

PRA RENCANA PABRIK

**AMONIUM NITRAT DARI AMMONIA DAN ASAM NITRAT
DENGAN PROSES PRILLING
KAPASITAS PRODUKSI 100.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR MULTI TUBE**

SKRIPSI

Disusun Oleh :

MARISSA HARYATI

0814014



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2012**

SECRET

RECEIVED
DEPARTMENT OF THE ARMY
WASHINGTON, D.C. 20315

AMATEU TALA WAGYADWABEN
REKION NUTEL IURE

SECRET

SECRET

SECRET

SECRET

SECRET
RECEIVED
DEPARTMENT OF THE ARMY
WASHINGTON, D.C. 20315

LEMBAR PERSETUJUAN

PRA RENCANA PABRIK

**AMMONIUM NITRAT DARI AMMONIA DAN ASAM NITRAT
DENGAN PROSES PRILLING
KAPASITAS PRODUKSI 100.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR MULTI TUBE**

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :

MARISSA HARYATI 0814014

Malang, 15 Agustus 2012

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia

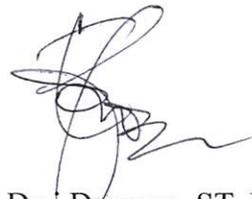


Jimmy, ST, MT

NIP Y 1039900330

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Elvianto Dwi Daryono, ST, MT

NIP P 1030000351

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : MARISSA HARYATI
NIM : 0814014
Jurusan/Program Studi : TEKNIK KIMIA
Judul Skripsi : PRA RENCANA PABRIK AMMONIUM NITRAT DARI
AMMONIA DAN ASAM NITRAT DENGAN PROSES
PRILLING

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

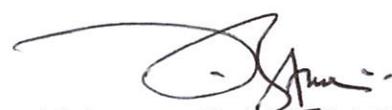
Hari : Selasa
Tanggal : 07 AGUSTUS 2012
Nilai : B+

Ketua,



Jimmy, ST, MT
NIP Y 1039900330

Sekretaris,



M. Istnaeny Hudha, ST, MT
NIP Y 1030400400

Anggota Penguji,

Penguji Pertama,



Jimmy, ST, MT
NIP Y 1039900330

Penguji Kedua,



M. Istnaeny Hudha, ST, MT
NIP Y 1030400400

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : MARISSA HARYATI
NIM : 0814014
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia (S-1)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul :

PRA RENCANA PABRIK

**AMMONIUM NITRAT DARI AMMONIA DAN ASAM NITRAT
DENGAN PROSES PRILLING
KAPASITAS PRODUKSI 100.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR MULTI TUBE**

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, 15 Agustus 2012

Yang membuat pernyataan,



MARISSA HARYATI

1950



1950

1950

1950

1950

1950

1950

1950

1950

1950

1950

1950

PRA RENCANA PABRIK
AMMONIUM NITRAT DARI ASAM NITRAT DAN AMMONIA DENGAN
PROSES PRILLING
KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN

Disusun Oleh :

Maria Mustikaningrum : 08.14.004

Marissa Haryati : 08.14.014

Dosen Pembimbing :

Elvianto Dwi Daryono, ST, MT

ABSTRAK

Seiring dengan kemajuan zaman, pengembangan di segala bidang haruslah semakin diperhatikan, salah satu cara agar taraf hidup bangsa dapat ditingkatkan adalah dengan pembangunan industri. Industri kimia merupakan salah satu industri vital dan strategis, untuk itu hampir setiap negara di dunia, tak terkecuali Indonesia banyak memberikan perhatian pada pengembangan industri kimia, mengingat industri ini banyak mempunyai keterkaitan dengan pengembangan industri lainnya.

Pabrik Ammonium nitrat ini direncanakan didirikan di Bontang, Kalimantan Timur dengan kapasitas produksi 100.000 ton/tahun dan mulai beroperasi pada tahun 2015. Model operasi yang diterapkan adalah sistem kontinu dengan waktu operasi 330 hari/tahun dan 24 jam/hari. Utilitas yang digunakan meliputi air, steam, listrik dan bahan bakar. Bentuk perusahaan ini adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi garis dan staf. Kesimpulan dari analisa ekonomi didapatkan IRR = 32,87% ; BEP = 48,4% ; POT = 2,304 tahun, ROI sebelum pajak = 40%, dan ROI setelah pajak = 35%

Kata kunci : Ammonium Nitrat, Proses prilling

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Pra Rencana Pabrik Ammonium Nitrat dari Ammonia dan Asam Nitrat dengan Proses Prilling dengan Kapasitas Produksi 100.000 ton/tahun” ini tepat pada waktunya.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Kesempatan ini, penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Sidik Noertjahjono, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri.
3. Bapak Jimmy, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia
4. Bapak Elvianto Dwi Daryono, ST, MT selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
5. Rekan-rekan mahasiswa 2008 dan semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya Laporan Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari Laporan Tugas Akhir ini masih kurang dari sempurna, untuk itu mengharapkan saran dan kritik untuk menyempurnakan lebih lanjut dan semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, 15 Agustus 2012

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
Lembar Persetujuan.....	i
Berita Acara Ujian Skripsi.....	ii
Pernyataan Keaslian Isi Skripsi.....	iii
Abstrak.....	iv
Kata Pengantar.....	v
Daftar Isi.....	iv
Appendiks.....	vii
Daftar Gambar.....	viii
Daftar Tabel.....	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 ALAT.....	V-1
Bab VI PERANCANGAN ALAT UTAMA.....	VI-1
Bab VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA.....	VII-1
Bab VIII UTILITAS.....	VIII-1
Bab IX TATA LETAK PABRIK.....	IX-1
Bab X STRUKTUR ORGANISASI.....	X-1
Bab XI ANALISA EKONOMI PABRIK.....	XI-1
Bab XII KESIMPULAN.....	XII-1

DAFTAR PUSTAKA

APPENDIKS A.....	App. A-1
APPENDIKS B.....	App. B-1
APPENDIKS C.....	App. C-1
APPENDIKS D.....	App. D-1
APPENDIKS E.....	App. E-1

DAFTAR GAMBAR

Gbr. 9.1. TATA LETAK PABRIK.....	IX-5
Gbr. 9.2. TATA LETAK PERALATAN.....	IX-7
Gbr. 9.3. PETA LOKASI PABRIK.....	IX-8
Gbr. 10.1. STRUKTUR ORGANISASI.....	X-13
Gbr. 11.1. BREAK EVENT POINT.....	XI-8

DAFTAR TABEL

TABEL 1.1. DATA IMPORT NH_4NO_3	I-2
TABEL 2.1. SELEKSI PROSES.....	II-3
TABEL 7.1. INSTRUMENTASI PERALATAN PABRIK.....	VII-2
TABEL 7.2. ALAT-ALAT KESELAMATAN KERJA PABRIK NH_4NO_3	VII-9
TABEL 9.3. PERINCIAN LUAS WILAYAH PABRIK.....	IX-9
TABEL 10.1. JADWAL KERJA KARYAWAN PABRIK.....	X-8
TABEL 10.2. DAFTAR JUMLAH KARYAWAN.....	X-10
TABEL 11.1. CASH FLOW.....	X1-10

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan kemajuan zaman, pengembangan di segala bidang haruslah semakin diperhatikan, salah satu cara agar taraf hidup bangsa dapat ditingkatkan adalah dengan pembangunan industri. Industri kimia merupakan salah satu industri vital dan strategis, untuk itu hampir setiap negara di dunia, tak terkecuali Indonesia banyak memberikan perhatian pada pengembangan industri kimia, mengingat industri ini banyak mempunyai keterkaitan dengan pengembangan industri lainnya.

Pengembangan industri kimia di Indonesia mulai dikembangkan terbukti dengan banyaknya Industri kimia yang berdiri serta dibukanya kesempatan untuk penanaman modal asing, baik itu industri kimia yang merupakan industri hulu, yaitu memproduksi produk yang merupakan bahan baku bagi industri lain maupun industri hilir, yaitu pemakai produk industri hulu, salah satu industri hilir yang perlu didirikan di Indonesia adalah pabrik *Ammonium Nitrate* yaitu pabrik yang menghasilkan produk yang berupa bahan baku untuk pembuatan pupuk dan bahan peledak. Pabrik ini cukup diperlukan di Indonesia sebagai negara yang devisa utamanya diperoleh dari pertambangan dan merupakan negara agraris.

Sampai saat ini kebutuhan NH_4NO_3 di Indonesia masih mengimport dari berbagai negara. Hal ini dikarenakan pabrik ammonium nitrat di Indonesia belum begitu berkembang, sehingga perbandingan antara kebutuhan dengan produksi tidak seimbang.

1.1.1. Perkembangan Industri Ammonium Nitrat

Perkembangan industri di Indonesia khususnya industri kimia dari tahun ke tahun ke tahun cenderung mengalami peningkatan baik dari segi kuantitas maupun kualitas, dengan demikian dibutuhkan bahan baku serta bahan pembantu dan tenaga kerja yang semakin meningkat.

Ammonia merupakan bahan baku utama untuk pembuatan ammonium nitrat yang telah diproduksi dalam skala besar oleh beberapa perusahaan pupuk di Indonesia.

Kebutuhan ammonium nitrat sebagian telah di penuhi oleh perusahaan dalam negeri yaitu, PT. Multi Nitroma Kimia yang merupakan anak perusahaan PT. Pupuk Kujang dan PT. Inkomas Lestari Perkasa (keduanya terletak di Jawa Barat), PT. Nitrotama Kimia beroperasi dengan kapasitas 137.000 ton/tahun. Sedangkan untuk bahan ammonia diambil dari PT. Pupuk Kaltim yang berada di Bontang Provinsi Kalimantan Timur sebesar 595.000 ton/tahun, untuk asam nitrat akan diambil dari PT. Pupuk Kaltim dengan kapasitas produksi industri 300.000 ton/tahun, sehingga perancangan pabrik ini akan didirikan di Bontang, Kalimantan Timur dengan kapasitas produksi 100.000 ton/tahun.

Data import ammonium nitrat dari tahun 2005 sampai 2010 dapat ditunjukkan oleh tabel berikut ini:

Tahun	Import (Kg)
2005	234.185.020
2006	295.279.484
2007	270.459.780
2008	340.608.221
2009	362.967.630
2010	416.138.220

Sumber : Badan Pusat Statistik

1.3. Kegunaan Ammonium Nitrat

Ammonium Nitrat terutama digunakan sebagai:

- Sebagai pupuk, insektisida, dan herbisida.
- Sebagai campuran bahan peledak.

1.4. Sifat – Sifat Bahan Baku dan Produk

Ammonia

• Sifat-sifat fisik

- Rumus molekul : NH_3
- Berat molekul : 17.03 g/mol
- Berat jenis uap : 0,6 g/cm³
- Titik didih : - 33,4 °C
- Titik leleh : - 77,77 °C
- Berat jenis : 0,682 g/cm³ pada -33,4 °C
- Suhu kritis : 133 °C
- Tekanan uap : 114 psig pada 21,1 °C

- Kelarutan dalam air : 31 g/100 g pada 25°C
- Gas tidak berwarna
- Berbau tajam
- **Sifat-sifat kimia**
 - Stabil pada suhu kamar
 - Mudah terbakar
 - Larut dalam air membentuk ammonium hidroksida

Asam Nitrat

- **Sifat-sifat fisik**
 - Rumus molekul : HNO_3
 - Berat molekul : 63,02 g/mol
 - Berat jenis : 1,50269 g/cm³ pada suhu 25°C
 - Titik didih : 86 °C
 - Titik leleh : - 41,2 °C
 - pH : 1
 - Berat jenis uap : 1,01 g/cm³
 - Larutan berwarna jernih
- **Sifat-sifat kimia**
 - Korosif dan oksidator kuat
 - Memiliki reaktivitas tidak stabil
 - Jika bereaksi dengan air akan mengeluarkan panas dan uap

Sifat Bahan Pembantu

Clay

- **Sifat-sifat fisik**
 - Merupakan serbuk putih
 - Rumus molekul : $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
 - Berat molekul : 258,16 g/mol
 - Densitas : 2,6 g/cm³
- **Sifat-sifat kimia**
 - Tidak larut dalam air
 - Bersifat stabil jika dihindarkan dari zat pengoksidasi kuat

Sifat Produk

Ammonium Nitrat

- Sifat-sifat fisik

- Bentuk : Kristal/butiran putih
- Rumus molekul : NH_4NO_3
- Berat molekul : 80,05 g/mol
- Titik didih : 210°C
- Titik lebur : $169,6^\circ\text{C}$
- pH : 4,5 – 6 pada 25°C
- Spesifik gravity : 1,725 (20°C)
- Tidak berwarna

- Sifat-sifat kimia

- Larut dalam air, aseton, metanol
- Tidak larut dalam diethyl ether
- Reaktif terhadap zat pereduksi, material mudah terbakar, material organik, logam, dan basa

1.5. Perkiraan Peluang Kapasitas Produksi

Dalam mendirikan pabrik diperlukan suatu perkiraan kapasitas produksi agar dihasilkan produk sesuai dengan kebutuhan pasar.

Data % kenaikan rata-rata import dapat dihitung dengan rumus:

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

Dimana: F = Perkiraan import Ammonium Nitrat pada tahun 2010

P = Jumlah Import Ammonium Nitrat pada tahun 2010

i = Jumlah kenaikan rata-rata import per tahun

n = Selisih tahun (2010 – 2005) = 5 tahun

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

$$416.138.220 = 234.189.020 (1 + i)^5$$

$$1 + i = 1,21$$

$$i = 0,121$$

Dari tabel 1.1. dapat terlihat bahwa jumlah import Ammonium Nitrat rata-rata per tahunnya masih cukup banyak. Data rata-rata kenaikan import sebesar 12%

$$\begin{aligned}
 F &= P (1 + i)^n \\
 &= 234.189,020 (1 + 12\%)^5 \\
 &= 412.721.071,700 \text{ kg/tahun} \\
 &= 412.721 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh kapasitas produksi untuk tahun 2015 adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas}_{2015} &= \text{Import}_{2005} + \text{Eksport} \\
 &= 412.721 \text{ ton/tahun} + (40\% \times 412.721) \\
 &= 577.809,4 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Untuk mengantisipasi persaingan di pasar dan mengurangi pengeluaran biaya, maka untuk kapasitas produksi baru ditentukan sebesar 20.000 – 350.000 ton/tahun^[2], sehingga ditetapkan kapasitas sebesar 100.000 ton/tahun.

BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

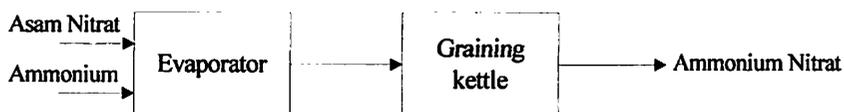
Ada beberapa macam proses pembuatan ammonium nitrat, yaitu:

1. *Grainer Process*
2. *Stengel Process*
3. *Prilling Process*

Pada pokoknya proses tersebut diatas melalui tiga tahap, yaitu: penetralan, penguapan, penyelesaian. Sedangkan perbedaan terletak pada proses, cara kerja, kondisi oprasi, serta peralatan yang digunakan.

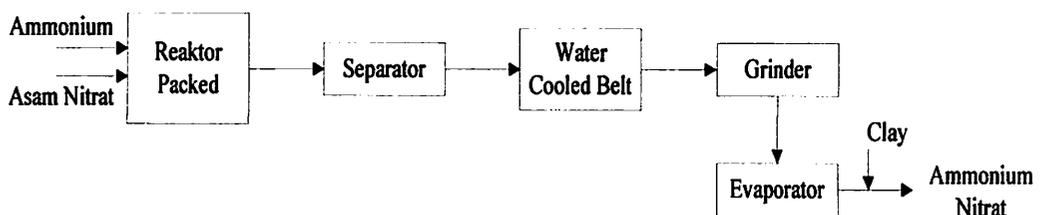
2.1. *Grainer Process*

Proses ini merupakan proses yang sudah tua dan tidak banyak digunakan. Proses ini dilakukan dengan memekatkan larutan pada suatu oven evaporator, sehingga dicapai konsentrasi larutan 98-98,5 % pada suhu 150-155^oC. Proses kristalisasi dilakukan pada *graining kettle* dimana larutan panas diaduk dengan pengaduk berbentuk *paddle*, sampai kristalnya mengandung uap air 0,1 %. Proses ini mahal dan berbahaya. Bbutiran yang dihasilkan berukuran terlalu kecil untuk digunakan sebagai pupuk walaupun cocok untuk amunisi.



2.2. *Stengel Process*

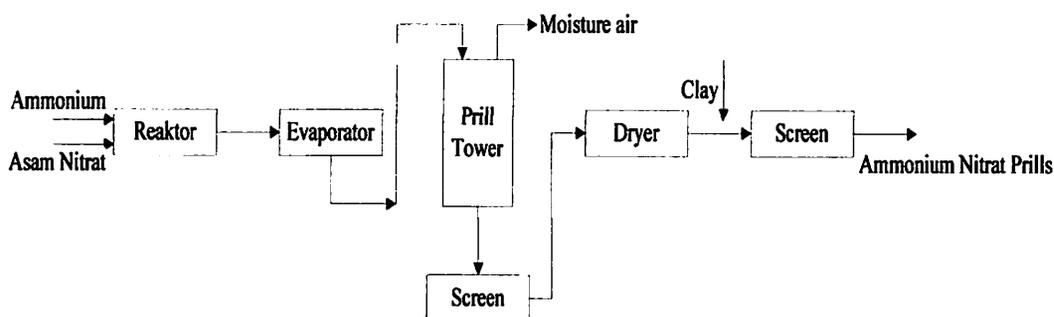
Uap ammonia dengan temperatur 143^oC dan 60 % asam nitrat dengan temperatur 165^oC diumpankan ke reaktor *packing*. Campuran nitrat dan air pada temperatur 205^oC masuk ke dalam cyclone separator dimana uap akan keluar melalui atas dan ammoniumnitrat keluar melalui bawah. Udara dilewatkan ke ammonium nitrat untuk mengurangi kandungan air sampai 0,2 %. Massa dari leburan dipadatkan secara kontinyu dengan pendinginan *stainless stell belt*, hasil akhir bentuk granul kemudian dilanjutkan dengan *coating* dan *packing*.



2.3. Prilling Process

Gas ammonia dan asam nitrat direaksikan dalam tangki penetral dengan pengadukan. Panas yang timbul akibat reaksi menyebabkan larutan mendidih sehingga konsentrasi menjadi 85%. Kemudian larutan dipompa menuju vacuum evaporator dan dipekatkan menjadi 95%. Larutan panas dengan temperatur antara 125-140°C, larutan ammoniumnitrat dipompa menuju top spray tower atau prilling tower yang memiliki tinggi 60 m. Penyemprotan dilakukan pada bagian atas tower dan bergerak jatuh berkontak dengan aliran udara yang bergerak ke atas. Larutan yang mengeras berubah menjadi butiran kecil yang disebut prill yang mempunyai ukuran sekitar ukuran peluru. Prill kemudian disaring, dikeringkan dan dilapisi clay untuk mengurangi caking. Ukuran yang tidak sesuai dipisahkan di final screening dan yang tidak sesuai di recycle kembali.

Prill dengan densitas rendah memiliki nilai *specific gravity* 1.29 yang terbentuk dari 95 sampai 97.5 % leburan ammonium nitrat, dan prill densitas tinggi memiliki nilai *specific gravity* 1.65 yang terbentuk dari 99.5 sampai 99.8 % leburan. Prill densitas rendah lebih mudah menyerap minyak daripada prill dengan densitas tinggi sehingga prill densitas rendah digunakan untuk pembuatan bahan peledak dan kebanyakan prill densitas tinggi digunakan sebagai pupuk.



2.4. Seleksi Proses

Tabel 2.1. Perbandingan ketiga macam proses pembuatan ammonium nitrat

Parameter	Proses		
	Proses Grainer	Proses Stengel	Proses Prilling
✓ Segi Teknis			
Kondisi Operasi :			
- Proses	batch	kontinyu	kontinyu
- Konversi	98%	95%	99 %
- Peralatan	rumit	sederhana	sederhana
- Suhu operasi	150°C	205°C	175°C
✓ Segi Ekonomi			
Biaya operasi	mahal	sedang	murah

Berdasarkan uraian diatas, maka dalam pra rancangan pabrik ammonium nitrat kita memilih proses *prilling* dengan pertimbangan :

1. Konversi produk yang dihasilkan tinggi.
2. Suhu operasi yang tidak terlalu tinggi
3. Peralatan yang sederhana akan memperkecil biaya operasional.

2.5. Uraian Proses

Pada pembuatan ammoniumnitrat dengan bahan baku asam nitrat dan ammonia dibagi menjadi :

2.5.1. Tahap persiapan bahan baku

Asam nitrat 57% dalam storage (F-111) dengan suhu 60°C dialirkan dengan pompa (L-112) menuju vaporizer (V-113) untuk diuapkan dari suhu 60°C menjadi 125°C. Asam nitrat yang masuk ke dalam vaporizer berubah fase dari liquid menjadi gas karena telah melewati titik didihnya, yaitu 118°C selanjutnya dialirkan menuju heater HNO₃ (E-114) untuk dipanaskan dari suhu 125°C menjadi 175°C agar sesuai dengan kondisi operasi dalam reaktor, yaitu 175°C., sedangkan ammonia dalam storage (F-115) dengan suhu 30°C dan tekanan 12 atm diturunkan tekanannya dengan menggunakan ekspander (N-116) menjadi 1 atm. Ammonia yang telah di ekspander menuju heater I NH₃ (E-117) untuk dipanaskan dari suhu 30°C menjadi 175°C.

2.5.2. Tahap reaksi

NH₃ dari storage (F-115) dan HNO₃ dari storage (F-111) yang telah dipanaskan dalam heater, selanjutnya masuk ke dalam reaktor multitubular (R-110), dimana dalam reaktor terjadi reaksi yang bersifat eksotermis antara NH₃ (g) dan HNO₃ (g) yang

2.5.5. Tahap pengemasan

Prill yang telah dilapisi clay dialirkan menuju vibrating screen (J-144) untuk memisahkan clay yang tidak menempel, sedangkan prill yang telah terlapisi clay masuk ke dalam belt conveyor (J-145) menuju bin produk (F-147) dengan bantuan bucket elevator (J-146). Prill NH_4NO_3 yang telah dikemas diangkut dan disimpan dalam gudang (F-148).

