

PRA RENCANA PABRIK

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

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR**

SKRIPSI

Disusun Oleh :

MOHAMMAD KHOSI IN

1014028



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2014**

MOBILE ALABAMA

THE STATE OF ALABAMA
COUNTY OF MOBILE

BEFORE ME, the undersigned authority,
do hereby certify that

LEMBAR PERSETUJUAN

PRA RENCANA PABRIK

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

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR**

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :

MOHAMMAD KHOSI IN 1014028

Malang, 20 Agustus 2014

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia

A blue ink signature of Jimmy, ST, MT, written over a circular official stamp of Institut Teknologi Nasional Malang, Jurusan Teknik Kimia.

Jimmy, ST, MT

NIP Y 1039900330

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

A blue ink signature of Ir. Bambang Susila Hadi, written over a circular official stamp of Institut Teknologi Nasional Malang, Jurusan Teknik Kimia.

Ir. Bambang Susila Hadi

NIP. P 1030000351

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : MOHAMMAD KHOSI IN
NIM : 1014028
Jurusan/Program studi : TEKNIK KIMIA
Judul Skripsi : PRA RENCANA PABRIK AMMONIUM NITRAT DARI
AMMONIA DAN ASAM NITRAT DENGAN PROSES
STENGEL KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN

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

Hari : Selasa
Tanggal : 19 Agustus 2014
Nilai : (B+)

Ketua
Jurusan Teknik Kimia



Jimmy, ST, MT
NIP Y 1039900330

Sekretaris
Jurusan Teknik Kimia,



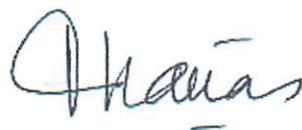
Elvianto Dwi Daryono, ST, MT
NIP. Y 103 0000 351

Penguji I



M. Istnaeny Hudha, ST, MT
NIP. Y 1030400400

Penguji II



Dwi Ana Anggorowati, ST, MT
NIP 197009282005012001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MOHAMMAD KHOSI IN
NIM : 1014028
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 STENGEL KAPASITAS PRODUKSI 100.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN ALAT UTAMA REAKTOR

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

Malang, Agustus 2014

Yang membuat pernyataan,



MOHAMMAD KHOSI IN

KATAPENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“PRA RENCANA PABRIK AMMONIUM NITRAT DARI AMMONIA DAN ASAM NITRAT DENGAN PROSES STENGEL KAPASITAS PRODUKSI 100.000 TON/TAHUN”** dengan baik.

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

Pada kesempatan ini, penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

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

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

Malang, Agustus 2014

Penyusun

PRA RENCANA PABRIK
AMMONIUM NITRAT DARI AMONIAK DAN ASAM NITRAT
DENGAN PROSES STENGEL
KAPASITAS PRODUKSI 100.000 TON/TAHUN

Disusun Oleh :

1. Mohammad Khosi In 1014028
2. Diki Yordan Saputra 1014033

Dosen Pembimbing :

Ir. Bambang Susila Hadi

INTISARI

Ammonium Nitrat yang mempunyai rumus molekul NH_4NO_3 merupakan senyawa organik senyawa ini dapat bercampur dengan air. Kegunaan Ammonium Nitrat ini, antara lain : sebagai pupuk, sebagai bahan peledak, farmasi dan lain-lain. Proses yang digunakan pada pembuatan Ammonium Nitrat ini adalah proses Stengel dengan mencampurkan ammonia (NH_3) dan asam nitrat (HNO_3) sebagai bahan baku utama. Pabrik Ammonium Nitrat ini direncanakan didirikan di kelurahan Lhoktuan, Kec. Bontang selatan, Bontang, Kalimantan Timur dengan kapasitas produksi sebesar 100.000 ton/tahun dan mulai beroperasi pada tahun 2018. Model operasi yang diterapkan adalah sistem kontinyu dengan waktu operasi 330 hari/tahun dan 24 jam/hari. Utilitas yang digunakan meliputi air proses, air sanitasi, steam, listrik, Refigerant dan bahan bakar. Bentuk perusahaan ini adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi garis dan staf. Dari hasil perhitungan analisa ekonomi didapatkan TCI : Rp. 112,129,172,270.13; ROI BT : 74.072 % ; ROI AT : 51.851% ; POT : 1.5 tahun; BEP : 49,62%; IRR : 23.71%. Dari hasil ekonomi tersebut dapat disimpulkan bahwa pabrik Ammonium Nitrat ini layak untuk didirikan.

Kata Kunci : Ammonium Nitrat, Senyawa Organik, Proses Stengel

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
INTISARI	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	I-1
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES.....	II-1
BAB III NERACA MASSA	III-1
BAB IV NERACA PANAS.....	IV-1
BAB V SPESIFIKASI 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 DAN ORGANISASI PERUSAHAN	X-1
BAB XI ANALISA EKONOMI.....	XI-1
BAB XII KESIMPULAN.....	XII-1
DAFTAR PUSTAKA	
APPENDIKS A. PERHITUNGAN NERACA MASSA.....	A-1
APPENDIKS B. PERHITUNGAN NERACA PANAS.....	B-1
APPENDIKS C. PERHITUNGAN SPESIFIKASI PERALATAN	C-1
APPENDIKS D. PERHITUNGAN UTILITAS.....	D-1
APPENDIKS E. PERHITUNGAN ANALISIS EKONOMI	E-1

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Data Ekspor - Impor Ammonium nitrat Indonesia	I-4
Tabel 1.2. Data Persentase kenaikan Ekspor - Impor Ammonium nitrat Indonesia	I-5
Tabel 2.1. Perbandingan Proses	II-3
Tabel 7.1. Instrumentasi Peralatan Pabrik Ammonium nitrat.....	VII-4
Tabel 7.2. Alat pelindung keselamatan kerja.....	VII-8
Tabel 9.1. Perkiraan luas Pabrik.....	IX-6

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Peta lokasi Pabrik	I-10
Gambar 2.1.	Blok diagram proses Grainer	II-1
Gambar 2.2.	Blok diagram proses Prilling	II-2
Gambar 2.3.	Blok diagram proses Stengel	II-2
Gambar 9.1.	Tata Letak Pabrik.....	IX-2
Gambar 9.2.	Tata Letak Peralatan Proses.....	IX-4
Gambar 10.1.	Struktur Organisasi	X-10

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan industri kimia di Indonesia sudah cukup pesat terbukti dengan mulai banyaknya industri kimia yang berdiri serta dibukanya kesempatan untuk penanaman modal asing, baik untuk industri hulu maupun industri hilir. Salah satu industri hilir yang dapat didirikan di Indonesia adalah pabrik Amonium Nitrat, yaitu pabrik yang menghasilkan produk berupa bahan baku untuk bahan peledak dan campuran pupuk. Pabrik ini cukup diperlukan di Indonesia sebagai negara yang sebagian devisanya diperoleh dari pertambangan.

Indonesia masih kekurangan 40-60 ribu ton ammonium nitrat per tahun karena produksi dalam negeri belum mampu mengimbangi permintaan bahan peledak yang terus meningkat, terutama dari sektor pertambangan. Berdasarkan data Kementerian Perindustrian, kebutuhan ammonium nitrat saat ini 480-500 ribu ton pertahun, sedangkan kapasitas produksi industri baru mencapai 440.000 ton per tahun. Kebutuhan domestic baru dipasok oleh dua perusahaan, yakni PT Kaltim Nitrat Indonesia (KNI) sebanyak 340.000 ton dan PT Multi Nitrotama Kimia (MNK) 100.000 ton pertahun.

1.1.1 Sejarah Perkembangan Amonium Nitrat

Ammonium Nitrat pertama kali dibuat oleh Glauber dalam 1659 dan mulai 1867 digunakan sebagai bahan peledak, sejak Ohlsson dan Narrbln menggunakannya dalam dinamit. Ammonium nitrat dipakai dalam campuran untuk dinamit, dalam beberapa keadaan dengan cara menutupinya dengan 1% bahan seperti malam (misal, petrolatum, dammar dan paraffin). Kadang-kadang yang dipakai 0,3% kalsium karbonat atau klezelzuur, tanah diatomae, seng oksida, dsb. Ammonium nitrat terutama dipakai dalam bahan peledak Amatol dan Ammonal, juga sebagai pupuk dengan dicampur ammonium sulfat (leuna salpetre) atau kalsium karbonat (nitro chalk). Ammonium nitrat dibuat dengan menetralkan asam nitrat pekat dengan gas amoniak atau dengan mereaksikan ammonium sulfat dengan natrium nitrat.

1.1.2 Kegunaan produk amonium nitrat

Kegunaan dari amonium nitrat adalah sebagai berikut:

- Bahan baku pembuatan bahan peledak (*Amonium Nitrat Fuel Oil, ANFO*) yang digunakan baik untuk pertambangan maupun militer.
- Bahan baku pembuatan pupuk baik yang langsung digunakan atau yang dicampur dengan bahan lain (kandungan nitrogen sekitar 35 %).
- Bahan baku untuk pembius / farmasi (gas Nitrous Oksida, N_2O).

1.2 Bahan Baku dan Produk

1.2.1 Spesifikasi bahan baku dan produk

Ammonia

• Sifat-sifat fisik

- Rumus molekul : NH_3
- Berat molekul : 17,03 g/mol
- Berat jenis uap : $0,6\text{g/cm}^3$
- Titik didih : $-33,4^\circ\text{C}$
- Titik leleh : $-77,77^\circ\text{C}$
- Berat jenis : $0,682\text{ g/cm}^3$ pada $-33,4^\circ\text{C}$
- Suhu kritis : 133°C
- Tekanan uap : 114 psig pada $21,1^\circ\text{C}$
- 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 : $1,50269\text{ g/cm}^3$ 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 liquid white
- Rumus molekul : Al₂O₃.2SiO₂.2H₂O
- 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 : Butiran putih
- Rumus molekul : NH₄NO₃
- Berat molekul : 80,05 g/mol
- Titik didih : 210°C
- Titik lebur : 169,6 °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

1.3 Analisa Pasar

1.3.1 Analisa pasar berdasarkan reaksi

Analisa pasar berdasarkan reaksi berikut:



	Nama bahan	Rumus kimia	Berat molekul	Harga satuan (US \$/kg)	Harga total (US \$/kg .mol)
Reaktan	Asam nitrat	HNO ₃	63	0,396698	24,99
	Ammonia	NH ₃	17	0,186476	3,17
Produk	Ammonium nitrat	NH ₄ NO ₃	80	0,516649	41,33

$$\text{Keuntungan} = 41,33 - (24,99 + 3,17)$$

$$= \text{US } \$ 13,17 / \text{kg} . \text{mol}$$

Dari analisa pasar di atas, maka produk yang dihasilkan menunjukkan keuntungan.

1.3.2 Perkiraan kapasitas produksi

Untuk pembangunan sebuah pabrik diperlukan perencanaan kapasitas produksi daripada pabrik tersebut. Hal ini tidak lepas dari adanya antisipasi kebutuhan akan Amonium Nitrat di dalam negeri maupun untuk kebutuhan ekspor yang kini mulai di jalankan. Adapun data mengenai ekspor dan impor Amonium Nitrat dapat dilihat pada table 1.1

Tabel 1.1 Data Ekspor dan Impor Amonium Nitrat di Indonesia

Tahun	Impor	Ekspor	Produksi	Konsumsi
2009	362967630	0	39000	363006630
2010	416138220	0	39000	416177220
2011	518763456	0	39000	518802456
2012	371965384	0	440000	372405384
2013	276769365	77127450	515000	277284365

Tabel 1.2 Data Persentase Kenaikan Ekspor dan Impor

Tahun	Impor	% Kenaikan	Konsumsi	% Kenaikan	Produksi	% Kenaikan
2009	362967630	0	363006630	0%	39000	0%
2010	416138220	15%	416177220	15%	39000	0%
2011	518763456	25%	518802456	25%	39000	0%
2012	371965384	28%	372405384	28%	440000	91%
2013	276769365	26%	277284365	26%	515000	15%

Kapasitas pabrik Amonium Nitrat yang diperkirakan berdiri 5 tahun mendatang, yaitu pada tahun 2018. Persamaan yang digunakan untuk menghitung perkiraan ekspor, impor, produksi dan konsumsi dalam negeri adalah sebagai berikut:

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

Dimana :

F = perkiraan nilai ekspor, impor, konsumsi dan produksi (ton) dalam negeri.

P = data terakhir untuk nilai ekspor, impor, konsumsi dan produksi dalam negeri (ton).

i = tingkat pertumbuhan (%)

n = jangka waktu pabrik berdiri

Dari persamaan di atas akan diketahui kapasitas pabrik sebagai berikut :

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

$$276769365 = 362967630 (1 + I)^5$$

$$1 + I = -1.08452$$

$$I = -0,08452$$

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

$$= 362967630 (1 - 0,08452)^5$$

$$= 233406099,2 \text{ kg/tahun}$$

$$= 233.406 \text{ ton/tahun}$$

Sehingga diperoleh kapasitas produksi untuk tahun 2015 adalah:

$$\text{Kapasitas 2018} = \text{Import} + \text{Eksport}$$

$$= 233406099,2 \text{ ton/tahun} + (40\% \times 233406099,2)$$

$$= 326768538,6 \text{ kg/tahun}$$

$$= 326.768 \text{ ton/tahun}$$

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

1.4 Lokasi Pabrik

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

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

1. Faktor Utama
 - a. Penyediaan bahan baku
 - b. Pemasaran (marketing)
 - c. Utilitas (bahan bakar, sumber air, dan listrik)
 - d. Keadaan geografis dan masyarakat
2. Faktor Khusus
 - a. Transportasi
 - b. Tenaga kerja
 - c. Buangan pabrik (disposal)
 - d. Pembuangan limbah
 - e. Site dan karakteristik dari lokasi
 - f. Peraturan perundang-undangan

1.4.1. Faktor Utama

a. Penyediaan Bahan Baku

Ditinjau dari tersedianya bahan baku dan harga dari bahan baku, maka pabrik hendaknya didirikan dekat dengan sumber bahan baku itu. Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku adalah :

- Letak sumber bahan baku.

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

b. Pemasaran

Pemasaran merupakan salah satu faktor penting dalam industri kimia. Karena berhasil atau tidaknya pemasaran akan menentukan keuntungan industri tersebut. Hal-hal yang harus diperhatikan adalah :

- Tempat produk yang akan dipasarkan.
- Kebutuhan produk saat sekarang dan akan datang.
- Pengaruh persaingan yang ada.
- Jarak pemasaran dari lokasi, dan sarana pengangkutan untuk daerah pemasaran

c. Utilitas

Unit utilitas dalam suatu pabrik sangatlah penting karena merupakan sarana bagi kelancaran proses produksi. Unit utilitas terdiri dari air, listrik dan bahan bakar.

• Air

Air merupakan kebutuhan yang penting dalam industri kimia. Air digunakan untuk kebutuhan proses, media pendingin, air sanitasi dan kebutuhan lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan ini, air dapat diambil dari tiga macam sumber yaitu air kawasan, air sungai, dan air dari PDAM.

Untuk itu perlu diperhatikan mengenai :

- Sampai berapa jauh sumber ini dapat melayani kebutuhan pabrik.
- Kualitas sumber air yang tersedia.
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan.

Untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari diambil dipergunakan air kawasan. Air kawasan diolah terlebih dahulu pada unit utilitas untuk menghasilkan air yang berkualitas sesuai dengan ketentuan.

• Listrik dan Bahan Bakar

Listrik dan bahan bakar dalam industri mempunyai peranan yang sangat penting terutama sebagai motor penggerak, penerangan dan untuk memenuhi kebutuhan yang lainnya. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Ada atau tidaknya listrik di daerah tersebut.
- Jumlah listrik di daerah tersebut.
- Harga tenaga listrik.
- Persediaan tenaga listrik di masa mendatang.
- Mudah atau tidaknya mendapatkan bahan bakar.

d. Iklim dan Alam Sekitarnya

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Keadaan alam.
Keadaan alam yang menyulitkan konstruksi akan mempengaruhi spesifikasi peralatan serta konstruksi peralatan.
- Keadaan angin
Kecepatan dan arah angin pada situasi terburuk yang pernah terjadi pada tempat tersebut yang akan mempengaruhi peralatan.
- Gempa bumi yang pernah terjadi.
- Kemungkinan perluasan di masa yang akan datang.

1.4.2. Faktor Khusus

a. Transportasi.

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

- Jalan raya yang dapat dilalui oleh kendaraan roda empat.
- Jalan/rel kereta api.
- Adanya pelabuhan
- Sungai yang dapat dilayari oleh kapal dan perahu.

b. Buangan pabrik

Apabila buangan pabrik berbahaya bagi kehidupan disekitarnya, maka ada beberapa hal yang harus diperhatikan :

- Cara pengeluaran bentuk buangan, terutama yang berhubungan dengan peraturan pemerintah dan peraturan setempat.
- Masalah pencemaran yang mungkin timbul

c. Tenaga Kerja

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Mudah atau tidaknya mendapatkan tenaga kerja yang diinginkan.
- Keahlian dan pendidikan tenaga kerja yang ada.
- Tingkat penghasilan tenaga kerja di daerah tersebut.

d. Site Karakteristik dari Lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam memilih lokasi adalah :

- Apakah daerah tersebut merupakan lokasi bebas sawah, rawa, bukit, dan sebagainya.
- Harga tanah dan fasilitas lainnya.

e. Faktor Lingkungan

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Apakah merupakan daerah pedesaan atau perkotaan.

f. Peraturan dan Perundang-undangan

Hal-hal yang perlu ditinjau :

- Ketentuan-ketentuan mengenai daerah tersebut.
- Ketentuan mengenai jalan umum yang ada.
- Ketentuan mengenai jalan umum bagi industri di daerah tersebut.

e. Pembuangan Limbah

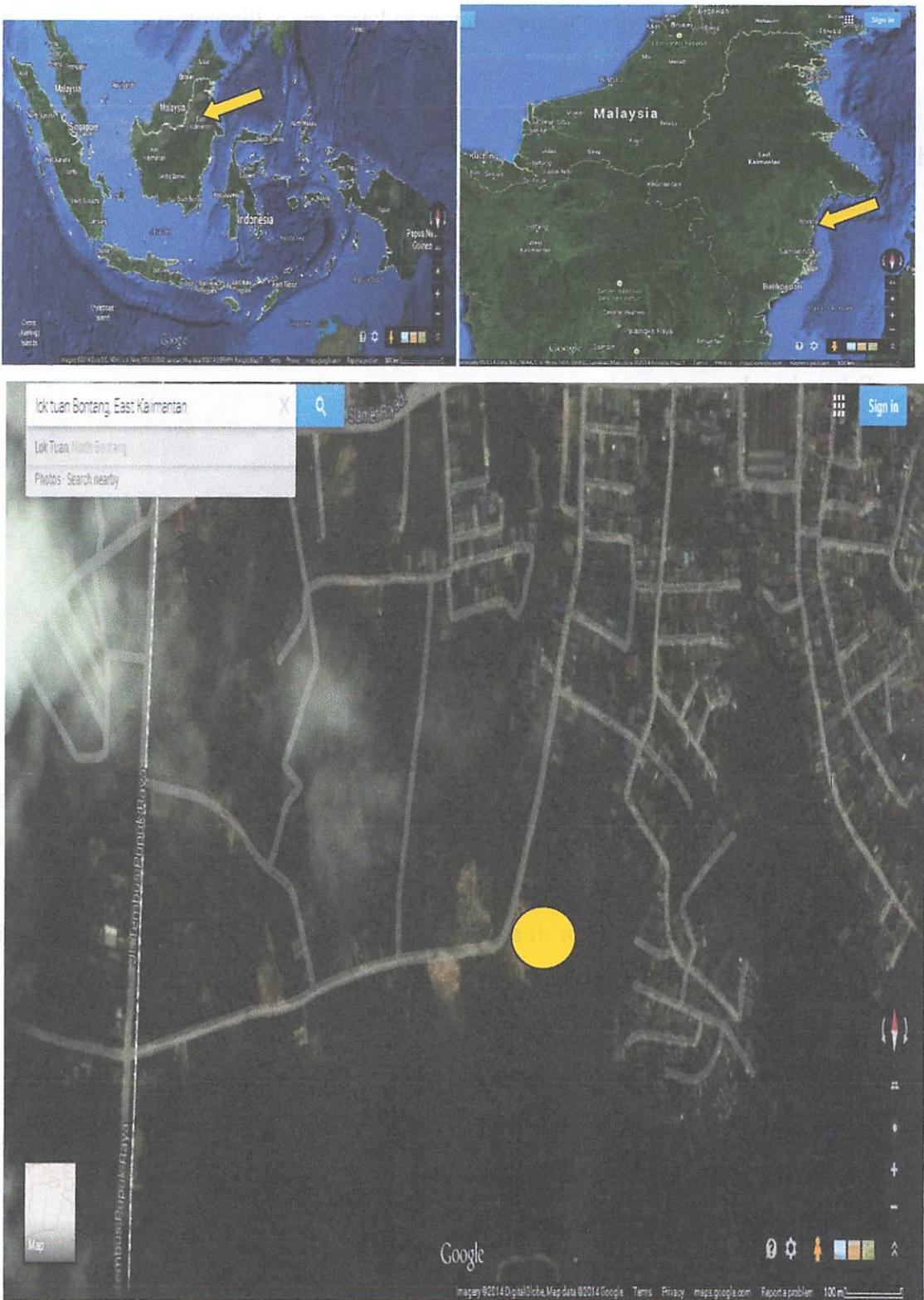
Hal ini berkaitan dengan usaha pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh buangan pabrik yang berupa gas, cair maupun padat, dengan memperhatikan peraturan pemerintah.

Berdasarkan faktor-faktor di atas daerah yang menjadi alternatif pilihan lokasi pendirian pabrik ammoniumnitrat terletak di **Kelurahan Lhoktuan, Bontang Selatan, Bontang, Kalimantan Timur**

Dasar pemilihan lokasi adalah sebagai berikut :

- Dekat dengan bahan baku.
- Tersedianya kebutuhan air dan tenaga listrik.
- Fasilitas transportasi yang memadai.
- Tersedianya tenaga kerja yang cukup.

Dari faktor-faktor yang telah diuraikan maka dapat disimpulkan bahwa lokasi pabrik terletak di **Kelurahan Lhoktuan, Bontang Selatan, Bontang, Kalimantan Timur**. Peta lokasi pabrik ammoniumnitrat dapat dilihat pada gambar 9.1.



Gambar 1.1. Lokasi Pabrik Ammonium Nitrat

Keterangan :

● = Menunjukkan lokasi pabrik



BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

2.1 Macam-macam Proses

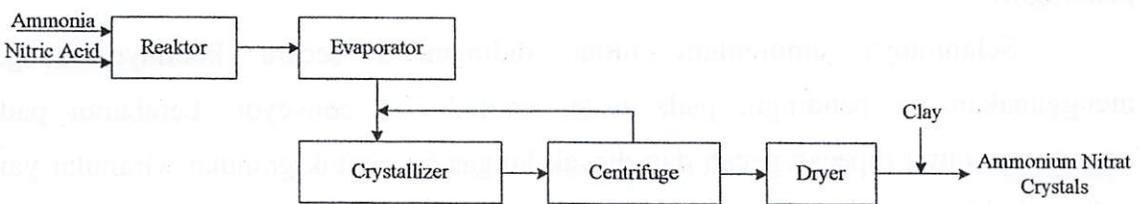
Ada beberapa macam proses pembuatan ammonium nitrat, yaitu: (Keyes, 1987)

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

Pada umumnya proses tersebut diatas melalui tiga tahap, yaitu: netralisasi, penguapan (penambahan konsentrasi), penyelesaian (*cooling and coating*). Sedangkan perbedaan terletak pada proses, cara kerja, kondisi operasi, serta peralatan yang digunakan.

2.1.1 Grainer process

Proses ini merupakan proses yang sudah tua dan jarang digunakan lagi. Proses ini dilakukan dengan cara memekatkan larutan Amonium Nitrat hasil netralisasi pada evaporator, sehingga konsentrasi larutan mencapai 98–98,5 % berat, pada suhu 305–310 °F. Kristalisasi dilakukan pada *Graining Kettle* dimana larutan panas diaduk, sampai kristal terbentuk mengandung 0,1% berat *moisture*. Proses ini mahal dan berbahaya dan butir yang dihasilkan terlalu kecil untuk digunakan sebagai pupuk walaupun cocok untuk amunisi.

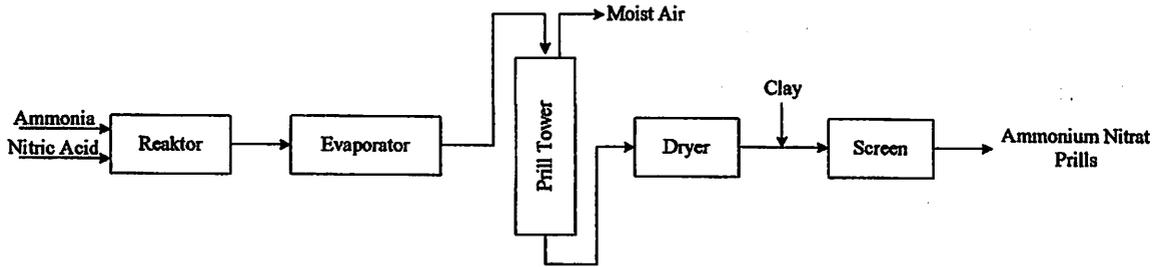


Gambar 2.1. Blok diagram proses Grainer

2.1.2 Prilling process

Gas Amoniak dan Asam Nitrat di reaksi dalam sebuah reaktor dengan reaksi netralisasi. Reaksi bersifat eksotermis yang menghasilkan steam. Suhu maksimum reaktor dibatasi 200 °C. Konsentrasi produk keluar reaktor sebesar 86% berat. Larutan Amonium Nitrat tersebut kemudian dipekatkan dengan *falling film evaporator*. Untuk menghasilkan *High Density Amonium Nitrat* maka larutan dipekatkan hingga mendekati 99,8% berat (untuk keperluan industri peledak). Larutan kemudian dipompa ke *prilling tower*, *prill* Amonium Nitrat yang terbentuk dikeringkan,

didinginkan diayak untuk mendapat butir yang seragam kemudian dilapis dengan Kalsium Tri Pospat dan di packing.



