

PRA RENCANA PABRIK

**ASAM NITRAT DARI AMMONIA DAN OKSIGEN
DENGAN PROSES OSTWALD
KAPASITAS PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR**

SKRIPSI

Disusun Oleh :

OKKY FINISIA

08.14.003



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

2043

THE STATE DEPARTMENT
ADMINISTRATIVE SERVICES
WASHINGTON, D. C.

OFFICE MEMORANDUM

DATE: 11/15/54

TO: SAC, NEW YORK

FROM: SAC, NEW YORK

SUBJECT: [REDACTED]

RE: [REDACTED]

REFERENCE IS MADE TO [REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

VERY TRULY YOURS,
[REDACTED]

LEMBAR PERSETUJUAN

PRA RENCANA PABRIK

**ASAM NITRAT DARI AMMONIA DAN OKSIGEN
DENGAN PROSES OSTWALD
KAPASITAS PRODUKSI 50.000 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 :

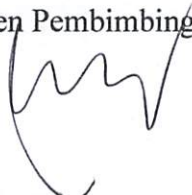
OKKY FINISIA

08.14.003

Malang, 3 Agustus 2012

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Ir. Harimbi Setyawati, MT
NIP. 196303071992032002

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II



Dwi Ana Anggorowati, ST, MT
NIP. 19700928200512001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Jimmy, ST, MT
NIP. Y. 1039900330

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**


Nama : OKKY FINISIA
NIM : 0814003
Jurusan/Program Studi : TEKNIK KIMIA
Judul Skripsi : PRA RENCANA PABRIK ASAM NITRAT DARI
AMMONIA DAN OKSIGEN DENGAN PROSES
OSTWALD

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


Hari : Selasa
Tanggal : 7 Agustus 2012
Nilai : B+



Ketua,



Jimmy, ST, MT
NIP Y 1039900330

Sekretaris,

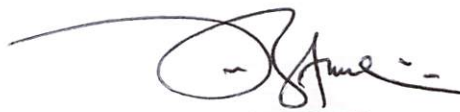

M. Istnaeny Hudha, ST, MT
NIP Y 1030400400

Anggota Penguji,

Penguji Pertama,


Jimmy, ST, MT
NIP Y 1039900330

Penguji Kedua,


M. Istnaeny Hudha, ST, MT
NIP Y 1030400400

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : OKKY FINISIA
NIM : 0814003
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia (S-1)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul :

PRA RENCANA PABRIK

**ASAM NITRAT DARI AMMONIA DAN OKSIGEN
DENGAN PROSES OSTWALD
KAPASITAS PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR**

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

Malang, Agustus 2012
Yang membuat pernyataan,



OKKY FINISIA

OKKX EIRISIV

Jang mepirhat pernyataan

Misinau Agustus 2015

gumrah asipula

aman menyalahin gorogian aman gupurpula dari kalya orang lain yang tidak diperbolehkan dari
Aqabir Skripsi panti kalya asya kondur pukan melubarkan quirkasi serta tidak mengunif

BEUKLOB

BEYKSYICVA YFAL PLUMU

KUBUSILUS BKOBLEKSI 20'000 LONLUMU

BEKSYK BKOGES OSLMUGD

YFYL NITMVL DUL YADIONIT DVA OKSICEN

BKA BEKSYLVY BVBVIV

menyalahkan dengan sengaja/purunya panti Skripsi yang panti

Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia (S-1)

NIM : 0814003

Nama : OKKX EIRISIV

asya yang panti/panti panti di panti ini :

BEVIVIVYVY KEVSTIVY BKVIVSI

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“Pra Rencana Pabrik Asam Nitrat Dari Ammonia Dan Oksigen Dengan Proses Ostwald Kapasitas Produksi 50.000 Ton/Tahun”** dengan baik.

Skripsi ini diajukan sebagai syarat guna menempuh ujian Sarjana Jenjang Strata 1 (S-1) di Jurusan Teknik Kimia ITN Malang.

Pada kesempatan ini dengan terselesainya Skripsi ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT, selaku Rektor ITN Malang
2. Bapak Ir.Sidik, MT, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang
3. Bapak Jimmy, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia ITN Malang
4. Ibu Ir. Harimbi Setyawati, MT, selaku dosen Pembimbing I Skripsi
5. Ibu Dwi Ana Anggorowati, ST, MT, selaku dosen Pembimbing II Skripsi
6. Rekan-rekan mahasiswa dan semua pihak yang turut membantu hingga terselesainya Skripsi ini

Penyusun menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak.

Malang, Agustus 2012

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
ABSTRAK	x
BAB I PENDAHULUAN	I – 1
1.1 Latar Belakang	I – 1
1.2 Sejarah Perkembangan Industri Asam Nitrat	I – 1
1.3 Kegunaan Asam Nitrat	I – 2
1.4 Sifat Fisika dan Kmia Bahan	I – 2
1.5 Perkiraan Kapasitas Produksi	I – 4
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES	II – 1
2.1 Berbagai Macam Proses Pembuatan Asam Nitrat	II – 1
2.2 Seleksi Proses	II – 4
2.3 Uraian Proses Terpilih	II – 5
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
7.1 Instrumentasi	VII - 1
7.2 Keselamatan Kerja	VII - 4
BAB VIII UTILITAS	VIII – 1
8.1 Unit Pengolahan Air (<i>Water Treatment</i>)	VIII – 1
8.2 Unit Penyediaan tenaga Listrik	VIII – 8
8.3 Unit Penyediaan Bahan Bakar	VIII - 8

BAB IX	LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	IX – 1
9.1	Lokasi Pabrik	IX – 1
9.2	Tata Letak Pabrik (<i>Plant Lay Out</i>)	IX – 5
9.3	Tata Letak Peralatan Proses	IX – 7
9.4	Perkiraan Luas Pabrik	IX – 9
BAB X	STRUKTUR DAN ORGANISASI PERUSAHAAN	X – 1
10.1	Bentuk Perusahaan	X – 1
10.2	Struktur Organisasi Perusahaan	X – 2
10.3	Pembagian Tugas dan tanggung Jawab dalam Organisasi	X – 4
10.4	Jadwal Jam Kerja	X – 8
10.5	Penggolongan dan Tingkat Pendidikan Karyawan	X – 9
10.6	Perencanaan Jumlah Karyawan	X – 10
10.7	Sistem Pengupahan Karyawan	X – 13
10.8	Jaminan Sosial	X – 15
BAB XI	ANALISA EKONOMI	XI – 1
11.1	Faktor-faktor Penentu	XI – 1
11.2	Penafsiran Harga Alat	XI – 3
11.3	Penentuan Total Capital Investment (TCI)	XI – 4
11.4	Penentuan Total Production Cost (TPC)	XI – 5
11.5	Laba Perusahaan	XI – 6
11.6	Analisis Probabilitas	XI – 7
BAB XII	KESIMPULAN	XII - 1
12.1	Kesimpulan	XII – 1
12.2	Saran	XII – 2

