

PRA RENCANA PABRIK

**MALEAT ANHIDRIDA (C₄H₆O₂) DARI N-BUTANA (C₄H₁₀)
DENGAN PROSES OKSIDASI
KAPASITAS : 50.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
KOLOM ABSORBER**

SKRIPSI

Disusun Oleh :

TIVANI SIMANJUNTAK

11.14.028



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2015**

1978
NATIONAL INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL HEALTH
SYSTEMS RESEARCH AND TRAINING
SCIENTIFIC RESEARCH CENTER

RESEARCH REPORT

1978-001

1978-001

SECRET

NATIONAL INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL
HEALTH SYSTEMS RESEARCH AND TRAINING

RESEARCH REPORT: ENVIRONMENTAL
HEALTH SYSTEMS RESEARCH AND TRAINING
SCIENTIFIC RESEARCH CENTER (CERC) DPH-100-100-100

1978-001-100-100-100

LEMBAR PERSETUJUAN

PRA RENCANA PABRIK

**MALEAT ANHIDRIDA (C₄H₂O₃) DARI N-BUTANA (C₄H₁₀)
DENGAN PROSES OKSIDASI
KAPASITAS : 50.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
KOLOM ABSORBER**

SKRIPSI

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

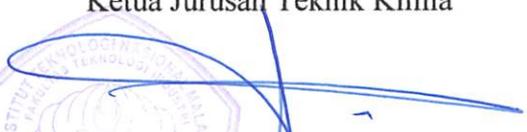
Disusun Oleh :

TIVANI SIMANJUNTAK

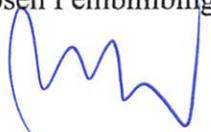
11.14.028

Malang, 10 Agustus 2015

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia


Jimmy, ST, MT
NIP Y 1039900330

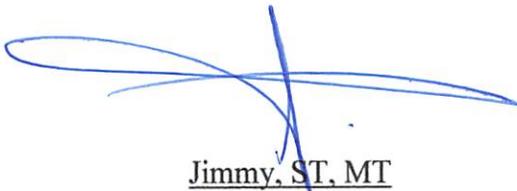
Mengetahui,
Dosen Pembimbing


Ir. Harimbi Setyawati, MT
NIP. 196303071992032002

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : TIVANI SIMANJUNTAK
NIM : 1114028
Jurusan/Program Studi : TEKNIK KIMIA
Judul Skripsi : PRA RENCANA PABRIK MALEAT ANHIDRIDA DARI
N-BUTANA DENGAN PROSES OKSIDASI
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN
Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :
Hari : Kamis
Tanggal : 6 Agustus 2015
Nilai : B+

Ketua,



Jimmy, ST, MT
NIP. Y. 1039900330

Sekretaris,



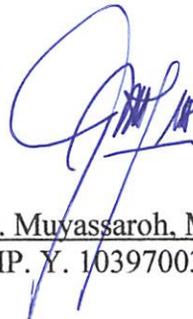
Elvianto Dwi Daryono, ST, MT
NIP. P. 1030000351

Penguji Pertama, Anggota Penguji,



Rini Kartika Dewi, ST, MT
NIP. Y. 1030100370

Penguji Kedua,



Ir. Muyassaroh, MT
NIP. Y. 1039700306

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : TIVANI SIMANJUNTAK
NIM : 1114028
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia (S-1)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul :

PRA RENCANA PABRIK

**MALEAT ANHIDRIDA ($C_4H_2O_3$) DARI N-BUTANA (C_4H_{10}) DENGAN PROSES
OKSIDASI
KAPASITAS PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN ALAT UTAMA KOLOM ABSORBER

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

Malang, Agustus 2015

Yang membuat pernyataan,



TIVANI SIMANJUNTAK
NIM. 1114028

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pra Rencana Pabrik Maleat Anhidrida ($C_4H_2O_3$) dari n-butana (C_4H_{10}) dengan Proses Oksidasi 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 Dr. Ir. Lalu Mulyadi, 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. Ibu Ir. Harimbi Setyawati, MT, selaku Dosen Pembimbing Skripsi
5. Kedua orang tua kami yang telah memberikan dukungan serta doa kepada kami
6. Bapak/Ibu dosen, rekan-rekan mahasiswa dan semua pihak yang turut membantu hingga terselesainya skripsi ini.

Penyusun menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu penyusun mengharapkan saran dan kritik dari semua pihak guna menyempurnakan skripsi ini.

Malang, Agustus 2015

Penyusun

INTISARI

Pra Rencana Pabrik Maleat Anhidrida dari N-butana dengan Proses Oksidasi ini mengambil lokasi pendirian di Jalan Kutai Raya, Kecamatan Bontang Selatan, Kota Bontang, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia, dengan kriteria sebagai berikut:

- Kapasitas produksi : 50.000 ton/tahun
- Waktu operasi : 330 hari
- Bahan utama : N-butana (C_4H_{10})
- Bahan pembantu : Udara
- Utilitas : Air, steam, molten salt, listrik dan bahan bakar
- Organisasi Perusahaan
 - ✓ Bentuk : Perseroan Terbatas
 - ✓ Struktur : Garis dan staf
 - ✓ Karyawan : 226 orang
- Analisa ekonomi
 - ✓ TCI : Rp. 272.556.806.052
 - ✓ ROI_{AT} : 22,88 %
 - ✓ POT : 3,04 tahun
 - ✓ BEP : 55,38 %
 - ✓ IRR : 19,84 %



Dari hasil evaluasi ekonomi, Pra Rencana Pabrik Maleat Anhidrida dari N-butana dengan Proses Oksidasi layak untuk didirikan.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
INTISARI.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	I – 1
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES.....	II – 1
BAB III NERACA MASSA	III – 1
BAB IV NERACA PANAS	IV – 1
BAB V SPESIFIKASI PERALATAN.....	V – 1
BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA	VI – 1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA	VII – 1
BAB VIII UTILITAS	VIII – 1
BAB IX TATA LETAK.....	IX – 1
BAB X STRUKTUR ORGANISASI	X – 1
BAB XI ANALISIS EKONOMI	XI – 1
BAB XII KESIMPULAN	XII – 1
DAFTAR PUSTAKA	
APPENDIKS A. PERHITUNGAN NERACA MASSA	APP A – 1
APPENDIKS B. PERHITUNGAN NERACA PANAS	APP B – 1
APPENDIKS C. PERHITUNGAN SPESIFIKASI PERALATAN	APP C – 1
APPENDIKS D. PERHITUNGAN UTILITAS	APP D – 1
APPENDIKS E. PERHITUNGAN ANALISIS EKONOMI	APP E – 1

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Daftar Harga Bahan Baku Dan Produk Pabrik Maleat Anhidrida	I-5
Tabel 1.2.	Data Impor Maleat Anhidrida Tahun 2010-2014 Di Indonesia....	I-5
Tabel 2.1.	Perbandingan Antara Bahan Baku Benzena Dan N-Butana	II-3
Tabel 7.1.	Instrumentasi Peralatan Pabrik Maleat Anhidrida	VII-4
Tabel 7.2.	Alat Keselamatan Kerja Pabrik Maleat Anhidrida	VII-6
Tabel 10.1.	Jadwal Kerja Karyawan Pabrik	X-10
Tabel 10.2.	Perincian Kebutuhan Tenaga Kerja Pabrik Maleat Anhidrida.....	X-14
Tabel 10.3.	Daftar Upah (Gaji) Karyawan.....	X-17
Tabel 11.1.	Tabel Penentuan <i>Total Capital Investment</i> (TCI)	XI-3
Tabel 11.2.	<i>Manufacturing Cost</i>	XI-5

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Pabrik Maleat Anhidrida.....	I-10
Gambar 2.1.	Diagram Alir Proses Oksidasi Benzena.....	II-1
Gambar 2.2.	Diagram Alir Proses Oksidasi N-Butana Dengan Reaktor Fixed Bed	II-2
Gambar 2.3.	Diagram Alir Proses Oksidasi N-Butana Dengan Reaktor Fluid Bed	II-3
Gambar 9.1.	Tata Letak Bangunan Pabrik Maleat Anhidrida	IX-2
Gambar 9.2.	Tata Letak Peralatan Pabrik Maleat Anhidrida.....	IX-5
Gambar 10.1.	Struktur Organisasi Pabrik Maleat Anhidrida.....	X-8
Gambar 11.1.	Grafik Break Even Point.....	XI-6

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Maleat anhidrida merupakan nama umum dari 2,5 Furadione, dimana maleat anhidrida adalah senyawa organik dengan rumus kimia $C_4H_2O_3$. Dalam keadaan murninya maleat anhidrida berbentuk padatan putih, larut dalam aseton, benzena, toluena, xylene, kloroform, dan etil asetat.

Maleat anhidrida diproduksi dari oksidasi benzena atau senyawa aromatik lainnya. Sejak tahun 1980 banyak paten yang dikeluarkan tentang pembuatan maleat anhidrida dari n-butana. Dalam kedua proses tersebut benzena dan n-butana dimasukkan ke dalam aliran udara panas, dan campuran ini dilewatkan dalam katalis dengan temperatur tinggi. Vanadium pentaoksida adalah katalis yang biasa digunakan untuk proses oksidasi benzena sedangkan vanadium fosfat oksida digunakan untuk proses oksidasi n-butana. Dari proses tersebut yang sering digunakan dalam pembuatan maleat anhidrida adalah proses oksidasi n-butana dengan jenis reaktor fixed bed.

Maleat anhidrida banyak digunakan di berbagai bidang industri seperti produksi resin poliester tidak jenuh, alkil resin, bahan baku pembuatan asam maleat dan asam fumarat, aditif minyak pelumas, kopolimer maleat, dan agricultural chemical.

(Kirk-Othmer, 1954)

Kebutuhan maleat anhidrida di Dunia sangat besar terbukti dengan banyaknya permintaan dan kegunaan akan maleat anhidrida di hampir seluruh negara. Pabrik maleat anhidrida di Indonesia adalah PT. Justus Kimiaraya yang berada di 5 kota besar di Indonesia yang berkapasitas 30.000 ton/tahun dan dikhususkan untuk produksi maleat anhidrida sebesar 14.000 ton/tahun. Pabrik maleat anhidrida dari n-butana ini dengan kapasitas 50.000 ton/tahun didirikan untuk memenuhi kebutuhan ekspor dan kebutuhan dalam negeri.

- a. Unsaturated polyester resin
- b. Fumaric dan maleic acid
- c. Aditif minyak pelumas
- d. Maleic copolymer
- e. Agricultural chemical

(Kirk-Othmer, 1954)

1.2. Bahan Baku dan Produk

1.2.1. Sifat bahan baku

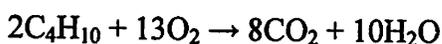
A. N-butana

Sifat Fisik

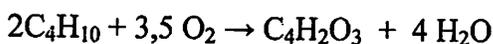
- Rumus kimia : C_4H_{10}
- Bentuk : gas
- Berat molekul : 58,124 g/mol
- Titik didih : - 0,5 °C pada 14,7 psia
- Titik lebur : - 138 °C
- Specific gravity : 2,07
- Densitas (liquid) : 604 kg/m³ pada 1 atm
- Densitas (uap) : 2,59 kg/m³
- Temperatur kritis : 425,16 K
- Tekanan kritis : 3,796 Mpa
- Densitas kritis : 225,5 kg/m³

Sifat Kimia

Kelarutan dalam air 61,2 mg/L pada 25 °C, 0,0061g/100 ml pada 20 °C
n-butana bereaksi dengan udara membentuk



Dan dapat digunakan untuk pembuatan maleat anhidrida dengan reaksi



([http:// pubchem.ncbi.nlm.nih.gov](http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov))

B. Udara

Udara digunakan dengan tujuan mereaksikan kandungan oksigen yang terkandung dengan n-butana. Udara didapatkan dengan jalan menekan udara disekitar lokasi pabrik.

Sifat - sifat fisika

Berat molekul : $N_2 = 28$ gram/mol $O_2 = 32$ gram/molKomposisi Ideal : $N_2 = 79$ % $O_2 = 21$ %

Sifat - sifat kimia

- Membentuk senyawa kimia dengan semua elemen kecuali gas inert
- Oksigen aktif mengoksidasi hampir semua logam yaitu alkali logam tanah

(himmelblau,2004)

1.2.2. Bahan Pembantu**A. Vanadium Pentaoksida**

Sifat - sifat fisika

- Rumus molekul : V_2O_5
- Berat molekul : 181,90 gram/mol
- Bentuk : serbuk
- Warna : kuning-orange
- Titik didih : 1750 °C
- Titik leleh : 690 °C
- Densitas : 3,357 gram/mL

Sifat - sifat kimia

kelarutan dalam air 1g/125ml. Tidak larut dalam alkohol.

B. Asam Phosphat

Sifat - sifat fisika

- Rumus molekul : H_3PO_4
- Berat molekul : 97,99 gram/mol
- Bentuk : liquid
- Warna : tidak berwarna
- Titik didih : 407 °C
- Titik leleh : 42,4 °C
- Densitas : 1,9 g/cm³

Sifat - sifat kimia

Larut dalam 8 vol dari 3 : 1, eter : campuran alkohol, 548 g/100 g air pada 20 °C

C. Dibutyl phthalate

Sifat - sifat fisika

- Rumus molekul : $C_{16}H_{22}O_4$
- Berat molekul : 278,34 gram/mol
- Bentuk : liquid
- Warna : kuning
- Titik didih : 340 °C
- Titik leleh : -35 °C
- Densitas : 1,0459 pada 20 °C

Sifat - sifat kimia

Kelarutan dalam air 13 mg/L pada 25 °C

(<http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>)

1.2.3. Produk

Maleat anhidrida

Sifat Fisik

- Rumus molekul : $C_4H_2O_3$
- Bentuk : serpihan (flakes)
- Warna : putih
- Berat molekul : 98,06
- Titik didih : 202 °C
- Specific gravity : 1,48
- Titik solidification : 52,85 °C

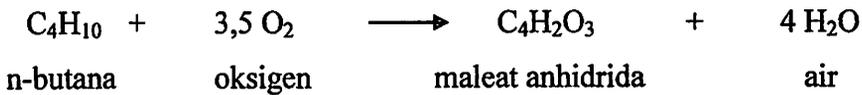
Sifat kimia

- Larut dalam aseton (227g/100 g), benzena (50g/100g) , toluena (23,4 g/100g) , xylena (19,4g/100g), klorofom (52,6g/100g) dan etil asetat (112g/100g)
- Berbentuk padat pada suhu kamar, berbentuk gas dan liquid selama diproduksi

1.3. Analisis Pasar

Pemasaran produk maleat anhidrida untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri tersebar di seluruh Indonesia. Jika kebutuhan dalam negeri sudah dapat dipenuhi, maka pemasaran diarahkan ke wilayah Asia. Berikut analisis pasar untuk mengetahui potensi produk terhadap pasar.

Reaksi:



Tabel 1.1. Daftar harga bahan baku dan produk pabrik maleat anhidrida

	Nama bahan	Rumus kimia	Berat Molekul	Harga Total (US\$/kg)
Reaktan	N-butana	C_4H_{10}	58,12	1,8
	Oksigen	O_2	32	-
Produk	Maleat anhidrida	$\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_3$	98,06	2,2
	H_2O	H_2O	18	-

EP = produk- reaktan

$$\begin{aligned} &= (1 \times 98,06 \times 2,2) - (1 \times 58,12 \times 1,8) \\ &= 215,732 - 104,616 \\ &= \text{US \$ } 111,116 / \text{kmol } \text{C}_4\text{H}_2\text{O}_3 \\ &= \text{Rp } 1.444.508,00 \end{aligned}$$

Dari analisa pasar diatas menunjukkan keuntungan dan pabrik ini layak untuk didirikan.

Dalam mendirikan pabrik maleat anhidrida diperlukan suatu perkiraan kapasitas agar produksi yang dihasilkan sesuai dengan permintaan sehingga dapat memenuhi kebutuhan dalam dan luar negeri. Untuk itu perkiraan kapasitas produksi pabrik maleat anhidrida yang akan didirikan pada tahun 2019 menggunakan data dari Badan Pusat Statistik sebagai berikut.

Tabel 1.2. Data Impor Maleat anhidrida Tahun 2010–2014 di Indonesia

Tahun	Impor (kg)	Kenaikan Impor (%)
2010	6.938.609	-
2011	7.058.033	1,72%
2012	7.877.786	11,61%
2013	10.227.033	29,82%
2014	14.060.620	37,48%
Rata-rata kenaikan		20,16%

Maka dari rumusan dapat kita hitung perkiraan jumlah kapasitas produksi Maleat Anhidrida pada Tahun 2019.

Adapun persamaan yang digunakan:

$$F = P_0(1+i)^n$$

Dimana : F = Jumlah yang diperkirakan

P₀ = Data terakhir

i = kenaikan rata-rata

n = rencana pendirian pabrik

Diketahui dari tabel 1.2. data terakhir impor pada tahun 2014 adalah 14.060.620kg dengan kenaikan rata-rata setiap tahunnya 20,16%. Maka perkiraan kapasitas produksi pada tahun 2019 adalah:

$$M = 14.060.620 \text{ kg} (1 + 0,2016)^5$$

$$M = 35.221.786,58 \text{ Kg/tahun}$$

Nilai ekspor maleat anhidrida pada tahun 2019 diperkirakan sebesar 40% dari kapasitas produksi (M). Maka total kapasitas produksi pada tahun 2019 sebesar:

$$M_i = M (1+0,4)$$

$$M_i = (35.221.786,58 \text{ kg/tahun}) \times 1,4$$

$$M_i = 49.310.501,2 \text{ Kg/tahun}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan 49.310.501,2 Kg/tahun maka dari peluang yang ada baik dari segi bahan baku maupun produksi dunia dapat diperoleh kapasitas pabrik maleat anhidrida yang akan didirikan pada tahun 2019 adalah sebesar 50.000.000 Kg/tahun atau 50.000 ton/tahun.

1.4. Penentuan Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik pada suatu perusahaan sangat penting, karena akan berpengaruh pada kelangsungan proses pabrik yang akan didirikan.

Oleh karena itu perlu diadakan seleksi dan evaluasi, sehingga lokasi memenuhi persyaratan bila ditinjau dari segala segi. Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi dibagi menjadi dua golongan, yaitu:

1. Faktor Utama

a. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan bahan yang penting dalam operasional pabrik, sehingga pendirian pabrik maleat anhidrida didirikan dekat dengan sumber bahan bakunya

yaitu n-butane. Akan tetapi ada juga pabrik yang lokasinya tidak berdekatan dengan sumber bahan baku, tetapi mendekati konsumennya.

Dalam penyediaan bahan baku beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- Letak sumber bahan baku
- Kapasitas sumber bahan baku dan berapa lama sumber bahan baku dapat diandalkan pengadaannya
- Kualitas bahan baku yang ada serta apakah kualitas ini sesuai dengan persyaratan yang dibutuhkan
- Cara mendapatkan bahan baku dan pengangkutannya.

b. Pemasaran (Marketing)

Marketing merupakan salah satu faktor yang sangat penting untuk suatu pabrik atau industri, karena pemasaran sangat menentukan keuntungan industri tersebut. Dalam pemasaran beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- Dimana produk akan dipasarkan (daerah marketing)
- Proyeksi kebutuhan produk pada metasa sekarang dan yang akan datang
- Pengaruh persaingan dagang
- Jarak pemasaran dari lokasi dan bagaimana sarana pengangkutan untuk mencapai daerah pemasaran.

c. Utilitas

Utilitas suatu pabrik terdiri dari:

1. Air

Air merupakan hal yang sangat penting dalam suatu industri kimia. Air digunakan untuk keperluan proses industri, pendingin, air umpan boiler, air sanitasi, serta kebutuhan lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan ini, air dapat diambil dari tiga macam sumber, yaitu : air sungai, air kawasan dan air PDAM.

Dalam penyediaan air beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain:

- Seberapa jauh sumber ini dapat memenuhi kebutuhan pabrik
- Kualitas sumber air yang tersedia
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air.

Untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari dapat diambil dari dua sumber yaitu air kawasan dan air PDAM. Air kawasan dapat digunakan setelah diolah

terlebih dahulu pada unit utilitas untuk menghasilkan air yang berkualitas sesuai dengan ketentuan.

2. Listrik Dan Bahan Bakar

Listrik dan bahan bakar mempunyai peranan yang sangat penting dalam suatu industri, terutama dalam penggunaannya sebagai motor penggerak dan penerangan. Beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain:

- Ada atau tidaknya serta jumlah tenaga listrik di daerah tersebut
- Harga tenaga listrik di daerah tersebut
- Persediaan tenaga listrik dan bahan bakar di masa mendatang
- Mudah atau tidaknya mendapat bahan bakar.

d. Sumber listrik bisa diperoleh dari PLN dan sebagai cadangan digunakan tenaga generator yang harus siap setiap saat bila diperlukan karena adanya gangguan listrik PLN. Bahan bakar digunakan untuk menggerakkan generator dan alat yang menghasilkan panas misalnya boiler. Biasanya bahan bakar akan dipenuhi oleh Pertamina, sehingga kelancaran distribusinya sangat tergantung dari lembaga tersebut.

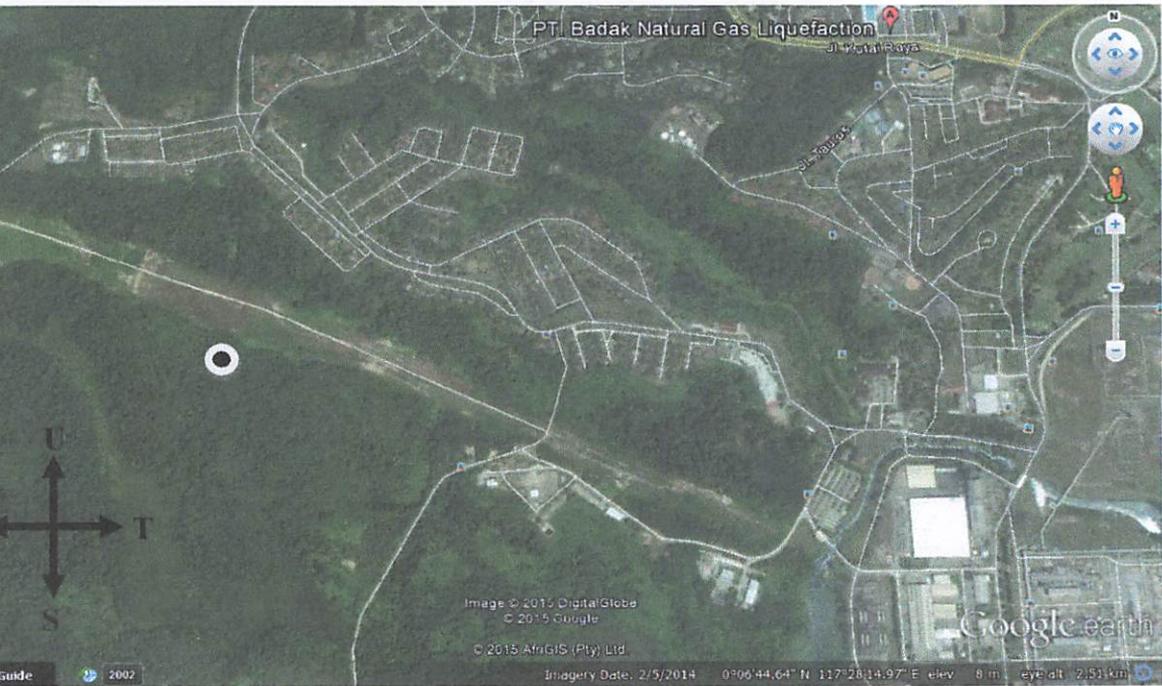
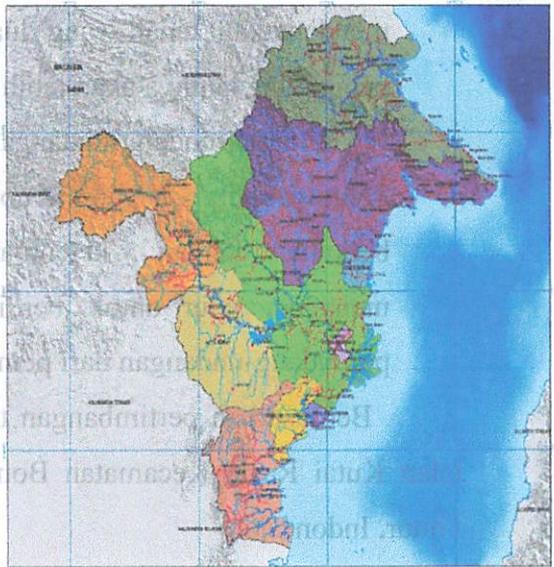
2. Faktor khusus:

a. Pembuangan Limbah

Pembuangan limbah suatu industri perlu diperhatikan mengingat masalah ini sangat berkaitan dengan usaha pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh buangan pabrik baik berupa bahan : gas, cair maupun padat. Pembuangan limbah harus memperhatikan ketentuan pemerintah atau ketentuan pemerintah daerah setempat. Dengan demikian pada buangan pabrik beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain : menetapkan bentuk buangan, cara pengolahan dan terutama sekali adalah memperhatikan peraturan yang dikeluarkan oleh pemerintah pusat maupun pemerintah daerah setempat.

b. Letak Dan Karakteristik Lokasi

Beberapa hal yang berkaitan dengan letak dan karakteristik lokasi yang perlu diperhatikan dalam pemilihan lokasi ini, antara lain : jenis tanah tersebut apakah termasuk daerah bebas sawah, rawa, bukit dan daerah pedesaan atau perkotaan dan harga tanah, karena harga tanah yang relatif rendah memungkinkan untuk



Lokasi Pabrik

Skala 1 : 20.000

Gambar 1.1. Pabrik Maleat anhidrida

mendapatkan tanah yang luas sehingga untuk perluasan pabrik dan fasilitas pendukung lainnya akan lebih mudah dan memungkinkan.

c. Peraturan Perundang-undangan

Peraturan perundangan merupakan salah satu faktor yang perlu diperhatikan, yang berkaitan dengan : ketentuan-ketentuan mengenai daerah tersebut, ketentuan mengenai jalur untuk berdirinya industri di daerah tersebut dan peraturan perundang-undangan dari pemerintah pusat dan daerah setempat.

