text{ lb} = 2189,8212 \text{ kg}$$

- Berat poros pengaduk dalam reaktor

Rumus:

$$Wp = V x \rho$$

$$V = \pi/4.D^2.L$$

Dimana:

Wp = berat poros pengaduk dalam reaktor, lb

V = volume porors pengaduk, ft³

= densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³

D = diameter poros pengaduk = 0,8231 in = 0,0686 ft

L = panjang poros pengaduk = 78,5303 in = 6,5442 ft

Volume porors pengaduk:

 $V = 0.785 \times 0.0047 \times 6.5442$

 $V = 0.0242 \, ft^3$

Berat poros pengaduk:

$$Wp = 0.0242 \times 489$$
$$= 11.8175 \text{ lb} = 5.3580 \text{ kg}$$

- Berat impeller dalam reaktor

Rumus:

$$W_1 = V \times \rho$$

$$V = 4(p.l.t)$$

$$P = di/2$$

Dimana:

 W_1 = berat impeller dalam reaktor, lb

V = volume total blades, ft³

 ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³

p = panjang 1 kupingan blade, ft

1 = lebar 1 kupingan blade = 2,6988 in = 0,2249 ft

t = tebal 1 kupingan blade = 3,9688 in = 0,3307 ft

di = diameter pengaduk 15,8750 in = 1,3229 ft

Volume impeller pengaduk:

$$p = Di/2$$

$$= 1,3229/2 = 0,6615 ft$$

$$V = 4 x (0,6615 x 0,2249 x 0,3307)$$

$$= 0,1968 ft^3$$

Berat impeller pengaduk

Wi =
$$0.1968 \times 489$$

= $96.2333 \text{ lb} = 43.6313 \text{ kg}$

- Berat coil pendingin dalam reaktor

$$Wc = \pi/4(Do^2 - Di^2)H.\rho$$

Dimana:

Wc = berat coil pendingin dalam reaktor, lb

Do = diameter luar pipa coil pendingin = 8,625 in = 0.7188 ft

Di = diameter dalam coil pendingin = 7,981 in = 0.6651 ft

H = panjang coil pendingin = 26,2315 ft

 ρ = densitas dari bahan baku = 489 lb/ft³

Berat coil pendingin:

Wc =
$$0.785 \times [(0.5166 - 0.4423) \times 26.23149757 \times 489]$$

= $747.8078 \text{ lb} = 339.0496 \text{ kg}$

- Berat Attachment

Berat attachment merupakan berat dari seluruh perlengkapan seperti nozzle dan sebagainya

Dari Brownell & Young, hal 157

Wa = 18% Ws

Dimana:

Wa = berat attachment, lb

Ws = berat shell reaktor = 543,7526 lb = 246,5327352 kg

Sehingga:

$$Wa = 0.18 \times 543,7526$$
$$= 97,8755 \text{ lb} = 44,3759 \text{ kg}$$

Berat total penyangga:

 $W_T = W_S + W_d \text{ (tutup atas)} + W_d \text{ (tutup bawah)} + W_1 + W_P + W_i + W_C + W_a$

Dengan faktor keamanan adalah 10%, maka total beban penyangga =

$$= 1.1 \times 7366,0399 \text{ lb} = 17402,7733 \text{ lb} = 7890,2672 \text{ kg}$$

I. Perhitungan Kolom Penyangga Reaktor (Leg)

Perencanaan:

Menggunakan 4 buah kolom penyangga (kaki penahan)

Jenis kolom yang digunakan: I beam

Dasar perhitungan:

Beban tiap kolom:

Dari Brownell & Young, persamaan 10.76 hal 297:

$$P = \frac{4 \times P_w (H - L)}{n \times D_{bc}} + \frac{\sum W}{n}$$

Dimana:

P = beban tiap kolom, lb

P_w = total beban permukaan karena angin, lb

H = tinggi vessel dari pondasi, ft

L = jarak antara vessel dengan dasar pondasi, ft

 D_{bc} = diameter anchor bolt circle, ft

= jumlah support

 $\sum W$ = berat total, lb

P = beban kompresi total maksimum untuk tiap leg, lb

Reaktor diletakkan pada ruangan, sehingga tidak dipengaruhi adanya tekanan angin (beban tekanan angin tidak dikontrol)

$$P_W = 0$$

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

$$= \frac{7366,0399}{4} = 1841,51001b$$

Direncanakan:

Jarak kolom penyangga dari tanah (L) = 5 ft

Tinggi silinder (H) = 68,2596 in = 5,688 ft

Panjang penyangga =
$$\frac{1}{2}$$
 (H + L)
= 0.5 (5.688 + 5)
= 5.3442 ft = 64.1298 in

Jadi tinggi penyangga (Leg) = 5,3442 ft = 64,1298 in

Trial ukuran I beam

Trial ukuran I beam 12" ukuran 12 x 5 dengan pemasangan memakai beban eksentrik (terhadap sumbu)

Dari Brownell & Young, App.G-3 hal 355 didapatkan :

Nominal size = 12 in

Area of section (A) = $9,26 \text{ in}^2$

Depth of beam (h) = 12 in

Width of flange (b) = 5 in

Axis(r) = 4,83 in

 $I = 215.8 \text{ in}^4$

Analisa terhadap sumbu Y-Y

$$L/r = 64,1298/4,83$$

= 13,2774

Karena L/r antara 60 - 200 maka:

$$fc = \frac{18000}{1 + \left(\frac{(L/)^2}{18000}\right)}$$

$$= \left(\frac{18000}{1 + \left(\frac{13,2774^2}{18000}\right)}\right) = \left(\frac{18000}{1,2239}\right)$$

= 14707,0839 psia

$$f_{\text{eksentrik}} = \frac{P(a + 1/2b)}{(I_{1-1}/1/2b)}$$
$$= \frac{1841,5100(9,26 + 1/2,5)}{(215,8(1/2,5))}$$

$$fc_{aman}$$
 = $fc - f_{eksentrik}$
= $14707,0839 - 206,082$

A =
$$\frac{P}{fc_{aman}} = \frac{1841,5100}{14501,0019}$$

= 0,1269 in² < 9,26 in²

J. Base Plate

Perencanaan:

Dibuat base palte dengan toleransi panjang adalah 5% dan toleransi lebar 20% (Hesse, hal 163)

Digunakan besi cor sebagai bahan konstruksi dari base plate

Dasar perhitungan:

Luas base plate

Rumus:

$$A_{bp} = \frac{P}{f_{bn}}$$
 (Brownell&Young, pers.10.35 hal 190)

Dimana:

 A_{bp} = luas base plate, in²

P = beban dari tiap-tiap base plate = 1841,5100 lb

= stress yang diterima oleh pondasi (bearing capacity yang dibuat dari beton = 600 lb/in²)

(Hesse, tabel 7-7 hal 162)

Sehingga:

$$A_{bp} = \frac{1841,5100}{600}$$

$$A_{bp} = 3,0692 \text{ in}^2$$

Panjang dan lebar base plate

$$A_{bp} = p \times 1$$

Dimana:

$$A_{bp}$$
 = luas base plate
= 3,0692 in²

$$= 2m + 0.95h$$

$$= 2n + 0.8b$$

Diasumsikan m = n (Hesse, hal 163)

$$b = 3 in$$

$$h = 5 in$$

Maka

$$A_{bp} = (2m + 0.95h) \times (2n \times 0.8b)$$

$$30,0187 = [2m + (0,95 \times 5)] \times [2n + (0,8 \times 3)]$$

$$= (2m + 4,75) \times (2m + 2,4)$$

$$= 4m^2 + 14,3 + 11,4$$

$$= 4m^2 + 14,3m - 8,3308$$

Dengan menggunakan rumus abc, didapatkan:

$$m_{1,2} = \frac{-14.3 \pm \sqrt{204.49 - 16 \ x \left(-8.3308\right)}}{8}$$

$$m_1 = -14.3 + 18.3788 = 0.5099$$

$$m_2 = -14.3 - 18.3788 = -4.0849$$
diambil m = m₁ = 0.5099
sehingga:

Panjang base plate (p) =
$$2m + 0.95h$$

= $1.0197 + 4.75$
= 5.7697 in ≈ 6
Lebar base plate (1) = $2n + 0.8b$
= $1.0197 + 2.4$
= 3.4197 in ≈ 4

Dari perhitungan didapatkan panjang base plate 6 in dan lebar 4 in, maka ditetapkan ukuran base plate yang digunakan adalah 6 x 4 in dengan luas

$$A = 24 in^2$$

Dari nilai n dan m tersebut maka yang mengontrol dalam pemilihan tebal base plate adalah nilai m karena m > n

Peninjauan terhadap harga m dan n:

Panjang base plate

$$6 = 2m + 0.95h$$

 $6 = 2m + 0.95(5)$
 $6 = 2m + 4.75$
 $m = 0.625$

lebar base plate:

$$4 = 2n + 0.8b$$

$$4 = 2n + 0.8(3)$$

$$4 = 2n + 2.4$$

$$n = 0.8$$

Peninjauan terhadap bearing capacity

$$f = \frac{P}{A}$$

Dengan:

f = bearing capacity, lb/in²

P = beban tiap kolom = 378,5477 lb

A = luas base plate = 3 in^2

Maka

$$f = \frac{1841,5100}{24}$$
$$= 76,7296 \text{ lb/in}^2 < 600 \text{ lb/in}^2$$

Tebal base plate

Dari Hesse persamaan 7-12 hal 163:

$$t = \sqrt{0,00015 \times p \times n^2}$$

Dengan:

t = tebal base plate, in

p = actual unit pressure yang terjadi pada base plate = 126,1826 psi

n = 0.875 in

Tebal base plate

$$t = \sqrt{0,00015 \times 76,7296 \times 0,7656}$$
$$= 0,0939 \text{ in } \approx 1 \frac{1}{2}$$

Ukuran Baut

Beban tiap baut:

$$P_{baut} = \frac{P}{n_{baut}}$$

$$= \frac{1841,5100}{3}$$
= 613,8367 lb

Dimana f_{baut} = stress tiap baut max = 12000 lb/in²

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

$$= \frac{613,8367}{12000}$$

= 0,0512 in

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

 $0,0512 = 0,25 \times 3,14 \times db^2$

 $0,0512 = 0,785 \, \mathrm{db}^2$

 $db^2 = 0.0625$

db = $0.2553 \text{ in} \approx 1.3/8$

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal 188 diperoleh ukuran baut 1 1/8 in dengan dimensi baut sebagai berikut :

ukuran baut = 1 1/8 in

Root area = 0,693 in

Bolt spacing milt = 2 1/2 in

Min radial distance = 1 1/2 in

Edge distance = $1 \frac{1}{8}$ in

Nut dimension = $1 \frac{13}{16}$ in

Max filled radius = 7/16 in

K. Perhitungan Lug dan Gusset

Perencanaan:

Digunakan 2 buah plate horisontal (untuk lug) dan 2 buah plate vertikal (untuk gusset)

Dasar perhitungan:

Dari gambar 10.6, hal 191, Brownell & Young diperoleh

a. Lebar lug

A = lebar lug = ukuran baut + 9 in
=
$$1,375 + 9 = 10,375$$
 in

B = jarak antar gusset = ukuran baut + 8 in
=
$$1.375 + 8 = 9.375$$
 in

b. Lebar gusset

L = lebar gusset =
$$2(lebar kolom - 0.5 x ukuran baut)$$

= $2 x (0.875 - 0.688)$

$$= 0.375 in$$

Lebar lug atas =
$$a = 0.5(L + ukuran baut)$$

= $0.5 \times (0.875 + 0.688)$
= 0.7813 in

Perbandingan tebal base plate =
$$\frac{B}{L} = \frac{9,375}{0.375} = 25$$

Dari tabel hal 192 Brownell & Young didapat $\gamma_1 = 0,565$

e = 0.5 x nut dimension

 $e = 0.5 \times 1.8125$

e = 0.9063 in

Tebal Plate Horisontal (Lug)

Menentukan maksimum bending moment sepanjang sumbu radial

$$M_y = \frac{P}{4\pi} \left[(1 + \mu) \times \ln \frac{2L}{\pi.e} + (1 - \gamma) \right]$$

Dimana:

P = beban tiap baut = 613,8367 lb

 μ = posson's ratio = 0,3 (untuk baja)

L = panjang horisontal plate bawah = 0,375 in

e = nut dimension = 0.9063 in

Jadi

$$My = \frac{613,8367}{12,56} \left(1,3 \times \frac{0,75}{2,8456} + 0,435 \right)$$

$$My = 48,87 (1,3 \times 1,332 + 0,435)$$

$$My = 7,5674 \text{ lb}$$

My disubsitusikan ke persamaan 10.41, hal 193 Brownell & Young diperoleh:

thp =
$$\sqrt{\frac{6 \times My}{f}}$$

= $\sqrt{\frac{6 \times 7,5674}{12000}} = 0,0615$ in

Maka digunakan plate dengan tebal = 0,0615 in

Tebal plate Vertikal (Gusset)