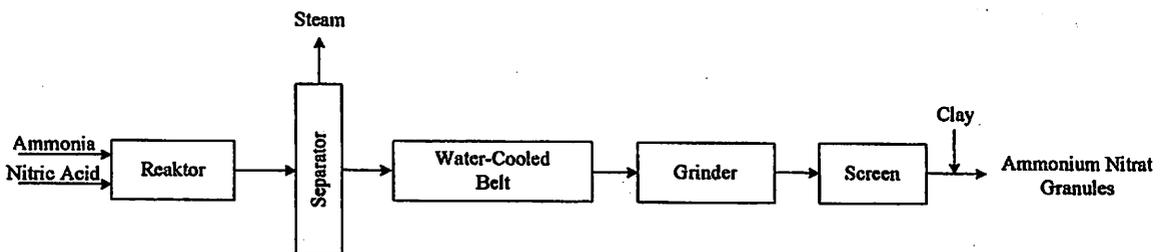
Gambar 2.2. Blok diagram dari proses Prilling

2.1.3 Stengel process

Peralatan yang digunakan relatif sedikit dan keselamatan kerjanya lebih terjamin, karena pada proses ini tidak menggunakan evaporator untuk memekatkan larutan NH_4NO_3 , tetapi menggunakan separator type cyclone.

Gas ammonia pada 143°C dan asam nitrat 60% pada 165°C dimasukkan ke dalam reaktor packed yang sebelumnya dipanaskan dahulu hingga mencapai suhu 240°C . Campuran antara ammonium nitrat yang terbentuk pada reaktor di suhu 215°C dialirkan ke separator cyclone hingga uap air keluar pada bagian atasnya dan ammonium nitrat pasta pada bagian bawah. Udara dialirkan pada pasta ammonium nitrat untuk mengurangi kadar airnya hingga 0,1-0,2% pada cooling chamber (menara pendingin).

Selanjutnya ammonium nitrat didinginkan secara kontinyu dengan menggunakan air pendingin pada water cooled belt conveyor. Lembaran padat ammonium nitrat dipecah-pecah dan diayak hingga berbentuk granular. Granular yang terbentuk dilapisi dengan clay pada coating drum dan dikemas.



Gambar 2.3. Blok diagram proses Stengel

2.2 Seleksi Proses

Tabel 2.1 Perbandingan ketiga macam proses pembuatan ammonium nitrat

Parameter	Proses		
	Graining*	Priling	Stengel
Bahan Baku	Amoniak, Asam Nitrat	Amoniak, Asam Nitrat	Amoniak, Asam Nitrat
Aspek Teknis :			
Suhu	154 °C	200 °C	215 °C
Konsentrasi	98,5 %	99,8 %	99,8 %
Alat yang digunakan	Evaporator	Evaporator	Separator
Aspek Ekonomi	Murah	Mahal	Murah
Keselamatan Kerja	Cukup baik	Baik	Sangat baik

* Proses Graining sudah lama tidak digunakan lagi, sehingga tidak ada data yang valid

Dilihat dari tabel diatas dipilih proses pembuatan ammonium nitrat dengan proses Stengel, karena memiliki keuntungan daripada proses lain dengan pertimbangan dalam proses Stengel tidak menggunakan evaporator untuk mengurangi atau menghilangkan kandungan air, padahal proses penguapan merupakan operasi yang mahal dan membutuhkan investasi peralatan yang tinggi. Sedangkan proses Stengel tidak menggunakan evaporator. Proses ini hanya menggunakan packed turbular reaktor yang berfungsi untuk proses netralisasi dan separator type cyclone yang memiliki dua fungsi, yaitu untuk pemisahan dan mengurangi kandungan air.

2.3 Uraian Proses

Proses pembuatan ammonium nitrat dengan proses Stengel dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu:

a. Tahap Persiapan Bahan Baku

Ammonia sebelum direaksikan di reaktor ditampung pada storage tank(F-116), kemudian masuk ke dalam ekspander(E-117) dengan tujuan untuk menurunkan tekanan ammonia. Selanjutnya untuk pemanasan awal, gas ammonia sebelum masuk ke reaktor dipanaskan terlebih dahulu pada heater(E-118A) hingga suhunya mencapai 143 °C, kemudian pemanasan dilanjutkan pada heater II(E-118B) hingga suhunya mencapai 205 °C.

Asam nitrat 68% ditampung dalam storage tank(F-111), kemudian dipompa menuju ke tangki pengencer(M-113) untuk diencerkan menjadi asam nitrat 60%. Asam nitrat yang dihasilkan pada tangki pengencer(M-113), dipompa menuju heater I(E-115A), untuk dilakukan pemanasan hingga suhunya mencapai 165°C kemudian pemanasan dilanjutkan hingga suhunya mencapai 205°C (E-115B).

b. Tahap Reaksi

Asam nitrat dan gas ammonia yang telah mengalami proses pemanasan pada heater masuk ke dalam Reaktor Packed Bed(R-110) dengan kondisi operasi $P = 5 \text{ atm}$, $T = 205 \text{ }^\circ\text{C}$. Asam nitrat masuk pada bagian atas reaktor. Ammonia yang berbentuk gas masuk dari bagian bawah reaktor sehingga terjadi kontak antara asam nitrat dengan ammonia pada packing. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



c. Tahap Pemisahan

Amonium nitrat yang terbentuk pada reactor(R-110) dipompa menuju separator cyclone(H-122) dengan tujuan untuk mengurangi kandungan air pada ammonium nitrat. Pada separator cyclone(H-122) terjadi kontak antara ammonium nitrat dan udara panas yang dihembuskan pada bagian bawah separator, sehingga produk yang keluar pada separator cyclone(H-122) kandungan airnya 2%. Udara panas yang dihembuskan sebelum masuk ke separator cyclone disaring dulu pada filter(H-123) dan dengan bantuan blower(G-124). Amoniumnitrat meninggalkan separator menuju cooling chamber(D-120) untuk didinginkan hingga suhunya 100°C dengan menggunakan udara sebagai media pendingin pada suhu 30°C. pada cooling chamber, selain terjadi pendinginan juga kandungan airnya berkurang hingga 0,1-0,2%.

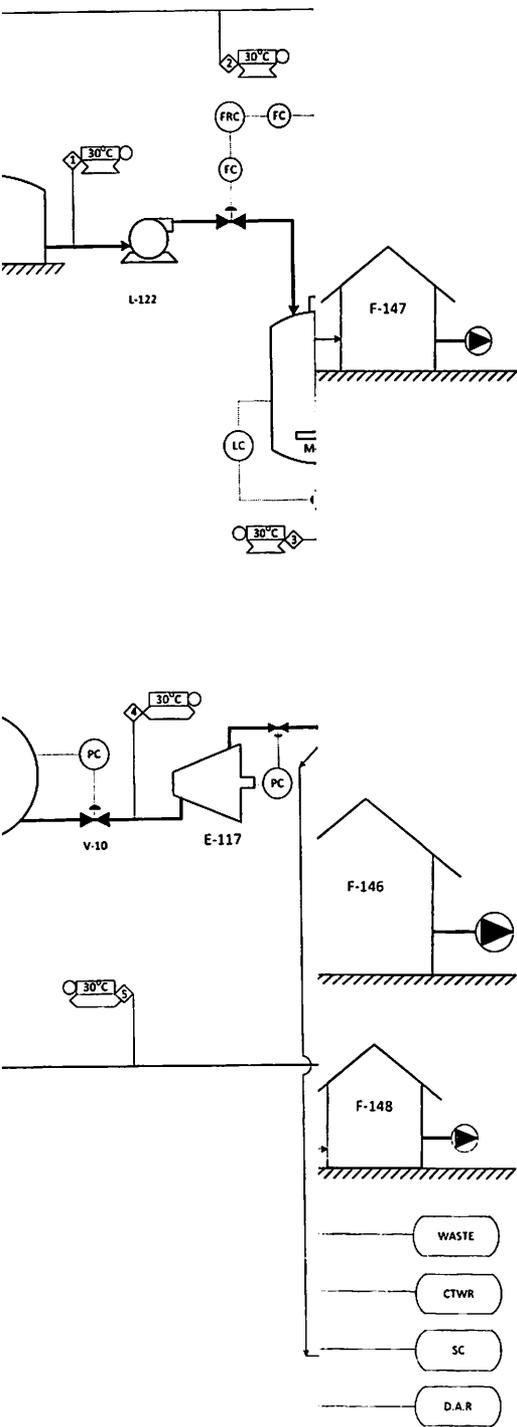
d. Tahap Penyelesaian

Lelehan amoniumnitrat dari cooling chamber(D-120) didinginkan lagi hingga suhunya mencapai 60°C pada water cooling belt conveyor(J-130) dan berbentuk lembaran amoniumnitrat padat yang terbentuk pada cooling belt conveyor(J-130) dipecah-pecah pada grinder(C-133) hingga berukuran lebih kecil.

Butiran-butiran amoniumnitrat ini diseragamkan dalam vibrating screen(H-135) dengan ukuran 5-20 mesh. Butiran amoniumnitrat yang lolos ayakan 20 mesh akan

dicampur dengan hasil bawah cyclone yang kemudian yang kemudian akan dijadikan hasil samping yang masih bisa dijual.

Produk yang keluar dari vibrating screen(H-135) diangkut dengan belt conveyer(J-141) bersama dengan clay sebagai coating agent menuju coating drum(X-140). Di dalam coating drum(X-140), ammoniumnitrat dan clay dicampur hingga merata, selanjutnya ditampung dalam bin produk(F-145) dan siap untuk dikemas.



6	WP	WATER PROCESS	12	WASTE	LIMBAH
5	S	SATURATED STEAM	11	D.A.R	DOWTHERM. A RETURN
4	○	PRESSURE (ATMOSPHERE)	10	DA	DOWTHERM. A
3	▭	LIQUID FLOW	9	CTWR	COOLING WATER TOWER RETURN
2	□	TEMPERATURE (CELCIUS)	8	SC	STEAMCONDENSATE
1	◇	STREAM DESIGNATION	7	CWT	COOLING WATER TOWER
NO	KODE	KETERANGAN	NO	KODE	KETERANGAN

38	F-148	GUDANG	1
37	F-147	GUDANG	1
36	F-146	GUDANG	1
35	F-145	BIN PRODUCTION	1
34	C-144	BUCKET ELEVATOR	1
33	F-143	HOPPER CLAY	1
32	F-142	BIN AMMONIUM NITRAT	1
31	J-141	BELT CONVEYOR	1
30	X-140	ROTARY COATING DRUM	1
29	F-137	BAG PENAMPUNG	1
28	F-136	BAG PENAMPUNG	1
27	H-135	VIBRATING SCREEN	1
26	J-134	BUCKET ELEVATOR	1
25	C-133	GRINDER	1
24	F-132	BAK PENAMPUNG	1
23	H-131	BAG FILTER	1
22	J-130	WATER COOLING BELT CONVEYOR	1
21	H-128	BAG FILTER	1
20	H-127A	CYCLONE 2	1
19	H-127A	CYCLONE 1	1
18	L-126	POMPA	1
17	E-125	AIR HEATER	1
16	G-124	BLOWER	1
15	H-123	FILTER UDARA	1
14	H-122	SEPARATOR	1
13	L-121	POMPA	1
12	D-120	COOLING CHAMBER	1
11	E-118B	HEATER 2 NH3	1
10	E-118A	HEATER 1 NH3	1
9	E-117	EXPANDER	1
8	F-116	STORAGE NH3	4
7	E-115B	HEATER 2 HNO3	1
6	E-115A	HEATER 1 HNO3	1
5	L-114	POMPA	1
4	M-113	TANGKI PENGECER	1
3	L-112	POMPA	1
2	F-111	STORAGE HNO3	2
1	R-110	REAKTOR	1
No.	KODE	KETERANGAN	JUMLAH

M	1	2	18	19
7				26,1309
3	9654,8311		965,2915	
8	4543,4500	1893,1042	6438,1197	6411,1030
10			979,5037	
58			13,3477	
-				61963,7736
	14198,2812	1893,1042	161526,2626	68401,0075

JURUSAN TEKNIK KIMIA
 FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
 INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FLOW SHEET PABRIK AMMONIUM NITRAT

DIRANCANG OLEH :

DOSEN PEMBIMBING :

MOHAMMAD KHOSI IN
 DIKI YORDAN SAPUTRA

10.14.028
 10.14.033

Ir. BAMBANG SUSILA HADI



BAB III NERACA MASSA

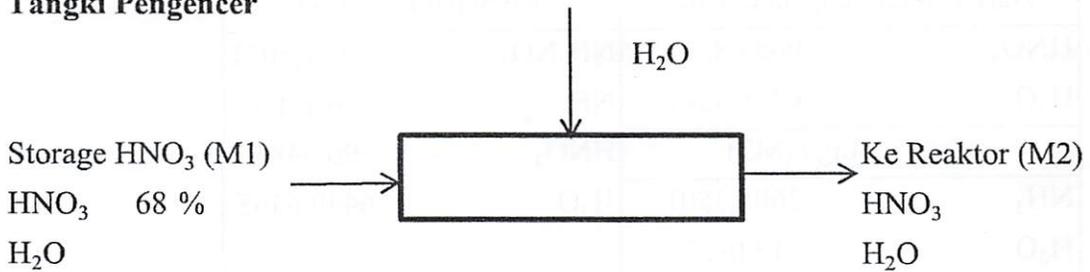
Pra rencana pabrik Amoniumnitrat dari asam nitrat dan ammonia dengan proses Stengel.

- Kapasitas Produksi = 100.000 Ton/tahun
- = 12626,2626 kg/jam
- Kebutuhan Asam Nitrat = 9654,8312 kg/jam
- Kebutuhan Ammonia = 2605,3501 kg/jam
- Menentukan konversi = 99,00 %

- HNO_3 dibeli di pasaran dan NH_3 dibeli dari PT. Kaltim Parna Industri yang merupakan anak perusahaan PT. Pupuk Kaltim dengan komposisi sebagai berikut :

- HNO_3 = 68 %
- H_2O = 32 %
- NH_3 = 99,5 %
- H_2O = 0,5 %

1. Tangki Pengencer



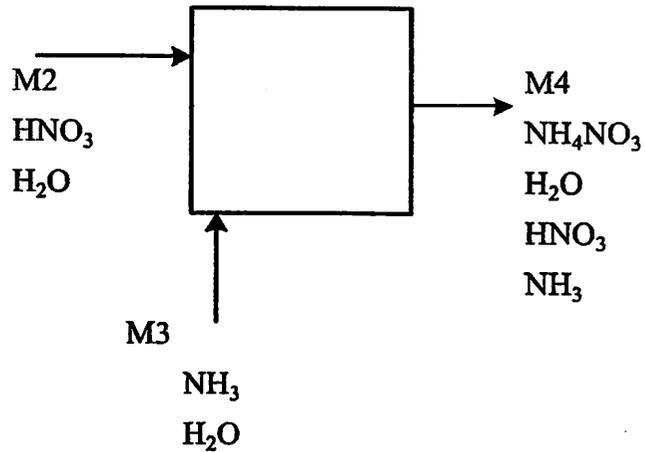
Keterangan :

- M1 = Massa dari storage HNO_3
- M2 = Massa ke tangki pengencer

Neraca massa total pada tangki pengencer

MASUK		KELUAR	
Dari Storage (M1) :		Menuju Reaktor (M2)	
HNO_3	= 9654,8312 kg/j	HNO_3	= 9654,8312 kg/j
H_2O	= 4543,4500 kg/j	H_2O	= 6436,5541 kg/j
WP H_2O	= 1893,1042 kg/j		
Total	= 16091,3853 kg/j	Total	= 16091,3853 kg/j

2. Reaktor



Keterangan :

M2 = Massa dari tangki pengencer HNO₃

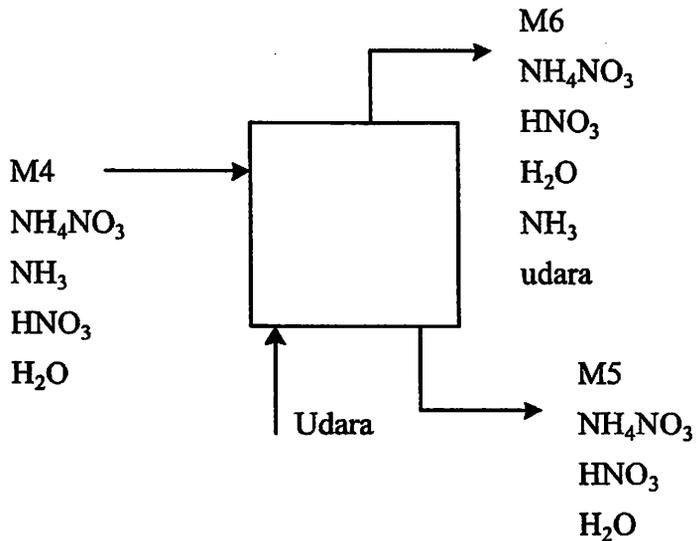
M3 = Massa dari storage NH₃

M4 = Massa menuju ke separator

Neraca Massa di Reaktor (R-110)

Komposisi masuk (kg/jam)		Komposisi keluar (kg/jam)	
Dari Tangki pengencer (M2)		Ke Separator (M4)	
HNO ₃	= 9654,8312	NH ₄ NO ₃	= 12137,5021
H ₂ O	= 6436,5541	NH ₃	= 26,1309
Dari Storage (M3)		HNO ₃	= 96,5483
NH ₃	= 2605,3501	H ₂ O	= 6449,6463
H ₂ O	= 13,0922		
Total	= 18709,8276	Total	= 18709,8276

3. Separator



Keterangan :

M4 = Massa dari reaktor

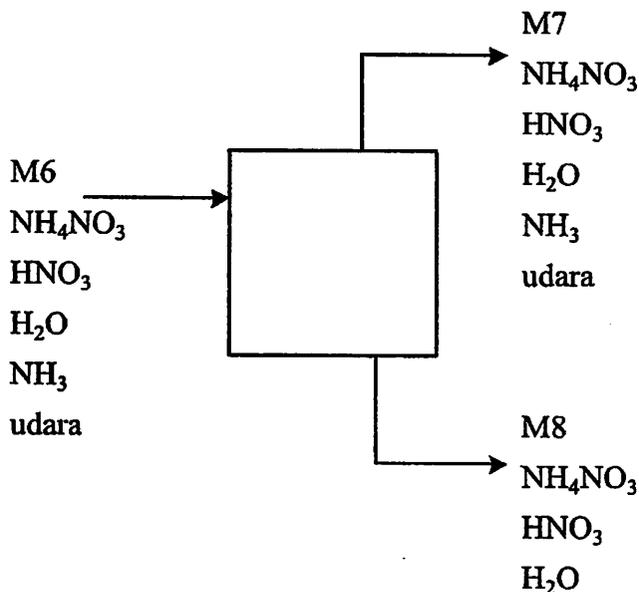
M5 = Massa menuju ke Cooling Chamber

M6 = Massa ke Cyclone 1

Neraca massa total pada Separator

MASUK	KELUAR
Dari reaktor (M4)	Ke Cyclone 1 (M5)
NH_4NO_3 = 12137,5021 kg/j	NH_4NO_3 = 242,7500 kg/j
HNO_3 = 96,5483 kg/j	HNO_3 = 1,9310 kg/j
H_2O = 6449,6463 kg/j	H_2O = 6436,7470 kg/j
NH_3 = 26,1309 kg/j	NH_3 = 26,1309 kg/j
udara = 37419,6552 kg/j	udara = 37419,6552 kg/j
	Menuju Cooling Chamber (M6)
	NH_4NO_3 = 11894,7520 kg/j
	HNO_3 = 94,6173 kg/j
	H_2O = 12,8993 kg/j
56129,4828 kg/j	56129,4828 kg/j

4. Cyclone 1



Keterangan :

M6 = Massa dari separator

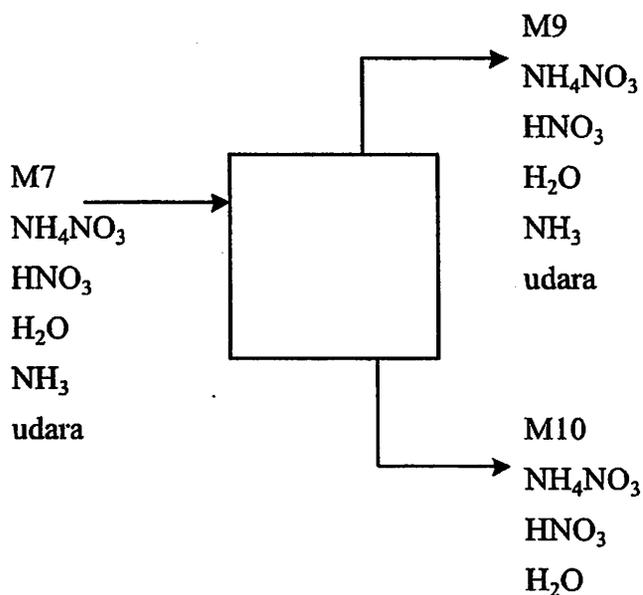
M7 = Massake Cyclone 2

M8 = Massa ke Cooling Chamber

Neraca massa total pada Cyclone 1

MASUK		KELUAR	
Dari Separator (M6)		Menuju Cyclone 2 (M7)	
NH ₄ NO ₃	= 242,7500 kg/j	NH ₄ NO ₃	= 12,1375 kg/j
HNO ₃	= 1,9310 kg/j	HNO ₃	= 0,0965 kg/j
H ₂ O	= 6436,7470 kg/j	H ₂ O	= 6423,8736 kg/j
NH ₃	= 26,1309 kg/j	NH ₃	= 26,1309 kg/j
udara	= 37419,6552 kg/j	udara	= 37419,6552 kg/j
		Menuju Cooling chamber (M8)	
		NH ₄ NO ₃	= 230,6125 kg/j
		HNO ₃	= 1,8344 kg/j
		H ₂ O	= 12,8735 kg/j
	44127,2141 kg/j		44127,2141 kg/j

5. Cyclone 2



Keterangan :

M7 = Massa dari Cyclone 1

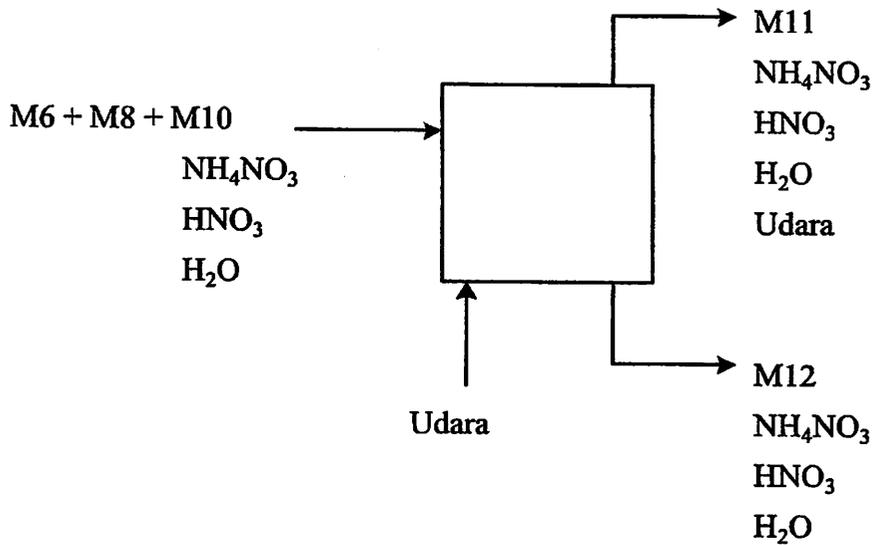
M9 = Massa ke bag filter

M10 = Massa ke Cooling Chamber

Neraca massa total pada Cyclone 2

MASUK		KELUAR	
Dari Cyclone 1 (M7)		Menuju Bag Filter (M9)	
NH ₄ NO ₃	= 12,1375 kg/j	NH ₄ NO ₃	= 0,6069 kg/j
HNO ₃	= 0,0965 kg/j	HNO ₃	= 0,0048 kg/j
H ₂ O	= 6423,8736 kg/j	H ₂ O	= 6411,0258 kg/j
NH ₃	= 26,1309 kg/j	NH ₃	= 26,1309 kg/j
M10	= 37419,6552 kg/j	M10	= 37419,6552 kg/j
		Menuju Cooling Chamber (M10)	
		NH ₄ NO ₃	= 11,5306 kg/j
		HNO ₃	= 0,0917 kg/j
		H ₂ O	= 12,8477 kg/j
43881,8937 kg/j		43881,8937 kg/j	

6. Cooling Chamber



Keterangan :

M6 + M8 + M10 = Massa dari Cyclone 1 + Massa dari Cyclone 2 + Massa dari Separat

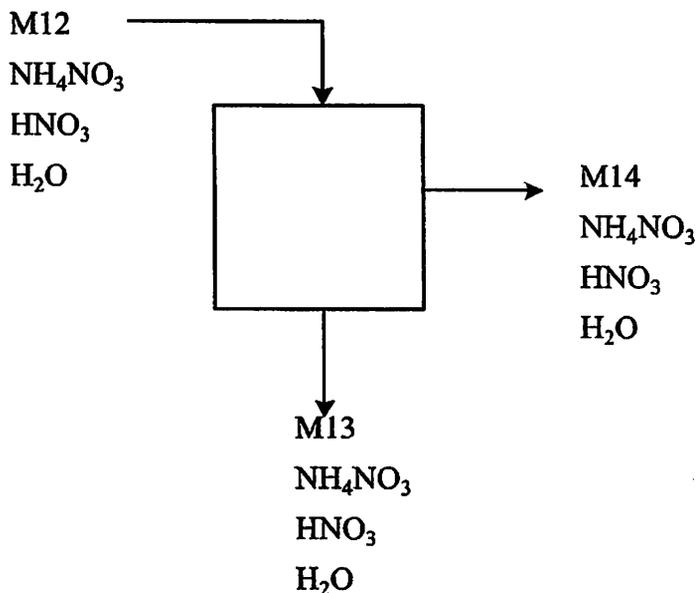
M11 = Massa ke bag filter

M12 = Massa ke Vibrating Screen

Neraca massa total pada Cooling Chamber

MASUK		KELUAR	
Masuk Cooling Chamber (M10)		Menuju bag filter (M11)	
NH ₄ NO ₃	= 12136,8952 kg/j	NH ₄ NO ₃	= 24,2738 kg/j
HNO ₃	= 96,5435 kg/j	HNO ₃	= 0,1931 kg/j
H ₂ O	= 38,6205 kg/j	H ₂ O	= 0,0772 kg/j
udara	= 24544,1184 kg/j	udara	= 24544,1184 kg/j
		Menuju Vibrating Screen (M12)	
		NH ₄ NO ₃	= 12112,6214 kg/j
		HNO ₃	= 96,3504 kg/j
		H ₂ O	= 38,5433 kg/j
4570,4801 kg/j		4570,4801 kg/j	