DAFTAR PUSTAKA

APPENDIKS A	NERACA MASSA
APPENDIKS B	NERACA PANAS
APPENDIKS C	SPEKIFIKASI ALAT
APPENDIKS D	PERHITUNGAN UTILITAS
APPENDIKS E	ANALISA EKONOMI

АББЕНДИКС Б	ВИВГІСВ ЕКОНОМІ	
АББЕНДИКС D	БЕРНІЛІДСВІ ПІЛІПІС	
АББЕНДИКС С	СБЕСІЕКВСІ УГІЛ	
АББЕНДИКС В	ИЕКВСУ БУІВІ	
АББЕНДИКС V	ИЕКВСУ МАССІ	
DVAETVB PUGIMKA		
153	Засади	XII - 3
151	Кезімбараи	XII - 1
BVB XII	КЕЗІМЫНГВА	XII - 1
119	Магдас Профитнас	XI - 2
112	Пара Берсабаран	XI - 9
114	Берсабаран Total Production Cost (T.P.C)	XI - 2
113	Берсабаран Total Capital Investment (T.C.I)	XI - 4
113	Берсабаран Налазі Алар	XI - 3
111	Фактор-фактор Берсабаран	XI - 1
BVB XI	ВИВГІСВ ЕКОНОМІ	XI - 1
108	Таміна Засади	X - 12
103	Систем Берсабаран Казлаван	X - 12
109	Берсабаран Тамінар Казлаван	X - 10
102	Берсабаранлардан дан Тамінар Берсабаран Казлаван	X - 9
104	Тамінар Там Казла	X - 8
103	Берсабаран Тамінардан берсабаранлардан Тамінардан Організаці	X - 4
103	Систем Організаці Берсабаран	X - 5
101	Берсабаран Берсабаран	X - 1
BVB X	ИТВОКІЛІС ДВА ОКОВАІСВІСІ БЕРСАБАНІ	X - 1
94	Берсабаран Тамінар Берсабаран	IX - 9
93	Тамінар Берсабаран Берсабаран	IX - 2
93	Тамінар Берсабаран (Тамінар Тамінар)	IX - 2
91	Тамінар Берсабаран	IX - 1
BVB IX	ТОКВІСІ ДВА ТУЛІА ТЕМІК БУВІК	IX - 1

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data Impor di Indonesia	I – 4
Tabel 7.1	Instrumentasi Peralatan Pabrik	VII – 4
Tabel 7.2	Alat-alat Keselamatan Kerja pada Pabrik Asam Nitrat	VII – 2
Tabel 9.2	Perincian Luas Pabrik	IX – 10
Tabel 10.1	Jadwal Kerja Karyawan Pabrik	X – 9
Tabel 10.2	Daftar Jumlah Karyawan	X – 11
Tabel 10.3	Daftar Upah (Gaji) Karyawan	X – 14
Tabel 11.5.1	<i>Cash Flow</i> untuk NPV selama 10 tahun.....	XI – 10
Tabel 11.5.2	<i>Cash Flow</i> untk IRR	XI – 11

Tabel 11.2.2	Cara Yang Baik IBK	XI - 11
Tabel 11.2.1	Cara Yang Baik IPA selama 10 tahun	XI - 10
Tabel 10.3	Daftar Ubur (Daft) Karyawan	X - 14
Tabel 10.2	Daftar Jumlah Karyawan	X - 11
Tabel 10.1	Isi dari Kerja Karyawan Parik	X - 6
Tabel 9.2	Perincian Logo Parik	IX - 10
Tabel 7.2	Alat-alat Keselamatan Kerja pada Parik Asam Nitrat	VII - 2
Tabel 7.1	Instansi-instansi Penelitian Parik	VII - 4
Tabel 1.1	Data historis di Indonesia	I - 4

DALAM LAMBEK

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses Ostwald Asam Lemah	II – 1
Gambar 2.2	Proses Ostwald Asam Kuat	II – 2
Gambar 2.3	Proses Ostwald Chile Saltpetre	II – 3
Gambar 6.1	Penamoang Tutup Atas Reaktor	VI – 6
Gambar 6.3.1	Dimensi Gasket dan Bolting	VI – 12
Gambar 6.4.1	Dimensi Flange pada Nozzle	VI – 17
Gambar 9.1	Lokasi Pabrik Asam Nitrat	IX – 4
Gambar 9.2	Tata Letak Pabrik Asam Nitrat	IX – 6
Gambar 9.3	Tata Letak Peralatan Proses Pabrik Asam Nitrat	IX – 8
Gambar 10.1	Struktur Organisasi Pabrik Asam Nitrat	X – 3
Gambar 11.5.1	<i>Break Event Point</i> Pra Rencana Pabrik Asam Nitrat	XI – 9

**PRA RENCANA PABRIK ASAM NITRAT
DARI AMMONIA DAN OKSIGEN DENGAN PROSES OSTWALD
KAPASITAS 50.000 TON PERTAHUN**

Disusun Oleh :

Okky Finisia : 08.14.003

Ika Sulistyowati : 08.14.015

Dosen Pembimbing :

Ir. Harimbi Setyawati, MT

Dwi Ana Anggorowati, ST, MT

ABSTRAK

Asam nitrat dengan rumus kimia HNO_3 lebih dikenal dengan nama *aqua forti*, *azotic acid*, *hydrogen nitrate* atau *nitric hydroxide* merupakan cairan korosif yang tak berwarna, termasuk asam kuat dan sebagai oksidator terhadap bahan organik. Di dalam industri asam nitrat banyak digunakan sebagai bahan pembuatan sintetik fiber, bahan peledak, sebagai pembuatan pupuk urea, pembuatan nitrochlorobenzena dan pencucian logam. Proses yang digunakan dalam pembuatan asam nitrat adalah proses ostwald asam lemah yang dimana hasil konsentrasi asam nitrat yaitu 55%-65% dengan bahan baku ammonia dan oksigen.

Pabrik asam nitrat direncanakan didaerah Gresik, Jawa Timur dengan kapasitas 50.000 ton/tahun dan mulai beroperasi pada tahun 2015. Sistem operasi yang diterapkan yaitu sistem kontinyu dengan waktu operasi 330 hari/tahun dan 24 jam/hari. Utilitas yang digunakan meliputi air, steam, listrik, generator dan bahan bakar. Bentuk perusahaan ini adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi garis dan staf.