Dari Brownell fig 10.6 hal 191 dan pers. 10.47 hal 194 diperoleh

Tebal gusset minimal
$$= \frac{3}{8} \times \text{thp}$$
$$= \frac{3}{8} \times 0,0615$$
$$= 0,023 \text{ in}$$

Tinggi Gusset

Tinggi gusset =
$$hg = A + ukuran baut$$

= $10,375 + 1,375 = 11,75 in$

Tinggi lug

Tinggi lug =
$$hg + 2thp$$

= $11,75 + 2(0,0615) = 11,873$ in

Kesimpulan perancangan lug dan gusset

Gusset

Lebar = 0,375 in

Tinggi = 11,75 in

Tebal lug = 0,023 in

Lug

Lebar = 10,375 in

Tinggi = 11,873 in

Tebal = 0,0615 in

L. Perhitungan Pondasi

Dasar perhitungan

$$W = 1841,5100 lb$$

Beban yang ditanggung tiap kolom

Rumus:

$$W_{bp} = p.l.t.\rho$$

Dimana:

p = panjang base plate = 6 in = 0,5 ft

= lebar base plate = 4 in = 0,333 ft

t = tebal base plate = $1 \frac{1}{2}$ in = 0,125 ft

 ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³

Beban yang ditanggung tiap kolom

$$W_{bp} = 0.5 \times 0.333 \times 0.125 \times 489$$

$$W_{bp} = 10,1875 \text{ lb}$$

Beban tiap penyangga

Rumus:

$$Wp = L.A.F. \rho$$

Dimana:

L = tinggi kolom = 5 ft

A = luas kolom I beam = $0.0258 \text{ in}^2 = 0.0002 \text{ ft}^2$

F = faktor koreksi = 3,4

 ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³

Beban tiap penyangga

$$Wp = 5 \times 0,0002 \times 3,4 \times 489$$

$$Wp = 1,4894 lb$$

Beban total

$$W_T$$
 = $W + W_{bp} + W_p$
= $1841,5100 + 10,1875 + 1,4894$
= $1853,1869$ lb

Dianggap hanya ada gaya vertikal dan berat kolom itu sendiri bekerja pada pondasi, maka ditetapkan :

Luas atas = 50×50 in

Luas bawah = $70 \times 70 \text{ in}$

Tinggi = 85 in

Luas permukaan tanah rata-rata

$$A = \left(\frac{50 \times 70}{2}\right) + \left(\frac{50 \times 70}{2}\right)$$

$$A = 3500 \text{ in}^2$$

Volume pondasi:

$$V = Axt$$

$$V = 3500 \times 85$$

$$= 297500 \text{ in}^3 = 172,1643 \text{ ft}^3$$

Berat pondasi

Dimana:

 ρ = densitas semen = 144 lb/ft³ (Perry, edisi 6 tab.3-18)

 $W = V \times \rho$

= 172,1643 x 144

= 24791,6667 lb = 54680,5 kg

Tekanan Tanah

Pondasi didirikan diatas semen san gravel, dengan:

Save bearing minimum = 5 ton/ft^2

Save bearing maximum = 10 ton/ft^2

Kemampuan tekanan tanah sebesar = 5 < P > 10

 $P = 10 \text{ ton/ft}^2$

 $P = 22046 \text{ lb/ft}^2$

 $P = 153,0972 \text{ lb/in}^2$

Tekanan pada tanah

$$P = \frac{W}{A}$$

Dimana:

W = berat beban total + berat pondasi

A = berat bawah pondasi = (70×70) in² = 4900 in²

Sehingga:

$$P = \frac{1853,18692 + 24791,6667}{4900}$$

 $P = 5,4377 \text{ lb/in}^2 < 153,09723 \text{ lb/in}^2 \text{ memenuhi}$



BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

7.1 Instrumentasi

Tujuan pemasangan instrumentasi adalah:

- 1. Menjaga kondisi operasi suatu peralatan agar tetap berada dalam kondisi operasi yang aman.
- 2. Mengatur laju produksi agar berada dalam batas yang direncanakan.
- 3. Kualitas produksi lebih terjaga dan terjamin.
- 4. Membantu memudahkan pengoperasian suatu alat.
- 5. Kondisi-kondisi berbahaya dapat diketahui secara dini melalui alarm peringatan.
- 6. Efisiensi kerja akan lebih meningkat.

Pada pra rencana pabrik Methyl chloroform ini, instrumen yang perlu digunakan adalah :

1. Pressure Indikator (PI)

Alat dipasang bertujuan untuk mengetahui tekanan dalam storage jika meningkat akibat suhu diluar storage. Untuk menjaga tekanan perlu dipasang alat kontrol suhu yang dihubungkan dengan penyemprot air.

2. Level Indicator (LI)

Alat ini dipasang pada storage vinilidin klorida, untuk menampung bahan baku untuk diproses ke reaktor hidroklorinasi. LI dipasang untuk mengetahui maksimal dan minimal ketinggian fluida yang ada dalam tangki agar tidak melebihi batas yang telah ditentukan.

3. Temperature Controller (TC)

Alat ini berfungsi untuk menjaga temperatur agar beroperasi pada temperatur konstan.

4. Flow Controller (FC)

Flow controlle berfungsi untuk menjaga rate bahan masuk agar tetap konstan sesuai dengan rate yang dibutuhkan.

5. Pressure control (PC)

Pressure control berfungsi untuk menjaga tekanan agar tidak melebihi dari yang telah ditetapkan dari kolom destilasi yaitu 1 atm.

6. Weight Controller (WC)

Weight Controller berfungsi untuk menjaga agar berat bahan yang masuk sesuai dengan yang diinginkan.

7. Ratio Controller (RC)

Ratio controller berfungsi untuk menjaga rate bahan masuk agar tetap konstansesuai dengan rate yang dibutuhkan.

Pemasangan alat instrumentasi pada masing-masing peralatan proses dapat dilihat pada Tabel 7.1.

Tabel 7.1. Pemasangan alat kontrol pada pra rencana pabrik Methyl chloroform

| No. | Nama Alat | Kode Alat | Kode Instrumentasi | | | |
|-----|---------------------------|-----------|--------------------|--|--|--|
| 1 | Storage HCl | F-114 | LI | | | |
| 2 | Storage Vinilidine klorid | F-111 | LI | | | |
| 3 | Bin FeCl ₃ | F-109 | WC | | | |
| 4 · | Reaktor | R-110 | PC, TC | | | |
| 5 | Reboiler | E-126 | TC | | | |
| 6 | Stroage produk | F-125 | LI | | | |
| 7 | Separator | D-120 | RC,PC | | | |
| 8 | Destilasi | D-130 | RC,PC | | | |

7.2. Keselamatan Kerja

Usaha untuk menjaga keselamatan kerja dan keamanan pabrik tidak hanya ditujukan kepada faktor manusianya saja, tetapi juga untuk menjaga peralatan yang ada di dalam pabrik. Dengan terpeliharanya peralatan dengan baik maka diharapkan peralatan dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama.

Macam-macam bahaya yang biasa terjadi dalam pabrik yang harus diperhatikan dalam perencanaan yaitu :

a. Bahaya kebakaran

- b. Bahaya mekanik
- c. Bahaya terhadap kesehatan
- d. Bahaya listrik

a. Bahaya kebakaran

Bahaya kebakaran merupakan hal yang sangat membutuhkan perhatian, oleh sebab itu diperlukan pengaman yang sebaik-baiknya terutama dalam produksi.

Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah dan menanggulangi kebakaran, yaitu:

- a. Penyediaan alat alat pencegah kebakaran, baik akibat listrik, maupun api.
- b. Pemasangan isolasi pada seluruh kabel-kabel transmisi yang ada
- c. Menempatkan alat-alat utilitas cukup jauh tetapi praktis dari unit operasi
- d. Penempatan bahan-bahan yang mudah terbakar di tempat tertutup dan jauh dari sumber api
- e. Pemasangan pipa air melingkar di seluruh lokasi pabrik
- f. Penyediaan alat pemadam kebakaran di setiap bagian pabrik dan pemasangannya harus pada tempat yang mudah dijangkau
- g. Pengamanan dan pengontrolan terhadap kebakaran
- h. Apabila terjadi kebakaran api harus diisolir dan diusahakan dapat diketahui kemungkinan apa saja yang dapat terjadi dan bagaimana mengatasinya. Jika tidak dapat ditangani sendiri oleh pabrik maka segera menghubungi unit pemadam kebakaran setempat

b. Bahaya Mekanik

Bahaya mekanik biasanya disebabkan oleh pengerjaan konstruksi yang tidak memenuhi syarat yang berlaku dan adanya bahan atau alat bergerak. Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah kecelakaan adalah:

- a. Konstruksi harus mendapat perhatian yang cukup tinggi
- b. Perencanaan peralatan harus sesuai dengan aturan yang berlaku, baik pemilihan bahan konstruksi maupun faktor yang lain.
- c. Pemasangan alat kontrol yang baik dan sesuai serta alat pengamannya.

c. Bahaya Terhadap Kesehatan

Untuk menjaga kesehatan dan keselamatan karyawan perlu adanya kesadaran dari seluruh karyawan agar dapat bekerja dengan baik sehingga tidak membahayakan

keselamatan jiwanya dan orang lain. Untuk itu pengetahuan akan bahaya masing-masing alat sangatlah penting diketahui oleh semua karyawan terutama operator control. Semua karyawan harus menggunakan pelindung diri seperti topi pengaman, sepatu karet, sarung tangan, dan masker.

Selain itu bahaya terhadap kesehatan karyawan juga perlu diwaspadai. Umumnya berasal dari bahan baku, bahan yang diproses, dan produk. Karena itu diusahakan agar ruangan proses maupun ruangan lainnya memiliki ventilasi atau pertukaran udara yang cukup sehingga dapat memberikan kesegaran pada karyawan serta dapat menghindari gangguan terhadap pernafasan. Alat pengaman keselamatan kerja karyawan dapat dilihat pada tabel 7.2.

Tabel 7.2. Alat keselamatan kerja pada pabrik Methyl chloroform

| No. | Alat Pelindung | Lokasi Pengamanan |
|-----|-----------------------------|--|
| 1. | Masker | Pekerja pada bagian proses, laboratorium |
| 2. | Helm | Pekerja pada bagian bahan baku, proses, produk |
| 3. | Sepatu karet | Pekerja pada bagian bahan baku, utilitas, produk |
| 4. | Sarung tangan . | Pekerja pada bagian bahan baku, proses, produk, laboratorium |
| 5. | Isolasi panas dan pagar | Pekerja pada bagian Reaktor, Heater, Reboiler, Destilasi, Kondensor |
| 6. | Pemadam kebakaran | Seluruh karyawan kantor dan lapangan |
| 7. | Sepatu dengan ujung besi | Pekerja pada bagian proses |

d. Bahaya listrik

Bahaya pengoperasian maupun perbaikan instalasi listrik hendaknya selalu menggunakan alat pengaman yang disediakan pabrik, sehingga para pekerja dapat terjaga keselamatannya.

Hal-hal yang perlu diperhatikan:

- a. Pemasangan isolasi pada seluruh kabel-kabel transmisi yang ada.
- b. Peralatan yang penting seperti switcher dan transformator diletakkan di tempat yang aman dan tersendiri.

c. Peralatan listrik di bawah tanah sebaiknya diberi tanda dengan jelas

BAB VIII

UTILITAS PABRIK

Unit utilitas merupakan salah satu bagian yang sangat diperlukan untuk menunjang jalannya proses dalam suatu industri kimia. Pada pra – rencana pabrik 1.1.1-Trikloroetana ini terdapat 4 unit utilitas, yaitu:

- 1. Unit penyediaan air
- 2. Unit penyediaan steam
- 3. Unit penyediaan listrik
- 4. Unit penyediaan bahan bakar

VIII.1. Unit Penyediaan Air

VIII.1.1. Air Umpan Boiler

Air umpan boiler merupakan bahan baku pembuatan steam yang berfungsi sebagai media pemanas. Kebutuhan steam sebesar 373,4223 kg/jam digunakan pada Heater I (E-115), Heater II (E-121), Reboiler (E-128), Reboiler (E-135). Air umpan boiler disediakan dengan exces 20 % sebagai pengganti steam yang hilang yang diperkirakan karena adanya kebocoran transmisi serta make up 10 % dari kebutuhan air umpan boiler adalah sebanyak 522,7912 kg/jam.