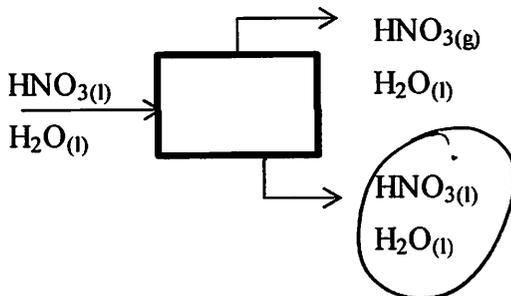
BAB III
NERACA MASSA

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas} &= 100000 \text{ ton/tahun} \\
 \text{Waktu operasi} &= 330 \text{ hari} \\
 \text{Kapasitas pabrik} &= 100000 \text{ ton/tahun} \\
 &= \frac{100000 \text{ ton}}{1 \text{ tahun}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \\
 &\quad \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \\
 &= 12626,2626 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

Konversi reaksi = 99%

1. Vaporizer (V-113)

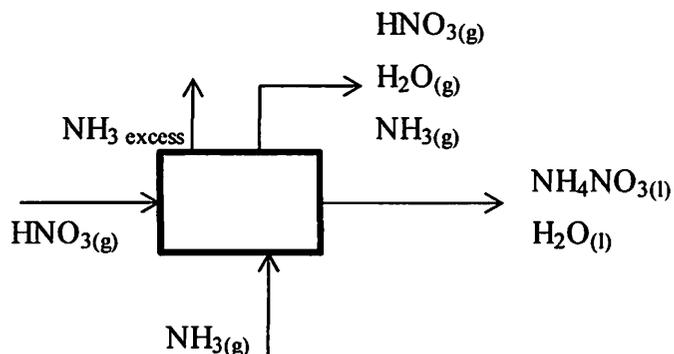
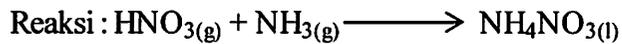
Basis perhitungan = 18467,8488 kg/jam HNO₃



NERACA MASSA pada Vaporizer (V-113)

Bahan masuk(kg/jam)	Bahan keluar (kg/jam)
Dari storage HNO ₃ (F-111)	Menuju heater (E-114)
HNO ₃ (l) 10526,6738	HNO ₃ (g) 10000,3401
H ₂ O(l) 7941,1750	H ₂ O(g) 7544,1162
	Total 17544,4564
	Menuju tangki penampung
	HNO ₃ (l) 526,3337
	H ₂ O(l) 397,0587
Total 18467,8488	Total 18467,8488

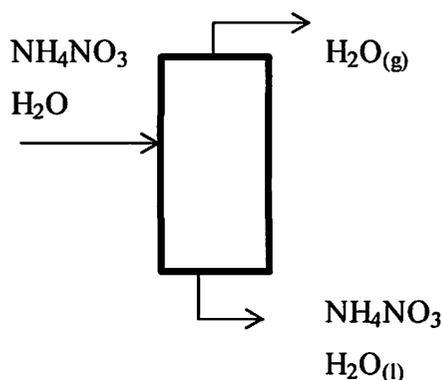
2. Reaktor (R-110)



NERACA MASSA pada REAKTOR (R-110)

Bahan masuk(kg/jam)		Bahan keluar (kg/jam)	
Dari heater (E-114)		Menuju evaporator (V-122)	
HNO ₃	10000,3401	NH ₄ NO ₃	12571,8562
H ₂ O	7544,1162	H ₂ O(l)	2218,5629
		Total	14790,4190
Dari heater NH ₃ (E-117)		Menuju tangki penampung	
NH ₃	4714,4461	NH ₃	2042,9266
H ₂ O	23,5722	HNO ₃	100,0034
Total	4738,0183	H ₂ O(g)	5349,1256
Total	22282,4746	Total	22282,4746

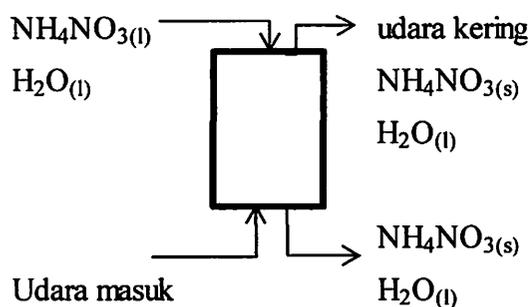
3. Evaporator (V-122)



Neraca Massa pada Evaporator (V-122)

Bahan masuk (kg/jam)		Bahan keluar (kg/jam)	
Aliran masuk evaporator (V-122)		Menuju prilling tower (D-120)	
NH ₄ NO ₃	12571,8562	NH ₄ NO ₃	12571,8562
H ₂ O	2218,5629	H ₂ O _(l)	661,6766
		Ke barometrik kondensor (E-123)	
		H ₂ O _(uap)	1556,8862
Total	14790,4190	Total	14790,4190

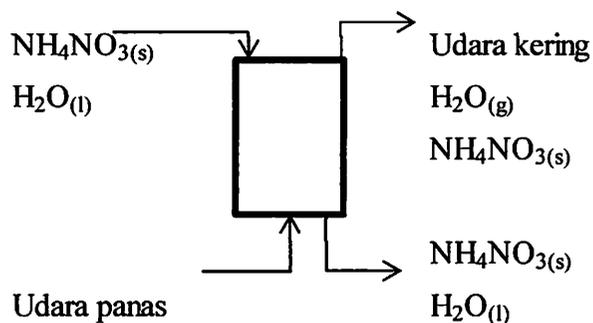
4. Prill Tower (D-120)



Neraca Massa pada Prilling Tower (D-120)

Bahan masuk (kg/jam)		Bahan keluar (kg/jam)	
Aliran masuk prilling tower (D-120)		Menuju rotary dryer (B-130)	
NH ₄ NO ₃	12571,8562	NH ₄ NO ₃	12446,1376
H ₂ O _(l)	661,6766	H ₂ O _(l)	655,0599
Total	13233,5328	Total	13101,1975
Udara masuk	112926,3475	Ke udara bebas	
		NH ₄ NO ₃	125,7186
		H ₂ O _(g)	6,6168
		Udara kering	112926,3475
Total	126159,8803	Total	126159,8803

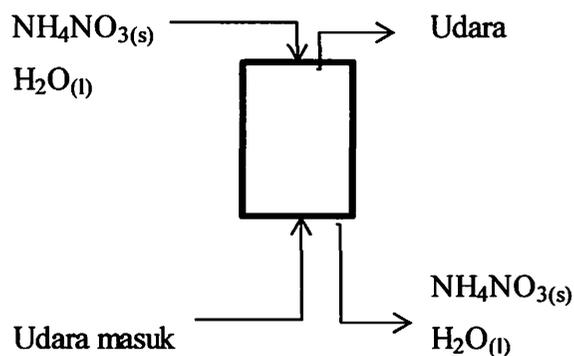
5. Rotary Dryer (B-130)



Neraca Massa pada Rotary Dryer (B-130)

Bahan masuk (kg/jam)		Bahan keluar (kg/jam)	
Aliran masuk rotary dryer (B-130)		Ke belt cooling conveyor (J-141)	
$\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$	12446,1376	$\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$	12197,2148
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	655,0599	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	61,2925
Total	13101,1975	Total	12258,5074
udara masuk	54062,4270	Ke cyclone	
		$\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$	248,9228
		$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	593,7673
		udara	54062,4270
Total	67163,6245	Total	67163,6245

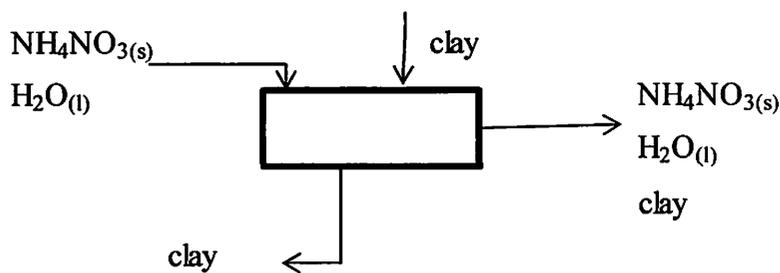
6. Belt Cooling Conveyor (J-141)



Neraca Massa pada Belt Cooling Conveyor (J-141)

Bahan masuk (kg/jam)		Bahan keluar (kg/jam)	
Aliran masuk belt cooling conveyor (J-141)		Menuju rotary coating drum (F-140)	
NH ₄ NO _{3(s)}	12197,2148	NH ₄ NO _{3(s)}	12197,2148
H ₂ O _(l)	61,2925	H ₂ O _(l)	61,2925
Total	12258,5074		
Udara masuk	74340,0197	Udara keluar	74340,0197
Total	86598,5271	Total	86598,5271

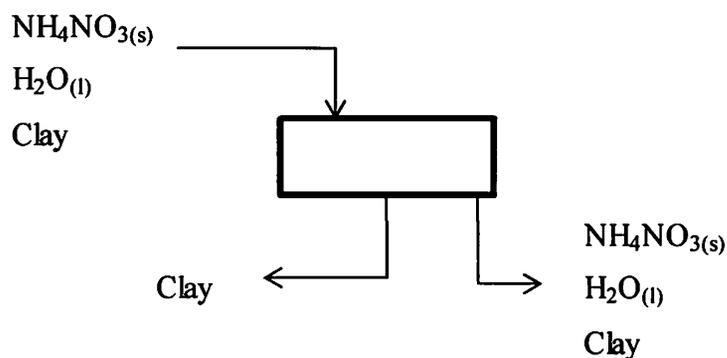
7. Rotary Coating Drum (B-140)



Neraca Massa pada Coating Drum (B-140)

Bahan masuk (kg/jam)		Bahan keluar (kg/jam)	
Aliran masuk coating drum (B-140)		Menuju vibrating screen (J-144)	
NH ₄ NO _{3(s)}	12197,2148	NH ₄ NO _{3(s)}	12197,2148
H ₂ O _(l)	61,2925	H ₂ O _(l)	61,2925
Dari hopper clay (F-143)		Clay	314,3207
Clay	367,7552	Sisa clay	
		Clay	53,4345
Total	12626,2626	Total	12626,2626

8. Vibrating Screen (J-144)



Neraca Massa pada Vibrating Screen (J-144)

Bahan masuk (kg/jam)		Bahan keluar (kg/jam)	
Aliran masuk vibrating screen (J-144)		Menuju bin produk (F-147)	
NH ₄ NO _{3(s)}	12197,2148	NH ₄ NO _{3(s)}	12197,2148
H ₂ O _(l)	61,2925	H ₂ O _(l)	61,2925
Clay	314,3207	Clay	314,3207
Ke penampung		Di penampung	
Clay	53,4345	Clay	53,4345
Total	12626,2626	Total	12626,2626

BAB IV NERACA PANAS

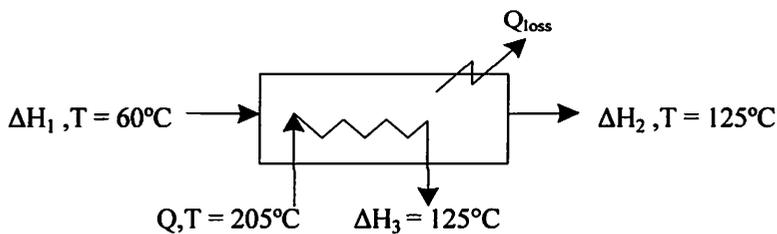
Waktu Oprasi : 330 hari dalam 1 tahun

Kapasitas : 1000000 ton/tahun

$$\frac{100000 \text{ ton}}{1 \text{ tahun}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} = 12626,26263 \text{ kg/jam}$$

Tref : 25°C

1. VAPORAIZER



Fungsi : alat yang digunakan sebagai tempat merubah fase dari liquid menjadi gas dengan bantuan steam

$$\text{Neraca panas: } \Delta H_1 + Q_{\text{steam}} = \Delta H_2 + \Delta H_3 + Q_{\text{loss}}$$

Keterangan:

ΔH_1 : panas bahan masuk dari storage tank asam nitrat

ΔH_2 : panas bahan keluar (gas) menuju heater

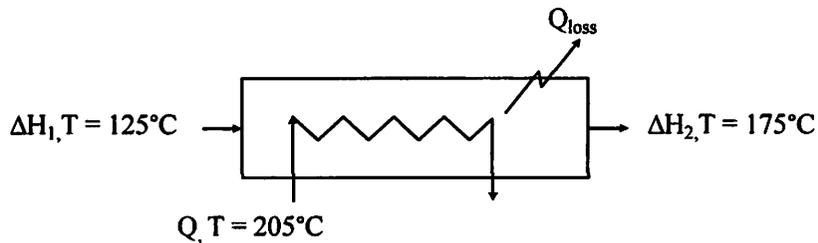
ΔH_3 : panas bahan yang tertinggal di dalam alat

Q_{steam} : panas steam

Q_{loss} : panas yang lolos

Neraca Panas Total Pada Heater HNO₃

Panas Masuk Kkal/jam	Panas Keluar (Kkal/Jam)
$\Delta H_1 = 515955,6831$	$\Delta H_2 = 1400451,1398$
$Q = 984001,1956$	$\Delta H_3 = 73707,9547$
	$Q_{\text{loss}} = 25797,7842$
1499956,8787	1499956,8787

2. HEATER (HNO₃)

Fungsi:

$$\text{Neraca Panas Total : } \Delta H_1 + Q_{\text{steam}} = \Delta H_2 + Q_{\text{loss}}$$

Keterangan :

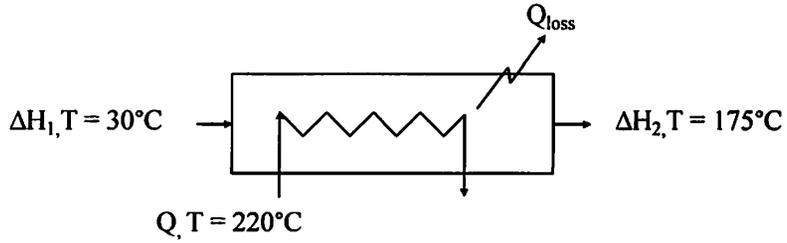
 ΔH_1 = panas bahan masuk ΔH_2 = panas bahan keluar

Q = panas steam

 Q_{loss} = panas yang lolosA. Panas bahan masuk dari vaporizer $\Delta H_2 = \Delta H_1 = 1400451,1398$ kkal/jamB. Panas bahan keluar menuju reaktor ΔH_2 Dengan persamaan $\Delta H = m \times C_p \times \Delta T$ Neraca Panas Total Pada Heater HNO₃

Panas Masuk Kkal/jam	Panas Keluar (Kkal/Jam)
$\Delta H_1 = 1400451,1398$	$\Delta H_2 = 2100676,7097$
$Q = 770248,1269$	$Q_{\text{loss}} = 70022,5570$
2170699,2667	2170699,2667

3. HEATER NH₃



Fungsi: Memanaskan gas ammonia yang akan masuk menuju reaktor multitube

Neraca Panas Total : $\Delta H_1 + Q_{\text{steam}} = \Delta H_2 + Q_{\text{loss}}$

Keterangan :

ΔH_1 = panas bahan masuk

ΔH_2 = panas bahan keluar

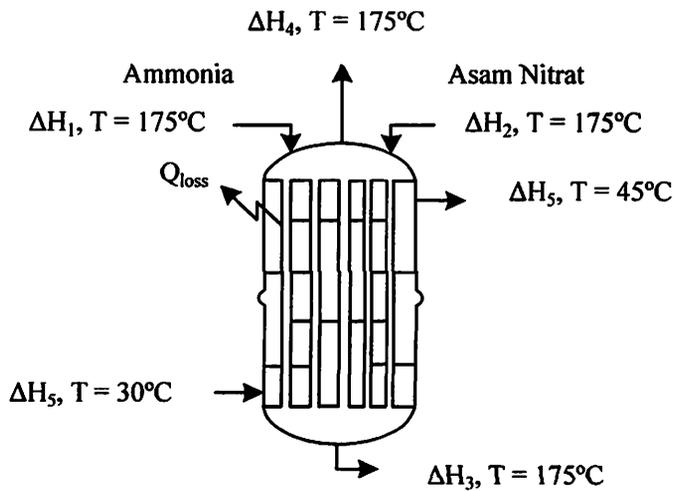
Q = panas steam

Q_{loss} = panas yang lolos

Neraca Panas Total Pada Heater HNO₃

Panas Masuk Kkal/jam		Panas Keluar (Kkal/Jam)	
$\Delta H_1 =$	12375,8923	$\Delta H_2 =$	371276,7704
Q =	359519,6727	Q _{loss} =	618,7946
371895,5650		371895,5650	

4. REAKTOR (MULTI TUBE)



Fungsi: reaktor multitube merupakan tempat terjadinya reaksi antara gas ammonia dan asam nitrat yang akan menjadi produk keluaran liquid ammonium nitrat

Panas yang masuk = Panas yang keluar

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta HR + \Delta H_5 = \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 + Q_{\text{loss}}$$

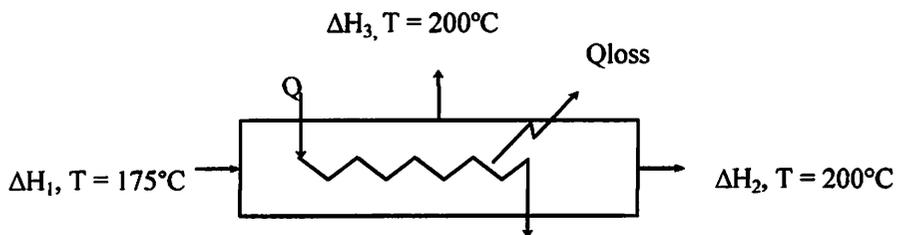
Keterangan :

- ΔH_1 = panas yang masuk dari vaporizer HNO_3
- ΔH_2 = panas yang masuk dari heater NH_3
- ΔH_3 = panas bahan keluar menuju evaporator
- ΔH_4 = panas yang keluar ke tangki penampung
- ΔH_5 = air pendingin masuk
- ΔH_6 = air pendingin keluar
- ΔHR = panas reaksi
- Q_{loss} = panas yang hilang

Neraca Panas Total Pada Reaktor

Panas Masuk Kkal/jam	Panas Keluar (Kkal/Jam)
$\Delta H_1 = 2100676,7097$	$\Delta H_3 = 1101627,3836$
$\Delta H_2 = 371276,7704$	$\Delta H_4 = 974571,9221$
$\Sigma HR = -8976,1021$	$\Delta H_5 = 263180,3983$
	$Q_{loss} = 123597,6740$
2462977,3780	2462977,3780

5. EVAPORATOR



Fungsi: evaporator digunakan sebagai media memekatkan liquid ammonium nitrat dari konsentrasi 85% dari reaktor menjadi konsentrasi 95% di evaporator

Neraca panas total: $\Delta H_1 + Q = \Delta H_2 + \Delta H_3 + Q_{loss}$

Keterangan :

ΔH_1 = panas yang masuk dari reaktor

ΔH_2 = panas yang keluar ke prilling tower

ΔH_3 = panas yang keluar menjadi uap ke barometrik kondensor

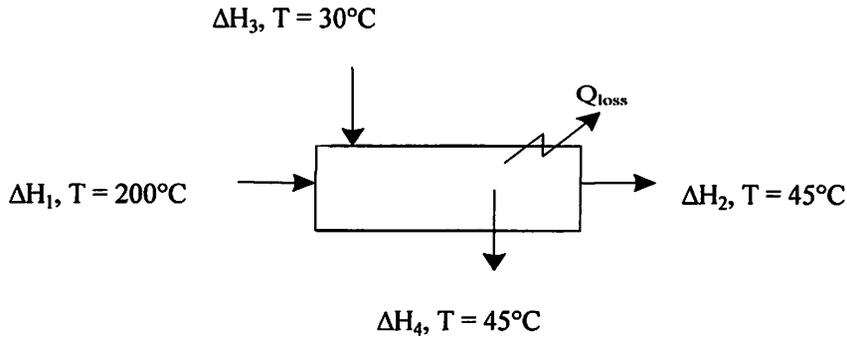
Q = panas steam

Q_{loss} = panas yang hilang

Neraca Panas Pada Evaporator

Panas Masuk Kkal/jam	Panas Keluar (Kkal/Jam)
$\Delta H_1 = 1101627,3836$	$\Delta H_2 = 1011687,0403$
$Q = 238685,9331$	$\Delta H_3 = 273544,9073$
	$Q_{loss} = 55081,3692$
1340313,3167	1340313,3167

6. BAROMETRIK KODENSOR



Fungsi:

Neraca Panas Total: $\Delta H_1 + \Delta H_3 = \Delta H_2 + \Delta H_4 + Q_{loss}$

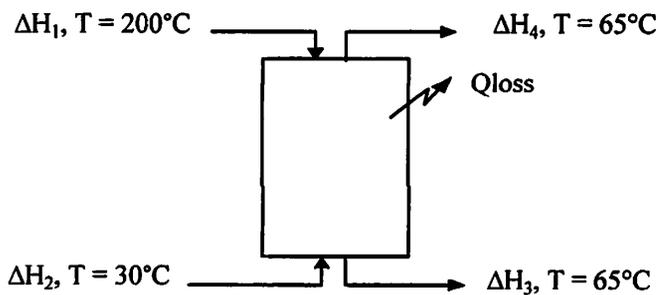
Keterangan :

- ΔH_1 = bahan teruapkan yang keluar dari evaporator
- ΔH_2 = bahan yang keluar menjadi cooling water return (tower)
- ΔH_3 = air pendingin yang masuk
- ΔH_4 = panas air pendingin yang keluar
- Q_{loss} = panas yang hilang

Neraca Panas Pada Kondensor

Panas Masuk Kkal/jam		Panas Keluar (Kkal/Jam)	
ΔH_1	= 273544,9073	ΔH_2	= 31262,2751
ΔH_3	= 76201,79561	ΔH_4	= 304807,1824
		Q_{loss}	= 13677,24537
349746,7029		349746,7029	

7. PRILLING TOWER



Fungsi: Alat dimana sebagai media pembentukan produk ammonium nitrat menjadi berbentuk prill. Proses ini dibantu dengan adanya udara dengan suhu 30°C, proses bertemu antara liquid yang masuk dari atas menara dan udara masuk melalui bawah, dan kemudian terjadi kontak antara kedua bahan tersebut membentuk produk prill (Counter curret).

Neraca panas total : $\Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3 + \Delta H_4 + Q_{\text{loss}}$

Keterangan:

ΔH_1 = panas bahan masuk

ΔH_2 = panas udarakering masuk

ΔH_3 = panas bahan keluar

ΔH_4 = panas udara kering keluar

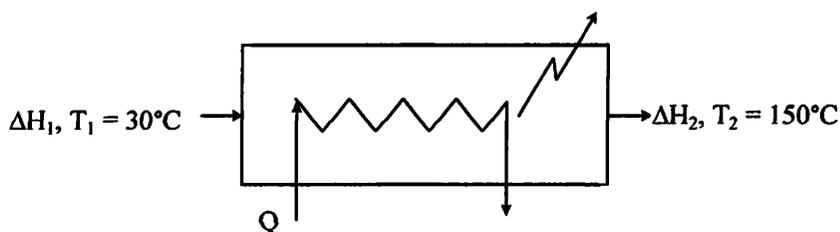
Q_{loss} = panas yang hilang

Neraca Panas Pada Prilling Tower

Panas Masuk Kkal/jam		Panas Keluar (Kkal/Jam)	
ΔH_1 =	1011687,0403	ΔH_3 =	12396,1555
ΔH_2 =	135511,6170	ΔH_4 =	1084218,1499
		Q_{loss} =	50584,3520
	1147198,6573		1147198,6573

8. HEATER UDARA (E-127)

Q_{loss}



Fungsi: Mengubah udara kering menjadi udara panas untuk kebutuhan di rotary dryer

Neraca Panas total : $\Delta H_1 + Q = \Delta H_2 + Q_{\text{loss}}$

ΔH_1 = panas udara masuk

ΔH_2 = panas udara keluar

Q = panas bahan masuk

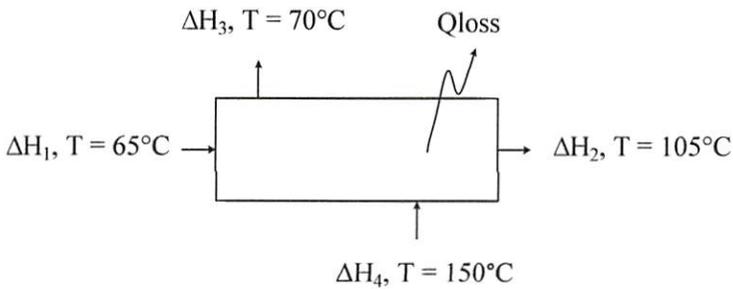
Q_{loss} = panas yang lolos



Neraca Panas Pada Heater Udara

Panas Masuk Kkal/jam	Panas Keluar (Kkal/Jam)
$\Delta H_1 = 135511,61702$	$\Delta H_2 = 3387790,4255$
Q = 3259054,3893	$Q_{\text{loss}} = 6775,5809$
3394566,0064	3394566,0064

9. ROTARY DRYER (B-128)



Fungsi: Sebagai media mengeringkan produk ammonium nitrat yang keluar dari prilling (95%) menjadi berkurang kadar airnya (99.5%)

Neraca panas total: $\Delta H_1 + \Delta H_4 = \Delta H_2 + \Delta H_3 + Q_{\text{loss}}$

Keterangan :

ΔH_1 = panas yang terkandung pada bahan masuk prilling tower

ΔH_2 = panas yang keluar pada bahan keluar menuju belt cooling conveyer

ΔH_3 = panas yang terkandung pada udara masuk tangki penampung

ΔH_4 = panas udara kering masuk

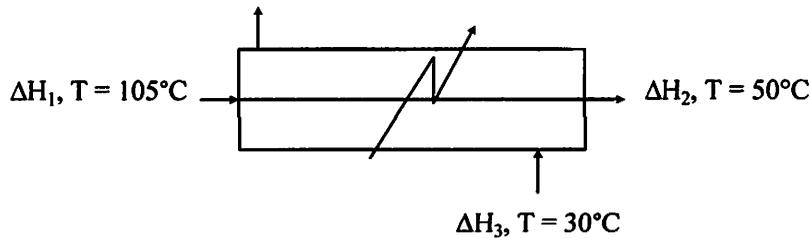
Q_{loss} = panas yang hilang

Neraca Panas Pada Rotary Dryer

Panas Masuk Kkal/jam	Panas Keluar (Kkal/Jam)
$\Delta H_1 = 12396,1555$	$\Delta H_2 = 402064,3318$
$\Delta H_4 = 1087939,6184$	$\Delta H_3 = 697651,6342$
	$Q_{\text{loss}} = 619,8078$
1100335,7738	1100335,7738

10. BELT COOLING CONVEYOR (F-129A)

$$\Delta H_4, T = 50^\circ\text{C}$$



Fungsi: Mengurangi kandungan air yang terdapat produk ammonium nitrat sebagai produk akhir yang akan dilakukan proses pengepakan

Neraca Panas total: Panas masuk = panas keluar

$$\Delta H_1 + \Delta H_3 = \Delta H_2 + \Delta H_4 + Q_{\text{loss}}$$

Keterangan:

ΔH_1 = panas bahan masuk dari rotary dryer

ΔH_2 = panas yang bahan keluar menuju vibrating screen

ΔH_3 = udara masuk

ΔH_4 = panas yang keluar ke tangki penampung

Q_{loss} = panas yang hilang

Neraca Panas Pada Belt Cooling Conveyor

Panas Masuk Kkal/jam	Panas Keluar (Kkal/Jam)
$\Delta H_1 = 402064,3318$	$\Delta H_2 = 150774,1244$
$\Delta H_3 = 57796,7477$	$\Delta H_4 = 288983,7385$
	$Q_{\text{loss}} = 20103,2166$
459861,0795	459861,0795

BAB V
SPEKIFIKASI PERALATAN

1. Storage Tank HNO₃ (F-111)

- Fungsi : menyimpan asam nitrat selama 1 minggu
Type : silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standar dish dan tutup bawah (alas) plate datar
Bahan : Stainless Steel SA 240 Grade M Type 316
Ukuran :
- Diameter tangki : 263,6782 in = 21,9732 ft
- Tinggi tangki : 90,1850 in = 7,5154 ft
- Tebal tutup : 0,3026 in = 5/16 in
- Tebal sheel : 0,3125 in = 5/16 in
Kap : 13397,1790 ft³
Jumlah : 7 buah

2. Pompa HNO₃ (L-112)

- Fungsi : Untuk memompa HNO₃ dari storage ke vaporizer
Type : Pompa Centrifugal
Bahan : Stainless Steel
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 18467,8488 kg/jam = 40714,2195 lb/jam
Daya : 2 Hp
Ukuran : 2 1/2 in sch 40
Jumlah : 1 buah

3. Vaporizer (V-113)

- Fungsi : untuk menguapkan asam nitrat dari fase liquid ke fase gas
Type : short tube vertical dengan tutup atas dan tutup bawah standart dished
Bahan : Stainless steel SA-240 grade M type 316