Berdasarkan pertimbangan tersebut maka pendirian pabrik maleat anhidrid Jalan Kutai Raya, Kecamatan Bontang Selatan, Kota Bontang, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia.

BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

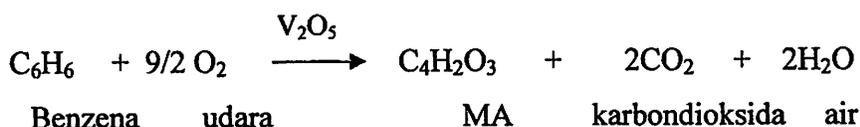
2.1. Macam-macam Proses

Pada pembuatan Maleat anhidrida dapat dilakukan dengan beberapa macam cara. Berikut ini macam-macam cara pembuatan Maleat anhidrida:

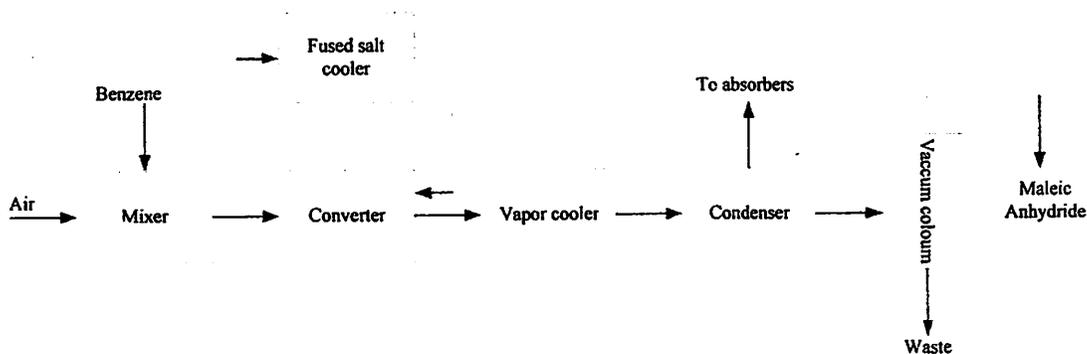
1. Proses Oksidasi Benzena
2. Proses Oksidasi n-Butana dengan Reaktor Fixed Bed
3. Proses Oksidasi n-Butana dengan Reaktor Fluid Bed

2.1.1. Proses Oksidasi Benzena

Benzena dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan maleat anhidrida. Proses dimulai dengan pencampuran antara benzena dengan udara didalam mixer, benzena dan udara dicampur sampai homogen. Lalu dialirkan ke multitubular converter dengan katalis vanadium pentaoksida (V_2O_5). Secara teori, dibutuhkan $6,6 \text{ m}^3$ udara per kg benzena yang dioksidasi. Reaksi eksotermis pada suhu $400 - 450 \text{ }^\circ\text{C}$. Reaksi yang terjadi adalah:



Hasil dari reaksi menghasilkan maleat anhidrida, karbon dioksida, air, dan benzena yang tidak bereaksi. Setelah itu kemudian gas hasil reaksi diabsorpsi dalam air.



(Keyes, 1975)

Gambar 2.1. Diagram alir proses oksidasi benzena

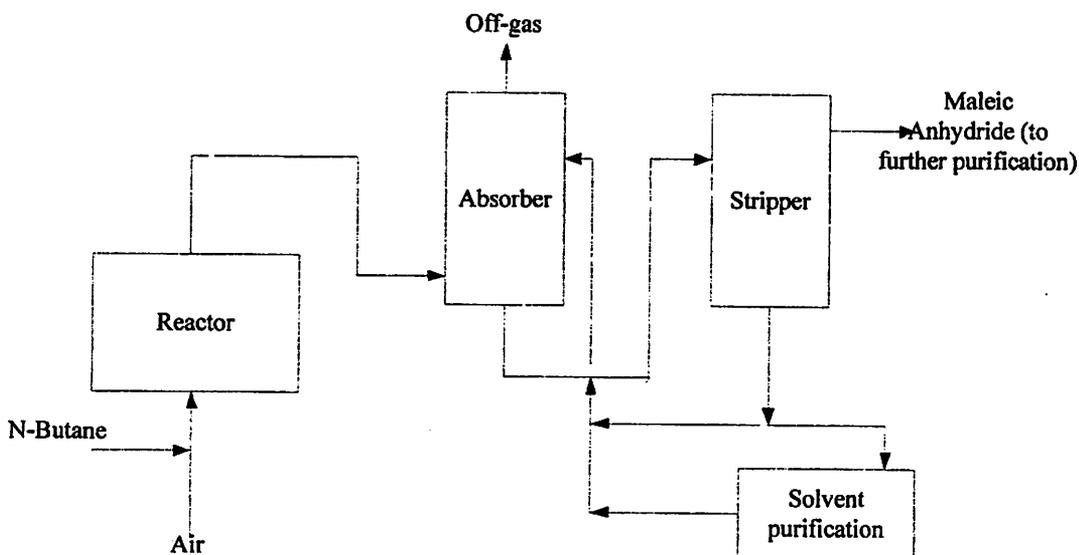
2.1.2. Proses Oksidasi Butana dengan reaktor Fixed Bed

Butana juga dapat digunakan untuk membuat maleat anhidrida. Proses oksidasi butana menggunakan reaktor fixed bed reaktor. Dengan reaksi:



Udara dikompresi 100 – 200 kPa dengan menggunakan kompresor. Kemudian di mired dengan butane. Kemudian dialirkan menuju reaktor fixed bed. Suhu operasi pada reaktor adalah 390 – 430 °C dan tekanan operasi 3,5 atm, dengan menggunakan katalis VPO. Reaktor yang digunakan adalah reaktor tipe fixed bed dimana didalam reaktor terdapat pipa yang berisi katalis yang kemudian akan dilewati oleh gas butana dengan konversi reaksi 80-85%.

(Kirk Othmer, 1954)



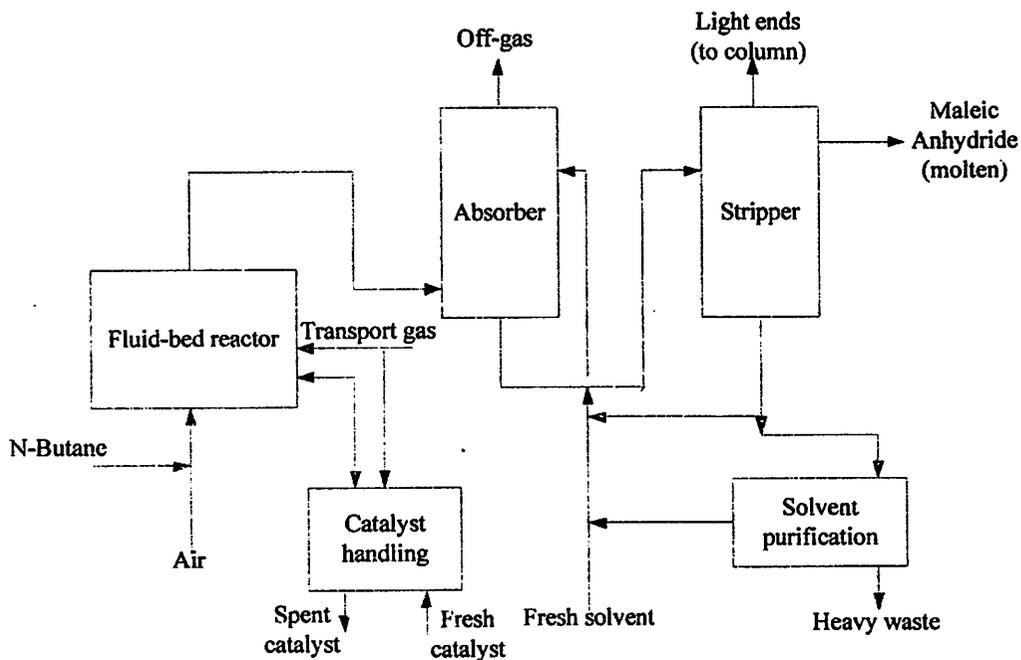
(James G. Speight, 2002)

Gambar 2.2. Diagram alir proses oksidasi n-butana dengan reaktor fixed bed

2.1.3. Proses Oksidasi Butana menggunakan Reaktor Fluidized Bed

Selain dengan menggunakan reaktor fixed bed, pembuatan maleat anhidrida dari n-butana juga dapat menggunakan reaktor tipe fluidized bed. Suhu operasi pada reaktor adalah 360 – 480 °C dan tekanan 1 - 4,5 bar, dengan menggunakan katalis VPO. Udara dan butana dikompresi masuk melalui bagian bawah reaktor fluidized bed. Pada proses dengan menggunakan reaktor fluidized bed membutuhkan butana dengan konsentrasi yang lebih tinggi, serta konversi yang dihasilkan maksimal 70%

(Kirk Othmer, 1954)



(James G. Speight, 2002)

Gambar 2.3. Diagram alir proses oksidasi n-butanadengan reaktor fluid bed

2.2. Seleksi Proses

Dari tiga proses yang diuraikan di atas maka dipilih salah satu untuk pengolahan maleat anhidrida yaitu proses oksida dengan n-butana. Pemilihan proses ini dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Perbandingan antara baku benzena dan n-butana

Parameter	Proses Oksidasi Benzena	Proses Oksidasi N-butana dengan Reaktor Fixed bed	Proses Oksidasi N-butana dengan Reaktor Fluid bed
1. Suhu operasi	400 – 450 °C	390 – 430 °C	360 – 480 °C
2. Tekanan operasi	-	3,5 atm	1-4,5 bar (0,99-4,44 atm)
3. Katalis	V ₂ O ₅	VPO	VPO
4. Yield	50 – 60%	50 – 60%	-
5. Konversi	-	80-85%	70%
6. Faktor Ekonomi	Relatif mahal, karena	Relatif murah, karena proses yang	Relatif murah karena proses yang

	menggunakan bahan baku benzene.	lebih sederhana.	lebih sederhana, tetapi pada proses ini alat yang digunakan lebih banyak.
--	---------------------------------	------------------	---

Dari tabel 2.1. proses oksidasi menggunakan n-butana dengan reaktor fixed bed adalah proses terbaik untuk digunakan sebagai proses pembuatan maleat anhidrida dikarenakan kondisi operasi lebih rendah dibandingkan 2 proses lain.

2.3. Uraian Proses

Proses pembuatan maleat anhidrida dari n-butana terdiri dari 5 tahapan, yaitu:

1. tahap penyiapan bahan baku
2. tahap reaksi
3. tahap pemisahan
4. tahap pemurnian
5. tahap penanganan produk.

2.3.1. Tahap persiapan bahan baku

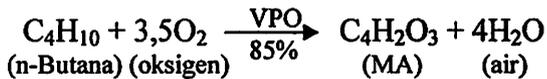
N-butana dari tangki penampung (F-111) yang berupa liquid dalam suhu $-0,56^{\circ}\text{C}$ dan tekanan 1 atm dialirkan menggunakan pompa (L-112) ke vaporizer (V-113) agar fasenya berubah menjadi gas dan suhunya menjadi 30°C , setelah itu n-butana dialirkan kedalam kompresor (G-114) untuk menaikkan tekanannya menjadi 3,5 atm dan suhunya menjadi $160,47^{\circ}\text{C}$.

Udara di filter menggunakan filter udara (H-115) dan dikompresi (G-116) agar tekanannya sama dengan n-butana yaitu 3,5 atm dan suhunya menjadi $160,47^{\circ}\text{C}$.

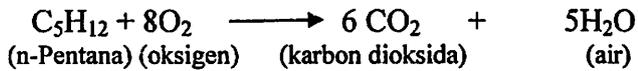
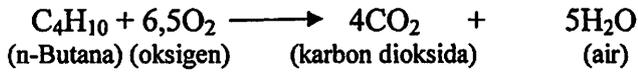
2.3.2. Tahap reaksi

N-butana dan udara dialirkan ke dalam reaktor multitube fixed bed (R-110) pada suhu operasi 390°C dan tekanan 3,5 atm yang berfungsi untuk mereaksikan dua reaktan sehingga terjadi reaksi oksidasi antara n-butana dengan udara dalam fase gas dengan menggunakan bantuan katalis VPO dimana feed gas masuk dari bagian bawah kolom reaktor dengan rasio 1:4,25 (n-butana:oksigen) dan melewati tube-tube yang telah diisi oleh katalis. Reaksi yang berlangsung dalam reaktor antara lain:

a. Reaksi Utama



b. Reaksi Samping



Gas yang keluar reaktor dialirkan ke ekspander (G-121) untuk diturunkan tekanannya menjadi 1 atm kemudian didinginkan menggunakan 2 buah cooler (E-122A dan E-122B) cooler (E-122A) mendinginkan dari 390°C ke 250 °C dan cooler (E-122B) mendinginkan dari 250 °C ke 160 °C untuk proses pendingin sebelum masuk kedalam kolom absorber yang mempunyai suhu operasi 160 °C dan tekanan 1 atm.

2.3.3. Tahap pemisahan

Gas yang masuk dari bawah kolom absorber (D-120) dikontakkan dengan solvent dibutyl ptalat yang berasal dari tangki penampung DBP (F-123) kemudian dialirkan ke heater (E-125) agar suhunya menjadi 160 °C menggunakan pompa (L-124) dari bagian atas kolom absorber. Setelah diabsorpsi, kemudian dipompa (L-126) menuju heater (E-131) untuk dilakukan pemanasan.

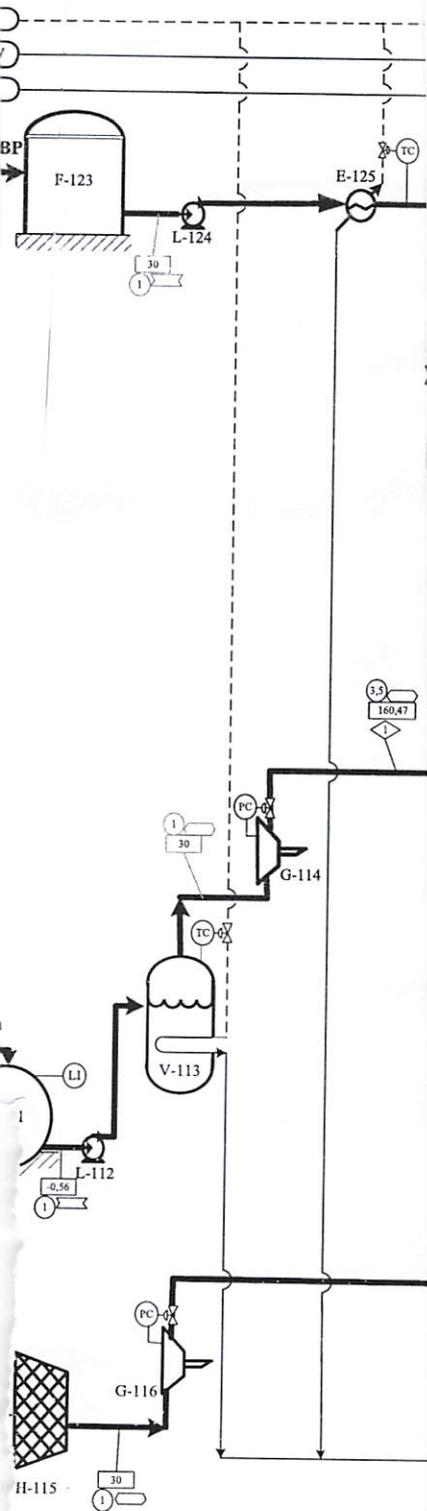
2.3.4. Tahap pemurnian

Produk yang dimasukan dari bagian atas kolom stripper (D-130) dengan suhu operasi 250 °C dan tekanan 1 atm, dikontakkan dengan uap steam dari bawah kolom. Sehingga C₄H₂O₃ terdorong keluar dari bagian atas stripper sebagai produk atas, sedangkan solvent keluar dari kolom bawah stripper sebagian masuk ke reboiler (E-133) kemudian masuk ke dalam tangki penampung DBP sisa. (F-135)

2.3.5. Tahap penanganan produk

Produk maleat anhidrida yang berupa uap, yang keluar dari kolom stipper (D-130) didinginkan dengan kondensor (E-132) sampai suhu 70 °C sehingga uap maleat anhidrida menjadi liquid dan dialirkan ke dalam tangki penampung terbuka (F-141) sampai liquid menjadi slurry pada suhu 55°C kemudian dialirkan ke dalam drum flaker (E-140) agar produk maleat anhidrida menjadi berbentuk flake. Setelah itu produk ditampung dalam hopper (F-144) untuk dilakukan proses pengemasan dengan

menggunakan mesin pengemas (P-145) dan produk tersebut disimpan didalam gudang (F-146) pada suhu 30 °C dan siap didistribusikan. O



12	MS	MOLTEN SALT
11	SC	STEAM CONDENSATE
10	CTWR	COOLING WATER TOWER RETURN
9	CTW	COOLING WATER TOWER
8	S-	STEAM
7	WP	WATER PROCESS
6	▭	SOLID
5	○	GAS FLOW
4	▭	LIQUID FLOW
3	○	PRESSURE (Atm)
2	▭	TEMPERATURE (°C)
1	◇	NUMBER STREAM
No	SIMBOL	KETERANGAN

28	E-140	DRUM FLAKER	1
27	F-146	GUDANG MALEIC ANHYDRIDE	1
26	P-145	PACKING	1
25	F-144	HOPPER	1
24	J-143	BUCKET ELEVATOR	1
23	J-142	BELT CONVEYOR	1
22	F-141	TANGKI PENAMPUNG TERBUKA	1
21	D-130	KOLOM STRIPPER	1
20	E-135	TANGKI PENAMPUNG SISA DBP	1
19	F-134	POMPA	1
18	F-133	REBOILER	1
17	E-132	KONDENSOR	1
16	E-131	HEATER	1
15	D-120	KOLOM ABSORBER	1
14	L-126	POMPA PRODUK ABSORBER	1
13	E-125	HEATER	1
12	L-124	POMPA DBP	1
11	F-123	TANGKI PENAMPUNG DBP	1
10	E-122B	COOLER II	1
9	E-122A	COOLER I	1
8	G-121	EKSPANDER	1
7	R-110	REAKTOR	1
6	G-116	KOMPRESOR	1
5	H-115	FILTER UDARA	1
4	G-114	KOMPRESOR	1
3	V-113	VAPORIZER	1
2	L-112	POMPA N-BUTANA	1
1	F-111	TANGKI PENAMPUNG N-BUTANA	1
No.	KODE	KETERANGAN	JUMLAH

Jurusan Teknik kimia
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang

FLWSHEET
PRA RENCANA PABRIK
MALEAT ANHIDRIDA DARI N-BUTANA DENGAN PROSES
OKSIDASI kapasitas 50.000 ton/tahun

DIRANCANG OLEH

DOSEN PEMBIMBING

JEANNE FRANSISKA WILAYANIL1111010
TIVANI SIMANJUNTAK NIM1111028

DR. HARIMBI SETYAWATI, MT.

Neraca Massa Reaktor (R-130)			
Masuk		Keluar	
Komponen	kg/jam	Komponen	kg/jam
M ₁ dari M-116		M ₃ menuju D-120	
C ₄ H ₁₀	4457,9152	C ₄ H ₂ O ₃	6392,7208
C ₅ H ₁₂	114,3055	CO ₂	2373,8963
Jumlah	4572,2207	H ₂ O	5905,4221
M ₂ dari H-116		O ₂	330,7122
O ₂	10430,5307	N ₂	39238,6630
N ₂	39238,6630		
Jumlah	49669,1937	Jumlah	54241,4144
Total	54241,4144	Total	54241,4144

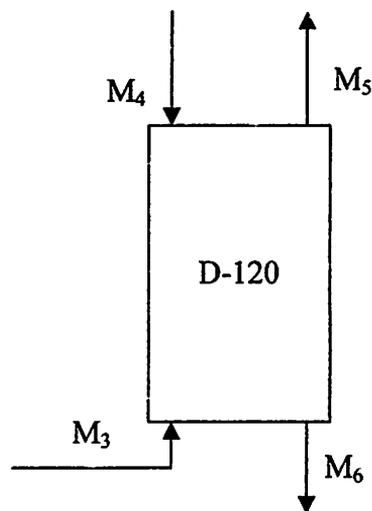
2. Absorber (D-120)

Fungsi : untuk memisahkan C₄H₂O₃ dari gas lain dengan menggunakan solven dibutil ftalate (C₁₆H₂₂O₄)

Kondisi Operasi:

P = 160 C

T = 1 atm



Keterangan:

M₃ : Aliran gas masuk dari Reaktor

M₄ : Aliran dibuthyl phtalat dari tangki penampung

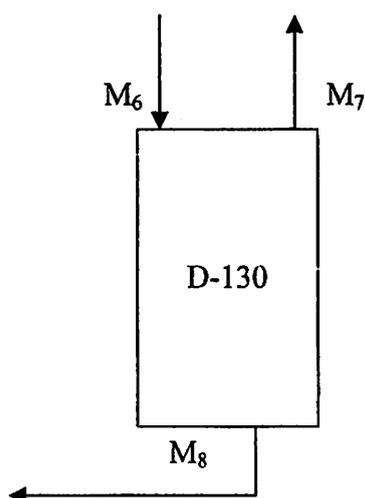
M₅ : Aliran flue gas keluar

M₆ : Aliran keluar liquid menuju Stripper

Neraca Massa Absorber (D-120)			
Masuk		Keluar	
Komponen	kg/jam	Komponen	kg/jam
M ₃ dari R-110		M ₆ menuju D-130	
C ₄ H ₂ O ₃	6392,7208	C ₄ H ₂ O ₃	6328,7936
CO ₂	2373,8963	H ₂ O	59,0542
H ₂ O	5905,4221	C ₁₆ H ₂₂ O ₄	31963,2845
O ₂	330,7122	Jumlah	38351,1324
N ₂	39238,6630	M ₅ menuju stack	
		C ₄ H ₂ O ₃	63,9272
Jumlah	54241,4144	CO ₂	2373,8963
M ₄ dari F-124		H ₂ O	5846,3679
C ₁₆ H ₂₂ O ₄	31963,6042	O ₂	330,7122
		N ₂	39238,6630
		C ₁₆ H ₂₂ O ₄	0,3196
Jumlah	31963,6042	Jumlah	47853,8862
Total	86205,0186	Total	86205,0186

3. Stripper (D-130)

Fungsi : untuk memisahkan maleat anhidrida dan solven dibutil ftalat



Keterangan :

M₆ : Aliran masuk stripper

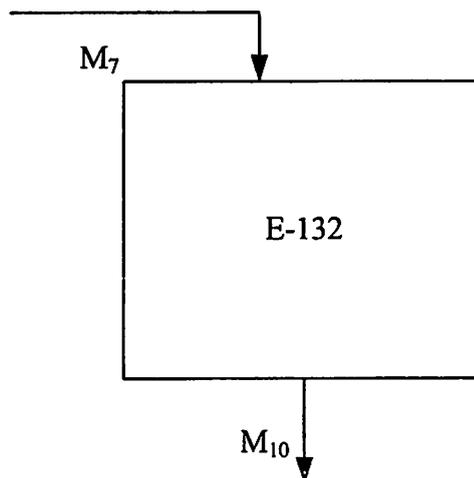
M_7 : Aliran produk keluar stripper

M_8 : Aliran solvent keluar stripper

Neraca Massa Stripper (D-130)			
Masuk		Keluar	
Komponen	kg/jam	Komponen	kg/jam
M_6 dari D-120		M_8 menuju F-137	
$C_4H_2O_3$	6328,7936	$C_{16}H_{22}O_4$	31947,3029
H_2O	59,0542	$C_4H_2O_3$	31,6440
$C_{16}H_{22}O_4$	31963,2845	H_2O	0,0000
Jumlah	38351,1324	jumlah	31978,9469
		M_7 menuju E-132	
		$C_4H_2O_3$	6297,1497
		H_2O	59,0542
		$C_{16}H_{22}O_4$	15,9816
		Jumlah	6372,1855
Total	38351,1324	Total	38351,1324

5. Flaker Drum (E-132)

Fungsi : Untuk memisahkan kandungan air dalam produk dan membentuk flake



Keterangan:

M_7 : Aliran bahan masuk drum flaker

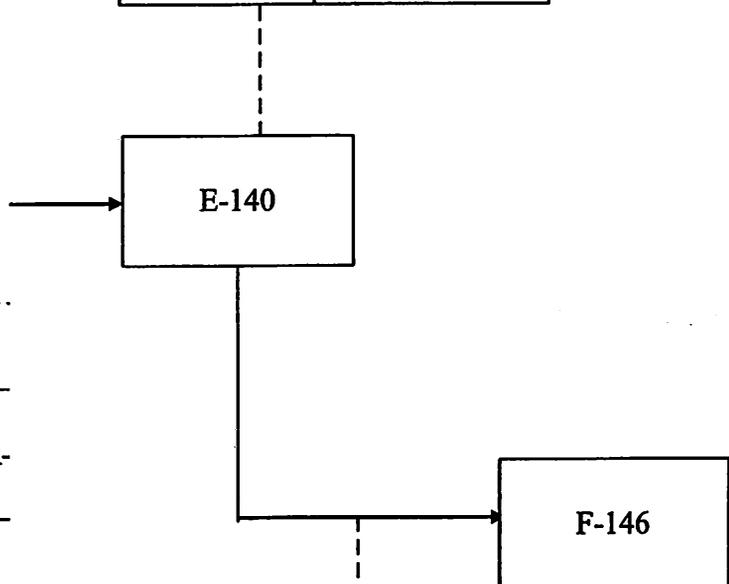
M_9 : Aliran air keluar drum flaker

M₁₀ : Aliran produk keluar drum flaker

Neraca Massa Drum Flaker (E-132)			
Masuk		Keluar	
Komponen	kg/jam	Komponen	kg/jam
M ₇ dari D-140		M ₉ dari E-132	
C ₄ H ₂ O ₃	6297,1497	H ₂ O	59,0542
C ₁₆ H ₂₂ O ₄	15,9816	Jumlah	59,0542
H ₂ O	59,0542	M ₁₀ menuju F-154	
Jumlah	6372,1855	C ₄ H ₂ O ₃	6297,1497
		C ₁₆ H ₂₂ O ₄	15,9816
		Jumlah	6313,1313
Total	6372,1855	Total	6372,1855

Komponen	M ₃
	kg/jam
C ₄ H ₂ O ₃	6392,7208
CO ₂	2373,8963
H ₂ O	5905,4221
O ₂	330,7122
N ₂	39238,6630
Jumlah	54241,4144

Komponen	M ₉
	kg/jam
H ₂ O	59,0542
Jumlah	59,0542



R-

Komponen	M ₁
	kg/jam
C ₄ H ₁₀	4457,9152
C ₅ H ₁₂	114,3055
Jumlah	4572,220738

Komponen	M ₁₀
	kg/jam
C ₄ H ₂ O ₃	6297,1497
C ₁₆ H ₂₂ O ₄	15,9816
Jumlah	6313,1313

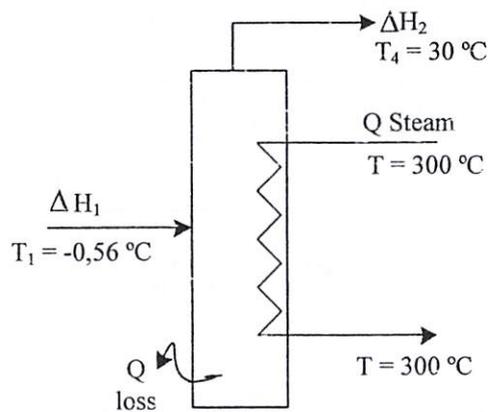
BAB IV NERACA PANAS



Kapasitas Maleat Anhidrida direncanakan = 50.000 ton/tahun
 Basis perhitungan = 1 jam operasi
 Suhu referensi = 25 °C = 298,15 °C

1. Vaporiser (V-113)

Fungsi : untuk menguapkan C_4H_{10}



Keterangan :

- ΔH_1 = Panas yang terkandung pada bahan masuk (Fresh feed)
- ΔH_2 = Panas yang terkandung dalam bahan keluar vaporiser
- Q_{steam} = Panas yang dibutuhkan dari uap air
- Q_{loss} = Panas yang hilang

Neraca panas overall :

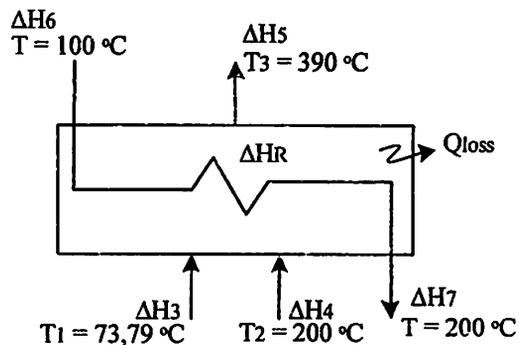
Panas masuk = Panas keluar

$$\Delta H_1 + Q_{\text{steam}} = \Delta H_2 + Q_{\text{loss}}$$

Neraca Panas Vaporiser (V-113)			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi kkal/jam	Komponen	Energi kkal/jam
ΔH_1	46.764,8179	ΔH_2	429.713,6984
Q_{steam}	383.416,5287	Q_{loss}	467,6482
Total	430.181,3466	Total	430.181,3466

2. Reaktor (R-i10)

Fungsi : untuk mereaksikan n-butana dan oksigen dengan proses oksidasi.



Keterangan :

- ΔH_3 = Panas yang terkandung pada bahan N-butana
- ΔH_4 = Panas yang terkandung pada bahan Udara
- ΔH_5 = Panas yang terkandung pada bahan keluar
- ΔH_6 = Panas yang terkandung dalam molten salt
- ΔH_7 = Panas yang diserap oleh pendingin (molten salt)
- ΔH_R = Panas yang timbul akibat terjadinya reaksi
- Q_{loss} = Panas yang hilang

Neraca panas overall :

Panas masuk = Panas keluar

$$\Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_6 + \Delta H_R = \Delta H_5 + \Delta H_7 + Q_{\text{loss}}$$

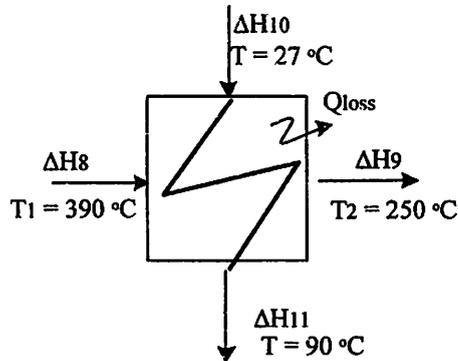
$$\Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_R = \Delta H_5 + (\Delta H_7 - \Delta H_6) + Q_{\text{loss}}$$

$$\Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_R = \Delta H_5 + Q_s + Q_{\text{loss}}$$

Neraca Panas Reaktor (R-110)			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi kkal/jam	Komponen	Energi kkal/jam
ΔH_3	298.275,7209	ΔH_5	5.701.597,2257
ΔH_4	1.555.003,9793	ΔH_7	5.232.190,9085
ΔH_6	2.012.381,1186	Q_{Loss}	90.115,2224
ΔH_R	7.158.242,5377		
Total	11.023.903,3566	Total	11.023.903,3566

3. Cooler I (E-122A)

Fungsi : untuk menurunkan suhu produk dari 390 °C ke 250 °C



Keterangan :

ΔH_8 = Panas yang terkandung pada produk keluaran reaktor

ΔH_9 = Panas yang terkandung pada bahan keluar cooler I

ΔH_{10} = Panas yang terkandung dalam pendingin masuk

ΔH_{11} = Panas yang terkandung dalam pendingin keluar

Q_{loss} = Panas yang hilang

Neraca panas overall :

Panas masuk = Panas keluar

$$\Delta H_8 + \Delta H_{10} = \Delta H_9 + \Delta H_{11} + Q_{loss}$$

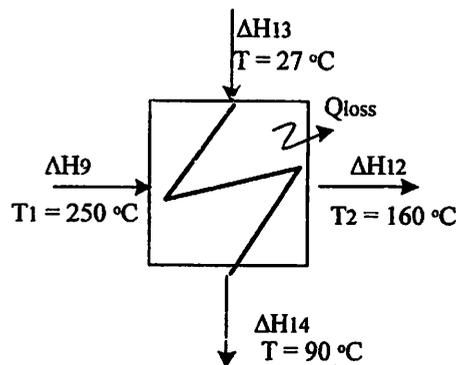
$$\Delta H_8 = \Delta H_9 + (\Delta H_{11} - \Delta H_{10}) + Q_{loss}$$

$$\Delta H_8 = \Delta H_9 + Q_s + Q_{loss}$$

Neraca Panas Cooler I (E-122A)			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi kkal/jam	Komponen	Energi kkal/jam
ΔH_8	5.701.597,2257	ΔH_9	3.439.102,3490
ΔH_{10}	69.364,7512	ΔH_{11}	2.274.843,6556
		Q_{Loss}	57.015,9723
Total	5.770.961,9769	Total	5.770.961,9769

4. Cooler II (E-122B)

Fungsi : untuk menurunkan suhu produk dari 250 °C ke 160 °C



Keterangan :

ΔH_9 = Panas yang terkandung pada produk keluaran cooler I

ΔH_{12} = Panas yang terkandung pada bahan keluar cooler II

ΔH_{13} = Panas yang terkandung dalam pendingin masuk

ΔH_{14} = Panas yang terkandung dalam pendingin keluar

Q_{loss} = Panas yang hilang

Neraca panas overall :

Panas masuk = Panas keluar

$\Delta H_9 + \Delta H_{13} = \Delta H_{12} + \Delta H_{14} + Q_{loss}$

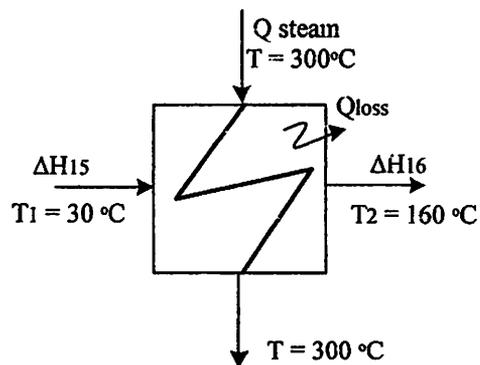
$\Delta H_9 = \Delta H_{12} + (\Delta H_{14} - \Delta H_{13}) + Q_{loss}$

$\Delta H_9 = \Delta H_{12} + Q_s + Q_{loss}$

Neraca Panas Cooler II (E-122B)			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi kkal/jam	Komponen	Energi kkal/jam
ΔH_9	3.439.102,3490	ΔH_{12}	2.032.587,7614
ΔH_{13}	43.154,8039	ΔH_{14}	1.415.278,3680
		Q_{Loss}	34.391,0235
Total	3.482.257,1529	Total	3.482.257,1529

5. Heater (E-125)

Fungsi : untuk memanaskan fresh feed Dibuthyl Phtalate ($C_{16}H_{22}O_4$) sampai suhu $160\text{ }^{\circ}\text{C}$



Keterangan :

ΔH_{15} = Panas yang terkandung pada fresh feed DBP

ΔH_{16} = Panas yang terkandung pada bahan keluar heater

Q_{steam} = Panas yang terkandung dalam pemanas

Q_{loss} = Panas yang hilang

Neraca panas overall :

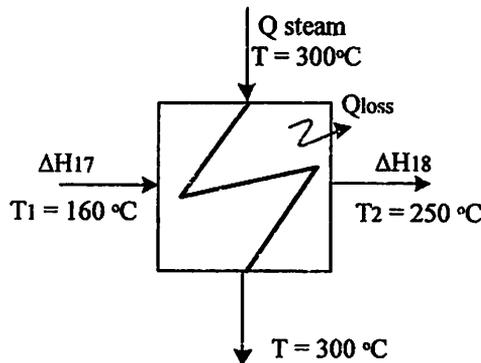
Panas masuk = Panas keluar

$\Delta H_{15} + Q_{steam} = \Delta H_{16} + Q_{loss}$

Neraca Panas Heater (E-125)			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi kkal/jam	Komponen	Energi kkal/jam
ΔH_{15}	66.822,7786	ΔH_{16}	2.600.911,4153
Q_{steam}	2.534.756,8644	Q_{loss}	668,2278
Total	2.601.579,6431	Total	2.601.579,6431

6. Heater (E-131)

Fungsi : untuk memanaskan produk bawah hasil absorber sampai suhu 250 °C



Keterangan :

ΔH_{17} = Panas yang terkandung pada produk bawah keluaran absorber

ΔH_{18} = Panas yang terkandung pada bahan keluar heater

Q_{steam} = Panas yang terkandung dalam pemanas

Q_{loss} = Panas yang hilang

Neraca panas overall :

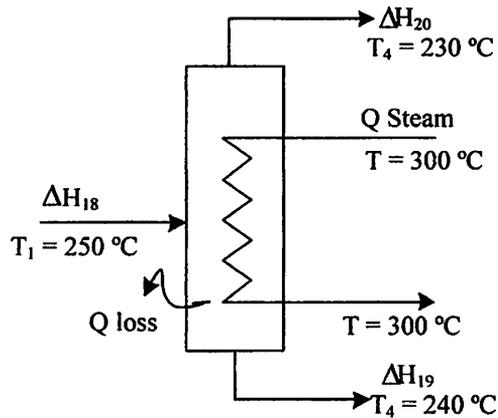
Panas masuk = Panas keluar

$\Delta H_{17} + Q_{\text{steam}} = \Delta H_{18} + Q_{\text{loss}}$

Neraca Panas Heater (E-131)			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi kkal/jam	Komponen	Energi kkal/jam
ΔH_{17}	4.663.499,1767	ΔH_{18}	6.034.416,3635
Q_{steam}	1.447.252,1786	Q_{loss}	46.334,9918
Total	6.080.751,3553	Total	6.080.751,3553

7. Stripper (D-130)

Fungsi : untuk memisahkan produk dari solventnya dengan suhu operasi 250 °C



Keterangan :

ΔH_{18} = Panas yang terkandung dalam bahan masuk

ΔH_{19} = Panas yang terkandung pada destilat

ΔH_{20} = Panas yang terkandung pada bahan bottom

Q_{steam} = Panas yang diberikan oleh steam

Q_{loss} = Panas yang hilang

Neraca panas overall :

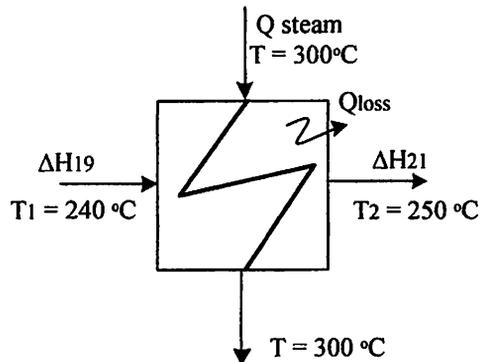
Panas masuk = Panas keluar

$\Delta H_{18} + Q_{\text{steam}} = \Delta H_{19} + \Delta H_{20} + Q_{\text{loss}}$

Neraca Panas Stripper (D-130)			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi kkal/jam	Komponen	Energi kkal/jam
ΔH_{18}	6.034.416,3635	ΔH_{19}	5.162.736,6980
Q_{steam}	464.449,4069	ΔH_{20}	1.275.784,9088
		Q_{Loss}	60.344,1636
Total	6.498.865,7704	Total	6.498.865,7704

8. Reboiler (E-134)

Fungsi : untuk memanaskan kembali solvent dibuthyl phtalate dengan menggunakan steam jenuh pada suhu 300 °C



Keterangan :

ΔH_{19} = Panas yang terkandung pada produk bawah keluaran stripper

ΔH_{21} = Panas yang terkandung pada bahan keluar reboiler

Q_{steam} = Panas yang terkandung dalam pemanas

Q_{loss} = Panas yang hilang

Neraca panas overall :

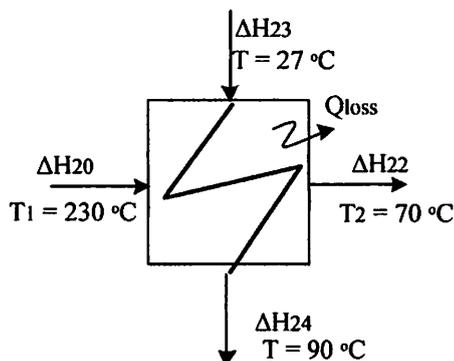
Panas masuk = Panas keluar

$\Delta H_{19} + Q_{\text{steam}} = \Delta H_{21} + Q_{\text{loss}}$

Neraca Panas Reboiler (E-138)			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi kkal/jam	Komponen	Energi kkal/jam
ΔH_{19}	5.162.736,6980	ΔH_{21}	5.551.349,6792
Q_{steam}	440.240,3482	Q_{Loss}	51.627,3670
Total	5.602.977,0461	Total	5.602.977,0461

9. Kondensor (E-132)

Fungsi : untuk mengkondensasi produk atas keluaran stripper sampai suhu 70°C



Keterangan :

ΔH_{20} = Panas yang terkandung pada produk atas keluaran stripper

ΔH_{22} = Panas yang terkandung pada keluaran kondensor

ΔH_{23} = Panas yang terkandung dalam pendingin masuk

ΔH_{24} = Panas yang terkandung dalam pendingin keluar

Q_{loss} = Panas yang hilang

Neraca panas overall :

Panas masuk = Panas keluar

$$\Delta H_{20} + \Delta H_{23} = \Delta H_{22} + \Delta H_{24} + Q_{loss}$$

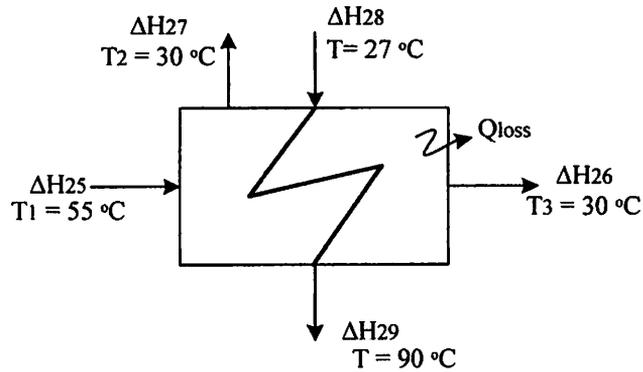
$$\Delta H_{20} = \Delta H_{22} + (\Delta H_{24} - \Delta H_{23}) + Q_{loss}$$

$$\Delta H_{20} = \Delta H_{22} + Q_s + Q_{loss}$$

Neraca Panas Kondensor (E-132)			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi kkal/jam	Komponen	Energi kkal/jam
ΔH_{20}	1.275.784,9088	ΔH_{22}	924.365,2839
ΔH_{23}	10.651,2875	ΔH_{24}	349.313,0633
		Q_{Loss}	12.757,8491
Total	1.286.436,1963	Total	1.286.436,1963

10. Flaker Drum (E-140)

Fungsi : untuk memisahkan kandungan air dalam produk dan membentuk flakr pada suhu 30°C



Keterangan :

- ΔH_{22} = Panas yang terkandung pada produk keluaran kondensor
- ΔH_{25} = Panas yang terkandung pada keluaran bawah drum flaker
- ΔH_{26} = Panas yang terkandung pada keluaran atas drum flaker
- ΔH_{28} = Panas yang terkandung dalam pendingin masuk
- ΔH_{29} = Panas yang terkandung dalam pendingin keluar
- Q_{loss} = Panas yang hilang

Neraca panas overall :

$$\begin{aligned} \text{Panas masuk} &= \text{Panas keluar} \\ \Delta H_{22} + \Delta H_{28} &= \Delta H_{25} + \Delta H_{26} + \Delta H_{29} + Q_{\text{loss}} \\ \Delta H_{22} &= \Delta H_{25} + \Delta H_{26} + (\Delta H_{29} - \Delta H_{28}) + Q_{\text{loss}} \\ \Delta H_{22} &= \Delta H_{25} + \Delta H_{26} + Q_s + Q_{\text{loss}} \end{aligned}$$

Neraca Panas Drum Flaker (E-140)			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi kkal/jam	Komponen	Energi kkal/jam
ΔH_{25}	54.513,3118	ΔH_{26}	9.512,6945
ΔH_{28}	1.301,3190	ΔH_{27}	3.079,5469
		ΔH_{29}	42.677,2563
		Q_{Loss}	545,1331
Total	55.814,6308	Total	55.814,6308

BAB V

SPESIFIKASI ALAT

5.1. Ringkasan Spesifikasi Keseluruhan Peralatan

No	Nama alat	Kode	Jenis	Ukuran	Bahan Konstruksi	Jumlah
1	Tangki Penampung n-butana	F-111	Spherical Tank	Kapasitas = 15,8225 m ³ D = 3 m	Stainless Steel SA 240 Grade M type 316	1
2	Pompa	L-112	Pompa sentrifugal	Kapasitas = 267,6304 ft ³ /jam Daya = 1 Hp	Stainless Steel	1
3	Vaporizer	V-113	Double pipe Heat Exchanger	OD = 0,1383 ft ID = 0,1150 ft L = 16 ft A = 13,6601 ft ² Kapasitas = 10079,9178 lb/jam	Stainless Steel SA 283 grade C	1
4	Kompresor	G-114	Single stage reciprocating	Kapasitas = 4,46051 ft ³ /menit Daya = 1 Hp	Stainless Steel SA 240 grade M type 316	1
5	Filter Udara	H-115	Automatic filter air	Kapasitas = 25037,8892 ft ³ /menit	Stainless Steel SA 240 grade M type 316	2
6	Kompresor	G-116	Single stage reciprocating	Kapasitas = 4,46051 ft ³ /menit Daya = 1 Hp	Stainless Steel SA 240 grade M type 316	1
7	Ekspander	G-121	Radial	Kapasitas = 119580,62	Stainless Steel SA 240	1

				lb/jam Daya = 1 Hp	grade M type 316	
8	Cooler I	E-122A	Double pipe Heat Exchanger	OD = 0,2917 ft ID = 0,2557 ft L = 20 ft A = 69,1376 ft ² Kapasitas = 119580,6223 lb/jam	Stainless stell SA 283 grade C	1
9	Cooler II	E-122B	Double pipe Heat Exchanger	OD = 0,2917 ft ID = 0,2557 ft L = 16 ft A = 77,5312 ft ² Kapasitas = 119580,6223 lb/jam	Stainless stell SA 283 grade C	1
10	Tangki Penampung dibutil ftalat	F-123	Silinder tegak	ID = 95,375 in OD = 96 in ts = 5/16 in tha = ½ in ha = 16,1184 in Volume tangki = 970726,2750 ft ³ Tinggi storage = 159,1809 in Tekanan desain = 81,1446 psig	High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316	1
11	Pompa	L-124	Pompa Sentrifugal	Kapasitas = 1078,7213 ft ³ /jam Daya = 2,5 Hp	Carbon Steel	1
12	Heater	E-125	Double pipe Heat Exchanger	OD = 0,1383 ft ID = 0,1150 ft L = 12 ft	Stainless stell SA 283 grade C	1

				A = 2,8380 ft ² Kapasitas = 70466,9618 lb/jam		
13	Pompa	L-126	Pompa Sentrifugal	Kapasitas = 1242,2291 ft ³ /jam Daya = 2,5 Hp	Carbon Steel	1
14	Heater	E-131	Shell and Tube	Tube : OD = 1 in BWG = 12 Panjang = 20 ft Shell : ID = 13 in B = 2,65 in Kapasitas = 84548,9064 lb/jam	Stainless stell SA 283 grade C	1
15	Kondensor	E-132	Shell and Tube	Tube : OD = 1,5 in BWG =12 Panjang = 20 ft Shell : ID = 12 in B = 2,4 in Kapasitas = 84548,9064 lb/jam	Stainless stell SA 283 grade C	1
16	Reboiler	E-133	Shell and Tube	Tube : OD = 1 in BWG =12 Panjang = 20 ft Shell : ID = 15 in B = 3,05 in Kapasitas = 70500,7862 lb/jam	Stainless stell SA 283 grade C	1
17	Pompa	L-134	Pompa sentrifugal	Kapasitas = 1078,3539 ft ³ /jam	Carbon Steel	1

				Daya = 2 Hp		
18	Tangki Penampung sisa dibutil ftalat	F-135	Silinder tegak	ID = 29,500 in OD = 30 in ts = 3/16 in tha = 3/16 in ha = 4,9855 in Volume tangki = 32365,0375 ft ³ Tinggi storage = 49,2355 in Tekanan desain = 35,7831 psig	High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316	1
19	Kolom Stripper	D-130	Silinder tegak dengan tutup atas dan tutup bawah standard dish	D = 66 in ts = 3/16 in tha = 3/16 in ha = 11,2489 in Volume tangki = 575,9722 ft ³ Tinggi storage = 331,053 in Tekanan desain = 23,2540 psig	High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316	1
20	Tangki Penampung Terbuka	F-141	Silinder tegak dengan tutup atas datar dan tutup bawah conical	ID = 59,625 in OD = 60 in ts = 3/16 in tha = 3/16 in ha = 17,0484 in Volume tangki = 191,3771 ft ³ Tinggi storage = 89,4375 in Tekanan desain =	Carbon Steel	1

				3,6331 psig		
21	Belt Conveyor	J-142	Troughed belt conveyor	Panjang belt = 25 m Lebar Belt = 14 in Luas area = 0,01 m ² Kecepatan = 91 m/menit Daya = 1 Hp	Reinforced rubber	1
22	Bucket Elevator	J-143	Centrifuge Bucket elevator	Kapasitas = 14 ton Kecepatan bucket = 225 ft/ menit Head shaft = 43 rpm	Carbon Steel	1
23	Hopper	F-144	Silinder tegak dengan tutup atas datar dan tutup bawah conical	ID = 59,625 in OD = 60 in ts = 3/16 in tha = 3/16 in ha = 17,0484 in Volume tangki = 189,1857 ft ³ Tinggi storage = 88,6312 in Tekanan desain = 3,6250 psig	Carbon Steel	1
24	Packing	P-145			Carbon Steel	1
25	Gudang Produk	F-146	Gudang	Panjang = 27,7663 m Lebar = 13,8832 m Tinggi = 10 m Kapasitas = 3854,8474 m ³	Beton	1
26	Drum Flaker	E-140	Rotating Drum	D = 73,9411 in Panjang = 147,8822 in	Cast Iron	1

BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA



- Nama alat : Absorber
- Dirancang oleh : Tivani Simanjuntak (1114028)
- Kode Alat : D-120
- Fungsi : Untuk menyerap gas Maleat Anhidrida ($C_4H_2O_3$) menggunakan absorbent dibuthyl phthalate ($C_{16}H_{22}O_4$)
- Jumlah : 1 buah
- Type : Packed coloummn
- Kondisi operasi :
- Temperatur = 160 °C = 320 °F
 - Tekanan = 1 atm
 - Waktu tinggal = 60 menit = 1 jam
 - Fase = gas - liquid
 - ρ gas = 0,6306 Ib/ft³
 - ρ liquid = 65,3619 Ib/ft³
- Direncanakan :
- Bahan Konstruksi = HAS SA Grade M type 316
 - allowable stress (f) = 17820
 - Pengelasan = Single welded butt join with
E = 0,8
 - Faktor korosi (C) = 1/16 = 0,0625
 - Bahan masuk = 86.205,0186 kg/jam
= 190.047,5840 Ib_m/jam

6.1. Perancangan kolom Absorber

1. Menentukan diameter kolom absorber

Kolom absorber dirancang menjadi 2 buah sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Rate gas} &= 54.241,4144 \text{ kg/jam} = 119.580,6223 \text{ Ib}_m/\text{jam} \\ \text{Rate liquid} &= 31.963,6042 \text{ kg/jam} = 70.466,9618 \text{ Ib}_m/\text{jam} \\ \rho \text{ gas} &= 0,6306 \text{ Ib/ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik gas} &= \frac{\text{bahan masuk}}{\rho \text{ gas}} \\ &= \frac{119.580,6223 \text{ Ib}_m/\text{jam}}{0,6306 \text{ Ib}/\text{ft}^3} \\ &= 189.621,6255 \text{ ft}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{\text{Rate gas}}{\text{Kecepatan superficial}} \\ &= \frac{189.621,6255 \text{ ft}^3/\text{jam}}{2 \text{ ft/s} \times 3600 \text{ s}} \\ &= 26,3363 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Mencari diameter

$$\begin{aligned} A &= \pi/4 \times d_i^2 \\ 26,3363 \text{ ft}^2 &= 0,7850 \times d_i^2 \\ d_i^2 &= 33,5495 \text{ ft}^2 \\ d_i &= 5,7922 \text{ ft} \\ &= 69,5063 \text{ in} \end{aligned}$$

2. Menentukan volume kolom absorber

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik liquid} &= \frac{\text{bahan masuk}}{\rho \text{ liquid}} \\ &= \frac{70.466,9618 \text{ Ib}_m/\text{jam}}{65,3619 \text{ Ib}/\text{ft}^3} \\ &= 1.078,1045 \text{ ft}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume liquid} &= 1.078,1045 \text{ ft}^3/\text{jam} \times \frac{60}{60} \text{ menit} \\ &= 1.078,1045 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Asumsi : volume ruang kosong 40% volume total

$$\begin{aligned} \text{Volume total} &= \text{Vol. Liquida} + \text{Vol. Ruang kosong} \\ &= 1.078,1045 + 40\% \text{ Vol. total} \end{aligned}$$

$$60\% \text{ Vol. total} = 1.078,1045$$

$$\text{Vol. total} = 1.796,8409 \text{ ft}^3$$

3. Menentukan tinggi tangki Ls (Tinggi silinder)

Volume total = Vol. Tutup bawah + Vol. Silinder + Vol. Tutup atas

$$1796,8409 = 0,0847 \text{ di}^3 + \pi/4 \times d^2 \times Ls + 0,0847 \text{ di}^3$$

$$1796,8409 = 16,4593 + 26,3363 Ls + 16,4593$$

$$1796,8409 = 32,9186 + 26,3363 Ls$$

$$1763,9223 = 26,3363 Ls$$

$$Ls = 66,9768 \text{ ft}$$

$$= 803,7210 \text{ in}$$

4. Menentukan tinggi liquida dalam kolom

$V_{Lis} = V \text{ Liquida} + V. \text{ Tutup bawah}$

$$= 1078,1045 \text{ ft}^3 + 0,0847 \text{ di}^3$$

$$= 1078,1045 \text{ ft}^3 + 16,4593 \text{ ft}^3$$

$$= 1094,5639 \text{ ft}^3$$

$$Lis = \frac{V_{Lis}}{\pi/4 \times d^2}$$

$$= \frac{1094,5639}{26,3363}$$

$$= 41,5610 \text{ ft}$$

$$= 498,7317 \text{ in}$$

5. Menentukan tekanan design (Pi)

$Pi = P_{atm} + P_{hidrostatik}$

$$P_{hidrostatik} = \frac{\rho (HL - 1)}{144}$$

$$= \frac{65,3619 \times (41,5610 - 1)}{144}$$

$$= 18,4107 \text{ psia}$$

$Pi = 14,7 \text{ psia} + 18,4107 \text{ psia}$

$$= 33,1107 \text{ psia}$$

$$= 18,4107 \text{ psig}$$

6. Menentukan tebal kolom (ts)

$$ts = \frac{\pi \times di}{2 (f \times E - 0,6 \times \pi)} + \frac{1}{16}$$

Bahan konstruksi High alloy steel SA-240 Grade M type 316 dari APP
Brownel & Young, hal 342 didapatkan :

$$f = 17.820$$

$$C = 0,0625$$

$$E = 0,8$$

Sehingga ts dapat dihitung :

$$\begin{aligned} ts &= \frac{18,4107 \times 69,5063}{2 \times (17820 \times 0,8 - 0,6 \times 18,4107)} + \frac{1}{16} \\ &= 0,1074 \text{ in} \times \frac{16}{16} \\ &= \frac{1,7187}{16} \approx 3/16 \end{aligned}$$

Standarisasi Do

$$\begin{aligned} Do &= di_{iama} + 2 ts \\ &= 69,5063 + 2 \times 3/16 \\ &= 69,8813 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari Brownel & Young hal 91, didapatkan D_{standart} = 72 in

$$\begin{aligned} Di \text{ baru} &= D_{standart} - 2ts \\ &= 72 - 2 \times 3/16 \\ &= 71,6250 \text{ in} \\ &= 5,96875 \text{ ft} \end{aligned}$$

7. Menentukan diameter packing

karena diameter kolom > 0,9 m

maka diameter packing 50 - 75 mm (2 - 3 in)

(coulson & richardson's ed.4th vol.6 hal.592)

Jenis packing yang digunakan : Raschig rings ceramic

dengan diameter (d1): 2 in

$$\begin{aligned} \text{Tinggi (L1)} &= 2 \times d1 \\ &= 2 \times 2 \\ &= 4 \text{ in} \\ &= 0,33333 \text{ ft} \end{aligned}$$

8. Menentukan tinggi atas & tutup bawah berbentuk standart

Tutup atas dan bawah berbentuk standart dished

$$\begin{aligned} r = d &= 72 \text{ in} \\ icr &= 4 \frac{3}{8} \text{ in} \\ Sf &= 2 \text{ in} \end{aligned}$$

9. Menentukan tebal tutup atas dan bawah standart dished

$$\begin{aligned} \text{tha/thb} &= \frac{0,885 \times \pi \times r}{(f \times E - 0,1 \times \pi)} + \frac{1}{16} \\ &= \frac{0,8850 \times 18,4107 \times 72}{(17820 \times 0,8 - 0,1 \times 18,4107)} + \frac{1}{16} \\ &= 0,1448 \text{ in} \times \frac{16}{16} \\ &= \frac{2,3168}{16} \approx 3/16 \end{aligned}$$

Tinggi tutup atas dan tutup bawah

$$\begin{aligned} \text{ha/hb} &= 0,169 \times d \\ &= 0,169 \times 71,6250 \\ &= 12,1046 \text{ in} \end{aligned}$$

Tinggi kolom absorber (H) = (2 × ha) + Ls

$$\begin{aligned} &= (2 \times 12,1046) + 803,721 \\ &= 827,9303 \text{ in} \\ &= 68,9942 \text{ ft} \end{aligned}$$

10. Perhitungan Sparger**Dasar Perancangan:**

$$\begin{aligned}
 \text{Rate gas} &= 54.241,4144 \text{ kg/jam} = 119.580,6223 \text{ lb/jam} \\
 \text{Densitas umpan} &= 0,6306 \text{ lb/ft}^3 \\
 \text{Suhu} &= 320 \text{ }^\circ\text{F} \\
 \text{P gas} &= 14,7 \text{ psia} = 0,0040 \text{ psig}
 \end{aligned}$$

Perhitungan:**Menghitung luas area sparger**

$$\begin{aligned}
 \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{119.580,6223 \text{ lb/jam}}{0,6306 \text{ lb/ft}^3} = 189.621,6255 \text{ ft}^3/\text{jam} \\
 &= 3.160,3604 \text{ ft}^3/\text{menit}
 \end{aligned}$$

$$\text{FPM} = 150$$

, dari tabel didapatkan velocity gas keluar (FPM)

$$\text{ACFM} = \text{Rate volumetri k gas} \times \frac{14,7}{(14,7 + P)} \times \frac{(460 + T)}{520}$$

$$\text{ACFM} = 4739,2507 \text{ ft}^3/\text{menit}$$

$$\text{Luas area sparger (A)} = \frac{\text{ACFM}}{\text{FPM}} = 31,5950 \text{ ft}^2$$

(www.Mott Corporation.com-sparger design guide)

$$A = 1/4 \pi D^2$$

$$31,5950 = 0,7857 D^2$$

$$D^2 = 40,2118 \text{ ft}^2$$

$$D = 6,3413 \text{ ft} = 38,0477 \text{ in}$$

Trial jarak lubang agar harga At perhitungan sama dengan harga trial

$$\text{Jarak antar lubang } P_T = 1 \text{ in}$$

$$\text{Luas satu segitiga} = 1/2(P_T \times \sin 60) \times P_T$$

$$= 0,433$$

Luas lubang sparger

$$\text{Luas lubang sparger (A)} = \frac{31,5950}{540.000} = 0,0000585 \text{ ft}^2$$

$$A = 1/4 \pi D^2$$

$$0,0000585 = 0,785 D^2$$

$$D^2 = 0,0000745 \text{ ft}^2$$

$$D = 0,0086 \text{ ft} = 0,1036 \text{ in}$$

Menentukan jumlah lubang

$$\begin{aligned} \text{Jumlah lubang} &= \frac{31,5950}{0,4330} \\ &= 72,9677 \approx 73 \text{ buah} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, maka diperoleh dimensi kolom absorber sebagai berikut :

$$D_o = 72 \text{ in} = 6 \text{ ft}$$

$$D_i = 71,6250 \text{ in} = 5,9688 \text{ ft}$$

$$L_s = 803,72101 \text{ in} = 66,9768 \text{ ft}$$

$$D_1 = 2 \text{ in} = 0,1667 \text{ ft}$$

$$L_1 = 4 \text{ in} = 0,3333 \text{ ft}$$

$$t_{ha} = 3/16 \text{ in} = 0,0156 \text{ ft}$$

$$h_a = 12,1046 \text{ in} = 1,0087 \text{ ft}$$

$$t_s = 3/16 \text{ in} = 0,0156 \text{ ft}$$

$$H = 827,9303 \text{ in} = 68,9942 \text{ ft}$$

6.2. Perancangan Nozzle

Nozzle pada kolom Absorber dibagi menjadi 4 macam :

- Nozzle liquid masuk
- Nozzle gas masuk
- Nozzle gas keluar top kolom
- Nozzle liquid keluar bottom kolom

Perhitungan :

1. Nozzle Liquid Masuk

$$\begin{aligned}
 \text{Rate masuk} &= 31.963,6042 \text{ kg/jam} \\
 &= 70.466,9618 \text{ Ibm/jam} \\
 \rho \text{ liquid} &= 65,3619 \text{ Ib/ft}^3 \\
 \text{Rate volumetrik} &= \frac{m}{\rho_L} \\
 \text{liquid} &= \frac{70.466,9618 \text{ Ibm/jam}}{65,3619 \text{ Ib/ft}^3} \\
 &= 1.078,1045 \text{ ft}^3/\text{jam} \\
 &= 0,2995 \text{ ft}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Asumsi : aliran turbulen

Dari Peters & Timmerhause 4th, hal. 496 didapat di optimum:

$$\begin{aligned}
 \text{ID optimal} &= 3,9 \times Q^{0,45} \times \rho^{0,13} \\
 &= 3,9 \times (0,2995)^{0,45} \times (65,3619)^{0,13} \\
 &= 3,9032 \text{ in}
 \end{aligned}$$

dari Geankoplis app. A-5 hal.892 maka dipilih dengan ukuran :

$$\begin{aligned}
 \text{Ukuran pipa} &= 4 \text{ in sch. 80} \\
 \text{OD} &= 4,500 \text{ in} \\
 \text{ID} &= 3,826 \text{ in} \\
 \text{Luas Area (A)} &= 0,07986 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

2. Nozzle Gas Masuk

$$\begin{aligned}
 \text{Rate masuk} &= 54.241,4144 \text{ kg/jam} \\
 &= 119.580,6223 \text{ Ibm/jam} \\
 \rho \text{ gas} &= 0,6306 \text{ Ib/ft}^3 \\
 \text{Rate volumetrik} &= \frac{m}{\rho_G} \\
 \text{gas} &= \frac{119.580,6223 \text{ Ibm/jam}}{0,6306 \text{ Ib/ft}^3} \\
 &= 189.621,6255 \text{ ft}^3/\text{jam} \\
 &= 52,6727 \text{ ft}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Asumsi : aliran turbulen

$$\begin{aligned} \text{ID optimal} &= 3,9 \times Q^{0,45} \times \rho^{0,13} \\ &= 3,9 \times (52,6727)^{0,45} \times (0,6306)^{0,13} \\ &= 21,8650 \text{ in} \end{aligned}$$

Digunakan pipa standart dari Kern, table 11 hal 844, dimana :

$$\begin{aligned} \text{Ukuran pipa} &= 24 \text{ in sch. } 20 \\ \text{OD} &= 24,0 \text{ in} \\ \text{ID} &= 23,25 \text{ in} \\ \text{Luas Area (A)} &= 425 \text{ in}^2 = 2,9514 \text{ in} \end{aligned}$$



3. Nozzle Gas Keluar Top kolom

$$\begin{aligned} \text{Rate keluar} &= 47.853,8862 \text{ kg/jam} \\ &= 105.498,6776 \text{ lbm/jam} \\ \rho \text{ gas} &= 0,4717 \text{ lb/ft}^3 \\ \text{Rate volumetrik} &= \frac{\text{m}}{\rho_G} \\ \text{gas} &= \frac{105.498,6776 \text{ lbm/jam}}{0,4717 \text{ lb/ft}^3} \\ &= 223.643,7073 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 62,1233 \text{ ft}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Asumsi : aliran turbulen

Dari Peters & Timmerhause 4th, hal. 496 didapat di optimum:

$$\begin{aligned} \text{ID optimal} &= 3,9 \times Q^{0,45} \times \rho^{0,13} \\ &= 3,9 \times (62,1233)^{0,45} \times (0,4717)^{0,13} \\ &= 22,6782 \text{ in} \end{aligned}$$

Digunakan pipa standart dari Kern, table 11 hal 844, dimana :

$$\begin{aligned} \text{Ukuran pipa} &= 24 \text{ in sch. } 20 \\ \text{OD} &= 24,0 \text{ in} \\ \text{ID} &= 23,25 \text{ in} \\ \text{Luas Area (A)} &= 425 \text{ in}^2 = 2,9514 \text{ in} \end{aligned}$$

4. Nozzle Liquid Keluar Bottom Kolom

$$\begin{aligned}
 \text{Rate keluar} &= 38.351,1324 \text{ kg/jam} \\
 &= 84.548,9064 \text{ Ib/jam} \\
 \rho \text{ liquid} &= 68,0666 \text{ Ib/ft}^3 \\
 \text{Rate volumetrik} &= \frac{m}{\rho_L} \\
 \text{liquid} &= \frac{84.548,9064 \text{ Ib/jam}}{68,0666 \text{ Ib/ft}^3} \\
 &= 1.242,1497 \text{ ft}^3/\text{jam} \\
 &= 0,3450 \text{ ft}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Asumsi : aliran turbulen

Dari Peters & Timmerhause 4th, hal. 496 didapat di optimum:

$$\begin{aligned}
 \text{ID optimal} &= 3,9 \times Q^{0,45} \times \rho^{0,13} \\
 &= 3,9 \times (0,3450)^{0,45} \times (68,0666)^{0,13} \\
 &= 4,1820 \text{ in}
 \end{aligned}$$

dari Geankoplis app. A-5 hal.892 maka dipilih dengan ukuran :

$$\begin{aligned}
 \text{Ukuran pipa} &= 5 \text{ in sch. 80} \\
 \text{OD} &= 5,563 \text{ in} \\
 \text{ID} &= 4,813 \text{ in} \\
 \text{Luas Area (A)} &= 0,1263 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

Dari brownel & Young fig 12.3 didapatkan dimensi flange untuk semua nozzle, dipilih flange standart type slip on, dengan dimensi :

Nozzle	NPS	A	T	R	E	L	B
1	4	9	1 5/16	6 3/16	5 5/16	1 5/16	4,56
2	24	32	1 7/8	27 1/4	26 1/6	3 1/4	24,19
3	24	32	1 7/8	27 1/4	26 1/16	3 1/4	24,19
4	5	10	1 5/16	7 5/16	6 7/16	1 7/16	5,66

Keterangan :

Nozzel 1 : Nozzle liquid masuk

- Nozzel 2 : Nozzle gas masuk
 Nozzel 3 : Nozzle gas keluar top kolom
 Nozzel 4 : Nozzle liquid keluar bottom kolom
 NPS : Ukuran nominal pipa
 A : Diameter luar flange, in
 T : Tebal minimal flange, in
 R : Diameter luar bagian yang menonjol, in
 E : Diameter hubungan, in
 L : Panjang hubungan, in
 B : Diameter dalam flange, in

6.3. Sambungan Antar Tutup dengan Shell

Untuk mempermudah pemeliharaan dan perbaikan dari kolom Absorber, maka tutup menara dihubungkan dengan bagian shell menggunakan system flange dan bolting

1. Flange

Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA-336 Grade F8 type 304
 (Brownel & Young, APP. D hal 344)

Tensile stress minimum = 75.000

Allowable stress = 14.730

Type flange = Loose ring flange type

2. Bolting

Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA-193 Grade B & T type 321
 (Brownel & Young, APP. D hal 344)

Tensile stress minimum = 75.000

Allowable stress = 13.410

3. Gasket

Bahan konstruksi = Solid flat metal
 (Brownel & Young, fig. 12.11 hal.228)

Gasket factor (m) = 6,5 (stainless steels)

6.4. Perencanaan Gasket

1. Menentukan lebar gasket

Penentuan lebar gasket dengan menggunakan rumus dari Brownel & Young

per. 12.2 hal 226

$$\frac{d_o}{d_i} = \sqrt{\frac{y - pm}{y - p(m + 1)}}$$

dimana : y = yield stress = 26.000 psia

m = gasket faktor = 6,5

p = internal pressure = 33,1107 psia

d_o = diameter luar gasket

d_i = diameter dalam gasket

d_i gasket = od sheel = 72 in = 6 ft

$$\frac{d_o}{d_i} = \sqrt{\frac{26000 - (61,2592 \times 6,5)}{26000 - 61,2592 \times (6,5 + 1)}}$$

$$\frac{d_o}{d_i} = 1,0006$$

$$d_o = 1,0006 \times 6 \text{ ft}$$

$$= 6,00386 \text{ ft}$$

$$= 72,0463 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar gasket} &= \frac{d_o - d_i}{2} \\ &= \frac{72,0463 - 72}{2} \\ &= 0,0231 \end{aligned}$$

Diambil lebar gasket (n) = 0,0231

$$\begin{aligned} \text{D rata-rata gasket (G)} &= d_o + n \\ &= 72,0463 + 0,0231 \\ &= 72,0694 \text{ in} \\ &= 6,0058 \text{ ft} \end{aligned}$$

2. Perhitungan Jumlah dan Ukuran Baut (Bolting)

A. Beban supaya gasket tidak bocor (H_y)

$$W_{m2} = H_y = b \times \pi \times G \times y \quad (\text{Pers.12.88, "Brownell \& Young", hal.240})$$

Dari fig. 12.12, hal 229 didapatkan lebar setting gasket bawah :

$$b_o = \frac{N}{2} = \frac{0,0231}{2} = 0,0116 \text{ in}$$

(Pers.12.12, "Brownell & Young", hal.229)

untuk $b_o < 1/4$, maka :

$$\begin{aligned} b &= b_o \\ &= 0,0116 \text{ in} \end{aligned}$$

sehingga :

$$\begin{aligned} H_y &= b \times \pi \times G \times y \\ &= 0,0116 \times 3,14 \times 72,0694 \times 26.000 \\ &= 68.064,4057 \text{ Ib} \end{aligned}$$

Beban tanpa tekanan (H_p)

$$\begin{aligned} H_p &= 2 \times b \times \pi \times G \times m \times p \quad (\text{Pers.12.90, "Brownell \& Young", hal.240}) \\ &= 2 \times 0,0116 \times 3,14 \times 72,0694 \times 6,5 \times 33,1107 \\ &= 1.126,8305 \text{ Ib} \end{aligned}$$

Beban baut karena internal pressure (H)

$$\begin{aligned} H &= \frac{\pi \times G^2 \times p}{4} \quad (\text{Pers.12.89, "Brownell \& Young", hal.240}) \\ &= \frac{3,14 \times 5193,9997 \times 33,1107}{4} \\ &= 135.001,9670 \text{ Ib} \end{aligned}$$

Jadi total berat pada kondisi operasi :

$$\begin{aligned} W_{m1} &= H + H_p \quad (\text{Pers.12.91, "Brownell \& Young", hal.240}) \\ &= 135.001,9670 + 1.126,8305 \\ &= 136.128,7974 \text{ Ib} \end{aligned}$$

Karena $W_{m2} < W_{m1}$, maka yang memegang control adalah W_{m1}

B. Perhitungan luas bolting minimum area:

$$\begin{aligned}
 A_{ml} &= \frac{W_{ml}}{f_b} && \text{(Pers.12.93, "Brownell & Young", hal.240)} \\
 &= \frac{136.128,7974}{13.410} \\
 &= 10,1513 \text{ in}^2 \\
 &= 0,0705 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

C. Perhitungan bolt minimum

Dari Brownel & Young, table 10.4 hal 188, trial :

$$\text{Ukuran baut} = 1/2 \text{ in}$$

$$\text{Root area} = 0,126 \text{ in}$$

Maka jumlah bolting minimum

$$N = \frac{A_{ml}}{\text{Root area}} = \frac{10,1513}{0,126} = 80,5658 \approx 58 \text{ buah}$$

Dari Brownel & Young, table 10.4 hal 188, didapat :

$$\text{Bolt spacing (Bs)} = 3 \text{ in}$$

$$\text{Minimum radial distance (R)} = 1 \frac{1}{5} \text{ in}$$

$$\text{Edge distance (E)} = \frac{5}{8} \text{ in}$$

$$\text{Bolting circle diameter (C)} = \text{ID shell} + 2 (1,41509 \cdot \text{Go} + \text{R})$$

dimana :

$$\text{ID sheell} = 71,6250 \text{ in}$$

$$\text{go} = \text{tebal shell (ts)}$$

$$= \frac{3}{16} \text{ in}$$

$$\begin{aligned}
 C &= 71,6250 + 2 \times (1,41509 \times \frac{3}{16} + 1 \frac{1}{5}) \\
 &= 74,5307 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\frac{n \times Bs}{3,14} = \frac{58 \times 3}{3,14} = 55,4140 \text{ in} < 58$$

Memenuhi

Diameter luar flange (OD) :

$$\text{OD} = C + 2E$$

$$= 74,5307 + 2 \times \frac{5}{8} = 75,7807 \text{ in} = A$$

Cek lebar gasket :

$$\begin{aligned} \text{Ab aktual} &= \text{jumlah bolt} \times \text{root area} \\ &= 58 \times 0,126 \\ &= 7,31 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar gasket minimum} &= \frac{\text{Ab actual} \times F}{2 \times \pi \times Y \times G} \\ &= \frac{7,3080 \times 13.410}{2 \times 3,14 \times 26000 \times 72,0694} \\ &= 0,0083 < 0,0231 \quad L < n \text{ (Memenuhi)} \end{aligned}$$

D. Perhitungan Moment

Untuk keadaan bolting uap (tanpa tekanan dalam)

$$\begin{aligned} W &= \left(\frac{A_m + A_b}{2} \right) f_a \quad (\text{Pers.12.94, "Brownell \& Young", hal.242}) \\ &= 117.064,5387 \text{ Ib} \end{aligned}$$

Jarak radial dari bebdan gasket terhadap bolt circle (hg) :

$$\begin{aligned} h_G &= \frac{C - G}{2} \quad (\text{Pers.12.101, "Brownell \& Young", hal.242}) \\ &= \frac{74,5307 - 72,0694}{2} \\ &= 1,2306 \text{ in} \end{aligned}$$

Moment flange (Ma) :

$$\begin{aligned} \text{Ma} &= h_G \times W \\ &= 1,2306 \times 117.064,5387 \\ &= 144.062,5187 \text{ Ib.in} \end{aligned}$$

Dalam kondisi operasi :

$$W = W_{ml} = 136.128,7974 \text{ Ib} \quad (\text{Pers.12.95, "Brownell \& Young", hal.242})$$