Dari hasil perhitungan ekonomi didapat $\text{BEP} = 45,81\%$, $\text{POT} = 2,5051$ tahun, $\text{ROI}_{\text{BT}} = 37\%$, $\text{ROI}_{\text{AT}} = 30\%$, $\text{IRR} = 32,92\%$ dan $\text{TCI} = \text{Rp. } 1.303.910.589.076,-$. Dengan demikian pabrik asam nitrat layak untuk didirikan.

Kata Kunci : Asam nitrat, bahan baku, proses ostwald

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Asam nitrat dengan rumus kimia HNO_3 lebih dikenal dengan nama *aqua forti*, *azotic acid*, *hydrogen nitrate* atau *nitril hydroxide*. Asam nitrat adalah sejenis cairan korosif yang tak berwarna, asam kuat dan sebagai oksidator kuat terhadap bahan organik.

Di dalam industri asam nitrat banyak digunakan sebagai bahan pembuatan syntetik fiber, bahan peledak, sebagai pembuatan pupuk urea, pembuatan nitroclorobenzena dan pencucian logam.^[1]

Di Indonesia asam nitrat yang di komersialkan memiliki konsentrasi 52%-68%.^[2] Produksi asam nitrat di Indonesia terdapat dua pabrik asam nitrat yaitu di PT. Nitrotama Indo Mandiri dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun dan PT. Kaltim Nitrat Indonesia dengan kapasitas 40.000 ton/tahun. Akan tetapi kebutuhan asam nitrat di dalam negeri masih belum terpenuhi sehingga masih tetap mengimpor ke negara lain yaitu belgia, Korea, Cina, Jeran, Australia, Belanda, Thailand, Amerika Serikat, Jepang, Malaysia, Prancis dan Arab Saudi.^[3] Karena kebutuhan asam nitrat saat ini terus meningkat, maka untuk mengatasinya perlu didirikan lagi pabrik asam nitrat untuk memenuhi kebutuhan didalam negeri. Dengan berdirinya pabrik asam nitrat ini diharapkan agar Indonesia mampu bersaing dengan impotir untuk memenuhi kebutuhan asam nitrat di Indonesia dan Indonesia mampu mengikuti pasar bebas dengan cara mengekspor asam nitrat. Selain itu diharapkan dapat meningkatkan nilai ekonomi masyarakat dengan membuka lapangan kerja baru dan meningkatkan devisa negara.

1.2 Sejarah Perkembangan Industri Asam Nitrat

Pada abad ke-VIII orang Arab yaitu Middle Ages menemukan *aqua fortis* atau *aqua valens* yang terbuat dari saltpeter (potasium nitrat) dan asam sulfat. Pada tahun 1900, Chilean Saltpetre (sodium nitrat) dari Amerika mengulangi pengamatan terhadap potasium nitrat. Pada tahun 1930 di Norway, dimana *electric-arc furnace* untuk membuat asam nitrat dari nitrogen dan oksigen yang diambil dari udara. Pada tahun 1908 di Bochum, Germany Ostwald Piloted asam nitrat diproduksi dari oksidasi

katalitik dari ammonia dengan udara. Pada 1913 sintetik ammonia dari logam, udara dan air di kembangkan lagi oleh Haber Bosch dengan mengoksidasi amonia menjadi asam nitrat. Proses tersebut sangat berkembang di Eropa dan Amerika Serikat.

Pada tahun 1917 berdirilah pabrik asam nitrat pertama kali di amerika Serikat oleh Chemical Construction Company (Muscle, Shoals, Alabama). Proses operasi yang digunakan yaitu dengan tekanan atmosfer dan mengoksidasi ammonia. Selanjutnya ammonia dioksidasi untuk dijadikan produksi asam nitrat. Proses tersebut sangat berkembang dan kapasitas yang meningkat. Pada tahun 1990 kapsitasnya mencapai 2000 ton/ hari dengan tekanan 1,5 Mpa (14,8 atm).

Untuk saat ini proses oksidasi ammonia, pembuatan asam nitrat merupakan week aci (50%-65%). Proses High monopressure meminimalkan biaya investasi dengan menggunakan split atau proses dual pressure untuk meningkatkan konsentrasi asam nitrat mencapai 99% menambahkan alat yaitu distilasi dan menambahkan asam sulfat.^[1]

1.3 Kegunaan Asam Nitrat

Asam nitrat mempunyai peranan penting dalam industri pupuk ataupun industri lainnya, antara lain digunakan untuk:

1. Industri amonium nitrat
Sebagai bahan baku untuk memproduksi amonium nitrat dengan konsentrasi 65% dan industri pupuk/fertilizer.
2. Industri bahan peledak
Sebagai bahan baku bahan peledak pembuatan nitrogliserida.^[1]
3. Sebagai proses pemurnian logam, misalnya platina, emas dan perak.
4. Sebagai proses desain barang-barang berbahan tembaga, perunggu dan kuningan.
5. Sebagai pemurnian logam mulia, yaitu emas dan platina.
6. Sebagai menghilangkan atau membersihkan peralatan proses dari kerak kalsium dan magnesium.^[4]

1.4 Sifat-Sifat Fisika dan Kimia Bahan

1.4.1 Bahan Baku

1. Ammonia ^[5]

Rumus molekul : NH_3

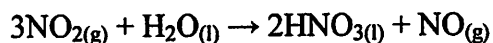
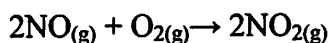
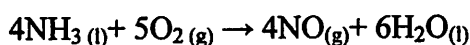
Berat molekul : 17,03 g/mol

a. Sifat-sifat fisika

- Warna : tidak berwarna
- Bentuk : cairan
- Titik didih : 239,18 K
- Titik lebur : 195,42 K
- Densitas : 0,7708 g/mL

b. Sifat-sifat kimia

- Dapat larut dalam air, alkohol dan eter
- Dengan katalis Pt-Rhodium dioksidasi menjadi nitrogen oksida dan air untuk menghasilkan asam nitrat :

2. Oksigen ^[5]

Berat molekul : 32

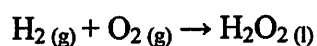
Rumus molekul : O₂

a. Sifat-sifat fisika

- Bentuk : gas
- Warna : tidak berwarna
- Titik didih : 90,20 K
- Densitas : 1,4289 g/L
- Titik lebur : 54,36 K

b. Sifat-sifat kimia

- Oksigen sangat reaktif, dan bereaksi langsung dengan banyak unsur membentuk oksida