7. Vibrating Screen



Keterangan :

M12 = Massa dari Cooling Chamber

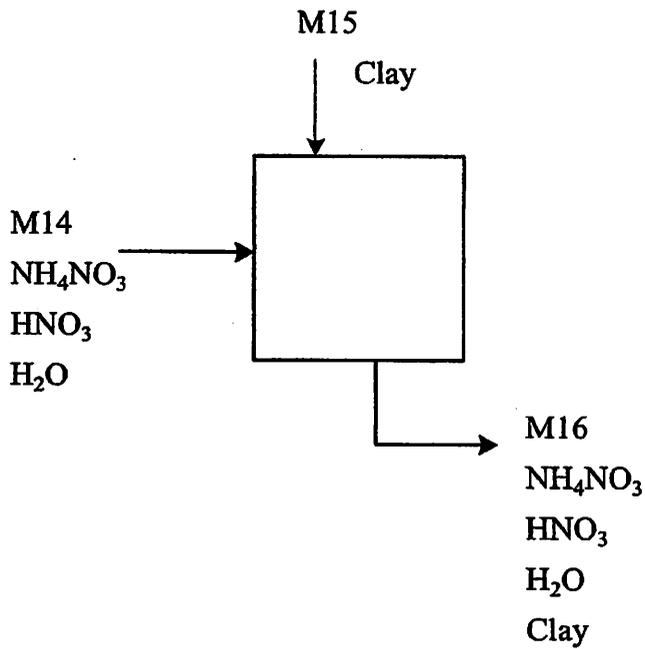
M13 = Massa ke bak penampung

M14 = Massa ke Coating Drum

Neraca massa total pada Vibrating Screen

MASUK		KELUAR	
Dari Cooling Chamber (M12)		Menuju Tangki Penampung (M13)	
NH_4NO_3	= 12112,6214 kg/j	NH_4NO_3	= 133,1177 kg/j
HNO_3	= 96,3504 kg/j	HNO_3	= 1,0589 kg/j
H_2O	= 38,5433 kg/j	H_2O	= 0,4236 kg/j
		Menuju Coating Drum (M14)	
		NH_4NO_3	= 11979,5037 kg/j
		HNO_3	= 95,2915 kg/j
		H_2O	= 38,1197 kg/j
12247,5151 kg/j		12247,5151 kg/j	

8. Coating Drum



Keterangan :

- M14 = Massa dari Vibrating Screen
- M15 = Massa dari bin Clay
- M16 = Massa ke bin Produk

Neraca massa total pada Coating Drum

MASUK				KELUAR			
Dari Cooling Chamber (M14)				Produk (M16)			
NH ₄ NO ₃	=	11979,5037	kg/j	NH ₄ NO ₃	=	11979,5037	kg/j
HNO ₃	=	95,2915	kg/j	HNO ₃	=	95,2915	kg/j
H ₂ O	=	38,1197	kg/j	H ₂ O	=	38,1197	kg/j
Clay (M15)	=	513,3477	kg/j	Clay	=	513,3477	kg/j
		12626,2626	kg/j			12626,2626	kg/j



BAB IV NERACA PANAS

Pra rencana pabrik Amoniumnitrat dari asam nitrat dan ammonia dengan proses Steng

Kapasitas Produksi = 100,000 Ton/tahun
 = 100,000,000 kg/tahun

1 tahun = 330 hari

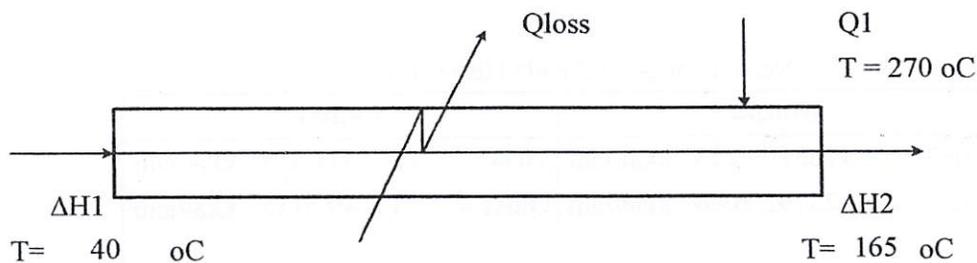
1 hari = 24 jam

Kapasitas produksi = $\frac{100000000 \text{ kg/tahun}}{330 \text{ hari} \times 24 \text{ jam}}$
 = 12626.2626 kg/j

Satuan = kkal/jam

Suhu reference = 25 °C

1. Heater I (HNO₃)



Panas yang masuk = Panas yang keluar

$$\Delta H1 + Q1 = Q_{\text{loss}} + \Delta H2$$

Keterangan:

$\Delta H1$ = Panas yang masuk dari Mixer I

$\Delta H2$ = Panas yang keluar dari Heater I

$Q1$ = Panas yang diberikan oleh steam

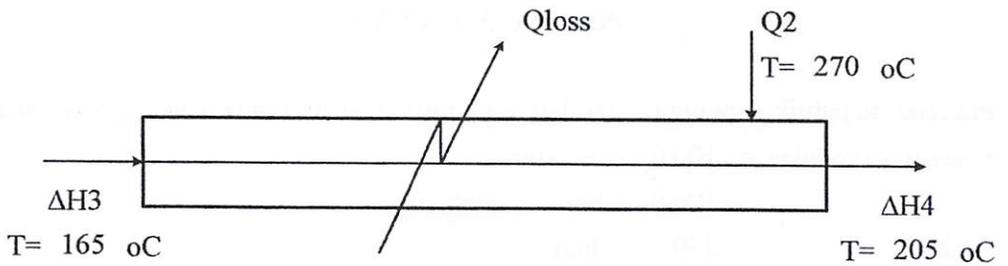
Q_{loss} = Panas yang hilang

Neraca panas total pada Heater I HNO₃

Masuk	Keluar
$\Delta H1 = 189128.4882 \text{ kkal/jam}$	$\Delta H2 = 1765199.223 \text{ kkal/jam}$
$Q1 = 1668975.957 \text{ kkal/jam}$	$Q_{\text{loss}} = 92905.22225 \text{ kkal/jam}$
1858104.4451 kkal/jam	1858104.4451 kkal/jam



2. Heater II (HNO₃)



Panas yang masuk = Panas yang keluar

$$\Delta H3 + Q2 = Q_{\text{loss}} + \Delta H4$$

Keterangan:

$\Delta H3$ = Panas yang masuk dari Heater I

$\Delta H4$ = Panas yang keluar ke Reaktor

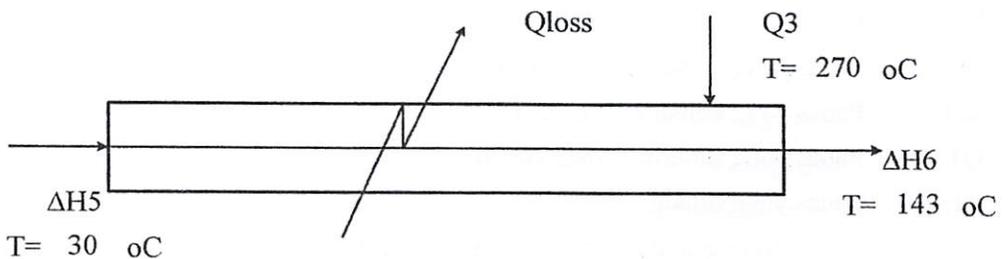
$Q2$ = Panas yang diberikan oleh steam

Q_{loss} = Panas yang hilang

Neraca panas total pada Heater II HNO₃

Masuk	Keluar
$\Delta H3 = 1765199.223$ kkal/jam	$\Delta H4 = 2269541.858$ kkal/jam
$Q2 = 623792.2066$ kkal/jam	$Q_{\text{loss}} = 119449.5715$ kkal/jam
2388991.4294 kkal/jam	2388991.4294 kkal/jam

3. Heater I (NH₃)



Panas yang masuk = Panas yang keluar

$$\Delta H5 + Q2 = Q_{\text{loss}} + \Delta H6$$

Keterangan:

$\Delta H5$ = Panas yang masuk dari Storage NH₃

$\Delta H6$ = Panas yang keluar ke Heater II

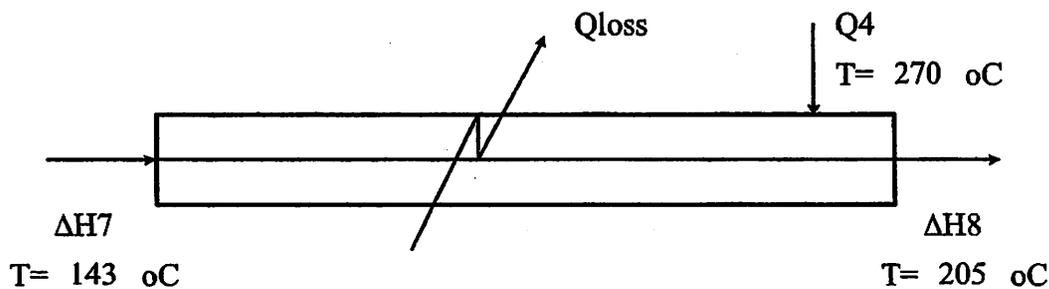
Q_3 = Panas yang diberikan oleh steam

Q_{loss} = Panas yang hilang

Neraca panas total pada Heater I NH_3

Masuk	Keluar
$\Delta H_5 = 6638,074243 \text{ kkal/jam}$	$\Delta H_6 = 156658,5521 \text{ kkal/jam}$
$Q_3 = 158265,6649 \text{ kkal/jam}$	$Q_{loss} = 8245,186955 \text{ kkal/jam}$
164903,7391 kkal/jam	= 164903,7391 kkal/jam

4. Heater II (NH_3)



Panas yang masuk = Panas yang keluar

$$\Delta H_7 + Q_4 = Q_{loss} + \Delta H_8$$

Keterangan:

ΔH_7 = Panas yang masuk dari Heater I

ΔH_8 = Panas yang keluar ke Reaktor

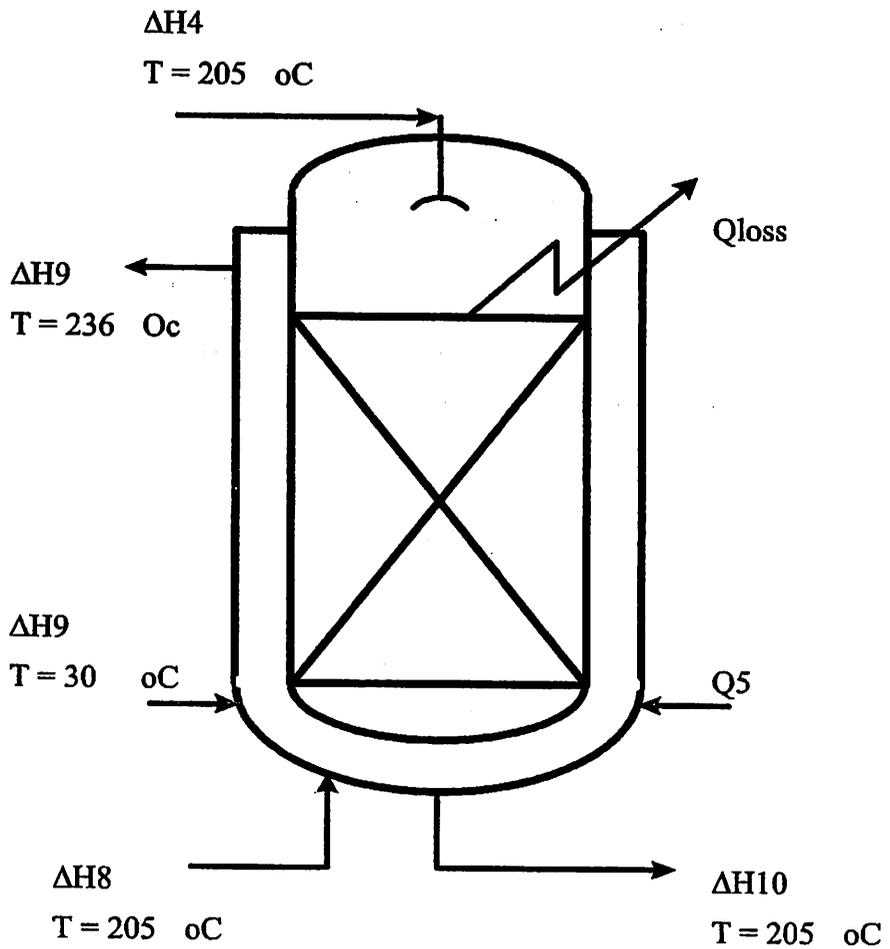
Q_4 = Panas yang diberikan oleh steam

Q_{loss} = Panas yang hilang

Neraca panas total pada Heater II NH_3

Masuk	Keluar
$\Delta H_7 = 156658,5521 \text{ kkal/jam}$	$\Delta H_8 = 238970,6728 \text{ kkal/jam}$
$Q_4 = 94889,52445 \text{ kkal/jam}$	$Q_{loss} = 12577,40383 \text{ kkal/jam}$
251548,0766 kkal/jam	= 251548,0766 kkal/jam

5. Reaktor



$$\begin{aligned} \text{Panas yang masuk} &= \text{Panas yang keluar} \\ \Delta H_4 + \Delta H_8 + \Delta H_R &= \Delta H_{10} + Q_{\text{loss}} + \Delta H_9 \end{aligned}$$

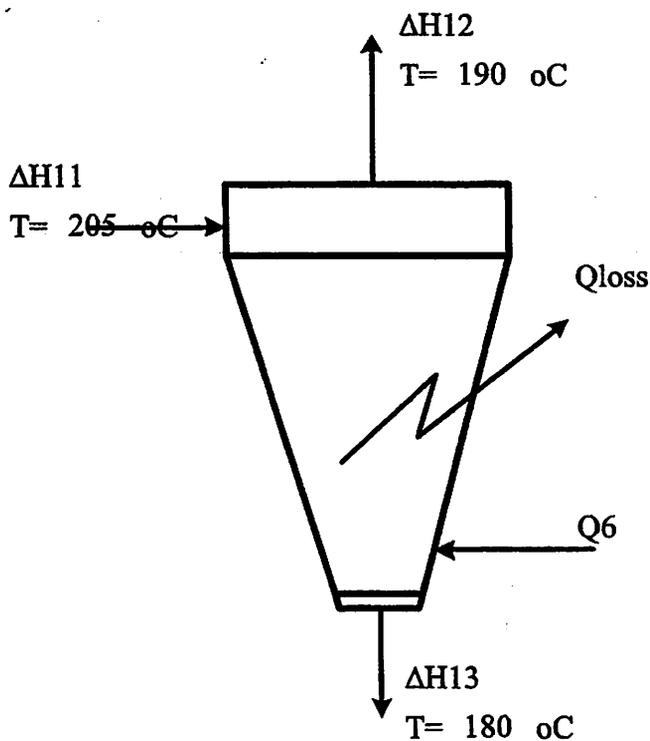
Keterangan :

- ΔH_4 = Panas yang masuk dari Heater II (HNO_3)
- ΔH_8 = Panas yang masuk dari Heater II (NH_3)
- ΔH_9 = Panas Dowterm A
- ΔH_R = Panas Reaksi
- ΔH_{10} = Panas yang keluar ke Separator
- Q_{loss} = Panas yang hilang

Neraca panas total pada Reaktor

Masuk	Keluar
$\Delta H_4 = 2269541,8579$ kkal/jam	$\Delta H_{10} = 2041593,1431$ kkal/jam
$\Delta H_8 = 238970,6728$ kkal/jam	$\Delta H_9 = 812025,8253$ kkal/jam
$\Delta H_R = 470532,0642$ kkal/jam	$Q_{loss} = 125425,6265$ kkal/jam
$2979044,5949$ kkal/jam	$= 2979044,5949$ kkal/jam

7. Separator



Panas yang masuk = Panas yang keluar

$$\Delta H_{11} + Q_6 = \Delta H_{12} + \Delta H_{13} + Q_{loss}$$

Keterangan :

ΔH_{11} = Panas yang masuk dari Reaktor

ΔH_{13} = Panas yang keluar ke Cooling Chamber

ΔH_{12} = Panas yang keluar ke Cyclone

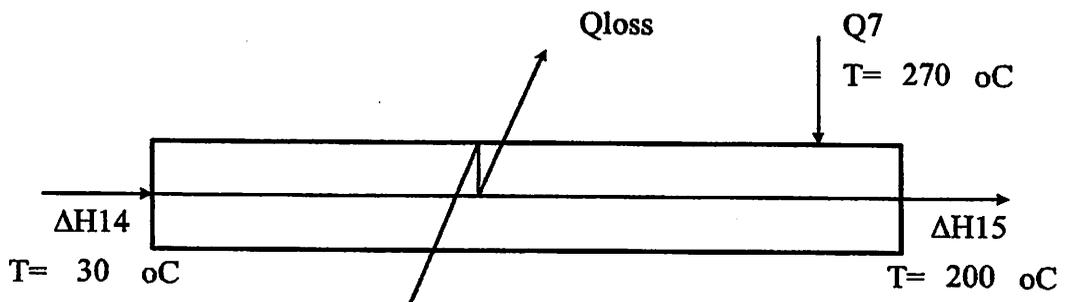
Q_6 = Panas yang masuk

Q_{loss} = Panas yang hilang

Neraca panas total pada Separator

Masuk	Keluar
$\Delta H_{11} = 2041593,1431$ kkal/jam	$\Delta H_{13} = 744248,6408$ kkal/jam
$Q_6 = 1502622,7687$ kkal/jam	$\Delta H_{12} = 2622756,475$ kkal/jam
	$Q_{loss} = 177210,7956$ kkal/jam
3544215,9118 kkal/jam	= 3544215,9118 kkal/jam

8. Heater Udara



Panas yang masuk = Panas yang keluar

$$\Delta H_{14} + Q_7 = \Delta H_{15} + Q_{loss}$$

Keterangan :

ΔH_{14} = Panas yang masuk dari Blower

ΔH_{15} = Panas yang keluar ke Separator

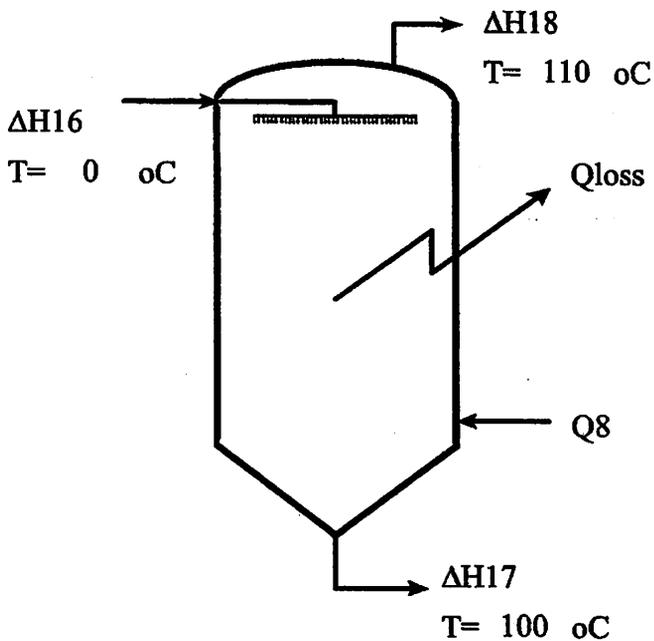
Q_7 = Panas yang diberikan oleh Steam

Q_{loss} = Panas yang hilang

Neraca panas total pada Heater Udara

Masuk	Keluar
$\Delta H_{14} = 46774,56898$ kkal/jam	$\Delta H_{15} = 1637109,914$ kkal/jam
$Q_7 = 1676499,025$ kkal/jam	$Q_{loss} = 86163,6797$ kkal/jam
1723273,5940 kkal/jam	1723273,5940 kkal/jam

9. Cooling Chamber



Panas yang masuk = Panas yang keluar

$$\Delta H16 + Q8 = \Delta H17 + \Delta H18 + Q_{\text{loss}}$$

Keterangan :

$\Delta H16$ = Panas yang masuk dari Separator

$\Delta H17$ = Panas yang keluar bersama produk

$\Delta H18$ = Panas yang keluar ke bag filter

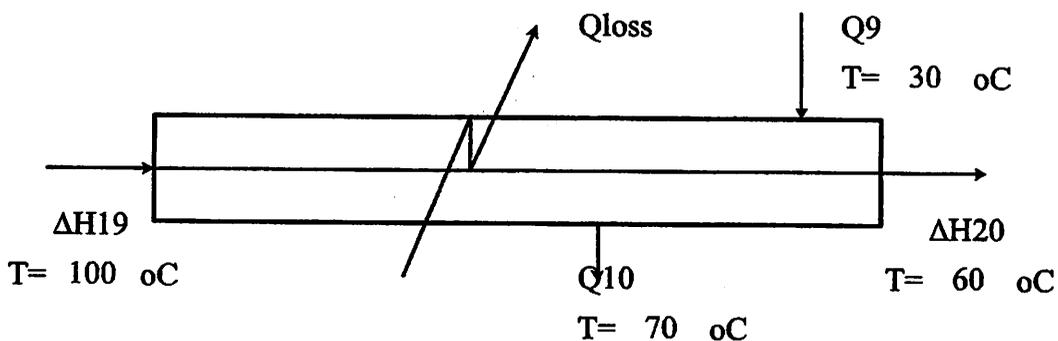
$Q8$ = Panas yang diserap oleh udara

Q_{loss} = Panas yang hilang

Neraca panas total pada Cooling Chamber

Masuk	Keluar
$\Delta H16 = 763341,1666 \text{ kkal/jam}$	$\Delta H17 = 368619,9117 \text{ kkal/jam}$
$Q8 = 174574,245 \text{ kkal/jam}$	$\Delta H18 = 522399,7293 \text{ kkal/jam}$
	$Q_{\text{loss}} = 46895,77058 \text{ kkal/jam}$
$937915,4116 \text{ kkal/jam}$	$= 937915,4116 \text{ kkal/jam}$

10. Water Cooling Beld Conveyor



Panas yang masuk = Panas yang keluar

$$\Delta H19 + Q9 = \Delta H20 + Q10 + Q_{loss}$$

Keterangan :

$\Delta H19$ = Panas yang masuk dari Cooling Chamber

$\Delta H20$ = Panas yang keluar ke Grinder

$Q9$ = Panas masuk yang diberikan oleh air pendingin

$Q10$ = Panas keluar yang diberikan oleh air pendingin

Q_{loss} = Panas yang hilang

Neraca panas total pada Water Cooling Beld Conveyor

Masuk	Keluar
$\Delta H19 = 368619,9117 \text{ kkal/jam}$	$\Delta H20 = 172022,6255 \text{ kkal/jam}$
$Q9 = 29448,97366 \text{ kkal/jam}$	$Q10 = 206142,8156 \text{ kkal/jam}$
	$Q_{loss} = 19903,44427 \text{ kkal/jam}$
398068,8854 kkal/jam	= 398068,8854 kkal/jam



BAB V

SPEKIFIKASI PERALATAN

5.1 Spesifikasi peralatan Pra Perancangan Pabrik Ammonium Nitrat dengan proses Stengel

1. Storage HNO_3

Fungsi : Menyimpan & tempat persediaan HNO_3 selama 30 hari

Tipe : Tangki berbentuk silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standard dish head

Bahan Konstruksi : HAS SA 240 grade M tipe 316

Volume tangki : 12790.2583 ft^3

Diameter dalam : 237.375 in

Diameter luar : 240 in

Tebal silinder : 21 in
16

Tinggi silinder : 451.0107 in

Tebal tutup atas : 0.625 in

Tinggi tutup : 40.1164 in

Tinggi Storage : 491.1271 in

Jumlah : 2 buah

2. Pompa

Fungsi : Untuk memompa larutan HNO_3 dari storage menuju tangki pengenceran larutan HNO_3

Type : Centrifugal pump

Bahan Konstruksi : HAS SA 167 grade 3 type 304

Dimensi pompa : di = 2.6350 in A : 1.039 in^2

Daya Pompa : 5 Hp

Jumlah : 1 buah

3. Tangki Pengencer

Fungsi : Untuk mengencerkan larutan HNO_3 68 % menjadi 60 %



Jenis : Silinder tegak dengan tutup atas dan bawah berbentuk standard dished dan dilengkapi pengaduk

Dimensi : $d_o = 66$ in $T_{ha} = 3/16$ in
 $d_i = 65.625$ in $T_{hb} = 3/16$ in
 $t_s = 3/16$ in $H_b = 11.0906$ in
 $H_a = 11.0906$ in

tinggi tangki = 286.6112 in

Bahan : HAS SA 240 grade M type 316

Jumlah : 1 buah

Jenis pengaduk : flat turbin dengan 6 turbin

Dimensi pengaduk : $D_a = 21.8728$ in $L = 5.4682$ in
 $C = 21.875$ in $W = 4.3746$ in

4. Pompa

Fungsi : Untuk memompa larutan HNO_3 dari tangki menuju reaktor

Type : Centrifugal pump

Bahan Konstruksi : HAS SA 167 grade 3 type 304

Dimensi pompa : $d_i = 2.6722$ in $A : 1.039$ in²

Daya Pompa : 5 Hp

Jumlah : 1 buah

5. Heater I HNO_3

Type : Shell and Tube heat exchanger

Fungsi : Untuk memanaskan campuran larutan dari tangki pengencer

Bahan Konstruksi : Carbon Steel SA 53 grade B

Jumlah : 1 buah

Dimensi peralatan :