Steam yang digunakan adalah saturated steam yang mempunyai tekanan 101,325 kPa dan temperatur 120 ⁰C. Steam yang telah menjadi kondensat dikembalikan lagi ke tangki penampung steam kondensat

Air umpan boiler tersebut mempunyai syarat sebagai berikut :

- total padatan (total dissolved solid) = 3500 ppm

- alkalinitas = 700 ppm

- padatan terlarut = 300 ppm

- silica = 60 - 100 ppm

- besi = 0.1 mg/L

- tembaga = 0.5 mg/L

- oksigen = 0,007 mg/L

- kesadahan (hardness) = 0

- kekeruhan = 175 ppm

- minyak

= 7 ppm

- residual fosfat

= 140 ppm

(data diambil dari Perry, 6 th ed, hal 9-76)

Selain harus memenuhi persyaratan tersebut diatas, air umpan boiler harus bebas dari :

- Zat-zat yang menyebabkan korosi, yaitu gas-gas terlarut seperti O2, CO2, H2S, NH3.
- Zat-zat yang dapat menyebabkan busa, yaitu organic, anorganik dan zat tak terlarut dalam jumlah besar.

Untuk memenuhi persyaratan tersebut dan mencegah kerusakan pada boiler, sebelum digunakan air umpan boiler harus diolah dulu, melalui :

- Demineralisasi, untuk menghilangkan ion-ion pengganggu.
- Daerator, untuk menghilangkan gas-gas terlarut

VIII.1.2. Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk keperluan laboratorium, kantor, air untuk mencuci, mandi, taman, dan lain-lain. Air sanitasi yang dibutuhkan sebesar 1607,0661 kg/jam.

Standart air sanitasi yang harus dipenuhi:

- 1. Syarat fisik
 - tidak berwarna
 - tidak berbau
 - tidak berbusa
 - mempunyai suhu dibawah suhu udara
 - kekeruhan kurang dari 1 ppm SiO₂
 - pH netral
- 2. Syarat kimia
 - Tidak beracun
 - Tidak mengandung bakteri ion patogen yang dapat merubah sifat-sifat fisik air
- 3. Syarat mikrobiologis
 - Tidak mengandung kuman maupun bakteri, terutama bakteri patogen yang dapat merubah sifat fisik air

(Salvato Jr, Hal 34)

VIII.1.3. Air Pendingin

Air pendingin digunakan untuk peralatan-peralatan yang memerlukan pendingin seperti, Reaktor (R-110), Kondensor (E-122), Cooler (E-138), Kondensor (E-125), kondensor (E-132). Adapun kebutuhan air pendingin yang diperlukan adalah sebesar 79172,1770 kg/jam.

Dari jumlah total air pendingin yang diperlukan, untuk faktor keamanan maka direncanakan air pendingin yang disuplay adalah 20 % excess dengan make up 10 % dari jumlah kebutuhan air pendingin. Maka air pendingin yang disediakan oleh Cooling Tower adalah 110841,0477 kg/jam.

Proses Pengolahan Air pada Unit Pengolahan Air

Air sungai digunakan untuk memenuhi kebutuhan air sanitasi, air pendingin dan air umpan boiler.

Proses pengolahan air sungai tersebut adalah:

Air dari sungai dipompa dengan pompa (L-212) menuju bak sedimentasi (F-213) yang berfungsi untuk mengendapkan lumpur yang terikut. Dari bak sedimentasi air dipompa (L-214) menuju bak skimmer (F-215) yang berfungsi untuk memisahkan kotoran yang mengapung. Dari bak skimmer air dipompa (L-216) menuju tangki clarifier (F-210), disini terjadi proses koagulasi dan flokulasi dengan penambahan alum sebagai zat koagulan dan diadakan pengadukan dengan kecepatan lambat agar alum dan air dapat tercampur secara homogen.

Setelah terjadi proses koagulasi dan flokulasi dalam bak clarifier, kemudian menuju air dialirkan ke sand filter (H-217) untuk menyaring air dari kotoran-kotoran yang masih tersisa. Dari sand filter air masuk ke bak air bersih (F-218) dan diolah sesuai dengan fungsinya masing-masing, yaitu:

a. Pengolahan air sanitasi

Air dari bak air bersih (F-218) dialirkan dengan pompa (L-241) menuju bak klorinasi (F-240) dan ditambahkan desinfektan klor (Cl₂) sebanyak 1 ppm yang diinjeksikan langsung ke dalam pipa. Dari vessel klorinasi, air dialirkan dengan menggunakan pompa (L-242) dan siap untuk dipergunakan sebagai air sanitasi.

b. Pelunakan air umpan boiler

Pelunakan air boiler yang dilakukan dengan pertukaran ion dalam demineralisasi yang terdiri dari dua tangki, yaitu tangki kation exchanger (D-220A) dan anion

exchanger (D-220B). Kation exchanger yang digunakan adalah resin zeolit (H_2Z) dan anion yang digunakan adalah deacidite (DOH).

Air dari bak air bersih (F-218) dialirkan dengan pompa (L-221) menuju kation exchanger (D-220A). Dalam tangki kation exchanger terjadi reaksi-reaksi sebagai berikut:

Ion-ion bikarbonat, sulfat dan klor diikat dengan ion Z membentuk CO₂ dan air, H₂SO₄ dan HCl. Selanjutnya air yang bersifat asam ini dialirkan ke tangki anion exchanger (D-220B) untuk dihilangkan anion-anion yang menggangu proses. Resin yang digunakan dalam anion exchanger adalah Deacidite (DOH)

Dalam tangki anion exchanger terjadi reaksi sebagai berikut:

Pemakaian resin yang terus menerus menyebabkan resin tidak aktif lagi. Hal ini dapat diketahui dari pemeriksaan kesadahan air umpan boiler. Resin yang sudah tidak aktif menunjukkan bahwa resin sudah tidak jenuh dan perlu diregenerasi. Regenerasi hidrogen exchanger dilakukan dengan menggunakan asam sulfat atau asam klorida. Dengan reaksi sebagai berikut:

Sedangkan regenerasi anion exchanger dengan menggunakan larutan Na₂CO₃ atau NaOH.

Reaksi yang terjadi:

$$D_2SO_4 + Na_2CO_3 + H_2O$$
 \longrightarrow $2DOH + Na_2SO_4 + CO_2$
 $2DCl + Na_2CO_3 + H_2O$ \longrightarrow $2DOH + 2NaCl + CO_2$
 $2DNO_3 + Na_2CO_3 + H_2O$ \longrightarrow $2DOH + NaNO_3 + CO_2$

Setelah keluar dari demineralisasi, air umpan boiler telah bebas dari ion-ion pengganggu. Untuk memenuhi kebutuhan umpan boiler, air lunak ditampung dalam bak air lunak (F-222) yang selanjutnya dipompa (L-223) ke bak steam kondensat (F-231)yang befungsi sebagai tempat penampungan air boiler dan steam condensate. Dari bak steam kondensat air dipompa (L-232) ke deaerator (D-233) untuk menghilangkan gas-gas impuritis pada air umpan boiler dengan sistem pemanasan. Dari deaerator air dialirkan ke bak boiler feed water (F-234). Dari bak boiler feed water air siap diumpankan ke boiler (Q-230) dengan pompa (L-235). Steam yang dihasilkan boiler didistribusikan ke peralatan dan kondensat yang dihasilkan di recycle.

c. Pengolahan air pendingin

Untuk memenuhi kebutuhan air pendingin dari bak air lunak (F-222), air dipompa (L-224) ke bak air pendingin (F-225) kemudian dialirkan ke peralatan dengan pompa (L-226). Setelah digunakan air direcycle ke cooling tower (P-227) dan selanjutnya dari cooling tower, air di recycle ke bak air pendingin kembali.

VIII.2. Unit Pengolahan Steam

Bahan baku pembuatan steam adalah air umpan boiler, steam yang dibutuhkan dalam proses mempunyai kondisi:

- Tekanan : 14,7 Psia

- Temperatur : $120 \, {}^{\circ}\text{C} = 248 \, {}^{\circ}\text{F}$

Zat-zat yang terkandung dalam air umpan boiler yang dapat menyebabkan kerusakan pada boiler adalah :

- Kadar zat terlarut (soluable matter) yang tinggi
- Zat padat terlarut (suspended solid)
- Garam-garam kalsium dan magnesium
- Zat organic (organic matter)
- Silica, sulfat asam bebas, dan oksida

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler.

a. Tidak boleh membuih (berbusa)

Busa disebabkan oleh adanya solid matter, suspended matter, dan kebasaan yang tinggi. Kesulitan yang dihadapi dengan adanya busa :

- Kesulitan pembacaan tinggi liquida dalam boiler
- Buih dapat menyebabkan percikan yang kuat yang mengakibatkan adanya solidsolid yang menempel dan mengakibatkan terjadinya korosi dengan adanya pemanasan lebih lanjut.

Untuk mengatasi hal ini perlu adanya pengontrolan terhadap adanya kandungan lumpur, kerak, dan alkalinitas air umpan boiler.

b. Tidak boleh membentuk kerak dalam boiler

Kerak dalam boiler dapat menyebabkan:

- Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat
- Kerak yang terbentuk dapat pecah sewaktu-waktu, sehingga dapat menimbulkan kebocoran karena boiler mendapat tekanan yang kuat.
- c. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa

Korosi pada pipa boiler disebabkan oleh keasaman (pH rendah), minyak dan lemak, bikarbonat dan bahan organic, serta gas-gas H₂S, SO₂, NH₃, CO₂, O₂ yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu:

$$Fe^{2+} + 2 H_2O \longrightarrow Fe(OH)_2 + 2 H^+$$

Tetapi jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hydrogen yang terbentuk akan bereaksi dengan oksigen membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut terjadilah korosi menurut reaksi:

$$4H^{+} + O_{2} \longrightarrow 2H_{2}O$$

 $4 \text{ Fe } (OH)_{2} + O_{2} + 2H_{2}O \longrightarrow 4 \text{ Fe}(OH)_{3}$

Adanya bikarbonat dalam air akan menyebabkan terbentuknya CO₂, karena pemanasan adanya tekanan. CO₂ yang terjadi bereaksi dengan air menjadi asam karbonat, asam karbonat akan bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam karbonat. Dengan adanya pemanasan (kalor), garam bikarbonat ini membentuk CO₂ lagi.

Reaksi yang terjadi:

$$Fe^{2+} + .2 H_2CO_3 \longrightarrow Fe(HCO)_2 + H_2$$

Fe (HCO)₂ + H₂O + panas
$$\longrightarrow$$
 Fe(OH)₂ + 2 H₂O + 2 CO₂

VIII.3. Unit Penyediaan Listrik

Listrik yang dibutuhkan pada pra- rencana pabrik Methyl chloroform ini adalah 542,3795 kW yang meliputi :

- Proses + utilitas : 113,0180 kW

- Penerangan : 362,5555 kW

- Listrik lainnya : 10 kW

Kebutuhan listrik untuk proses dipenuhi sendiri dengan menggunakan satu generator AC bertenaga diesel berkekuatan 677,9744 kW dan satu buah generator tambahan. Kebutuhan listrik untuk penerangan disuplay oleh PLN.

VIII.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang dibutuhkan oleh pabrik, yaitu pada boiler sebesar 33,0755 Kg/jam dan generator sebesar 72,918 L/jam. Bahan bakar yang digunakan adalah Diesel Oil, pemilihan jenis bahan bakar yang digunakan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

- Harganya relatif murah
- Mudah didapat
- Viskositasnya relatif rendah sehingga mudah mengalami pengabutan
- Heating valuenya relatif tinggi
- Tidak menyebabkan kerusakan pada alat-alat

Dari tabel 9.9 dan fig. 9-9 Perry 6th ed, didapat:

- Flash point = $38 \, ^{\circ}\text{C} (100 \, ^{\circ}\text{F})$

- Pour point = -6 °C (21,2 °F)

- Densitas = 0.8 kg/L

- Heating value = 19.200 btu/lb





BARIX

LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

9.1. Lokasi Pabrik

Dalam pendirian suatu pabrik, pemilihan lokasi pabrik merupakan faktor yang sangat penting, karena hal ini berkaitan erat dengan efisiensi perusahaan. Lokasi suatu pabrik harus dipertimbangkan berdasarkan teknis pengoperasian pabrik serta sudut ekonomisnya dari perusahaan tersebut yang dapat mempengaruhi lancar atau tidaknya produksi. Pada dasarnya daerah pengoperasian suatu pabrik ditentukan oleh 5 faktor utama, sedangkan lokasi yang tepat dari pabrik tersebut ditentukan oleh beberapa faktor khusus.