**1.4.2 Produk Utama**1. Asam Nitrat^[5]

Rumus molekul : HNO₃

Berat molekul : 63,012

a. Sifat-sifat fisika

- Warna : tak berwarna
- Bentuk : cairan
- Densitas : 1,51 g/cm³
- Titik didih : 120,5 °C

b. Sifat-sifat kimia

- Asam nitrat termasuk asam kuat dan beracun
- Asam nitrat cairan yang sangat korosif

1.5 Perkiraan Kapasitas Produksi

Dalam mendirikan industri diperlukan suatu perkiraan kapasitas produksi agar produk yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan pasar. Untuk memenuhi kebutuhan akan asam nitrat, maka dibutuhkan perhitungan kapasitas produksi asam nitrat pada tahun 2015. Data persentase kenaikan rata-rata impor dapat dihitung dengan rumus :

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

Dimana : F = Perkiraan impor asam nitrat pada tahun 2011

P = Jumlah impor asam nitrat pada tahun 2006

i = Jumlah kenaikan rata-rata impor per tahun

n = Selisih tahun (2015 - 2011) = 4

Tabel 1.1 Data impor di Indonesia

Tahun	Impor (kg/tahun)	Kenaikan (%)
2006	1.365.894	-
2007	1.988.765	45,60
2008	2.598.076	30,64
2009	3.847.890	48,11
2010	5.538.655	43,94
2011	6.988.943	26,18

Sumber: Badan Pusat Statistik Surabaya

Berdasarkan data pada tabel 1.1, didapatkan:

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

$$6.988.943 = 1.365.894 \times (1+i)^4$$

$$i = 0,5040$$

Jumlah rata-rata kenaikan impor asam nitrat per tahunnya sebesar 50,40%, sehingga :

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

$$F = 6.988.943 \times (1 + 0,5040)^4$$

$$F = 35.760.699 \text{ kg/tahun} = 35.761 \text{ ton/tahun}$$

Sehingga diperoleh kapasitas produksi untuk tahun 2015 adalah

$$\text{Kapasitas}_{2015} = \text{Impor}_{2015} + \text{Eksport}$$

$$\text{Kapasitas}_{2015} = 35.761 + (40\% \times 35.761)$$

$$\text{Kapasitas}_{2015} = 50.064,9787 \text{ ton/tahun} \approx 50.000 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan data diatas, maka Pabrik Asam Nitrat yang akan didirikan pada tahun 2015 mempunyai kapasitas 50.000 ton/tahun.



BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

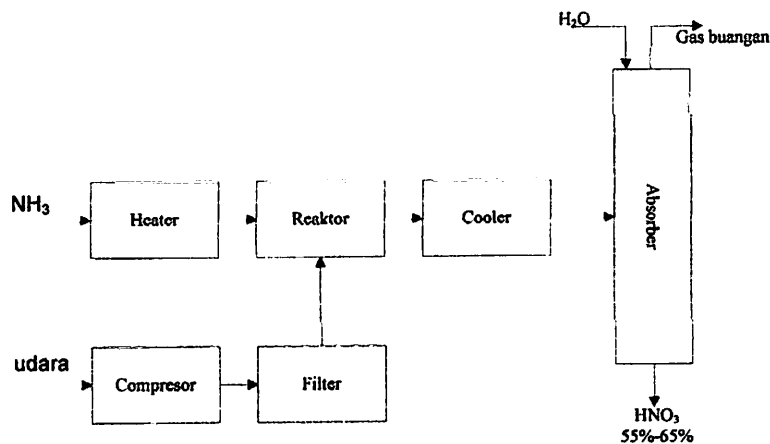
Seleksi proses atau pemilihan suatu proses diperlukan dalam setiap rencana pendirian suatu pabrik, sebelum pabrik terealisasi pendiriannya. Dengan operasi proses yang tepatmaka akan dicapai manajemen energi yang efisien dan efektif tanpa mengurangi kualitas dan kuantitas hasil proses dengan investasi yang serendah-rendahnya.

2.1 Berbagai Macam Proses Pembuatan Asam Nitrat

Secara garis besar proses pembuatan asam nitrat dapat dilakukan dengan dua proses, yaitu:

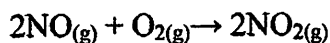
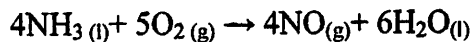
1. Proses Ostwald Asam Lemah
2. Proses Ostwald Asam Kuat
3. Proses Chile Saltpetre

2.1.1 Proses Ostwald Asam Lemah



Gambar 2.1 Proses Ostwald Asam Lemah

Reaksi:



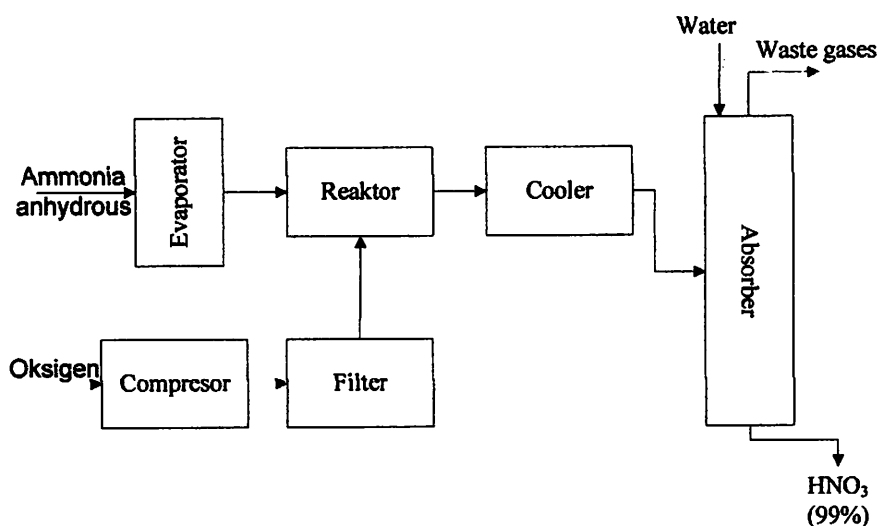
Asam nitrat dibuat dengan cara mengoksidasi amonia dan gas oksigen pada tekanan rendah 3-6 atm dengan bantuan katalis platinum-rhodium sehingga membentuk asam nitrat dengan konsentrasi 55-65% dan konversi 98%.