Bagian shell

- ID_s : 17 ¼ in

- n' : 1

- B : 16

- $N + 1$: 24

Bagian tube

- Do : ¾" 16 BWG
- Di : 0,620 in
- L : 16 ft
- Nt : 198
- De : 0,55 in
- a' : 0,302 in²
- a'' : 0,1963 ft²/ft
- c' : 0,1875 in

6. Heater II HNO₃

Type : Shell and Tube heat exchanger

Fungsi : Untuk memanaskan campuran larutan dari tangki pengencer

Bahan Konstruksi : Carboon Steel SA 53 grade B

Jumlah : 1 buah

Dimensi peralatan :

Bagian shell

- IDs : 12 in
- n' : 1
- B : 12
- N + 1 : 24

Bagian tube

- Do : 1" 16 BWG
- Di : 0,870 in
- L : 16 ft
- Nt : 82
- De : 0,99 in
- a' : 0,594 in²
- a'' : 0,2618 ft²/ft
- c' : 0,25 in

7. STORAGE NH₃

Fungsi : Menyimpan & tempat persediaan NH₃ selama 30 hari

Type : Tangki berbentuk silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standard dish head

Bahan Konstruksi : HAS SA 240 grade M tipe 316

Volume tangki : 12790.2583 ft³

Diameter dalam : 236,25 in

Diameter luar : 240 in

Tebal silinder : 30 in

16

Jumlah : 2 buah

8. EKSPANDER

Fungsi : Menurunkan tekanan gas ammonia

Type : Stage reciprocating ekspander

Bahan Konstruksi : Cast Iron

Dimensi peralatan : 4 Hp

Jumlah : 1 buah

9. HEATER I NH₃

Type : Shell and Tube heat exchanger

Fungsi : Untuk memanaskan campuran larutan dari tangki pengencer

Bahan Konstruksi : Carbon Steel SA 53 grade B

Jumlah : 1 buah

Dimensi peralatan :

Bagian shell

- IDs : 8 in

- n' : 2

- B : 6

- N + 1 : 24

Bagian tube

- Do : 1" 16 BWG

- Di : 0,870 in

- L : 16 ft

- Nt : 24

- De : 0,72 in
- a' : 0,594 in²
- a'' : 0,2618 ft²/ft
- c' : 0,25 in

10. HEATER II NH₃

Type : Shell and Tube heat exchanger

Fungsi : Untuk memanaskan campuran larutan dari tangki pengencer

Bahan Konstruksi : Carbon Steel SA 53 grade B

Jumlah : 1 buah

Dimensi peralatan :

Bagian shell

- IDs : 8 in
- n' : 2
- B : 6
- N + 1 : 24

Bagian tube

- Do : 1" 16 BWG
- Di : 0,870 in
- L : 16 ft
- Nt : 24
- De : 0,72 in
- a' : 0,594 in²
- a'' : 0,2618 ft²/ft
- c' : 0,25 in

11. REAKTOR

Type : Packed Bed

Fungsi : Untuk mereaksikan antara gas Ammonia (NH₃) dengan Asam nitrat (HNO₃)

Bahan konstruksi : HAS SA 240 grade M tipe 316

Jumlah : 1 buah

Dimensi peralatan :

- do : 84 in
- di : 83,5 in
- Ls : 344,5579 in
- Ts : $\frac{1}{4}$ in

Dimensi Head

- Do : 84 in
- Di : 83,5 in
- OA : 16,5814 in
- Ts : $\frac{1}{4}$ in

Dimensi jacket

- Do : 30 in
- Di : 33,63 in
- Ls : 403,0775 in
- Tsj : $\frac{3}{16}$ in
- Tbj : $\frac{1}{4}$ in

Dimensi Packing

- Di : 1 in
- Z : 55,4081 in

12. POMPA

Fungsi : Untuk memompa ammonium nitrat dari reaktor

Type : Centrifugal pump

Bahan Konstruksi : HAS SA 167 grade 3 type 304

Dimensi pompa : di = 2.8598 in A : 1.039 in²

Daya Pompa : 5 Hp

Jumlah : 1 buah

13. SEPARATOR

Fungsi : Untuk mengurangi kandungan air dalam produk ammonium nitrat dengan menggunakan udara

Type : Cyclone

Bahan konstruksi : HAS SA 240 grade M type 316

Jumlah : 2 buah

Dimensi peralatan :

- Di : 53,4768 in
- Ts : 3/16 in
- A : 15,5897 ft²
- Thb : 3/16 in

14. FILTER UDARA

Fungsi : Untuk menyaring debu yang terdapat dalam udara yang digunakan sebagai udara pendingin pada cooling chamber dan separator

Type : Dry filter

Bahan konstruksi : HAS SA 240 grade m type 316

Jumlah : 1 buah

Dimensi peralatan :

- Q : 7251,8712 ft³/menit
- A : 20,7196 ft²
- Di : 61,6506 in

15. BLOWER

Fungsi : Untuk menghembuskan udara ke separator dan cooling chamber

Type : Centrifugal Blower

Bahan konstruksi : Carbon Steel SA 135 grade B

Jumlah : 1 buah

Dimensi peralatan :

- Q : 411,6393 ft³/jam
- Daya : 2 Hp

16. HEATER UDARA

Type : Shell and Tube heat exchanger

Fungsi : Untuk memanaskan udara dari 30 sampai 200 C menuju separator

Bahan Konstruksi : Carboon Steel SA 53 grade B

Jumlah : 1 buah

Dimensi peralatan :

Bagian shell

- IDs : 17,25 in
- n' : 2
- B : 12
- N + 1 : 12

Bagian tube

- Do : 1" 16 BWG
- Di : 0,870 in
- L : 16 ft
- Nt : 178
- De : 0,99 in
- a' : 0,594 in²
- a'' : 0,2618 ft²/ft
- c' : 0,25 in

17. POMPA

Fungsi : Untuk memompa ammonium nitrat dari separator menuju cooling chamber

Type : Centrifugal pump

Bahan Konstruksi : HAS SA 167 grade 3 type 304

Dimensi pompa : di = 2.8598 in A : 1.039 in²

Daya Pompa : 5 Hp

Jumlah : 1 buah

18. CYCLONE

Fungsi : Untuk memisahkan ammonium nitrat dengan udara sehingga dapat berkurang ammonium nitrat yang terbawa oleh udara

Type : Cyclone

Bahan konstruksi : Carbon Steel SA 135 grade B

Jumlah : 2 buah

Dimensi peralatan :

- D : 91,539 in
- Ts : 3/16 in
- Thb : 3/16 in

19. BAG FILTER

Fungsi : Untuk menyaring ammonium nitrat yang terdapat dalam udara

Type : Dry Filter

Bahan konstruksi : HAS SA 240 grade M type 316

Jumlah : 1 buah

Dimensi peralatan :

- Q : 15,0829 ft³/menit

- di : 2,8116 in

20. COOLING CHAMBER

Fungsi : untuk mendinginkan larutan ammonium nitrat yang jatuh bebas dengan menggunakan udara dingin

Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standard dished & tutup bawah berbentuk conical

Bahan konstruksi : HAS SA 240 grade M tipe 316

Jumlah : 1 buah

Dimensi peralatan :

• Dimensi silinder

- do : 66 in

- di : 65,5 in

- Ls : 131 in

- Ts : ¼ in

• Dimensi tutup atas

- Do : 66 in

- Di : 65,5 in

- OA : 13,8515 in

- Ts : ¼ in

• Dimensi tutup bawah

- Do : 66 in

- Di : 65,5 in

- hb : 18,9082 in

- Thb : 7/16 in

21. WATER COOLING BELT CONVEYOR

Fungsi : Untuk mendinginkan dan mengangkut molten ammonium nitrat dari cooling chamber menuju grinder

Type : Flat belt

Bahan konstruksi : Reinforced rubber conveyor

Jumlah : 1 buah

Dimensi peralatan :

- P belt : 1385 ft

- Daya : 0,5 Hp

22. GRINDER

Fungsi : Untuk memperkecil ukuran produk ammoniumnitrat

Type : Silinder horisontal

Bahan konstruksi : HAS SA 167 grade 3 type 304

Dimensi alat : D mill = 1,8412 m. Daya motor = 4 Hp

Jumlah : 1 buah

23. BUCKET ELEVATOR

Type : Vertical liftinf

Fungsi : Untuk mengangkut produk ammoniumnitrat dari grinder ke vibrating screen

Bahan konstruksi : HAS SA 167 grade 3

Jumlah : 1

Dimensi peralatan :

Tinggi = 5 cm

Daya = 39 Hp

24. VIBRATING SCREEN

Type : Vibrating screen

- Fungsi : Untuk memisahkan produk ammoniumnitrat yang ukurannya berkisar antara 5-20 mesh dengan yang ukurannya oversize dan undersize.
- Bahan konstruksi : HAS SA 167 grade 3
- Jumlah : 1
- Dimensi peralatan :
- $A_1 = 3818,9641 \text{ in}^2$
 - $A_2 = 5467,1249 \text{ in}^2$

25. BELT CONVEYOR

- FUNGSI : Untuk mengangkut produk ammonium nitrat menuju bin produk
- Type : Flat Belt
- Bahan konstruksi : Reinforced rubber
- Jumlah : 1 buah
- Dimensi peralatan :
- P belt : 32,808 ft
 - L belt : 1,6404 ft
 - Daya : 0,5 Hp

26. BIN AMMONIUMNITRAT

- Fungsi : Untuk tempat penampungan sementara ammoniumnitrat sebelum masuk ke coating drum
- Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk datar dan tutup bawah berbentuk conical
- Bahan konstruksi : HAS SA 167 grade 3 type 304
- Dimensi : $d_i = 57,5532 \text{ in}$, $d_o = 60 \text{ in}$
 $t_{hb} = 3/16 \text{ in}$
 $t_{ha} = 3/16 \text{ in}$
 $H = 226,2537 \text{ in}$
- Jumlah : 1 buah

27. HOPPER CLAY

- Fungsi : Untuk tempat penampungan sementara clay yang digunakan sebagai pelapis ammoniumnitrat

Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk datar dan tutup bawah berbentuk conical
Bahan konstruksi : HAS SA 167 grade 3 type 304
Dimensi : $d_i = 35,625$ in, $d_o = 36$ in
 $thb = 3/16$ in
 $tha = 3/16$ in
 $H = 151,6692$ in

28. COATING DRUM

Fungsi : Untuk melapisi ammoniumnitrat dengan menggunakan clay (coating agent).
Type : Continous rotary drum
Bahan konstruksi : HAS SA 167 grade 3 type 304
Jumlah : 1
Dimensi peralatan :

- $D = 61,894$ in
- $L = 123,79$ in
- Daya = 1,9 Hp

29. BUCKET ELEVATOR

Fungsi : Untuk mengangkut produk ammonium nitrat dari coating drum menuju bin produk
Type : Vertical lifting
Bahan konstruksi : HAS SA 167 grade 3 type 304
Jumlah : 1 buah
Dimensi peralatan :

- Tinggi : 5 m
- Daya : 40 Hp

30. BIN PRODUK AMMONIUM NITRAT

Fungsi : Untuk tempat penampungan sementara ammoniumnitrat.
Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk datar dan tutup bawah berbentuk conical
Bahan konstruksi : HAS SA 167 grade 3 type 304

Jumlah : 1
Dimensi : $d_i = 74,5355$ in, $d_o = 78$ in
 $t_{hb} = 3/16$ in
 $t_{ha} = 3/16$ in
 $H = 176,2384$ in

31. GUDANG AMMONIUM NITRAT

Fungsi : Untuk menyimpan produk ammonium nitrat
Bahan konstruksi : Beton bertulang
Jumlah : 1 buah
Dimensi :
- Tinggi : 39,3701 ft
- Panjang : 295,2756 ft
- Lebar : 98,4252 ft



BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA

- Nama alat : Reaktor
Kode : R-110
Fungsi : Tempat terjadinya reaksi antara gas Ammonia (NH_3) dengan asam Asam Nitrat (HNO_3)
Type : Silinder tegak dengan tutup atas dan bawah berbentuk standar dis

Dasar perencanaan:

Untuk mengendalikan temperatur operasi pada reaktor, yaitu pada suhu 205C maka Reaktor dilengkapi dengan temperatur control dan jaket pendingin.

Karena reaksi bersifat eksoterm, yaitu reaksi melepaskan panas.

- Perlengkapan : - Pengaduk
- Jaket pendingin
- Sparger
- Kondisi operasi : - Temperatur = 205 C
- Tekanan = 5 atm
- Waktu operasi = 1 jam
- Fase = gas-liquid

Direncanakan:

- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA Grade M type 316*
 $f = 18750$
- Jenis pengelasan : *Double Welded butt joint*
 $E = 0,8$
- Faktor korosi (C) : 0,0625
- sudut: $\text{tg } \alpha$: 1,7321
 $\cos \alpha$: 0,5000

6.1. Rancangan Dimensi Reaktor

- Densitas campuran = 690,3775 kg/m³
= 43,1004 lb/ft³
- Kapasitas Reaktor = 18709,8276 kg/jam
= 41247,6859 lb/ft³



$$\begin{aligned} \text{Rate volumetric} &= 41247,6859 \\ &= 43,1004 \\ &= 957,0129 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ \text{Volume liquid} &= 957,0129 \times 1 \text{ jam} \\ &= 957,0129 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Diasumsikan: - Volume ruang kosong} &= 20 \% \text{ volume liquid} \\ \text{- Volume pengaduk} &= 5 \% \text{ volume liquid} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume ruang kosong} &= 20 \% \times 957,0129 \text{ ft}^3 \\ &= 191,4026 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi Volume total} &= V \text{ liquid} + V \text{ ruang kosong} \\ &= 957,0129 + 191,4026 \\ &= 1148,4155 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

A. Menentukan dimensi Vessel

1. Menghitung diameter Vessel

$$\text{Diasumsikan: } L_s = 5 \text{ di}$$

$$\begin{aligned} V_t &= V \text{ tutup bawah} + V \text{ silinder} + V \text{ tutup atas} \\ &= 0,0847 \text{ di}^3 + \frac{\pi \text{ di}^2 \times L_s}{4} + 0,0847 \text{ di}^3 \\ 1148,4155 &= 0,0847 \text{ di}^3 + \frac{15,7 \text{ di}^3}{4} + 0,0847 \text{ di}^3 \\ &= 4,0944 \text{ di}^3 \\ \text{di}^3 &= 280,4844 \text{ ft}^3 \\ \text{di} &= 6,5459 \text{ ft} = 78,5508 \text{ in} \end{aligned}$$

2. Menghitung volume liquid dalam shell

$$\begin{aligned} V \text{ liquid dalam shell} &= V \text{ liquid} - V \text{ tutup bawah} \\ &= 957,0129 - 0,0847 \text{ di}^3 \\ &= 957,0129 - 23,7570 \\ &= 933,2559 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

3. Menghitung tinggi liquid dalam shell

$$\begin{aligned} V \text{ liquid} &= V \text{ tutup bawah} + V \text{ liquid didalam silinder} \\ 957,0129 &= 23,7570 + 33,6363 \text{ Lls} \\ \text{Lls} &= 27,7455 \text{ ft} \end{aligned}$$

4. Menghitung P design (Pi)

$$\begin{aligned}
 \text{Tekanan hidrostatik (Ph)} &= \frac{\text{densitas} \times (H-1)}{144} \\
 &= \frac{43,1004}{144} \times (27,7455 - 1) \\
 &= 8,0051 \text{ psi} \\
 \text{P operasi} &= 5 \text{ atm} \\
 &= 73,5 \text{ psi} \\
 \text{P design} &= 73,5 + 8,0051 \\
 &= 81,5051 \text{ psi} \\
 &= 66,8091 \text{ psig}
 \end{aligned}$$

5. Menentukan Tebal Silinder

$$\begin{aligned}
 t_s &= \frac{P_i d_i}{2 (fE - 0,6 p_i)} + C \\
 &= \frac{66,8091 \times 78,5508}{2 (18750 \times 0,8 - 1 \times 66,8091)} + \frac{1}{16} \\
 &= 0,2379 \times \frac{16}{16} \\
 &= \frac{3,806}{16} = \frac{4}{16}
 \end{aligned}$$

Standarisasi do

$$\begin{aligned}
 d_o &= d_i + 2t_s \\
 &= 78,5508 + 2 \times 0,25 \\
 &= 79,0508 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Standarisasi dc = 84

$$\begin{aligned}
 d_i &= d_o - 2t_s \\
 &= 84 - 2 \times 0,25 \\
 &= 83,5 \text{ in} = 6,9583 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

Cek hubungan antara Ls dengan di

$$\begin{aligned}
 \text{Volume total} &= 0,0847 d_i^3 + \frac{\pi d_i^2 \times L_s}{4} + 0,0847 d_i^3 \\
 1148,4155 &= 28,5364 + 38,0084 L_s + 28,5364 \\
 1091,3427 &= 38,0084 L_s \\
 L_s &= 28,7132 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

$$\frac{L_s}{d_i} = \frac{28,7132}{6,9583} = 4,126 \text{ memenuhi}$$

B. Menentukan dimensi penutup

1. Menentukan tebal tutup atas berbentuk standard dished

- $r = 84$
- $icr = 5,125$
- $sf = 2$

Dari Brownell, persamaan 13.12 hlm. 258:

$$\begin{aligned} t_{ha} &= t_{ht} = \frac{0,885 \times \pi \times d_i}{f \times E - 0,6 \times \pi} + C \\ &= \frac{0,885 \times 66,8091 \times 83,5}{18750 \times 0,8 - 0,6 \times 66,80915} + \frac{1}{16} \\ &= 0,392517 \\ &= \frac{6,28}{16} = \frac{7}{16} \end{aligned}$$

Tinggi tutup atas (ha):

$$\begin{aligned} a &= d_i/2 = 41,75 \text{ in} \\ AB &= a - icr = 36,625 \text{ in} \\ BC &= r - icr = 78,88 \text{ in} \\ AC^2 &= BC^2 - AB^2 = 4879,88 \text{ in} \\ AC &= 69,8561 \text{ in} \\ b &= r - AC = 14,1439 \text{ in} \\ ha &= t_{ha} + b + sf = 16,5814 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, maka diperoleh dimensi reaktor sebagai berikut:

$$\begin{aligned} - d_o &= 84,00 \text{ in} = 7 \text{ ft} \\ - d_i &= 83,5 \text{ in} = 6,958333 \text{ ft} \\ - L_s &= 344,5579 \text{ in} = 28,7132 \text{ ft} \\ - t_s &= 0,25 \text{ in} = 0,020833 \text{ ft} \\ - t_{ha} &= 0,4375 \text{ in} = 0,036458 \text{ ft} \\ - ha &= 16,5814 \text{ in} = 1,381783 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi reaktor} &= 2 \times OA + L_s \\ &= 33,1628 + 344,5579 \\ &= 377,7207 \text{ in} \\ &= 31,4767 \text{ ft} \end{aligned}$$

6.2. Merancang dimensi Packing

Direncanakan menggunakan packing type : Pall Ring

Ukuran diameter luar dan panjang : 1 in

- Menghitung pressure drop (ΔP)

$$\frac{L}{G} = \frac{477,9928062}{479,0200863} = 0,9979 \text{ lb/jam}$$

Dari tabel 15.4 Matthew Van Winkle hal 609 diperoleh harga = 15,2 ft

$$G = \frac{479,0200863}{15,2} = 31,5145 \text{ lb/jam.ft}^3 = 0,0088 \text{ lb/s.ft}^3$$

$$L = \frac{L}{G} \times G = 0,9979 \times 0,0088 = 0,0087$$

Dari tabel 15.2 Matthew Van Winkle hal 615 diperoleh

$$\alpha = 0,15$$

$$\beta = 0,16$$

$$\Delta P = \alpha \cdot 10 \beta L \cdot \frac{G^2}{\rho G}$$

$$= 0,015552962 \text{ in H}_2\text{O/ft Packing}$$

- Menghitung Nov

$$Y_x = \text{Fraksi HNO}_3 = 0,9950$$

$$Y_y = \text{Fraksi NH}_3 = 0,4937$$

$$\begin{aligned} \text{Nov} &= \frac{1}{\alpha - 1} \cdot 2,303 \log \frac{Y_x (1 - Y_y)}{Y_y (1 - Y_x)} + 2,303 \log \frac{(1 - Y_y)}{(1 - Y_x)} \\ &= \frac{1}{1,34} \cdot 2,303 \log \frac{0,995 (1 - 0,494)}{0,494 (1 - 0,995)} \\ &\quad + 2,303 \log \frac{1 - 0,494}{1 - 0,995} \\ &= 0,746269 \times 5,319465 + 4,618524 \\ &= 8,588273171 \end{aligned}$$

- Menghitung tinggi packing kolom

Dari tabel 15.2 Matthew Van Winkle hal 635 diperoleh

$$K_{oy} = 0,55 \text{ mol/ft}^3 \cdot \text{Jam}$$

$$S = 15,2 \text{ ft}^2$$

$$A = 66,3 \text{ ft}^2/\text{ft}^3$$

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{V.Nov}{Koy.A.S} \\
 &= \frac{297,993 \times 8,5883}{0,55 \times 66,30 \times 15,20} \\
 &= 4,617342 \text{ ft} \\
 &= 55,4081 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Perencanaan distributor liquid

Type	:	Weir Flow Distributor (Ludwig, Fig. 9-5D hal 137)
Diameter reaktor	:	83,5000 in
Plate diameter "A"	:	69,5833 in
Overall diameter "B"	:	81,5000 in
Overall diameter "C"	:	6,9792 in
Width of lug "D"	:	3,0000
No. of weirs	:	63,6667
Kecepatan aliran	:	87,7500 gpm
Approx. Net Weight	:	426,6667 lb

Perencanaan Packing Support

Type	:	Perforated Plate (Ludwig, hal 131)
Diameter reaktor	:	83,5000 in 6,9583 ft
Diameter of plate	:	81,0000 in 6,7500 ft
Tebal Plate	:	5,9583 in 0,4965 ft
Jumlah lubang	:	179,33 buah
Diameter lubang	:	3,5000 in 0,2917 ft
% free area	:	67%
Bahan	:	Steel SA - 238
Densitas bahan	:	31,4301 lb/ft ³

Berat Packing Support :

$$\begin{aligned}
 V &= \left(\frac{\pi}{4} \times D_2^2 \times t \right) - (\text{jumlah lubang}) \times \frac{\pi}{4} \times DL^2 \times t \\
 &= \left(\frac{\pi}{4} \times 45,56 \times 0,497 - 179 \times \frac{\pi}{4} \times 0,085 \times 0,497 \right) \\
 &= 11,81876961 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat} &= V \times \rho \\
 &= 11,81876961 \times 31,4301 \\
 &= 371,4648438 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Check Packing Support

a. Check Defleksi

Dianggap terjadi beban merata pada bagian tengah plate.