Moment dan Force pada daerah dalam flange (H_D)

$$H_D = 0,785 B^2 p \quad (\text{Pers.12.96, "Brownell \& Young", hal.242})$$

dimana ;

$$\begin{aligned}
 B &= \text{do shell absorber} = 72 \text{ in} \\
 p &= \text{tekanan operasi} = 33,1107 \text{ Ib/in}^2 \\
 H_D &= 0,79 \times 5.184 \times 33,1107 \\
 &= 134.742,0544 \text{ Ib}
 \end{aligned}$$

Jarak radial bolt circle pada aksi (h_D)

$$\begin{aligned}
 h_D &= \frac{C - B}{2} && \text{(Pers.12.100, "Brownell \& Young", hal.242)} \\
 &= \frac{74,5307 - 72}{2} \\
 &= 1,2653 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Moment M_D

$$\begin{aligned}
 M_D &= H_D \times h_D && \text{(Pers.12.96, "Brownell \& Young", hal.242)} \\
 &= 134742,0544 \times 1,2653 \\
 &= 170.493,0795 \text{ Ib.in}
 \end{aligned}$$

Perbedaan antara beban baut flange dengan gaya hidrostatik total (H_G)

$$\begin{aligned}
 H_G &= W - H && \text{(Pers.12.98, "Brownell \& Young", hal.242)} \\
 &= 136.128,7974 - 135.001,9670 \\
 &= 1.126,8305 \text{ Ib}
 \end{aligned}$$

Moment M_G

$$\begin{aligned}
 M_G &= H_G \times h_G && \text{(Pers.12.98, "Brownell \& Young", hal.242)} \\
 &= 1126,8305 \times 1,2306 \\
 &= 1.386,7054 \text{ Ib.in}
 \end{aligned}$$

Dari "Brownell & Young ", per 12.102, hal.242

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

$$= \frac{1,2653 + 1,2306}{2}$$

$$= 0,0174 \text{ in}$$

Dari "Brownell & Young ", per 12.97, hal.242

$$H_T = H - H_D$$

$$= 135.001,9670 - 134.742,0544$$

$$= 259,9126 \text{ Ib}$$

Moment M_T

$$M_T = H_T \times h_T \quad (\text{Pers.12.97, "Brownell \& Young", hal.242})$$

$$= 259,9126 \times 0,0174$$

$$= 4,5101 \text{ Ib.in}$$

Moment total pada keadaan operasi (M_o) :

$$M_o = M_D + M_G + M_T$$

$$= 170.493,0795 + 1.386,7054 + 4,5101$$

$$= 171.884,2950 \text{ Ib.in}$$

Karena $M_a < M_o$, maka $M_{max} = M_o = 171.884,2950 \text{ Ib.in}$

3. Perhitungan tebal flange

Dari Pers. 12.85, "Brownell & Young" hal.238 didapatkan :

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

Dimana ;

$$K = \frac{A}{B}, \quad A = \text{Diameter luar flang} = 75,7807 \text{ in}$$

$$B = \text{Diameter luar shell} = 72 \text{ in}$$

$$= \frac{75,7807}{72}$$

$$= 1,0525$$

dari fig. 12.22 "Brownell & Young", hal.238 didapatkan :

$$Y = 65$$

Sehingga tebal flange :

$$t = \sqrt{\frac{Y \times M_{\max}}{f \times B}}$$

dimana : f = 13.410
B = 72
M_{max} = 171.884,2950

= 3,4017 in

Kesimpulan perancangan :

1. Flange :

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA-336 Grade F8 type 304
Tensile stress minimum : 75.000
Allowable stress (f) : 14.730
Type flange : Loose ring flange type
Diameter dalam (di) : 72 in
Diamater luar (do) : 75,7807 in
Tebal flange : 3,4017 in

2. Bolting :

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA-193 Grade B & T type 321
Tensile stress minimum : 75.000
Allowable stress (f) : 13.410
Ukuran baut : 1/2 in
Jumlah baut : 58 buah

3. Gasket :

Bahan konstruksi : Solid flat metal
Gasket faktor (m) : 6,5
design seating stress : 26.000 psia
Tebal gasket (n) : 0,0231 in

6.5. Perhitungan Penyangga

Sistem penyangga dirancang agar mampu untuk menyangga beban kolom absorber dan perlengkapannya. Beban-beban yang ditahan oleh kolom absorber meliputi :

- A. Berat shell stripper
- B. Berat tutup atas & bawah standart dished
- C. Berat liquid dalam kolom absorber

D. Berat attachment

Dasar perhitungan :

A. Berat shell kolom absorber

$$W_s = \frac{\pi}{4} (D_o^2 - D_i^2) H \times \rho$$

Dimana :

W_s : Berat shell kolom absorber, Ib

D_o : Diameter luar shell = 72 in = 6 ft

D_i : Diameter dalam shell = 71,6250 in = 5,9688 ft

H : Tinggi shell = 827,9303 in = 68,9942 ft

ρ : Densitas dari bahan konstruksi = 493 Ib/ft³

$$\begin{aligned} W_s &= \frac{3,14}{4} \times (36 - 35,626) \times 68,9941882 \times 493 \\ &= 9.986,8356 \text{ Ib} \end{aligned}$$

B. Berat tutup atas dan tutup bawah standart dished

$$W_d = A \times t \times \rho$$

Dimana :

W_d : berat tutup atas, Ib

A : luas tutup atas standart dished

t : tebal tutup atas (tha) = 0,1875 in = 0,0156 ft

ρ : Densitas dari bahan konstruksi = 493 Ib/ft³

L : crown radius (R) = 72 in = 6 ft

h : tinggi tutup atas kolom absorber (ha) = 12,1046 in = 1,0087 ft

$$\begin{aligned} A &= 6,28 \times L \times h \\ &= 6,28 \times 72 \times 12,1046 \\ &= 5473,23 \text{ in}^2 = 38,0085 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_d &= 38,0085 \times 0,0156 \times 493 \\ &= 292,784 \text{ Ib} \end{aligned}$$

$$\text{Berat tutup atas} = \text{tutup bawah} = 2 \times W_d = 585,569 \text{ Ib}$$

C. Berat liquid dalam kolom absorber

$$W1 = m \times t$$

dimana :

$$\begin{aligned} m &: \text{berat larutan dalam kolom absorber} = 31.963,6042 \text{ kg/jam} \\ &= 1.174,4494 \text{ Ib/menit} \end{aligned}$$

$$t : \text{waktu tinggal liquid dalam kolom absorber} = 60 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} W1 &= 1.174,4494 \times 60 \\ &= 70.466,9618 \text{ Ib} \end{aligned}$$

D. Berat Attachment

Berat attachment merupakan berat dari seluruh perlengkapan seperti nozzle, dsb :

Dari Brownel & Young, hal 157 :

$$W_a = 18\% W_s$$

Dimana :

W_a : berat attachment, Ib

W_s : berat shell kolom absorber = 9.986,8356 Ib

$$\begin{aligned} W_a &= 18\% \times 9.986,8356 \\ &= 1797,63041 \text{ Ib} \end{aligned}$$

E. Berat packing

$$\text{Berat jenis} = 651 \text{ kg/m}^3 = 40,6 \text{ Ib/ft}^3$$

Asumsi tinggi packing 60% dari tinggi silinder

$$\begin{aligned} L &= 60\% \times L_s \\ &= 60\% \times 803,7210 \\ &= 482,2326 \text{ in} \\ &= 40,1861 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{\pi}{4} (d_i^2 \times L) \\ &= 0,7850 \times 5,9688 \times 40,1861 \\ &= 188,29 \text{ Ib} \end{aligned}$$

$$\text{Maka berat packing (Wp)} = 7.652,2212 \text{ Ib}$$

- Smith, J.M, and Van Ness H.C, "*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*", 2nd Edition, McGraw Hill Book Company, New York, 1959.
- Ullmann's, "Encyclopedia Of Industrial Chemistry, 7th edition, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2005
- Ulrich D. Gael, "*A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economic*", John Willey and Sons Inc, New York, USA, 1984.
- Yaws, Carl L. "Handbook Thermodynamic Diagrams", Organic Componen Vol. 2, Gulf Publishing Company, Houston. Texas, 1996
- Yaws, Carl L. "Handbook Thermodynamic Diagrams", Inorganic Componen Vol. 4, Gulf Publishing Company, Houston. Texas, 1996

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2014. *Data: Ekspor-Impor Menurut Komoditi 2009-2013*, diakses tanggal 24 Maret 2014.
- Brownell E. Lloyd "*Process Equipment Design*", John Willey and Sons Inc, New Delhi India, 1959
- Coulson and Richardson, 1994. "Chemical Engineering vol 6", 1th edition, Pergamon Press, Oxford.
- Chemical Engineering Essential for the CPI Professional, Maret 2015, vol 122 no 3 <http://www.chemengonline.com>., diakses tanggal 10 Juli 2015
- Faith, Keyes, Clarks. 1995. *Industri Chemicals*, 4th. New York.
- Geankoplis, Christie , "*Transport Process dan Unit Operation*", 3rd Edition, Prentice Hall Inc, New Delhi, India 1997
- Hesse, H.C. and Rushton, J.H., "*Process Equipment Design*", D. Van Nostrand Co. New Jersey, 1981.
- Himmelblau, D.M. 1989. Basic Principles and Calculation in Chemical Engineering, 5th edition, Prentice-Hall International:Singapore
- Kern D.Q, "*Process Heat Transfer*", 2nd Edition, McGraw-Hill Inc, Singapore, 1988.
- Kusnarjo, "*Ekonomi Teknik*", Surabaya, 2010
- Kusnarjo, "*Utilitas Pabrik Kimia*", Surabaya, 2012
- Levenspiel. Octave, "Chemical Reaction Engineering" 3th edition, John Willey and Sons Inc, New York, 1954.
- Othmer, D.F., Kirk, R.E. 1979. *Encyclopedia of Chemical Teknologi*, vol 15, 5th edition, Jhon Willey and Sons Ibc, New York.
- Perry, Robert H, "*Perry's Chemical Engineering Handbook*", 7th Edition, McGraw Hill Company, New York, USA, 1997.
- Perry, Robert H, "*Perry's Chemical Engineering Handbook*", 8th Edition, McGraw Hill Company, New York, USA, 2008.
- Peter S. and Timmerhause, "*Plant Design and Economic to Chemical Engineering*", 4th Edition, McGraw Hill, Singapore, 1991.
- PT PLN (Persero), "Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik Tahun 2015",

BAB XII

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan Pra Rencana Pabrik Maleat Anhidrida dari N-butana dengan Proses Oksidasi dapat diambil kesimpulan bahwa rencana pendirian ini adalah cukup menguntungkan dengan mempertimbangkan beberapa aspek:

1. Dari Segi Proses

Proses oksidasi menggunakan n-butana cukup sederhana dan dapat menghasilkan yang lebih baik dan hasil yang lebih efisien bila dibandingkan dengan proses lain.

2. Dari Segi Sosial

Pendirian pabrik ini dinilai menguntungkan, karena :

- Menciptakan lapangan kerja.
- Memberi kesempatan kepada penduduk untuk memperoleh tambahan penghasilan.

3. Dari Segi Lokasi Pabrik

- Sarana untuk penunjang memperoleh bahan baku yang sangat mudah menggunakan jalur darat.
- Sarana untuk pemasaran produk yang sangat mudah yaitu dekat dengan pelabuhan.
- Sarana penunjang utilitas sangat memadai.

4. Ikut menunjang program pemerintah dalam usaha mewujudkan rencana jangka panjang pemerintah yaitu menjadikan negara Indonesia sebagai negara industri baru yang didukung oleh sektor pertanian yang kuat.

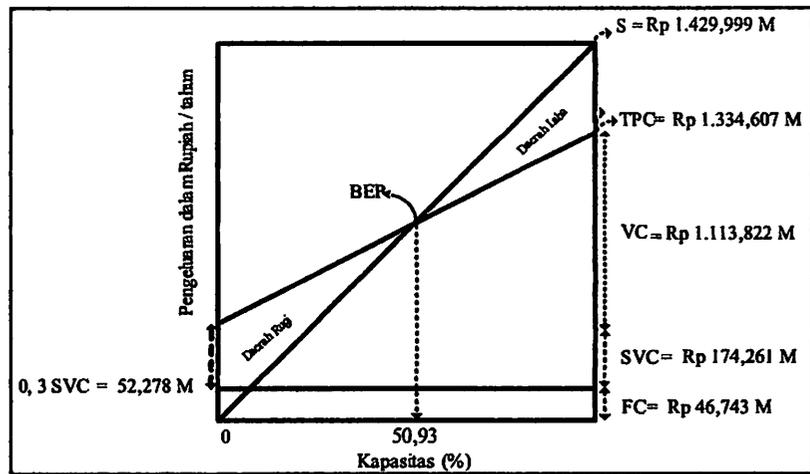
5. Dari Segi Perhitungan Ekonomi

Setelah dilakukan analisa ekonomi terhadap pra rencana pabrik Maleat Anhidrida dari n-butana, dinilai cukup menguntungkan dengan berdasarkan data-data sebagai berikut:

- Internal Rate of Return (IRR) = 22,44 %
- Pay Out Time = 2,69 tahun
- Break Event Point (BEP) = 50,93 %.
- Return On Invesment (ROI_{BT}) = 38,89 %.
- Return On Invesment (ROI_{AT}) = 22,72 %.

c. **BEP (Break Even Point)**

BEP adalah kapasitas dimana pabrik tidak untung dan tidak rugi, artinya total penjualan sama dengan ongko produksi. Maka nilai BEP = 50,93 %.



Gambar 11.1. Grafik BEP

d. **IRR (Internal Rate Of Return)**

IRR = 22,44 %

Karena IRR lebih besar dari bunga bank (10,25 %) maka Pabrik Maleat Anhidrida ini layak untuk didirikan.

- Bunga Bank
- Asuransi
- Depresiasi
- Pajak, dll

Tabel 11.2. Manufacturing cost

Jenis Pengeluaran	Jumlah
<i>Total Production Cost</i>	Rp. 1.334.607.563.369
<i>Semi Variabel Cost (SVC)</i>	Rp. 174.261.249.361
<i>Variabel Cost (VC)</i>	Rp. 1.113.602.821.770
<i>Fixed Cost (FC)</i>	Rp. 46.743.492.238

11.1.3. Penaksiran Harga Alat

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

Harga alat pada pabrik Maleat Anhidrida ini didasarkan pada data harga alat yang diperoleh dari (Ulrich, 1984) dan (<http://www.matche.com/EquipCost/index.htm> - 2014).

11.2. Kelayakan Ekonomi

Analisa Ekonomi dilakukan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan menguntungkan atau tidak. Pabrik Maleat Anhidrida ini didirikan dengan kapasitas 50.000 ton/tahun.

a. POT (*Pay Out Time*)

$$POT = 2,69 \text{ tahun}$$

b. ROI (*Return on Investment*)

ROI adalah laju pengembalian modal yang dapat dihitung dari laba bersih per tahun dibagi modal.

- ROI sebelum pajak = 38,89 %

- ROI setelah pajak = 22,72 %

11.1.2. Penentuan Biaya Produksi (Manufacturing Cost Estimation)

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

a. Biaya Pembuatan (manufacturing cost)

Yaitu semua biaya untuk proses yang meliputi :

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

b. Biaya Pengeluaran Umum (general expenses)

Yaitu biaya yang tidak berhubungan dengan proses, meliputi :

- Biaya administrasi
- Biaya distribusi dan pemasaran
- Litbang.
- Finacing

Berdasarkan sifatnya, biaya produksi dibagi menjadi :

Biaya variabel (*variable cost* = VC)

Yaitu segala biaya yang pengelurannya berbanding lurus dengan laju produksi atau biaya yang tergantung dengan kapasitas pabrik. Biaya variabel terdiri dari

- Biaya bahan baku
- Biaya utilitas
- Biaya pengepakan

Biaya semi variabel (SVC)

Yaitu biaya yang bervariasi tetapi tidak berbanding lurus dengan laju produksi atau yang tergantung dengan kapasitas pabrik secara tidak langsung, antara lain :

- Gaji karyawan
- *Plant Overhead*
- Pemeliharaan dan perbaikan
- Biaya umum
- Supervisor

Biaya tetap

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

Tabel 11.1. Tabel Penentuan *Total Capital Investment* (TCI)

No	Jenis Pengeluaran	Jumlah
A.	Direct Cost	
1.	Harga peralatan	Rp. 40.843.030.788
2.	Instrument dan alat control	Rp. 12.252.909.236
3.	Isolasi	Rp. 3.675.872.771
4.	Perpipaan terpasang	Rp. 30.632.273.091
5.	Listrik terpasang	Rp. 6.126.454.618
6.	Harga FOB	Rp. 93.530.540.504
7.	Ongkos angkutan kapal laut	Rp. 14.029.581.076
8.	Harga C dan F	Rp. 107.560.121.580
9.	Biaya asuransi	Rp. 430.240.486
10.	Harga CIF	Rp. 107.990.362.066
11.	Biaya angkut barang ke plant	Rp. 19.438.265.172
12.	Pemasangan alat	Rp. 18.379.363.855
13.	Bangunan pabrik	Rp. 24.505.818.473
14.	Service facilities	Rp. 16.337.212.315
15.	Tanah	Rp. 2.042.151.539
16.	Biaya Langsung (Direct Cost)	Rp. 188.693.173.420
B.	Indirect Cost	
17.	Engineering dan Supervisi	Rp. 28.303.976.013
18.	Konstruksi	Rp. 28.303.976.013
19.	Biaya tak langsung (Indirect Cost)	Rp. 56.607.952.026
C.	Fixed Capital Investment	
20.	Fixed Capital Investment	Rp. 245.301.125.447
D.	Working Capital Investment	
21.	Working Capital Investment	Rp. 27.255.680.605
E.	Total Capital Investment	
22.	Total Capital Investment	Rp. 272.556.806.052

- Harga peralatan
- Instrumentasi dan alat kontrol
- Isolasi
- Perpipaian
- Peralatan listrik
- Angkutan kapal laut
- Asuransi
- Biaya angkut ke plant
- Pemasangan alat
- Bangunan
- Fasilitas Pelayanan
- Tanah

b. Biaya tak langsung (Indirect cost)

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

- Engineering dan supervisi
- Konstruksi
- Kontraktor
- Biaya tak terduga

b. Modal Kerja (Working Capital Investment = 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 : $TCI = FCI + WCI$

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 Maleat Anhidrida ini dibuat evaluasi untuk mengetahui berapa investasi yang diperlukan untuk mendirikan pabrik Maleat Anhidrida tersebut. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan untung rugi dalam mendirikan Pabrik Maleat Anhidrida adalah sebagai berikut :

1. *Return of Investment (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 Investment*) terdiri atas :
 - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal kerja (*Work Capital Investment*)
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 (Fixed Capital Investment = FCI)

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

- a. Biaya Langsung (*Direct Cost*)

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

42	karyawan Seksi Keamanan	10	2.700.000	27000000
42	karyawan seksi kebersihan	10	1.000.000	10000000
44	Sopir	8	2.000.000	16000000
45	Dokter	1	5.000.000	5000000
46	Perawat	2	2.700.000	5400000
	JUMLAH	226		821.100.000

18	Kepala Seksi Market & Riset	1	6.500.000	6500000
19	Kepala Seksi Penjualan	1	6.500.000	6500000
20	Kepala Seksi Promosi	1	6.500.000	6500000
21	Kepala Seksi Pembukuan & Keuangan	1	6.500.000	6500000
22	Kepala Seksi Penyediaan & Pembelian	1	6.500.000	6500000
23	Kepala Seksi Ketenagakerjaan	1	6.000.000	6000000
24	Kepala Seksi Personalia	1	6.000.000	6000000
25	Kepala Seksi Humas	1	6.000.000	6000000
26	Kepala Seksi Keamanan	1	5.000.000	5000000
27	Karyawan Seksi Bengkel & Perawatan	12	2.500.000	30000000
28	Karyawan Seksi Utilitas	15	2.700.000	40500000
29	Karyawan Seksi Mutu & Lab	10	3.500.000	35000000
30	Karyawan Seksi Pengendalian Proses	8	3.500.000	28000000
31	Karyawan Seksi Produksi/Proses	56	3.500.000	196000000
32	Karyawan Seksi Gudang	6	2.700.000	16200000
33	Karyawan Seksi Market & Riset	6	2.700.000	16200000
34	Karyawan Seksi Penjualan	8	2.700.000	21600000
35	Karyawan Seksi Promosi	8	2.700.000	21600000
36	Karyawan Seksi Pembukuan & Keuangan	9	2.700.000	24300000
37	Karyawan Seksi Penyediaan & Pembelian	4	2.700.000	10800000
39	Karyawan Seksi Ketenagakerjaan	6	2.700.000	16200000
40	karyawan Seksi Personalia	4	2.700.000	10800000
41	Karyawan Seksi Humas	15	2.700.000	40500000

borongan untuk pekerjaan tersebut.

3. Karyawan harian

Karyawan harian adalah pekerja yang diangkat dan diberhentikan oleh manajer pabrik berdasarkan nota persetujuan manajer pabrik atas pengajuan kepala yang membawahnya dan menerima upah harian yang dibayarkan setiap akhir pekan.

Tabel 10.3. Daftar Upah (Gaji) Karyawan

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji (Rp)	Total
			Per orang	
1	Dewan komisaris	2	25.000.000	50000000
2	Direktur Utama	1	18.000.000	18000000
3	Litbang	2	6.000.000	12000000
4	Direktur Produksi & Teknik	1	15.000.000	15000000
5	Direktur Keuangan dan Administrasi	1	10.000.000	10000000
6	Kepala Bagian Produksi	1	8.500.000	8500000
7	Kepala Bagian Teknik	1	8.500.000	8500000
8	Kepala Bagian Pemasaran	1	8.500.000	8500000
9	Kepala Bagian Keuangan	1	8.500.000	8500000
10	Kepala Bagian SDM	1	8.500.000	8500000
11	Kepala Bagian Umum	1	8.500.000	8500000
12	Kepala Seksi Bengkel & Perawatan	1	6.500.000	6500000
13	Kepala Seksi Utilitas	1	6.500.000	6500000
14	Kepala Seksi Mutu & Lab	1	6.500.000	6500000
15	Kepala Seksi Pengendalian Proses	1	6.500.000	6500000
16	Kepala Seksi Produksi	1	6.500.000	6500000
17	Kepala Seksi Gudang	1	6.000.000	6000000

37	Karyawan Seksi Penyediaan & Pembelian	4
39	Karyawan Seksi Ketenagakerjaan	6
40	karyawan Seksi Personalia	4
41	Karyawan Seksi Humas	15
42	karyawan Seksi Keamanan	10
42	karyawan seksi kebersihan	10
44	Sopir	8
45	Dokter	1
46	Perawat	2
	JUMLAH	226

10.9 Status Karyawan dan Sistem Pengupahan (Gaji)

Pabrik Maleat anhidirda ini mempunyai sistem pembagian gaji yang berbeda-beda kepada karyawan. Hal ini berdasarkan pada kriteria sebagai berikut :

1. Tingkat pendidikan
2. Pengalaman kerja
3. Tanggung jawab dan kedudukan.
4. Keahlian
5. Pengabdian pada perusahaan (lamanya bekerja).

Berdasarkan kriteria di atas, karyawan akan menerima gaji sesuai dengan status kepegawaiannya. Status kepegawaiannya dibagi menjadi 3 bagian, yaitu :

1. Karyawan reguler

Karyawan reguler adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) dan mendapat gaji bulanan berdasarkan kedudukan, keahlian dan masa kerjanya.

2. Karyawan borongan

Karyawan borongan adalah pekerja yang dipergunakan oleh pabrik bila diperlukan saja, misalnya bongkar muat barang dan lain-lain. Pekerja ini menerima upah



14	Kepala Seksi Mutu & Lab	1
15	Kepala Seksi Pengendalian Proses	1
16	Kepala Seksi Produksi	1
17	Kepala Seksi Gudang	1
18	Kepala Seksi Market & Riset	1
19	Kepala Seksi Penjualan	1
20	Kepala Seksi Promosi	1
21	Kepala Seksi Pembukuan & Keuangan	1
22	Kepala Seksi Penyediaan & Pembelian	1
23	Kepala Seksi Ketenagakerjaan	1
24	Kepala Seksi Personalia	1
25	Kepala Seksi Humas	1
26	Kepala Seksi Keamanan	1
27	Karyawan Seksi Bengkel & Perawatan	12
28	Karyawan Seksi Utilitas	15
29	Karyawan Seksi Mutu & Lab	10
30	Karyawan Seksi Pengendalian Proses	8
31	Karyawan Seksi Produksi/Proses	56
32	Karyawan Seksi Gudang	6
33	Karyawan Seksi Market & Riset	6
34	Karyawan Seksi Penjualan	8
35	Karyawan Seksi Promosi	8
36	Karyawan Seksi Pembukuan & Keuangan	9

$$= 112 \text{ orang tiap jam per shift}$$

1 shift = 8 jam, sehingga jumlah karyawan per shift adalah:

$$\text{Jumlah Karyawan} = 112 \text{ orang tiap jam per shift} : 8 \text{ jam}$$

$$= 14 \text{ orang per shift}$$

Karena karyawan shift terdiri atas 4 regu, yaitu 3 regu bekerja dan 1 regu libur, maka :

$$\text{Jumlah karyawan proses keseluruhan} = 14 \text{ orang hari/shift} \times 4 \text{ regu}$$

$$= 56 \text{ orang setiap hari (untuk 4 regu).}$$

Total karyawan = jumlah tenaga shift + jumlah tenaga operasional

$$= 170 + 56$$

$$= 226 \text{ orang}$$

Perincian kebutuhan tenaga kerja dapat dilihat pada tabel 10.2

Tabel 10.2. Perincian Kebutuhan Tenaga Kerja Pabrik Maleat Anhidrida

No.	Jabatan	Jumlah
1	Dewan komisaris	2
2	Direktur Utama	1
3	Litbang	2
4	Direktur Produksi & Teknik	1
5	Direktur Keuangan dan Administrasi	1
6	Kepala Bagian Produksi	1
7	Kepala Bagian Teknik	1
8	Kepala Bagian Pemasaran	1
9	Kepala Bagian Keuangan	1
10	Kepala Bagian SDM	1
11	Kepala Bagian Umum	1
12	Kepala Seksi Bengkel & Perawatan	1
13	Kepala Seksi Utilitas	1

- k. Seksi Logistik : Diploma / SMU / SMK
- l. Dokter : Sarjana Kedokteran
- m. Seksi Kebersihan : SLTP
- 9. Karyawan : Diploma (D₃) SMU / SMK.