Pada proses ini oksigen di kompresi menjadi 6 atm, difilter dan dipanaskan sampai suhu 200°C yang dibantu dengan heat exchanger. Udara yang terdiri dari 21% oksigen dan 79% nitrogen yang diambil dari atmosfer di filter untuk menghilangkan debu-debu yang terikut dan di kompresor dengan jenis isoklorik sehingga tekanan dan suhu berubah menjadi 6 atm dan suhu udara $182,17^{\circ}\text{C}$. Selanjutnya udara dan ammonia dicampurkan kedalam reaktor dan ditambahkan katalis platinum-rhodium

Katalis platinum-rhodium digunakan untuk mempercepat reaksi pada reaktor dengan ketentuan ukuran 80 mesh dan diameter 75 mikrometer yang berupa lembaran. Suhu katalis yaitu 750°C dengan tekanan 6 atm dan dikontakan selama 3×10^{-4} sec. [6]

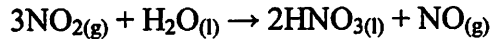
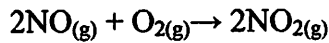
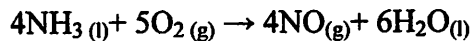
Gas panas NO , NO_2 dan sisa udara yang tercampur (biasanya 10% NO) dari reaktor didinginkan dengan heat exchanger dan pendingin dengan menggunakan air pendingin. Gas yang telah didinginkan masuk dalam menara kolom absorpsi dengan penambahan air untuk mengikat gas yang tidak diinginkan dalam keadaan suhu yang rendah yaitu 50°C . Gas sisa keluar dari atas menara kolom absorpsi di buang ke atmosfer. Akan tetapi asam nitrat yang dihasilkan keluar dari bawah menara kolom absorpsi dengan konsentrasi 55-65% dan yield 93-95%. [7],[8]

2.1.2 Proses Ostwald Asam Kuat



Gambar 2.2 Proses Ostwald Asam Kuat

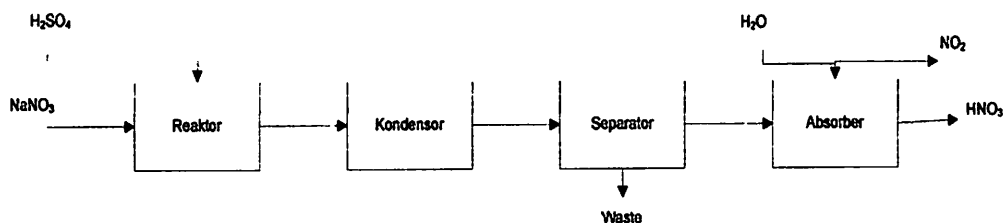
Reaksi:



Proses ostwald asam kuat merupakan proses oksidasi ammonia dan oksigen tekanan yang tinggi yaitu 8-10 atm (0,8Mpa-1Mpa) dengan bantuan katalis platinum-rhodium sehingga membentuk asam nitrat dengan konsentrasi 99%. Proses ini sudah banyak dilakukan di Amerika Serikat.

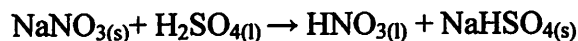
Proses ostwald asam kuat secara garis besar sama dengan proses ostwald asam lemah akan tetapi ada penambahan gas pada menara kolom absorpsi untuk pemekatan konsentrasi dari asam nitrat.^[6]

2.1.3 Proses Chile Saltpetre



Gambar 2.2 Proses Ostwald Chile Saltpetre

Proses *Chile Saltpeter* menggunakan bahan baku natrium nitrat dan asam sulfat. Di dalam reaktor terjadi reaksi eksotermis antara natrium nitrat dan asam sulfat. Reaksi yang terjadi :



Suhu operasi pada 200°C.^[9] Pada reaktor asam nitrat mengalami dekomposisi karena panas reaksi yang terjadi maka untuk mengurangi dekomposisi suhu reaktor harus dijaga. Asam nitrat menguap pada suhu 110-130 °C, kemudian dilewatkan *condesor partial*. Hasil gas dan embunan dipisahkan dengan separator. Gas yang tidak terembunkan berkisar antara 10-12% dari asam nitrat keluar reaktor. Gas yang tidak terembunkan diserap oleh air dalam absorber. Hasil cairan absorber menghasilkan asam nitrat dengan kadar 90 %. Hasil samping reaktor berupa campuran NaHSO₄ dan zat yang tidak bereaksi disebut *niter cake*. *Niter cake* dapat digunakan pada industri baja dan juga dapat sebagai bahan baku asam klorida bila direaksikan dengan garam natrium klorida.^[10]

2.2 Seleksi Proses

Seleksi proses atau pemilihan suatu proses diperlukan dalam setiap rencana pendirian suatu pabrik, sebelum pabrik terealisasi pendiriannya. Dengan operasi proses yang tepat maka akan dicapai manajemen energi yang efisien dan efektif tanpa mengurangi kualitas dan kuantitas hasil proses dengan investasi yang serendah-rendahnya.

Parameter	Proses		
	Proses Ostwald Asam Lemah	Proses Ostwald Asam Kuat	Proses Chile Saltpetre
A. Aspek Proses			
- Bahan baku	Ammonia dan oksigen	Ammonia dan oksigen	Natrium nitrat dan asam sulfat
- Katalis	Platinum-rhodium	Platinum-rhodium	-
- Produk samping	Gas NO	Gas NO	Niter cake dan NaHSO ₄
- Yield	93-95%	93-95%	97%
- Konsentrasi produk	55-65%	99%	90%
B. Aspek Operasi			
- Suhu	130-200 °C	300 °C	200 °C
- Tekanan	6 atm	8-10 atm	-
C. Aspek Ekonomi			
- Investasi	Rendah	Tinggi	Tinggi

Dengan perbandingan tabel diatas maka dipilih pembuatan asam nitrat dengan proses ostwald asam rendah dengan yield 93-95% dimana keuntungan proses ini adalah:

- Biaya yang ekonomis
- Proses yang kondisi operasi yang cukup rendah
- Konsentrasi asam nitrat yang banyak digunakan di Indonesia
- Bahan baku yang mudah didapat di Indonesia

2.3. Uraian Proses Terpilih

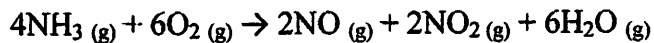
2.3.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Ammonia anhydrous dengan fase liquid dari storage (F-111) dengan kondisi penyimpanan tekanan 12 atm dan suhu 30°C dialirkan ke ekspander (N-112) untuk menurunkan tekanan menjadi 6 atm. Keluaran ammonia dari ekspander fase ammonia berubah menjadi gas dan dialirkan preheater (E-113) untuk dipanaskan mencapai 200°C untuk menuju ke reaktor.

Oksigen yang diambil dari udara bebas di filter (H-114) untuk menghilangkan debu atau kotoran yang terikut dalam udara. Setelah udara bersih di kompresor (G-115) dengan kompresor isoklorik dengan suhu keluaran dari filter menjadi 187,12°C

2.3.2 Tahap Reaksi

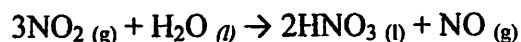
Gas ammonia dan oksigen yang sudah melalui tahap pemanasan dimasukkan ke dalam reaktor (R-110) dengan kondisi operasi tekanan 6 atm dan suhu 200°C. Reaksi yang terjadi yaitu:



Reaksi yang terjadi merupakan reaksi eksoterm yang berarti reaktor tersebut membutuhkan pendingin untuk menjaga suhu kondisi pada reaktor.