- Menghitung volume Packing kolom

Rumus :

$$V = \frac{\pi}{4} (di^2 \times L)$$

Dimana :

di = diameter dalam packing kolom

L = tinggi packing kolom

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\pi}{4} \times 48,418 \times 4,617 \\
 &= 175,5870114 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

Berat tiap ft³ = 33 lb/ft³

$$\begin{aligned}
 W \text{ packing} &= 175,587 \times 33 \\
 &= 5794,371 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

$$W = \frac{\text{berat total}}{\text{panjang beam}} = \frac{5794,371376}{83,5000} = 69,39366917 \text{ lb/in}$$

E = 2,90E+07

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{D \times h^2}{12} = \frac{83,50 \times 35,5017}{12} \\
 &= 247,0329138 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_{\text{max}} &= \frac{5 \times W \times L^4}{385 \times E \times I} \\
 &= \frac{5 \times 69,39367 \times 48612270,1}{385 \times 2,90E+07 \times 247,033} = 0,00612
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_{\text{max}} &= \frac{1}{360} \times 83,5000 \\
 &= 0,231944444 > 0,0061 \quad \text{memenuhi}
 \end{aligned}$$

b. Check Stress

$$M = \frac{W \times L^2}{8} = \frac{69,39 \times 6972,250}{8}$$

$$= 60478,75124 \text{ in}^2$$

$$I = 247,0329138$$

$$Y_t = \frac{d}{2} = \frac{5,958}{2} = 2,979$$

Untuk bahan Steel SA-238, Ft yang di ijinan = 12650,00 psi

$$f_t = \frac{60478,75124}{247,0329138} = 244,8206 < 12650,00 \text{ psi} \quad (\text{memenuhi})$$

Perencanaan:

- Nozzle pada tutup atas standard dishead
 - a. Nozzle untuk memasukkan larutan HNO₃
- Nozzle untuk silinder reaktor
 - a. Nozzle untuk manhole
 - b. Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran air pendingin
 - c. Nozzle untuk sparger
- Nozzle pada tutup bawah conical
 - a. Nozzle untuk pengeluaran produk

Dasar Perhitungan

a. Nozzle untuk memasukkan larutan HNO₃

- Rate umpan masuk = 16091,3853 kg/jam = 35475,0681 lb/jam
- Densitas umpan = 1188,794229 kg/m³ = 74,2167 lb/ft³

Perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate umpan masuk}}{\text{densitas umpan}} \\ &= \frac{35475,0681}{74,2167} \\ &= 477,9928 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 0,1328 \text{ ft}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Dari Peter and Timmerhausse fig. 14.2 hlm. 498, didapatkan Di optimum:

$$\begin{aligned} D_i \text{ opt} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\text{densitas})^{0,13} \\ &= 2,7519 \text{ in} \\ &= 0,2293 \text{ ft} \end{aligned}$$

Dari Geankoplis, App A.5 hlm 892, maka dipilih pipa 3,00 in IPS

Sch. 40 dengan ukuran:

- ID = 3,068 in = 0,256 ft
- OD = 3,5 in = 0,292 ft
- A = 0,0513 ft²

c. Nozzle pemasukan dan pengeluaran air pendingin

- Rate air pendingin masuk = 11573,5073 kg/jam = 25514,9541 lb/j.
- Densitas air pendingin = 1056 kg/m³ = 65,9264

Perhitungan:

$$\begin{aligned}
 \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate umpan masuk}}{\text{densitas umpan}} \\
 &= \frac{25514,9541}{65,9264} \\
 &= 387,0220 \text{ ft}^3/\text{jam} \\
 &= 0,1075 \text{ ft}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

Dari Peter and Timmerhause fig. 14.2 hlm. 498, didapatkan Di optimum:

$$\begin{aligned}
 \text{Di opt} &= 3,9 (Q)0,45 (\text{densitas})0,13 \\
 &= 2,464264 \text{ in} \\
 &= 0,205355 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

Dari Geankoplis, App A.5 hlm 892, maka dipilih pipa 2,5 in IPS

Sch. 40 dengan ukuran:

- ID = 2,469 in = 0,206 ft
- OD = 2,875 in = 0,24 ft
- A = 0,0332 ft²

d. Nozzle untuk sparger

- Rate umpan masuk = 2618,4423 kg/jam = 5772,6178 lb/jam
- Densitas umpan = 193,0295927 kg/m³ = 12,0509 lb/ft³

Perhitungan:

$$\begin{aligned}
 \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate umpan masuk}}{\text{densitas umpan}} \\
 &= \frac{5772,6178}{12,0509} \\
 &= 479,0201 \text{ ft}^3/\text{jam} \\
 &= 0,1331 \text{ ft}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

Dari Peter and Timmerhausse fig. 14.2 hlm. 498, didapatkan Di optimum:

$$\begin{aligned} \text{Di opt} &= 3,9 \quad (Q)0,45 \quad (\text{densitas})0,13 \\ &= 2,1748 \quad \text{in} \\ &= 0,1812 \quad \text{ft} \end{aligned}$$

Dari Geankoplis, App A.5 hlm 892, maka dipilih pipa 2,5 in IPS
Sch. 40 dengan ukuran:

$$\begin{aligned} - \text{ID} &= 2,469 \text{ in} = 0,206 \text{ ft} \\ - \text{OD} &= 2,875 \text{ in} = 0,24 \text{ ft} \\ - \text{A} &= 0,03322 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

e. Nozzle untuk mengeluarkan produk

$$\begin{aligned} - \text{Rate umpan masuk} &= 18709,8276 \text{ kg/jam} = 41247,6859 \text{ lb/jam} \\ - \text{Densitas umpan} &= 1366,3804 \text{ kg/m}^3 = 85,3035 \text{ lb/ft}^3 \end{aligned}$$

Perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate umpan masuk}}{\text{densitas umpan}} \\ &= \frac{41247,6859}{85,3035} \\ &= 483,5404 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 0,1343 \text{ ft}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Dari Peter and Timmerhausse fig. 14.2 hlm. 498, didapatkan Di optimum:

$$\begin{aligned} \text{Di opt} &= 3,9 \quad (Q)0,45 \quad (\text{densitas})0,13 \\ &= 2,8168 \quad \text{in} \\ &= 0,2347 \quad \text{ft} \end{aligned}$$

Dari Geankoplis, App A.5 hlm 892, maka dipilih pipa 3 in IPS
Sch. 40 dengan ukuran:

$$\begin{aligned} - \text{ID} &= 3,068 \text{ in} = 0,256 \text{ ft} \\ - \text{OD} &= 3,5 \text{ in} = 0,292 \text{ ft} \\ - \text{A} &= 0,0513 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

f. Nozzle untuk manhole

Lubang manhole dibuat berdasarkan standart yang ada yaitu : 20 in

Berdasarkan fig. 12.2 brownell and young hlm. 221, didapatkan pipa:

$$\begin{aligned} \text{Ukuran pipa nominal (NPS)} &= 20 \text{ in} \\ \text{Diameter luar pipa} &= 28 \text{ in} \\ \text{Ketebalan flange minimum (T)} &= 2 \text{ in} \\ \text{Diameter bagian lubang menonjol (R)} &= 23 \text{ in} \end{aligned}$$

Diameter hubungan pada titik pengelasan (K)	=	20 in
Diameter hubungan pada alas (E)	=	22 in
Panjang julukan (L)	=	6 in
Diameter dalam flange (B)	=	19 in
Jumlah lubang baut	=	20 buah
Diameter baut	=	1,125 in

Dari Bownell and young tabel 12.2 hlm. 221 diperoleh dimensi flange untuk semua nozzle, dipilih flange standard type welding neck dimensi nozzle sebagai berikut:

- Nozzle A : Nozzle untuk memasukkan larutan HNO₃
- Nozzle B : Nozzle pemasukan dan pengeluaran air pendingin
- Nozzle C : Nozzle untuk sparger
- Nozzle D : Nozzle untuk mengeluarkan produk
- Nozzle E : Nozzle untuk manhole
- NPS : Ukuran pipa nominal, in
- A : Diameter luar flange, in
- T : Ketebalan flange minimum, in
- R : Diameter luar yang menonjol, in
- E : Diameter hubungan atas, in
- K : Diameter hubungan pada titik pengelasan, in
- L : Panjang julukan, in
- B : Diameter dalam flange, in

Nozzle	NPS	A	T	R	E	K	L	B
A	3,00	7,5	0,938	5	4,5	3,5	2,75	3,07
B	2,5	7	0,875	4,125	3,563	2,88	2,75	2,47
C	2,5	8	0,875	4,125	3,563	3,88	2,75	3,47
D	3	7,5	0,938	5	4,5	3,5	2,75	3,07
E	20	27,5	1,688	23	22	20	5,688	19,25

6.4. Perhitungan Sparger

Data perancangan:

Asumsi susunan lubang spray berbentuk segitiga

Luas sparger = 219,0397 in²

Superficial velocity gas = 0,00729 ft/s

Rate volumetric gas = 479,020 ft³/jam

Jarak antar lubang Pt = 1

$$\begin{aligned}
 \text{Luas satu segitiga} &= 0,5 \quad (Pt \times \sin 60) \times Pt \\
 &= 0,433 \text{ in}^2 \\
 \text{Jumlah lubang} &= \text{Luas sparger} \\
 &\quad \text{Luas satu segitiga} \\
 &= 505,8505 \text{ buah} \\
 &= 506 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

6.5. Perhitungan jaket pendingin

Dalam reaktor, reaksi terjadi adalah eksotermis dan beroperasi pada suhu 205 C, maka reaktor dilengkapi jaket dengan air pendingin sebagai media pendingin

$$- \text{ Rate massa air pendingin} = 11573,5073 \text{ kg/jam} = 25514,9541 \text{ lb/j.}$$

$$- \text{ Densitas air pendingin} = 1056 \text{ kg/m}^3 = 65,9264 \text{ lb/f}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Laju alir air} &= \frac{25514,9541}{65,9264} \\
 &= 387,0220 \text{ ft}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{V air pendingin yang dibutuhkan} &= 387,022 \text{ ft}^3/\text{jam} \times 1 \text{ jam} \\
 &= 387,022 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume air pendingin total} &= 387,022 + (387,022 \times 0,1) \\
 &= 425,7242 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Tekanan jaket (P3)} = 1 \text{ atm}$$

$$\text{Diameter dalam silinder (di)} = 6,958333$$

$$\text{Diameter luar silinder (do)} = 7,000$$

$$\text{Volume liquid dalam tangki} = 957,0129$$

$$\text{Volume tutup bawah tangki} = 0,0847 \text{ di}^3$$

$$= 28,53639 \text{ ft}^3$$

$$\text{Volume liquid di dalam silinder} = 957,0129 - 28,53639$$

$$= 928,4765 \text{ ft}^3$$

$$\text{Luas alas silinder tangki} = \frac{\pi \text{ di}^2}{4}$$

$$= 24 \text{ tg } \alpha$$

$$= 25,44916 \text{ ft}^2$$

$$\text{Tinggi liquid dalam silinder (Lls)} = \frac{928,4765}{25,4492}$$

$$= 36,48358 \text{ ft}$$

Menentukan volume silinder bagian luar

$$\begin{aligned} \text{Volume tutup bawah tangki} &= 0,0847 \text{ do}^3 \\ &= 0,0847 \times 343,0 \\ &= 29,0521 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume liquida di dalam silinder} &= \frac{\pi}{4} \text{ do}^2 \text{ Lls} \\ &= 0,4330 \times 49,0000 \times 36,4836 \\ &= 774,0948 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume liquid} &= 29,0521 + 774,0948 \\ &= 803,1469 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Volume jacket = Volume total air + volume liquida + 10 % volume liquida

$$\begin{aligned} \text{Volume jacket} &= 425,7242 + 803,1469 + 80,31469 \\ &= 1309,186 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Asumsi: $L_{sj} = 5$ di

Volume jacket = Volume silinder jacket + V tutup bawah jacket

$$\begin{aligned} 1309,186 &= \left(\frac{\pi \text{ dij}^2 L_{sj}}{4} \right) + 0,0847 \text{ di}^3 \\ &= 3,925 \text{ dij}^2 + 0,0847 \text{ dij}^3 \\ &= 4,0097 \text{ dij}^3 \\ \text{dij}^3 &= 326,5047 \text{ ft}^3 \\ \text{dij} &= 6,885939 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume tutup bawah jacket} &= 0,0847 \text{ dij}^3 \\ &= 0,0847 \times 326,5047 \\ &= 27,65495 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\text{hbj} = \left(\frac{0,5 \text{ dij}}{\text{tg } \alpha} \right) = 1,987799 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi silinder jacket (L}_{sj}) &= 5 \times 6,885939 \\ &= 34,42969 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Hj} &= L_{sj} + \text{hbj} \\ &= 34,42969 + 1,987799 \\ &= 36,41749 \text{ ft} \end{aligned}$$

Menentukan P design

$$\begin{aligned} \text{Tekanan hidrostatik (Ph)} &= \frac{\rho(H-1)}{144} \\ &= \frac{65,9264 (36,41749 - 1)}{144} \\ &= 16,21491 \text{ psia} \end{aligned}$$

$$P \text{ operasi} = 1 \text{ atm} = 14,7 \text{ psia}$$

$$\begin{aligned} P \text{ design (Pi)} &= P_h + P \text{ operasi} \\ &= 16,21491 + 14,7 \\ &= 30,91491 \text{ pia} \\ &= 16,21491 \text{ psig} \end{aligned}$$

Menentukan tebal dinding silinder jacket

$$\begin{aligned} t_{sj} &= \frac{P_i \times d_{ij}}{2 (f E - 0.6 P_i)} + C \\ &= 0,107191 \\ &= \frac{1,715055}{16} = \frac{3}{16} \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{oj} &= d_{ij} + 2t_{sj} \\ &= 83,00626 \text{ in} \end{aligned}$$

Distandarisasi melalui tabel 5.7 Brownell and Young hlm 91 diperoleh:

$$d_{oj} = 84 \text{ in} = 7,000 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} d_{ij} &= d_{oj} - 2 t_{sj} \\ &= 84 - 0,375 \\ &= 83,625 \text{ in} = 6,96875 \text{ ft} \end{aligned}$$

Cej hubungan L_{sj} dengan d_{ij}

Volume jacket = Volume silinder jacket + V tutup bawah jacket

$$\begin{aligned} 1309,186 &= \left(\frac{\pi d_{ij}^2 L_{sj}}{4} \right) + 0,0847 d_{i3} \\ &= 38,12233 L_{sj} + 28,66474 \\ L_{sj} &= 33,58979 \text{ ft} \\ \frac{L_{sj}}{d_{ij}} &= 4,82006 < 5 \text{ (memenuhi)} \end{aligned}$$

Menentukan tebal tutup bawah jacket

- Menentukan tebal tutup bawah berbentuk standard dished

- $r = 84$
- $icr = 5,125$
- $sf = 2$

Dari Brownell, persamaan 13.12 hlm. 258:

$$\begin{aligned}
 t_{ha} &= t_{ht} = \frac{0,885 \times \pi \times d_i}{f \times E - 0,6 \times \pi} + C \\
 &= \frac{0,885 \times 16,2149 \times 83,625}{18750 \times 0,8 - 0,6 \times 16,2149} + \frac{1}{16} \\
 &= 0,142554 \\
 &= 2,281 = 3 \\
 &\quad 16 \quad 16
 \end{aligned}$$

Tinggi tutup bawah (h_a):

$$\begin{aligned}
 a &= d_i/2 = 41,8125 \text{ in} \\
 AB &= a - icr = 36,6875 \text{ in} \\
 BC &= r - icr = 78,88 \text{ in} \\
 AC^2 &= BC^2 - AB^2 = 4875,29 \text{ in} \\
 AC &= 69,8233 \text{ in} \\
 b &= r - AC = 14,1767 \text{ in} \\
 h_a &= t_{ha} + b + sf = 16,3642 \text{ in}
 \end{aligned}$$

6.6. Sambungan Tutup (Head) dengan Dinding Reactor

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

1 Flange

Dari Brownell and Young, App. D-4 hlm. 342, didapatkan:

- Bahan konstruksi : *Hign Alloy Steel SA 240 Grade M type 316*
- Tensile strength minimum : 75000 psia
- Allowable stress (f) : 18750
- Type flange : *Ring flange loose type*

2 Bolting

Dari Brownell and Young, App. D-4 hlm. 344, didapatkan:

- Bahan konstruksi : *Hign Alloy Steel SA 193 Grade B8C tye 347*
- Tensile strength minimum : 75000 psia
- Allowable stress (f) : 15000

3 Gasket

Dari Brownell and Young, Fig. 12.11 hlm. 228, didapatkan

Bahan konstruksi : *Flange metal, jacketed, asbestos filled, stainle*

Gasket faktor (m) : 3,75

Min. design seating stress : 9000 psia

6.6.1. Perhitungan Tebal Gasket

Dari Brownell and Young, persamaan 12.2 hlm. 226:

$$\frac{d_o}{d_i} = \left(\frac{y - pm}{y - p(m+1)} \right)^{1/2}$$

Dimana:

- d_o : Diameter luar gasket
- d_i : Diameter dalam gasket
- y : yield stress = 9000 psia
- p : internal pressure = 14,7 psia
- m : gasket faktor = 3,75

Diketahui d_i gasket = d_o shell 84 in = 7 ft

Maka didapatkan:

$$\frac{d_o}{d_i} = \left(\frac{9000 - (14,7 \times 4)}{9000 - 14,7 (4 + 1)} \right)$$

$$\frac{d_o}{84} = 1,001646$$

$$d_o = 84,13827 \text{ in} = 7,011523 \text{ ft}$$

Lebar gasket minimum = $d_o - d_i$

$$\begin{aligned} &= \frac{84,1383 - 84}{2} \\ &= 0,069136 \text{ in} = \frac{3}{16} \text{ in} \end{aligned}$$

$$\text{Diambil gasket (n)} = \frac{3}{16} = 0,1875 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter rata-rata gasket (G)} &= d_i + n \\ &= 84,1875 \text{ in} \\ &= 7,015625 \text{ ft} \end{aligned}$$

6.6.2. Perhitungan Jumlah dan Ukuran Baut (*Bolting*)

Perhitungan beban baut

- Dari Brownell and Young, persamaan 12.88 hlm.240:

Beban gasket supaya tidak bocor (H_y)

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

- Dari Brownell and Young, fig. 12.12 hlm. 229:

Lebar gasket bawah = $b_o = n/2$

$$= 0,09375$$

- Sehingga didapat H_y :

$$\begin{aligned} H_y &= 3,14 \times 0,09375 \times 84,1875 \times 9000 \\ &= 223044,2578 \text{ lb} \end{aligned}$$

- Dari Brownell and Young, persamaan 12.90 hlm.240:

Beban baut agar tidak bocor (H_p)

$$H_p = 2 \pi b G m p$$

$$\begin{aligned} &= 2 \times 3,14 \times 0,09375 \times 84,1875 \times 3,75 \times 14,7 \\ &= 2732,292158 \text{ lb} \end{aligned}$$

- Dari Brownell and Young, persamaan 12.89 hlm. 240:

Beban karena tekanan dalam (H)

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

$$= 81786,61194 \text{ lb}$$

- Dari Brownell and Young, persamaan 12.91 hlm. 240:

Total berat beban pada kondisi operasi (W_{m1})

$$\begin{aligned} W_{m1} &= H + H_p \\ &= 84518,90409 \text{ lb} \end{aligned}$$

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

Perhitungan luas minimum *Bolting area*

- Dari Brownell and Young, persamaan 12.93 hlm.240

$$\begin{aligned} A_{m2} &= \frac{W_{m2}}{f_b} \\ &= \frac{223044,2578}{15000} \\ &= 14,86962 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan *Bolting Optimum*

- Dari Brownell and Young, tabel 10.4 hlm. 188:

$$\text{ukuran bau} = 2 \text{ in}$$

$$\text{root area} = 2,3 \text{ in}^2$$

$$\text{Jumlah Bolting optimum} = \frac{A_m}{\text{root area}}$$

$$= \frac{14,86962}{2,3}$$

$$= 6,465051 = 8 \text{ buah}$$

- Dari Browneel and Young, tabel 10.4 hlm. 188:

$$\text{Bolt spacing distance preference (Bs)} = 4,25$$

$$\text{Minimum radial distance } \textcircled{R} = 2,5$$

$$\text{Edge distance (E)} = 2 \text{ in}$$

$$\text{Bolting circle diameter } \textcircled{C} = \text{di shell} + 2 (14.5 \text{ go} + R)$$

Dimana:

$$\text{di shell} = 83,5 \text{ in}$$

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

$$= 0,25 \text{ in}$$

Maka C:

$$C = 83,5 + 12,25$$

$$= 95,75 \text{ in}$$

Diameter luar flange:

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

$$= 95,75 + 4$$

$$= 99,75 \text{ in}$$

Cek Lebar Gasket:

$$\text{Ab aktual} = \text{jumlah bols} \times \text{root area}$$

$$= 8 \times 2,3$$

$$= 18,4 \text{ in}^2$$

Lebar gasket minimum:

$$L = \frac{\text{Ab aktual} \times G}{2 \pi y}$$

$$= \frac{18,4 \times 0,003152}{2 \pi \times 0,003152}$$

$$= 0,058004 \text{ in}$$

$$= 0,058004 \text{ in}$$

Karena $L < n$, jadi perhitungan *bolting optimum* memenuhi.

Perhitungan Moment

- Dari Brownell and Young, persamaan 12.94 hlm 242, untuk keadaan *bolting up* (tanpa tekanan uap dalam)

$$\begin{aligned} W &= \left(\frac{A_m + A_b}{2} \right) f_a \\ &= \left(\frac{14,86962 + 18,4}{2} \right) 15000 \\ &= 249522,1289 \text{ lb} \end{aligned}$$

- Dari Brownell and Young, persamaan 12.101 hlm.242:

$$\begin{aligned} hg &= \frac{C-G}{2} \\ &= \frac{95,75 - 84,1875}{2} \\ &= 5,78125 \text{ in} \end{aligned}$$

Moment flange (ma):

- Dari Brownell and Young, hlm. 243:

$$\begin{aligned} Ma &= W \times hg \\ &= 249522,1289 \times 5,78125 \\ &= 1442549,808 \text{ lbin} \end{aligned}$$

- Dari Brownell and Young, persamaan 12.95 hlm. 243:

$$\begin{aligned} \text{Dalam kondisi operasi } W &= W_{ml} \\ &= 84518,90409 \text{ lb} \end{aligned}$$

Hidrastic and force pada daerah dalam flange (Hd)

- Dari Brownell and Young, persamaan 12.96 hlm. 243:

$$H_d = 0,785 B^2 p$$

Dimana:

$$B : \text{ do shell reakt} = 84 \text{ in}$$

$$p : \text{ tekanan operas} = 73,5 \text{ lb/in}^2$$

Maka:

$$\begin{aligned} H_d &= 0,785 \times 7056 \times 73,5 \\ &= 407113,56 \text{ lb} \end{aligned}$$

Jarak radial *bolt circle* pada aksi (hd)

- Dari Brownell and Young, persamaan 12.100 hlm.243

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

$$= \frac{95,75 - 84}{2}$$

$$= 5,875 \text{ in}$$

Moment Md

- Dari Brownell and Young, persamaan 12.96 hlm. 242:

$$Md = Hd \times hd$$

$$= 407113,56 \times 5,875$$

$$= 2391792,165 \text{ lb.in}$$

Dari Brownell and Young, persamaan 12.98 hlm.242:

$$Hg = W - H$$

$$= Wml - H$$

$$= 84518,90409 - 81786,61194$$

$$= 2732,292158 \text{ lb}$$

Moment Mg

- Dari Brownell and Young, persamaan 12.98 hlm. 242:

$$Mg = Hg \times hg$$

$$= 2732,292158 \times 5,78125$$

$$= 15796,06404 \text{ lb.in}$$

Dari Brownell and Young, persamaan 12.97 hlm. 242:

$$Ht = H - Hd$$

$$= 81786,61 - 407113,56$$

$$= -325327 \text{ lb}$$

Dari Brownell and Young, persamaan 12.102 hlm. 244:

$$ht = \frac{hd + hg}{2}$$

$$= 5,828125 \text{ in}$$

Moment Mt

- Dari Brownell and Young, persamaan 12.97 hlm. 242:

$$Mt = Ht \times ht$$

$$= -325327 \times 5,828125$$

$$= -1896046 \text{ lb.in}$$

Momen total pada keadaan operasi (M_o):

$$\begin{aligned} M_o &= M_d + M_g + M_t \\ &= 2391792,165 + 15796,06 + -1896046 \\ &= 511542,1099 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Karena $M_a > M_o$, maka $m_{max} = M_a = 1442549,808 \text{ lb.in}$

6.6.3. Perhitungan Tebal Flange

Dari Brownell and Young, persamaan 12.85 hlm. 239:

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

Sehingga didapatkan rumus:

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

$$k = A/B$$

Dimana:

- A : diameter luar flange = 99,75 in = 8,313
- B : diameter dalam flange = 84 in = 7
- f : stress yang diijinkan untuk bahan flan = 18750 psia

Maka:

$$\begin{aligned} k &= A/B \\ &= 1,1875 \text{ ft} \end{aligned}$$

Dari Brownell and Young, fig 12.22 hlm. 238, didapatkan:

- Y = 7,9
- M = 1442549,808 lb.in

Sehingga tebal flange:

$$\begin{aligned} t^2 &= \frac{8 \times 1442549,808}{18750 \times 84} \\ t^2 &= 7,235647 \\ t &= 4,182 \text{ in} \\ &= 0,349 \text{ ft} \end{aligned}$$

Kesimpulan Perancangan:

1. Flange

Bahan Konstruksi	:	<i>Hign Alloy Steel SA 240 Grade M type 316</i>
Tensile strength minimum	:	75000 psi
Allowable stress (f)	:	18750
Tebal flange	:	4,182 in

Diameter dalam flange (Di) :	84 in
Diameter luar flange (Do) :	84,14 in
Typen flange :	<i>Ring flange loose type</i>

2. Bolting

Bahan konstruksi :	<i>Hign Alloy Steel SA 193 Grade B8c type 347</i>
Tensile strength minimum :	75000 psia
Ukuran baut :	2 in
Jumlah baut :	8 buah
Allowable stress (f) :	15000

3. Gasket

Bahan konstruksi :	<i>Asbestos filled</i>
Gasket faktor (m) :	3,75
Min. Design seating stress (y) :	9000
Tebal Gasket :	0,188 in

6.7. Perhitungan Sistem Penyangga Reaktor

Sistem penyangga dirancang untuk penyangga beban reaktor dan perlengkapannya. Beban-beban yang ditahan oleh penyangga reaktor meliputi:

- a. Berat shell reaktor
- b. Berat tutup atas standard dishead
- c. Berat tutup bawah reaktor
- d. Berat liquid dalam reaktor
- e. Berat pengaduk dan perlengkapannya
- f. Berat jacket
- g. Berat air pendingin
- h. Berat attachment

Dasar Perhitungan:

- a. Berat shell reaktor

Rumus:

$$W_s = \phi (d_o^2 - d_i^2) H \text{ densitas}$$

Dimana:

- W_s = berat shell reaktor
- d_o = diameter luar shell = 84 in = 7 ft
- d_i = diameter dalam shell = 83,5 in = 6,958 ft
- H = tinggi shell reaktor (Ls) = 344,6 ft
- den = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³

$$\begin{aligned}
 W_s &= 3,14 (49 - 48,42) 344,6 \times 489 \\
 &= 307696,9 \text{ lb} \\
 &= 139571,3 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

b. Berat tutup atas dan bawah standard dishead

Rumus:

$$\begin{aligned}
 W_d &= 2 \times (A \times \text{densitas}) \\
 A &= 0,785 (D + m) \left((4h^2 + (D-m)^2)^{1/2} \right) + 0,785 D^2
 \end{aligned}$$

Dimana:

- W_d = berat tutup reaktor
- A = luas tutup reaktor
- t = tebal tutup ($t_{ha}=t_{hb}$) = 0,438 in
= 0,036 ft
- densitas = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³
- D = diameter dalam silinder = 83,5 in
= 6,958 ft
- h = tinggi tutup atas reaktor (h_a) = 16,58 in
= 1,382 ft
- m = flat spot diameter
= 0,5 D
= 3,479 ft

Luas tutup:

$$\begin{aligned}
 A &= 0,785 \times 53,80269 + 37,77 \\
 &= 80,00147 \text{ ft}^2 \\
 W_d &= 2 \times (80 \times 0,036 \times 489) \\
 &= 2852,552 \text{ lb} \\
 &= 6288,696 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

d. Berat liquid dala reaktor

Rumus:

$$W_l = m \times t$$

Dimana:

- m = berat larutan dalam reaktor
= 18709,83 kg/jam
- t = waktu tinggal liquid dalam reaktor
= 1 jam

Maka:

$$\begin{aligned} W_1 &= 18709,83 \times 1 \\ &= 18709,83 \text{ kg} \end{aligned}$$

e. Berat Packing

Rumus :

$$V = \frac{\pi}{4} (d_i^2 \times L)$$

Dimana :

d_i = diameter dalam packing kolom

L = tinggi packing kolom

$$\begin{aligned} V &= \frac{\pi}{4} \times 48,42 \times 4,617 \\ &= 175,5870114 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Berat tiap ft³ = 33 lb/ft³

$$\begin{aligned} W_{\text{packing}} &= 175,587 \times 33 \\ &= 5794,371 \text{ lb} = 2628,269 \text{ kg} \end{aligned}$$

f. Berat jacket

Rumus:

$$W_j = \frac{\phi (d_o^2 - d_i^2) H \text{ densitas}}{4}$$

Dimana:

- W_j = berat jacket
- D_o = diameter luar jacket = 7 ft
- D_i = diameter dalam jacket = 6,969 ft
- H = tinggi jacket = 36,42 ft
- D_e = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³

$$\begin{aligned} W_j &= \frac{3,14 \times 0,437 \times 36,42 \times 489}{4} \\ &= 6102,336 \text{ kg} \end{aligned}$$

g. Berat pendingin

W air pendingin = m t

Dimana:

- m = berat air pendingin masuk jack = 11573,51 kg/jam
- t = waktu tinggal = 1 jam



Maka:

$$W \text{ pendingin} = 11573,51 \text{ kg}$$

h. Berat attachment

Berat attachment merupakan berat dari seluruh perlengkapan seperti nozzle, d:
Dari Brownell and Young, hlm. 157:

$$W_a = 18 \% W_s$$

Dimana:

- W_a = berat attachment
- W_s = berat shell reaktor

Maka:

$$\begin{aligned} W_a &= 18 \% \cdot 139571,3 \\ &= 25122,84 \text{ kg} \end{aligned}$$

Berat total penyangga:

$$\begin{aligned} W_t &= W_s + W_d + W_l + W_p + w_i + W_j + W_a \\ &= 209996,8 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dengan faktor keamanan sebesar 10 %, maka berat total penyangga:

$$\begin{aligned} W &= W_t + 10 \% W_t \\ &= 230996,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

6.8. Perhitungan Kolom Penyangga Reaktor (Leg)

Perencanaan:

- Menggunakan 4 buah kolom penyangga
- Jenis kolom yang digunakan: = I beam

Dasar Perhitungan:

- Beban tiap kolom

Dari Brownell and Young, persamaan 10.76 hlm. 197:

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

Dimana:

- P = beban tiap kolom
- P_w = total beban permukaan karena angin
- H = tinggi vessel dari pondasi
- L = Jarak antara vessel dengan dasar pondasi
- D_{bc} = diameter anchor bolt circle
- n = jumlah support
- $\text{zigma } W$ = berat total



Reaktor diletakkan didalam ruangan, sehingga tidak dipengaruhi adanya teka
Maka berlaku rumus:

$$P_w = 0$$

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

$$= \frac{509254,8}{4}$$

$$4$$

$$= 127313,7 \text{ lb}$$

Direncanakan:

- Jarak kolom penyangga dari tanah (L) = 2 ft
- Tinggi silinder (H) = 31,48
- Panjang penyangga = 1 (H + L)
 - = 1 x 32,98
 - = 16,49 ft

Jadi, tinggi penyangga ($l_{e\xi}$) = 16,49 ft

$$= 197,9 \text{ in}$$

- Trial ukuran I beam

Trial ukuran I beam 5 " ukuran 5x3 dengan pemasangan memakai beban eks
Dari Brownell and Young, App. G-3 hlm 355, didapatkan:

- Nominal size = 6 in
- Berat = 13 lb
- Area of section (Ay) = 3,61 in²
- Depth of beam (h) = 6 in
- Width of flange (b) = 3 in
- Axis (r) = 2,46 in

Analisa terhadap sumbu Y-Y

Dengan:

- $L/r = \frac{197,9}{2,46}$

$$= 80,43$$

Karena L/r diantara 0-60, maka:

- $f_c \text{ aman} = 50082,56$
- $f_c = \frac{P}{A}$

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{127313,7}{50082,56} \\
 &= 2,542077 \text{ in}^2 < 3,61 \text{ in}^2 \text{ (memadai)}
 \end{aligned}$$

Karena $A < A$ yang tersedia, berarti trial I beam sudah memadai.