9.1.1. Faktor Utama

a. Bahan baku

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada bahan baku adalah:

- Letak sumber bahan baku
- Kapasitas sumber bahan baku
- cara memperoleh dan membawanya ke pabrik
- kualitas baha baku yang ada

b. Pemasaran

Hal-hal yang harus diperhatikan mengenai daerah pemasaran:

- Daerah dimaana produk akan dipasarkan
- Daya serap pasar dan prospek yang akan datang
- Pengaruh saingan yang ada
- Jarak daerah pemasaran dan cara mencapai daerah tersebut

c. Tenaga listrik dan bahan bakar

Hal-hal yang harus diperhatikan:

- Kemungkinan pengadaa listrik dan PLN
- Sumber bahan bakar
- Harga listrik dan bahan bakar

d. Penyediaan air

Air biasanya diperoleh dari beberapa sumber diantaranya:

- Dari sungai
- Dari PDAM
- Dari kawasan industry

jika kebutuha air besar, maka pemakaian air sumber/air sungai lebih ekoomis,halhal yang perlu diperhatikan antara lain:

- kemampuan sumber untuk melayani pabrik
- kualitas air yang ada
- pengaruh musim terhadap ketersediaan air
- nilai ekonominya
- e. Keadaan geografis dan iklim

Hal-hal yang perlu diperhatikan:

- keadaan alam yang akan mempengaruhi tinggi rendahnya investasi untuk konstruksi bangunan.
- kelembaban dan temperatur udara
- adanya badai, angin topan dan gempa bumi

9.1.2. Faktor Khusus

a. Transportasi

Masalah transportasi perlu diperhatikan agar kelancaran suplai bahan baku dan penyaluran produk dapat terjamin dengan biaya serendah mungkin dan dalam waktu singkat. karena itu perlu diperhatikan fasilitas-fasilitas yang ada seperti:

- jalan raya yang dapat dilalui kendaraan yang bermuatan berat
- lokasi pabrik dekat dengan pelabuhan yang memadai

b. Tenaga Kerja

Tenaga kerja tetap dan ahli dapat diperoleh dari daerah sekitarnya karenadaerah ini merupakan kota besar di Jawa sehingga tersedia banyaktenaga kerja baik tenaga kerja kasar ataupun tenaga kerja ahli.

c. Undang-undang dan peraturan

Undang-undang dan peraturan yang perlu diperhatikan antara lain:

- ketentuan tentang daerah industri
- ketentuan tentang penggunaan jalan umum yang ada
- ketentuan umum lain bagi industri didaerah lokasi pabrik

d. Perpajakan dan asuransi

Hal-hal yang harus diperhatikan:

- macam pajak dan sistem yang berlaku, misalnya pajak kekayaan, pajak penghasilan, pajak persero, dan peraturan yang berhubungan dengan perpajakan.
- asuransi peralatan, asuransi jiwa, asuransi keselakaan kerja dan lain-lain.

e. Karakteristik dan lokasi

dalam memilih lokasi pabrik maka harus diperhatikan karakteristik sebagai berikut:

- struktur tanah, daya dukung pada pondasi bangunan pabrik dan pengaruh air
- penyediaan dan fasilitas tanah untuk perluasan.

f. Faktor lingkungan disekitar pabrik

Hal-hal yang harus diperhatikan antara lain:

- adat istiadat atau kebudayaan daerah lokasi pabrik
 - fasilitas perumahan, sekolah dan tempat ibadah
 - fasilitas kesehatan dan rekreasi

g. Pembuangan limbah

Hal yang berkaitan dengan usaha pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh unit buangan pabrik berupa buangan gas, cair, maupun padat, yaiutu dengan memperhatikan peraturan pemerintah yang ada.

9.2. Pemilihan Lokasi

Berdasarkan faktor-faktor diatas, maka pabrik Methyl chloroform ini direncanakan didirikan di kabupaten Lamongan, Jawa Timur.

Pemilihan lokasi ini didasari oleh beberapa faktor yaitu:

1. Letak sumber bahan baku

Bahan baku pembuatan Methyl chloroform adalah vinylidene klorida dan hydrogen klorida. Dimana hydrogen klorida dapat dipenuhi dari PT. Petrokimia Gresik.

2. Pemasaran

Produk Methyl chloroform ini rencananya akan dipasarkan ke industri-industri dalam negeri. Apabila kebutuhan dalam negeri terpenuhi rencana pemasaran akan diperluas keluar negeri.

3. Sarana utilitas yang memadai

Sarana utilitas meliputi air, bahan bakar, dan listrik. persediaan air merupakan syarat utama pendirian pabrik kimia, kebutuhan air ini diperoleh dari air sungai yang merupakan sungai terbesar didaerah Lamongan. Kebutuhan bahan bakar dari pertamina. kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan generator.

4. Terdapatnya sarana pengangkutan

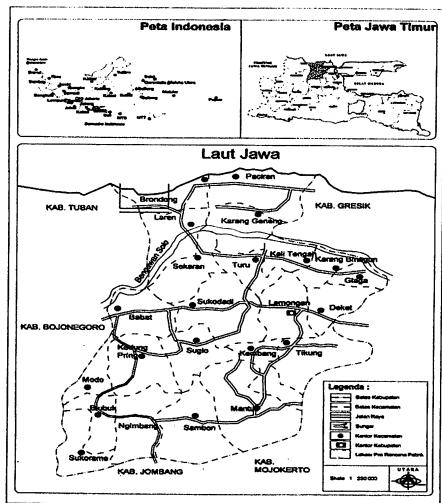
Lokasi pabrik ini daerah yang sudah ada sarana transportasi seperti pelabuhan maupun jalan raya sehingga sarana transportasi bahan baku dan produk akan lebih terjamin.

5. Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja baik buruh maupun tenaga ahli dapat diperoleh di daerah ini.

Tabel 9.2 Pemilihan lokasi dengan nilai tertinggi

| <u> </u> | Faktor | Bobot maks | Pasuruan | Balongan | Gresik | |
|----------|-------------------------|------------|----------|----------|--------|--|
| No | raktor | • | | | - 00 | |
| 1 | Bahan baku | 100 | 70 | 90 | 90 | |
| 2 | Pemasaran | 100 | 80 | 80 | 80 | |
| 3 | Listrik dan bahan bakar | 100 | 85 | . 95 | 90 | |
| 4 | Kebutuhan air | 100 | 90 | 90 | 90 | |
| 5 | Iklim - | 100 | 90 | 90 | 90 | |
| 6 | Transportasi | 100 | 85 | 90 | 90 | |
| 7 | Tenaga kerja | 100 | 85 | 85 | 85 | |
| 8 | Pajak | 100 | 70 | 70 | 70 | |
| 9 | Perundangan | 100 | 85 | 85 | 80 | |
| 10 | Karakteristik tempat | 100 | 70 | 85 | 80 | |
| | | 1000 | 810 | 860 | 845 | |



Gambar 9.1 Lokasi Pra Rencana Pabrik 1,1,1 - Trikloroetana

9.3. Tata Letak Pabrik (Plant Layout)

Plant Lay Out Pra Rencana Pabrik Methyl chloroform perlu disusun sebelum pembangunan infrastruktur pabrik seperti perpipaan, listrik dan peralatan proses untuk menciptakan kegiatan operasional yang baik, konstruksi yang ekonomis, distribusi dan transportasi (bahan baku, proses, dan produk) yang efektif, ruang gerak karyawan yang memadai sehingga kenyamanan dan keselamatan kerja alat maupun seluruh karyawan terpenuhi.

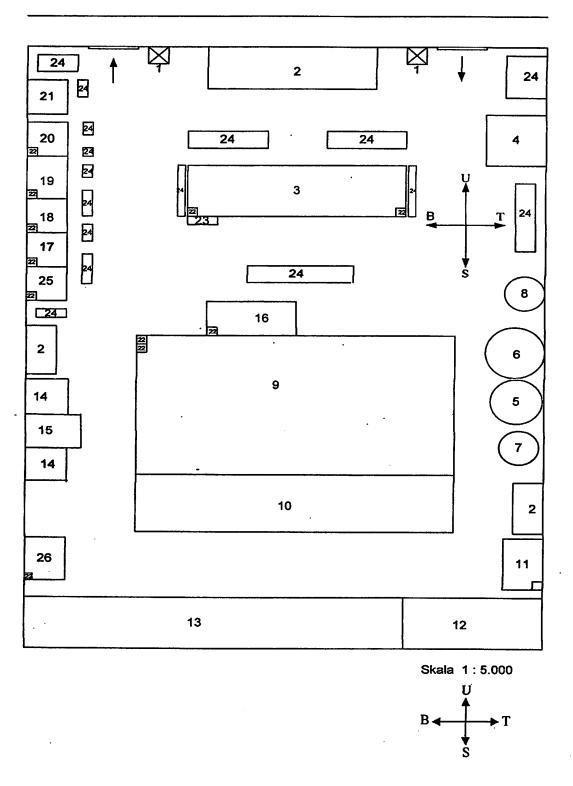
Lay out pabrik ini dibagi menjadi 2 bagian besar, yaitu:

a. Tata Ruang Pabrik (Plant Layout)

Beberapa hal khusus yang perlu diperhatikan dalam pengaturan tata ruang pabrik (*Plant Layout*) Methyl chloroform adalah:

- Adanya ruangan yang cukup untuk pergerakan pekerja dan pemindahan barangbarang.
- Bentuk dari kerangka bangunan, pondasi, dinding serta atap.
- Distribusi secara ekonomis dari kebutuhan steam, air, listrik, dan lain sebagainya.
- Kemungkinan perluasan di masa datang.
- Kemungkinan timbulnya bahaya-bahaya seperti kebakaran, ledakan, timbulnya gasgas dan lain sebagainya.
- Masalah penyaluran zat-zat buangan pabrik.
- Penerangan ruangan.

Plant Layout untuk pra rencana pabrik Methyl chloroform dapat dilihat pada Gambar 9.3.



Gambar 9.3 Plant Layout Pra Rencana Pabrik Methyl chloroform

Keterangan Gambar:

- 1. Pos satpam
- 2. Tempat parkir
- 3. Kantor
- 4. Ruang timbang
- 5. Storage HCl
- 6. Storage Vinylidene chloride
- 7. Storage FeCl₃
- 8. Storage bahan bakar
- 9. Ruang proses
- 10. Perluasan area proses
- 11. Ruang servis dan bengkel
- 12. Power plant
- 13. Utilitas
- 14. Gudang produk
- 15. Gudang produk samping
- 16. Laboratorium
- 17. Poliklinik
- 18. Kantin
- 19. Aula
- 20. Koperasi
- 21. Mushola
- 22. Toilet
- 23. Dapur
- 24. Taman
- 25. Perpustakaan
- 26. Tempat pemadam kebakaran

b. Tata letak peralatan proses (process layout).

Dalam perencanaan *process layout* ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

Aliran bahan baku dan produk.

Pengaturan aliran bahan baku dan produk yang tepat dapat menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Pemasangan elevasi perlu memperhatikan ketinggian. Biasanya pipa atau elevator dipasang pada ketinggian minimal 3 meter agar tidak mengganggu allu lintas karyawan.

Aliran udara.

Aliran udara di sekitar area proses harus lancar agar tidak terjadi stagnasi udara pada tempat yang dapat menyebabkan akumulasi bahan kimia berbahaya sehingga mengancam keselamatan pekerja.

- Pencahayaan.

Penerangan seluruh area pabrik terutama daerah proses harus memadai apalagi pada tempat-tempat yang prosesnya berbahaya sangat membutuhkan penerangan khusus.

- Lalu lintas manusia.

Dalam perencanaan *process layout* perlu memperhatikan ruang gerak pekerja agar dapat mencapai seluruh alat proses dengan mudah dan cepat sehingga penanganan khusus seperti kerusakan alat (trouble shooting) dapat segera teratasi.

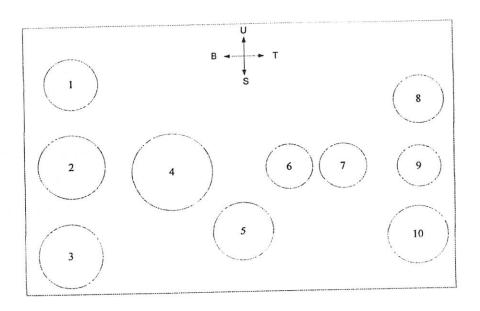
- Efektif dan efisien.

Penempatan alat-alat proses diusahakan agar dapat menekan biaya operasi tapi sekaligus menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomis.

Jarak antar alat proses.

Untuk alat proses bertekanan tinggi atau bersuhu tinggi sebaiknya berjauhan dari alat lainnya agar bila terjadi ledakan atau kebakaran tidak cepat merambat ke alat proses lainnya.

Tata letak peralatan proses ini secara garis besar berorientasi pada keselamatan dan kenyamanan pekerja sehingga dapat meningkatkan produktifitas kerja. Tata letak peralatan proses dapat dilihat pada gambar 9.4



Skala 1:2500

Keterangan:

- 1. Storage FeCl₃
- 2. Storage HCl
- 3. Storage CH₂CCl₂
- 4. Reaktor
- 5. Separator

- 6. Kolom Destilasi I
- 7. Kolom Destilasi II
- 8. Storage produk samping CH₂CCl₂
- 9. Storage produk samping HCl
- 10. Storage produk

Gambar 9.4 Tata Letak Peralatan Proses Pabrik Methyl chloroform



BABX

ORGANISASI PERUSAHAAN

Suatu perusahaan biasanya memiliki suatu bentuk organisasi yang berfungsi sebagai bentuk hubungan yang memiliki sifat dinamis, dimana dapat menyesuaikan diri terhadap segala sesuatu perubahan, yang pada hakekatnya merupakan suatu bentuk yang dengan sadar diciptakan manusia untuk mencapai suatu tujuan tertentu.