Gas keluaran dari reaktor di turunkan tekanannya dengan menggunakan ekspander jenis isoklorik (N-121). Sehingga tekanan yang keluar dari reaktor menjadi 3 atm dan suhunya menjadi 100°C. Gas yang keluar dari ekspander di dinginkan dengan menggunakan cooler (E-122) sehingga suhu tercapai 50°C agar memenuhi kondisi operasi yang diharapkan di kolom absorber (D-120).

Gas yang masuk lewat bawah dari kolom absorber kontakkan dengan air yang suhunya 30°C yang dialirkan lewat atas kolom absorber. Dalam mengkontakkan gas yang masuk terjadilah pemikatan dengan air di dalam tray-tray kolom absorber sehingga terjadinya reaksi kimia dan menghasilkan asam nitrat (HNO₃). Persamaan reaksi yang terjadi yaitu:



Dari persamaan reaksi diatas, hasil produk yang dihasilkan berupa asam nitrat di alirkan melalui bawah kolom absorber dan gas NO dialirkan lewat atas bersamaan gas-gas yang tidak bereaksi di dalam kolom absorber yaitu NO₂, ammonia, N₂, NO dan Oksigen untuk dibuang ke atmosfer.

2.3.3 Tahap Pemurnian

Konsentrasi asam nitrat yang dihasilkan dari bawah kolom absorber yaitu 43,12% di pompa (L-123) menggunakan pompa centrifugal untuk membawa asam nitrat ke evaporator (V-125) untuk memekatkan konsentrasi asam nitrat menjadi 65% . Akan tetapi sebelum masuk evaporator suhu yang keluar dari kolom absorber di panaskan menggunakan heater (E-124) hingga mencapai suhu 105°C sehingga kadar air yang terkandung dalam asam nitrat bisa berkurang.

2.3.4 Tahap Penanganan Produk

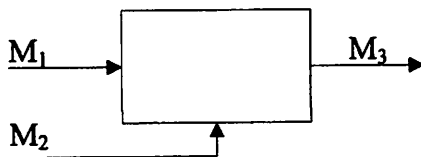
Produk asam nitrat yang akan dipasarkan dalam kondisi cair dan konsentrasi 65% ditampung sementara didalam tangki penampung (F-127) dan kemudian akan didistribusikan ke konsumen dengan menggunakan botol plastik.

BAB III NERACA MASSA

Pabrik ini dibangun dengan kapasitas produksi = 50000 ton/tahun
Kapasitas Produksi = 50000 ton/tahun : 330 hari/tahun
= 151,5152 ton/tahun x 1000 kg/jam
= 151515,15 kg/jam : 24 jam/hari
= 6313,1313 kg/jam
Basis NH₃ = 3476,2626 kg/jam
Diketahui =
Komposisi feed ammonia :
- NH₃ = 99,5%
- H₂O = 0,5%
Komposisi feed udara :
- O₂ = 21%
- N₂ = 79%

1. Fluid jed

Fungsi : Untuk mencampurkan gas ammonia dan udara sebelum masuk ke dalam reaktor



Keterangan

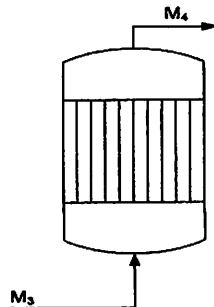
- M₁ = Aliran ammonia dari tangki penanmpung (kg/jam)
- M₂ = Aliran udara dari atmosfer (kg/jam)
- M₃ = Aliran menuju reaktor (kg/jam)

Aliran Neraca Massa Pada Fluid Jet

Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
Dari tangki penampung (M₁)	Ke Reaktor (M₃)
NH ₃ = 3458,8813	NH ₃ = 3458,8813
H ₂ O = 17,3813	O ₂ = 23243,6821
Dari atmosfer (M₂)	N ₂ = 76510,4535
O ₂ = 23243,6821	H ₂ O = 17,3813
N ₂ = 76510,4535	
Total = 103230,3982	Total = 103230,3982

2. Reaktor (R-110)

Fungsi : Mereaksikan ammonia dan oksigen menjadi asam nitrat



Neraca Massa Total

$$M_3 = M_4$$

Keterangan :

- M₃ = Aliran campuran ammonia dan udara dari fluid jet (kg/jam)
- M₄ = Aliran keluar dari reaktor menuju absorber (kg/jam)

Aliran Massa Pada Fluida

Aliran Keluar (kg/jam)		Aliran Masuk (kg/jam)	
	Dari tangki penampungan (M ₁)		Dari atmosfer (M ₂)
NH ₃ =	3458.8813	O ₂ =	33243.0821
H ₂ O =	173813	N ₂ =	30210.4232
Totol =	103230.3082	Totol =	103230.3082

5. Reaktor (R-110)

Fungsi : Meraksikan ammonia dan oksigen menjadi asam nitrat



Massa Total

$$M_2 = M_1$$

ketetapan :

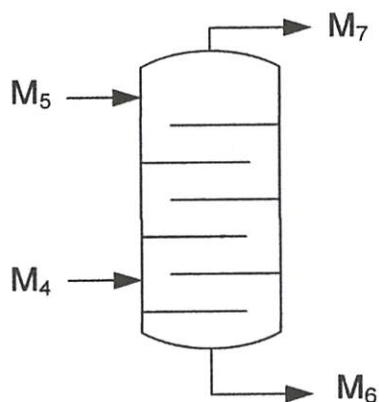
- M₁ = Aliran campuran ammonia dan udara dari fluida jet (kg/jam)
- M₂ = Aliran keluar dari reaktor menuju absorber (kg/jam)

Aliran Neraca Massa Pada Reaktor

Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
Dari Fluid jet (M₃)		Ke Absorber (M₄)	
NH ₃	= 3458,8813	NH ₃	= 69,1776
H ₂ O	= 17,3813	O ₂	= 13672,7542
O ₂	= 23243,682	N ₂	= 76510,4535
N ₂	= 76510,4535	NO	= 2990,915
		NO ₂	= 4586,0696
		H ₂ O	= 5401,0283
Total	= 103230,3982	Total	= 103230,3982

3. Absorber (D-120)

Fungsi : Mengabsorpsi NO₂ dengan penambahan H₂O membentuk asam nitrat



Neraca Massa Total

$$M_4 + M_5 = M_6 + M_7$$

Keterangan :