Kesimpulan perancangan leg:

- Ukuran I beam = 6 x 3 in
- Berat = 13
- Jumlah penyangga = 4
- Peletakan beban dengan beban eksentrik

6.9. Base Plate

Perencanaan:

- Dibuat base plate dengan toleransi panjang adalah 5 % dan toleransi lebar 20 % (Hesse hlm 163)
- Digunakan besi cor sebagai bahan konstruksi dari base plate.

Dasar Perhitungan:

- Luas base plate

Rumus:

$$\begin{aligned}
 Abp &= \frac{P}{fbp}
 \end{aligned}$$

Dimana:

- Abp : luas base plate
- P : beban dari tiap base plate = 127313,7 lb
- fbp : stress yang diterima oleh pondasi (bearing capacity yang terbu dari beton : 600 lb/in², Hesse, tabel 7-7 hlm. 162)

Sehingga:

$$\begin{aligned}
 Abp &= \frac{127313,7}{600} \\
 &= 212,2 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

- Panjang dan lebar base plater

$$Abp = p \times l$$

Dimana:

- Abp = luas base plate
= 212,2 in²
- p = panjang base plate
= 2m + 0,95h

$$\begin{aligned}
 - \quad l &= \text{lebar base plate} \\
 &= 2n + 0,8b
 \end{aligned}$$

Diasumsikan $m = n$ (Hesse, hlm. 163)

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

$$h = 5 \text{ in}$$

Maka:

$$Abp = (2m + 0,95h) \times (2n + 0,8b)$$

$$\begin{aligned}
 212,2 &= (2m + 4,75) \times (2m + 2) \\
 &= 4m^2 + 5m + 10m + 11,4 \\
 0 &= 4m^2 + 5m + 10m - 201 \\
 &= 4m^2 + 14,3m - 201
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus abc, didapatkan:

$$m_{1,2} = \frac{-14,3 \pm \sqrt{204,5 + 3213}}{8}$$

$$m_1 = 5,52$$

$$m_2 = -9,09$$

$$\text{diambil } m = m_1 = 5,52$$

Sehingga:

$$- \text{ Panjang base plate (p)} = 15,79 \text{ in} = 16 \text{ in}$$

$$- \text{ Lebar base plate (l)} = 13,44 \text{ in} = 14 \text{ in}$$

Dari perhitungan didapatkan:

$$\text{panjang base plate} = 16 \text{ in}$$

$$\text{lebar base plate} = 14 \text{ in}$$

Maka ditetapkan ukuran base plate yang digunakan:

$$\begin{aligned}
 A &= p \times l \\
 &= 224 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

- Peninjauan terhadap bearing capacity

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

Dimana:

$$- f = \text{bearing capacity}$$

$$- P = \text{beban tiap kolom} = 127313,7 \text{ lb}$$

$$- A = \text{luas base plate} = 224 \text{ in}^2$$

Maka:

$$f = 127313,7$$

$$= \frac{224}{568,3647} \text{ lb/in}^2$$

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

- Peninjauan terhadap harga m dan n

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

$$16 = 2m + 5$$

$$m = 5,625$$

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

$$14 = 2n + 2$$

$$n = 6$$

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

- Tebal base plate

Dari Hesse, persamaan 7-12 hlm. 163:

$$t^2 = (2E-04 p n^2)$$

Dimana:

- t = tebal base plate
- p = actual unit pressure yang terjadi pada base plate
= 8918,002 psi
- n = 5,8 in

Tebal base plate

$$t^2 = 45,00 \text{ in}$$

$$= 45 \text{ in}$$

- Ukuran baut

Beban tiap baut:

$$P \text{ baut} = P$$

$$n \text{ baut}$$

$$= 127313,7$$

$$4$$

$$= 31828,42 \text{ lb}$$

$$A \text{ baut} = P \text{ baut}$$

$$f \text{ baut}$$

Dimana f baut = stress tiap baut max = 15000 lb/in²

$$A \text{ baut} = \frac{31828,42}{15000} \\ = 2,122 \text{ in}^2$$

$$A \text{ baut} = \frac{\phi db^2}{4} \\ 2,122 = \frac{0,785 db^2}{4} \\ db^2 = \frac{2,703}{0,785} \\ db = \frac{1,644}{0,785} \text{ in} \\ = 2 \text{ in}$$

Dari Brownell and Young, tabel 10.4 hlm. 188 diperoleh:

- Ukuran baut = 2 in
- Root area = 2,3 in
- Bolt spacing min = 4,25 in
- Min radial distance = 2,5 in
- Edge distance = 2 in
- Nutt dimension = 3,125 in
- Max filled radius = 0,688 in

6.10. Perhitungan Lug dan Gusset

Perencanaan:

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

Dasar Perhitungan:

Dari Brownell and Young, fig 10.6, hlm 191:

a. Lebar Lug

$$A = \text{Lebar lug} = \text{ukuran baut} + 9 \text{ in} \\ = 11 \text{ in}$$

$$B = \text{Jarak antar gusset} = \text{ukuran baut} + 8 \text{ in} \\ = 10 \text{ in}$$

b. Lebar Gusset

$$L = \text{Lebar gusset} = 2 (\text{lebar kolom} - 0,5 \text{ ukuran baut}) \\ = 20 \text{ in}$$

$$\text{Lebar Lug atas} = a = 1 (L + \text{ukuran baut}) \\ = 11 \text{ in}$$

$$\text{Perbandingan tebal base plate} = \frac{B}{L} = \frac{10}{20} = 0,5$$

Dari Brownell and Young, tabel 10.6 hlm, 192:

$$t_1 = 0,565$$

$$e = 1 \times \text{nutt dimension} \\ = 1,563 \text{ in}$$

Tebal plate horisontal

Menentukan maksimum bending moment sepanjang sumbu radial

Dari Brownell and Young, persamaan 10.40 hlm. 192:

$$M_y = \frac{P}{4 \phi} \left((1 + u) \times \ln \frac{2L}{\phi e} + (1 - \gamma) \right)$$

Dimana:

$$P = \text{beban tiap baut} = 31828,42 \text{ lb}$$

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

$$L = \text{panjang horisontal plate bawah} = 20 \text{ in}$$

$$e = \text{radius} = 1,563 \text{ in}$$

Maka:

$$M_y = 31828,42 \left(2,728 + 0,435 \right) \\ 12,56 \\ = 8015,088 \text{ lb}$$

M_y disubstitusikan ke Brownell persamaan 10.41, hlm. 193:

$$t_{hp2} = \frac{6 \times 8015,088}{12000} \\ = 4,008 \text{ in}^2$$

$$t_{hp} = 2,002 \text{ in}$$

Maka digunakan plate dengan tebal = 2,002 in

a. Tebal Plate Vertikal (Gusset)

Dari Brownell fig. 10.6, hlm. 191, dan persamaan 10.47, hlm. 194

$$\text{diperoleh tebal gusset minimal} = \frac{3}{8} t_{hp} = 0,751 \text{ in}$$

b. Tinggi Gusset

$$h_g = A + \text{ukuran baut} \\ = 13 \text{ in}$$

c. Tinggi Lug

$$\text{Tinggi Lug} = h_g + 2t_{hp} = 17 \text{ in}$$

Kesimpulan perancangan lug dan gesset

Lug

- Lebar = 11 in
- Tinggi = 17 in
- Tebal = 2,002 in

Gusset

- Lebar = 20 in
- Tinggi = 13 in
- Tebal = 0,751 in

6.11. Perhitungan Pondasi

Perencanaan:

- Beban total harus ditahan pondasi:
 - a. Berat reaktor total
 - b. Berat kolom penyangga
 - c. Berat base plate
- Ditentukan:
 - masing-masing penyangga diberi pondasi
 - spesifik untuk semua penyangga sama

Dasar Perhitungan:

- $W = 230996,5 \text{ kg}$
 $= 104779,3 \text{ lb}$
- Beban yang harus ditanggung tiap kolom

Rumus:

$$W_{bp} = p \cdot l \cdot t \cdot \text{densitas}$$

Dimana:

- $p = \text{panjang base plate} = 16 \text{ in} = 1,333 \text{ ft}$
- $l = \text{lebar base plate} = 14 \text{ in} = 1,167 \text{ ft}$
- $t = \text{tebal base plate} = 45 \text{ in} = 3,75 \text{ ft}$

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

Beban yang ditanggung tiap kolom:

$$W_{bp} = 2853 \text{ lb}$$

- Beban tiap penyangga

Rumus:

$$W_p = L \cdot A \cdot F \cdot \text{densitas}$$

Dimana:

- L = tinggi kolom = 16,49 ft
- A luas kolom I beam = 3,61 in = 0,301 ft
- F faktor koreksi = 1
- densita densitas bahan konstruksi = 489 lb/ft³

Beban tiap penyangga:

$$W_p = 2425,562 \text{ lb}$$

- Beban total harus ditahan pondasi:

$$W_t = 110057,4 \text{ lb}$$

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

- Luas atas = 20 x 20 in
 - Luas bawah = 40 x 40 in
 - Tinggi = 10 in
 - Luas permukaan rata-rata
- $$A = \left(\frac{20 \times 20}{2} \right) + \left(\frac{40 \times 40}{2} \right)$$
- $$= 800 \text{ in}^2$$
- Volume pondasi:
- $$V = A \times t$$
- $$= 8000 \text{ in}^3$$
- $$= 4,63 \text{ ft}^3$$
- Berat pondasi
- $$W = v \times \text{densitas}$$

Dimana:

$$\text{Densitas} = \text{densitas semen}$$

$$= 144 \text{ lb/ft}^3$$

Maka:

$$W = 666,6667 \text{ lb}$$

- Tekanan tanah:

Pondasi didirikan diatas semen sand dan gravel, denga:

- save bearing minimum = 5 ton/ft²
- save bearing maximum = 10 ton/ft²

Kemampuan tekanan tanah sebesar: $5 < P > 10$

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

$$= 20000 \text{ lb/ft}^2$$

$$= 138,8889 \text{ lb/in}^2$$

Tekanan pada tanah:

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

A

Dimana:

- W = berat beban total + berat pondasi
- A = luas bawah pondasi
= 1600 in²

Sehingga:

$$P = \frac{110057,4 + 666,6667}{1600}$$

$$= 69,2 \text{ lb/in}^2$$

Karena tekanan yang diberikan oleh tanah lebih kecil daripada kemampuan tanah, menahan pondasi, maka ukuran (20x20) luas atas dan (40x40) luas bawah dengan tinggi pondasi 10 in dapat digunakan.

Spesifikasi Peralatan:

- Nama alat : Reaktor
 Kode : R-110
 Fungsi : Tempat terjadinya reaksi antara gas Ammonia (NH₃) dengan asam nitrat (HNO₃)
 Type : Silinder tegak dengan tutup atas dan bawah berbentuk standar dis

- Kondisi operas :
- Temperatur = 205 C
 - Tekanan = 5 atm
 - Waktu operasi = 1 jam
 - Fase = gas-liquid

Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA Grade M type 316*

Jenis pengelasan : *Double Welded butt joint*

A. Dimensi Reaktor:

- do = 84 in - tha = thb = 0,4375 in
- di = 83,5 in - ha = 16,5814 in
- Ls = 344,5579 in - OA = 16,5814 in
- ts = 0,25 in

$$\text{Tinggi reaktor} = 31,4767 \text{ ft}$$

B. Dimensi packing:

Packing type	:	Pall Ring
Z (tinggi packing)	:	55,4081 in
Type	:	Perforated Plate (Ludwig, hal 131)
Diameter reaktor	:	83,5 in 6,958333 ft
Diameter of plate	:	81 in 6,75 ft
Tebal Plate	:	5,958333 in 0,496528 ft
Jumlah lubang	:	179,3333 buah
Diameter lubang	:	3,5 in 0,291667 ft
% free area	:	0,665168
Bahan	:	Steel SA - 238
Densitas bahan	:	31,43008 lb/ft ³

C. Dimensi Nozzle:

- Nozzle A : Nozzle untuk memasukkan larutan HNO₃
- Nozzle B : Nozzle pemasukan dan pengeluaran air pendingin
- Nozzle C : Nozzle untuk sparger
- Nozzle D : Nozzle untuk mengeluarkan produk
- Nozzle E : Nozzle untuk manhole
- NPS : Ukuran pipa nominal, in
- A : Diameter luar flange, in
- T : Ketebalan flange minimum, in
- R : Diameter luar yang menonjol, in
- E : Diameter hubungan atas, in
- K : Diameter hubungan pada titik pengelasan, in
- L : Panjang julukan, in
- B : Diameter dalam flange, in

Nozzle	NPS	A	T	R	E	K	L	B
A	3	7,5	0,938	5	4,5	3,5	2,75	3,07
B	2,5	7	0,875	4,125	3,563	2,88	2,75	2,47
C	2,5	8	0,875	4,125	3,563	3,88	2,75	3,47
D	3	7,5	0,938	5	4,5	3,5	2,75	3,07
E	20	27,5	1,688	23	22	20	5,688	19,25

D. Dimensi Sparger:

Luas sparger	=	219,0397 in ²
Superficial velocity gas	=	0,00729 ft/s

Rate volumetric gas	=	479,0201 ft ³ /jam
Jarak antar lubang Pt	=	1
Luas satu segitiga	=	0,433 in
Jumlah lubang	=	506 buah

E. Dimensi Sambungan Tutup

1 Flange

Bahan Konstruksi	:	<i>Hign Alloy Steel SA 240 Grade M type 316</i>
Tensile strength minimum	:	75000 psi
Allowable stress (f)	:	18750
Tebal flange	:	4,182 in
Diameter dalam flange (Di)	:	84 in
Diameter luar flange (Do)	:	84,14 in
Typer flange	:	<i>Ring flange loose type</i>

2. Bolting

Bahan konstruksi	:	<i>Hign Alloy Steel SA 193 Grade B8c type 347</i>
Tensile strength minimum	:	75000 psia
Ukuran baut	:	2 in
Jumlah baut	:	8 buah
Allowable stress (f)	:	15000

3. Gasket

Bahan konstruksi	:	<i>Asbestos filled</i>
Gasket faktor (m)	:	3,75
Min. Design seating stress (y)	:	9000
Tebal Gasket	:	0,188 in



BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

Instrumentasi dan keselamatan kerja adalah dua faktor yang penting dalam suatu industri guna meningkatkan kualitas dan kuantitas produk. Instrumentasi digunakan untuk mengontrol jalannya suatu proses agar dapat dikendalikan sesuai yang diinginkan. Sedangkan keselamatan kerja juga harus diperhatikan untuk mencegah kerugian nyawa, materi, alat-alat, sarana, dan prasarana pabrik yang dapat timbul sewaktu-waktu. Dengan pertimbangan tersebut perlu adanya suatu bagian yang berfungsi untuk mengontrol peralatan proses dan manajemen tentang keselamatan kerja.

Dalam pengaturan dan pengendalian kondisi operasi dan peralatan proses sangatlah diperlukan adanya peralatan (instrumentasi) kontrol. Di mana instrumentasi ini merupakan suatu alat penunjuk atau indikator, suatu perekam, atau suatu pengontrol (controller). Dalam industri kimia banyak variabel yang perlu diukur dan dikontrol, seperti tekanan, temperatur, ketinggian cairan, kecepatan aliran, dan sebagainya.

Instrumentasi dan keselamatan kerja didalam pabrik merupakan bagian yang sangat penting dalam proses industri. Dengan keselamatan kerja dan disiplin yang tinggi akan menjamin kelangsungan proses pabrik. Demikian juga instrumen yang memadai akan menjamin proses berlangsung lebih baik.

7.1 Instrumentasi

Instrumentasi merupakan bagian yang penting dalam pengendalian proses suatu pabrik industri. Dengan adanya instrumentasi yang memadai, maka bagian-bagian dari pabrik yang penting memerlukan pengendalian operasi/proses. Pengendalian operasi/proses meliputi keseluruhan unit pabrik maupun hanya pada beberapa unit pabrik yang benar-benar diperlukan secara cermat dan akurat. Pengetahuan akan pemilihan alat-alat pengendalian proses ini penting karena menyangkut harga peralatan itu sendiri yang cukup mahal.

Umumnya instrumentasi dibagi berdasarkan proses kerjanya menjadi :

1. Proses Manual

Untuk proses manual, peralatan yang digunakan hanya terdiri atas instrumen penunjuk dan pencatat saja.



2. Proses Otomatis

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

a. Sensing element / Primary element

Merupakan elemen yang dapat mendeteksi adanya perubahan dari variabel yang diukur.

b. Elemen pengukur

Merupakan elemen yang menerima keluaran dari elemen primer dan melakukan pengukuran. Yang termasuk dalam elemen pengukur adalah alat-alat penunjuk / indicator dan alat – alat pencatat.

c. Elemen pengontrol

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

d. Elemen proses sendiri

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

Pada pra rencana pabrik ini, instrumen yang digunakan adalah alat kontrol manual dan alat kontrol otomatis. Hal ini tergantung dari sistem peralatan dan faktor pertimbangan teknis maupun ekonomis. Tujuan penggunaan instrumentasi ini diharapkan akan tercapai hal-hal berikut ini :

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

Faktor- faktor yang perlu diperhatikan dalam instrumentasi yaitu :

- Level Indikator
- Range yang diperlukan untuk pengukuran
- Ketelitian yang dibutuhkan

- Bahan konstruksi
- Pengaruh pemasangan instrumentasi pada kondisi proses
- Faktor ekonomi

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

Dalam suatu pabrik atau perusahaan, kelancaran sistem kerja peralatan proses yang sesuai dengan rancangan adalah suatu hal yang sangat penting. Namun karena pada prakteknya keadaan tidak selalu ideal, maka hal itu sulit dicapai. Operasi proses dikatakan normal jika kondisi yang telah dirancang bisa memenuhi selama proses berlangsung.

Untuk memperoleh kinerja peralatan yang baik, dalam jangka waktu tertentu dilakukan shut down maintenance yaitu penghentian seluruh peralatan proses untuk pembersihan dan perbaikan. Setelah pemeliharaan dan pembersihan ini selesai maka proses ini bisa kembali dijalankan (start up). Pada masa start up ini diharapkan proses berjalan lebih baik.

Selain pemeliharaan dan perawatan secara berkala, adanya alat – alat kontrol pada peralatan tertentu sangat membantu menciptakan kondisi operasi yang ideal. Alat kontrol ini ada juga yang bekerja secara otomatis sehingga membantu mempermudah pengoperasian.

Pada pra rencana pabrik ammonium nitrat ini dipasang beberapa alat control sebagai berikut:

1. Level Control (LC)

Alat ini dipasang pada peralatan proses yang bekerja secara kontinu. Alat ini berfungsi menjaga ketinggian fluida yang ada dalam tangki agar tidak melebihi batas yang telah ditentukan.

2. Level Indikator (LI)

Alat ini berfungsi untuk mengetahui ketinggian fluida yang ada dalam tangki agar tidak melebihi batas yang telah ditentukan dan mengetahui masih ada tidaknya ketersediaan bahan dalam tangki

3. Temperature Indikator Controller (TIC)

Alat ini dipasang pada peralatan yang perlu pengaturan dan penjagaan suhu agar beroperasi pada temperature konstan

4. Flow Controller (FC)

Alat ini dipasang untuk mengendalikan laju alir fluida melalui perpipaan sehingga aliran yang masuk ke peralatan proses tetap konstan

5. Pressure Controller (PC)

Alat ini dipasang pada alat yang perlu penjagaan tekanan agar beroperasi pada tekanan konstan

6. Weight Controller (WC)

Alat ini dipasang pada alat yang memerlukan penjagaan pada berat bahan masuk agar tetap konstan

7. Flow Ratio Controller (FRC)

Dipasang pada alat untuk mengendalikan laju alir fluida melalui perpipaan sehingga aliran yang masuk ke peralatan proses tetap konstan

Tabel 7.1 Instrumentasi Peralatan Pabrik

No	Nama Alat	Kode Alat	Kode Instrumentasi
1	Storage HNO ₃	F-111	LI
2	Tangki Pengencer	M-113	FRC, LC
3	Heater 1 HNO ₃	E-115A	TIC
4	Heater 2 HNO ₃	E-115B	TIC
5	Storage NH ₃	F-116	PC
6	Ekspander	E-117	PC
7	Heater 1 NH ₃	E-118A	TIC
8	Heater 2 NH ₃	E-118B	TIC
9	Reaktor	R-110	FRC, TC, FC
10	Separator	H-122	FI
11	Cooling Chamber	D-120	FI
12	Vibrating Screen	H-135	WC
13	Bag Penampung	F-136	WC
13	Bin Ammoniumnitrat	F-142	WC
14	Hooper Clay	F-143	WC

7.2 Keselamatan kerja

Dalam perencanaan suatu pabrik, keselamatan kerja merupakan hal yang sangat penting yang harus diperhatikan menyangkut kelancaran dan keselamatan kerja karyawan yang baik dan teratur secara psikologis akan memberikan rasa aman dan tenang pada karyawan dalam bekerja sehingga kontinuitas dan efektifitas kerja dapat terjamin.

Tindakan penjagaan keselamatan dan keamanan suatu pabrik tidak hanya ditujukan kepada para pekerjanya saja, tetapi juga ditujukan pada peralatan pabrik itu sendiri. Bagi para pekerja dituntut rasa kedisiplinannya maupun berhati-hati dalam melakukan pekerjaan, demikian pula peralatan yang ada di dalam pabrik tersebut harus kuat, tidak mudah rusak, tidak mudah bocor dan tidak mudah terbakar.

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja adalah :

a. Lingkungan fisik

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

b. Latar belakang kerja

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

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

c. Sistem manajemen

Sistem manajemen ini merupakan unsur terpenting, karena menjadi pengatur kedua unsur di atas. Kesalahan sistem manajemen dapat menyebabkan kecelakaan kerja yang disebabkan karena, antara lain :

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

Secara umum pada Pra Rencana Pabrik Benzaldehida ini ada 3 macam bahaya yang dapat terjadi dan harus mendapatkan perhatian pada perencanaan, yaitu :

- a. Bahaya kebakaran dan peledakan
- b. Bahaya mekanik
- c. Bahaya terhadap kesehatan dan jiwa manusia.

7.2.1. Bahaya Kebakaran dan Peledakan

Pencegahan terhadap bahaya kebakaran dan ledakan bertujuan untuk memperkecil kemungkinan adanya kecelakaan yang mengakibatkan terjadinya luka, kematian, kerusakan pada peralatan serta terhentinya proses produksi. Hal – hal yang harus diperhatikan dalam mengatasi bahaya ini adanya pencegahan, pengontrolan jika terjadi kebakaran dan pemadam kebakaran.

Kebakaran biasanya disebabkan oleh adanya nyala terbuka pada unit utilitas, bengkel dan sebagainya. Disamping itu mungkin adanya loncatan api yang disebabkan oleh aliran listrik pada panel – panel misalnya stop kontak, saklar atau instrumentasi lainnya.