Pada umumnya organisasi dibuat dalam suatu struktur yang merupakan gambaran secara skematis tengtang hubungan antar departemen untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Agar suatu pengelolaan perusahaan dapat menciptakan sasaran secara efektif dan hasil produksi yang besar, maka harus diperhitungkan elemen dasar yang diperlukan dalam suatu perusahaan sebagai alat pelaksanaan dalam mencapai tujuan tertentu. Elemen dasar itu terdiri dari:

- Manusia (man)
- Bahan (material)
- Mesin (machine)
- Metode (method)
- Uang (money)
- Pasar (market)

10.1 Bentuk Perusahaan

Betuk perusahaan : Perseroan Terbatas

Status perusahaan : Swasta

Lokasi pabrik : Lamongan

Kapasitas produksi : 50.000 ton/tahun

Modal : Penanaman modal dalam negeri dan penanaman modal asing

Pabrik Methyl chloroform ini merupakan perusahaan swasta nasional yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Bentuk ini digunakan dengan alasan:

- 1. Kedudukan atau wewenang antara pimpinan perusahaan dan para pemegang saham (pemilik) terpisah satu sama lain
- 2. Terbatasnya tanggung jawab para pemegang saham karena segala sesuatu yang menyangkut kelancaran perusahaan dipegang oleh pimpinan perusahaan dan setiap

- pemegang saham hanya mungkin menderita kerugian sebesar jumlah yang ditanamkan pada PT yang bersangkutan
- 3. Kemungkinan terhimpunnya modal yang besar dan mudah, yaitu dengan membagi modal atas sejumlah saham-sahamnya. PT dapat menarik dari banyak orang
- 4. Kehidupan PT lebih terjamin karena tidak berpengaruh oleh berhentinya salah seorang pemegang saham, direktur dan karyawan. Ini berarti suatu PT mempunyai potensi hidup lebih permanen dari bentuk perusahaan lainnya
- 5. Adanya efisiensi dalam perusahaan. Tiap bagian dalam PT dipegang oleh orangorang yang ahli dalam bidangnya. Tiap orang atau tiap bagian mempunyai bagian dengan tugas yang jelas, sehingga ada dorongan untuk mengerjakan sebaik-baiknya.

10.2. Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi perusahaan ini adalah sistem garis dan staf, alasan pemakaian sistem ini adalah:

- 1. Umumnya digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi yang terus menerus dan berproduksi secara massal
- 2. Terdapat kesatuan pimpinan dan pemerintah, sehingga disiplin kerja lebih baik
- 3. Masing-masing kepala bagian/manajer secara langsung bertanggung jawab atas aktifitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan
- 4. Pimpinan tertinggi pabrik dipegang oleh seorang direktur yang bertanggung jawab kepada dewan komisaris
- Anggota dewan komisaris merupakan wakil-wakil dari pemegang saham dan dilengkapi dengan staf ahli yang bertugas memberikan nasihat dan saran kepada direktur

Disamping alasan tersebut, ada beberapa kebaikan yang dapat mendukung pemakaian sistem organisasi garis dan staf, yaitu:

- 1. Dapat digunakan oleh setiap organisasi besar, apapun tujuannya, betapapun luas tugas dan kompleks susunan organisasinya
- 2. Pengambilan keputusan yang sehat lebih mudah dapat diambil, karena adanya staf ahli
- 3. Perwujudan "the right man in the right place" lebih mudah dilaksanakan

10.3. Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab dalam Organisasi

1. Dewan Komisaris

Dewan komisaris ini bertindak sebagai wakil dari pemegang saham, dewan komisaris diangkat menurut ketentuan yang ada dalam perjanjian dan dapat diberhentikan setiap waktu oleh RUPS apabila mereka bertindak bertentangan dengan anggaran dasar atau kepentingan perseoan tersebut. Dewan komisaris dipilih dalam RUPS dari kalangan pemegang saham yang mempunyai saham terbanyak dari perseroan tersebut.

Adapun tugas dewan komisaris, yaitu:

- Mengawasi direktur utama agar tindakan tidak merugikan perusahaan
- Menetapkan kebijakan perusahaan
- Menyetujui atau menolak rencana yang diajukan oleh direktur utama
- Mengadakan evaluasi atau pengawasan tentang hasil yang diperoleh perusahaan
- Memberikan nasihat kepada direktur utama bila direktur utama ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan

2. Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan yang bertanggung jawab pada dewan komisaris dan membawahi direktur teknik dan produksi serta direktur keuangan dan administrasi. Tugas dan wewenang direktur utama, yaitu:

- Bertanggung jawab pada dewan komisaris
- Menetapkan kebijaksanaan peraturan dan tata tertib, baik keluar maupun keluar perusahaan
- Mengkordinasikan kerjasama antara direktur teknik dan produksi dengan direktur keuangan dan administrasi
- Mengatur dan mengawasi keuangan perusahaan
- Bertanggung jawab ata kelancaran perusahaan
- 3. Penelitian dan Pengembangan (LITBANG)

Divisi LITBANG bersifat independent. Divisi ini bertanggung jawab langsung kepada direktur utama. Divisi ini bertugas mengembangkan secara kreatif dan inovatif segala aspek perusahaan terutama yang berkaitan dalam peningkatan kualitas produksi, sehingga mampu bersaing dengan produk competitor. Penelitian dan pengembangan

juga dapat berfungsi sebagai staf ahli yang mengkontrol dan menanggulangi masalah yang timbul.

4. Direktur Teknik dan Produksi

Direktur teknik dan produksi bertanggung jawab kepada direktur utama dalam hal:

- Pengawasan produksi dan peralatan pabrik
- Merencanakan dan mengontrol semua kegiatan yang berkaitan dari mulai bahan baku hingga menghasilkan produk

Direktur teknik dan produksi membawahi:

a. Departemen Produksi

Departemen produksi bertanggung jawab di atas semua kegiatan produksi, mulai dari perencanaan, pembuatan atau produksi dan pengendalian mutu produksi. Yang membawahi:

- Divisi Proses
 - Divisi proses bertanggung jawab kepada departemen produksi atas kelancaran proses. Divisi ini juga mengatur pembagian shift dan kelompok kerja sesuai spesialisasinya pada masing-masing tahapan proses dan mengendalikan kondisi operasi sesuai prosedurnya.
- Divisi Quality Control (QC) dan Laboratorium

 Divisi QC dan Laboratorium bertugas menentukan proses dan langkah pemeriksaan yang dilakukan mulai dari penerimaan barang selama produksi hingga menjadi produk. Divisi ini juga menentukan identifikasi status inspeksi dan tes untuk memastikan hanya produk yang telah lulus inspeksi dan tes yang ditentukan yang dapat diproses atau dikirim.
- Divisi PPIC (Production Planning and Inventory Control)

 Divisi PPIC bertugas menginventory stock yang ada digudang, proses produksi, maupun bahan baku sehingga pelaksanaan proses dan pemasukan pasar tetap berjalan dan seimbang. Selain itu, divisi PPIC juga membuat evaluasi hasil produksi, hasil penjualan dan kondisi inventory serta melakukan pengolahan data, menganalisa mengenai rencana dan realisasi produksi, sales dan inventory.
- b. Departemen Teknik

Departemen teknik bertanggung jawab atas semua kegiatan yang berhubungan erat dengan produksi. Dalam hal ini bukan produksi secara langsung, tetapi sebagai penunjang dalam proses produksi, yang membawahi:

- Divisi Teknik

Bertugas untuk merawat, memelihara dan mempersiapkan peralatan serta fasilitas yang digunakan untuk proses produksi.

- Divisi Penyediaan Air Bertugas mensuplai air yang digunakan selama proses produksi
- Divisi Listrik dan Diesel

berlangsung.

- Bertugas dalam mempersiapkan listrik, baik berasal dari PLN maupun dari diesel juga menunjang kelangsungan proses produksi.
- Divisi Bengkel dan Suku Cadang
 Bertugas memperbaiki peralatan yang rusak dan mempersiapkan suku cadangnya agar peralatan tersebut dapat digunakan lagi dalam proses produksi.

5. Direktur Keuangan dan Umum

Direktur keuangan dan umum berkaitan dengan kegiatan produksi, tetapi sangat erat hubungannya dengan kegiatan pabrik, karena dalam perusahaan, direktur ini mengatur dan mengelola segala hal yang berkaitan dalam lingkungan eksternal perusahaan. Tugas utamanya adalah memanajemen kegiatan perusahaan diluar kegiatan perusahaan.

Direktur keuangan dan umum membawahi:

a. Departemen Keuangan dan Administrasi

Departemen keuangan dan administrasi bertugas mengatur keuangan serta menangani penyediaan serta pembelian, baik bahan baku maupun peralatan dan bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum mengenai pengeluaran dan pemasukan keuangan.

Yang membawahi:

- Divisi Penjulan dan Pembelian

Bertanggung jawab kepada kepala Departemen keuangan dan administrasi mengenai penjualan produk pada berbagai derah distribusi

sekaligus mensurvei kebutuhan pasar agar dapat dipasok setiap saat, serta melakukan promosi kepada masyarakat mengenai produk yang dihasilkan serta menangani pembelian bahan baku dan alat-alat yang menunjang proses serta pembiayaan atas perawatannya.

Divisi Administrasi dan Keuangan

Divisi ini bertugas untuk menjalankan kegiatan administrasi perusahaan, mulai dari surat menyurat, absensi karyawan, pendataan sampai pendistribusian gaji.

- Divisi Akuntasi

Divisi ini bertugas membuat neraca keuangan dengan melakukan pencatatan dan pembukuan mengenai semua pemasukan dan pengeluaran keuangan perusahaan.

b. Departemen Sumber Daya Manusia (SDM)

Bertugas untuk merencanakan, mengelola dan mendayagunakan sumber daya manusia, baik sumber daya manusia yang sudah ada maupun merekrut sumber daya manusia yang abru. Kepala bagian ini betanggung jawab terhadap direktur keuangan dan umum, selain itu kepala bagian SDM juga mempunyai tugas untuk mengatur masalah karyawan, jenjang karir dan penempatan karyawan. Yang membawahi:

- Divisi kesehatan

Bertugas untuk memperhatikan dan menjaga kesehatan karyawan, berbentuk klinik dengan seorang dokter untuk mengantisipasi apabila terjadi kecelakaan pada waktu kegiatan pabrik berlangsung, selain itu juga bertugas untuk melakukan test kesehatan bagi karyawan baru.

- Divisi transportasi

Bertugas mengatur karyawan, khususnya bagi karyawan wanita yang bekerja untuk shift malam.

- Divisi perekrutan tenaga kerja

Bertugas mencari tenaga kerja baru dengan penyebaran iklan lowongan, pengadaan test dan pelatihan pekerja baru.

Divisi serikat kerja

Divisi ini berdasar atas amanat pemerintah yang mengurus serikat pekerja maupun dalam membuat perjanjian kerja.

- Divisi kesejahteraan pekerja
 Bertugas mengatur semua kegiatan yang berhubungan dengan
 kesejahteraan pekerja, baik itu tunjangan, pemberian cuti, Jamsostek dan mengatur pensiun karyawan.
- Divisi Humas

Departemen humas bertugas sebagai penghubung dengan lingkungan luar perusahaan, mulai dari keamanan, keindahan, taman dan pengelolaan area parkir. Tugas lainnya adalah menerima serta menyeleksi mahasiswa yang akan melaksanakan Praktek Kerja Nyata (PKN). Membawahi divisi satpam, kebersihan, taman dan parkir.

10.4. Jadwal Jam Kerja

Pabrik direncanakan bekerja dan beroperasi selama 330 hari di dalam satu tahun selama 24 jam dalam sehari, sisa harinya digunakan untuk perbaikan dan perawatan peralatan proses produksi atau yang dikenal dengan istilah *shut down*. Sesuai dengan peraturan pemerintah dalam jumlah jam kerja untuk karyawan adalah 40 jam dalam satu minggu, yang dibedakan dalam dua bagian, yaitu:

1. Untuk pegawai non shift

Pegawai non shift ini termasuk karyawan yang tidak langsung menangani operasi pabrik, misalnya direktur, kepala departemen, kepala divisi, karyawan kantor / administrasi dan divisi-divisi di bawah tanggung jawab non teknik.