Dimensi : Feed masuk = 18467,8488 Kg/jam
40714,2195 lb/jam

do = 72 in

di = 71,6250 in

r = 71,6250 in

icr = 4,2975 in

Ls = 117,6647 in

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

tha = 1/4 in

ha = 13,8369 in

thb = 1/4 in

hb = 13,8369 in

Jumlah = 1 buah

4. Heater HNO₃ (E-114)

Fungsi : Memanaskan larutan asam nitrat dari suhu 125°C menjadi suhu 175 °C

Type : Sheel and tube

Bahan Konstruksi : Stainless Steel SA 240 Grade M

Kapasitas : 17.544,4564 Kg/jam

Rate steam : 1.736,2306 Kg/jam

-	Bagian shell		-	Bagian tube	
	IDS	= 19 1/4 in		do	= 3/4 in
	n'	= 2 in		di	= 0,620 in
	de	= 1 in		l	= 0 ft
	B	= 4 in		n	= 4
	N+1	= 4		P _T	= 1 in
				N _t	= 204
				a'	= 0,302
				a"	= 0,1963
				C	= P _T - do
					= 1 - 3/4
					= 1/4
					= 0,25

5. Storage NH₃ (F-115)

Fungsi : menyimpan ammonia selama 1 minggu

Spesifikasi storage NH₃

Rate	:	10445,4351 lb/jam
Bahan konstruksi	:	stainless steel SA-240 grade M
Diameter (d)	:	509,6491 in
ts	:	3 in
thb	:	3 in
Jumlah	:	25 buah
Type	:	spherical tank

6. Ekspander (N-116)

Fungsi : Menurunkan tekanan gas keluar storage NH₃ dari 12 atm menjadi 1 atm untuk memenuhi kondisi di reaktor

Jenis	:	Radial
Daya	:	100 hp
Bahan	:	carbon steel

7. Heater NH₃ (E-117)

Fungsi : Memanaskan gas ammonia dari suhu 30°C menjadi suhu 175 °C

Type : Sheel and tube

Bahan Konstruksi : Stainless Steel SA 240 Grade M
 Kapasitas : 4.738,0183 Kg/jam
 Rate steam : 810,3999 Kg/jam

- Bagian shell

IDS = 8 in
 n' = 2 in
 de = 1 in
 B = 4 in
 N+1 = 4

- Bagian tube

do = 3/4 in
 di = 0,620 in
 l = 12 ft
 n = 4
 P_T = 1 in
 N_t = 20
 a' = 0,302
 a'' = 0,1963
 C = P_T - do
 = 1 - 3/4
 = 1/4
 = 0,25

8. Reaktor (R-110) dapat dilihat pada perancangan alat utama Marissa

9. Pompa (L-121)

Fungsi : Untuk memompa NH₄NO₃ 85% dari reaktor ke evaporator
 Type : Pompa Centrifugal
 Bahan : Stainless Steel
 Jumlah : 1 buah
 Kapasitas : 22282,4746 kg/jam = 49123,9436 lb/jam
 Daya : 4 Hp
 Ukuran : 2 in sch 40
 Jumlah : 1 buah

Bahan Konstruksi : Carbon Steel SA 240 Grade M

Kapasitas : 1.556,8862 Kg/jam

Rate pendingin : 3.464,0718 Kg/jam

- Bagian shell

IDS = 8 in

n' = 2 in

de = 1 in

B = 8 in

N+1 = 18

- Bagian tube

do = 3/4 in

di = 0,620 in

l = 12 ft

n = 4

P_T = 1 in

N_t = 20

a' = 0,302

a'' = 0,1963

C = P_T - do

= 1 - 3/4

= 1/4

= 0,25

12. Jet ejector (G-124)

Fungsi : memvakumkan tekanan pada evaporator

Type : single jet ejector

Bahan konstruksi : carbon steel

Rate : 2,1452 kg/jam

Dimensi :

W_b/W_a = 0,15

P_{ob}/P_{oa} = 0,029

Jumlah : 1 buah

13. Pompa (L-125)

Fungsi : Untuk memompa NH₄NO₃ 95% dari evaporator ke prill tower

Type : Centrifugal

Bahan : Carbon steel

Daya : 2 Hp

Ukuran : 2 1/2 in sch 40

Jumlah : 1 buah

14. Prilling Tower (D-120) dapat dilihat pada perancangan alat utama Maria

15. Filter udara (H-126)

Fungsi : menyaring debu yang terdapat di udara sebelum masuk ke -
prilling tower, rotary dryer, dan belt cooling conveyor

Type : filter udara kering yang mudah dibersihkan

Media : selulosa pulp

Ukuran : 24 x 24 in

Kap filter : 1000 ft³/menit/L

Jmlh filter : 1 buah

Luas : 384,8622 ft²

Diameter : 22,1364 ft

16. Blower (G - 127)

Fungsi : menghembuskan udara ke prilling tower, rotary dryer, dan belt
cooling conveyor

Type : axial blower

Jumlah : 1 buah

Daya blower : 200 hp

17. Belt Conveyor (J-131)

Fungsi : mengangkut produk NH₄NO₃ dari prilling tower ke rotary dryer

Type : Flat belt 20° idler

Bhn Kon : Reinforced rubber

Dimensi : Panjang = 32 ft = 9,7537 m

Lebar = 3,3 ft = 1,0059 m

Kecepatan = 100 ft/menit

Power motor = 2 hp

Jumlah = 1 buah

18. Hopper NH₄NO₃ I (F-132)

Fungsi : menampung NH₄NO₃ sementara sebelum masuk ke dalam rotary
dryer

Type : Tangki berbentuk silinder tegak dengan tutup atas datar dan
tutup bawah conis

Rate bahan :	13101,1975	kg/jam =	28882,8999	lb/jam
Bhn kons :	carbon steel SA 240 grade B			
Di :	71,6250	in		
Do :	72	in		
ts :	3/16	in		
Ls :	107,4375	in		
thb :	1/4	in		
hb :	20,6770	in		
Jumlah :	1 buah			

19. Rotary Dryer (B-130)

Fungsi : mengeringkan kandungan air dari prill NH_4NO_3 sehingga didapat konsentrasi 99,5]%

Type	=	single shell direct heat rotary dryer
Bahan konstruksi	=	stainless steel SA 240 grade M type 316
Kapasitas	=	13101,1975 kg/jam
Panjang	=	8,4590 m = 9 m
Diameter	=	1,9520 m = 2 m
Volume	=	25,3154 m ³
Daya	=	60 hp
Jumlah	=	1 buah

20. Cyclone (H-134)

Fungsi : menangkap debu yang terikut udara dari rotary dryer

Type	:	duclone colector
Rate	:	119186,0266 lb/jam
Bahan konstruksi	:	carbon steel
Luas aliran	:	51,4682 ft ²
Jumlah	:	1 buah

21. Heater udara (E-133)

Fungsi : Memanaskan udara dari suhu 30°C menjadi suhu 150 °C

Type : Sheel and tube

Bahan Konstruksi : Stainless Steel SA 240 Grade B
 Kapasitas : 135.511,6170 Kg/jam
 Rate steam : 7.346,1292 Kg/jam

- Bagian shell			- Bagian tube		
IDS	=	37 in	do	=	3/4 in
n'	=	2 in	di	=	0,620 in
de	=	0,95 in	l	=	0 ft
B	=	37 in	n	=	4
N+1	=	4	P _T	=	1 in
			Nt	=	886
			a'	=	0
			a''	=	0,1963

$$C = P_T - do$$

$$= 1 - 3/4 = 1/4 = 0,25$$

22. Belt Cooling Conveyor (J-141)

Fungsi : mengangkut produk NH₄NO₃ dari rotary dryer ke rotary coating
 Type : Flat belt 20° idler
 Bhn Kon : Reinforced rubber
 Dimensi : Panjang = 32 ft = 9,7537 m
 Lebar = 3,3 ft = 1,0059 m
 Kecepatan = 100 ft/menit
 Power motor = 2 hp
 Jumlah = 1 buah

23. Hopper NH₄NO₃ II (F-142)

Fungsi : menampung NH₄NO₃ sementara sebelum masuk ke dalam rotary coating drum
 Type : Tangki berbentuk silinder tegak dengan tutup atas datar dan tutup bawah conis

Rate bahan : 12258,5074 kg/jam = 27025,1054 lb/jam
Bhn kons : carbon steel SA 240 grade B
Di : 71,6250 in
Do : 72 in
ts : 3/16 in
Ls : 107,4375 in
thb : 1/4 in
hb : 20,6770 in
Jumlah : 1 buah

BAB VI

PERANCANGAN ALAT UTAMA

Nama Alat : Reaktor Multitubular
 Kode Alat : R-110
 Fungsi : Untuk mereaksikan asam nitrat (HNO_3) dan ammonia gas (NH_3),
 menjadi ammonium nitrat (NH_4NO_3)
 Type : Tangki berbentuk silinder tegak dengan tutup atas dan bawah berben-
 tuk standard dished

Bahan konstruksi : High Alloy steel SA 240 Grade M Tipe 316

Kondisi Operasi :

- Suhu = 175 °C = 347 °F
- Tekanan = 1 atm = 14,696 psia
- Fase = Gas - Gas
- Waktu Operasi = 2 menit = 120 detik = 0,03333 jam
- Kapasitas = 22.282,4746 kg/jam = 49.123,9435 lb/jam
- Densitas = 1,25087 gr/cm³ = 78,0919 lb/ft³
- Viskositas (μ) = 1,8202 cp = 0,0012 lb/ft³

Dasar Perancangan :

- Tipe pengelasan = Double welded butt joint
- Faktor pengelasan (E) = 0,8
- Allowable stress (f) = 18.750
- Faktor Korosi (C) = 1/16

6.1 Perhitungan dimensi reaktor

a. Menentukan volume campuran (V_c)

$$\text{Rate volumetrik (Q)} = \frac{\text{Kapasitas}}{\text{den larutan}} = \frac{49.123,9435}{78,0919} = 629,0530 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$V_{\text{gas}} = \frac{n \cdot R \cdot T}{P}$$

$$n = 614,0493 \text{ lbmol/jam} = 0,1706 \text{ lbmol/det}$$

$$R = 10,731 \text{ psia.ft}^3/\text{lbmol.}^\circ\text{R}$$

$$T = 807 \text{ }^\circ\text{R}$$

$$P = 14,696 \text{ psia}$$

$$V_{\text{gas}} = \frac{0,1706 \times 10,731 \times 807}{14,696}$$

$$= 12061,4501 \text{ ft}^3$$

b. Menentukan volume reaktor (V_T)

Asumsi : Volume larutan pada reaktor 80% dari volume total, sehingga volume ruang kosong pada reaktor sebesar 20% dari volume reaktor

$$V_T = V_C + V_{\text{RK}}$$

$$= 12.061,4501 + 20\% V_T$$

$$= 15.076,813 \text{ ft}^3$$

c. Menentukan diameter reaktor (d_i)

$$V_T = V_{\text{tutup bawah}} + V_{\text{silinder}} + V_{\text{tutup atas}}$$

$$15.076,8126 = \left(\frac{\pi}{4} \times d_i^2 \times L_s \right) + 2(0,0847 d_i^3)$$

$$15.076,8126 = \left(\frac{3,14}{4} \times d_i^2 \times 1,5d_i \right) + 2(0,0847 d_i^3)$$

$$15.076,8126 = 1,1775 d_i^3 + 0,1694 d_i^3$$

$$15.076,8126 = 1,3469 d_i^3$$

$$d_i^3 = 11193,7$$

$$d_i = 14,9131 \text{ ft} = 178,9567 \text{ in}$$

$$L_s = 1,5 d_i = 1,5 \times 14,9131$$

$$L_s = 22,3696 \text{ ft}$$

d. Menghitung tekanan

$$\begin{aligned}
 P \text{ hidrostatik} &= \frac{\rho \times (H - 1)}{144} \\
 &= \frac{78,0919 \times 21,3696}{144} \\
 &= 10,5888 \text{ psia} \\
 P \text{ operasi} &= P \text{ feed} + P \text{ hidrostatik} \\
 &= 14,696 + 10,58883357 \\
 &= 25,285 \text{ psia} \\
 &= 10,589 \text{ psig}
 \end{aligned}$$

e. Menentukan tebal silinder (ts)

$$\begin{aligned}
 t_s &= \frac{P_i \times d_i}{2 (f \cdot E - 0.6 P_i)} + C \\
 &= \frac{10,589 \times 178,9567}{2 (18.750 \times 0,8 - 0,6 \times 10,589)} + \frac{1}{16} \\
 &= \frac{1.894,925}{29.987,294} + \frac{1}{16} \\
 &= 0,1257 \text{ in} \approx 0,1875 \text{ in} = 3/16
 \end{aligned}$$

Standarisasi

$$\begin{aligned}
 d_o &= d_i + 2 t_s \\
 &= 178,957 + 2 \times 0,1875 = 179,3317 \text{ in}
 \end{aligned}$$

dari tabel 5.7 (brownell, 1959) diperoleh pendekatan

$$D_o = 180 \text{ in} = 4,5720 \text{ m} = 15,0000 \text{ ft}$$

$$i_{cr} = 10,7775 \text{ in} = 0,2737 \text{ m} = 0,8981 \text{ ft}$$

$$r = 179,625 \text{ in} = 4,5625 \text{ m} = 14,9688 \text{ ft}$$

$$t_s = 3/16 \text{ in} = 0,0048 \text{ m} = 0,0156 \text{ ft}$$

kemudian menentukan Di baru berdasarkan D_o dan t_s yang diperoleh,

$$D_i = D_o - 2t_s = 179,6250 \text{ in} = 14,9688 \text{ ft} = 4,5625 \text{ m}$$

f. Menentukan tinggi silinder standar

$$L_s = \text{Tinggi silinder}$$

$$L_s = 1,5 \times d_i$$

$$= 1,5 \times 179,625$$

$$= 269,4375 \text{ in} = 6,84371 \text{ m}$$

$$V_T = V_{\text{tutup bawah}} + V_{\text{silinder}} + V_{\text{tutup atas}}$$

$$15.076,8126 = \left(\frac{\pi}{4} \times d_i^2 \times L_s \right) + 2(0,0847 d_i^3)$$

$$15.076,8126 = 175,890 L_s + 568,159$$

$$15.076,8126 = 744,049 L_s$$

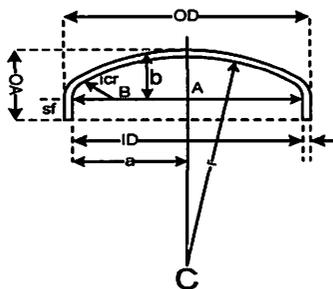
$$L_s = 20,2632$$

$$\frac{L_s}{d_i} = \frac{20,2632}{14,9688} = 1,3537 < 1,5$$

g. Menentukan tebal tutup atas dan bawah (th)

$$\begin{aligned} th &= \frac{0,885 P_{\text{alat}} D_i}{(fE - 0,1 P_{\text{alat}})} + C \\ &= \frac{0,885 \times 10,5887 \times 179,6250}{(18.750 \times 0,8 - 0,1 \times 10,5887)} + \frac{1}{16} \\ &= \frac{1.683,27}{14.998,94} + \frac{1}{16} = 0,1747 = 0,1875 \text{ in} \\ &= \frac{3}{16} \end{aligned}$$

i. Menentukan tinggi tutup atas/standard dished (h_a)



$$a = D_i/2 = 89,8125 \text{ in}$$

$$AB = a - icr = 79,0350 \text{ in}$$

$$BC = r - icr = 168,848 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} AC &= \sqrt{BC^2 - AB^2} \\ &= 149,208 \text{ in} \end{aligned}$$

$$b = r - AC = 30,4173 \text{ in}$$

Gambar 6.3. tutup atas standard dished

$$sf = 1,5 \text{ in} \quad h_a = h_b = t_{ha} + b + sf = 32,1048 \text{ in}$$

j. Menentukan tinggi tutup atas dan bawah/standard dished (h_b)

$$h_b = 32,1048 \text{ in}$$

Dari perhitungan diatas maka didapatkan tinggi tangki sebesar :

$$\begin{aligned} H &= h_a + h_b + L_s \\ &= 32,1048 + 32,1048 + 269,438 \\ &= 333,6470 \text{ in} = 27,8039 \text{ ft} = 8,4747 \text{ m} \end{aligned}$$

dari perhitungan di atas diperoleh dimensi reaktor sebagai berikut:

Diameter Luar (D_o)	=	180	in	=	15,0000	ft
Diameter Dalam (D_i)	=	179,6250	in	=	14,9688	ft
Tinggi silinder (L_s)	=	269,4375	in	=	22,4531	ft
Tebal Silinder (t_s)	=	3/16	in	=	0,0156	ft
Tebal tutup atas dan bawah (t_{ha})	=	3/16	in	=	0,0156	ft
Tinggi tutup atas (h_a)	=	32,1048	in	=	2,6754	ft
Tinggi tutup bawah (h_b)	=	32,1048	in	=	2,6754	ft
Tinggi Reaktor (H)	=	333,6470	in	=	27,8039	ft

6.2 Menentukan jumlah tube

Dari tabel 4-22, *Ulrich*, hal. 217, ditetapkan porosity (ϵ) = 0,60

$$\begin{aligned} V \text{ bahan} &= 0,60 \times 15.076,813 \\ &= 9046,0875 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V \text{ actual reaktor} &= 15.076,813 + 9046,0875 \\ &= 24.122,9001 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$



Dimana digunakan pipa dengan ketentuan ukuran nominal 8 in sch 80

Dari Appendix K, *Brownell and Young*, hal 387 didapatkan:

$$\begin{aligned} ID &= 7,625 \text{ in} = 0,63542 \text{ ft} \\ OD &= 8,625 \text{ in} = 0,71875 \text{ ft} \\ A &= 0,3171 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$a'' = 45,7 \text{ in}^2 = 0,3174 \text{ ft}^2$$

$$L \text{ pipa} = \frac{V \text{ reaktor}}{\pi/4 (D_i^2)}$$

$$= \frac{24.122,900}{0,3171} = 76071,4015 \text{ ft}$$

$$N_t = \frac{L \text{ pipa}}{l \text{ asumsi}}$$

$$= \frac{76071,4015}{7500} = 10,14 = 10$$

Cek pipa dan waktu tinggal

$$\text{Rate} = \frac{\text{Volume reaktor}}{\text{waktu reaksi}} = \frac{24.122,900}{120} = 201,0242 \text{ ft}^3/\text{s}$$

$$\text{Rate 1 pipa} = \frac{\text{Rate}}{N_t} = \frac{201,0242}{10} = 20,1024 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$\text{Waktu tinggal} = \frac{A \times l}{\text{rate 1 pipa}} = 118,3067 \text{ detik} = 120 \text{ detik}$$

Menentukan Luas Tube

Direncanakan susunan pipa berbentuk segitiga (*triangular pitch*) dengan sudut 60° . Dari tabel 9, Kern, hal. 842, diperoleh :

$$OD = \frac{3}{4} \text{ in} \quad ; \quad Pt = 1 \text{ in}$$

$$\text{Luas 1 pipa : } t = OD \times \sin 60^\circ$$

$$= \frac{3}{4} \text{ in} \times \sin 60^\circ = 0,6495 \text{ in}$$

$$\text{Luas } \textit{triangular pitch} = 0,5 \times Pt \times t$$

$$= 0,5 \times 1 \text{ in} \times 0,6495 \text{ in}$$

$$= 0,3248 \text{ in}^2 = 0,00226 \text{ ft}^2$$

Dengan $N_t = 10$ buah, maka :

$$\text{Luas pipa} = N_t \times \text{Luas } \textit{triangular pitch}$$

$$= 10 \times 0,00226 = 0,0226 \text{ ft}^2$$

Asumsi : Luas pipa = 90% × Luas total

$$\begin{aligned} \text{Luas total} &= \frac{\text{Luas pipa}}{0,9} = \frac{0,0226}{0,9} \\ &= 0,0251 \text{ ft}^2 = 3,6083 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

6.3 Perhitungan Nozzle

Perencanaan :

- a. *Nozzle* pada tutup atas standard dished

Nozzle untuk pengeluaran gas reaksi

- b. *Nozzle* pada bagian silinder reaktor

Nozzle untuk hand hole, nozzle pemasukan dan pengeluaran air pendingin

- c. *Nozzle* pada tutup bawah standard dished

Nozzle untuk pemasukkan feed

Nozzle untuk pengeluaran produk

Dasar Perhitungan :

- ***Nozzle* pada tutup atas**

E. *Nozzle* pengeluaran gas reaksi

$$\text{Rate gas} = 7.567,6884 \text{ kg/jam} = 16.683,88 \text{ lb/jam}$$

$$\rho \text{ gas} = 1,8478 \text{ gr/cm}^3 = 115,3604 \text{ lb/ft}^3$$

Perhitungan :

1. Menentukan rate volumetrik (Q)

$$Q = \frac{\text{rate gas}}{\rho \text{ gas}}$$

$$Q = \frac{16.683,8772}{115,3604} = 144,6240 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,0402 \text{ ft}^3/\text{s}$$

2. Menentukan diameter pipa berdasarkan jenis aliran :

Asumsi : aliran turbulen

$$\begin{aligned}
 D_i \text{ optimal} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} && \text{(peters \& timmerhaus, hal 496)} \\
 &= 0,28363 \text{ ft} \\
 &= 3,40356 \text{ in} \approx 3,5 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Standarisasi D_i berdasarkan *Geankoplis hal892* untuk nominal size 3,5 in sch 40 :

$$\begin{aligned}
 D_i &= 3,548 \text{ in} \\
 D_o &= 4,000 \text{ in} \\
 A &= 0,0687 \text{ ft}^2 = 0,8244 \text{ in}
 \end{aligned}$$

3. Menentukan dimensi pipa

$$\begin{aligned}
 \text{Luas penampang pipa (A)} &= 0,0687 \text{ ft}^2 \\
 \text{kecepatan liquid (V)} &= \frac{Q}{A} = \frac{0,0402}{0,0687} = 0,58476 \text{ ft/s} \\
 \text{Diameter pipa (D)} &= \left(\frac{A}{\pi \cdot 0,25} \right)^{0,5} = \left(\frac{0,0687}{3,14 \times 0,25} \right)^{0,5} \\
 &= 0,07754 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

- *Nozzle* pada tutup bawah

A Asam nitrat

$$\begin{aligned}
 \text{Rate asam nitrat} &= 17.544,4563 \text{ kg/jam} = 38.678,86 \text{ lb/jam} \\
 \rho \text{ asam nitrat} &= 1,2981 \text{ gr/cm}^3 = 81,0404 \text{ lb/ft}^3
 \end{aligned}$$

Perhitungan :

1. Menentukan rate volumetrik (Q)

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{\text{rate asam nitrat}}{\rho \text{ asam nitrat}} \\
 Q &= \frac{38.678,8592}{81,0404} = 477,2787 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,1326 \text{ ft}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

2. Menentukan diameter pipa berdasarkan jenis aliran :

Asumsi : aliran turbulen

$$\begin{aligned}
 D_i \text{ optimal} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} && \text{(peters \& timmerhaus, hal 496)} \\
 &= 0,46361 \text{ ft} \\
 &= 5,56336 \text{ in} \approx 6 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Standarisasi Di berdasarkan *Geankoplis hal892* untuk nominal size 6 in sch 40 :

$$D_i = 6,065 \text{ in}$$

$$D_o = 6,625 \text{ in}$$

$$A = 0,2006 \text{ ft}^2 = 2,4072 \text{ in}$$

3. Menentukan dimensi pipa

$$\text{Luas penampang pipa (A)} = 0,2006 \text{ ft}^2$$

$$\text{kecepatan liquid (V)} = \frac{Q}{A} = \frac{0,1326}{0,2006} = 0,6609 \text{ ft/s}$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter pipa (D)} &= \left(\frac{A}{\pi \cdot 0,25} \right)^{0,5} = \left(\frac{0,2006}{3,14 \times 0,25} \right)^{0,5} \\ &= 0,22641 \text{ ft} \end{aligned}$$

B. Ammonia

$$\text{Rate ammonia} = 4.738,0183 \text{ kg/jam} = 10.445,53 \text{ lb/jam}$$

$$\rho \text{ ammonia} = 0,59524 \text{ gr/cm}^3 = 37,1609 \text{ lb/ft}^3$$

Perhitungan :

1. Menentukan rate volumetrik (Q)

$$Q = \frac{\text{rate ammonia}}{\rho \text{ ammonia}}$$

$$Q = \frac{10.445,5299}{37,1609} = 281,0893 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,0781 \text{ ft}^3/\text{s}$$

2. Menentukan diameter pipa berdasarkan jenis aliran :

Asumsi : aliran turbulen

$$\begin{aligned} D_i \text{ optimal} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} && (\text{peters \& timmerhaus, hal 496}) \\ &= 0,33012 \text{ ft} \\ &= 3,96141 \text{ in} \approx 4 \text{ in} \end{aligned}$$

Standarisasi Di berdasarkan *Geankoplis hal 892* untuk nominal size 4 in sch 40 :

$$D_i = 4,026 \text{ in}$$

$$D_o = 4,500 \text{ in}$$

$$A = 0,0884 \text{ ft}^2 = 1,0608 \text{ in}$$

3. Menentukan dimensi pipa

$$\text{Luas penampang pipa (A)} = 0,0884 \text{ ft}^2$$

$$\text{kecepatan liquid (V)} = \frac{Q}{A} = \frac{0,0781}{0,0884} = 0,88326 \text{ ft/s}$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter pipa (D)} &= \left(\frac{A}{\pi \cdot 0,25} \right)^{0,5} = \left(\frac{0,0884}{3,14 \times 0,25} \right)^{0,5} \\ &= 0,09977 \text{ ft} \end{aligned}$$

C. NH_4NO_3

$$\text{Rate produk} = 14.790,4191 \text{ kg/jam} = 32.607,2538 \text{ lb/jam}$$

$$\rho \text{ produk} = 1,2509 \text{ kg/m}^3 = 78,0919 \text{ lb/ft}^3$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} 1. \text{ Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{rate produk}}{\rho} = \frac{32.607,2538}{78,0919} \\ &= 417,550 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,1160 \text{ ft}^3/\text{s} \end{aligned}$$

2. Menentukan diameter pipa berdasarkan jenis aliran :

Asumsi : aliran turbulen

$$\begin{aligned} \text{Di optimal} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} && (\text{peters \& timmerhaus, hal 496}) \\ &= 2,60667 \text{ ft} \\ &= 31,28 \text{ in} \approx 24 \text{ in} \end{aligned}$$

Standarisasi Di berdasarkan *Brownel & young* hal 389 untuk

nominal size 24 in sch 80 :

$$\text{Di} = 22,626 \text{ in}$$

$$\text{Do} = 24 \text{ in}$$

$$\text{A} = 5,92 \text{ ft}^2 = 71,04 \text{ in}^2$$

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

3. Menentukan dimensi pipa

$$\text{Luas penampang pipa (A)} = 5,92 \text{ ft}^2$$

$$\text{kecepatan liquid (V)} = \frac{Q}{A} = \frac{0,1160}{5,9200} = 0,01959 \text{ ft}^2$$

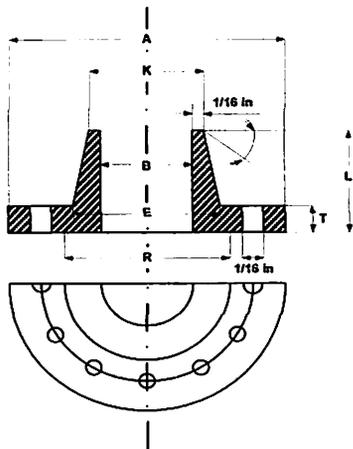
$$\begin{aligned} \text{Diameter pipa (D)} &= \left(\frac{A}{\pi \cdot 0,25} \right)^{0,5} = \left(\frac{5,92}{3,14 \times 0,25} \right)^{0,5} \\ &= 2,7462 \text{ ft} \end{aligned}$$

D. Nozzle handhole

Lubang hanhole dibuat berdasarkan standard yang ada, yaitu NPS 20 in

Dari *brownell & young* tabel 12-2 hal 221 diperoleh dimensi flange untuk semua nozzle dipilih flange tipe welding nick dengan dimensi nozzle sebagai berikut :

- *Nozzle A* : *Nozzle* pemasukan HNO₃
- *Nozzle B* : *Nozzle* pemasukan NH₃
- *Nozzle C* : *Nozzle* pada tutup bawah (pengeluaran produk ammonium nitrat)
- *Nozzle D* : *Nozzle* pada silinder untuk hand hole
- *Nozzle E* : *Nozzle* pengeluaran gas reaksi
- *Nozzle F* : *Nozzle* pemasukkan air pendingin
- *Nozzle G* : *Nozzle* pengeluaran air pendingin
- NPS : Ukuran pipa nominal (in)
- A : Diameter luar flange (in)
- T : Ketebalan flange (in)
- R : Diameter lubang bagian yang menonjol (in)
- E : Diameter hubungan atas (in)
- K : Diameter hubungan pada titik pengelasan (in)
- L : Panjang julakan (in)
- B : Diameter dalam flange (in)



Detail flange nozzle

Nozzle	NPS	A	T	R	E	K	L	B
A	6	11	1	8 1/2	7 9/16	6,63	3 1/2	6,07
B	4	9	15/16	6 1/5	5 5/16	4,5	3	4,03
C	24	32	1 7/8	27 1/4	26 1/8	24	6	23,25
D	20	27 1/2	1 11/16	23	22	20	5,6875	19,25
E	3,5	8 1/2	15/16	5 1/2	4 13/16	4	2 13/16	3,55
F	20	27 1/2	1 11/16	23	22	20	5,6875	19,25
G	20	27 1/2	1 11/16	23	22	20	5,6875	19,25

6.4 Sambungan tutup dengan dinding reaktor

Bagian tutup reaktor dan bagian shell reaktor dihubungkan secara flange dan bolting untuk mempermudah perbaikan dan perawatan reaktor.