Beberapa cara mencegah terjadinya bahaya dari peledakan antara lain :

- Penempatan bahan – bahan yang mudah terbakar dan meledak ditempat yang tertutup dan jauh dari sumber api.
- Larangan merokok dilingkungan pabrik, kecuali pada tempat – tempat yang telah disediakan.
- Penempatan pipa air yang melingkari seluruh lokasi pabrik.
- Penempatan kabel dan kawat listrik yang diatur rapi dan jauh dari tempat panas.
- Pemasangan alat pemadam kebakaran disetiap tempat yang paling rawan dan pemasangannya harus pada tempat yang mudah dijangkau.

7.2.2. Bahaya Mekanik

Bahaya mekanik biasanya disebabkan oleh pengerjaan konstruksi yang tidak memenuhi. Bentuk kerusakan yang umum adalah karena panas dan ledakan. Kejadian ini selain mengakibatkan kerugian material juga dapat mengakibatkan cacat atau meninggalnya pekerja. Secara umum tindakan pencegahan yang dilakukan untuk menghindari bahaya mekanik adalah :

- Pemasangan tanda – tanda bahaya dan instruksi keselamatan kerja di tempat – tempat yang dianggap berbahaya.

- Pengaturan peralatan sedemikian rupa sehingga para pekerja dapat mengoperasikannya dengan aman.
- Sistem penerangan yang baik.

Beberapa kemungkinan kecelakaan mekanik :

a. Tangki – tangki

Bahaya yang paling besar adalah tangki – tangki yang bertekanan tinggi.

Hal – hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah kecelakaan adalah :

- Perencanaan tangki harus sesuai dengan aturan yang berlaku termasuk pemilihan bahan konstruksi, memperhitungkan faktor – faktor korosi dan lain – lain.
- Penempatan furnace pada tempat yang jauh dari kerumunan pekerja.
- Pemasangan alat kontrol yang baik dan sesuai yaitu pressure kontrol, level kontrol dan temperatur kontrol.

b. Reaktor

Hal – hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah kecelakaan adalah :

- Perencanaan reaktor harus sesuai dengan ketentuan – ketentuan yang berlaku mengenai bahan konstruksi, faktor korosi dan lain – lain.
- Perencanaan isolasi harus baik dengan memperhatikan perpindahan panas yang terjadi karena reaksi bersifat endotermis.
- Pemasangan alat kontrol yang baik dan sesuai, temperatur kontrol, pressure kontrol, flow kontrol dan lain – lain.

c. Perpipaan

Kecelakaan yang terjadi karena perpipaan antara lain karena kebocoran zat – zat yang berbahaya.

Hal – hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- Pemasangan pipa hendaknya pada tempat yang tinggi atau ditempat – tempat yang jarang dilalui pekerja dan diusahakan pemasangan pipa tidak didalam tanah karena menimbulkan kesulitan bila terjadi kebocoran.
- Sebelum dipakai hendaknya dicoba kekuatan tekanan dan kekuatan terhadap suhu, terutama pada daerah sambungan.
- Pemasangan valve yang mudah terjangkau.
- Pemasangan isolasi yang baik untuk mencegah kecekaan luka bakar karena tersentuh, juga untuk mencegah lolosnya panas dalam proses.

7.2.3. Bahaya terhadap Kesehatan

Bahaya yang terjadi umumnya berasal dari bahan baku, bahan yang diproses dan produk yang beracun. Sehingga pekerja yang menangani hal ini perlu menggunakan sarung tangan dan masker pelindung.

Tabel 7.2. Alat – alat pelindung keselamatan kerja pada Pabrik Amoniumnitrat

No.	Alat pelindung	Lokasi penggunaan
1.	Masker	Storage, laboratorium
2.	Helm Pengaman	Semua unit proses
3.	Sarung tangan	Storage, laboratorium
4.	Sepatu bot	Semua proses
5.	Isolasi panas	Storage, unit proses
6.	Baju khusus (Jas lab)	Laboratorium
7.	Pemadam kebakaran	Semua unit proses

7.3 Perlakuan Proses dan Bahan Berbahaya

Untuk proses dan bahan-bahan yang berbahaya memerlukan perlakuan dan peralatan yang perlu diperhatikan secara khusus :

1. Asam Nitrat

Asam nitrat merupakan zat kimia yang sangat berbahaya, karena bersifat korosif dan menyebabkan luka bakar bila kontak dengan bahan ini. Asam nitrat juga bersifat volatile, sedangkan uap bahan ini terhirup kedalam pernafasan dapat menyebabkan kematian. Oleh sebab itu penyimpanannya harus dilakukan di dalam tangki yang tertutup dan berada di tempat terbuka yang jauh dari keramaian. Para pekerja yang menangani bahan ini dilengkapi dengan sarung tangan, pakaian dan masker pelindung.

2. Gas Amonia

Ammonia merupakan gas yang berbahaya, terutama yang berkonsentrasi tinggi. Menghirup gas ini yang memiliki konsentrasi tinggi dapat menyebabkan pembengkakan saluran pernafasan dan sesak nafas. Terkena ammonia pada konsentrasi 0,5% selama setengah jam dapat menyebabkan kebutaan. Penyimpanan harus dilakukan didalam tangki yang tertutup dan berada ditempat yang terbuka. Para pekerja yang menangani bahan ini harus dilengkapi dengan sarung tangan dan masker pelindung untuk menghindari keracunan.

3. Amonium nitrat

Amonium nitrat sebenarnya bukan tergolong bahan kimia yang beracun, namun jika bahan ini terdekomposisi atau teroksidasi karena panas yang tinggi, maka amoniumnitrat akan berubah menjadi gas nitrogen oksida yang bersifat sebagai racun. Oleh sebab itu para pekerja yang menangani bahan ini harus menggunakan masker pelindung dan sarung tangan karena sifatnya yang higroskopis.

BAB VIII

UTILITAS

Unit utilitas merupakan salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang jalannya proses produksi dalam industri kimia. Unit utilitas yang diperlukan pada Pra Rencana Fabrik Ammonium Nitrat ini, antara lain:

- Air yang berfungsi sebagai air pendingin (*cooling water*), air umpan boiler, aersanitasi.
- Steam yang berfungsi sebagai media pemanas dalam proses produksi.
- Listrik yang berfungsi menjalankan alat-alat produksi dan untuk penerangan.
- Dowtherm A yang digunakan untuk mendinginkan reaktor
- Bahan bakar untuk mengoperasikan boiler.

Dari kebutuhan unit utilitas yang diperlukan, maka utilitas tersebut dibagi menjadi lima unit, antara lain:

1. Unit penyediaan air
2. Unit penyediaan steam
3. Unit penyediaan tenaga listrik
4. Unit penyediaan Dowtherm A
5. Unit penyediaan bahan bakar

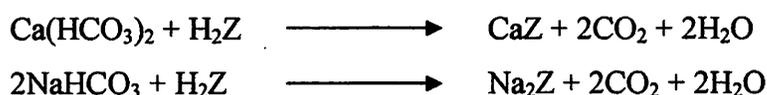
8.1. Unit Penyediaan Air

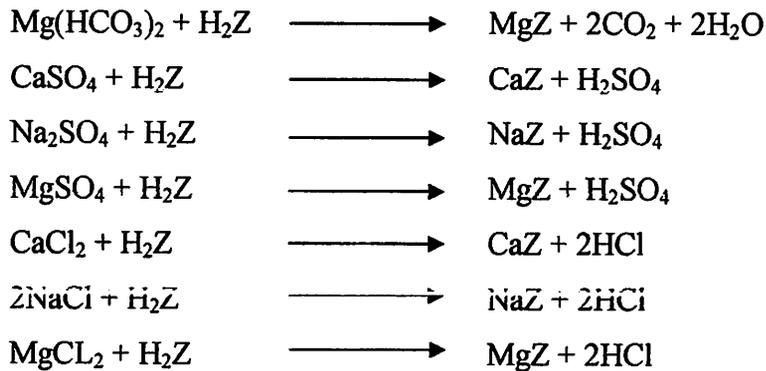
Air sungai digunakan untuk memenuhi kebutuhan air proses, air sanitasi, air pendingin, dan air umpan boiler. Adapun proses pengolahannya adalah:

Air dipompa (L-111) menuju bak penampung (F-110). Air pada bak air bersih siap untuk diolah lagi sesuai dengan fungsinya masing-masing yaitu:

a. Pengolahan air umpan boiler

Pelunakan air dilakukan dengan proses pertukaran ion dalam demineralizer yang terdiri dari dua tangki yaitu tangki kation exchanger (D-220A) dan tangki kation exchanger (D-220B). Kation exchanger yang digunakan adalah resin zeolit (Hydrogen exchanger) dan anion exchanger yang digunakan adalah de-acidite (DOH). Air dari bak penampung air bersih akan dialirkan dengan pompa (L-112) menuju tangki kation exchanger sehingga terjadi reaksi :





Ion-ion bikarbonat, sulfat, dan klor akan diikat oleh ion Z membentuk CO_2 dan air, H_2SO_4 , dan HCl . Selanjutnya air ini dialirkan ke tangki anion exchanger untuk menghilangkan anion-anion yang tidak dikehendaki dengan reaksi:



Jadi keluaran dari kation-anion exchanger adalah garam-garam kalsium, natrium, dan magnesium terikat oleh ion kation exchanger dalam bentuk CaZ , NaZ , dan MgZ . Sedangkan H_2SO_4 , HCl , HNO_3 akan terikat oleh anion exchanger dalam bentuk D_2SO_4 , DCl , DNO_3 . sehingga setelah keluar dari kation-anion exchanger tersebut air telah terbebas dari ion-ion pengganggu. Keluar dari tangki kation-anion exchanger air dialirkan pada bak air lunak (F-221). Air lunak ini digunakan sebagai air umpan boiler, yaitu dipompa (L-222) ke dalam tangki deaerator (D-223) untuk menghilangkan gas-gas impurities pada air umpan boiler dengan pemanasan steam. Setelah itu air dipompa (L-224) kedalam boiler (Q-225) untuk dirubah menjadi steam. Steam yang terbentuk dialirkan ke peralatan, dan kondensat yang dihasilkan direcycle ke dalam bak air lunak.

b. Pengolahan air pendingin

Air dari bak air bersih (F-110) dipompa (L-231) menuju bak air pendingin (F-232). Keluar itu air dipompa menuju peralatan dengan pompa (L-233) dan air sisa pendingin didinginkan kembali pada cooling tower (F-230) dan air tersebut dialirkan kembali ke bak air pendingin sebagai recycle.

c. Pengolahan air sanitasi

Air dari bak air bersih dipompa (L-241) menuju bak klorinasi (F-240) dan ditambahkan desinfektan Cl_2 sebanyak 1 ppm. Dari bak klorinasi tersebut dipompa (L-242) dan digunakan sebagai air sanitasi.

d. Air proses

Air proses diambil dari bak (F-221) dan kemudian dipompa (L-226) dan dialirkan sebagai air proses.

8.1.1. Air Pendingin

Air yang berfungsi sebagai pendingin pada proses ini dibutuhkan sebanyak 2.534,3136 kg/jam. Air digunakan sebagai media pendingin dengan alasan sebagai berikut:

- Air merupakan materi yang banyak tersedia
- Mudah dikendalikan dan mudah dalam penggunaannya
- Dapat menyerap panas dengan baik
- Tidak mudah menyusut karena pendinginan
- Tidak mudah terkondensasi

Adapun syarat-syarat air yang digunakan sebagai media air pendingin, sebagai berikut:

- Jernih, maksudnya air harus bersih, tidak terdapat partikel-partikel kasar seperti pasir, tanah dan lumut yang dapat menyebabkan air kotor.
- Tidak menyebabkan korosi
- Tidak mengandung zat-zat organik

8.1.2. Air Umpan Boiler

Air umpan boiler merupakan bahan baku yang berfungsi sebagai media pemanas. Kebutuhan steam sebesar 13.238,3738 kg/jam. Air umpan boiler yang disediakan dengan excess 20% sebagai pengganti steam yang hilang yang diperkirakan adanya kebocoran akibat transmisi 20%. Sehingga kebutuhan airumpan boiler sebanyak 13.906,1849 kg/jam.

Air untuk keperluan ini harus memenuhi syarat-syarat agar air yang digunakan tidak merusak boiler. Syarat-syaratnya antara lain:

- Tampak – jernih
- Karbondioksida = sangat kecil
- Silika = 0,02 ppm
- Besi = 0,02 ppm
- Tembaga = 0,5 ppm
- Oksigen = 0,02 mg/L

- Kesadahan = sangat kecil
- Minyak = 0,5 ppm

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

- Zat-zat yang menyebabkan korosi, yaitu gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3 .
- Zat-zat yang menyebabkan busa, yaitu zat organik, anorganik dan zat-zat tak larut dalam jumlah yang besar.

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

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

8.1.3. Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk memenuhi kebutuhan karyawan, laboratorium, taman, dan kebutuhan air lainnya. Air sanitasi yang dibutuhkan sebesar 6.206,3266 kg/jam. Air sanitasi yang dipergunakan harus memenuhi syarat kualitas sebagai berikut:

a. Syarat Fisik

- Berada di bawah suhu udara
- Tidak berwarna
- Tidak berasa
- Tidak berbau
- pH netral
- Tidak berbusa

b. Syarat kimia

- Tidak mengandung logam berat seperti Pb, As, Cr, Cd, Hg
- Tidak mengandung zat-zat kimia beracun

c. Syarat mikrobiologis

Tidak mengandung kuman maupun bakteri, terutama bakteri patogen.

8.2. Unit Penyediaan Steam

Bahan baku pembuatan steam adalah air umpan boiler. Steam yang dibutuhkan dalam proses ini mempunyai kondisi :

- Tekanan = 54,3 atm

- Temperatur = 270 °C

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

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

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler:

- a. Tidak boleh membuih (berbusa)

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

- Kesulitan pembacaan tinggi liquida dalam boiler
- Buih dapat menyebabkan percikan yang kuat yang mengakibatkan adanya solid - solid yang menempel sehingga mengakibatkan terjadinya korosi

- b. Tidak boleh membentuk kerak dalam boiler

Kerak dalam boiler dapat menyebabkan:

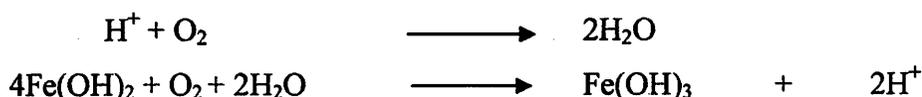
- isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat
- kerak yang terbentuk dapat sewaktu-waktu pecah sehingga dapat menimbulkan kebocoran karena boiler mendapat tekanan yang kuat

- c. Tidak boleh meyebabkan korosi pada pipa

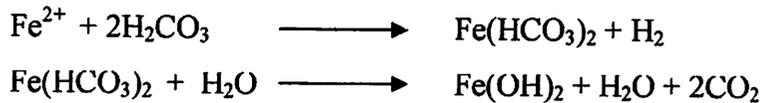
Korosi pada pipa boiler disebabkan oleh keasaman (pH rendah), minyakdan lemak, bikarbonat dan bahan organik, serta gas-gas H₂S, SO₂, NH₃, CO₂, O₂ yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan pipa yaitu:



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



Adanya bikarbonat dalam air akan membentuk CO_2 , karena pemanasan dan adanya tekanan, CO_2 yang terjadi akan bereaksi dengan air membentuk asamkarbonat. Asam karbonat tersebut akan bereaksi dengan garam bikarbonat. Dengan adanya pemanasan, garam bikarbonat ini akan membentuk CO_2 lagi.



8.3. Unit Penyediaan Tenaga Listrik

Kebutuhan listrik disuplai dari PLN dan generator. Kebutuhan listrik pada Pra Rencana Pabrik Ammonium Nitrat digunakan untuk:

- keperluan proses dan utilitas
- keperluan penerangan seluruh area pabrik

Dari Appendix D, didapatkan daya listrik yang dibutuhkan untuk Pra Rencana Pabrik Ammonium Nitrat adalah sebesar 377 KWH yang meliputi:

- proses: 187 kWH
- penerangan: 190 kWH

Kebutuhan listrik tersebut dipenuhi oleh PLN dan pabrik ini memiliki satu buah generator 2000 KVA.

8.4. Unit penyediaan Refigerant

Refrigerant yang digunakan adalah dowtherm A. Kebutuhan dowtherm A adalah 11.610,7800 kg/jam. Dowtherm A merupakan senyawa organik dengan rumus kimia $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{O}(\text{C}_6\text{H}_5)_2$. Dowtherm A merupakan campuran dari 75 % berat difenoloksida dan 2,65 % berat fenil. Senyawa ini tidak berwarna pada suhu kamar dan dapat digunakan selama beberapa tahun sebagai media pendingin atau pemanas pada suhu 343 °C tanpa mengalami dekomposisi. Dowtherm A mempunyai suhu lebih besar dari pada air yaitu 12-257,1 °C sehingga dapat menyerap panas lebih besar jika digunakan sebagai pendingin. Karena pada reaktor terjadi pengeluaran panas yang besar maka pendingin yang digunakan adalah dowtherm A keuntungan dowtherm A adalah:

- Range suhu besar
- Merupakan liquids yang stabil pada suhu tinggi
- Tidak bereaksi dengan logam yang biasanya digunakan untuk perpindahan panas
- Tidak beracun

8.5. Unit penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar merupakan bahan padat, cair maupun gas yang dapat bereaksi dengan oksigen secara eksotermal. Bahan bakar yang dipakai dalam Pra Rencana Pabrik Ammonium Nitrat adalah solar dengan kebutuhan total bahan bakar 1.129,8290 L/jam.



BAB IX

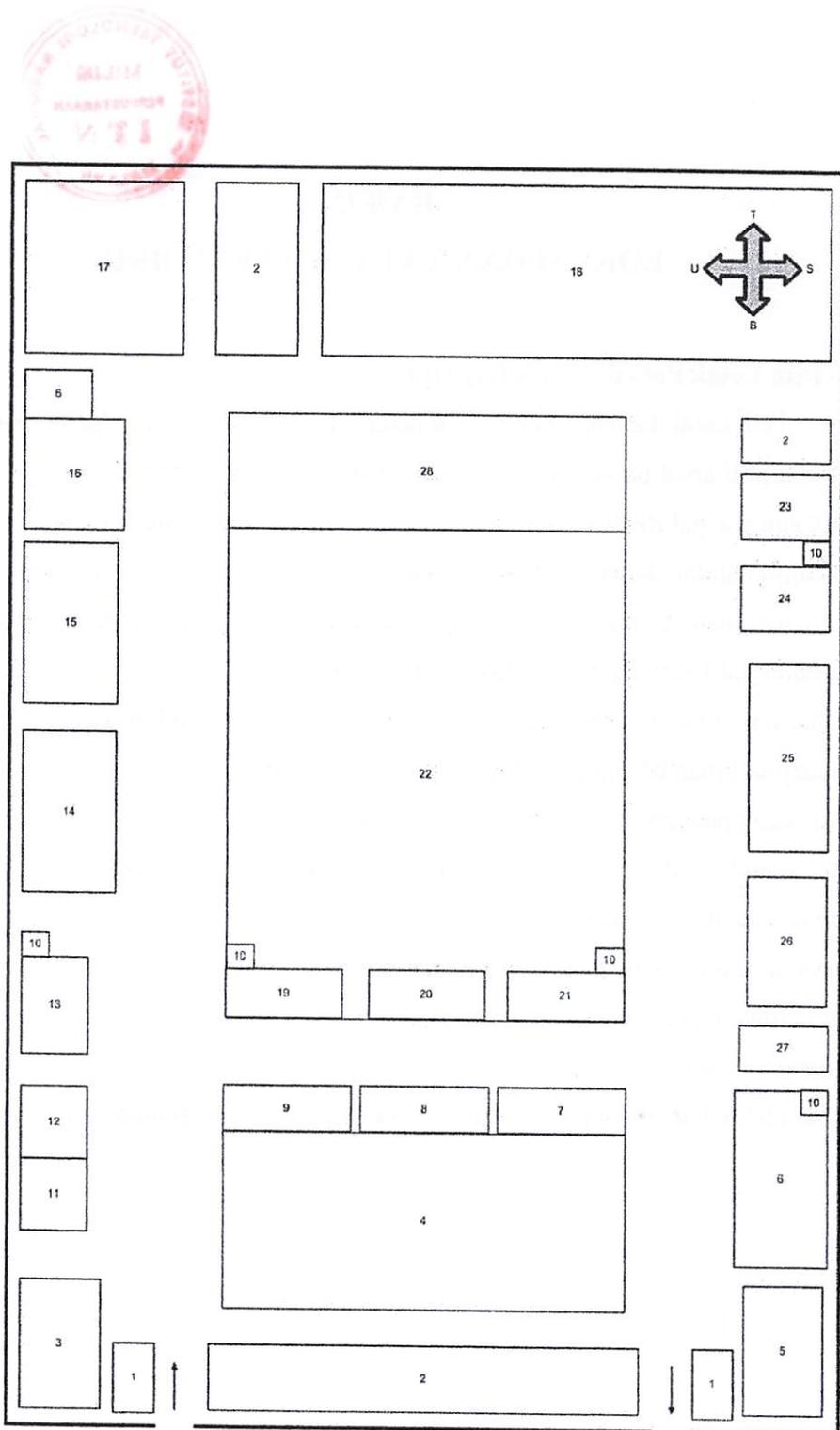
LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

9.1. Tata Letak Pabrik (Plant Lay Out)

Tata Letak Pabrik adalah suatu peletakan bangunan dan peralatan dalam pabrik, yang meliputi areal proses, areal penyimpanan, dan areal material handling, sedemikian rupa sehingga pabrik bisa beroperasi secara efektif dan efisien. Hal-hal khusus yang harus diperhatikan dalam pengaturan tata letak pabrik (plant lay out) adalah :

- Adanya ruangan yang cukup untuk gerakan pekerja dan pemindahan barang-barang.
- Bentuk dari kerangka bangunan, tembok, dan atap.
- Distribusi secara ekonomis dari kebutuhan air, steam, dan lain-lain.
- Kemungkinan perluasan pabrik di masa mendatang.
- Masalah penyaluran zat-zat buangan pabrik.
- Kemungkinan timbulnya bahaya-bahaya seperti ledakan, kebakaran, timbulnya gas atau asap dan lain-lain.
- Pondasi dari bangunan dan peralatan kerja (mesin-mesin).
- Ventilasi yang baik.
- Penerangan ruangan

Tata letak bangunan pabrik khitosan dapat dilihat pada gambar 9.1.



Gambar 9.1. Tata Letak Pabrik Ammonium Nitrat
Skala 1 : 300

Keterangan Gambar 9.2 :

1. Pos keamanan/ penjagaan
2. Taman
3. Parkir tamu

4. Kantor pusat
5. Parkir Karyawan
6. Gedung serbaguna
7. Perpustakaan
8. Mushalla
9. Poliklinik
10. Toilet
11. Kantin
12. Koperasi
13. Pos pemeriksaan bahan baku
14. Storage HNO_3
15. Storage NH_3
16. Pemadam kebakaran
17. Bengkel
18. Area utilitas
19. Laboratorium
20. Ruang control
21. Ruang Kepala Pabrik dan Staf
22. Area proses
23. Kantor Penelitian dan Pengembangan
24. Kantor Pengendalian Mutu
25. Bin Produk
26. Parkir Truck
27. Timbangan Truck
28. Area perluasan pabrik

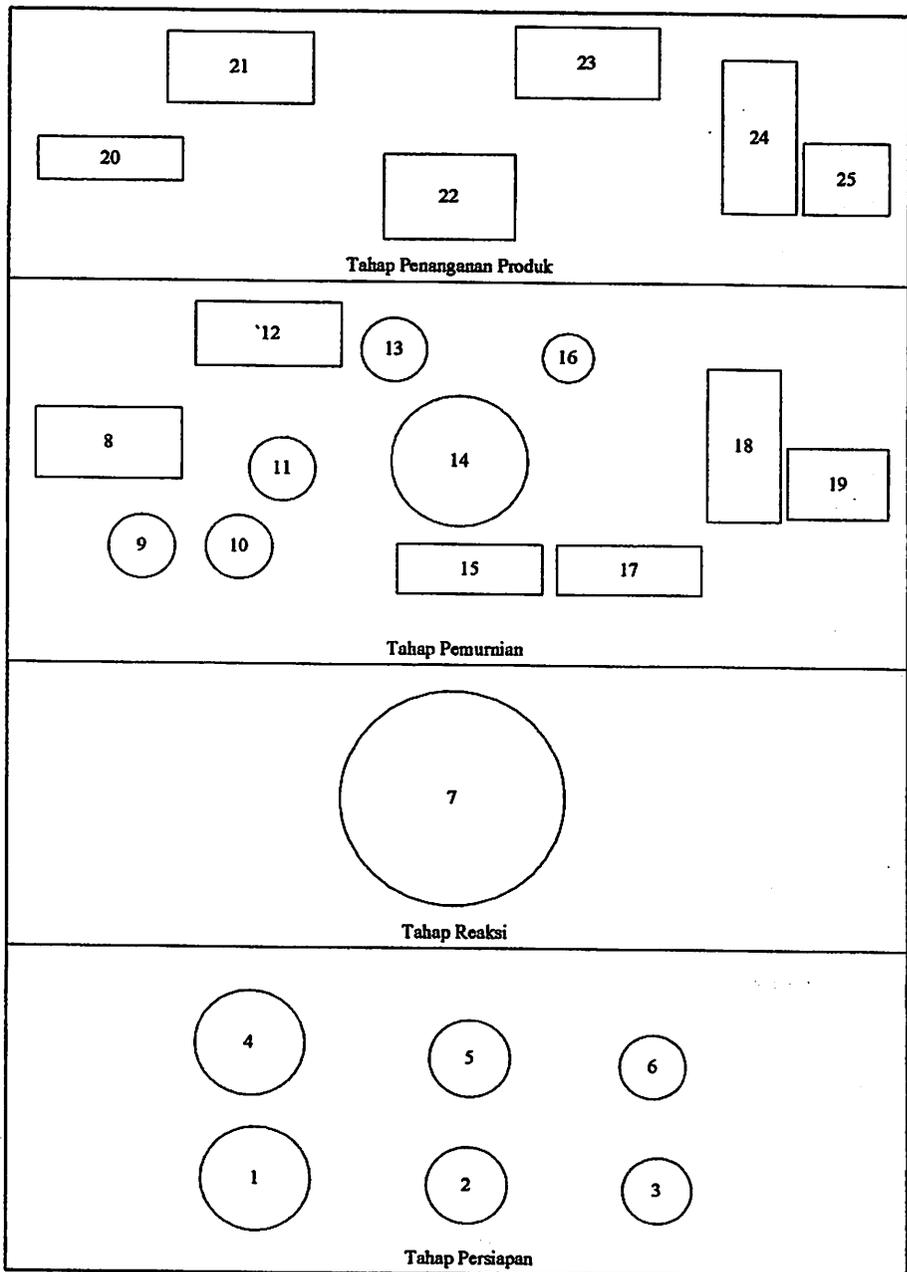
Dalam pengaturan peralatan (equipment lay out) beberapa faktor yang harus diperhatikan, antara lain :

- Letak ruangan yang cukup antara peralatan yang satu dengan lainnya untuk memudahkan pemeriksaan, perawatan serta dapat menjamin keselamatan kerja.
- Diusahakan agar setiap alat tersusun berurutan menurut fungsinya masing-masing, sehingga tidak menyulitkan dalam pengoperasian.