10.8 Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Perhitungan jumlah tenaga operasional didasarkan pada pembagian proses yang ada. Pada pra rencana Pabrik Maleat anhidrida, proses yang dilakukan terbagi dalam beberapa tahap, yaitu:

- a. Proses Utama
 - 1. Penyiapan bahan baku
 - 2. Tahap Reaksi
 - 3. Tahap Pemisahan
 - 4. Tahap Penanganan Produk
- b. Tahap penambahan atau pembantu
 - 1. Laboratorium
 - 2. Utilitas, terdiri dari:

Terdapat 6 tahap proses yang membutuhkan tenaga operasional. Dengan kapasitas 50.000 ton/tahun dan beroperasi dalam 330 hari/tahun, maka kebutuhan karyawan proses yang dapat dihitung adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas produksi} &= (50.000 \text{ ton/th}) / (330 \text{ hari/tahun}) \\
 &= 151,5151 \text{ ton/hari.} \\
 &= 152 \text{ ton/hari.}
 \end{aligned}$$

Dari data diatas, diperoleh jumlah karyawan yang dibutuhkan adalah 45 orang tiap jam per hari tiap tahap proses. (*fig.6.8 Timmerhaus hal:213, thn 1991, edisi 5*)

Tahap proses sebanyak 6 tahap, maka:

$$\begin{aligned}
 \text{Karyawan Proses} &= 56 \text{ orang} \times 6 \text{ tahap} \\
 &= 336 \text{ orang tiap jam per hari}
 \end{aligned}$$

Dalam satu hari terdapat 3 shift (1 shift = 8 jam), sehingga jumlah karyawan pershift adalah:

$$\text{Jumlah Karyawan} = 336 \text{ orang tiap jam per hari} : 3 \text{ shift/hari}$$

10.7. Penggolongan Dan Tingkat Pendidikan Karyawan

Penggolongan dan tingkat pendidikan karyawan berdasarkan tingkat kedudukan dalam struktur organisasi Pra Rencana Pabrik Maleat anhidrida (gambar 10.1) yaitu sebagai berikut:

1. Direktur Utama : Sarjana Teknik Kimia Strata 2
2. Direktur Teknik dan Produksi : Sarjana Teknik Kimia Strata 2
3. Direktur Keuangan dan Administrasi : Sarjana Ilmu Administrasi (FIA) dan Sarjana Ekonomi Strata 2
4. Sekertaris Direktur : Sarjana Administrasi
5. Manager
 - a. Plant Manager : Sarjana Teknik Kimia Strata2
 - b. Office Manager : Sarjana Ilmu Administrasi (FIA) Strata 2
6. Penelitian dan Pengembangan : Sarjana Kimia (MIPA), T. Kimia, Ekonomi
7. Kepala Bagian
 - a. Bagian Produksi : Sarjana Teknik Kimia
 - b. Bagian Teknik : Sarjana Teknik Mesin
 - c. Bagian Keuangan : Sarjana Ekonomi
 - d. Bagiam Pemasaran : Sarjana ekonomi- manajemen
 - e. Bagian Umum : Sarjana Psikologi Industri
8. Kepala Seksi
 - a. Seksi Proses : Sarjana Teknik Kimia
 - b. Seksi Gudang : (D₃) Teknik Kimia
 - c. Seksi Utilitas : Sarjana Teknik Mesin, Teknik Elektro
 - d. Seksi Bengkel dan Perawatan : Sarjana Teknik Mesin
 - e. Seksi QC. dan Laboratorium : Sarjana Teknik Kimia, Kimia (MIPA)
 - f. Seksi Penjualan dan Pembelian : Sarjana Ekonomi dan Promotion
 - g. Seksi Humas dan Personalia : Sarjana Psikologi dan Hukum
 - h. Seksi Administrasi Keuangan : Sarjana Ilmu Administrasi (FIA)
 - i. Seksi Keamanan dan Keselamatan : Diploma / SMU / SMK
 - j. Seksi Pengendalian : Sarjana Teknik Mesin, Teknik Elektro

b. Fasilitas

Fasilitas yang diberikan berupa seragam kerja untuk karyawan, perlengkapan keselamatan kerja (misal helm, sarung tangan, sepatu boot, kaca mata pelindung dan lain-lain), antar jemput bagi karyawan, kebdaraan dinas, tempat tinggal dan lain-lain.

c. Pengobatan

Untuk pengobatan dan perawatan pertama dapat dilakukan di poliklinik perusahaan dan diberikan secara cuma-cuma kepada karyawan yang membutuhkan dengan ketentuan sebagai berikut:

- Untuk pengobatan dan perawatan yang dilakukan pada rumah sakit yang telah ditunjuk akan diberikan secara cuma-cuma.
- Karyawan yang mengalami kecelakaan atau terganggu kesehatannya dalam menjalankan tugas perusahaan, akan mendapatkan penggantian ongkos pengobatan penuh.

d. *Insentive* atau bonus

Insentive diberikan dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas dan merangsang gairah kerja karyawan. Besarnya *insentive* ini dibagi menurut golongan dan jabatan. Pemberian *intensive* untuk golongan pelaksana operasi (golongan kepala seksi kebawah) diberikan setiap bulan sedangkan untuk golongan di atasnya diberikan pada akhir tahun produksi dengan melihat besarnya keuntungan dan target yang dicapai.

e. 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 sekitar 3 bulan bagi tenaga kerja wanita.
- Cuti untuk keperluan dinas atas perintah atasan berdasarkan kondisi tertentu perusahaan.

Jadwal kerja dibagi dalam empat minggu dan empat kelompok (regu). Setiap kelompok kerja akan mendapat libur satu kali dari tiga kali shift. Jadwal kerja karyawan shift dapat dilihat pada tabel 10.1

Tabel 10.1. Jadwal Kerja Karyawan Pabrik

REGU	HARI											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
II	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S
III	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M
IV	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P

Karena kemajuan suatu pabrik atau perusahaan tergantung pada kedisiplinan karyawannya, maka salah satu cara untuk menciptakan kedisiplinan adalah dengan melakukan absensi. Dari mulai direktur utama sampai karyawan kebersihan diberlakukan absensi setiap kerjanya yang nantinya dapat menjadi pertimbangan dalam meningkatkan karier karyawan.

10.6. Jaminan Sosial

Jaminan sosial adalah jaminan yang diterima oleh pihak karyawan jika terjadi sesuatu hal yang bukan karena kesalahannya menyebabkan dia tidak dapat melakukan pekerjaan.

Jaminan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan adalah:

a. Tunjangan

- Tunjangan diluar gaji pokok, diberikan kepada tenaga kerja tetap berdasarkan prestasi yang telah dilakukannya dan lama pengabdianya kepada perusahaan tersebut.
- Tunjangan lembur yang diberikan kepada tenaga kerja yang bekerja di luar jam kerja yang telah ditetapkan (khusus tenaga kerja shift)

10.5. Jadwal dan Jam kerja

Pabrik maleat anhidrida direncanakan beroperasi 330 hari dalam setahun dan 24 jam per hari, sisa harinya digunakan untuk pembersihan serta perbaikan dan perawatan peralatan proses produksi, atau dikenal dengan istilah *shut down*.

Pengaturan jam kerja harus disesuaikan dengan peraturan pemerintah yaitu jumlah jam kerja untuk karyawan adalah 40 jam dalam satu minggu, yang dibedakan dalam dua bagian yaitu:

a. Untuk pegawai non shift

Bekerja selama 6 hari dalam seminggu (total kerja 40 jam per minggu) sedangkan hari minggu dan hari besar libur. 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 atau yang bekerja di pabrik dengan jenis pekerjaan tidak kontinu.

Ketentuan jam kerja adalah sebagai berikut:

- Senin – Kamis

Pagi : 08.00 – 12.00 (Istirahat 12.00 – 13.00)

Siang : 13.00-16.00

- Jum'at

Pagi : 08.00 - 11.30 (Istirahat 11.30 – 13.00)

Siang : 13.00 – 16.00

- Sabtu

Setengah hari : 08.00 – 13.00

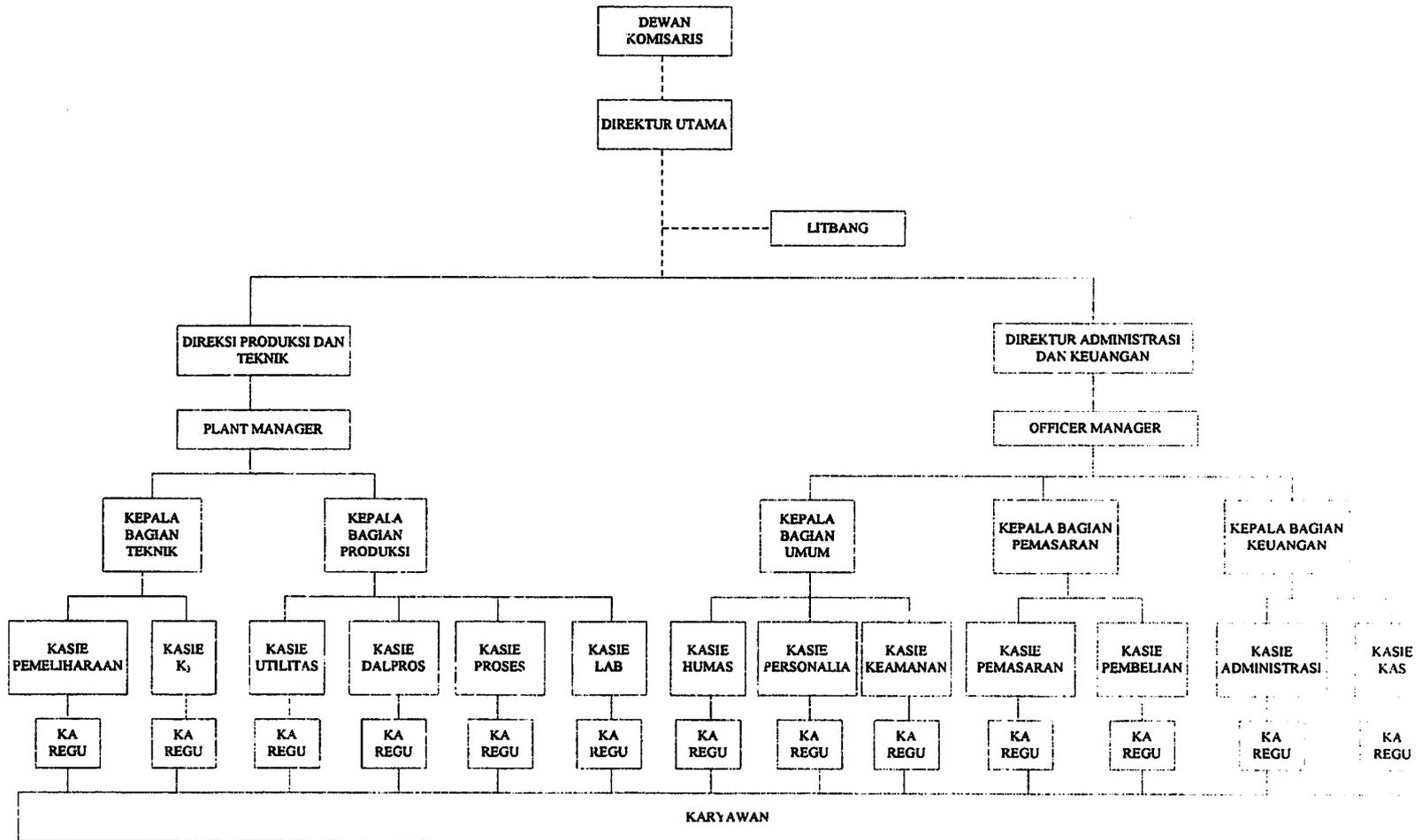
b. Untuk pegawai shift

Sehari bekerja 24 jam, yang terbagi dalam 3 shift. Karyawan shift ini termasuk karyawan yang secara langsung menangani proses operasi pabrik, misalnya kepala shift, operator, karyawan-karyawan shift, gudang serta keamanan dan keselamatan kerja. Ketentuan jam kerja pegawai shift sebagai berikut:

Shift I : 07.00 – 15.00

Shift II : 15.00 – 23.00

Shift III : 23.00 – 07.00



Gambar 10.1. Struktur Organisasi Pabrik Maleat Anhidrida

e. Kepala bagian keuangan

Bertanggung jawab untuk merencanakan dan mengawasi keluar masuknya arus uang dari perusahaan. Seksi-seksi yang dibawahnya meliputi :

Seksi administrasi, yang bertugas sebagai :

- Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan serta masalah perpajakan

Seksi kas, yang bertugas sebagai :

- Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengatur uang dan membuat ramalan tentang keuangan masa depan

f. Litbang

Research and Development terdiri atas ahli-ahli sebagai pembantu direktur dan bertanggung jawab kepada direktur.

Research and Development membawahi duadepartemen :

- Departemen pemeliharaan
- Departemen pengembangan

Tugas dan wewenang :

- Mempelajari mutu produk
- Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat-alat pengembang produksi
- Mengadakan penelitian pemasaran produk kesuatu tempat
- Mempertinggi efisiensi kerja

g. Kepala regu

Kepala regu adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur para kepala seksi masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimal dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala regu bertanggung jawab terhadap kepala seksi masing-masing sesuai dengan seksinya.

Struktur organisasi perusahaan dapat dilihat pada gambar 10.1.

Seksi utilitas, yang bertugas sebagai :

- Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air, uap air dan tenaga listrik

c. Kepala bagian pemasaran

Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi. Kepala bagian pemasaran membawahi :

Seksi pembelian, yang bertugas sebagai :

- Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan pemasaran
- Mengetahui harga pasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang

Seksi pemasaran, yang bertugas sebagai :

- Merencanakan strategi hasil produksi
- Mengatur distribusi hasil produksi dan gudang

d. Kepala bagian umum

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan. Seksi-seksi yang dibawahnya meliputi :

Seksi personalia, yang bertugas sebagai :

- Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antar pekerja dan lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya
- Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi untuk menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis

Seksi humas, yang bertugas sebagai :

- Mengadakan hubungan baik dengan masyarakat sekitar perusahaan maupun dengan pemerintah

Seksi keamanan, yang bertugas sebagai :

- Menjaga semua bagian pabrik dan fasilitas perusahaan
- Mengawasi keluar masuknya orang-orang bahkan karyawan maupun bukan karyawan dilingkungan perusahaan

- Melakukan tugas tugas yang diberikan oleh direktur

5. Kepala bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian terdiri dari:

a. Kepala bagian produksi

Bertanggung jawab kepadadirektur produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi. Kepala bagian produksi membawahi :

Seksi proses, yang bertugas sebagai :

- Mengawasi jalannya proses dan produksi
- Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang

Seksi pengendalian, yang bertugas sebagai :

- Mengawasi hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada

Seksi laboratorium, yang bertugas sebagai :

- Mengawasi dan menganalisa mutu serta bahan pembuatan
- Mengawasi dan menganalisa mutu produksi
- Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan bagian pabrik
- Membuat laporan berkala kepada biro produksi

b. Kepala bagian teknik

Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang peralatan. Kepala bagian teknik membawahi :

Seksi pemeliharaan, yang bertugas sebagai :

- Melaksanakan pemeliharaan dan memperbaiki fasilitas gedung dan peralatan proses

Seksi perawatan, yang bertugas sebagai :

- Merawat, memelihara gedung, taman, dan peralatan proses termasuk utilitas
- Memperbaiki peralatan yang rusak dan mempersiapkan suku cadangnya, agar peralatan tersebut dapat dipergunakan lagi dalam proses produksi

3. Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan eksekutif tertinggi di perusahaan dimana dalam menjalankan tugas sehari-hari dibantu oleh direktur teknik dan direktur administrasi.

Tugas dan wewenang direktur utama antara lain :

- Melaksanakan policy perusahaan dan mempertanggung jawabkan kepada pemegang saham pada masa akhir jabatannya
- Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan membantu kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan
- Memegang dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan dari RUPS
- Bekerjasama dengan direktur produksi, direktur keuangan dan umum dalam menjalankan perusahaan

Tugas direktur teknik dan produksi antara lain :

- Bertanggung jawab pada direktur utama pada bidang produksi, teknik dan pemasaran
- Mengkoordinir, mengatur serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya

Tugas direktur keuangan dan umum antara lain :

- Bertanggung jawab kepada direktur utama pada bidang keuangan serta pelayanan umum
- Mengkoordinir dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya

4. Manager

Didalam pabrik biasanya ada dua manager yaitu : manager pabrik (plant manager) dan manager kantor (office manager) dimana tugas masing-masing manager adalah :

Tugas plant manager :

- Bertanggung jawab kepada direktur teknik dan produksi
- Mengkoordinir dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala biro
- Melakukan tugas tugas yang diberikan oleh direktur

Tugas office manager :

- Bertanggung jawab kepada direktur administrasi
- Mengkoordinir dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala biro

Pra Rencana Pabrik Maleat Anhidrida ini, yaitu menggunakan system organisasi garis dan staff. Pembagian tanggung jawab dan wewenang berdasarkan departementasi. Pada setiap departemen dibagi lagi menjadi bagian-bagian yang lebih kecil lagi yaitu divisi. Selanjutnya setiap divisi dibagi menjadi unit-unit.

Setiap departemen dipimpin oleh seorang manejer yang dibantu oleh asisten manejer, sedangkan untuk divisi dikepalai oleh seorang divisi manejer yang dibantu oleh asisten divisi manejer.

10.4. Tugas dan Tanggung Jawab Organisasi

1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah pemilik perusahaan dimana jumlah modal yang dimiliki, tergantung atau sebatas besarnya saham yang dimiliki, sedangkan kekayaan pribadi pemegang saham tidak bisa dijamin atas hutang-hutang perusahaan. Kekuasaan tertinggi berada pada pemegang saham yang akan memilih direktur dan dewan komisaris dalam rapat umum pemegang saham (RUPS) serta menentukan besarnya gaji direktur tersebut. Dalam rapat umum tersebut. Dalam rapat umum tersebut, para pemegang saham mempunyai wewenang untuk :

- Mengangkat dan memperhatikan dewan komisaris
- Mengangkat dan memberhentikan dewan direksi
- Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca untung rugi tahunan

2. Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan badan kekuasaan tertinggi dalam perusahaan yang bertindak sebagai wakil pemegang saham yang diangkat menurut ketentuan yang ada dalam perjanjian dan dapat diberhentikan setiap waktu dalam RUPS. Apabila melakukan tindakan yang bertentangan dengan anggaran dasar perseroan tersebut. Tugas dewan komisaris antara lain :

- a. Menentukan kebijaksanaan perusahaan
- b. Mengevaluasi dan mengawasi hasil yang diperoleh perusahaan
- c. Memberikan nasehat kepada direktur bila direktur ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan
- d. Menyetujui atau menolak rancangan yang diajukan direktur.

pemegang saham hanya mungkin menderita kerugian sebesar jumlah yang ditanamkan pada PT yang bersangkutan.

- c. Kemungkinan terhimpun modal yang besar dan mudah yaitu dengan membagi modal atas sejumlah saham-sahamnya. PT dapat menarik modal dari banyak orang.
- d. Kehidupan PT lebih terjamin karena tidak berpengaruh oleh berhentinya salah seorang pemegang saham, direktur atau karyawan. Ini berarti suatu PT mempunyai potensi hidup lebih permanen dari bentuk perusahaan lainnya.
- e. Adanya efisiensi dalam perusahaan. Tiap bagian dalam PT dipegang oleh orang yang ahli dalam bidangnya. Tiap orang atau tiap bagian mempunyai bagian dengan tugas yang jelas, sehingga ada dorongan untuk mengerjakan dengan sebaik-baiknya.

10.3. Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi yang digunakan pada pabrik maleat anhidrida ini adalah sistem garis dan staf. Alasan pemilihan sistem garis dan staf adalah:

- a. Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi terus menerus.
- b. Terdapat satu kesatuan pimpinan dan perintah sehingga disiplin kerja lebih baik.
- c. Sering digunakan dalam perusahaan yang memproduksi secara massal.
- d. Masing-masing kepala bagian/ manager secara langsung bertanggung jawab atas aktivitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan.
- e. 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 staff ahli yang bertugas memberikan saran kepada direktur.

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

- a. Dapat digunakan oleh setiap organisasi besar, apapun tujuannya, betapapun luas tugasnya dan betapapun kompleks susunan organisasinya.
- b. Pengambilan keputusan yang sehat lebih mudah dapat diambil, karena adanya staff ahli.
- c. Perwujudan "the right man in the right place" lebih mudah dilaksanakan.

Dari kelebihan- kelebihan sistem organisasi garis dan staff diatas maka dapat dipakai sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan system organisasi perusahaan pada

BAB X

STRUKTUR ORGANISASI

Dalam menciptakan suatu pengelolaan perusahaan agar mencapai sasaran secara efektif dan hasil produksi yang tinggi, maka harus diperhitungkan elemen dasar yang diperlukan dalam suatu perusahaan sebagai alat pelaksana.

Elemen dasar itu terdiri dari:

- a. Manusia (man)
- b. Bahan (material)
- c. Mesin (machine)
- d. Metode (method)
- e. Uang (money)
- f. Pasar (market)

Elemen dasar tersebut menjadi faktor utama untuk menjalankan suatu perusahaan mencapai tujuannya secara bersama-sama dalam organisasi perusahaan.

10.1. Dasar Perusahaan

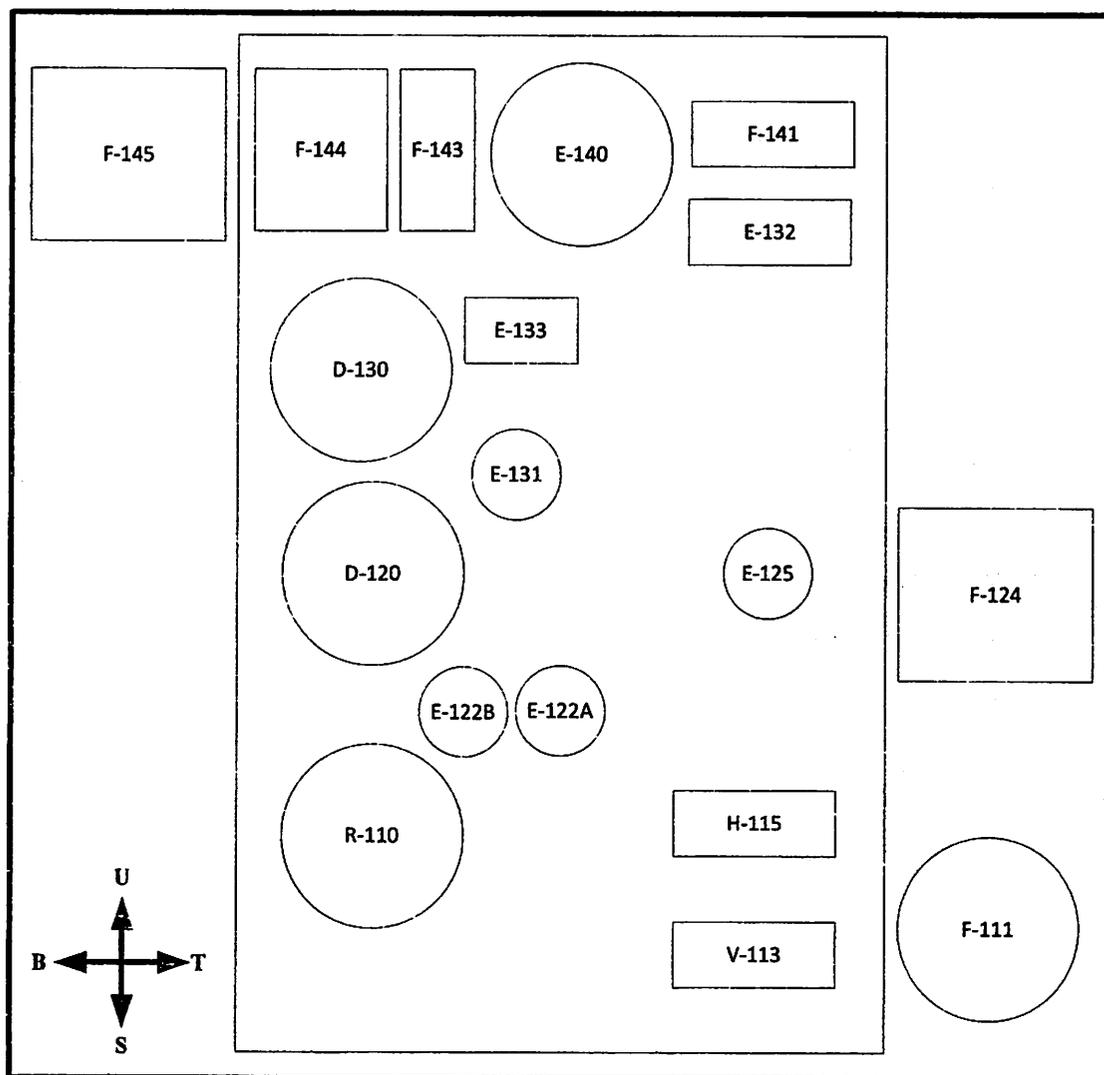
Bentuk perusahaan	: Perseroan Terbatas
Lokasi pabrik	: Bontang, Kalimantan Timur
Lapangan usaha	: Memproduksi maleat anhidrida dari n-butana
Kapasitas produksi	: 50.000 ton/tahun
Status perusahaan	: Swasta
Status investasi	: Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN)

10.2. Bentuk perusahaan

Pabrik Maleat Anhidrida ini direncanakan berstatus perusahaan swasta nasional yang berbentuk perseroan terbatas (PT), bentuk ini digunakan dengan alasan:

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

- d. Storage solvent (F-124)
 - e. Heater solvent (E-125)
 - f. Heater produk bawah absorber (E-131)
 - g. Stripper (D-130)
 - h. Reboiler (E-133)
 - i. Kondensor (E-132)
 - j. Bin (F-141)
 - k. Drum flaker (E-140)
4. Tahap pengepakan
- a. Hopper (F-144)
 - b. Packing (P-145)
 - c. Gudang Produk (F-146)



Gambar 9.2. Tata Letak Peralatan Pabrik Maleat anhidrida

Keterangan Gambar 9.2. :

1. Tahap persiapan bahan baku
 - a. Tangki n-butana (F-111)
 - b. Vaporizer (V-113)
 - c. Filter Udara (H-115)
2. Tahap reaksi
 - a. Reaktor (R-110)
3. Tahap Pemurnian
 - a. Cooler I (E-122A)
 - b. Cooler II (E-122B)
 - c. Kolom absorber (D-120)

b. Tata letak peralatan proses (proses layout)

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

– Aliran bahan baku dan produk

Pengaturan aliran bahan baku dan produk 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 lalu lintas karyawan.