Ketentuan jam kerja adalah sebagai berikut:

- Senin-kamis : 08.00 – 16.00 (istirahat 12.00 – 13.00)

- Jum'at : 08.00 - 16.00 (istirahat 11.00 - 13.00)

- Sabtu : 08.00 – 12.00

2. Untuk pegawai shift

Pegawai shift termasuk karyawan yang secara langsung menangani proses operasi pabrik, misalnya kepala shift, operator, gudang, keamanan dan keselamatan kerja. Ketentuan jam kerja adalah sebagai berikut:

- Shift I : 07.00 - 15.00

- Shift II : 15.00 - 23.00

- Shift III: 23.00 - 07.00

Untuk menjaga kelancaran pelaksanaan jam kerja secara bergilir, maka karyawan dibagi menjadi 4 regu, yaitu A, B, C, dan D. Dengan 4 regu kerja dan 3 regu kerja (shift) maka 1 regu kerja merupakan regu pengganti (cadangan). Adapun penggantian shift baru regu dapat dilihat pada tabel 10.1 dibawah ini:

Tabel 10.1 Jadwal Kerja Karyawan Pabrik

| Hari | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| Regu A | P | P | P | L | M | M | М | L | S | S | S | L | P |
| Regu B | S | S | L | P | P | P | L | M | M | M | L | S | S |
| Regu C | M | L | S | S | S | L | P | P | P | L | M | M | M |
| Regu D | L | M | M | M | L | S | S | S | L | P | P | P | L |

10.5. Penggolongan dan Tingkat pendidikan Karyawan

Penggolongan karyawan berdasarkan tingkat kedudukan dan struktur organisasi pada pra rencana pabrik asam nitrat, yaitu:

- 1. Direktur utama
- 2: Direktur
- 3. Kepala Bagian
- 4. Kepala Divisi
- 5. Operatoř (tenaga pelaksana)

Sedangkan latar belakang pendidikan yang harus dimiliki oleh karyawan berdasarkan kedudukannya dan struktur organisasinya sebagai berikut:

1. Direktur utama

: Sarjana teknik kimia

2. Direktur

a. Direktur produksi dan teknik

: Sarjana teknik kimia

b. Direktur keuangan dan umum

: Sarjana administrasi

3. Litbang

: Sarjana kimia (MIPA), Teknik Kimia,

Ekonomi

4. Kepala departemen

a. Kabag produksi

: Sarjana teknik kimia

b. Kabag teknik

: Sarjana teknik mesin

c. Kabag keuangan & administrasi

: Sarjana ekonomi

d. Kabag SDM

: Sarjana psikologi

5. Kepala bagian divisi

a. Divisi proses

: Sarjana teknik kimia

b. Divisi QC dan laboratorium

: Sarjana tenkik kimia, kimia (MIPA)

c. Divisi PPIC

: Sarjana teknik kimia

d. Divisi teknik

: Sarjana teknik mesin

e. Divisi penyediaan air

: Sarjana teknik kimia

f. Divisi listrik & diesel

: Sarjana teknik mesin

g. Divisi bengkel & suku cadang

: Sarjana teknik mesin

h. Divisi penjualan & pembelian

: Sarjana ekonomi

i. Divisi administrasi & keuangan

: Sarjana ilmu administrasi

i. Divisi akuntasi

: Sarjana ekonomi

k. Divisi kesehatan

: Sarjana kedokteran

1. Divisi transportasi

: Diploma teknik mesin

m. Divisi perekrutan tenaga kerja

: Sarjana teknik industri-

n. Divisi serikat pekerja

: Sarjana teknik industri

o. Divisi humas

: Sarjana psikologi dan hukum

6. Karyawan

: Diploma / SMA

10.6. Perencanaan Jumlah Karyawan

Perhitungan jumlah tenaga kerja operasional didasarkan pembagian proses yang dilakukan. Pada Pra Rencana Pabrik Methyl chloroform, proses yang dilakukan terbagi dalam beberapa tahap, yaitu:

- a. proses utama
 - 1. Penyiapan bahan baku
 - 2. Tahap proses
 - 3. Tahap pemurnian
 - 4. Tahap penanganan produk
- b. Tahap tambahan atau pembantu
 - 1. Laboratorium
 - 2. Utilitas, terdiri dari pengolahan air, boiler, listrik, dan pengolahan limbah
 - 3. Pemeliharaan
 - 4. Bengkel

Sehingga proses keseluruhan yang membutuhkan tenaga kerja operasional ada 8 tahapan proses. Dari *Vilbrant & Dryen*, Gambar 6.35 hal 235, diperoleh jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk kapasitas produksi 50.000 ton/tahun dan beroperasi 330 hari/tahun yaitu:

Karyawan Proses = 53 orang jam/hari.tahapan proses x Tahapan proses

= 53 orang jam/hari.tahapan proses x 8 Tahapan proses

= 424 orang/hari

Karena setiap hari ada 3 shift dan 4 regu dimana karyawan shift bekerja selama 8 jam/hari, maka:

= 18 orang/shift x 4 regu

= 72 orang

Jumlah karyawan staf = 145 orang

Jadi jumlah karyawan total yang diperlukan pada pabrik kalsium klorida ini adalah 217 orang.

Jumlah karyawan yang dibutuhkan ditabelkan pada tabel 10.2

Tabel 10.2 Daftar Jumlah Karyawan

| No. | Bagian | Jumlah Karyawan |
|-----|--------------------------------------|-----------------|
| 1 | Direktur utama | 1 |
| 2 | Kepala litbag | 1 |
| 3 | Karyawan litbang | 4 |
| 4 | Sekretaris | 2 |
| 5 | Direktur produksi dan teknik | 1 |
| 6 | Direktur keuangan dan umum | 1 |
| 7 | Kepala dept. Produksi | 1 |
| 8 | Kepala dept. Teknik | 1 |
| 9 | Kepala dept. keuangan & administrasi | 1 |
| 10 | Kepala dept. SDM | 1 |
| 11 | Kepala divisi proses | 1 |
| 12 | Karyawan divisi proses | 72 |
| 13 | Kepala divisi QC dan laboratorium | 1 |
| 14 | Karyawan divisi QC dan laboratorium | 9 |
| 15 | Kepala divisi PPIC | 1 |
| 16 | Karyawan divisi PPIC | 6 |

| 17 | Kepala divisi teknik | 1 |
|----|---|-----|
| 18 | Karyawan divisi teknik | 5 |
| 19 | Kepala divisi pengolahan air | 1 |
| 20 | Karyawan divisi pengolahan air | 6 |
| 21 | Kepala divisi listrik dan diesel | 1 |
| 22 | Karyawan divisi listrik dan diesel | 6 |
| 23 | Kepala divisi bengkel dan suku cadang | 1 |
| 24 | Karyawan divisi bengkel dan suku cadang | 5 |
| 25 | Kepala divisi penjualan dan pembelian | 1 |
| 26 | Karyawan divisi penjualan dan pembelian | 10 |
| 27 | Kepala divisi administrasi dan keuangan | 1 |
| 28 | Karyawan divisi administrasi dan keuangan | 8 |
| 29 | Kepala divisi akuntasi | 1 |
| 30 | Karyawan divisi akuntasi | 8 |
| 31 | Kepala divisi kesehatan | 1 |
| 32 | Karyawan divisi kesehatan | 3 |
| 33 | Kepala divisi transportasi | 1 |
| 34 | Karyawan divisi transportasi | 10 |
| 35 | Kepala divisi perekrutan tenaga kerja | 1 |
| 36 | Karyawan divisi perekrutan tenaga kerja | 3 |
| 37 | Kepala divisi serikat kerja | 1 |
| 38 | Karyawan divisi serikat kerja | 2 |
| 39 | Kepala divisi humas | 1 |
| 40 | Karyawan divisi humas | . 5 |
| 41 | Karyawan keamanan | 18 |
| 42 | Karyawan kebersihan | 10 |
| 43 | Kepala perpustakaan | 2 |
| | Total | 217 |

10.7. Sistem Pengupahan Karyawan

Pada pabrik ini, sistem pengupahan berbeda-beda tergantung pada status karyawan dan tingkat pendidikan, serta besar kecilnya kedudukan, tanggung jawab dan keahliannya. Menurut status karyawan pabrik, dapat dibagi menjadi tiga golongan, dengan didasarkan atas kebutuhan dan perbedaan status ini, maka sistem pengupahan pada pabrik ini adalah:

1. Upah bulanan

Upah bulanan diberikan kepada karyawan tetapi besarnya berbeda-beda untuk setiap karyawan dan diberikan pada akhir bulan.

2. Upah mingguan

Upah harian diberikan kepada karyawan harian tetapi yang besarnya berbeda-beda untuk setiap karyawan dan diberikan pada setiap akhir pekan.

3. Upah borongan

Upah borongan diberikan kepada karyawan harian lepas atau karyawan borongan yang besarnya tidak tetap, tergantung pada macam pekerjaan yang dilakukan dan diberikan setelah pekerjaan itu selesai.

Tabel 10.3 Daftar Upah (Gaji) Karyawan

| lauci | 10.3 Daftar Upah (Gaji) Karyawan | | 0 ''/ -1 | |
|-------|--------------------------------------|-------|------------|-------------|
| | Bagian | Jumla | Gaji/bulan | Total (Rp) |
| No. | Dagian | h | (Rp) | |
| 1 | Direktur utama | 1 | 18.000.000 | 18.000.000 |
| 2 | Kepala litbag | 1 | 6.000.000 | 6.000.000 |
| 3 | Karyawan litbang | 4 | 3.500.000 | 14.000.000 |
| 4 | Sekretaris | 2 | 5.000.000 | 10.000.000 |
| 5 | Direktur produksi dan teknik | · 1 | 12.000.000 | 12.000.000 |
| 6 | Direktur keuangan dan umum | 1 | 12.000.000 | 12.000.000 |
| 7 | Kepala dept. produksi | 1 | 8.000.000 | 8.000.000 |
| 8 | Kepala dept. teknik | 1 | 8.000.000 | 8.000.000 |
| 9 | Kepala dept. keuangan & administrasi | 1 | 8.000.000 | 8.000.000 |
| 10 | Kepala dept. SDM | 1 | 8.000.000 | 8.000.000 |
| 11 | Kepala divisi proses | 1 | 6.500.000 | 6.500.000 |
| 12 | Karyawan divisi proses | 72 | 3.500.000 | 252.000.000 |
| 13 | Kepala divisi QC dan laboratorium | 1 | 6.000.000 | 6.000.000 |
| 14 | Karyawan divisi QC dan laboratorium | 9 | 3.700.000 | 33.300.000 |
| 15 | Kepala divisi PPIC | 1 | 6.000.000 | 6.000.000 |
| 16 | Karyawan divisi PPIC | 5 | 3.300.000 | 16.500.000 |
| 17 | Kepala divisi teknik | 1 | 6.000.000 | 6.000.000 |
| 18 | Karyawan divisi teknik | 6 | 3.000.000 | 18.000.000 |
| 19 | Kepala divisi pengolahan air | 1 | 6.000.000 | 6.000.000 |

| 20 | Karyawan divisi pengolahan air | 6 | 3.300.000 | 19.800.000 |
|----|---|-----|-------------|-------------|
| 21 | Kepala divisi listrik dan diesel | | 6.000.000 | 6.000.000 |
| 22 | Karyawan divisi listrik dan diesel | 6 | 3.300.000 | 19.800.000 |
| 23 | Kepala divisi bengkel dan suku cadang | 1 | 6.000.000 | 6.000.000 |
| 24 | Karyawan divisi bengkel dan suku cadang | 5 | 3.300.000 | 16.500.000 |
| 25 | Kepala divisi penjualan dan pembelian | 1 | 6.000.000 | 6.000.000 |
| 26 | Karyawan divisi penjualan dan pembelian | 10 | 3.300.000 | 33.000.000 |
| 27 | Kepala divisi administrasi dan keuangan | 1 | 6.000.000 | 6.000.000 |
| 28 | Karyawan divisi administrasi dan keuangan | 8 | 3.500.000 | 28.000.000 |
| 29 | Kepala divisi akuntasi | 1 | 6.000.000 | 6.000.000 |
| 30 | Karyawan divisi akuntasi | 8 | 3.300.000 | 26.400.000 |
| 31 | Kepala divisi kesehatan | 1 | 3.500.000 | 3.500.000 |
| 32 | Karyawan divisi kesehatan | 3 | 3.000.000 | 9.000.000 |
| 33 | Kepala divisi transportasi | 1 . | 4.000.000 | 4.000.000 |
| 34 | Karyawan divisi transportasi | 10 | 3.500.000 | 35.000.000 |
| 35 | Kepala divisi perekrutan tenaga kerja | 1 | 4.000.000 | 4.000.000 |
| 36 | karyawan divisi perekrutan tenaga kerja | 3 | 3.000.000 | 9.000.000 |
| 37 | Kepala divisi serikat kerja | 1 | 4.000.000 | 4.000.000 |
| 38 | Karyawan divisi serikat kerja | 2 | 3.000.000 | 6.000.000 |
| 39 | Kepala divisi humas | 1 | 4.000.000 | 4.000.000 |
| 40 | Karyawan divisi humas | 5 | 3.300.000 | 16.500.000 |
| 41 | Karyawan keamanan | 18 | 3.000.000 | 54.000.000 |
| 42 | Karyawan kebersihan | 10 | 2.500.000 | 25.000.000 |
| 43 | Kepala perpustakaan | 2 | 2.500.000 | 5.000.000 |
| | Total | 217 | 225.500.000 | 805.000.000 |

10.8. Jaminan Sosial

Selain mendapatkan gaji tetap setiap bulan, para karyawan juga menerima tunjangan atau jaminan sosial yang lainyang diberikan oleh perusahaan, sehingga kesejahteraan akan lebih terjamin dan diharapkan akan bekerja lebih giat.