IX-4

- Walaupun dalam ruangan penuh alat, harus diusahakan dapat menimbulkan suasana kerja yang menyenangkan.
- Letak peralatan harus memperhatikan keselamatan kerja operatormya.

Tata letak peralatan proses Ammoium Nitrat dari Asam Nitrat dan Ammonia dapat dilihat pada gambar 9.2.



Gambar 9.2. Tata Letak Peralatan Proses (Process Layout)

Keterangan Gambar :

No	Kode Alat	Keterangan
1	F-111	Storage HNO ₃
2	M-113	Tangki Pengencer
3	E-115	Heater HNO ₃
4	F-116	Storage NH ₃
5	E-117	Ekspander
6	E-118	Heater NH ₃
7	R-110	Reaktor
8	H-122	Separator
9	H-123	Filter Udara
10	G-124	Blower
11	E-125	Heater Udara
12	H-128	Cyclone
13	H-127	Bag Filter
14	D-120	Cooling Chamber
15	J-130	Water Cooling Belt Conveyor
16	H-131	Bag Filter
17	C-133	Grinder
18	J-134	Bucket Elevator
19	H-135	Vibrating Screen
20	J-141	Belt Conveyor
21	F-142	Bin Produk
22	F-143	Hooper Clay
23	X-140	Rotary Coating Drum
24	C-144	Bucket Elevator
25	F-145	Bin NH ₄ NO ₃

9.2. Perkiraan Luas Pabrik

Perkiraan luas tanah untuk masing-masing bangunan pada pabrik Ammonium Nitrat dapat dilihat pada tabel 9.1.

Tabel 9.1. Perkiraan Luas Pabrik

No	Lokasi	Luas (ft ²)
1	Taman	4305.4595
2	Pos Keamanan	322.9095
3	Timbangan Truck	5381.8243
4	Parkir	6458.1892
5	Kantin	2583.2757
6	Ruang Serbaguna	45207.3243
7	Perkantoran dan Tata Usaha	26909.1216
8	Perpustakaan	2152.7297
9	Toilet	968.7284
10	Area Penyimpanan Produk	26909.1216
11	Area Proses	107636.4864
12	Poliklinik	1291.6378
13	Mushalla	1968.4800
14	Area Penyimpanan Bahan Baku	27985.4865
15	PMK	4305.4595
16	Laboratorium	2152.7297
17	Bengkel	8610.9198
18	Jalan	12916.3784
19	Ruang Boiler	16145.4729
20	Area Waste Water Treatment	8610.9189
21	Area Perluasan Pabrik	77498.2702
22	Gudang Bahan Bakar	16145.4729
23	Daerah Pembangkit Listrik	9687.2838
Total		416153.6806

Kebutuhan tanah = 416153.6806 ft² = 38661.9421 m²

Luas tanah = 40000 m²

BAB X

ORGANISASI PERUSAHAAN

Dalam menciptakan suatu pengolahan perusahaan agar menciptakan sasaran secara efektif dan hasil produksi yang besar, maka harus diperhitungkan elemen dasar yang diperlukan dalam suatu perusahaan sebagai alat 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 mencapai tujuannya secara bersama-sama dalam organisasi perusahaan.

10.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk	: Perseroan Terbatas
Lokasi pabrik	: Bontang, Kalimantan Timur
Kapasitas produksi	: 100.000 ton/tahun
Modal	: Penanaman modal dalam negeri, penanaman modal asing.

Pabrik Amonium 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 tanggung jawab para pemegang saham karena segala sesuatu yang menyangkut kelancaran perusahaan dipegang oleh pimpinan perusahaan dan setiap pemegang saham hanya mungkin menderita kerugian sebesar jumlah yang ditanamkan pada PT yang bersangkutan.
3. Kemungkinan terhimpunnya modal yang besar dan mudah, yaitu 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. Ini berarti suatu PT mempunyai potensi hidup lebih permanen dari bentuk perusahaan lainnya.
5. Adanya efisiensi dalam perusahaan. 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 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 / manager secara langsung bertanggung jawab atas aktifitas 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 tujuannya, seberapa pun luas tugasnya dan berapa pun 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 tanggung jawab dalam organisasi

A. 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

pribadinya 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 merekalah yang memilih direktur dan komisaris dalam rapat umum pemegang saham (RUPS) serta 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 dan wewenang 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 bertanggung jawab pada dewan komisaris dan membawahi :

- Direktur Teknik
- Direktur Keuangan dan Administrasi

Tugas dan wewenang direktur utama adalah :

- Bertanggung jawab pada dewan komisaris
- Menetapkan kebijaksanaan peraturan dan tata tertib baik keluar maupun kedalam perusahaan
- Mengkoordinasikan kerja sama antara direktur teknik dan produksi dengan direktur keuangan dan administrasi

- Mengatur dan mengawasi keuangan perusahaan
- Bertanggung jawab atas kelancaran perusahaan

D. *Direktur teknik dan produksi*

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

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

E. *Direktur Administrasi*

Direktur administrasi ini 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
- Hubungan masyarakat

Tugas utamanya adalah manajemen kegiatan perusahaan diluar kegiatan perusahaan

Kepala Bagian

Tugas dan wewenang :

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

F. *Kepala Bagian Teknik*

Kepala bagian teknik adalah kepala bagian yang bertanggung jawab atas semua kegiatan yang berhubungan erat dengan produksi. Dalam hal ini bukan produksi secara langsung, tetapi sebagai penunjangnya dalam proses produksinya, yang membawahi :

- **Divisi Teknik**
Bertugas untuk merawat, memelihara dan mempersiapkan peralatan serta fasilitas yang digunakan untuk proses produksi
- **Divisi Listrik dan Diesel**
Bertugas dalam mempersiapkan listrik, baik berasal dari PLN maupun dari diesel guna menunjang kelangsungan proses produksi
- **Divisi Penyediaan Air**
Bertugas menyuplai 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

G. *Kepala Bagian Produksi*

Kepala bagian produksi adalah kepala bagian yang bertanggung jawab diatas semua kegiatan produksi, mulai dari perencanaan, pembuatan atau produksi dan pengendalian mutu produksi.

- **Divisi PPC**
Perencanaan produksi merancang kebutuhan bahan baku, meramal dari produksi yang akan dibuat dengan perencanaan yang baik akan 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 pengepakan atau pengemasan produksi jadi serta merencanakan pengiriman produksi keluar pabrik.
- **Divisi Pengendalian Mutu dan Laboratorium**
Bertugas mengawasi dan mengontrol kualitas produksi , agar produksi yang diterima konsumen mempunyai kualitas yang sesuai dengan standart yang telah ditetapkan sama seperti divisi lainnya. Divisi yang tergabung dalam bagian produksi mempunyai tugas masing-masing dan bertanggung jawab langsung terhadap kepala bagian produksi.

H. *Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan*

Bertugas dalam meneliti dan mengembangkan penggunaan bahan baku dan produksi yang lebih baik dan ekonomis, dimana orang-orang yang duduk didalamnya merupakan orang ahli dalam bidangnya masing-masing. Penelitian dan pengembangan juga dapat berfungsi sebagai staf ahli yang mengontrol dan menanggulangi masalah yang timbul.

I. *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 hasil produksi mempunyai 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-pabrik lainnya yang menggunakannya, selain itu juga menarik minat konsumen untuk membeli

J. *Kepala Bagian Sumber Daya Manusia*

Bertugas untuk merencanakan, mengelola dan mendayagunakan sumber daya manusia, baik sumber daya manusia yang ada maupun merekrut sumber daya manusia yang baru. Kepala bagian ini bertanggung jawab terhadap administrasi, selain itu kepala bagian SDM juga mempunyai tugas untuk mengatur masalah karyawan, jenjang karier dan penempatan karyawan.

- Divisi Kesehatan

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

- **Divisi Transportasi**
Bertugas mengatur karyawan, khususnya bagi karyawan wanita yang bekerja untuk shift malam
- **Kesejahteraan Pekerja Divisi**
Bertugas mengatur semua kegiatan yang berhubungan dengan kesejahteraan pekerja, baik itu tunjangan, pemberian cuti, JAMSOSTEK, sampai mengatur pension karyawan
- **Divisi Serikat Pekerja**
Divisi ini berdasarkan atas amanat pemerintah yang mengurus serikat pekerja maupun dalam membuat perjanjian kerja
- **Divisi Perekrutan Tenaga Kerja**
Bertugas mencari tenaga kerja baru dengan penyebaran iklan lowongan, pengadaan test, dan pelatihan pekerja baru

K. Kepala Bagian Keuangan

Kepala bagian keuangan bertugas untuk mengatur keuangan serta menangani penyediaan serta pembelian baik bahan baku maupun peralatan dan bertanggung jawab kepada direktur administrasi mengenai pengeluaran dan pemasukan keuangan.

L. Kepala Bagian Hubungan Masyarakat

Kepala bagian humas bertugas yang berhubungan dengan lingkungan luar perusahaan, mulai dari keamanan, keindahan taman dan pengelolaan area parker. Tugas lainnya adalah menerima serta menyeleksi mahasiswa yang akan melaksanakan Praktek Kerja Nyata (PKN), divisi dibawahnya meliputi: satpam, cleaning service, taman dan parkir.

10.4 Jadwal Jam Kerja

Pabrik direncanakan bekerja dan beroperasi selama 330 hari didalam satu tahun selama 24 jam sehari, sisa harinya digunakan untuk perbaikan dan perawatan peralatan proses produksi atau yang dikenal dengan istilah “Shut Down”.

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

1. Untuk pegawai non shift

Senin-Kamis : 08:00 - 16:00 (istirahat 12:00 - 13:00)

Jumat : 08:00 - 16:00 (istirahat 11:00 - 13:00)

Sabtu : 08:00 - 13:00

2. Untuk pegawai shift

Untuk karyawan yang bekerja di pabrik ada 3 shift karyawan, jam kerja untuk tiap shift :

Shift 1 : 07:00 - 15:00

Shift 2 : 15:00 - 23:00

Shift 3 : 23:00 - 07:00

Untuk menjaga kelancaran pelaksanaan jam kerja bergilir, maka karyawan dibagi menjadi 4 regu, yaitu : A, B, C, dan D. dengan 4 regu kerja dan 3 regu kerja shift maka 1 regu kerja merupakan regu pengganti (cadangan).

10.5 Penggolongan dan Tingkat Pendidikan Karyawan

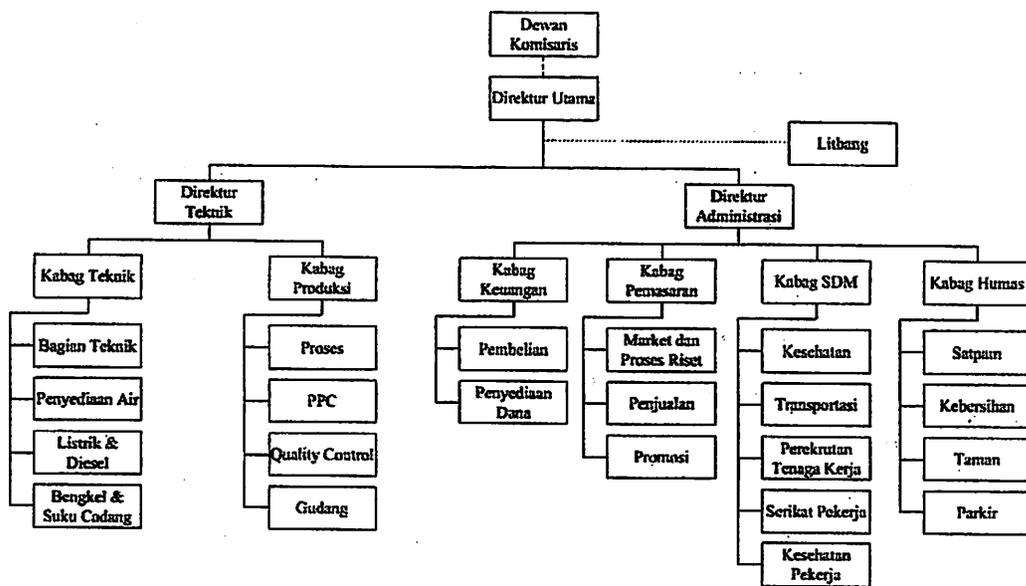
Penggolongan karyawan berdasarkan tingkat kedudukan dan struktur organisasi pada pra rencana pabrik Amonium Nitrat :

1. Direktur utama
2. Direktur
3. Kepala Bagian
4. Kepala Divisi
5. Operator (tenaga pelaksana)

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

- | | |
|-------------------------|-----------------------------|
| 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 teknik kimia |

- 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 penyediaan air : Sarjana teknik lingkungan
- Kepala bagian bagian bengkel : Sarjana teknik mesin
- 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 : Sarjana ekonomi
- Bagian penjualan : Sarjana ekonomi
- Bagian promosi : Sarjana desain grafis
- h. Kepala bagian SDM
- Bagian kesehatan : Sarjana Kedokteran
- Bagian transportasi : Diploma 3 ekonomi
- Bagian perekrutan : Sarjana Psikologi
- Bagian serikat kerja : Sarjana Hukum
- Bagian keselamatan kerja : Sarjana kesehatan masyarakat
- i. Kepala bagian keuangan
- Bagian pembelian : Sarjana ekonomi
- Bagian penyediaan dana : Sarjana ekonomi
- j. Kepala bagian Humas
- Bagian satpam : Purnawirawan TNI / POLRI
- Bagian kebersihan : Diploma 3 ekonomi
- Bagian taman : Diploma 3 teknik lingkungan
- Bagian parker : SLTA



Gambar 10.1. Struktur Organisasi

BAB XI

ANALISA EKONOMI

Dalam perencanaan suatu pabrik perlu ditinjau dari faktor-faktor ekonomi yang akan menentukan apakah pabrik tersebut layak untuk didirikan atau tidak. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan untung-rugi dalam mendirikan pabrik Ammonium Nitrat antara lain:

- Lajupengembalian modal (Internal Rate Of Return = IRR)
- Lama pengembalian modal (Pay Out Time = POT)
- Titikimpas (Break Event Point = BEP)

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

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

A. Faktor-faktor Penentu Pendirian Pabrik Ammonium Nitrat

1). Modal Investasi Total (Total Capital Investment = TCI)

Modal Investasi Total adalah modal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik sebelum beroperasi, terdiri dari :

1. Fixed Capital Investment (FCI) :
 - a. Biaya langsung (Direct Cost), meliputi:
 - Pembelian alat
 - Instrumentasi dan alat control
 - Perpipaan terpasang
 - Listrik terpasang
 - Tanah dan bangunan
 - Fasilitas pelayanan
 - Pengembangan lahan

b. Biaya tidak 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 merupakan jumlah dari :

- a. Penyediaan bahan baku dalam waktu tertentu
- b. Pengemasan produk dalam waktu tertentu
- c. Utilitas dalam waktu tertentu
- d. Gaji dalam waktu tertentu
- e. Uang tunai

2). Biaya Produksi (Total Production Cost = TPC)

Total biaya produksi adalah biaya yang digunakan untuk operasi pabrik atau biaya yang dikeluarkan untuk mengeluarkan satu satuan produk dalam waktu tertentu.

Biaya produksi terdiri dari :

a. Biaya pembuatan (manufacturing cost), terdiri dari:

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

b. Biaya umum (general expenses), terdiri dari :

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

Adapun biaya produksi total terbagi dari:

a. Biaya variabel (variable cost = VC)

Biaya variabel adalah segala biaya yang pengeluarannya berbanding lurus dengan laju produksi atau biaya yang tergantung dengan kapasitas pabrik. Biaya variabel terdiri dari:

- Biaya bahan baku
 - Biaya utilitas
 - Biaya pengepakan
- b. Biaya semi variabel (semi variable cost = SVC)

Biaya semi variabel adalah biaya pengeluaran yang tidak berbanding lurus dengan laju produksi atau yang tergantung dengan kapasitas pabrik secara tidak langsung.

Biaya semi variabel terdiri dari :

- Gaji karyawan
- *Plant Overhead*
- Pemeliharaan dan perbaikan
- *Operating supplies*
- Biaya umum
- Supervisi

- c. Biaya tetap (fixed cost = FC)

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

- Asuransi
- Depresiasi
- Pajak
- Bunga bank

B. PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi dilakukan untuk mengetahui pabrik tersebut layak atau tidak untuk didirikan. Pabrik Ammonium Nitrat didirikan dengan kapasitas 100.000 ton/tahun.

Secara garis besar perhitungan analisa ekonomi adalah sebagai berikut :

1. Penentuan Total Capital Investment (TCI)

- a. Biaya langsung (DC) = Rp 303.873.095.583,01
- b. Biaya tak langsung (IC) = Rp 69.890.811.984,09
- c. Fixed Capital Investment (FCI) = Rp 373.763.907.567,10
- d. Modal kerja (WC) = Rp 56.064.586.135,07 Maka TCI = Rp 112.129.172.270,13

2. Penentuan Total Production Cost (TPC)

- a. Biaya produksi langsung (DPC) = Rp 465.062.563.029,03
- b. Biaya tetap (fixed cost/FC) = Rp 149.356.057.463,82

c. Biaya overhead = Rp 32.664.234.454,03

d. Biaya umum (general expenses) = Rp 279.990.965.745,57.

Maka TPC = Rp 927.073.820.692,44

3. Laba Perusahaan

Total penjualan = Rp 1.203.930.000.000,00

Pajak penghasilan = Rp 83.056.853.792,27

Laba kotor = Rp 276.856.179.307,55

Laba bersih = Rp 193.799.325.515,29

Cash Flow (CA) = Rp 249.863.911.650,35

4. Analisa Profitabilitas

A. POT (Pay Out Time)

POT = 1,5 tahun

B. ROI (Rate On Investment)

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

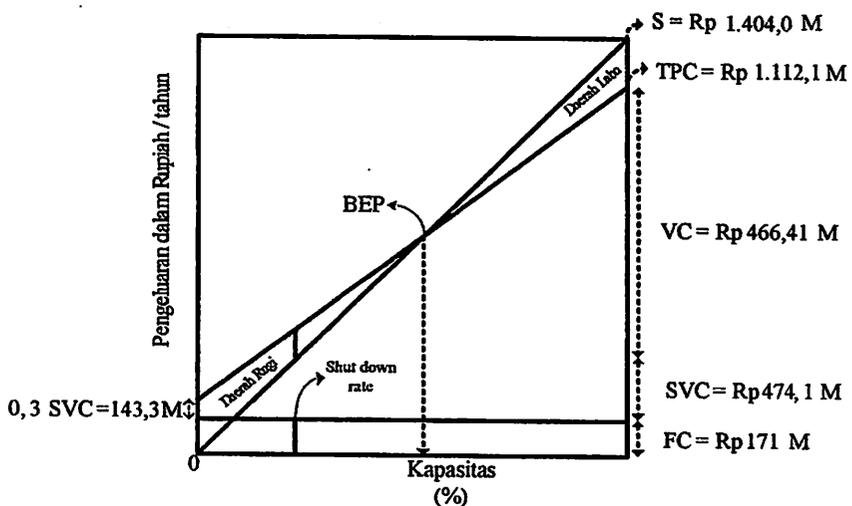
- ROI setelah pajak = 74,072%
- ROI sebelum pajak = 51,851%

C. BEP (Break Event Point)

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

Maka nilai BEP = 49,62%

Kurva BEP :



F. IRR (Internal Rate Of Return)

$$\text{IRR} = 23,71\%$$

Karena IRR lebih besar dari bunga bank (12,65 %) maka pabrik Ammonium Nitrat layak untuk didirikan.

BAB XII

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan Pra Rencana Pabrik Ammonium Nitrat dapat disimpulkan bahwa rencana pendirian pabrik ini cukup menguntungkan dengan memperhitungkan beberapa aspek antara lain :

a. Aspek Lokasi

Pabrik ini didirikan di Kelurahan Lhoktuan Kecamatan Bontang Selatan, Bontang Kalimantan Timur. Pabrik ini diperkirakan cukup menguntungkan mengingat :

- Daerah ini merupakan penghasil bahan baku terbesar di Kalimantan.
- Tersedianya air kawasan yang cukup sehingga memudahkan pengadaan utilitas.
- Penyediaan sumber tenaga listrik yang cukup.

b. Aspek Sosial

Pendirian Pabrik Ammonium Nitrat ini bila ditinjau dari aspek sosial dinilai menguntungkan karena :

- Dapat menciptakan lapangan kerja baru.
- Memberikan kesempatan kepada penduduk untuk mendapatkan penghasilan yang lebih baik dari sebelumnya.

c. Aspek Ekonomi

- Di Indonesia kebutuhan Ammonium Nitrat semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya kebutuhan industri pupuk, bahan peledak, dan farmasi yang menggunakannya sebagai bahan baku.
- Dapat mengurangi kebutuhan impor Ammonium Nitrat yang selama ini masih berasal dari luar negeri.

Ditinjau dari hal diatas maka pendirian Pabrik Ammonium Nitrat di Indonesia sangat penting karena dapat membantu program pemerintah dalam rangka meningkatkan industrialisasi dan juga dapat menambah pendapatan/devisa Negara. Setelah dilakukan analisa ekonomi terhadap Pra Rencana Pabrik Ammonium Nitrat ini dan dinilai tidak menguntungkan dengan berdasarkan data-data sebagai berikut :

TCI	: Rp 112.129.172.270,13
ROI _{BT}	: 74,072%
ROI _{AT}	: 51,851%

XII-2

POT : 1,5 tahun

BEP : 49,62%

Aspek Pemasaran

Produksi Ammonium Nitrat dalam perencanaan pabrik ini diharapkan dapat memperoleh pemasaran yang baik, ini dikarenakan kebutuhan Ammonioium Nitrat semakin meningkat baik di dalam maupun di luar negeri.



DAFTAR PUSTAKA

Biro Pusat Statistika Surabaya

Brownell E. Lloyd, *“Process Equipment Design”*, Jhon Willey and Sons Inc, New Delhi, India 1959.

Brown G.G, *“Unit Operation”*, Charles E. Tuttle Co. Tokyo, Japan, 1961.

Coulson and Richardson’s, *“Chemical Engineering”*, volume 6, 2nd edition, Departement Of Chemical Engineering, University College of Swansea.

Geankoplis, Christie , *“Transport Process dan Unit Operation”*, 3rd Edition, Prentice Hall Inc, New Delhi, India 1997

Hesse, H.C. and Rushton, J.H., *“Process Equipment Design”*, D. Van Nostrand Co. New Jersey, 1981.

Hougen, A. Olaf and Watson, K.M., *“Chemical Process Principle”*, 2nd Edition John Willey and Sons Inc. New York 1954.

Kern D.Q, *“Process Heat Transfer”*, 2nd Edition, McGraw-Hill Inc, Singapore, 1988.

Keyes, F. and Clark’s, *“Industrial Chemicals”*, 4th Edition, John Willey and Sons Inc. New York 1950

Kirk R.F and Othmer D.F, *“Encyclopedya Of Chemical Technology”*, Volume 2, John Willey and Sons Inc, New York, 1954.

Kirk R.F and Othmer D.F, *“Encyclopedya Of Chemical Technology”*, Volume 13, John Willey and Sons Inc, New York, 1954.

Kusnarjo, *“Desain Alat Pemisah Panas”*, Surabaya, 2012

Kusnarjo, *“Ekonomi Teknik”*, Surabaya, 2012

Kusnarjo, *“Utilitas Pabrik Kimia”*, Surabaya, 2012

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

Lukman Syamsudin, *“Manajemen Keuangan Perusahaan”*, PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta, 1994.

- Manulang, "*Dasar-Dasar Manajemen*", Ghalia Indonesia, Jakarta, 1983.
- McCabe Warren, Smith Julian, Harriot Peter, "*Operasi Teknik Kimia*", Jilid I, PT. Gelora Aksara Pratama, Jakarta, Indonesia, 1994.
- McCabe Warren, Smith Julian, Harriot Peter, "*Operasi Teknik Kimia*", Jilid II, PT. Gelora Aksara Pratama, Jakarta, Indonesia, 1994.
- Perry, Robert H, "*Perry's Chemical Engineering Handbook*", 6th Edition, McGraw Hill Company, New York, USA, 1998.
- Perry, Robert H, "*Perry's Chemical Engineering Handbook*", 7th Edition, McGraw Hill Company, New York, USA, 2000.
- Peter S. and Timmerhause, "*Plant Design and Economic to Chemical Engineering*", 4th Edition, McGraw Hill, Singapore, 1991.
- Savern, H.W. "*Steam, Air and Gas Power*", 5th Edition, John Willey and Sons Inc, New York, 1964.
- Smith, J.M, and Van Ness H.C, "*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*", 2nd Edition, McGraw Hill Book Company, New York, 1959.
- Ulrich D. Gael, "*A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economic*", John Willey and Sons Inc, New York, USA, 1984.
- Vilbandt and Dryden, "*Chemical Engineering Plant Design*", 4th Edition, McGraw Hill Book Company, New York, USA, 1959.
- Water, L. Badger and Julis T. Banchemo, "*Introduction to Chemical Engineering*", McGraw Hill Book Company, Tokyo, 1985.