1. Flange

Bahan konstruksi : *Carbon steels SA 299 Grade C*

Tensile : 75000 psia

Allowble stress : 18.750 psia

Type flange : *Ring flange*

(*Brownel & young* , hal 251)

2. Bolting

Bahan konstruksi : *Carbon steels SA 261 Grade BO*

Tensile : 100000 psia

Allowble stress : 16.250 psia

(Brownel & young , hal 252)

3. Gasket

Bahan konstruksi : *Asbestos*

Gasket faktor (m) : 2

Minimmun stress : 1.600 lb/in²

(Brownel & young , hal 228)

a. Perhitungan lebar gasket

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

(Brownel & young , hal 226)

Dimana :

do : diameter luar gasket (in)

di : diameter dalam gasket (in)

y : yield stress (lb/in²)

P : internal pressure (psia)

m : gasket faktor

Sehingga :

$$\frac{do}{di} = \sqrt{\frac{1600 - (14,7 \times 2)}{1600 - 14,7 (2 + 1)}}$$

$$= 1,0047$$

do = 180 (do standart tangki)

do = do standart x 1,0047

= 180 x 1,0047

= 180,843 in = 15,0702 ft

Lebar gasket minimum (n) = $\frac{do - do_{st}}{2}$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{180,843 - 180}{2} = 0,42136 \text{ in} \\
 &= 180 + 0,42136 \\
 &= 180,42136 \text{ in}
 \end{aligned}$$

b. Perhitungan Bolting

* Perhitungan jumlah dan ukuran baut

- Beban gasket (Wm_2)

$$Wm_2 = \pi \times b \times G \times y \quad (\text{Brownel \& young, hal 240})$$

Dimana :

y = yield stress

G = diameter rata-rata gasket

b = lebar efektif gasket

b_o = lebar setting gasket bawah

$$b_o = \frac{180,843 + 180}{2} = 180,421$$

$$Wm_2 = \pi \times b \times G \times y$$

$$Wm_2 = 381.938,39 \text{ lb}$$

- Beban agar baut tidak bocor (H_p)

$$H_p = 2 \times \pi \times b \times G \times m \times P \quad (\text{Brownel \& young, hal 240})$$

$$= 14.032,42 \text{ lb}$$

- Beban karena tekanan dalam (P)

$$H = \frac{\pi}{4} \times G^2 \times P \quad (\text{Brownel \& young, hal 240})$$

$$= 375.530,07 \text{ lb}$$

- Total beban kondisi operasi (Wm_1)

$$Wm_1 = H + H_p \quad (\text{Brownel \& young, hal 240})$$

$$= 375.530,07 + 14.032,42$$

$$= 389.562,48 \text{ lb}$$

- Perhitungan luas minimum *bolting* area

$$Am_1 = \frac{Wm_1}{fb} = \frac{389.562,48}{16.250,00} = 23,9731 \text{ in}^2$$

- Perhitungan *bolting* optimum

Dari *brownell & young* table 10.4 hal 188 didapatkan ukuran baut

2 3/4 in maka diperoleh :

$$\text{Ukuran baut} = 2 \frac{3}{4} \text{ in}$$

$$\text{Root area} = 4,618 \text{ in}$$

$$R = 3 \frac{3}{8} \text{ in}$$

$$E = 2 \frac{5}{8} \text{ in}$$

$$\text{Jumlah bolting minimur} = \frac{Am_1}{\text{root area}} = \frac{23,9731}{4,618} = 5,19122 \approx 1 \text{ buah}$$

$$\text{Bolting circle diameter (C)} = Di \text{ shell} + 2(14,15 \times qo + R)$$

dimana :

$$Di \text{ shell} = 179,625 \text{ in}$$

$$qo = \text{tebal shell (ts)} = 0,1875$$

sehingga :

$$C = 188,306 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter luar flange} &= C + 2E \\ &= 188,306 + 2 \times 2 \frac{5}{8} \\ &= 193,556 \text{ in} \end{aligned}$$

Cek lebar gasket

$$\begin{aligned} Ab_{\text{actual}} &= \text{jumlah bolt} \times \text{boot area} \\ &= 1 \times 4,618 \\ &= 4,6180 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

(*Brownel & young*, hal 243)

$$\text{Lebar gasket minimum} = \frac{Ab \text{ actual} \times f}{2 \times \pi \times y \times G}$$

$$= \frac{4,6180 \times 16250}{2 \times 3,14 \times 1600 \times 180,421}$$

$$= 0,04139 \text{ in}$$

$$L < n$$

$$0,04139 < 0,42136 \text{ (memenuhi)}$$

* Perhitungan moment

- Keadaan *bolting up* (tanpa tekanan dalam)

$$W = \frac{A_m + A_b \text{ actual}}{2} \times f \quad (\text{Brownel \& young, hal 242})$$

$$= \frac{23,9731 + 4,6180}{2} \times 16.250$$

$$= 232.302,492 \text{ lb}$$

- Jarak radial dari beban gasket yang beraksi terhadap bolt circle

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

$$= \frac{1}{2} (188,306 - 180,421) = 3,9424 \text{ in}$$

- Moment flange

$$M_a = W \times h_G$$

$$= 232302,492 \times 3,94244 = 915839,5259 \text{ lb/in}$$

- Dalam kondisi operasi

$$W = W_{m1}$$

$$= 389562,48 \text{ lb}$$

- Gaya hidrostatik pada daerah flange (H_D)

$$H_D = 0,785 \times B^2 \times p \quad (\text{Brownel \& young, hal 243})$$

Dimana :

$$B = \text{do shell reaktor} = 180$$

$$p = \text{tekanan operasi} = 14,70$$

$$\begin{aligned} H_D &= 0,785 \times (180)^2 \times 14,696 \\ &= 373778,064 \text{ lb} \end{aligned}$$

- Jarak radial bolt circle pada aksi (h_D)

$$\begin{aligned} h_D &= \frac{1}{2} (C - B) && \text{(Brownel \& young, hal 243)} \\ &= \frac{1}{2} (188,306 - 180) \\ &= 4,153 \text{ in} \end{aligned}$$

- Moment komponen (M_D)

$$\begin{aligned} M_D &= H_D \cdot h_D \\ &= 373778,064 \cdot 4,153 \\ &= 373773,911 \text{ lb.in} && \text{(Brownel \& young, hal 243)} \end{aligned}$$

- Perbedaan antara beban baut flange dengan gaya hidrostatik dalam area flange :

$$\begin{aligned} H_G &= W - H && \text{(Brownel \& young, hal 243)} \\ &= Wm1 - H \\ H_G &= 389.562,48 - 375.530,07 \\ &= 14.032,4165 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

- Moment M_G

$$\begin{aligned} M_G &= H_G \cdot h_G && \text{(Brownel \& young, hal 243)} \\ &= 14032,4 - 3,94244 \\ &= 14028,5 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

- Perbedaan antara gaya hidrostatik total dengan gaya hidrostatik dalam area flange :

$$\begin{aligned} H_T &= H - H_D && \text{(Brownel \& young, hal 242)} \\ &= 375530,0678 - 373778,064 \\ &= 1752,004 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 h_T &= \frac{1}{2} (h_D - h_G) && \text{(Brownel \& young, hal 242)} \\
 &= \frac{1}{2} (4,153 - 3,9424) \\
 &= 0,10534 \text{ in}
 \end{aligned}$$

- Moment komponen (MT)

$$\begin{aligned}
 M_T &= H_T - h_T \\
 &= 1752,004 - 0,10534 \\
 &= 1751,898 \text{ in} && \text{(Brownel \& young, hal 242)}
 \end{aligned}$$

- Moment total pada keadaan operasi (M_O)

$$\begin{aligned}
 M_o &= M_D + M_G + M_T \\
 &= 373773,911 + 14028,47 + 1751,898 \\
 &= 389554,283 \text{ lb.in}
 \end{aligned}$$

$$M_o, M \text{ max} = 389554,283 \text{ lb.in}$$

3. Perhitungan tebal flange

$$f_T = \frac{Y \cdot M_o}{t^2 \cdot B} \quad \text{(Brownel \& young, hal 239)}$$

sehingga didapatkan rumus :

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

$$k = \frac{A}{B}$$

Dimana :

A = diameter luar flange

B = diameter dalam flange

f = stress yang diijinkan untuk bahan flange

Maka :

$$K = \frac{A}{B} = \frac{193,556}{180} = 1,07531 \text{ ft}$$



Dari *Brownel & Young* fig. 12.22 hal 238, didapatkan :

$$Y = 15$$

$$M = 389.554,283 \text{ lb.in}$$

sehingga tebal flange :

$$t = \sqrt{\frac{15 \times 389554,283}{18750 \times 180}} = 1,31581 \text{ in}$$

6.5 Rancangan penyangga

Sistem penyangga dirancang agar mampu untuk menyangga beban reaktor dan perlengkapannya :

Dasar perhitungan :

a. Berat silinder reaktor (W_s)

$$W_s = \frac{\pi}{4} (D_o^2 - D_i^2) \quad (\text{Perry's 7}^{ed} \text{ table 2-119})$$

Dimana :

$$D_o = \text{diameter luar silinder reaktor} = 180 \text{ in} = 15 \text{ ft}$$

$$D_i = \text{diameter dalam silinder reaktor} = 179,625 \text{ in} = 14,9688 \text{ ft}$$

$$H = \text{tinggi silinder} = 269,4375 \text{ in} = 22,4531 \text{ ft}$$

$$\text{Densitas bahan konstruksi} = 489 \text{ lb/ft}^3$$

$$\begin{aligned} W_s &= \frac{3,14}{4} \times (15^2 - 14,9688^2) \times 22,4531 \times 489 \\ &= 8.071,866 \text{ lb} = 3.661,33 \text{ kg} \end{aligned}$$

b. Berat tutup atas dan bawah standart dished ($W_{d,ab}$)

$$\text{Tutup atas } \textit{standard dished} \quad t_{ha} = 2/8 \text{ in} = 0,0625 \text{ ft}$$

$$V_{\text{tutup dalam}} = 0,0847 \times D_i^3 = 284,080 \text{ ft}^3$$

$$V_{\text{tutup luar}} = 0,0847 \times (D_i + t_{ha})^3 = 287,653 \text{ ft}^3$$

$$V_{\text{dinding tutup}} = V_{\text{tutup luar}} - V_{\text{tutup dalam}} = 3,5733 \text{ ft}^3$$

$$\begin{aligned}
 W_{\text{tutup}} &= V_{\text{dinding tutup}} \times \rho_{\text{steel}} = 1.747,3 \text{ lb} \\
 &= 792,575 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

c. Berat larutan dalam reaktor (W_l)

$$W_l = m \times t$$

Dimana :

$$m = \text{rate larutan dalam reaktor} = 32.607,254 \text{ lb/jam}$$

$$t = \text{waktu tinggal dalam reaktor} = 1 \text{ jam}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}
 W_l &= m \times t \\
 &= 32.607,25 \text{ lb/jam} \times 1 \text{ jam} \\
 &= 32.607,25 \text{ lb} = 14.790,39 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Merupakan berat seluruh perlengkapan seperti nozzle dan sebagainya.

$$W_a = 18\% \times W_s \quad (\text{Brownel \& young, hal 157})$$

Sehingga :

$$W_a = 18\% \times 8.071,866 = 1.452,936 \text{ lb}$$

f. Berat total (W_t)

$$\begin{aligned}
 W_t &= W_s + W_{\text{dab}} + W_l + W_a \\
 &= 8.071,866 + 1.747,3371 + 32607,25 + 1452,936 \\
 &= 43.879,393 \text{ lb} \\
 &= 19.903,34 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Faktor keamanan dibuat 10 % dari berat total

$$\begin{aligned}
 W_{\text{TP}} &= 10\% \times W_t \\
 &= 10\% \times 43.879,393 \\
 &= 4.387,94 \text{ lb} = 1.990,33 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

6.6 Rancangan Kolom Penyangga

Perencanaan :

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

Dasar perhitungan :

$$P = \frac{4P_w(H-L)}{n \times d_{bc}} + \frac{\Sigma W}{n} \quad (\text{Brownel \& young, hal 197})$$

Dimana :

- P = beban tiap kolom
 P_w = total beban permukaan karena angin
 H = tinggi vessel dari pondasi
 L = jarak dari base plate ke dasar kolom
 d_{bc} = diameter bolt circle
 ΣW = berat total
 n = jumlah penyangga

Karena reaktor diletakkan di dalam ruangan sehingga tidak dipengaruhi adanya tekanan angin, maka P_w = 0

$$P = \frac{\Sigma W}{n} = \frac{43.879,393}{4} = 10.969,85 \text{ lb}$$

Direncanakan :

- Jarak kolom penyangga dari tanah (L) = 5 ft
- Tinggi reaktor (H) = 333,6470 in = 27,8039 ft
- Tinggi penyangga (L_p) = $\frac{1}{2} \times (H + L)$

$$= \frac{1}{2} \times (28 + 5)$$

$$= 16 \text{ ft} = 197 \text{ in}$$

Trial ukuran I beam :

Trial ukuran I beam 3 in ukuran 3 x 2 3/8 dengan pemasangan menggunakan beban eksentrik

Dari *Brownell & young* APP. G-2 hal 355

- a. NPS = 3 in
- b. Berat = 5,7 lb
- c. Area of section (Ay) = 1,64 in²
- d. Depth of beam (h) = 3 in
- e. Widht of flange (b) = 2,33 in
- f. Axis (r) = 1,23 in

Analisa sumbu Y - Y

Dengan :

$$\frac{L_p}{r} = \frac{196,824}{1,23} = 160,019 \text{ in}$$

karena L/r antara 0-60, maka :

$$f_c = 15000$$

$$\text{dimana } a = 1,5 \text{ in}$$

$$I_{1-1} = 917,5 \text{ in}^4$$

$$f_c \text{ eksentrik} = \frac{P (a + 1/2 b)}{I_{1-1} / 1/2 b}$$

$$= \frac{10.969,85 (1,5 + 1/2 \times 2,3)}{917,5 / 1/2 \times 2,3}$$

$$= 37,1208 \text{ psi}$$

$$A = \frac{P}{f_c - f_e} = \frac{10969,85}{15000 - 37,12} = 0,7331 \text{ in}^2$$

jadi A hitung < A tabel (trial I beam sudah memenuhi)

6.7 Rancangan Base Plate

Perencanaan :

- Dibuat base plate dengan toleransi panjang adalah 5 % dan toleransi lebar 20 %
- Digunakan besi cor sebagai bahan konstruksi base plate

Dasar perhitungan :

* Luas base plate

$$A_{bp} = \frac{P_k}{f_{bp}} \quad (\text{Hesse, hal 163})$$

Dimana :

$$A_{bp} = \text{Luas base plate (in}^2\text{)}$$

$$P_k = \text{beban dari tiap-tiap base plat} = 10.969,85 \text{ lb}$$

$$f_{bp} = \text{stress yang diterima oleh pondasi, bearing capacity yang terbuat dari beton} = 600 \text{ lb/in}^2 \quad (\text{Hesse, table 7-7 hal 162})$$

$$A_{bp} = \frac{10.969,85}{600} = 18,2831 \text{ in}^2$$

* Panjang dan lebar base plate

$$A_{bp} = p_{bp} \times l_{bp}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} - A_{bp} &= \text{luas base plate} \\ &= 18,283 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - p_{bp} &= \text{panjang base plate (in)} \\ &= 2m + 0,95h \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - l_{bp} &= \text{lebar base plate (in)} \\ &= 2n + 0,8b \end{aligned}$$

Diasumsikan $m = n$

(Hesse, hal 163)

$$b = 2,33 \text{ in}$$

$$h = 3 \text{ in}$$

Maka :

$$\begin{aligned}
 A_{bp} &= (2m + 0,95h) \times (2n + 0,8b) \\
 18,2831 &= [(2m + (0,95 \times 3))] \times [(2n + (0,8 \times 2,33))] \\
 &= (2m + 2,85) \times (2m + 1,864) \\
 18,2831 &= 4m^2 + 4,194 m + 5,3124 \\
 &= 4m^2 + 4,194 m - 12,971
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus abc, didapatkan :

$$\begin{aligned}
 m_{1,2} &= \frac{-4,194 \pm \sqrt{4,194^2 - (4 \times 4 \times (-298,38))}}{2 \times 4} \\
 &= \frac{-4,194 + 15,00}{8} \quad m_1 = 1,35125
 \end{aligned}$$

sehingga :

- Panjang base plate (p_{bp}) = $2m + 0,95h = (2 \times 8,1321) + (0,95 \times 3)$
= 5,5525 in \approx 5 in
- Lebar base plate (l_{bp}) = $2n + 0,8b = (2 \times 8,1321) + (0,8 \times 2,33)$
= 4,5665 in \approx 4 in

$$A_{bp} = p_{bp} \times l_{bp} = 25,3555 \text{ in}$$

Dari perhitungan didapatkan perhitungan panjang base plate 5 in dan lebar base plate 4 in, maka ditetapkan ukura base plate yang digunakan adalah (5x4) in

*** Peninjauan terhadap bearing capacity**

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

dimana :

$$f = \text{bearing capacity (lb/in}^2\text{)}$$

$$P = \text{beban tiap kolom}$$

$$A = \text{luas base plate}$$

$$f = \frac{P}{A} = \frac{10.969,85}{25,356} = 432,6412 \text{ lb/in}^2$$

karena $f < f_{bp}$, maka dimensi base plate sudah memenuhi

* **Peninjauan terhadap harga m dan n**- Panjang base plate (p_{bp})

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

$$5 = 2m + 0,95 (3)$$

$$m = 3,575 \text{ in}$$

- Lebar base plate (l_{bp})

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

$$4 = 2n + 0,8 (2,33)$$

$$n = 3,068 \text{ in}$$

karena harga $m > n$, maka tebal base plate dihitung berdasarkan harga m

* **Tebal base plate**

$$t = \sqrt{0,00015 \times p \times m^2} \quad (\text{Hesse, pers 7-11 hal 163})$$

Dimana :

$$t = \text{tebal base plate (in)}$$

$$p = \text{actual unit pressure yang terjadi pada base plate} = 432,641 \text{ psi}$$

$$m = 3,575 \text{ in}$$

sehingga :

$$t = \sqrt{0,00015 \times p \times m^2} = 0,91072 \approx 1 \text{ in}$$

* **Ukuran baut**

Beban tiap baut :

$$P_{\text{baut}} = \frac{P}{n_{\text{baut}}} = \frac{10.969,85}{4} = 2.742,462 \text{ lb}$$

dimana $f_{\text{baut}} = \text{stress tiap baut max} = 12.000$

$$A_{\text{baut}} = \frac{P_{\text{baut}}}{f_{\text{baut}}} = \frac{2.742,462}{12.000} = 0,2285 \text{ in}^2$$

$$A_{\text{baut}} = \frac{\pi d_b^2}{4}$$

$$0,2285 = \frac{3,14 d_b^2}{4} \quad d_b = 0,5 \text{ in}$$



Dari *brownel & young* tabel 10-4 hal 188 diperoleh ukuran baut 0,5 in dengan dimensi

baut sebagai berikut :

- Ukuran baut = 0,5 in
- Root area = 0,126 in

- Bolt spacing min = 1 1/4 in
- Min radial distance = 13/16 in
- Edge distance = 5/8 in
- Nut dimension = 7/8 in
- Max filled radius = 1/4 in

6.9 Rancangan Lug and Gasset

Perencanaan :

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

Dasar Perhitungan :

a. Lebar Lug

$$\begin{aligned}
 A &= \text{Lebar lug} = \text{ukuran baut} + 4 \text{ in} \\
 &= 0,5 \text{ in} + 4 \text{ in} \\
 &= 4,5 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B &= \text{Jarak antara gusset} = \text{ukuran baut} + 5 \text{ in} \\
 &= 0,5 \text{ in} + 5 \text{ in} \\
 &= 5,5 \text{ in}
 \end{aligned}$$

b. Lebar gusset

$$\begin{aligned}
 L &= \text{Lebar gusset} = 2 (\text{lebar kolom} - 0,5 \times \text{ukuran baut}) \\
 &= 2 (4 - 0,5 \times 0,5) \\
 &= 7,5 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar lug atas} &= a = 0,5 (L + \text{ukuran baut}) \\
 &= 0,5 (7,5 + 0,5) \\
 &= 4,0 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\text{Perbandingan tebal base plat} = \frac{B}{L} = \frac{5,5}{7,5} = 0,73333 \approx 1$$

Dari *brownel & young, tabel 10.6* hal 192

didapatkan nilai $\nu_1 = 0,5650$

$$\begin{aligned}
 e &= 0,5 \times \text{nut dimension} \\
 &= 0,5 \times 7/8
 \end{aligned}$$

$$= 0,4375 \text{ in}$$

c. Tebal Plate Horizontal (Lug)

Menentukan maksimum bending moment sepanjang sumbu radial

$$M_y = \frac{P}{4\pi} \left[(1 + \mu) \times \ln \frac{2L}{\pi \cdot e} + (1 - \nu_1) \right]$$

Dimana :

$$P = \text{beban tiap baut} = 2.742,462 \text{ lb}$$

$$\mu = \text{posson's ratio} = 0,3 \text{ (untuk baja)}$$

$$L = \text{panjang horisontal plate bawah} = 7,5$$

$$e = \text{nut dimension} = 0,4375 \text{ in}$$

$$\nu_1 = 0,565 \text{ in}$$

sehingga :

$$M_y = \frac{2.742,462}{4 \times 3,14} \left[\frac{(1 + 0,3) \times \ln \frac{2 \times 6}{3,14 \times 1,563} + (1 - 0,125)}{3,14 \times 1,563} \right]$$

$$= 710,195 \text{ lb}$$

M_y disubstitusikan ke persamaan 10.41 hal 193 Brownel diperoleh :

$$t_{hp} = \left(\frac{6 \times M_y}{f_{allowble}} \right)^{0,5} = \left(\frac{6 \times 710,195}{12.000} \right)^{0,5}$$

$$= 0,5959 \approx 1 \text{ in}$$

maka digunakan plate dengan tebal = 1 in

d. Tebal Plate Vertikal (Gusset)