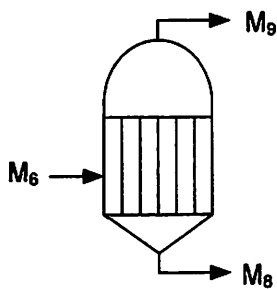
- M₄ = Aliran hasil gas dari reaktor menuju absorber (kg/jam)
- M₅ = Aliran feed H₂O dari water proses menuju absorber (kg/jam)
- M₆ = Aliran hasil produk asam nitrat menuju evaporator (kg/jam)
- M₇ = Aliran gas yang tidak terabsorpsi didalam absorber (kg/jam)

Aliran Neraca Massa Pada Absorber

Masuk (Kg/jam)		Keluar (Kg/jam)	
Dari Reaktor (M₄)		Ke Atmosfer (M₇)	
NH ₃	69,1776	NH ₃	69,1776
O ₂	13672,75	O ₂	13672,75
N ₂	76510,4535	N ₂	76510,4535
NO	2990,9150	NO	3967,9472
NO ₂	4586,0696	NO ₂	91,7214
H ₂ O	5401,0283		<hr/>
	<hr/>		94312,0539
	103230,3982		
Feed dari water proses (M₅)		Masuk Evaporator (M₆)	
H ₂ O	598,1830	HNO ₃	4103,535345
		H ₂ O	5412,9919
			<hr/>
			9516,5273
Total	103828,5812	Total	103828,5812

4. Evaporator (V-125)

Fungsi : Meningkatkan konsentrasi asam nitrat menjadi 65 %



Neraca Massa Total

$$M_6 = M_8 + M_9$$

Keterangan :

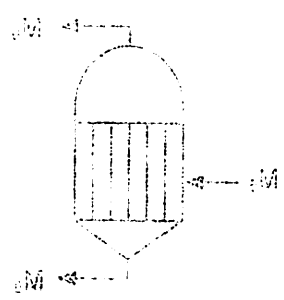
- M₆ = Aliran gas dari reaktor yang masuk ke evaporator (kg/jam)
- M₈ = Aliran produk asam nitrat 65% menuju tangki produk (kg/jam)
- M₉ = Aliran H₂O yang teruapkan (kg/jam)

Aliran Massa Alas Pada Absorber

Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
Darat Reaktor (M ₁)		Ke Absorber (M ₂)	
NH ₃	60.1770	NH ₃	60.1770
O ₂	1362.73	O ₂	1362.73
N ₂	20210.4232	N ₂	20210.4232
NO	2000.9120	NO	2007.9172
NO ₂	4286.0600	NO ₂	91.2214
H ₂ O	2401.0283		91212.0230
	<u>103230.3082</u>		
Feed dari water proses (M ₂)		Masuk Evaporator (M ₃)	
H ₂ O	202.1830	H ₂ O	4103.222242
		H ₂ O	2412.9019
			<u>9219.2233</u>
Total	103828.2812	Total	103828.2812

4. Evaporator (V-122)

Fungsi : Meningkatkan konsentrasi asam nitrat menjadi 67%



Notasi Massa Total

$$M_1 = M_2 = M_3$$

Keterangan :

- M₁ Aliran gas dari reaktor yang masuk ke evaporator (kg/jam)
- M₂ Aliran produk asam nitrat 67% menjadi tangki produk (kg/jam)
- M₃ Aliran H₂O yang teruapkan (kg/jam)

Neraca Massa Pada Evaporator

Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
Masuk Evaporator (M₅)		ke Udara (M₆)	
HNO ₃	4103,5353	H ₂ O (uap)	3518,4448
H ₂ O	5412,9919		
		ke Tangki Penampung (M₇)	
		HNO ₃	4103,5353
		H ₂ O (l)	1894,547
			<hr/>
			5998,0825
Total	9516,5273	Total	9516,5273

1999	8219'2513	1999	8219'2513
			2608'0852
		H ₂ O ⁽¹⁾	1804'241
		H ₂ O ⁽²⁾	4103'2323
		ԿԵ ԼՅԱՅԻ ԲԵՆՈՒՆԱՆԿ (Մ ³)	
H ₂ O	2415'0010	H ₂ O ⁽³⁾	3218'4442
H ₂ O ⁽²⁾	4103'2323	ԿԵ ԼՅԱՅ (Մ ³)	
ՄԱՅԱԿ ԲԱՆՈՒՆԱՆԿ (Մ ³)		ԿՈՒՄԱ ԲԱՆՈՒՆԱՆԿ (Մ ³)	
ՄԱՅԱԿ (ԿԵ/ԼՅԱՆ)		ԿՈՒՄԱ (ԿԵ/ԼՅԱՆ)	

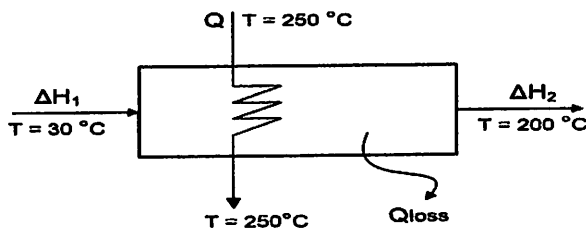
ՄՈՒՅՏԱՆ ԲՆԱՅԱ ԲԱՆՈՒՆԱՆԿ

BAB IV NERACA PANAS

Kapasitas produksi = 50000 Ton/tahun
 waktu operasi = 330 hari
 Suhu referensi = 25 °C

1. Heater Ammonia (E-113)

Fungsi : Untuk menaikkan suhu ammonia dari 30⁰C menjadi 120 °C



Persamaan Neraca Panas

Panas Masuk = Panas Keluar

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

Dimana - ΔH_1 = Kandungan Panas Bahan Masuk Preheater I (kkal/jam)

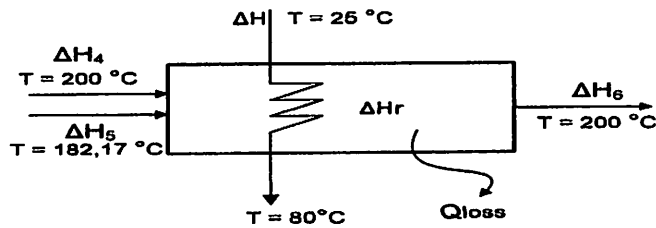
- ΔH_2 = Kandungan Panas Bahan keluar Preheater II (kkal/jam)

Neraca panas total

Panas masuk (kkal/jam)		Panas keluar (kkal/jam)	
ΔH_1	= 5824,2566	ΔH_2	= 307488,8806
Q_{steam}	= 301955,8368	Q_{loss}	= 291,2128
Total	= 307780,0934	Total	= 307780,0934