Tunjangan/jaminan sosial tersebut, meliputi:

1. Tunjangan tahunan

Dalam setahun sekali, karyawan mendapat tunjangan sebesar gaji setiap bulan.

2. Insentif atau bonus

Insentif atau bonus yang diberikan tergantung pada keuntungan diakhir tahun dimana jumlah insentif tersebut tergantung pada jabatan dan golongan.

3. Perumahan

Perumahan diberikan terutama bagi karyawan yang menduduki jabatan penting, mulai dari direksi sampai kepala seksi.

4. Kesehatan

Untuk keperluan ini, perusahaan menyediakan poliklinik, yaitu untuk pengobatan para karyawan yang menderita sakit atau kecelakaan kerja dan biaya ditanggung oleh perusahaan.

5. Cuti

- Cuti tahunan selama 12 hari kerja dan diatur dengan mengajukan permohonan satu minggu sebelumnya untuk dipertimbangkan ijinnya.
- Cuti sakit bagi tenaga kerja yang memerlukan istirahat total berdasarkan surat keterangan dokter.
- Cuti hamil selama 3 bulan bagi tenaga kerja wanita.

Cuti untuk keperluan dinas dan perintah atasan berdasarkan kondisi tertentu perusahaan.



Gambar 10.1. Struktur Organisasi

BAB XI

ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi merupakan suatu cara untuk mengetahui apakah pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Oleh karena itu di dalam pra rencana Pabrik Methyl chloroform ini dibuat evaluasi untuk mengetahui berapa investasi yang diperlukan untuk mendirikan pabrik Methyl chloroform tersebut. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penentuaan untung rugi dalam mendirikan Pabrik Methyl chloroform adalah sebagai berikut:

- 1. Return of Invesment (ROI)
- 2. Pay Out Time (POT)
- 3. Break Even Point (BEP)
- 4. Internal Rate of Return (IRR)

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)
- 3. Penaksiran harga alat

11.1. Faktor - Faktor Penentu

11.1.1. Penaksiran Modal Investasi Total (TCI)

Yaitu modal atau biaya yang dibutuhkan untuk mendirikan suatu pabrik mulai dari awal sampai pabrik selesai dibangun dan siap beroperasi.

a. Modal Tetap (FCI)

Yaitu modal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik, FCI dibagi menjadi ::

a. Direct Cost

Yaitu modal yang dikeluarkan untuk pembelian atau pengadaan peralatan proses produksi, meliputi :

- Harga peralatan
- Instrumentasi dan alat kontrol
- Isolasi
- Perpipaan
- Peralatan listrik
- Angkutan kapal laut
- Asuransi
- Biaya angkut ke plant
- Pemasangan alat
- Bangunan
- Service Facilities
- Tanah

b. Indirect cost

Yaitu biaya atau modal yang dikeluarkan untuk konstruksi pabrik dan bagianbagian pabrik yang tidak berhubungan langsung dengan pengadaan peralatan proses produksi, meliputi:

- Engineering dan supervisi
- Konstruksi

b. Modal Kerja (WCI)

Yaitu semua biaya yang dikeluarkan untuk mengoperasikan pabrik, dimana biaya yang dikeluarkan dipengaruhi oleh besarnya kapasitas pabrik, meliputi :

- Penyediaan bahan baku dalam waktu tertentu
- Pengemasan produk
- Biaya yang harus ada setiap bulannya (uang tunai) untuk membiayai pengeluaran rutin seperti gaji, pembelian bahan baku dan lain-lain
- Pajak yang harus dibayar
- Perhitungan penerimaan dan pengeluaran
- Utilitas.

Sehingga: TCI = FCI + WCI

11.1.2. Penentuan Biaya Produksi

Adalah biaya yang dikeluarkan tiap satu-satuan produksi. Biaya produksi terdiri dari:

a. Biaya Pembuatan

Yaitu semua biaya untuk proses yang meliputi:

- Biaya produksi langsung (DPC)
- Biaya produksi tetap (FPC)
- Biaya overhead pabrik (POC).

b. Biaya Pengeluaran Umum

Yaitu biaya yang tidak berhubungan dengan proses, meliputi:

- Biaya administrasi
- Biaya distribusi dan pemasaran
- Litbang.

Berdasarkan sifatnya, biaya produksi dibagi menjadi:

Biaya tetap

Yaitu biaya yang dikeluarkan secara tetap dan tidak tergantung pada kapasitas pabrik. Yang termasuk biaya tetap antara lain:

- Bunga Bank
- Asuransi
- Depresiasi
- Pajak, dll

Biaya semi variabel (SVC)

Yaitu biaya yang bervariasi tetapi tidak berbanding lurus dengan kapasitas pabrik, antara lain :

- Biaya utilitas
- Biaya bahan baku
- Gaji karyawan
- Supervisor
- Pemeliharaan dan perbaikan

11.1.3. Penaksiran Harga Alat

Harga suatu alat setiap saat dapat berubah sesuai dengan perubahan kondisi ekonomi. Karena perubahn kondisi ini maka terdapat beberapa cara untuk mengkonversi harga suatu alat yang sama beberapa tahun yang lalu, sehingga diperoleh harga yang ekivalen dengan harga sekarang.

Harga alat pada pabrik Methyl chloroform ini didasarkan pada data harga alat yang diperoleh dari (Ulrich, 1984) dan (http://www.matche.com/EquipCost/index.htm - 2013).

Penentuan Total Capital Investment (TCI)

Biaya Langsung (DC)

| Die | iya Dangoung (2 4) | | | | |
|-----|-------------------------------|------------|------------|---------|-----------------|
| 1. | Harga peralatan | | (E) | = Rp. | 50.458.612.511 |
| 2. | Instrument dan alat control | 28% | E | = Rp. | 14.128.411.503 |
| 3. | Isolasi | 8% | E | = Rp. | 4.036.689.001 |
| 4. | Perpipaan terpasang | 23% | E | = Rp. | 11.605.480.877 |
| 5. | Listrik terpasang | 15% | E | = Rp. | 7.568.791.877 |
| 6. | Harga FOB (jumlah 1 | -5) | (F) | = $Rp.$ | 14.128.411.503 |
| 7. | Ongkos angkutan kapal laut | 15% | F | = Rp. | 14.128.411.503 |
| 8. | Harga C dan F (jumlah 6 | | (G) | = Rp. | 100.967.683.634 |
| 9. | Biaya asurasni | 1,0% | · G | = Rp. | 1.009.676.836 |
| - | . Harga CIF (jumlah 8 | B-9) | (H) | = Rp. | 101.977.360.470 |
| | . Biaya angkut barang ke plar | | Н | = Rp. | 15.296.604.071 |
| | . Pemasangan alat | 25% | E . | = Rp. | 12.614.653.128 |
| | . Bangunan pabrik | 25% | E | = Rp | 12.614.653.128 |
| | . Service facilities | 25% | - E | = Rp. | 12.614.653.128 |
| | 5. Tanah | 5% | E | = Rp. | 2.522.930.626 |
| | 5. Biaya langsung (DC) (jumla | ah 10-15) | | = Rp. | 157.640.854.550 |
| | iayaTak Langsung (IC) | | | | |
| | 7. Engineering dan Supervisi | 15% | DC | = Rp. | 23.646.128.182 |
| | B. Kontruksi | 20% | DC | = Rp. | 31.528.170.910 |
| | otal Modal Tak Langsung (IC | () | | = Rp. | 55.174.299.092 |
| | | | | | |

Fixed Capital Investment (FCI)

FCI = DC + IC = Rp. 157.640.854.550 + Rp. 55.174.299.092

= Rp. 212.815.153.642

Working Capital Investment (WCI)

= Rp.23.787.212.291

WC $= 15\% \times FCI$ $= 15\% \times Rp. 212.815.153.642$ = Rp. 31.922.273.046 Total Capital Investment (TCI) TCI = FCI + WC= Rp. 212.815.153.642 + Rp. 31.922.273.046 = Rp. 244.737.426.688 Modal Perusahaan Modal sendiri (MS) 60% TCI = Rp. 146.842.456.013 Modal pinjaman (MP)40% TCI = Rp. 97.894.970.675 Penentuan Total Capital Investment (TPC) a. Biaya Produksi Langsung (DPC) Bahan baku = Rp.1.702.134.114.309 Tenaga kerja (TK) = Rp.9.660.000.000Supervisi (15% TK) = Rp.1.449.000.000Utilitas = Rp.26.130.033.792 Pemeliharaan & perbaikan (PP) (8% FCI). = Rp.17.025.212.291 Penyediaan operasi (15% PP) = Rp.2.553.781.844Laboratorium (15% PP) = Rp.2.553.781.844 Patent dan royalti (1% TPC) = Rp.0,01 TPC Biaya Produksi Langsung = Rp.1.761.505.924.080 +0,01 TPC b. Biaya Tetap (FC) Depresiasi alat (10% FCI) = Rp.21.281.515.364 - Depresiasi bangunan (3% FCI) = Rp.6.384.454.609 - Pajak kekayaan (4% FCI) = Rp.8.512.606.146 Asuransi (1,0% FCI) = Rp.2.128.151.536 Bunga bank (12,5% MP) = Rp.12.236.871.334 Biaya Tetap (Fixed Cost/FC) = Rp.50.543,593.598.990

d. Biaya pengeluaran umum (GE)

Biaya Overhead = 70% TK + PP

c. Biaya Overhead Pabrik

- Administrasi (15% PP)

- = Rp.383.067.277
- Distribusi dan pemasaran (10% TPC)
- = Rp.0,005 TPC

- Litbang (5% TPC)

= Rp.0,005 TPC

Biaya Pengeluaran Umum (GE)

- = Rp.383.067.277
- + 0,01 TPC
- e. Biaya produksi total (TPC)

= Rp. 1.836.219.802.638 + 0,16 TPC

TPC = Rp. 2.185.975.955.522

Analisa Profitabilitas

Sesuai dengan Undang-Undang Pajak Penghasilan tahun 1984 (UU no. 7/1983) dan Undang-Undang ketentuan umum dan tata cara perpajakan (UU no.6/1983):

- 15% untuk laba sampai Rp. 25.000.000
- 25% untuk laba sampai Rp. 50.000.000
- 40% untuk laba sampai > Rp. 50.000.000
- a.Bunga kredit = 12,5 % per tahun
- b. Pengembalian pinjaman dalam waktu 10 tahun
- c.Umur pabrik 10 tahun
- d. Kapasitas produksi

Tahun I = 60 % dari produksi total

Tahun II = 80 % dari produksi total

Tahun III = 100 % dari produksi total

Laba Perusahaan

Total penjualan per tahun = Rp. 2.289.343.830.332 (kapasitas 100 %)

Laba kotor = Hargs jual – Biaya produksi

= Rp. 2.289.343.830.332 - Rp. 2.185.975.955.522

= Rp. 103.367.874.811

Pajak penghasilan = 40% × Laba kotor

 $= 40\% \times \text{Rp.} 103.367.874.811$

= Rp. 41.347.149.924

Laba bersih = Laba kotor - Pajak penghasilan

= Rp. 103.367.874.811 - Rp. 41.347.149.924

Nilai penerimaan Cash Flow sebelum pajak (CA)

Nilai penerimaan Cash Flow setelah pajak (CA)

2. Laju Pengembalian Modal (ROI)

ROI adalah pernyataan umum yang digunakan untuk menunjukkan laba tahunan sebagai usaha untuk mengembalikan modal.

a. ROI sebelum pajak

$$ROI_{BT} = \frac{Laba kotor}{Modal Tetap} \times 100\%$$
$$= 49 \% (App. E)$$

b. ROI setelah pajak

ROI_{AT} =
$$\frac{\text{Laba bersih}}{\text{Modal Tetap}} \times 100\%$$

= 29 % (App. E)

Lama Pengembalian Modal (POT)

POT adalah masa tahunan pengembalian modal investasi dari labayang dihitung, dikurangi penyusutan / waktu yang diperlukan untuk pengembalian modal investasi.

POT =
$$\frac{\text{Modal Tetap}}{\text{Cash flow setelah pajak}} \times 1 \text{ tahun}$$

= 2,55 tahun (App. E)

Break Even Point (BEP)

Merupakan titik dimana jika kapasitas pabrik berada pada titik tersebut maka pabrik tidak untung dan tidak rugi atau harga penjualan sama dengan biaya produksi.