Dari figure 10.6 hal 191, Brownell dan pers 10.47 hal 194, diperoleh tebal

$$\text{gusset minimal (tg)} = \frac{3}{8} \times t_{hp} = \frac{3}{8} \times 1 = 0,4$$

e. Tinggi Gusset

$$\text{Tinggi Gusset} = h_g = A + \text{ukuran baut}$$

$$= 4,5 + 0,5 = 5,0 \text{ in}$$

f. Tinggi Lug

$$\begin{aligned} \text{Tinggi lug} &= h_g + 2 \times t_{hp} \\ &= 5 + (2 \times 2) = 9 \text{ in} \end{aligned}$$

6.10 Perhitungan pondasi

Perencanaan :

Beban total yang harus ditahan pondasi :

- Berat reaktor total
- Berat kolom penyangga
- Berat base plate

Ditentukan :

- Masing - masing penyangga diberi pondasi
- Spesifik untuk semua penyangga sama

Dasar Perhitungan :

$$W = 4.387,939 \text{ lb}$$

a. Beban yang harus ditanggung tiap kolom

$$W_{bp} = l \times t \times \rho$$

Dimana :

$$p = \text{panjang base plate} = 5 \text{ in} = 0,417 \text{ ft}$$

$$l = \text{lebar base plate} = 4 \text{ in} = 0,333 \text{ ft}$$

$$t = \text{tebal base plate} = 1 \text{ in} = 0,083 \text{ ft}$$

$$\rho = \text{densitas bahan konstruksi} = 489 \text{ lb/ft}^3$$

Beban yang ditanggung tiap kolom :

$$\begin{aligned} W_{bp} &= l \times t \times \rho \\ &= 0,417 \times 0,333 \times 0,083 \times 489 \\ &= 5,660 \text{ lb} \end{aligned}$$

b. Beban tiap penyangga

$$W_p = L \times A \times F \times \rho$$

Dimana :

$$\begin{aligned}
 L &= \text{tinggi kolom} &= & 16,402 \text{ ft} \\
 A &= \text{luas kolom I beam} &= & 1,64 \text{ in}^2 = 0,0114 \text{ ft}^2 \\
 F &= \text{faktor koreksi} &= & 3,4 \\
 \rho &= \text{densitas dari bahan konstruksi} &= & 489 \text{ lb/ft}^3
 \end{aligned}$$

Beban tiap penyangga :

$$\begin{aligned}
 W_p &= L \times A \times F \times \rho \\
 &= 16,402 \times 0,0114 \times 3,4 \times 489 \\
 &= 310,57 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

c. Beban total

$$\begin{aligned}
 W_T &= W + W_{bp} + W_p \\
 &= 4.387,939 + 5,65972 + 310,57 \\
 &= 4.704,173 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

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

- Luas atas = 20 x 20 in
- Luas bawah = 40 x 40 in
- Tinggi = 25 in
- Luas permukaan tanah rata-rata :

$$A = \left\{ \left(\frac{20 \times 40}{2} \right) + \left(\frac{20 \times 40}{2} \right) \right\} = 800$$

- Volume pondasi :

$$\begin{aligned}
 V &= A \times t \\
 &= 800 \times 25 \\
 &= 20.000 \text{ in}^3 = 11,5741 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

- Berat pondasi

$$W = V \times \rho$$

$$\begin{aligned}
 \text{Dimana : } \rho &= \text{densitas semen} = 144 \text{ lb/ft}^3 \\
 W &= 11,5741 \times 144 \\
 &= 1.666,668 \text{ lb} = 755,987 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Tekanan tanah

Pondasi didirikan diatas *cement sand & gravel* dengan :

- a. Save bearing minimum = 5 ton/ft²
- b. Save bearing maximum = 10 ton/ft² (Hesse , table 12.2 hal 327)

Kemampuan tekanan tanah sebesar :

$$P = 10 \text{ ton/ft}^2 \times \frac{2240 \text{ lb}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1 \text{ ft}^2}{144 \text{ in}^2} = 155,556 \text{ lb/in}^2$$

Tekanan pada tanah Dimana :

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{W}{A} & W &= \text{berat beban total} + \text{berat pondasi} \\
 & & A &= \text{luas bawah pondasi} \\
 & & &= (40 \times 40) \text{ in}^2 = 1.600 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{4.704,173 + 1.666,668}{1.600} \\
 &= 3,9818 \text{ lb/in}^2 < 155,556 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

Karena tekanan yang diberikan oleh tanah lebih kecil daripada kemampuan tanah menahan pondasi, maka pondasi dengan ukuran (20 x 20) in² luas atas dan (40 x 40) in² luas bawah dengan tinggi pondasi 25 in dapat digunakan.

BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

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

7.1. Instrumentasi

Instrumentasi merupakan bagian yang sangat penting dalam pengendalian suatu proses produksi. Hasil dengan kondisi tertentu dari suatu peralatan proses dapat diperoleh dengan kondisi tertentu pula. Hal ini dapat tercapai dengan bantuan instrumentasi. Pengendalian proses meliputi keseluruhan unit pabrik, sehingga harus diperhatikan secara cermat dan akurat. Variabel-variabel yang dikendalikan adalah tekanan, suhu, laju alir, dan tinggi permukaan cairan.

Pengendalian proses dapat dilakukan secara manual maupun otomatis. Pengendalian secara manual dapat dilakukan apabila pengendalian proses sepenuhnya ditangani oleh tenaga manusia, sedangkan pengendalian secara otomatis dilakukan dengan menggunakan alat-alat kontrol yang dapat bekerja dengan sendirinya.

Pengendalian secara otomatis ini memiliki keuntungan-keuntungan sebagai berikut :

- Keselamatan kerja lebih terjamin
- Hasil dapat dipertanggungjawabkan
- Ketelitian cukup tinggi dan akurat
- Mendorong manusia untuk lebih meningkatkan kemampuan diri

Tujuan pemasangan alat instrumentasi, yaitu :

1. Menjaga keamanan operasi suatu proses dengan jalan :
 - Menjaga variabel proses berada dalam batas operasi aman
 - Mendeteksi situasi berbahaya dengan membuat tanda-tanda bahaya dan memutuskan hubungan secara otomatis
2. Mendapatkan rate produksi yang diinginkan
3. Menjaga kualitas produk

4. Mempermudah pengoperasian alat
5. Keselamatan dan efisiensi lebih terjamin

Instrumentasi yang digunakan dalam Pra Rencana Pabrik Ammonium Nitrat, antara lain:

1. Temperatur Controller (TC)

Pada Pra Rencana Pabrik Ammonium Nitrat, alat ini dipasang pada alat proses untuk mengontrol suhu didalam alat agar dalam keadaan konstan.

2. Pressure Controller (PC)

Pada Pra Rencana Pabrik Ammonium Nitrat, alat ini dipasang pada alat proses untuk mengontrol tekanan didalam alat agar dalam keadaan konstan.

3. Flow Controller (FC)

Pada Pra Rencana Pabrik Ammonium Nitrat, alat ini dipasang pada alat proses untuk mengontrol laju alir liquid atau gas pada peralatan proses yang berlangsung.

4. Weight Controller (WC)

Pada Pra Rencana Pabrik Ammonium Nitrat, alat ini dipasang untuk mengontrol banyaknya jumlah pengeluaran bahan.

5. Level Indikator (LI)

Pada Pra Rencana Pabrik Ammonium Nitrat, alat ini dipasang pada tangki untuk mengetahui tinggi liquid di dalamnya.

6. Level Indikator (PI)

Pada Pra Rencana Pabrik Ammonium Nitrat, alat ini dipasang pada tangki untuk mengetahui tekanan liquid di dalamnya.

7. Ratio Flow Controller (RFC)

Pada Pra Rencana Pabrik Ammonium Nitrat, alat ini dipasang untuk mengontrol laju alir bahan dimana pada satu pipa terjadi percabangan.

Pemasangan instrumentasi pada alat-alat proses yang terdapat pada pabrik Ammonium Nitrat dapat dilihat pada tabel 7.1. berikut :

No	Nama Peralatan	Kode	Kode Alat Kontrol	Fungsi
1.	- Vaporizer - Heater - Reaktor	V-113 E-114 R-110	TC	Mengatur suhu fluida atau gas pada alat agar sesuai dengan suhu yang

	<ul style="list-style-type: none"> - Evaporator - Kondensor - Heater NH₃ - Heater udara 	<p>V-122</p> <p>E-123</p> <p>E-117</p> <p>E-133</p>		diinginkan pada waktu terjadinya proses
2.	<ul style="list-style-type: none"> - Ekspander NH₃ 	N-116	PC	Mengatur tekanan gas pada alat agar sesuai dengan tekanan yang diinginkan pada waktu terjadinya proses
3.	<ul style="list-style-type: none"> - Pompa - Evaporator - Pompa - Heater udara 	<p>L-121</p> <p>V-122</p> <p>L-123</p> <p>E-127</p>	FC	Mengatur laju alir fluida pada alat agar sesuai dengan laju alir yang diinginkan pada waktu terjadinya proses
4.	<ul style="list-style-type: none"> - Hopper NH₄NO₃ - Hopper NH₄NO₃ - Hopper clay - Bin produk 	<p>F-132</p> <p>F-142</p> <p>F-143</p> <p>F-147</p>	WC	Mengatur banyaknya massa yang keluar pada alat agar sesuai dengan massa yang diinginkan pada waktu terjadinya proses
5.	<ul style="list-style-type: none"> - Storage HNO₃ 	F-111	LI	Mengatur tinggi liquid pada tangki agar sesuai dengan tinggi yang diinginkan pada waktu terjadinya proses
6.	<ul style="list-style-type: none"> - Storage NH₃ 	F-115	PI	Mengatur tekanan liquid pada tangki agar sesuai dengan tekanan yang diinginkan pada waktu terjadinya proses
7.	<ul style="list-style-type: none"> - Blower udara 	G-127	RFC	Mengatur laju alir yang keluar pada alat agar sesuai dengan laju alir yang diinginkan pada waktu

				terjadinya proses sesuai dengan ratio yang ditetapkan
--	--	--	--	---

7.2. Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja dalam suatu pabrik harus mendapatkan perhatian yang cukup besar dan tidak boleh diabaikan karena menyangkut keselamatan manusia dan kelancaran kerja. Memperhatikan keselamatan kerja dengan baik dan teratur akan membuat para pekerja merasa aman dan nyaman secara psikologis sehingga meningkatkan konsentrasi pekerja terhadap pekerjaannya, dengan demikian produktivitas dan efisiensi kerja akan meningkat.

Usaha untuk menjaga keselamatan kerja bukan semata-mata ditujukan pada faktor manusianya saja, akan tetapi untuk menjaga peralatan yang ada di dalam pabrik. Terpeliharanya peralatan dengan baik, maka alat tersebut dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama.

Secara umum ada tiga macam bahaya yang dapat terjadi di dalam pabrik dan harus diperhatikan dalam perencanaannya, yaitu :

1. Bahaya kebakaran dan ledakan
2. Bahaya mekanik
3. Bahaya terhadap kesehatan

Beberapa sifat yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja, antara lain :

a. Lingkungan fisik

Lingkungan fisik meliputi mesin, peralatan, dan lingkungan kerja. Kecelakaan kerja dapat disebabkan oleh kesalahan perencanaan, aus, kerusakan alat, kesalahan pembelian, kesalahan dalam penyusunan atau peletakan dari peralatan dan lainnya.

b. Latar belakang pekerja

Latar belakang pekerja meliputi sifat yang tidak baik dari pekerja yang merupakan sifat dasar pekerja maupun lingkungannya. Sifat-sifat tersebut, yaitu:

- Tidak cocoknya manusia terhadap mesin atau terhadap lingkungan kerjanya
- Kurang pengetahuan dan keterampilan
- Ketidakmampuan fisik dan mental

- Kurangnya motivasi kerja dan kesadaran akan keselamatan kerja serta faktor lainnya

c. Sistem manajemen pabrik

Sistem manajemen pabrik merupakan unsur terpenting karena menjadi pengaruh kedua unsur diatas. Kesalahan sistem manajemen dapat menyebabkan kecelakaan kerja, seperti :

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

Usaha-usaha untuk mencegah dan mengurangi terjadinya bahaya-bahaya yang timbul di dalam pabrik, antara lain :

- Memberikan pelatihan pencegahan kecelakaan terhadap karyawan, khususnya karyawan yang bekerja pada bagian proses dengan alat berat
- Memberikan pengamanan berupa pakaian serta perlengkapan sebagai pelindung
- Menyediakan perlengkapan berupa unit pertolongan pertama pada kecelakaan

7.2.1. Bangunan pabrik

Bangunan pabrik meliputi gedung maupun unit peralatan, seperti :

- Konstruksi gedung mendapat perhatian yang cukup besar
- Perhatian terhadap kelengkapan peralatan penunjang untuk pengamanan terhadap bahaya alamiah seperti petir, angin, gempa, dan sebagainya

7.2.2. Perpipaan

Jalur yang terletak diatas tanah harus lebih baik dibandingkan dengan yang terletak dibawah tanah, karena hal tersebut akan mempermudah pendeteksian adanya kebocoran pada sistem perpipaan.

Pengaturan valve sangat penting untuk pengamanan proses industri karena pada saat terjadi kebocoran pada check valve, kebocoran dapat diatasi dengan pemasangan blok valve yang berada disamping check valve tersebut.

7.2.3. Pengoperasian boiler

Pada pengoperasian boiler perlu diperhatikan batas tekanan sistem maksimal yang dapat dioperasikan, dan bahan boiler berupa coal yang mudah terbakar. Pengamanan yang baik berupa alat pengaman sangat diperlukan seperti safety valve dan tanda larangan.

7.2.4. Ventilasi

Pertukaran udara pada ruang proses maupun ruang lainnya harus diusahakan berjalan dengan baik sehingga dapat memberikan kesegaran bagi karyawan dan menghindari gangguan pernapasan.

7.2.5. Listrik

Alat pengaman yang telah disediakan hendaknya selalu digunakan pada saat pengoperasian maupun perbaikan instalasi listrik, sehingga keselamatan kerja karyawan dapat terjamin.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengoperasian instalasi listrik, antara lain :

- Peralatan yang sangat penting seperti switcher dan transformer diletakkan di tempat yang aman
- Peralatan listrik di bawah tanah diberi tanda-tanda tertentu dengan jelas
- Penyediaan pembangkit tenaga cadangan\
- Semua bagian pabrik diberi penerangan yang cukup dan diutamakan pada bagian proses

7.2.6. Pencegahan dan penanggulangan bahaya kebakaran

Salah satu bahaya yang harus diperhatikan adalah terjadinya kebakaran.

Penyebab terjadinya kebakaran, yaitu :

- Terjadinya nyala api pada bagian yang terbuka seperti sistem utilitas, workshop, labotarorium, dan inti proses
- Terjadinya loncatan bunga api pada saklar dan stop kontak serta pada instrumentasi lain
- Gangguan pada peralatan utilitas seperti ruang pembakaran

Cara mengatasi bahaya kebakaran dapat dilakukan dengan jalan :

A. Pencegahan kebakaran

- Penempatan alat-alat utilitas, workshop, laboratorium, dan kantor diletakkan secara tertata pada unit proses

- Pemasangan isolasi pada alat transmisi
- Pemisahan antara unit satu dengan yang lain menggunakan beton
- Pemberian tanda-tanda larangan suatu tindakan yang dapat mengakibatkan kebakaran, seperti tanda dilarang merokok
- Pemasangan pipa air melingkar diseluruh lokasi pabrik
- Penyediaan alat pemadam kebakaran disetiap bagian bangunan pabrik dan pemasangannya harus pada tempat yang mudah dijangkau

Pengamanan dan pengontrolan terhadap kebakaran harus dilakukan dengan cara pelokalisiran api sehingga dapat diketahui kemungkinan apa saja yang akan terjadi dan bagaimana cara mengatasinya.

Pada pemakaian alat-alat kebakaran sebaiknya diketahui dahulu jenis apinya. Jenis-jenis api antara lain :

1. Kelas A

Kelas A adalah api yang ditimbulkan oleh benda padat yang mudah terbakar seperti kayu, kertas, dan sampah yang terdapat di dalam pabrik, sehingga perlu dilakukan pembasahan pada bagian yang terbakar dan sekitarnya.

2. Kelas B

Kelas B adalah api yang ditimbulkan oleh cairan yang mudah terbakar seperti residu. Penanganan api jenis ini dilakukan dengan cara memberi penutup pada bahan yang dianggap berbahaya.

3. Kelas C

Kelas C adalah api yang ditimbulkan oleh pelengkapan listrik atau hubungan pendek. Pemadam api pada jenis ini tidak boleh mengandung listrik atau dialiri listrik

4. Kelas D

Kelas D adalah api yang ditimbulkan oleh bahan-bahan yang mudah meledak. Pada hal pencegahan diperlukan jenis pengamanan tertentu, sehingga alat-alat tersebut perlu dipasang suatu pengamanan seperti safety valve, isolasi, pengamanan, dan pemadam kebakaran (hydrant) untuk menghindari kerusakan alat seperti ledakan atau kebakaran.

B. Pencegahan bahaya mekanik

Bahaya mekanik biasanya disebabkan oleh pengerjaan konstruksi yang tidak memenuhi syarat yang berlaku. Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah kebakaran, yaitu :

- Konstruksi harus mendapat perhatian yang cukup tinggi
- Perencanaan peralatan harus sesuai dengan aturan yang berlaku, baik pemilihan bahan konstruksi maupun faktor lainnya
- Pemasangan alat kontrol yang baik dan sesuai, serta alat pengamanannya

C. Pencegahan bahaya kesehatan

Bahaya terhadap kesehatan karyawan umumnya datang dari bahan baku, bahan pembantu, dan produk. Karena itu diusahakan agar ruangan proses maupun ruangan lainnya memiliki ventilasi atau pertukaran udara yang cukup sehingga dapat memberikan kesegaran kepada karyawan dan menghindari gangguan pernapasan.

7.2.7. Karyawan

Menjaga kesehatan dan kesejahteraan karyawan perlu adanya kesadaran dari seluruh karyawan agar dapat bekerja dengan baik sehingga tidak membahayakan keselamatan jiwanya dan orang lain. Pengetahuan akan bahaya masing-masing alat sangatlah penting untuk diketahui semua karyawan, terutama operator kontrol. Seluruh pekerja harus menggunakan pelindung seperti topi pengaman, sepatu karet, sarung tangan, dan masker. Demi keselamatan karyawan dan kelancaran proses industri, diperlukan :

- Penutup pada alat-alat yang berputar dan bergerak misalnya motor
- Pakaian pekerja harus kuat dan bersih
- Memakai sarung tangan
- Memakai topi atau helm pelindung

7.3. Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Kesehatan dan keselamatan kerja merupakan hal yang penting agar semua karyawan dapat melaksanakan tugasnya dengan baik demi kelancaran proses produksi, sehingga diperlukan perlindungan terhadap kesehatan dan keselamatan karyawan. Alat pelindung yang diberikan antara lain :

Tabel 7.2.. Alat Pelindung Pra Rencana Pabrik Ammonium Nitrat

No	Alat Pelindung	Lokasi Penggunaan
1.	Helm	Pekerja pada bagian alat-alat proses
2.	Sepatu karet	Pekerja pada bagian proses dan bahan baku
3.	Sarung tangan	Pekerja pada bagian proses produksi
4.	Masker	Semua unit proses
5.	Isolasi panas	Heater
6.	Segitiga pengaman	Bengkel dan setiap kendaraan angkut
7.	Pemadam kebakaran	Semua unit proses dan kantor

BAB VIII UTILITAS

Utilitas pada suatu pabrik adalah bagian atau unit yang dapat menunjang proses produksi utama, sehingga kapasitas produksi dapat dicapai semaksimal mungkin. Adapun unit utilitas didalam Pra Rencana Pabrik Ammonium Nitrat ini meliputi 4 unit, yaitu :

1. Unit pengolahan air
2. Unit pembangkit tenaga listrik
3. Unit penyediaan bahan bakar
4. Unit pengolahan limbah



8.1. Unit Pengolahan Air

Unit pengolahan air berfungsi untuk memenuhi kebutuhan air ditinjau dari segi kuantitas maupun kualitasnya. Segi kualitas air merupakan jumlah kebutuhan air yang harus dipenuhi. Pada pra rencana pabrik Ammonium Nitrat ini, air yang digunakan sebagai utilitas adalah air sungai yang berasal dari sungai Palaka, terusan sungai mahakam.

8.1.1. Proses Pengolahan Air

Proses pengolahan air pada pra rencana pabrik Ammonium Nitrat dilakukan sebagai berikut :

- Air sungai di pompa menuju bak sedimentasi, dari bak sedimentasi lumpur-lumpur yang terbawa dari sungai di lakukan pengendapan selama 12 jam, dari bak air sedimentasi yang telah dilakukan proses pengendapan kemudian dipompa menuju bak skimmer untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang mengapung, dari bak skimmer dipompa menuju tangki clarifier untuk dilakukan proses flokulasi dimana tempat terjadinya proses koagulasi dan flokulasi dengan bantuan koagulan alum atau ($A_{12}(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$). Dari tangki skimmer air yang over flow menuju sand filter untuk dilakukan proses penghilangan bau, warna, dan rasa dari air sungai yang digunakan, dari sand filter mengalir menuju bak air bersih dan

di pompa menuju anion dan kation exchanger untuk dilakukan penghilangan ion-ion positif yang dapat menyebabkan kesadahan air, resin yang digunakan adalah hidrogen exchanger, sedangkan pada anion exchanger menggunakan resin DOH untuk menghilangkan ion-ion negatif. Dari anion exchanger di alirkan menuju bak air lunak. Dari bak air bersih mengalirkan air menuju bak klorinasi, untuk menyediakan air dan meminimalisir alat yang digunakan dari pompa air bersih di pasang alat control FC. Di bak klorinasidilakukan penambahan gas Cl_2 untuk dilakukan penetralan setelah itu di pompa menuju bak air sanitasi. Pada bak air lunak di pompa menuju tangki Deaerator untukmenghilangkan gas impurities dalam air umpan boiler dengan injekso steam, emudian di pompa menuju boiler steam yang di hasilkan di alirkan menuju pealatan yang membutuhkan steam, gas yang ditimbulkan dibuang (fuel gas). Air ari bak air lunak dipompa menuju bak air pendingin dan kemudian di pompa ke peralatan yang membutuhkan air pendingin. Air yang terkondensasi dari peralatan di tampung (dialirkan) menuju colling tower water, dari cooling tower di alirkan air pendingin untuk kebutuhan air pendingin pada bak air pendingin.

8.1.2. Syarat Air industri

a. Air umpan boiler

Air umpan boiler berfungsi untuk menyediakan kebutuhan steam yang digunakan sebagai pemanas pada reboiler,tangki sterilisasi, dan heater. Kebutuhan steam dipenuhi dengan cara menguapkan air dalam sebuah ketel (boiler), sehingga kesadahan air pengisi ketel (boiler feed water) harus benar-benar diperhatikan dan diperiksa dengan teliti serta bebas dari kotoran yang mungkin mengganggu jalannya operasi pabrik.

Kebutuhan steam yang digunakan sebesar 30841,0816 kg/jam. Air umpan boiler disediakan dengan excess 20% sebagai pengganti steam yang hilang karena adanya kebocoran akibat dari transmisi sebesar 5%, sedangkan faktor keamanan sebesar 10% sehingga kebutuhan air umpan boiler sebanyak 44768,0441 kg/jam.

Air untuk keperluan proses harus memenuhi syarat-syarat agar air yang digunakan tidak merusak ketel (boiler). Persyaratan yang harus dipenuhi adalah air tidak mengandung kation-kation seperti Ca^{2+} , Cl^- , dan SO_3^{2-} . Untuk itu diperlukan treatment yang lebih sempurna. Berdasarkan Perry ed 6, hal 976, didapatkan bahwa air umpan boiler mempunyai syarat sebagai berikut :

- Total padatan (total dissolved solid) = 3500 ppm
- Alkalinitas = 700 ppm
- Padatan terlarut (suspended solid) = 300 ppm
- Silika = 60-100 ppm
- Besi = 0,1 ppm
- Tembaga = 0,5 ppm
- Oksigen = 0,007 ppm
- Kesadahan (hardness) = 0
- Kekeruhan (turbidity) = 175 ppm
- Minyak = 7 ppm
- Residual fosfat = 140 ppm

Untuk memenuhi syarat tersebut dan mencegah kerusakan pada boiler, air umpan boiler harus diolah terlebih dahulu, dengan cara :

- Demineralizer, untuk menghilangkan ion-ion pengganggu
- Deaerator, untuk menghilangkan gas-gas terlarut

Zat-zat yang terkandung dalam air umpan boiler (bahan baku pembuatan steam) yang dapat menyebabkan kerusakan pada boiler, yaitu :

- Kadar zat terlarut (soluble matter) yang tinggi yaitu gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S , dan NH_3
- Zat padat terlarut (suspended solid)
- Garam-garam kalsium dan magnesium
- Zat organik (organik matter)
- Silika, sulfat, asam bebas, dan oksida

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler :

- a. Tidak berbusa

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

- Kesulitan pembacaan tinggi permukaan liquid dalam boiler
- Menyebabkan percikan kuat yang mengakibatkan adanya solid-solid yang menempel dan terjadinya korosi dengan adanya pemanasan lebih lanjut. Untuk mengatasi hal ini perlu adanya pengontrolan terhadap kandungan lumpur, kerak, dan alkalinitas air umpan boiler.