– Aliran udara

Aliran udara disekitar area proses harus lancar agar tidak terjadi stagnasi udara pada tempat yang dapat menyebabkan akumulasi bahan kimia berbahaya sehingga mengancam keselamatan kerja

– Pencahayaan

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

– Lalu lintas manusia

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

– Efektif dan efisien

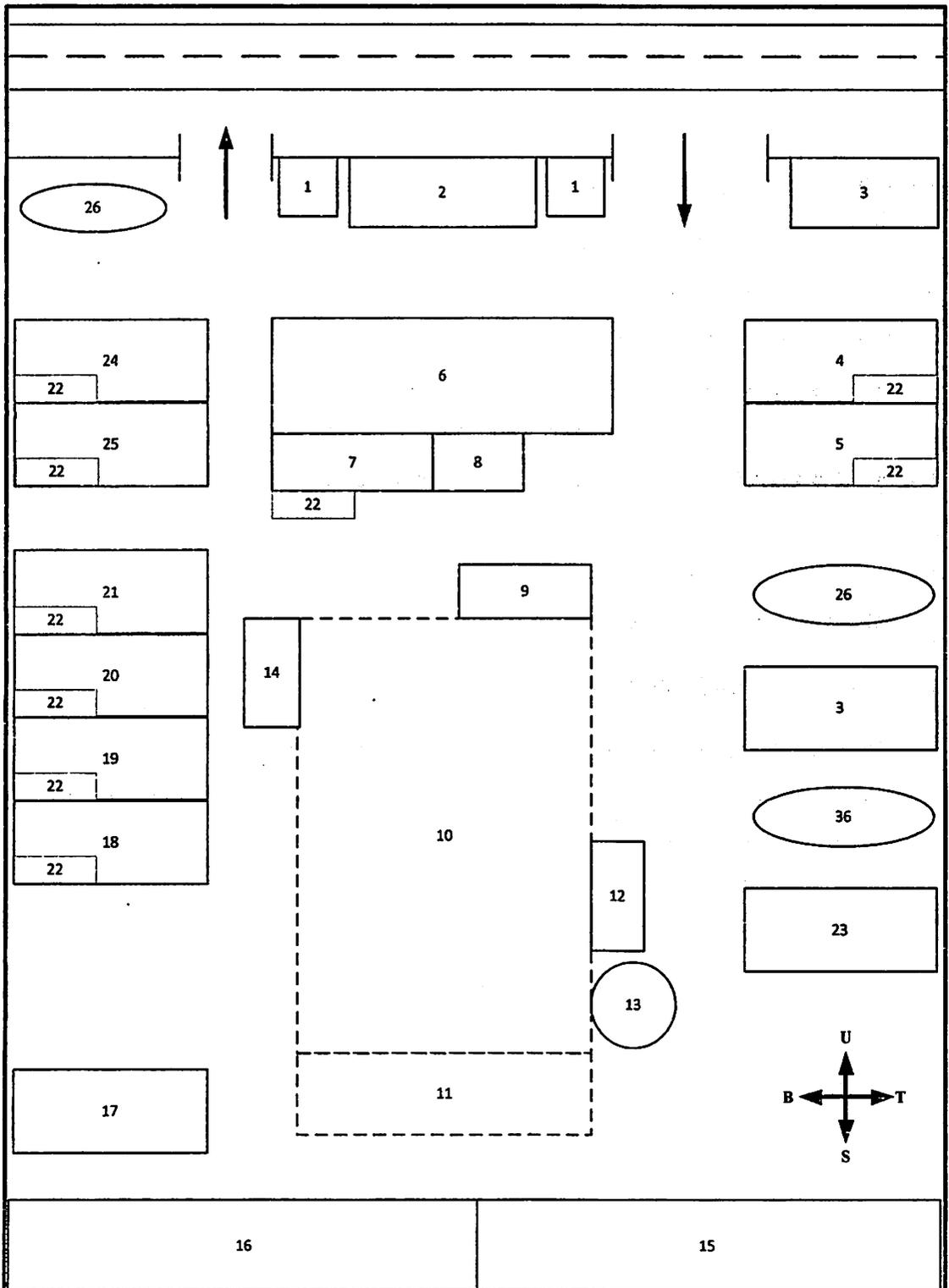
Penempatan alat-alat proses diusahakan agar dapat menekan biaya operasi tapi sekaligus menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomis.

– 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 9.3.

3. Parkir kendaraan karyawan
4. Aula
5. Perpustakaan
6. Perkantoran administrasi
7. Perkantoran produksi
8. Ruang kontrol
9. Laboratorium
10. Area proses produksi
11. Area perluasan pabrik
12. Storage solvent
13. Area penyimpanan bahan baku
14. Area penyimpanan produk
15. Area pengolahan limbah
16. Area pengolahan air
17. Pemadam kebakaran
18. Poliklinik
19. Koperasi
20. Kantin
21. Musholah
22. Toilet
23. Bengkel
24. Ruang timbang
25. Quality control
26. Taman
27. Jalan raya



Gambar 9.1. Tata Letak Banguna Pabrik Maleat anhidrida

Keterangan Gambar 9.1. :

1. Pos keamanan
2. Parkir kendaraan tamu

BAB IX

TATA LETAK

9.1. Letak Pabrik (print layout)

Plant Layout Pra Rencana Pabrik Maleat Anhidrida disusun dan direncanakan secara matang sebelum pembangunan infrastruktur pabrik seperti perpipaan, listrik dan peralatan proses yang dilakukan 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 dua bagian besar, yaitu :

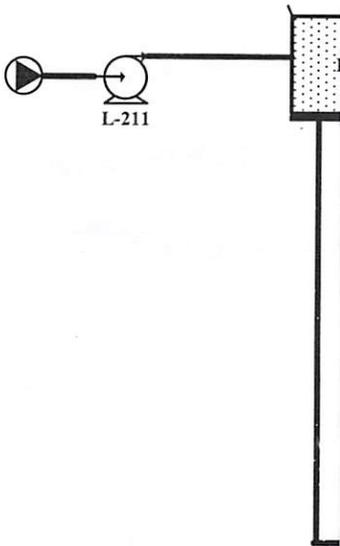
- a. Tata ruang pabrik (plant layout)
- b. Tata letak peralatan proses (proses layout)

a. Tata ruang pabrik (plant layout)

Tata letak pabrik merupakan suatu peletakan bangunan dan peralatan dalam pabrik, yaitu meliputi areal proses, areal penyimpanan serta areal material handling sedemikian rupa sehingga pabrik bisa beroperasi secara efektif dan efisien. Beberapa hal khusus yang perlu diperhatikan dalam pengaturan tata ruang pabrik (Plant Layout) maleat anhidrida adalah :

- Adanya ruang yang cukup untuk pengaturan pekerja dan pemindahan barang-barang
- Bentuk dari kerangka bangunan, pondasi, dinding serta atap
- Distribusi secara ekonomis dari kebutuhan steam, air, listrik dan lain sebagainya
- Kemungkinan perluasan dimasa datang
- Kemungkinan timbulnya bahaya-bahaya seperti kebakaran, ledakan, timbulnya gas-gas dan lain sebagainya
- Masalah penyaluran zat-zat buangan pabrik
- Penerangan ruangan

Tata ruang pabrik Maleat Anhidrida dapat dilihat pada Gambar 9.1.



No.	Keterangan	Jumlah (kg/jam)
1.	Air Pendingin	134.990,0168
2.	Air Umpan Boiler	31.511,7709
3.	Air Sanitasi	1.181,3743
Jumlah		167.683,1620

23	F-243	BAK AIR SANITASI	1
22	L-242	POMPA BAK AIR SANITASI	1
21	F-241	BAK KLOORINASI	1
20	L-236	POMPA MOLTEN SALT	1
19	F-235	TANGKI MOLTEN SALT	1
18	E-234	COOLER MOLTEN SALT	1
17	L-233	POMPA COOLER MOLTEN SALT	1
16	L-232	POMPA AIR PENDINGIN	1
15	F-231	BAK AIR PENDINGIN	1
14	P-230	COOLING TOWER	1
13	Q-220	BOILER	1
12	L-225	POMPA BOILER	1
11	F-224	BAK BOILER FEED WATER	1
10	D-223	DEAERATOR	1
9	L-222	POMPA DEAERATOR	1
8	F-221	BAK AIR LUNAK	1
7	L-213C	POMPA BAK KLOORINASI	1
6	L-213B	POMPA BAK PENDINGIN	1
5	L-213A	POMPA KATION EXCHANGER	1
4	F-212	BAK AIR BERSIH	1
3	L-211	POMPA AIR KAWASAN	1
2	D-210B	ANION EXCHANGER	1
1	D-210A	KATION EXCHANGER	1
No.	KODE	KETERANGAN	JUMLAH

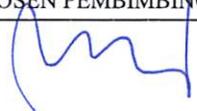
Jurusan Teknik kimia
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang

FLWSHEET
UNIT PENGOLAHAN AIR PRA RENCANA PABRIK
MALEAT ANHIDRIDA DARI N-BUTANA DENGAN PROSES
OKSIDASI kapasitas 50.000 ton/tahun

DIRANCANG OLEH

DOSEN PEMBIMBING


JEANNE FRANSISKA WIJAYA NIM.1114010
TIVANI SIMANJUNTAK NIM.1114028


IP. HARIMBI SETYAWATI, MT.

- Flash point = 38 °C (100 °F)
- Pour point = -6 °C (21,2 °F)
- Densitas = 880,9867 kg/m³
- Heating value = 19.000 Btu/lb

8.5. Pengolahan Limbah

Pada pra-rencana Pabrik Maleat Anhidrida ini memiliki kepedulian terhadap lingkungan disekitarnya. Bentuk kepedulian tersebut antara lain diwujudkan melalui pemantauan analisa mengenai dampak lingkungan, menyusun rencana pengelolaan lingkungan dan rencana pemantauan lingkungan.

Limbah yang dihasilkan dari pabrik Maleat Anhidrida adalah Limbah Gas.

Limbah gas yang dihasilkan berasal dari reaksi pembakaran di reaktor yang kemudian dipisahkan di kolom absorber. Untuk mengatasinya, asap yang dihasilkan dilewatkan melalui sebuah cerobong yang cukup tinggi dan disemprot dengan air untuk menangkap abu dan gas yang berbahaya, sehingga tidak mengganggu lingkungan dan masyarakat sekitarnya.

b. Pengolahan air umpan boiler

Untuk kebutuhan air umpan boiler dipakai air dari bak air lunak (F-221) yang melalui treatment lanjutan. Air lunak tersebut dipompakan oleh pompa air lunak (L-222) ke deaerator (D-223) untuk menghilangkan gas impurities pada air umpan boiler dengan sistem pemanasan. Dari deaerator air ditampung dalam bak Boiler Feed Water (F-224), kemudian diumpankan ke boiler (Q-220) dengan pompa ke boiler (L-225). Steam yang dihasilkan boiler didistribusikan ke peralatan dan kondensat yang dihasilkan direcycle ke bak air lunak (F-221)

c. Pengolahan air sanitasi

Air dari bak air bersih (F-212) dialirkan oleh pompa air bersih (L-213c) menuju bak klorinasi (F-141) dan ditambahkan desinfektan klor (Cl_2) sebanyak 1 ppm yang diinjeksikan langsung kedalam pipa. Dari bak klorinasi, air dialirkan menuju bak air sanitasi (F-243) dengan menggunakan pompa (L-242) dan siap digunakan sebagai air sanitasi.

8.3. Unit Penyediaan Tenaga Listrik

Tenaga listrik didalam Pra Rencana Pabrik Maleat Anhidrida dari N-butana dipergunakan untuk menggerakkan motor, penerangan, instrumentasi dan lainnya. Kebutuhan tenaga listrik Pabrik Maleat Anhidrida bisa dipenuhi dengan cara menggunakan generator listrik yang digerakkan oleh turbin uap dan dibantu oleh PLN. Listrik yang dibutuhkan pada Pra Rencana Pabrik Maleat Anhidrida adalah 1.519,7051 kWH. Sedangkan apabila listrik mati, maka digunakan dua generator AC bertenaga diesel berkekuatan 2.027 kW sebagai *back up*.

8.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan pada pabrik, yaitu pada generator. Bahan bakar yang digunakan adalah diesel oil untuk generator. Pemilihan jenis bahan bakar yang digunakan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

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

Dari fig, 9.9 Perry 6th ed, didapat :

Total kebutuhan air sanitasi untuk pra-rencana Pabrik Maleat Anhidrida ini sebesar 1.181,3743 kg/jam.

8.2.3. Air Pendingin

Air berfungsi sebagai media pendingin pada alat perpindahan panas. Hal ini disebabkan karena:

- Air merupakan materi yang mudah didapat
- Mudah dikendalikan dan dikerjakan
- Dapat menyerap panas
- Tidak mudah menyusut karena pendinginan
- Tidak mudah terkondensasi

Air pendingin tersebut digunakan pada Cooler I (E-122A), Cooler II (E-122B), Kondensor (E-132) dan Drum Flaker (E-140). Air pendingin yang disediakan dengan excess 10% sebagai pengganti steam yang hilang yang diperkirakan karena adanya kebocoran akibat transmisi. Sehingga kebutuhan air pendingin adalah sebanyak 134.990,0168 kg/jam.

Proses Pengolahan Air Pada Unit Pengolahan Air

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

Proses pengolahan air sungai tersebut adalah sebagai berikut:

Air kawasan dengan kapasitas 167.694,1620 kg/jam dipompa dengan pompa (L-211) dan ditampung dalam ke bak air bersih (F-212) dan dipompa dengan pompa (L-213a, L-213b, L-213c) menuju tempat pengolahan sesuai dengan fungsinya masing-masing, yaitu :

a. Pengolahan air pendingin

Untuk memenuhi kebutuhan air pendingin, aliran kedua dari pompa air bersih (L-213b) mengalirkan air pendingin dari bak air bersih (F-212) ke bak air pendingin (F-231) kemudian didistribusikan ke peralatan dengan pompa (L-232) dan didistribusikan ke cooler molten salt dengan pompa (L-23) . Setelah digunakan, air direcycle ke cooling tower (P-230) dan selanjutnya dari cooling tower, air direcycle ke bak air pendingin (F-231) kembali.

- Zat – zat yang menyebabkan busa, yaitu zat organik, anorganik dan zat – zat tak larut dalam jumlah yang besar.

Untuk memenuhi persyaratan tersebut dan untuk mencegah kerusakan pada boiler, maka air umpan boiler harus diolah terlebih dahulu sebelum digunakan melalui:

- Demineralisasi, untuk menghilangkan ion – ion pengganggu.
- Deaerator, untuk menghilangkan gas – gas terlarut.

8.2.2. Air Sanitasi

Air sanitasi yang diperlukan digunakan untuk keperluan laboratorium, kantor, untuk konsumsi mandi, mencuci, taman dan lain-lain.

Syarat yang harus dipenuhi sebagai air sanitasi, yaitu:

1. Syarat fisika

- Tidak berwarna dan tidak berbau
- Tidak berbusa
- Mempunyai suhu dibawah suhu udara
- Kekeruhan kurang dari 1 ppm SiO₂
- pH netral

2. Syarat kimia

- Tidak beracun
- Tidak mengandung zat-zat organik maupun zat anorganik yang tidak larut dalam air, seperti PO₄³⁻, Hg, Cu dan sebagainya

3. Syarat bakteriologis

- Tidak mengandung bakteri terutama bakteri patogen yang dapat merubah sifat-sifat fisik air.

Kebutuhan air sanitasi pada Pra Rencana Pabrik Maleat Anhidrida ini adalah :

1. Untuk kebutuhan karyawan

Menurut standar WHO kebutuhan air untuk tiap orang = 60 L/hari/orang

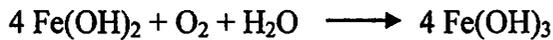
2. Untuk laboratorium dan taman.

Direncanakan kebutuhan air untuk taman dan laboratorium adalah sebesar 50% dari kebutuhan karyawan.

3. Untuk pemadam kebakaran dan cadangan air.

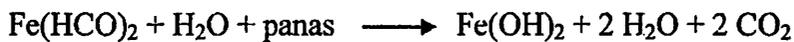
Air sanitasi untuk pemadam kebakaran dan air cadangan direncanakan sebesar 40% dari kebutuhan air untuk karyawan, laboratorium dan taman.

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



Adanya bikarbonat dalam air akan menyebabkan terbentuknya CO_2 , karena pemanasan dan adanya tekanan. CO_2 yang terjadi bereaksi dengan air menjadi asam karbonat. Asam karbonat akan bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Dengan adanya pemanasan (kalor), garam bikarbonat ini menjadi CO_2 lagi.

Reaksi yang terjadi :



Air untuk keperluan ini harus memenuhi syarat-syarat agar air tidak merusak boiler (ketel). Dari perry's edisi 6, hal 976 didapatkan bahwa air umpan boiler harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- Total padatan (*total dissolved solid*) = 3500 ppm
- Alkanitas = 700 ppm
- Padatan terlarut = 300 ppm
- Silika = 60 – 100 ppm
- Besi = 0,1 ppm
- Tembaga = 0,5 ppm
- Oksigen = 0,007 ppm
- Kepadatan = 0
- Kekeruhan = 175 ppm
- Minyak = 7 ppm
- Residu fosfat = 140 ppm

Selain harus memenuhi persyaratan tersebut diatas, a umpan broiler dan WHB harus bebas dari:

- Zat – zat yang menyebabkan korosi, yaitu gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3 .

diperkirakan karena adanya kebocoran akibat transmisi dan faktor keamanan sebesar 5%. Sehingga kebutuhan air umpan boiler adalah sebanyak 31.522,7709 kg/jam.

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

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

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler :

a. Tidak boleh berbuih (berbusa)

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

- Kesulitan pembacaan tinggi liquida dalam boiler
- Buih dapat menyebabkan percikan yang kuat yang mengakibatkan adanya solid-solid 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.

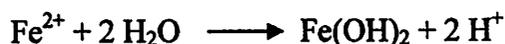
b. Tidak boleh membentuk kerak pada boiler

Kerak dalam boiler akan 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 organik, serta 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:



BAB VIII

UTILITAS

Unit utilitas merupakan salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang jalannya proses produksi dalam suatu industri kimia. Unit utilitas yang diperlukan pada Pra Rencana Pabrik Maleat Anhidrida adalah :

1. Molten salt sebagai penstabil suhu reaktor
2. Air yang berfungsi sebagai air pendingin, air umpan boiler dan air sanitasi
3. Steam sebagai media pemanas dalam proses produksi
4. Listrik yang berfungsi untuk menjalankan alat-alat produksi, utilitas dan untuk penerangan pabrik
5. Bahan bakar untuk mengoperasikan boiler dan generator

Dari kebutuhan unit utilitas yang diperlukan, maka utilitas tersebut dibagi menjadi 4 yaitu :

1. Unit penyediaan molten salt
2. Unit pengolahan air (*Water Treatment*)
3. Unit penyediaan tenaga listrik
4. Unit penyediaan bahan bakar

8.1. Unit Penyedia Molten Salt

Pada proses ini Molten Salt diperlukan sebagai pendingin dari reaksi eksotermis yang terjadi di dalam reaktor (R – 130). Jadi dengan adanya molten salt di daerah shell diharapkan kondisi operasi, khususnya kondisi temperatur dapat dijaga konstan. Kebutuhan molten salt yang diperlukan sebanyak 59.527,9179 kg/jam (termasuk make up untuk mengantisipasi kehilangan molten salt selama proses sirkulasi).

8.2. Unit Pengolahan Air

Berfungsi untuk memenuhi kebutuhan air baik ditinjau dari segi kuantitas maupun kualitasnya. Dari segi kualitas air merupakan jumlah kebutuhan air yang harus dipenuhi sedangkan segi kualitas air menyangkut syarat air yang harus dipenuhi.

8.2.1. Air Umpan Boiler

Air umpan boiler merupakan bahan baku pembuatan steam yang berfungsi sebagai media pemanas. Kebutuhan steam pada pabrik sebesar 15.682,6239 kg/jam. Air umpan boiler yang disediakan excess 10% sebagai pengganti steam yang hilang yang

operator kontrol. Semua karyawan harus menggunakan pelindung diri seperti topi pengaman, sarung tangan dan masker.

Untuk menghindari kerusakan alat seperti peledakan atau kebakaran maka pada alat-alat terutama perlu dipasang alat pengaman seperti safety valve, isolasi, dan pemadam kebakaran.

Selain itu bahaya terhadap kesehatan karyawan juga perlu diwaspadai. Umumnya berasal dari bahan baku, bahan yang harus diproses, dan produk. Karena itu diusahakan agar ruangan proses maupun ruangan lainnya memiliki ventilasi atau pertukaran udara yang sangat 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 kesehatan kerja pada pabrik Maleat Anhidrida

No.	Alat Pelindung	Lokasi Pengamanan
1.	Penutup telinga (spon)	Pekerja pada bagian proses
2.	Helm	Pekerja pada bagian proses, bahan baku, produk
3.	Masker	Pekerja pada bagian laboratorium dan lapangan
4.	Pemadam kebakaran	Seluruh unit proses

7.2.4. Bahaya listrik

Bahan pengoperasian maupun perbaikan instalasi listrik dapat ditanggulangi dengan selalu menggunakan alat pengaman yang disediakan pabrik, sehingga para pekerja dapat menjaga keselamatannya.

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- a. Peralatan yang penting seperti transformator diletakkan ditempat yang aman dan tersendiri
- b. Peralatan listrik dibawah tanah sebaiknya diberi tanda dengan jelas
- c. Semua bagian pabrik diberi penerangan yang cukup.

- c. Bahaya terhadap kesehatan
- d. Bahaya listrik

7.2.1. Bahaya kebakaran

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

Cara 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 ditempatkan tertutup dan jauh dari sumber api
- e. Pemasangan pipa air melingkar di seluruh lokasi pabrik
- f. Penyediaan air pemadam kebakaran di setiap bagian pabrik dan pemasangannya harus pada tempat yang mudah terjangkau
- g. Pengamanan dan pengontrol 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.

7.2.2. Bahaya mekanik

Bahaya mekanik biasanya disebabkan oleh pengerjaan konstruksi yang tidak memenuhi syarat yang berlaku dan adanya bahaya atau alat bergerak.

Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah kecelakaan adalah :

- a. Konstruksi harus mendapat perhatian
- 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.

7.2.3. Bahaya terhadap kesehatan

Untuk menjaga kesehatan dan keselamatan kerja 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

No.	Nama Alat	Kode Alat	Kode Instrumentasi
1.	Tangki Penampung N-butana	F-111	LI
2.	Vaporiser	V-113	TC
3.	Kompresor	G-114	PC
4.	Kompresor	G-116	PC
5.	Reaktor	R-110	TC, PC, RC
6.	Ekspander	G-121	PC
7.	Cooler I	E-122A	TC
8.	Cooler II	E-122B	TC
9.	Heater	E-125	TC
10.	Kolom Absorber	D-120	PC, FC
11.	Heater	E-131	TC
12.	Kolom Stripper	D-130	TC
13.	Kondensor	E-132	TC
14.	Flaker Drum	E-140	TC
15.	Packing	P-145	WC

7.2. Keselamatan Kerja

Pada suatu pabrik, keselamatan kerja merupakan faktor yang harus mendapat perhatian besar, sebab mengabaikan masalah ini dapat mengakibatkan terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan. Keselamatan kerja yang terjamin secara psikologis dapat membuat para pekerja yang terlibat didalamnya merasa aman dan tenang serta lebih berkonsentrasi pada pekerjaannya yang ditangani sehingga produktifitas juga meningkat.