BEP =
$$\frac{FC + 0.3SVC}{S - (0.7SVC - VC)} \times 100\%$$

Dimana:

FC = Rp. 50.543.598.990

VC = Rp. 1.728.264.148.101

SVC = Rp. 297.869.410.654

S = Rp. 2.289.343.830.332

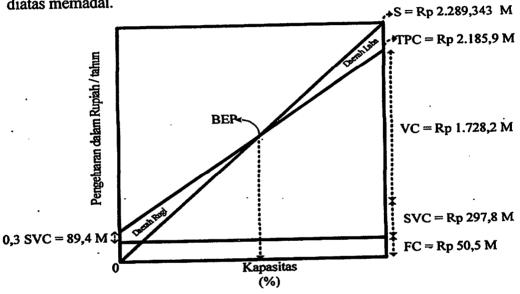
Maka, didapatkan:

BEP =
$$39,68\%$$
 (App. E)

Titik BEP terjadi pada kapasitas = 39,68 % × 50.000 ton/tahun

= 19,841 ton/tahun

Nilai BEP untuk Pabrik Methyl chloroform adalah 30% - 60%, sehingga nilai BEP diatas memadai.



Grafik 11.1. Break Even Point

Untuk produksi tahun I kapasitas pabrik 60% dari kapasitas sesungguhnya, sehingga keuntungannya adalah:

$$\frac{PBi}{PB} = \frac{(100 - BEP) - (100 - \%kapasitas)}{(100 - BEP)}$$

Dimana: PBi = keuntungan pada % kapasitas yang tercapai (dibawah 100%)

PB = keuntungan pada kapasitas 100%

%Kap = % kapasitas yang tercapai

Maka, dari App. E diperoleh nilai,

$$PBi = Rp 126.520.753$$

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun I adalah :

C_A = Laba bersih tahun pertama + depresiasi alat

Untuk produksi tahun II kapasitas pabrik 80% dari kapasitas sesungguhnya, sehingga keuntungannya adalah:

$$\frac{PBi}{PB} = \frac{(100 - BEP) - (100 - \%kapasitas)}{(100 - BEP)}$$

Dimana: PBi = keuntungan pada %kapasitas yang tercapai (dibawah 100%)

PB = keuntungan pada kapasitas 100%

%Kap = % kapasitas yang tercapai

Maka, dari App. E diperoleh nilai,

$$PBi = Rp \ 496.165.799$$

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun I adalah:

C_A = laba bersih tahun kedua + depresiasi alat

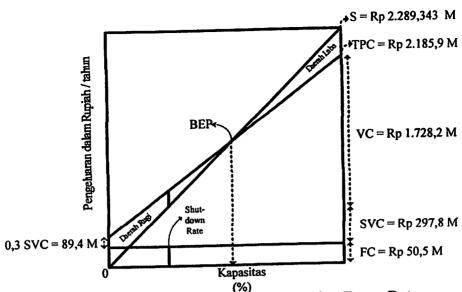
Shut Down Point (SDP)

SDP adalah suatu titik yang merupakan kapasitas minimal pabrik yang masih boleh beroperasi.

SDP =
$$\frac{0.3\text{SVC}}{\text{S} - 0.7\text{SVC} - \text{VC}} \times 100\%$$

= 25,35% (App. E)

Titik shut down point terjadi pada kapasitas penjualan



Grafik 11.2. Kapasitas pada Keadaan Shut Down Rate

Net Present Value (NPV)

Metode ini digunakan untuk menghitung selisih dari nilai penerimaan kas bersih dengan nilai investasi sekarang.

Langkah - langkah menghitung NPV:

a. Menghitung C_{Ao} (tahun ke-0) untuk masa konstruksi 2 tahun

$$C_{A-2} = 40\% \times FCI \times (1+i)^2$$

= Rp 107.737.671.531 (App. E)
 $C_{A-1} = 60\% \times FCI \times (1+i)^1$
= Rp 143.650.228.708 (App. E)
 $C_{A-0} = -(C_{A-1} - C_{A-2}) = -Rp 251.387.900.240$

b. Menghitung NPV tiap tahun

$$NPV = C_A \times F_d$$

Dimana: F_d = faktor diskon = $1/(1+i)^n$ C_A = cash flow setelah pajak

 n = tahun ke-n i = tingkat bunga

Tabel 11.1 Cash flow untuk NPV selama 10 tahun

| Tahun ke - | Cash Flow (C _A) (Rp) | Fd i = 12,5% | NPV (Rp) |
|---------------|---------------------------------------|-----------------|------------------|
| 0 | -251,387,900,240 | 1 | -251,387,900,240 |
| 1 | 21,408,036,118 | 0,8889 | 19,029,365,438 |
| 2 | 21,777,681,163 | 0,7901 | 17,207,056,722 |
| 3 | 83,302,240,251 | 0,7023 | 58,505,825,800 |
| 4 | 83,302,240,251 | 0,6243 | 52,005,178,489 |
| 5 | 83,302,240,251 | 0,5549 | 46,226,825,324 |
| 6 | 83,302,240,251 | 0,4933 | 41,090,511,399 |
| 7 | 83,302,240,251 | 0,4385 | 36,524,899,021 |
| 8 | 83,302,240,251 | 0,3897 | 32,466,576,908 |
| 9 | 83,302,240,251 | 0,3464 | 28,859,179,473 |
| 10 | 83,302,240,251 | 0,3079 | 25,652,603,976 |
| | WCI | | 31,922,273,046 |
| | Total | | 138,102,395,356 |

Karena harga NPV = (+) maka pabrik Methyl chloroform layak untuk didirikan.

IRR (Internal Rate of Return)

Tabel 11.2 Cash flow untuk IRR

| Tahun | Cash Flow (CA) | NPV ₁ (Rp) | NPV ₂ (Rp) |
|-------|------------------|-----------------------|-----------------------|
| ke - | (Rp) | i = 0,22 | i = 0,23 |
| 0 | -251,387,900,240 | -251,387,900,240 | -251,387,900,240 |
| 1 | 21,408,036,118 | 17,547,570,588 | 17,404,907,413 |
| 2 | 21,777,681,163 | 14,631,605,189 | 14,394,660,033 |
| 3 | 83,302,240,251 | 45,875,117,439 | 44,765,284,274 |
| 4 | 83,302,240,251 | 37,602,555,278 | 36,394,540,060 |
| 5 | 83,302,240,251 | 30,821,766,621 | 29,589,056,959 |
| , 6 | 83,302,240,251 | 25,263,743,132 | 24,056,143,869 |
| 7 | 83,302,240,251 | 20,707,986,174 | 19,557,840,544 |
| 8 | 83,302,240,251 | 16,973,759,159 | 15,900,683,369 |
| 9 | 83,302,240,251 | 13,912,917,343 | 12,927,384,853 |
| 10 | 83,302,240,251 | 11,404,030,609 | 10,510,068,986 |
| | WCI | 31,922,273,046 | 31,922,273,046 |
| | Total | 15,275,424,338 | 6,034,943,167 |

IRR =
$$i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \times (i_2 - i_1)$$

= 23,65%

Karena IRR lebih besar dari bunga bank (12,5 %) maka Pabrik Methyl chloroform ini layak untuk didirikan.



BAB XII

KESIMPULAN

Pra Rencana Pabrik Methyl Kloroform dari Vinilidine Klorida ini 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 Methyl Kloroform dari Vinilidine Klorida ini layak untuk ditindak lanjuti dengan memperhatikan beberapa aspek berikut:

12.1. Segi Teknis

Ditinjau dari segi teknis, proses Pembuatan Methyl Kloroform dari Vinilidine Klorida cukup menguntungkan karena hasil yang diperoleh cukup banyak dan kualitasnya cukup baik.

12.2. Segi Sosial

Pendirian pabrik ini dinilai cukup menguntungkan dilihat dari segi sosial karena dapat menciptakan lapangan pekerjaan baru bagi masyarakat, dapat meningkatkan pendapatan per kapita daerah dan meningkatkan devisa negara.

12.3. Segi Lokasi

Penempatan pabrik Methyl Kloroform di Kecamatan Laren, Lamongan, Jawa Timur dinilai cukup menguntungkan dari segi lokasi karena :

- a. Dekat dengan pelabuhan dikarenakan bahan baku pabrik diimpor dari luar negeri.
- b. Sarana transportasi yang cukup menunjang karena dekat dengan jalur lintas utama.
- c. Tenaga kerja yang tersedia cukup banyak dan relatif murah
- d. Persediaan utilitas yang cukup besar
- e. Cukup dekat dengan daerah pemasaran

12.4. Segi Ekonomi

Methyl Kloroform banyak digunakan dalam industri kimia antara lain dalam; industri makanan sebagai bahan pelarut dan industri elektronika, untuk mengurangi atau mengurangi wax, minyak, dan tar dalam proses pembuatan logam, sebagai penghilang jamur dan noda pada kain, sebagai pelarut anti air dan minyak pada industri kertas dan tekstil.

Pendirian pabrik Methyl Kloroform ini juga turut menunjang program pemerintah dalam mengembangkan sektor industri kimia.

12.5. Segi Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi sangat diperlukan dalam menentukan layak atau tidaknya suatu pabrik untuk didirikan, baik dalam jangka waktu pendek maupun jangka panjang. Setelah dilakukan perhitungan analisa ekonomi terhadap Pra Rencana Pabrik Methyl Kloroform dari Vinilidine Klorida, diperoleh hasil sebagai berikut:

- POT_{BT} = 2,55 tahun

 $- ROI_{AT} = 29 \%$

- BEP = 39,68 %

Dengan berpedoman bahwa bunga bank yang berlaku sebesar 12,15 % per tahun dan dengan melihat prosentase ROI lebih tinggi daripada bunga bank, maka Pra Rencana Pabrik Methyl Kloroform ini layak untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Biro Pusat Statistik Surabaya
- Brownell, L.e and Young E.h. "Process Equipment Design", John Willey and son Inc, New York, 1959.
- Coulson and Richardson, "Chemical Engineering", 6th ed, Pergamon Press, Oxford, 1994.
- Geankoplis, Christie J, "Transport Process and Unit Operations", edisi 3 Prentice Hall of India, New Delhi, 1997.
- Hesse, H.C, J. Henry R, "Process Equipment Design", D. Van Nostrand Company, Inc. New Jersey, 1945
- J.M Smith and Van Ness, "Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics", 4th Book company, Singapore, 1956
- Kern, Donald, Q, "Process Heat Transfer", International Student Edition, Mc Graw Hill Books Company, Inc, Aucland, 1965.
- Kirk Othmer, "Encyclopedia of Chemical Technology", Vol 18, 3rd edition, John Willey and Sons, Inc, Canada, 1981.
- "Perry's Chemical Engineer's Handbook", 6th edition, Mc Graw Hill Books Company, Inc, New York, 1984.
- Peter, M.S, Timmerhaus, K.D, "Plant Design and Economic for Chemical Engineers", 4th edition, Mc Graw Hill, Inc, New York, 1991.
- Ulrich, G.D, "A Guide to Chemical Engineering Process desaign and Economics", John Willey and Sons, Inc, New York 1984.
- Vilbrant and Dryden, "Chemical Engineering Plant Design", 4th ed, Mc. Graw Hill Koghakusa, LTD.

APPENDIKS A NERACA MASSA

Kapasita = 50.000 ton/tahun

Basis waktu = 24 jam/hari

Lama = 330 hari/tahun

Kapasita =
$$\frac{50.000 \text{ tor}}{\text{tahun}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{\text{ton}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$$

= 6313,1313 kg/jam

Basis = 1000 kg/jam

Diketahui:

| senyawa | rumus | ВМ |
|---------------------|---------|---------|
| methylchloroform | СНЗССІЗ | 133,404 |
| vinylidene chloride | CH2CC12 | 96,9433 |
| hydrochloric acid | HCI | 36,4609 |

Menentukan konversi:

$$Yield = \frac{\Sigma \text{ produk}}{\Sigma \text{feed utama}} \times 100\%$$

$$\Sigma \text{ feed utama} = \frac{\Sigma \text{ produk}}{\text{yield}} \times 100\%$$

$$= \underline{6441,97 \text{ kg/jam}}$$

$$= \underline{66,94328}$$

$$= \underline{66,4509 \text{ kmol/jam}}$$

 Σ limiting reaktan mula-mula = Σ feed utama = 66,4509

E limiting reaktan mula-mula - Σ limiting reaktan yang bereaksi = 100% - yield limiting reaktan yang bereaksi = Σ limiting reaktan mula-mula + yield 100%

= 66,4309 kmol/jam

konversi reaksi = $\frac{\sum \text{ limiting reaktan yang bereaksi}}{\sum \text{ limiting reaktan mula-mula}} \times 100\%$

= 99,97%

Basis CH2CCl2 1000 kg/jam

Komposisi CH2CCl2

| • | | |
|----------|----------------|----------------|
| Komponen | Prosentase (%) | Massa (kg/jam) |
| CH2CC12 | 85 | 850 |
| H2O | 14,9 | 149 |
| Inert | 0,1 | 11 |
| Total | 100 | 1000 |

Komposisi HCl

| Prosentase (%) | Massa (kg/jam) |
|----------------|-------------------|
| 37 | 319,69 |
| 62,5 | 540 |
| 0,5 | 4,32 |
| 100 | 864,03 |
| | 37 62,5 0,5 |