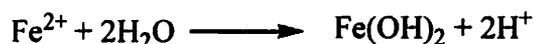
b. Tidak membentuk kerak dalam boiler

Kerak dalam boiler disebabkan oleh garam-garam Ca^{2+} , Mg^{2+} , CO_3^{2-} , SiO_2 , dan Al_2O_3 . Kerak yang terbentuk di dinding boiler akan menyebabkan :

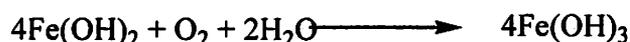
- Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat
- Kerak yang terbentuk dapat pecah sewaktu-waktu, sehingga dapat menimbulkan kebocoran karena boiler mendapat tekanan yang kuat

c. Tidak menyebabkan korosi pada pipa

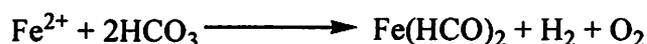
Korosi pada pipa boiler disebabkan oleh keasaman (pH rendah), minyak dan lemak, bikarbonat, dan bahan-bahan organik dan gas CO_2 , O_2 , H_2S , SO_3 , dan NH_3 yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu :

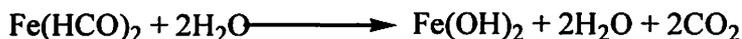


Lapisan hidrogen yang terbentuk akan bereaksi dengan oksigen membentuk air, jika terdapat oksigen dalam air, akibatnya lapisan pelindung akan hilang dan menyebabkan korosi seperti reaksi :



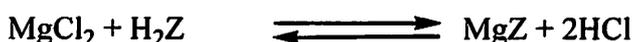
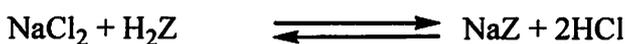
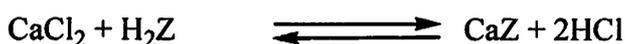
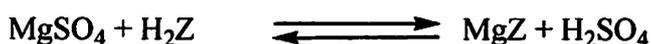
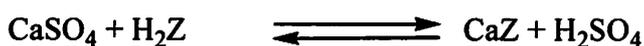
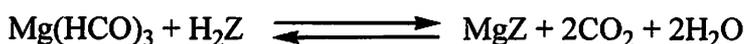
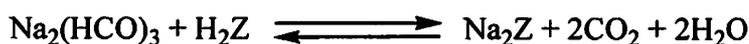
Adanya bikarbonat dalam air akan menyebabkan terbentuknya CO_2 karena pemanasan dan adanya tekanan. CO_2 yang terjadi akan bereaksi dengan air menjadi asam karbonat. Asam karbonat akan bereaksi dengan metal besi membentuk garam bikarbonat dan dengan pemanasan, garam bikarbonat ini membentuk CO_2 kembali.





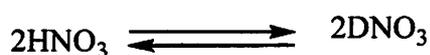
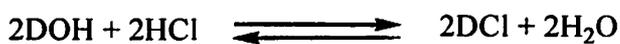
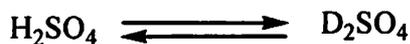
Proses pelunakan air umpan boiler dilakukan dengan pertukaran ion-ion dalam demineralizer (anion dan kation exchanger). Mula-mula air bersih dilewatkan pada kation exchanger dengan menggunakan resin zeolit (hidrogen exchanger).

Reaksi yang terjadi :

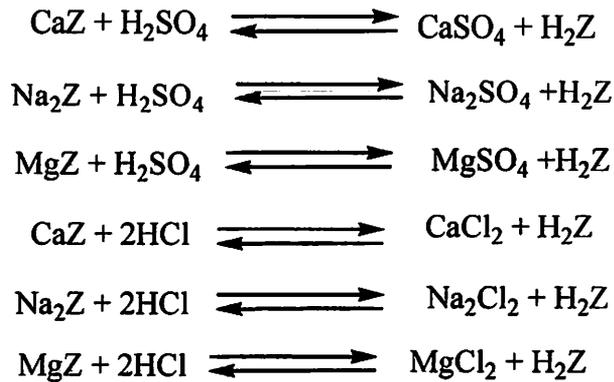


Air yang bersifat asam ini akan dimasukkan ke dalam anion exchanger untuk menghilangkan anion-anion yang mengganggu proses. Resin yang digunakan adalah Deacidite (DOH).

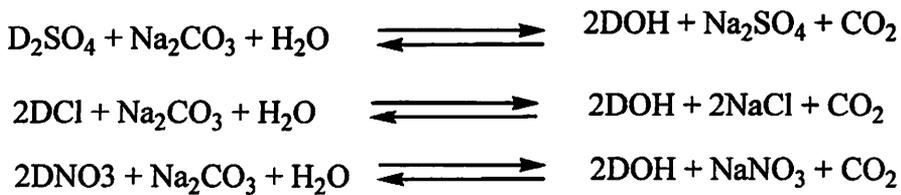
Reaksi yang terjadi :



Setelah keluar dari demineralizer, air umpan boiler yang telah bebas dari ion-ion siap digunakan. Pemakaian resin yang terus-menerus dapat menyebabkan resin menjadi tidak aktif lagi. Hal ini dapat diketahui dari pemeriksaan kesadahan air umpan boiler, dimana resin sudah jenuh dan perlu diregenerasi lagi (setelah ± 12 menit). Regenerasi hidrogen exchanger dilakukan dengan menggunakan asamklorida, seperti reaksi :



Regenerasi De-acidite (DOH) dilakukan dengan menggunakan larutan sodium karbonat atau soda kaustik dengan reaksi sebagai berikut :



Setelah keluar dari demineralizer, air umpan boiler ditampung dalam tangki penampung air umpan boiler, kemudian dipompakan ke dalam deaerator untuk menghilangkan gas-gas impuritis dan air umpan boiler dengan sistem pemanas steam. Setelah keluar dari deaerator, air umpan boiler yang telah memenuhi syarat siap digunakan.

b. Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk keperluan para karyawan di lingkungan pabrik, seperti konsumsi, cuci, mandi, masak, laboratorium, perkantoran, dan lain-lain. Syarat-syarat yang harus dipenuhi :

1. Syarat fisik

- Suhu : dibawah suhu kamar
- Warna : tidak bewarna/ jernih
- Rasa : tidak berasa
- Bau : tidak berbau
- Kekeruhan : < 1 mg SiO₂ per liter
- pH : netral

2. Syarat kimia

- Tidak mengandung zat-zat organik maupun anorganik yang tidak terlarut dalam air, seperti PO_4 , Hg, Cu, dan sebagainya
- Tidak beracun

3. Syarat bakteriologi

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

Air harus diberi desinfektan seperti klor cair atau kaporit setelah proses penjernihan air untuk memenuhi persyaratan tersebut.

c. Air Pendingin

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

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

Sebagai media pendingin, air harus memenuhi persyaratan dengan tidak mengandung :

- Kesadahan (hardness) yang dapat memberikan efek pembentukan kerak
- Besi sebagai penyebab korosi
- Silika sebagai penyebab kerak
- Minyak sebagai penyebab terganggunya film corrosion inhibitor yang dapat menurunkan efisiensi perpindahan panas dan merupakan makanan mikroba yang dapat menyebabkan terbentuknya endapan

Kebutuhan air pendingin yang cukup besar dan demi menghemat pemakaian air, maka air pendingin yang digunakan didinginkan kembali (disirkulasi) dalam cooling tower sehingga tidak perlu dilakukan penggantian air pendingin.

8.2. Unit Penyediaan Udara

Udara yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan udara pada tangki pembibitan. Udara yang digunakan adalah udara yang dihisap dari atmosfer dengan menggunakan blower. Udara yang dibutuhkan adalah 174334,9037 kg/jam.

8.3. Unit Penyediaan Listrik

Kebutuhan listrik pabrik ammoniumnitrat ini direncanakan oleh PLN dan generator set. Tenaga listrik yang disediakan digunakan untuk menggerakkan motor instrumentasi dan lainnya.

Total kebutuhan listrik :	- untuk proses	: 448,911 kW
	- untuk penerangan	: 48,2793 kW
	Total	: 497,1907 kW

Safety faktor 10%

Total kebutuhan listrik = $1,1 \times 497,1907 \text{ kW} = 546,9098 \text{ kW}$

8.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

a. Kebutuhan bahan bakar boiler

Untuk kebutuhan bahan bakar boiler = 4797,2403 L / hari

b. Kebutuhan bahan bakar generator

Untuk bahan bakar generator = 953,7862 L/hari

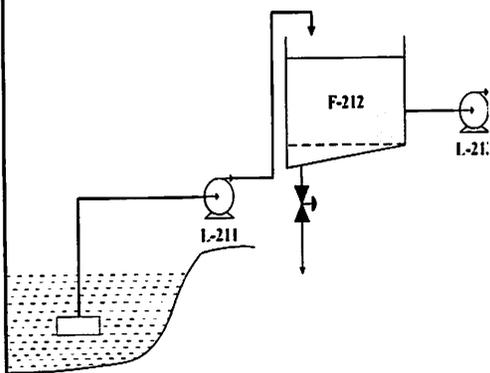
Kebutuhan bahan bakar total : = bahan bakar boiler + bahan bakar generator

$$= 4797,2403 \text{ L/hari} + 953,7862 \text{ L/hari}$$

$$= 5751,0266 \text{ L/hari}$$

8.5. Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dari pabrik ammoniumnitrat ini berupa larutan asam organik (LAO) yang merupakan



22	L-242	POMPA KE BOILER
21	D-241	DEAERATOR
20	Q-240	BOILER
19	P-230	COOLING TOWER WATER
18	L-231	POMPA KE PERALATAN
17	F-229	BAK AIR PENDINGIN
16	L-228	POMPA KE BAK AIR PENDINGIN
15	F-227	BAK AIR LUNAK
14	F-226	BAK AIR SANITASI
13	L-225	POMPA KE BAK AIR SANITASI
12	F-224	BAK KLOORINASI
11	L-223	POMPA AIR BERSIH
10	F-222	BAK AIR BERSIH
9	D-220B	ANION EXCHANGER
8	D-220A	KATION EXCHANGER
7	F-221	SAND FILTER
6	F-210	TANGKI CLARIFIER
5	F-215	POMPA KE TANGKI CLARIFIER
4	F-214	BAK SKIMMER
3	F-213	POMPA KE BAK SKIMMER
2	F-212	BAK AIR SEDIMENTASI
1	L-211	POMPA AIR SUNGAI
NO.	KODE	NAMA ALAT

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

UNIT PENGOLAHAN AIR
PRA RENCANA PABRIK
AMMONIUM NITRAT DARI AMMONIA DAN ASAM NITRAT

DI RANCANG OLEH:

DI SETUJUI
DOSEN PEMBIMBING:


MARIA MUSTIRININGSRI 08.14.004
MARISSA HARVATI 08.14.014


ELVIANTO DWI DARVONO, ST, MT

BAB IX

LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

Dalam bab ini, dibahas mengenai pemilihan lokasi berdirinya pabrik dan beserta tata letak gedung serta peralatan proses pabrik ammonium nitrat dari ammonia dan asam nitrat.

9.1. LOKASI PABRIK

Dasar pemilihan untuk penentuan lokasi pabrik dari suatu perusahaan adalah sangat penting sehubungan dengan perkembangan ekonomi dan sosial masyarakat, karena akan mempengaruhi kedudukan perusahaan dalam persaingan dan menentukan kelangsungan hidup perusahaan.

Oleh karena itu, perlu diadakan seleksi dan evaluasi, sehingga lokasi terpilih benar-benar memenuhi persyaratan bila ditinjau dari segala aspek. Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik dapat digolongkan menjadi dua faktor, yaitu faktor utama dan faktor khusus.

9.1.1. Faktor Utama

a. Bahan Baku

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan bahan baku:

- Letak sumber bahan baku
- Kapasitas bahan baku
- Cara memperoleh dan transportasi ke pabrik
- Kualitas bahan baku yang tersedia

b. Pemasaran

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menangani daerah pemasaran, yaitu:

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

c. Tenaga Listrik dan Bahan Bakar

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penyediaan tenaga listrik, yaitu:

- Kemungkinan pengandaan listrik dan PLN (Perusahaan Listrik Negara)
- Sumber bahan bakar
- Harga listrik dan bahan bakar

d. Air

Air dapat diperoleh dari berbagai sumber, yaitu:

- Dari sungai atau sumber air
- Dari perusahaan air minum
- Dari kawasan industri

Hal-hal yang perlu diperhatikan yaitu:

- Kemampuan sumber untuk melayani pabrik
- Kualitas air yang ada
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air
- Nilai ekonomisnya

e. Iklim

Hal-hal yang harus di perhatikan yaitu:

- Keadaan alam yang akan mempengaruhi tinggi rendahnya investasi untuk konstruksi bangunan

9.1.2. Faktor Khusus

a. Transportasi

Dalam hal ini yang harus diperhatikan adalah pengangkutan bahan bakar dan produk yang dihasilkan berkaitan dengan fasilitas-fasilitas yang ada, yaitu:

- Jalan raya yang dapat dilalui truk
- Sungai dan laut yang dapat dilalui truk
- Pelabuhan dan serikat buruh

b. Tenaga Kerja

Hal-hal yang perlu diperhatikan yaitu:

- Mudah atau sukarnya mendapatkan tenaga sekitar pabrik
- Tingkat penghasilan tenaga kerja di dalam daerah itu
- Perburuhan dan sekitar buruh

c. Peraturan dan undang-undangan

Hal yang perlu diperhatikan yaitu:

- Ketentuan-ketentuan daerah industri
- Ketentuan mengenai jalan umum bagi industri di daerah tersebut

d. Karakteristik Lokasi

Hal yang perlu diperhatikan yaitu:

- Susunan tanah, daya dukung terhadap pondasi bangunan pabrik, kondisi jalan serta pengaruh air
- Penyediaan dan fasilitas tanah untuk perluasan atau pembangunan unit baru.

e. Faktor lingkungan dan sekeliling lokasi

Hal yang perlu diperhatikan yaitu:

- Adat istiadat atau kebudayaan didaerah sekitar lokasi pabrik
- Fasilitas perumahan, sekolah, poliklinik, dan tempat ibadah
- Fasilitas tempat hiburan dan biayanya.

9.1.3. Pembuangan Limbah

Hal yang berkaitan dengan usaha pencegahan dan pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh buangan pabrik yang berasal dari bahan bakar, minyak pelumas dengan memperhatikan peraturan pemerintah.

Berdasarkan faktor-faktor diatas daerah yang menjadi alternatif pilihan lokasi pendirian pabrik ammonium nitrat terletak di Bontang, Kalimantan Timur.

Dasar-dasar pemilihan lokasi pabrik ammonium nitrat ini adalah:

- Dekat dengan daerah pemasaran
- Dekat dengan sumber bahan baku
- Tersedianya kebutuhan air, tenaga listrik, dan bahan bakar
- Tersedianya tenaga kerja yang cukup

9.2. Tata Letak Pabrik

Dalam penentuan tata letak pabrik ammonium nitrat dari ammonia dan asam nitrat, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:

- Kemungkinan perluasan pabrik dimasa yang akan datang

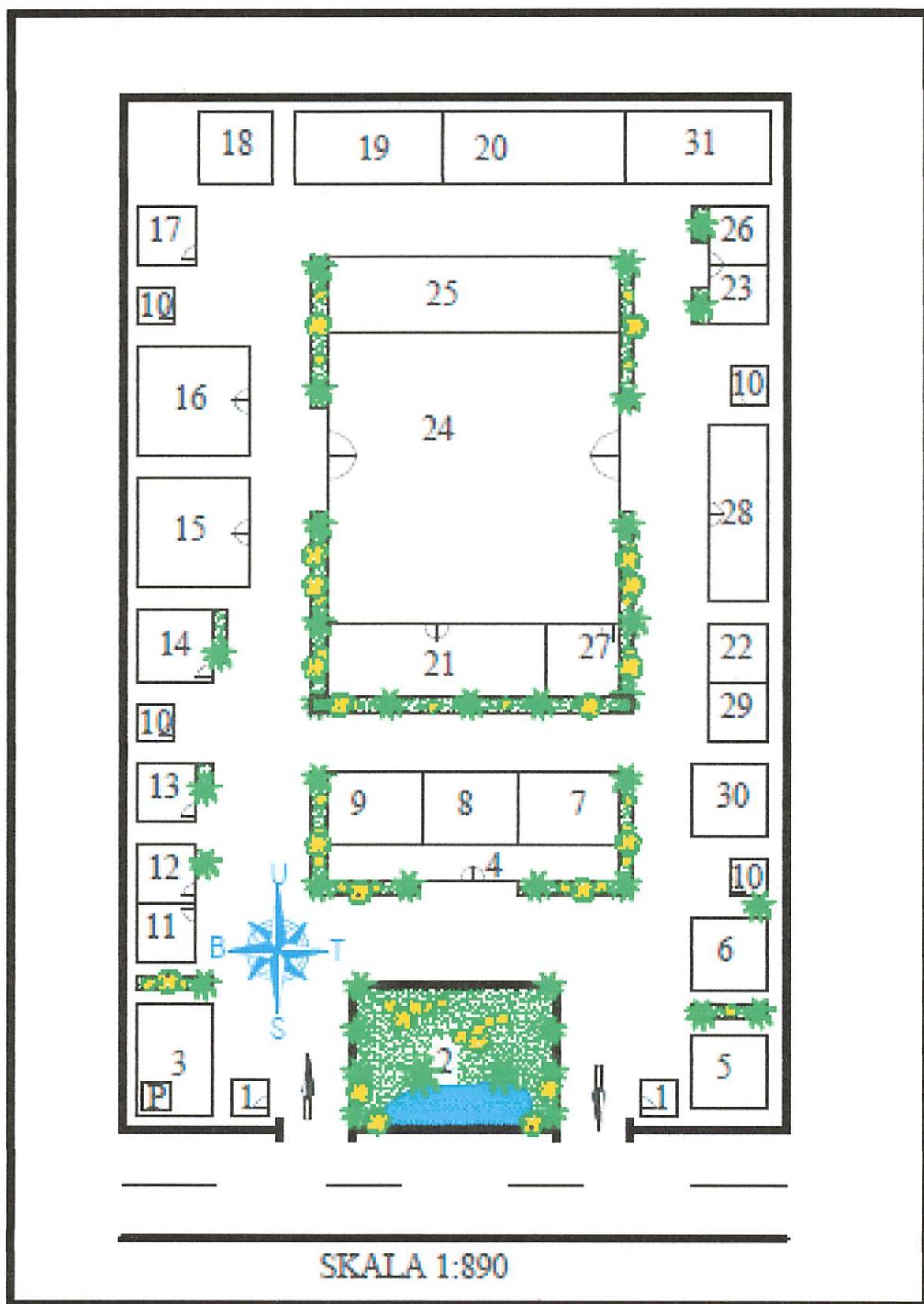
- Kemungkinan timbulnya bahaya-bahaya seperti: kebakaran, ledakan, timbulnya gas atau asap dan lain-lainnya
- Adanya ruang gerak yang cukup untuk karyawan dan pemindahan barang-barang
- Masalah penyaluran zat-zat buangan pabrik
- Pondasi dari peralatan kerja
- Bentuk kerangka bangunan, atap dan tembok
- Penerangan ruangan
- Ventilasi yang baik

Sedangkan hal-hal yang harus diperhatikan dalam penentuan tata letak peralatan dari pabrik Ammonium Nitrat dari Ammonia dan Asam Nitrat ini adalah:

- Letak ruangan yang cukup antara peralatan yang satu dengan yang lainnya, dengan tujuan untuk memudahkan pemeriksaan, perawatan serta dapat menjamin keselamatan.
- Diusahakan peralatan disusun secara berurutan berdasarkan fungsinya.
- Diusahakan agar dapat menimbulkan suasana kerja yang menyenangkan.

Tata letak dari peralatan yang ada di pabrik Ammonium Nitrat dari Ammonia dan Asam Nitrat dapat dilihat pada gambar 9.2.

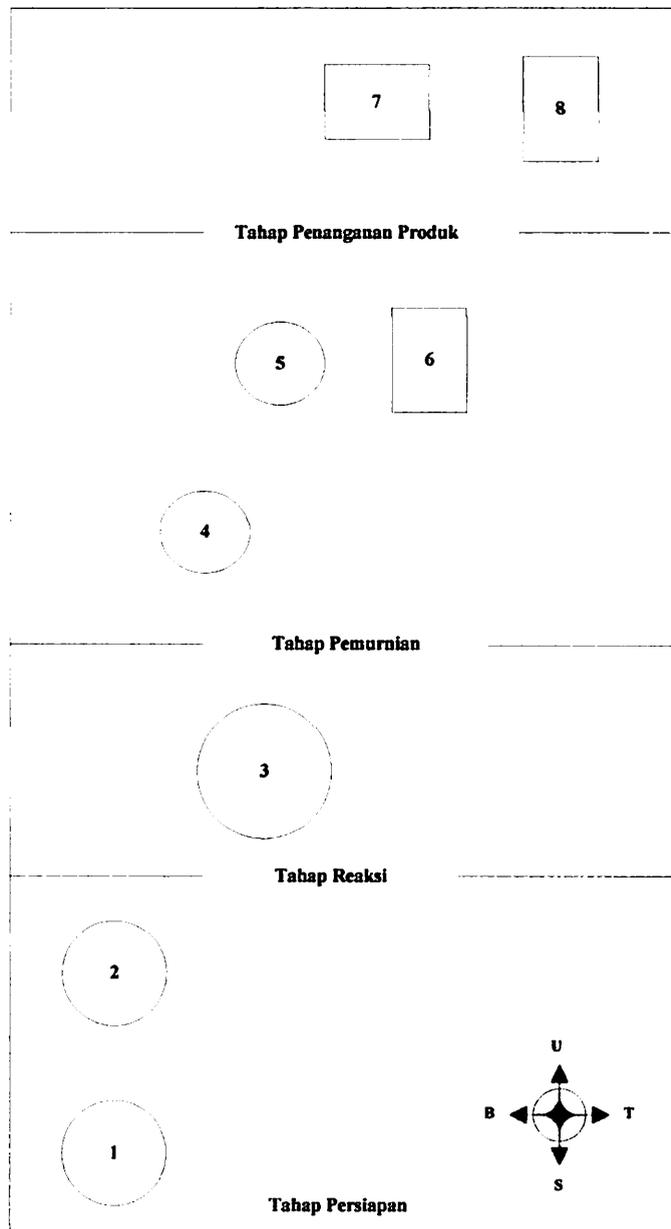




Gambar 9.2. Tata Letak Pabrik Ammonium Nitrat

Keterangan:

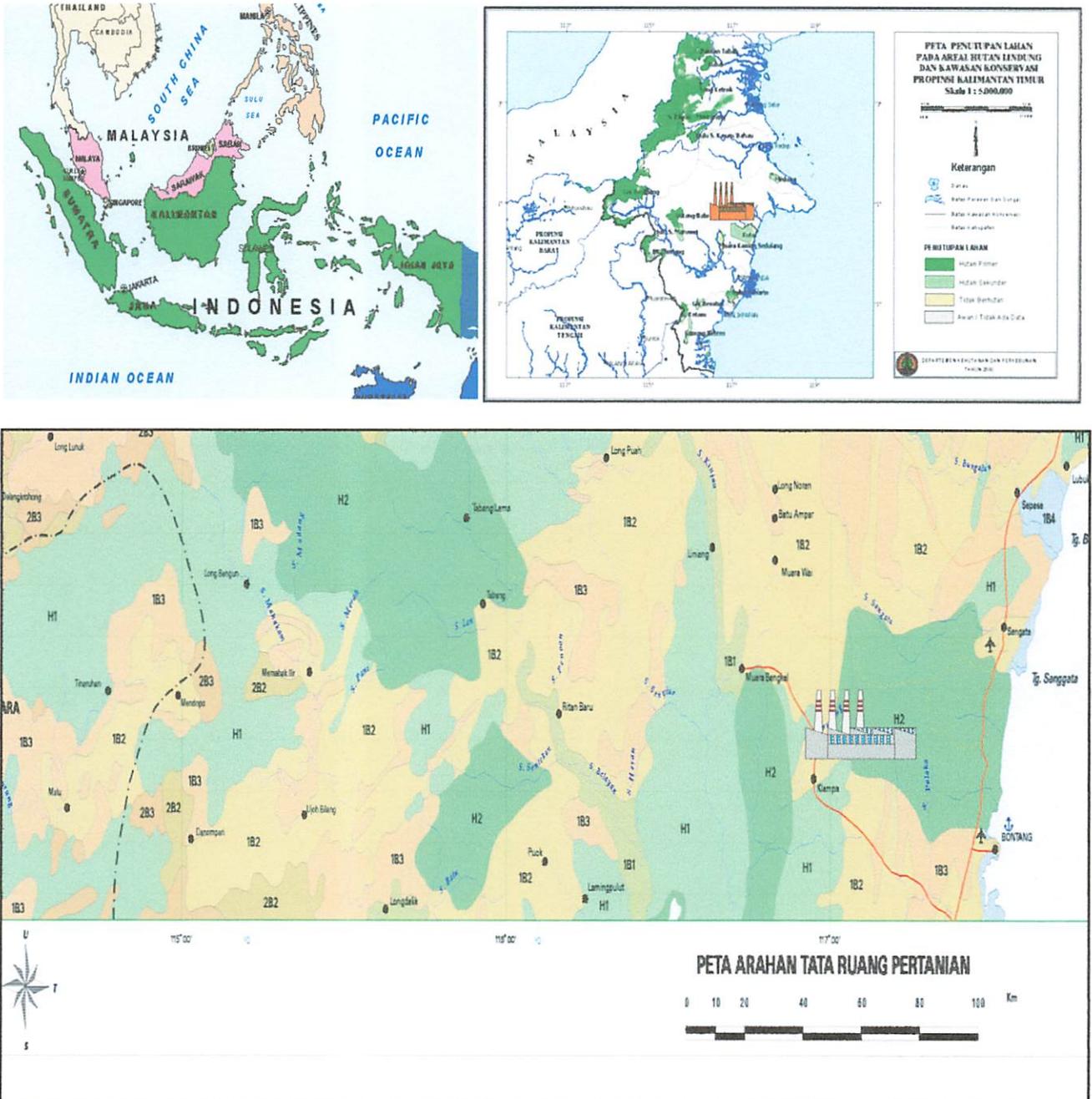
1. Pos Keamanan
2. Taman
3. Tempat Parkir Tamu
4. Perkantoran
5. Musholla
6. Tempat Parkir Karyawan
7. Perpustakaan
8. Poliklinik
9. Ruang Rapat
10. Toilet
11. Kantin
12. Koperasi
13. Pos Pemeriksaan Bahan Baku
14. Pemadam Kebakaran
15. Area Penyimpanan Bahan Baku Amonia
16. Area Penyimpanan Bahan Baku Asam Nitrat
17. Gudang Inventaris
18. Area Penyimpanan Bahan Baku Clay
19. Bengkel
20. Unit Utilitas
21. Ruang Kepala Pabrik dan Staf
22. Ruang Timbangan
23. Unit Laboratorium
24. Unit Proses
25. Area perluasan Pabrik
26. Kantor Penelitian dan Pengembangan/LITBANG
27. Pengendalian mutu
28. Unit Penyimpanan Produk ammonium nitrat
29. Parkir Truk
30. Gedung serbaguna
31. Unit Pengolahan Limbah



Gambar 9.3. Lokasi Tata Letak Peralatan Pada Pra Rencana Pabrik Ammonium Nitrat

Keterangan gambar:

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. (F-111) Storage Asam Nitrat | 7. (B-140) Coating Drum |
| 2. (F-115) Storage Ammonia | 8. (F-143) Storage Produk Ammonium Nitrat |
| 3. (R-110) Reaktor | |
| 4. (V-122) Evaporator | |
| 5. (D-120) Prilling Tower | |
| 6. (B-128) Rotary Drayer | |



Gambar 9.3. Lokasi Pabrik Ammonium Nitrat

9.3. Perkiraan Luas Pabrik

Perkiraan luas wilayah pabrik Ammonium Nitrat dari Ammonia dan Asam Nitrat dapat dilihat rinci pada table 9.1.