Usaha untuk menjaga keselamatan kerja dan keamanan pabrik tidak hanya ditujukan pada manusianya saja, tetapi juga untuk menjaga peralatan yang ada didalam pabrik. Dengan terpilihnya 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

– Faktor ekonomi

Dengan adanya instrumentasi ini, diharapkan semua proses akan dapat berjalan dengan lancar sesuai dengan apa yang diharapkan.

Dalam perencanaan suatu pabrik, alat kontrol yang diperlukan adalah :

a. Indikator

Untuk mengetahui secara langsung kondisi operasi suatu daerah tertentu dari suatu peralatan.

b. Controller

Untuk mengendalikan suatu kondisi operasi dalam aliran proses pada harga yang telah ditentukan.

Pada pra rencana pabrik Maleat Anhidrida ini dipasang beberapa alat kontrol sebagai berikut :

1. Temperatur Controller (TC)

Alat ini dipasang pada vaporiser (V-113), reaktor (R-110), cooler I (E-122A), cooler II (E-122B), heater(E-125, E-131), stripper (D-130), kondensor (E-132), flaker drum (E-140) yang perlu pengaturan dan penjagaan suhu agar beroperasi pada temperatur konstan.

2. Pressure Controller (PC)

Dipasang pada alat kompresor (G-114, G-116), reaktor (R-110), ekspander (G-121), absorber (D-120), yang perlu pengaturan dan penjagaan tekanan agar beroperasi pada tekanan konstan.

3. Ratio Controller (RC)

Dipasang pada alat reaktro (R-110) untuk mengatur perbandingan antara dua aliran, agar sesuai dengan yang telah ditentukan.

4. Flow Controller (FC)

Alat ini dipasang pada absorber (D-120) dan stripper (D-130) untuk mengendalikan laju alir fluida melalui perpipaan sehingga aliran yang masuk keperalatan proses tetap konstan.

5. Weight Controller (WC)

Alat ini dipasang pada packing (P-144)

Secara keseluruhan, instrumentasi peralatan pabrik Maleat Anhidrida dapat dilihat pada tabel 7.1.

2. Proses otomatis

Sedangkan untuk pengaturan secara otomatis, peralatan instrumentasi dihubungkan dengan suatu alat kontrol. Tahapan proses tersebut antara lain:

a. Sensing element/ primary elemen

Merupakan elemen yang dapat mendeteksi adanya divariabel yang diukur.

b. Elemen pengukur

Merupakan elemen yang menerima keluaran di elemen primer dan melakukan pengukuran. Yang termasuk dalam elemen pengukuran adalah alat-alat petunjuk atau indicator dan alat-alat pencatat.

c. Elemen pengontrol

Merupakan elemen yang menunjukkan harga perubahan dari variabel yang dirasakan oleh sensing elemen dan diukur oleh elemen pengukur untuk mengatur sumber tenaga mekanis, elektris, maupun pneumatis.

d. Elemen proses sendiri

Merupakan elemen yang input ke dalam proses, sehingga variabel yang diukur tetap berada pada range yang diinginkan.

Pada Pra Rencana Pabrik Maleat Anhidrida ini, instrumentasi yang digunakan adalah alat kontrol manual dan alat kontrol otomatis. Hal ini tergantung dari sistem peralatan dan faktor pertimbangan teknis maupun ekonomis. Tujuan penggunaan instrumentasi ini diharapkan akan tercapai hal-hal berikut:

- Menjaga variabel proses pada batas operasi aman
- Kualitas produksi lebih terjamin
- Memudahkan pengoperasian suatu alat
- Kondisi berbahaya dapat diketahui lebih awal dengan menggunakan alarm peringatan
- Efisiensi kerja akan lebih meningkat

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam instrumentasi yaitu:

- Jenis instrumentasi
- Range yang diperlukan untuk pengukuran
- Ketelitian yang dibutuhkan
- Pengaruh pemasangan instrumentasi pada kondisi proses

BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

Instrumentasi dan keselamatan kerja adalah dua faktor yang terpenting dalam suatu industri guna meningkatkan kualitas dan kuantitas produk. Instrumentasi digunakan untuk mengontrol jalannya suatu proses agar dapat dikendalikan sesuai yang diinginkan.

Keselamatan kerja juga harus diperhatikan untuk mencegah kerugian nyawa, materi, alat-alat, sarana dan prasarana pabrik yang dapat timbul sewaktu-waktu. Dengan pertimbangan tersebut perlu adanya suatu bagian yang berfungsi untuk mengontrol proses dan manajemen tentang keselamatan kerja.

Pada Pra Rencana Pabrik Maleat Anhidrida ini menggunakan bahan baku n-butana dengan proses oksidasi. Jika ditinjau dari segi bahan baku yang digunakan n-butana lebih ramah terhadap lingkungan sehingga tidak berbahaya bagi kesehatan.

7.1. Instrumentasi

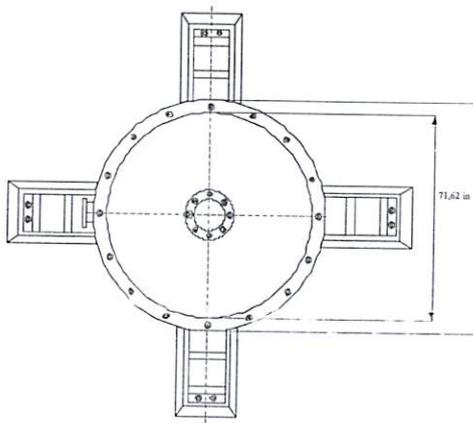
Instrumentasi adalah alat yang dipasang pada peralatan proses untuk mengetahui kondisi proses dan operasi, mengatur supaya kondisi proses sesuai yang ditetapkan. Dengan adanya instrumentasi yang memadai, maka bagian-bagian pabrik yang penting memerlukan pengendalian operasi atau proses meliputi keseluruhan unit pabrik maupun hanya pada beberapa unit pabrik yang benar-benar diperlukan secara cermat dan akurat. Pengakuan akan pemeliharaan alat-alat pengendalian proses ini penting karena menyangkut harga peralatan itu sendiri yang cukup mahal.

Dalam mengatur dan mengendalikan kondisi operasi pada alat proses diperlukan adanya alat-alat kontrol atau instrumentasi. Instrumentasi dapat berupa suatu petunjuk atau indikator, perekam atau pengendali (*controller*). Dalam industri kimia banyak variabel yang perlu diukur atau dikontrol seperti temperatur, tekanan, laju alir, ketinggian cairan pada suatu alat.

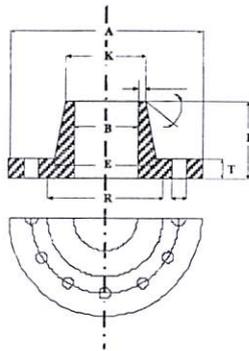
Umumnya instrumentasi dibagi berdasarkan proses kerjanya meliputi:

1. Proses manual

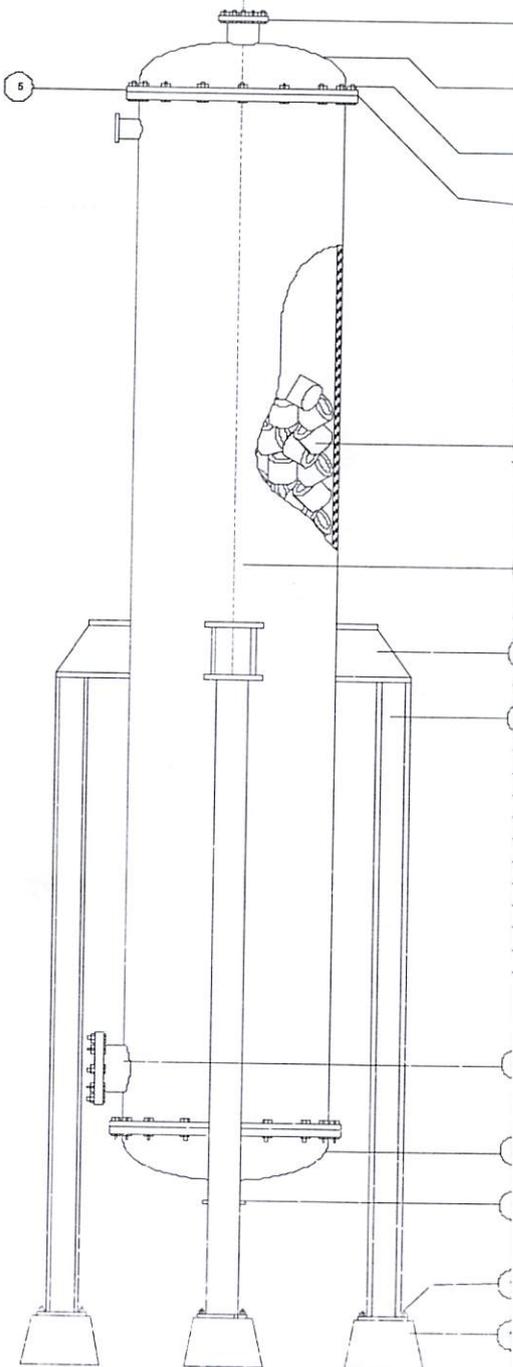
Untuk proses manual, peralatan yang digunakan hanya terdiri atas instrumentasi petunjuk dan pencatat saja.



TAMPAK ATAS



DETAIL NOZZLE



TAMPAK SAMPING

NPS	A	T	R	E	L
4	9	1 5/16	6 3/16	5 5/16	1 5/16
24	32	1 7/8	27 1/4	26 1/16	3 1/4
24	32	1 7/8	27 1/4	26 1/16	3 1/4
5	10	1 5/16	7 5/16	6 7/16	1 7/16

PONDASI	CEMENT, SAND AND GRAVEL
BASE PLATE	CARBON STEEL
NOZZLE PENGELUARAN LIQUID	HIGH ALLOY STEEL SA240 GRADE M TYPE 316
TUTUP BAWAH	HIGH ALLOY STEEL SA240 GRADE M TYPE 316
NOZZLE GAS MASUK	HIGH ALLOY STEEL SA240 GRADE M TYPE 316
PENYANGGA	CARBON STEEL SA 243
LUG DAN GUSSET	HIGH ALLOY STEEL SA240 GRADE M TYPE 316
KOLOM ABSORBER	HIGH ALLOY STEEL SA240 GRADE M TYPE 316
PACKING	KERAMIK
NOZZLE LIQUID MASUK	HIGH ALLOY STEEL SA240 GRADE M TYPE 316
FLANGE	HIGH ALLOY STEEL SA336 GRADE F8 TYPE 304
GASKET	SOLID FLAT METAL
BAUT	HIGH ALLOY STEEL SA193 GRADE B&T TYPE 321
TUTUP ATAS	HIGH ALLOY STEEL SA240 GRADE M TYPE 316
NOZZLE GAS KELUAR	HIGH ALLOY STEEL SA240 GRADE M TYPE 316
KETERANGAN	BAHAN

JURUSAN TEKNIK KIMIA
 FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
 INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

PERANCANGAN ALAT UTAMA
 KOLOM ABSORBER

DIRANCANG OLEH

TIVANI SIMANJUNTAK

DOSEN PEMBIMBING

IR. HARIMBI SETYAWATI, MT

11.14.028

6. Base Plate

- Panjang : 9,8568 in
- Lebar : 5,4568 in
- Luas : 53,7868 in²
- Tebal : 0,4224 in

7. Lug

- Lebar : 4,86 in
- Luas : 6,6667 in²
- Tebal : 0,0754 in

8. Gusset

- Lebar : 4,86 in
- Tinggi : 8,1 in
- Tebal : 0,0283 in

9. Pondasi

- Ukuran atas : 1600 in²
- Ukuran bawah : 3600 in²
- Tinggi : 20 in
- Bahan konstruksi : Semen & Gravel

- Tinggi tutup : 12,1046 in
- Bahan konstruksi : HAS SA Grade M type 316
- Jumlah : 1 buah

2. Packing

- Diameter packing : 2 in
- Panjang packing : 4 in
- Berat packing : 7.652,2212 lb
- Bahan konstruksi : keramik

3. Nozzel

- Diameter nozzel gas masuk : 24 in
- Diameter nozzel liquid masuk : 4 in
- Diameter nozzel gas keluar : 24 in
- Diameter nozzel liquid keluar : 5 in

4. Flange dan Gasket

- Diameter flange : 75,781 in
- Tebal flange : 3,4017 in
- Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA-336 Grade F8 type 304
- Lebar gasket : 0,0083 in
- Diameter gasket : 72,07 in
- Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA-336 Grade F8 type 304

5. Penyangga

- Ukuran : I- Beam
- Berat : 99.538,140 lb
- Area of section (Ay) : 5,83 in²
- Depth of beam (H) : 7 in
- Width of flange (B) : 3,860 in
- Jumlah penyangga : 4 buah

Maka :

$$\begin{aligned} W_{\text{pondasi}} &= V \times \rho \\ &= 4.333 \text{ Ib} \end{aligned}$$

Asumsi :

Tanah pondasi berupa semen sand & gravel dengan minimum safe bearing power = 5 ton/ft² dan maximum safe bearing power = 10 ton/ft²
Kemampuan tekanan tanah sebesar :

$$\begin{aligned} P &= 5 \text{ ton/ft}^2 \times \frac{2240 \text{ Ib} \times 1 \text{ ft}}{1 \text{ ton} \times 144 \text{ in}^2} \\ &= 77,7778 \text{ Ib/in}^2 \end{aligned}$$

Beban total keseluruhan :

$$\begin{aligned} W_{\text{total}} &= 99.740,9309 + 4.333,3333 \\ &= 104.074,2642 \text{ Ib} \end{aligned}$$

Tekanan dari sistem pondasi terhadap luas tanah (P) :

$$\begin{aligned} P &= \frac{W_{\text{total}}}{A} \\ &= \frac{104.074,2642}{2600} \\ &= 40,0286 \text{ Ib/in}^2 < 77,7778 \text{ Ib/in}^2 \end{aligned}$$

Karena tekanan yang diberikan tanah lebih kecil daripada kemampuan tanah menahan pondasi, maka pondasi ukuran (40 × 40) in untuk luas atas dan (60 × 60) in untuk luas bawah dengan tinggi pondasi 20 in dapat digunakan.

Spesifikasi Kolom Absorber :

1. Silinder

- Diameter dalam : 71,6250 in
- Diameter luar : 72 in
- Tinggi : 803,7210 in
- Tebal silinder : 3/16 in
- Tebal tutup : 3/16 in

Dari perhitungan :

$$W = 99.538,1395 \text{ Ib}$$

1. Beban yang harus ditanggung tiap kolom

$$\begin{aligned} W_{bp} &= p \times L \times t \times b \\ &= 47,5601 \text{ Ib} \end{aligned}$$

2. Beban tiap penyangga

$$\begin{aligned} W_p &= L \times A \times F \times \rho \\ &= 155,2313 \text{ Ib} \end{aligned}$$

Beban total

$$\begin{aligned} W_t &= W + W_{bp} + W_p \\ &= 99.538,1395 + 47,5601 + 155,2313 \\ &= 99.740,9309 \text{ Ib} \end{aligned}$$

Gaya yang bekerja pada pondasi dianggap gaya vertical berat total kolom absorber sedangkan bidang kerja dianggap bujur sangkar dengan perencanaan ukuran :

$$\begin{aligned} \text{Luas tanah untuk pondasi atas} &= \text{luas pondasi atas} \\ &= 40 \times 40 \text{ in} \\ &= 1600 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas tanah untuk pondasi atas} &= \text{luas pondasi atas} \\ &= 60 \times 60 \text{ in} \\ &= 3600 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Tinggi pondasi} = 20 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas rata-rata (A)} &= 1/2 \times (40^2 + 60^2) \\ &= 2600 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume pondasi (Vp)} &= A \times t \\ &= 52000 \text{ in}^3 \\ &= 30,0926 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Densitas semen} = 144 \text{ Ib/ft}^3$$

H. Tebal plate horizontal

$$C = \frac{1}{2} \times ts + \frac{1}{2} \times h = 3,5938 \text{ in}$$

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{3-1 \times \mu^2}{r^2 \times ts^2}} = 0,0010$$

$$m = \frac{\beta^2 \times ts^2 \times P \times C \times r^2}{12(1-\mu) \times b \times H} = 11,3833$$

$$\text{Tebal plate horizontal (thp)} = \sqrt{\frac{6 \times m}{F_{\text{allow}}}} = 0,0754 \text{ in}$$

I. Tebal plate vertical (gusset)

dari fig. 10.6 hal.191 Brownel & Young pers 10.47 hal 194 diperoleh :

$$\text{Tebal gausset minimal} = \frac{3}{8} \times \text{thp}$$

$$= \frac{3}{8} \times 0,1 = 0,0283 \text{ in}$$

Kesimpulan lug dan gusset

1. Lug

$$\text{Lebar} = 4,86 \text{ in}$$

$$\text{Tebal} = 0,0754 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi} = 13,3333 \text{ in}$$

2. Gusset

$$\text{Lebar} = 4,86 \text{ in}$$

$$\text{Tebal} = 0,0283 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi} = 8,1 \text{ in}$$

6.9. Dimensi pondasi

Perencanaan :

Beban total yang harus ditahan :

- a. Berat kolom absorber total
- b. Berat kolom penyangga
- c. Berat base plate

Ditentukan :

- a. Masing-masing penyangga diberi pondasi
- b. Spesifikasi untuk semua penyangga sama

6.8. Dimensi leg support dan gusset

Perencanaan :

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

A. Lebar lug

$$\begin{aligned}\text{Lebar lug} &= 2 \times \text{ukuran baut} + \text{lebar i-beam} \\ &= 2 \times 0,5 + 4 \\ &= 4,86 \text{ in}\end{aligned}$$

B. Panjang lug

$$\begin{aligned}\text{Panjang lug} &= 2 \times \text{ukuran baut} + \text{panjang i-beam} \\ &= 2 \times 0,5 + 7 \\ &= 8 \text{ in}\end{aligned}$$

C. Tinggi lug

$$\begin{aligned}\text{Tinggi lug} &= 5/3 \times \text{panjang lug} \\ &= 5/3 \times 8 \\ &= 13,3333 \text{ in}\end{aligned}$$

D. Lebar luas atas

$$\begin{aligned}\text{Lebar luas atas} &= 0,5 \times \text{lebar lug} \\ &= 0,5 \times 13,3 \\ &= 6,6667 \text{ in}\end{aligned}$$

E. Lebar gusset

$$\begin{aligned}\text{Lebar gusset} &= 2 \times \text{ukuran baut} + \text{lebar i-beam} \\ &= 2 \times 0,5 + 4 \\ &= 4,86 \text{ in}\end{aligned}$$

F. Panjang gusset

$$\begin{aligned}\text{Panjang gusset} &= 2 \times \text{ukuran baut} + \text{panjang i-beam} \\ &= 2 \times 0,5 + 3,86 \\ &= 4,86 \text{ in}\end{aligned}$$

G. Tinggi gusset

$$\begin{aligned}\text{Tinggi gusset} &= 5/3 \times \text{panjang gusset} \\ &= 5/3 \times 4,86 \\ &= 8,1 \text{ in}\end{aligned}$$

D. Peninjauan terhadap m dan n

$$\text{Panjang base plate} = 2 m + 0,95 h$$

$$9,8568 = 2 m + 6,65$$

$$m = 1,60341$$

$$\text{Lebar base plate} = 2 n + 0,8 b$$

$$5,4568 = 2 n + 2,9$$

$$n = 1,27841$$

Karena harga $n = m$, maka tebal; base plate dihitung berdasarkan harga n / m

E. Tebal base plate

$$\begin{aligned} \text{Tebal base plate} &= \sqrt{0,00015 \times f_{\text{baru}} \times m^2} \\ &= 0,4224 \text{ in} \end{aligned}$$

F. Ukuran baut

$$P \text{ baut} = 24.884,535 \text{ Ib}$$

$$\text{Jumlah baut} = 4 \text{ buah}$$

$$P \text{ tiap baut} = 6.221,1337 \text{ Ib}$$

$$\begin{aligned} F_t \text{ steel} &= \text{beban maksimal tiap baut} \\ &= 12000 \text{ psi} \end{aligned}$$

$$A \text{ baut} = \frac{P \text{ tiap baut}}{f_t \text{ steel}} = 0,5184 \text{ in}$$

$$A_b = 3,14 / 4 \times D_b^2$$

$$D_b^2 = \frac{A_b}{3,14 / 4}$$

$$D_b = 0,813 \text{ in}$$

Standarisasi dari Brownel & Young, hal 188 :

$$\text{Ukuran baut} = 1/2 \text{ in}$$

$$\text{Bolt spacing} = 3 \text{ in}$$

$$\text{Jarak radial min} = 1 \frac{1}{5} \text{ in}$$

$$\text{Edge distance} = 5/8 \text{ in}$$

$$\text{Nut dimension} = 7/8 \text{ in}$$

Dimana :

Abp : luas base plate

P : beban di tiap-tiap base plate

fbp : stress yang diterima oleh pondasi

Direncanakan pondasi menggunakan beton, didapatkan fbp 600 psi

$$Abp = \frac{24.884,5349}{600} = 41,4742 \text{ in}^2$$



B. Menghitung panjang dan lebar dari base plate

$$Abp = P \times L$$

$$P = 2m + 0,95h$$

$$L = 2n + 0,8b$$

$$Abp = (2m + 0,95h) \times (2n + 0,8b) \quad \text{Asumsi : } m = n$$

$$41,4742 = (2m + 0,95 \times 7) \times (2n + 0,8 \times 3 \frac{5}{8})$$

$$41,4742 = 2m + 6,65 \times 2n + 2,9$$

$$41,4742 = 4m^2 + 5,8m + 13,3m + 19,3$$

$$0 = 4m^2 + 19,1m + -22,1892$$

Dengan menggunakan rumus abs didapatkan :

$$m_{1,2} = \frac{(-b) \pm \sqrt{(b)^2 - (4 \times a \times c)}}{2 \times a}$$

$$= 1,1284 \text{ in}$$

Sehingga :

$$\text{Panjang base plate} = 2m + 0,95h = 9,8568 \text{ in}$$

$$\text{Lebar base plate} = 2n + 0,8b = 5,4568 \text{ in}$$

$$\text{Luas base plate} = 53,7868 \text{ in}^2$$

C. Peninjauan terhadap Bearing capacity

Beban yang harus ditahan

$$f = \frac{P}{Abaru} = \frac{24.884,5349}{53,7868} = 462,651332 \text{ Ib/in}^2$$

Karena $f < f_b$, maka dimensi base plate sudah *memenuhi*

B. Untuk penahan dipilih kolom jenis I-beam dengan jumlah 4 buah

Trial I-beam ukuran $7 \times 3 \frac{5}{8}$

Dari Brownel & Young hal 355 didapatkan :

$$\text{Berat} = 20 \text{ lb}$$

$$\text{Area of section (Ay)} = 5,83 \text{ in}^2$$

$$\text{Depth of beam (H)} = 7 \text{ in}$$

$$\text{Width of flange (B)} = 3,860 \text{ in}$$

$$A_{x15} (R_{1-1}) = 2,68 \text{ in}$$

$$I_{1-1} = 41,9 \text{ in}^4$$

$$\text{Ditentukan jarak absorber dengan lantai (L)} = 5$$

$$\text{Tinggi leg} = (1/2 \times H) + (1/2 \times L)$$

$$= 6,0 \text{ ft}$$

$$= 72 \text{ in}$$

$$\frac{L}{R_{1-1}} = 26,8657$$

$$\text{Untuk } \frac{L}{R_{1-1}} = 0 - 60, \text{ maka } f_c = 15.000 \text{ psi}$$

$$f_{\text{eksentrik}} = \frac{P(a + 1/2b)}{\frac{I_{1-1}}{1/2b}} = 8894,7662 \text{ psi}$$

$$f_c \text{ aman} = f_c - f_{\text{eksentrik}}$$

$$= 6.105,2338 \text{ psi}$$

$$A = \frac{P}{f_c \text{ aman}} = \frac{24.884,5349}{6.105,2338} = 4,0759 \text{ in}^2$$

Karena A yang dibutuhkan < A yang tersedia maka ukuran I-beam *sudah memadai*

6.7. Dimensi base plate**A. Luas base plate**

$$\text{Luas base plate (Abp)} = \frac{P}{f_{bp}}$$

Berat total penyangga :

$$\begin{aligned} W_t &= W_s + W_d + W_l + W_a + W_p \\ &= 90.489,2178 \text{ Ib} \end{aligned}$$

Dengan faktor keamanan adalah 10%, maka :

$$\text{Berat total penyangga} = 99.538,1395 \text{ Ib}$$

6.6. Perhitungan Leg Support

Perencanaan :

- Menggunakan 4 buah kolom penyangga
- Jenis kolom yang digunakan I-beam
- Pemasangan dengan eksentrik

Dasar perhitungan :

A. Menggunakan 4 buah penyangga

$$P = \frac{4 \cdot P_w (H - L)}{n \cdot Dbc} + \frac{\Sigma W}{n} \quad (\text{Brownel \& Young, pers. 1076 hal 197})$$

Dimana :

P : beban tiap kolom

P_w : total beban permukaan karena angin

H : tinggi vessel dari pondasi

L : jarak antara vessel dengan dasar pondasi

Dbc : diameter anchor bolt circle

n : jumlah support

ΣW : berat total

Asumsi : tekanan angin diabaikan, maka berlaku rumus

P_w : 0

$$\begin{aligned} P &= \frac{99.538,1395}{4} \\ &= 24.884,5349 \end{aligned}$$