No.	Lokasi	Ukuran (m)			Jumlah	=	Luas (m ²)
		p	×	l			
1	Pos Keamanan	5	×	5	2	=	50
2	Taman	28	×	20	1	=	560
3	Tempat Parkir Tamu	15	×	10	1	=	150
4	Perkantoran	40	×	5	1	=	200
5	Musholla	10	×	10	1	=	100
6	Parkir Karyawan	10	×	10	1	=	100
7	Perpustakaan	14	×	14	1	=	196
8	Poliklinik	13	×	13	1	=	169
9	Ruang rapat	13	×	13	1	=	169
10	Toilet	5	×	5	4	=	100
11	Kantin	8	×	8	1	=	64
12	Koperasi	10	×	10	1	=	100
13	Pos P.Bahan baku	8	×	8	1	=	64
14	Pemadam Kebakaran	10	×	10	1	=	100
15	Bin bahan baku NH ₃	15	×	15	1	=	225
16	Bin bahan baku HNO ₃	15	×	15	1	=	225
17	Gudang inventaris	8	×	8	1	=	64
18	Bin bahan baku clay	10	×	10	1	=	100
19	Bengkel	20	×	10	1	=	200
20	Unit utilitas	25	×	10	1	=	250
21	R. Kep. Pabrik & Staff	30	×	10	1	=	300
22	R. Timbangan	8	×	8	1	=	64
23	Unit laboratorium	8	×	8	1	=	64
24	Unit proses	40	×	40	1	=	1600
25	Area perluasan pabrik	40	×	10	1	=	400
26	Kantor LITBANG	8	×	8	1	=	64

27	Pengendalian mutu	10	×	10	1	=	100
28	Unit penyimpanan produk	24	×	8	1	=	192
29	Parkir truk	8	×	8	1	=	64
30	Gedung serbaguna	10	×	10	1	=	100
31	Unit Pengolahan limbah	20	×	10	1	=	200
	Jumlah	TOTAL				=	6334

BAB X ORGANISASI PERUSAHAAN

Dalam menciptakan suatu pengelolaan perusahaan agar sasaran secara efektif dan hasil produksi yang benar, maka elemen dasar yang diperlukan harus diperhitungkan dalam suatu perusahaan sebagai pelaksanaannya. Elemen dasar itu terdiri dari :

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



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

10.1. Bentuk Perusahaan

Bentuk : Perseroan Terbatas

Lokasi pabrik : Bontang, Kalimantan Timur

Kapasitas produksi : 100000 ton/tahun

Modal : Penanaman modal dalam negeri, Penanaman modal asing

Pabrik Ammonium Nitrat ini direncanakan berstatus swasta nasional yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Bentuk ini digunakan dengan alasan :

1. Kedudukan atau wewenang antara pimpinan perusahaan dan para pemegang saham (pemilik) terpisah satu sama lain.
2. Terbatasnya tanggungjawab para pemegang saham karena segala sesuatu yang menyangkut kelancaran perusahaan dipegang oleh pimpinan perusahaan dan setiap pemegang saham hanya mungkin menderita kerugian sebesar jumlah yang ditanamkan pada PT yang bersangkutan.
3. Kemungkinan terhimpunnya modal yang besar dan mudah, yaitu dengan membagi modal atas sejumlah saham-sahamnya. PT dapat menarik modal dari banyak orang.

4. Kehidupan PT lebih terjamin karena tidak berpengaruh oleh berhentinya salah seorang pemegang saham, direktur dan karyawan. Hal ini berarti suatu PT mempunyai potensi hidup lebih permanen dari bentuk perusahaan lainnya.
5. Adanya efisiensi dalam perusahaan karena tiap bagian dalam PT dipegang oleh orang-orang yang ahli dalam bidangnya. Tiap orang atau tiap bagian mempunyai bagian dengan tugas yang jelas, sehingga ada dorongan untuk mengerjakan sebaik-baiknya.

10.2. Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi perusahaan ini adalah suatu sistem garis dan staf. Alasan pemakaian sistem ini adalah :

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

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

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

10.3. Pembagian Tugas dan Tanggungjawab dalam Organisasi

a. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk pabrik dengan cara membeli saham perusahaan. Pemegang saham adalah pemilik perusahaan dengan batasan sesuai dengan jumlah saham yang dimilikinya, sedangkan

kekayaan pribadi dari pemegang saham tidak dipertanggungjawabkan sebagai jaminan atas hutang-hutang perusahaan.

Pemegang saham harus menanam saham paling sedikit satu tahun. Kekuasaan tertinggi terletak pada pemegang saham dan mereka yang memilih direktur serta komisaris dalam rapat umum pemegang saham (RUPS) dan menentukan gaji direktur tersebut.

b. Dewan Komisaris

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

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

c. Direktur Utama

Direktur utama adalah pimpinan yang bertanggungjawab pada dewan komisaris dan membawahi :

- Direktur teknik
- Direktur keuangan dan administrasi

Tugas dan wewenang direktur utama :

- Bertanggungjawab pada dewan komisaris
- Menetapkan kebijaksanaan peraturan dan tata tertib baik keluar maupun ke dalam perusahaan
- Mengkoordinasikan kerja sama antara direktur teknik dan produksi dengan direktur keuangan dan administrasi
- Mengatur dan mengawasi keuangan perusahaan
- Bertanggungjawab atas kelancaran perusahaan

d. **Direktur Teknik dan Produksi**

Direktur teknik dan produksi bertanggungjawab kepada direktur utama dalam hal :

- Biaya-biaya produksi
- Laba-rugi perusahaan
- Neraca keuangan
- Administrasi perusahaan

e. **Direktur Administrasi**

Direktur administrasi berkaitan dengan kegiatan produksi, tetapi sangat erat hubungannya dengan kegiatan pabrik karena dalam perusahaan, direktur ini mengatur dan mengelola segala hal yang berkaitan dalam lingkungan eksternal perusahaan dengan membawahi :

- Keuangan
- Sumber daya manusia (SDM)
- Hubungan masyarakat (Humas)

Tugas utama direktur administrasi adalah memajemen kegiatan perusahaan diluar kegiatan perusahaan.

f. **Kepala Bagian**

Kepala bagian memiliki tugas dan wewenang :

- Membantu direktur teknik dan produksi atau direktur keuangan dan administrasi dalam melaksanakan aktivitas pada bagian masing-masing
- Memberikan pengawasan dan pengarahan terhadap seksi-seksi dibawahnya
- Menyusun laporan dari hasil bagian masing-masing
- Bertanggungjawab atas kerja bawahannya

g. **Kepala Bagian Teknik**

Kepala bagian teknik adalah kepala bagian yang bertanggungjawab atas semua kegiatan yang berhubungan erat dengan produksi. Dalam hal ini sebagai penunjang dalam proses produksi, bukan produksi secara langsung. Kepala bagian teknik membawahi :

- Divisi teknik

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

- Divisi listrik dan diesel

Bertugas mempersiapkan listrik, baik berupa PLN maupun diesel demi menunjang kelangsungan proses produksi.

- Divisi Penyediaan Air

Bertugas mensuplai air yang digunakan selama proses produksi berlangsung.

- Divisi Bengkel dan Suku Cadang

Bertugas memperbaiki peralatan yang rusak dan mempersiapkan suku cadangnya agar peralatan tersebut dapat digunakan lagi dalam proses produksi.

h. Kepala Bagian Produksi

Kepala bagian produksi adalah kepala bagian yang bertanggungjawab diatas semua kegiatan produksi, mulai dari perencanaan, pembuatan atau produksi, dan pengendalian mutu produksi. Kepala bagian produksi membawahi:

- Divisi PPC

Bertugas merancang kebutuhan bahan baku, memperkirakan jumlah produksi yang akan dibuat dengan perencanaan yang baik dan menghasilkan produk yang baik pula.

- Divisi Proses

Bertugas dalam segala hal yang berkaitan dengan kegiatan produksi secara langsung. Dalam hal ini masih terbagi atas divisi-divisi kecil yang menangani secara khusus mengenai spesialisasi prosesnya.

- Divisi Quality Control

Bertugas dalam pengepakan dan pengemasan produk serta merencanakan pengiriman produksi keluar pabrik.

- Pengendalian Mutu dan Laboratorium

Bertugas mengawasi dan mengontrol kualitas produksi agar produksi yang diterima konsumen memiliki kualitas yang sesuai dengan standar yang ditetapkan sama seperti divisi lainnya. Divisi yang tergabung dalam bagian produksi memiliki tugas masing-masing dan bertanggungjawab langsung terhadap kepala bagian produksi.

i. Penelitian dan Pengembangan

Penelitian dan pengembangan bertugas dalam meneliti dan mengembangkan penggunaan bahan baku dan produksi yang lebih baik juga ekonomis, dimana orang-

orang yang ada di dalamnya merupakan orang ahli di bidangnya. Penelitian dan pengembangan juga dapat berfungsi sebagai staf ahli yang mengontrol dan menanggulangi masalah yang timbul.

j. Kepala Bagian Pemasaran

Kepala bagian pemasaran bertugas menentukan daerah pemasaran dan melakukan riset market serta menangani masalah promosi. Kepala bagian pemasaran membawahi divisi-divisi sebagai berikut :

– **Divisi Market dan Proses Riset**

Bertugas meneliti dan mengupayakan agar hasil-hasil produksi dapat disalurkan dengan tepat, sehingga memiliki harga jual yang terjangkau.

– **Divisi Penjualan**

Bertugas menjual hasil produksi dengan harga jual yang telah ditetapkan dan juga memiliki tugas mengatur pembelian bahan baku dan peralatan lainnya.

– **Divisi Promosi**

Bertugas mengenalkan produksi kepada konsumen yang membutuhkan atau pabrik lain yang menggunakannya, serta menarik minat konsumen untuk membeli.

k. Kepala Bagian Sumber Daya Manusia

Kepala bagian sumber daya manusia bertugas untuk merencanakan, mengelola, dan mendayagunakan SDM, baik SDM yang sudah ada atau merekrut SDM baru. Kepala bagian ini bertanggungjawab terhadap direktur administrasi dan mengatur masalah karyawan, jenjang karir, maupun penempatan kerja. Kepala bagian sumber daya manusia membawahi :

– **Divisi Kesehatan**

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

– **Divisi Transportasi**

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

– Divisi Kesejahteraan Pekerja

Bertugas mengatur semua kegiatan yang berhubungan dengan kesejahteraan pekerja, baik berupa tunjangan, pemberian cuti, JAMSOSTEK, hingga pensiun karyawan.

– Divisi Serikat Pekerja

Divisi ini dibentuk berdasarkan amanat pemerintah yang mengurus serikat pekerja maupun dalam membuat perjanjian kerja.

– Divisi Perekrutan Tenaga Kerja

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

1. Kepala Bagian Keuangan

Kepala bagian keuangan bertugas mengatur keuangan serta menangani penyediaan dan pembelian, baik berupa bahan baku maupun peralatan. Kepala bagian keuangan bertanggungjawab kepada direktur administrasi mengenai pengeluaran dan pemasukan keuangan.

m. Kepala Bagian Hubungan Masyarakat

Kepala bagian humas bertugas di bidang perhubungan dengan lingkungan luar perusahaan, mulai dari keamanan, keindahan taman, dan pengelolaan area parkir. Tugas lainnya menerima dan menyeleksi mahasiswa yang akan melaksanakan praktek kerja nyata (PKN). Kepala bagian humas membawahi divisi seperti, satpam, cleaning service, taman, dan parkir.

10.4. Jadwal Jam Kerja

Pabrik direncanakan bekerja dan beroperasi selama 330 hari di dalam satu tahun selam 24 jam sehari. Sisa hari akan digunakan untuk perbaikan dan perawatan peralatan proses produksi atau yang dikenal shut down. Jumlah jam kerja karyawan menurut peraturan pemerintah adalah 40 jam dalam satu minggu, yang dibedakan menjadi :

1. Pegawai non shift

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

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

Sabtu : 08.00 – 13.00

2. Pegawai shift

Karyawan yang bekerja di pabrik, dibagi menjadi 3 shift, yaitu :

Shift I :07.00 – 15.00

Shift II : 15.00 – 23.00

Shift III : 23.00 – 07.00

Untuk meajagaa kelancaran jam kerja secara bergilir, maka karyawan dibagi menjadi 4 regu, yaitu A, B, C, D, dimana 3 regu kerja (shift) dan 1 regu kerja merupakan regu pengganti (cadangan). Pergantian shift baru regu dapat dilihat pada tabel 10.1.

Tabel 10.1. Jadwal Kerja Karyawan Pabrik

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

10.5. Penggolongan dan Tingkat Pendidikan Karyawan

Penggolongan karyawan didasarkan pada tingkat kedudukan dan struktur organisasi pada pra rencana pabrik Ammonium Nitrat

1. Direktur utama
2. Direktur
3. Kepala bagian
4. Kepala divisi
5. Operator (tenaga pelaksana)

Latar belakang pendidikan yang harus dimiliki karyawan berdasarkan kedudukan dan struktur organisasinya, yaitu :

- a. Direktur utama : sarjana teknik kimia
- b. Direktur
 - Direktur teknik : sarjana teknik kimia
 - Direktur administrasi : sarjana administrasi
- c. Kepala bagian
 - Kepala bagian teknik : sarjana teknik mesin
 - Kepala bagian produksi : sarjana teknik kimia
 - Kepala bagian pemasaran : sarjana ekonomi
 - Kepala bagian SDM : sarjana psikologi

- Kepala bagian keuangan : sarjana ekonomi-akuntansi
- Kepala bagian humas : sarjana hukum
- d. Kepala litbang : sarjana teknik kimia
- e. Kepala bagian teknik
- Kepala bagian teknik : sarjana teknik mesin
- Kepala bagian listrik dan diesel : sarjana teknik elektro
- Kepala bagian pentediaan air : sarjana teknik lingkungan
- Kepala bagian bengkel : sarjana teknik elektro
- f. Kepala bagian produksi
- Bagian perencanaan produksi : sarjana teknik kimia
- Bagian proses : sarjana teknik kimia
- Bagian quality control : sarjana teknik kimia
- Bagian gudang : diploma 3 teknik
- g. Kepala bagian pemasaran
- Bagian market dan riset : sarjana ekonomi
- Bagian penjualan : sarjana ekonomi
- Bagian promosi : sarjana desain grafis
- h. Kepala bagian sumber daya manusia
- Bagian kesehatan : sarjana kedokteran
- Bagian transportasi : diploma ekonomi
- Bagian perekrutan tenaga kerja : sarjana psikologi
- Bagian serikat kerja : sarjana hukum
- Bagian keselamatan kerja : sarjana psikologi
- i. Kepala bagian keuangan
- Bagian pembelian : sarjana ekonomi
- Bagian penyediaan dana : sarjana ekonomi
- j. Kepala bagian humas
- Bagian satpam : purnawirawan ABRI
- Bagian kebersihan : diploma ekonomi
- Bagian taman : diploma pertanian
- Bagian parkir : SMA

10.6. Perencanaan Jumlah Karyawan

Jumlah karyawan yang dibutuhkan dapat dilihat pada tabel 10.2.

Tabel 10.2. Daftar Jumlah Karyawan

No	Bagian	Jumlah Karyawan
1	Dewan komisaris	5
2	Direktur utama	1
3	Direktur	2
4	Litbang	2
5	Sekretaris	1
6	Kepala bagian	6
7	Unit produksi	10
8	Unit utilitas	10
9	Unit bengkel dan suku cadang	4
10	Unit perencanaan produksi	5
11	Unit proses	92
12	Unit pengendalian mutu	10
13	Unit gudang	5
14	Unit kesehatan	4
15	Unit kesejahteraan pegawai	5
16	Unit serikat pekerja	3
17	Unit pembelian	5
18	Unit transportasi	3
19	Unit keuangan	2
20	Unit market dan riset	4
21	Unit penjualan	5
22	Unit promosi	4
23	Satpam	10
24	Kebersihan	10
25	Taman	3
26	Parkir	3
Total		214

Tenaga operasional yang dibutuhkan untuk proses keseluruhan, yaitu :

Kapasitas : 100000 ton

$$= \frac{100.000 \text{ ton/ tahun}}{330 \text{ hari/ tahun}} = 303, 0303 \text{ ton/ hari}$$

330 hari/ tahun

Dari buku Vilbrant halaman 235 fig 6.35 untuk peralatan sedang, didapatkan 62 (orang jam/ hari) tiap tahapan proses. Pada proses pra rencana pabrik Ammonium Nitrat terdapat 5 tahapan proses, sehingga :

Jumlah karyawan = $62 \times 5 = 310$ orang jam/ hari

Dalam satu hari terdapat 3 shift

$$= \frac{310}{3} \text{ orang jam/ shift}$$

$$= 103 \text{ orang jam/ shift}$$

Masing-masing pekerja shift bekerja 8 jam/ hari sehingga jumlah karyawan per shift = $103 / 8$ orang per shift = 13 orang per shift

Jumlah total karyawan operasional dalam 4 regu pekerja shift :

$$= 13 \text{ orang / shift} \times 4 \text{ shift}$$

$$= 52 \text{ orang}$$

Jadi, tenaga operasional yang dibutuhkan adalah 52 orang, sedangkan jumlah karyawan keseluruhan pra rencana pabrik Ammonium Nitrat adalah $(214-52) + 52$ orang = 214 orang.

10.7. Sistem Pengupahan Karyawan

Pada pabrik Ammonium Nitrat sistem upah yang diberikan berbeda-beda. Hal ini tergantung status karyawan dan tingkat pendidikan, serta besar kecilnya kedudukan, tanggungjawab, dan keahliannya. Menurut status karyawan pabrik, jenis upah dibagi menjadi tiga golongan berdasarkan kebutuhan dan perbedaan status, yaitu :

- Upah bulanan

Upah bulanan diberikan kepada setiap karyawan dengan jumlah yang berbeda-beda dan diberikan pada akhir bulan.

- Upah mingguan

Upah mingguan diberikan kepada setiap karyawan harian dengan jumlah yang berbeda-beda dan diberikan pada setiap akhir pekan.

- Upah borongan

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

10.8. Jaminan Sosial

Jaminan sosial diberikan kepada karyawan dalam bentuk tunjangan atau jaminan sosial yang lain dari perusahaan, selain pemberian gaji tetap setiap bulan. Jaminan sosial diberikan untuk kesejahteraan karyawan agar lebih terjamin dan bekerja lebih giat. Jaminan sosial dapat berupa :

1. Tunjangan tahunan

Tunjangan tahunan diberikan setahun sekali kepada karyawan dengan jumlah sebesar gaji tiap bulan.

2. Insentif atau bonus

Insentif atau bonus yang diberikan tergantung pada keuntungan di akhir tahun, dimana jumlah insentif tersebut diberikan berdasarkan jabatan atau golongan.

3. Perumahan

Perumahan diberikan kepada karyawan yang menduduki jabatan penting, seperti direksi sampai kepala seksi.

4. Kesehatan

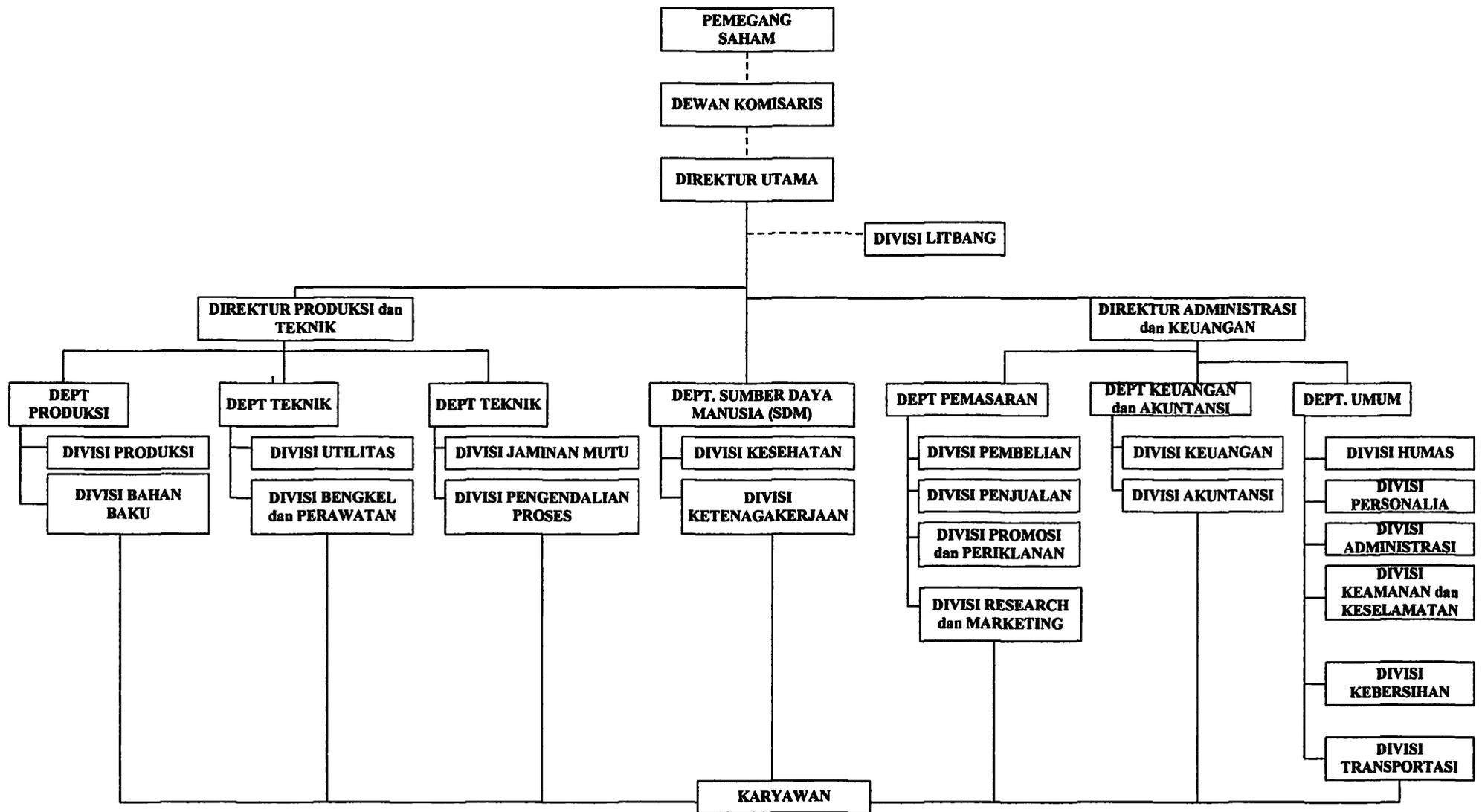
Perusahaan menyediakan poliklinik untuk keperluan kesehatan dengan cara memberi pengobatan untuk karyawan yang sakit atau menderita kecelakaan kerja dan semua biaya ditanggung oleh perusahaan.

5. Cuti

Cuti terdiri dari :

- Cuti tahunan selama 12 hari kerja dan diatur dengan mengajukan permohonan satu minggu sebelumnya untuk dipertimbangkan izinnnya.
- Cuti sakit bagi tenaga kerja yang memerlukan istirahat total berdasarkan surat keterangan dokter.
- Cuti hamil selama 3 bulan bagi tenaga kerja wanita.
- Cuti untuk keperluan dinas dan perintah atasan berdasarkan kondisi tertentu perusahaan.





Gambar 10.1. Struktur Organisasi Pabrik Ammonium Nitrat

BAB XI

ANALISA EKONOMI

Dalam perencanaan suatu pabrik perlu ditinjau dari faktor-faktor ekonomi yang menentukan apakah pabrik tersebut layak untuk didirikan atau tidak. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan untung rugi dalam mendirikan Pabrik Melamin adalah sebagai berikut :

- Laju pengembalian modal (*Internal Rate of Return*)
- Lama pengembalian modal (*Pay Out Time*)
- Titik impas (*Break Event Point*)
- Laju pengembalian modal (*Internal Rate of Return*)
- Lama pengembalian modal (*Pay Out Time*)
- Titik impas (*Break Event Point*)

Untuk menghitung faktor-faktor diatas perlu diadakan penafsiran beberapa hal menyangkut administrasi perusahaan dan jalannya proses, yaitu :

1. Penaksiran modal investasi total (*Total Capital Investment*) terdiri:
 - Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - Modal kerja (*Work Capital Investment*)
2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*) , terdiri at
 - Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
 - Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)
3. Total pendapatan

11.1. Faktor-faktor Penentu

11.1.1 Modal Investasi Total (*Total Capital Investment = TCI*)

Yaitu modal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik sebelum berproduksi, terdiri dari

1. *Fixed Capital Investment (FCI)*
Biaya langsung (*Direct cost*), meliputi :
 - Pembelian alat
 - Instrumentasi dan alat kontrol
 - Perpipaian terpasang
 - Listrik terpasang
 - Tanah dan bangunan
 - Fasilitas pelayanan

- Pengambangan lahan

Biaya tak langsung (*Indirect cost*), meliputi:

Teknik dan supervisi

- Konstruksi
- Kontraktor
- Biaya tak terduga

2. *Working Capital Investment (WCI)*

Modal kerja yaitu modal yang digunakan untuk menjalankan pabrik yang berhubungan dengan laju produksi dalam beberapa waktu tertentu. Modal kerja terdiri dari :

- Penyediaan bahan baku dalam waktu tertentu
- Pengemasan produk dalam waktu tertentu
- Utilitas dalam waktu tertentu
- Gaji dalam waktu tertentu
- Uang tunai

Sehingga :

Total Capital Investment (TCI) = Modal tetap (FCI) + Modal kerja (WCI)

11.1.2 Total Biaya produksi (*Total Production Cost = TPC*)

Total biaya produksi adalah biaya yang digunakan untuk operasi pabrik atau biaya yang dikeluarkan untuk mengeluarkan satu-satuan produk dalam waktu tertentu. Biaya produksi terdiri dari :

a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*) , terdiri dari :

- Biaya produksi langsung
- Biaya produksi tetap
- Biaya *overhead* pabrik

b. Biaya umum (*General Expenses*) , terdiri dari :

- Biaya administrasi
- Biaya distribusi dan pemasaran
- Litbang
- Financing

Adapun biaya produksi total terbagi menjadi :

a. Biaya variabel (*Variable Cost = Vc*)

Biaya variable yaitu, segala biaya yang pengeluarannya berbanding lurus dengan laju produksi atau biaya yang tergantung dengan kapasitas pabrik secara langsung. Biaya variabel terdiri :

- Biaya bahan baku
- Biaya utilitas
- Biaya pengepakan

b. Biaya semi variabel (*Semi Variable Cost = SVC*)

Biaya semi variabel yaitu, biaya pengeluaran yang tidak berbanding lurus dengan laju produksi atau yang tergantung dengan kapasitas pabrik secara tidak langsung. Biaya semi variabel terdiri dari :

- Upah karyawan
- *Plant overhead*
- Pemeliharaan dan perbaikan
- Laboratorium
- *Operating supplies*
- Biaya umum
- Supervisi

c. Biaya tetap (*Fixed Cost = FC*)

Biaya tetap adalah biaya yang dikeluarkan secara tetap, tidak tergantung pada kapasitas pabrik. Biaya tetap terdiri dari :

- Asuransi
- Depresiasi
- Pajak
- Bunga bank

11.1.2. Penafsiran Harga Alat

Harga suatu alat setiap saat akan berubah, tergantung pada perubahan kondisi ekonomi. Oleh karena itu, digunakan beberapa cara konversi harga alat terhadap harga alat pada beberapa tahun yang lalu, sehingga diperoleh harga yang ekuivalen dengan harga sekarang.

Harga alat dalam Pra Rencana Pabrik Ammonium nitrat ini didasarkan pada data harga alat yang terdapat pada literatur Peter & Timmerhause serta Gael. D. Ulrich. Untuk menaksir harga alat pada tahun 2012 digunakan persamaan berikut :

$$C_A = C_B \times \frac{I_A}{I_B}$$

Dimana: C_A = Tafsiran harga alat saat ini
 C_B = Tafsiran alat pada tahun ke B
 I_A = Indeks harga saat ini
 I_B = Indeks harga pada tahun ke A

A. Penentuan Total Capital Investment (TCI)

a. Biaya Langsung (DC)

1. Harga Peralatan	E	=	Rp.	435.505.885.881
2. Instrumen dan Alat Control	15% E	=	Rp.	65.325.882.882
3. Isolasi	8% E	=	Rp.	34.840.470.870
4. Perpipaan terpasang	65% E	=	Rp.	283.078.825.823
5. Perlistrikan terpasang	15% E	=	Rp.	65.325.882.882
6. Harga FOB jumlah 1-5 E	F	=	Rp.	884.076.948.339
7. Ongkos angkutan kapal laut	11% F	=	Rp.	97.248.464.317
8. Harga C dan F jumlah 6-7	G	=	Rp.	981.325.412.656
9. Biaya asuransi	1,0% G	=	Rp.	9.813.254.127
10. Haga CIF, Jumlah 8-9	H	=	Rp.	991.138.666.782
11. Biaya angkut barang ke plant	13% H	=	Rp.	128.848.026.682
12. Pemasangan alat	40% E	=	Rp.	174.202.354.352
13. Bangunan pabrik	50% E	=	Rp.	217.752.942.941
14. Service vacilities	43% E	=	Rp.	187.267.530.929
15. Tanah	6% E	=	Rp.	26.130.353.153
16. Biaya Langsung (DC)		=	Rp.	734.201.208.056

b. Biaya Tak Langsung (IC)

17. Engineering dan Supervisi	11% DC	=	Rp.	80.762.132.886
18. Konstruksi	15% DC	=	Rp.	110.130.181.208
Total Modal Tak Langsung (IC)		=	Rp.	190.892.314.095

c. Fixed Capital Investment (FCI)

$$\begin{aligned} FCI &= DC + IC \\ &= 734.201.208.056 + 190.892.314.095 \\ &= \text{Rp. } 925.093.522.151 \end{aligned}$$

d. Working Capital Investment (WCI)

$$WC = 15\% \times FCI$$

$$= 15\% \times \text{Rp. } 925.093.522.151$$

$$= \text{Rp. } 138.764.028.323$$

e. Total Capital Investment (TCI)

$$\text{TCI} = \text{FCI} + \text{WCI}$$

$$= 925.093.522.151 + 138.764.028.323$$

$$= \text{Rp. } 1.063.857.550.474$$

f. Modal Perusahaan

Modal sendiri (MS)	60%	TCI	=	Rp.	638.314.530.284
Modal pinjaman (MP)	40%	TCI	=	Rp.	425.543.020.190

B. Penentuan Total Product Cost (TPC)

a. Biaya Produksi Langsung (Direct Production Cost/DPC)

Bahan Baku		=	Rp	2.771.419.582.800
Tenaga Kerja		TK =	Rp	6.420.000.000
Supervisi	10%	TK =	Rp	642.000.000
Utilitas		=	Rp	1.282.787.636.519
Pemeliharaan dan Perbaikan (PP)	15%	FCI =	Rp	138.764.028.323
Penyediaan Operasi	15%	PP =	Rp	20.814.604.248
Laboratorium	15%	PP =	Rp	20.814.604.248
Patent dan Royalti	0,03	TPC =	3%	TPC
Biaya Produksi Langsung TPC		=	Rp	4.241.662.456.138
		+	3%	TPC

b. Biaya tetap (Fixed Cost/FC)

Depresiasi alat	15%	FCI =	Rp	138.764.028.323
Depresiasi bangunan	10%	FCI =	Rp	92.509.352.215
Pajak Kekayaan	10%	FCI =	Rp	92.509.352.215
Asuransi	1%	FCI =	Rp	9.250.935.222
Bunga bank	15%	MP =	Rp	63.831.453.028
Biaya tetap (Fixed Cost/FC)		=	Rp	396.865.121.003

c. Biaya Pengeluaran Umum (General Expences/GE)

Biaya Administrasi	3%	PP =	4.162.920.850
Ongkos Distribusi dan Pemasaran	10%	TPC =	10% TPC
Research and development	5%	TPC =	5% TPC
Biaya Pengeluaran Umum (GE)		=	4.162.920.850 + 5% TPC

d. Biaya Overhead Pabrik

$$\text{Biaya Overhead Pabrik} \quad 60\% \text{ TK} + \text{PP} = \text{Rp.} \quad 87.110.416.994$$

e. Biaya Produksi Total (TPC)

$$\begin{aligned} \text{TPC} &= \text{DPC} + \text{FC} + \text{Biaya Overhead} + \text{GE} \\ &= 4.729.800.914.984 + 8\% \text{ TPC} \\ &= 5.436.552.775.844 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka, DPC} &= \text{Rp.} \quad 4.241.662.456.138 + 3\% \text{ TPC} \\ &= \text{Rp.} \quad 4.284.507.531.452 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{GE} &= \text{Rp.} \quad 4.162.920.850 + 5\% \text{ TPC} \\ &= \text{Rp.} \quad 4.382.021.947 \end{aligned}$$

ANALISA PROFITABILITAS

Laba Perusahaan

Laba adalah suatu hasil yang didapatkan dari total penjualan dikurangi total ongkos

1. produksi.

$$\text{Total penjualan pertahun} = \text{Rp.} \quad 5.500.000.000.000$$

$$\begin{aligned} \text{Gross Earning atau laba kotor} &= \text{Total Penjualan} - \text{Total production cost} \\ &= 5.500.000.000.000 - 5.436.552.775.844 \\ &= \text{Rp.} \quad 63.447.224.156 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pajak Penghasilan} &= 35\% \text{ dari laba kotor} \\ &= 35\% \times \text{Rp.} \quad 63.447.224.156 \\ &= \text{Rp.} \quad 22.206.528.455 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laba Bersih} &= \text{Laba kotor (1-\%pajak)} \\ &= 63.447.224.156 \times 1 - 35\% \\ &= \text{Rp.} \quad 41.240.695.702 \end{aligned}$$

Nilai Penerimaan *Cash Flow* setelah pajak (C_A)

$$\begin{aligned} C_A &= \text{Laba Bersih} + \text{Depresiasi alat} \\ &= 41.240.695.702 + 138.764.028.323 \\ &= \text{Rp.} \quad 180.004.724.024 \end{aligned}$$

2. Laju Pengembalian Modal

ROI adalah laju pengambilan modal yang dapat dihitung dari laba dibagi modal

* ROI sebelum pajak

$$\begin{aligned}
 \text{ROI}_{\text{BT}} &= \frac{\text{Laba Kotor}}{\text{Modal tetap}} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Rp. } 63.447.224.156}{\text{Rp. } 925.093.522.151} \times 100\% \\
 &= 40\%
 \end{aligned}$$

* ROI setelah pajak

$$\begin{aligned}
 \text{ROI}_{\text{AT}} &= \frac{\text{Laba Bersih}}{\text{Modal Tetap}} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Rp. } 41.240.695.702}{\text{Rp. } 925.093.522.151} \times 100\% \\
 &= 35\%
 \end{aligned}$$

3. Lama Pengembalian Modal (POT)

POT adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan modal suatu pabrik dari modal tetap dibagi cash flow setelah pajak

$$\begin{aligned}
 \text{POT} &= \frac{\text{Modal tetap}}{\text{Cash Flow setelah pajak}} \times 1 \text{ tahun} \\
 &= \frac{\text{Rp. } 925.093.522.151}{\text{Rp. } 180.004.724.024} \times 1 \text{ tahun} \\
 &= 2,304 \text{ Tahun}
 \end{aligned}$$

4. Break event point

BEP adalah kapasitas dimana pabrik tidak laba atau rugi, artinya total penjualan sar dengan total ongkos produksi .

$$\text{BEP} = \frac{\text{FC} + (0,3 \text{ SVC})}{\text{S} - (0,7 \text{ SVC} - \text{VC})} \times 100\%$$

a. Biaya produksi tetap (FC) = Rp. 396.865.121.003

$$\text{FC} = \text{Rp. } 396.865.121.003$$

b. Biaya Variabel (VC)

$$\text{Bahan Baku pertahun} = \text{Rp. } 2.771.419.582.800$$

$$\text{Biaya Utilitas pertahun} = \text{Rp. } 1.282.787.636.519$$

$$\text{Total biaya Variabel (VC)} = \text{Rp. } 4.054.207.219.319$$

c. Biaya Semi Variabel (SVC)

$$\text{Biaya Umum (GE)} = \text{Rp. } 4.382.021.947$$

Biaya Overhead	=	Rp.	87.110.416.994
Penyediaan operasi	=	Rp.	20.814.604.248
Biaya Laboratorium	=	Rp.	20.814.604.248
Gaji Karyawan Langsung	=	Rp.	6.420.000.000
Supervisi	=	Rp.	642.000.000
Perawatan dan Pemeliharaan	=	Rp.	138.764.028.323
Royalti	=	Rp.	163.096.583.275
Total Biaya Semi Variabel (SVC)	=	Rp.	442.044.259.035

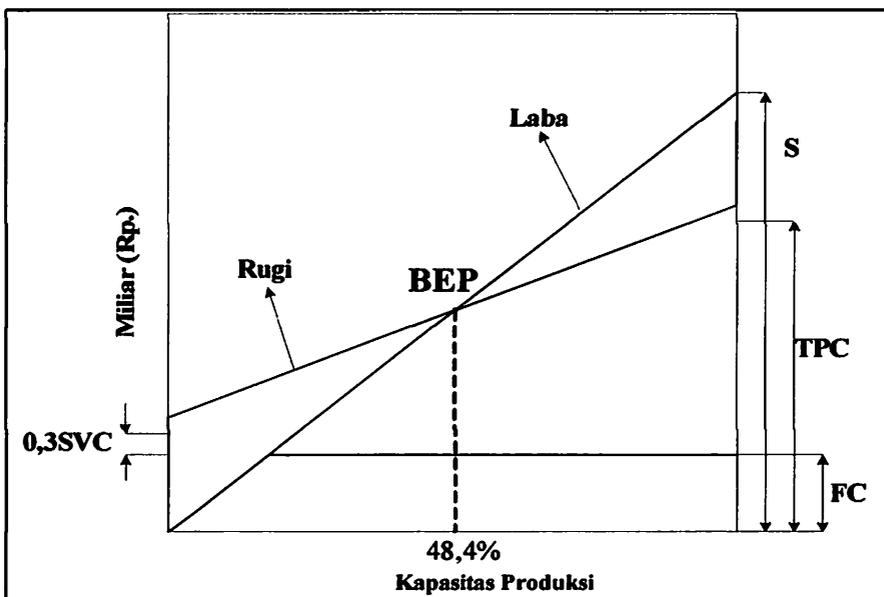
d. Harga Penjualan (S)

S	=	Rp.	5.500.000.000.000
---	---	-----	-------------------

maka nilai BEP adalah

$$\begin{aligned}
 \text{BEP} &= \frac{\text{FC} + (0,3 \text{ SVC})}{\text{S} - (0,7 \text{ SVC} - \text{VC})} \times 100\% \\
 &= 48,4\%
 \end{aligned}$$

Nilai BEP dari pabrik Ammonium nitrat adalah antara 30-60% sehingga nilai BEP tersebut memadai.



Untuk produksi tahun kedua kapasitas kapasitas pabrik 60% dari Kapasitas yang sesungguhnya, sehingga keuntungan adalah :

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

Dimana :

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

PB = keuntungan pada kapasitas 100%

% kap = % kapasitas yang tercapai

$$\frac{\text{PBi}}{41.240.695.702} = \frac{100 - 48\%}{100 - 48\%} - \frac{100 - 60\%}{100 - 48\%}$$

$$\text{PBi} = 47.906.302,36$$

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun kedua adalah :

C_A = Laba bersih tahun pertama + Depresiasi alat

$$= \text{Rp } 47.906.302 + \text{Rp } 138.764.028.323$$

$$= \text{Rp } 138.811.934.625$$

Untuk produksi tahun pertama kapasitas 80% dari kapasitas yang sesungguhnya, sehingga keuntungan adalah :

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

Dimana :

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

PB = keuntungan pada kapasitas 100%

% kap = % kapasitas yang tercapai

$$\frac{\text{PBi}}{41.240.695.702} = \frac{100 - 48\%}{100 - 48\%} - \frac{100 - 80\%}{100 - 48\%}$$

$$\text{PBi} = \text{Rp } 130.789.178$$

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun pertama :

C_A = Laba bersih tahun pertama + Depresiasi alat

$$= \text{Rp } 130.789.178 + \text{Rp } 138.764.028.323$$

$$= \text{Rp } 138.894.817.501$$

5. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah suatu titik yang merupakan kapasitas minimal pabrik masih boleh beroperasi.

$$\text{SDP} = \frac{0,3 \text{ SVC}}{S - 0,7\text{SVC} - \text{VC}} \times 100\%$$

$$= 25\%$$

Titik Shut Down Point terjadi pada kapasitas

$$= 25\% \times \text{Rp } 5.500.000.000.000$$

$$= \text{Rp } 1.375.000.000.000$$

6. Net Present Value (NPV)

Asumsi bunga bank sebesar = 15%

Langkah-langkah menghitung NPV :

a. Menghitung C_{A0} tahun ke 0 untuk masa konstruksi 2 tahun

$$\begin{aligned}
 C_{A-2} &= 40\% \times \text{FCI} \times \left| 1 + i \right|^2 \\
 &= 40\% \times \text{Rp. } 925.093.522.151 \times \left| 1 + 15\% \right|^2 \\
 &= \text{Rp. } 489.374.473.218 \\
 C_{A-1} &= 60\% \times \text{FCI} \times \left| 1 + i \right|^2 \\
 &= 60\% \times \text{Rp. } 925.093.522.151 \times \left| 1 + 15\% \right|^2 \\
 &= \text{Rp. } 734.061.709.827 \\
 C_{A0} &= - \left| C_{A-1} + C_{A-2} \right| \\
 &= - \left| \text{Rp. } 734.061.709.827 + \text{Rp. } 489.374.473.218,94 \right| \\
 &= \text{Rp. } -1.223.436.183.044,84
 \end{aligned}$$

b. Menghitung NPV tiap tahun

$$\text{NPV} = C_A \times Fd$$

Dimana :

C_A = Cash Flow setelah pajak

$$Fd = \text{faktor diskon} = \frac{1}{\left| 1 + i \right|^n}$$

n = tahun ke-n

i = tingkat suku bunga bank

Tabel E.5 Cash flow untuk NPV selama 10 tahun

Tahun	Cash Flow	Fd	NPV
	(Rp.)	(I = 0,15)	(Rp.)
0	-1.223.436.183.045	1	-1223436183045
1	138.811.934.625	0,8696	120.706.030.109
2	138.894.817.501	0,7561	105.024.436.674
3	180.004.724.024	0,6575	118.356.027.960
4	180.004.724.024	0,5718	102.918.285.183
5	180.004.724.024	0,4972	89.494.161.029
6	180.004.724.024	0,4323	77.821.009.590
7	180.004.724.024	0,3759	67.670.443.122

8	180.004.724.024	0,3269	58.843.863.584
9	180.004.724.024	0,2843	51.168.577.030
10	180.004.724.024	0,2472	44.494.414.808
WCI	138.764.028.323	0,2472	34.300.345.561
Jumlah			352.638.588.395

Karena nilai NPV (+) maka pabrik biodiesel ini layak didirikan

7. Internal Rate Of Return (IRR)

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

Dimana : i_1 = bunga pinjaman ke-1 yang ditrial 15%

i_2 = bunga pinjaman ke-2 yang ditrial 17%

Tahun	Cash Flow/CA (Rp)	Fd $i=0,15$	NPV ₁	Fd $i=0,16$	NPV ₁
1	138.811.934.625	0,8696	120.706.030.109	0,8547	118.642.679.167
2	138.894.817.501	0,7561	105.024.436.674	0,7305	101.464.546.352
3	180.004.724.024	0,6575	118.356.027.960	0,6244	112.389.649.700
4	180.004.724.024	0,5718	102.918.285.183	0,5337	96.059.529.658
5	180.004.724.024	0,4972	89.494.161.029	0,4561	82.102.162.101
6	180.004.724.024	0,4323	77.821.009.590	0,3898	70.172.788.120
7	180.004.724.024	0,3759	67.670.443.122	0,3332	59.976.741.983
8	180.004.724.024	0,3269	58.843.863.584	0,2848	51.262.172.635
9	180.004.724.024	0,2843	51.168.577.030	0,2434	43.813.822.765
10	180.004.724.024	0,2472	44.494.414.808	0,208	37.447.711.765
WCI	138.764.028.323	0,2472	34.300.345.561	0	0,208037383
Jumlah			870.797.594.650	773.331.804.245	

$$\begin{aligned}
 IRR &= i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \times (i_2 - i_1) \\
 &= 15\% + \frac{870.797.594.650}{870.797.594.650 - 773.331.804.245} \times (17\% - 15\%) \\
 &= 32,87\%
 \end{aligned}$$

Karena harga IRR lebih besar dari bunga bank (15 %), maka pabrik biodiesel ini layak didirikan.

BAB XII

KESIMPULAN

Pra Rencana Pabrik Ammonium Nitrat dari Asam Nitrat dan Ammonia diharapkan dapat mencapai hasil produksi yang maksimal sesuai tujuan, sehingga dapat memenuhi kebutuhan masyarakat dalam negeri dan menembus pasaran dunia sehingga dapat menambah devisa negara dari nilai eksportnya.

Dari hasil analisa, PraRencana Pabrik Ammonium Nitrat ini cukup menguntungkan. Kesimpulan ini dapat diambil dengan memperhitungkan beberapa aspek, yaitu sebagai berikut:

12.1. Segi Teknik

Bila ditinjau dari segi teknik, proses pembuatan ammonium nitrat ini adalah baik. Disamping prosesnya tidak rumit, juga memiliki kadar kemurnian yang tinggi sehingga sangat menguntungkan jika di pasarkan.

12.2. Aspek social

Pendirian pabrik ini dinilai dari segi social karena dapat menciptakan lapangan kerja baru bagi masyarakat, dapat meningkatkan pendapatan perkapita daerah dan meningkatkan devisa negara.

12.3. Segi lokasi

Dilihat dari segi lokasi pendiriannya pabrik ammonium nitrat sangatlah menguntungkan, lokasi berada di Provinsi Kalimantan Timur lebih tepatnya di Kota Bontang di Desa Kanaan Bontang Barat, karena:

- Lokasi pabrik dengan bahan baku
- Lokasi pabrik dekat dengan pemasaran produk
- Persediaan air memadai
- Tersediannya sarana transportasi yang memadai, baik untuk pengangkutan Bahan baku, maupun produk ammonium nitrat.

12.4. Segi Ekonomi

Analisa ekonomi sangat diperlukan untuk mengetahui layak dan tidaknya pabrik didirikan, baik dalam jangka pendek dan jangka panjang. Setelah dilakukan perhitungan analisa ekonomi terhadap Pra Rencana Pabrik Ammonium Nitrat dari Asam Nitrat dan Ammonia, diperoleh hasil sebagai berikut:

Total Capital Investment (TCI) = Rp 1.063.857.550.474

ROI sebelum pajak = 40 %

ROI sesudah pajak = 35 %

Internal Rate of Return (IRR) = 32,87 %

Break Event Point (BEP) = 48,4 %

Dengan berbagai pertimbangan dari aspek-aspek tersebut diatas maka dapat disimpulkan bahwa Pabrik Ammonium Nitrat dengan kapasitas produksi 100.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik Surabaya.

Brownell, L.E and Young, E.H. 1959. *Process Equipment Design*, 1st edition, John Willey and Sons Ibc: New York

Faith Keyes and Clark's. 1958. *Industrial Chemicals 4th ed.* New York: A Willey Interscience Publication.

Geankoplis, C.J. 1993. *Transport Processes and Unit Operation*, 3rd edition, Prentice-Hall of India, New Delhi

Hesse, H.C .1945. *Process Equipment Design*, 1st edition, D, Van Nostrand Company, United States of America

Himmelblau, D.M. 1989. *Basic Principles and Calculation in Chemical Engineering*, 5th edition, Prentice-Hall International:Singapore

Hougen, O.A and Watson, K.M. 1954. *Chemical Process Principles*, 2nd edition, John Willey and Sons Ibc : New York.

Imamkhasani, Soemanto. 2008. *Material Safety Data Sheet Volume I*.Bandung: Yayasan Bina Laboratorium.

Imamkhasani, Soemanto. 2003. *Material Safety Data Sheet Volume IV*. Bandung: Pusat Penelitian Kimia Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.

Kern, D.Q. 1965. *Process Heat Transfer*, 1st edition, Mc Graw-Hill Book Company: Singapore

Keyes and Faith. 1994. *Industrial Chemicals 4th edition*. Willey Interscience : New Jersey.

Ludwig E.E. 1964. *Design for Chemical and Petrochemical Plant*", Gulf Publishing Company: Houston.

Othmer, D.P. 1979. *Encyclopedia of Chemical Tecnology*, Vol 6, 7, 5th edition, John Willey and Sons Ibc: New York

Perry, J.H. 1999. *Chemical Engineer's Handbook*, 7th edition, Mc Graw_ Hill Book Company: Tokyo.

- Peters, M.S and Timmerhaus, K.D. 1981. *Plant Design and Economic for Chemical Engineer's*, 3th edition, Mc Graw_Hill Internasional Book Company : Singapore.
- Savern, H.W. 1964. *Steam, Air and Gas Power* 5th Edition, John Willey and Sons Inc: New York.
- Smith, J.M, and Van Ness H.C. 1959. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, 2nd Edition, McGraw Hill Book Company: New York.
- Ulrich, G.D. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*, 1st edition, John Willey and Sons : United States of America.
- Vibrandt, F.C and Dryen, C.E. 1959. *Chemical Engineering Plant Design*, 4th edition, Mc Graw_Hill Book Company, Tokyo.
- Weissermel, K dan J. Arpe. 2003. *Industrial Chemical Industry 5th Edition Volume I*. Willey-VCH: Germany
- <http://www.chemicalbook.com/kaolin.aspx>
- <http://sciencelab.com/msds/ammoniumnitrat.pdf>