2. Reaktor (R-110)

Fungsi : Untuk mereaksikan oksigen dan ammonia



Persamaan neraca panas :

Panas masuk = Panas keluar

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

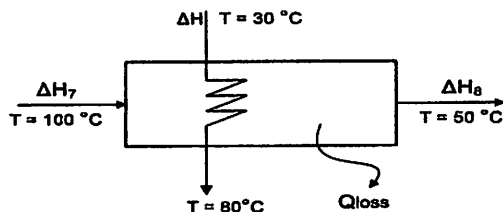
- Dimana :
- ΔH_4 = Kandungan panas bahan keluar dari heater I (kkal/jam)
 - ΔH_5 = Kandungan panas bahan keluar dari compresor (kkal/jam)
 - ΔH_R = Panas yang timbul akibat terjadinya reaksi (kkal/jam)
 - ΔH_6 = Kandungan panas bahan keluar dari reaktor (kkal/jam)

Neraca panas total

Panas masuk (kkal/jam)		Panas keluar (kkal/jam)	
ΔH_{45}	12668069,57	ΔH_6	14039436,64
ΔH_R	1627913,724	Q_c	3632684,271
		Q_{loss}	633403,4784
Total	11040155,8434	Total	11040155,8434

3. Cooler (E-122)

Fungsi : Menurunkan suhu hasil keluaran dari reaktor sebesar 50°C



Persamaan Neraca Panas

Panas Masuk = Panas Keluar

$$\Delta H_7 + \quad = \Delta H_{10} + Q_{\text{loss}} + Q_c$$

Dimana - ΔH_7 = Kandungan Panas Bahan Masuk cooler (kkal/jam)

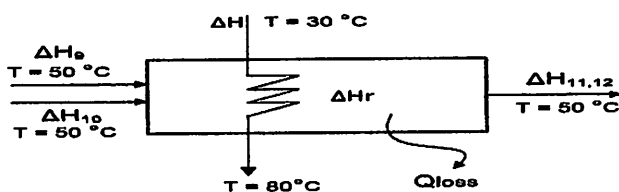
- ΔH_8 = Kandungan Panas Bahan Keluar cooler (kkal/jam)

Neraca panas total

Panas masuk (kkal/jam)		Panas keluar (kkal/jam)	
ΔH_7	4714776,852	ΔH_8	1571592,2839
		Q_{loss}	235738,8426
		Q_c	2907445,7252
Total	4714776,852	Total	4714776,8517

4. Absorber (D-120)

Fungsi : Memisahkan gas NO_2 dengan penambahan H_2O membentuk asam nitrat



Persamaan neraca panas :

Panas masuk = Panas keluar

$$\Delta H_{10} + \Delta H_{11} + \Delta H_R + Q_{\text{steam}} = \Delta H_{12} + Q_{\text{loss}}$$

Dimana : - ΔH_{10} = Kandungan panas bahan keluar dari cooler (kkal/jam)

- ΔH_{11} = Kandungan panas bahan keluar dari water proses (kkal/jam)

- ΔH_R = Panas yang timbul akibat terjadinya reaksi (kkal/jam)

- ΔH_{12} = Kandungan panas bahan keluar dari absorber (kkal/jam)

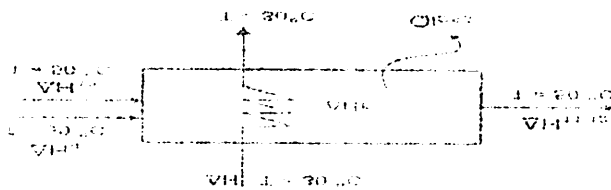
- ΔH^{12} = Kandungan panas bahan ketan dari argotret (kkal/jam)
- ΔH^{13} = Panas yang hilang akibat pendinginan reaktor (kkal/jam)
- ΔH^{14} = Kandungan panas bahan ketan dari water proses (kkal/jam)

Ditanya : ΔH^{10} = Kandungan panas bahan ketan dari cooler (kkal/jam)

$$\Delta H^{10} = \Delta H^{11} + \Delta H^{12} + Q^{1500} = \Delta H^{13} + Q^{1000}$$

Panas masuk = Panas keluar

Perhitungan neraca panas :



Langkah : Menentukan gas CO_2 dengan menggunakan H_2O menggunakan asam nitrat

4. Argotret (D-130)

1000	528.074174	1000	518.074174
		0°C	500.442.1525
		0°C	532.38.8450
ΔH^2	528.074174	ΔH^2	121205.5830
Panas masuk (kkal/jam)		Panas keluar (kkal/jam)	

Neraca panas total

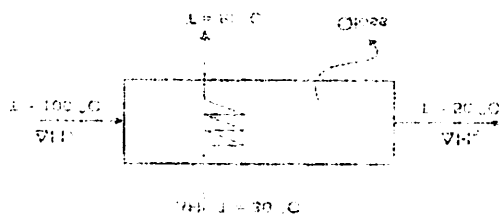
- ΔH^2 = Kandungan panas bahan ketan cooler (kkal/jam)

Ditanya - ΔH^2 = Kandungan panas bahan masuk cooler (kkal/jam)

$$\Delta H^2 = \Delta H^{10} + Q^{1000} + Q^c$$

Panas Masuk = Panas Keluar

Perhitungan Neraca Panas



Langkah : Menentukan suhu bahan ketan dari reaktor dengan 20°C

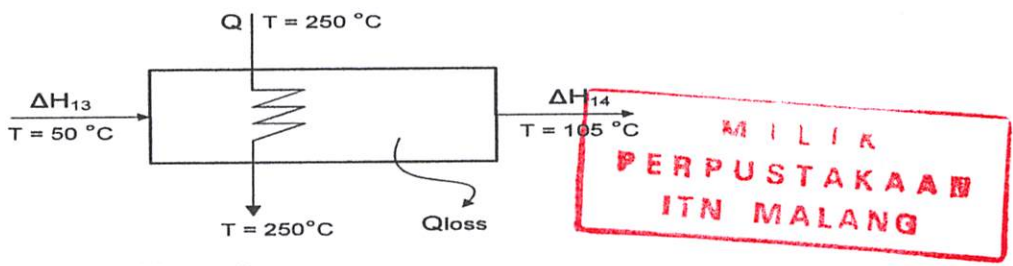
5. Cooler (E-133)

Neraca panas total

Panas masuk (kkal/jam)		Panas keluar (kkal/jam)	
ΔH_{1011}	= 1573527,6892	ΔH_{1213}	= 1524522,262
ΔH_R	= 4095,1360	Q loss	= 78471,62766
		Q _c	= 33561,33697
Total	= 1569432,5532	Total	= 1569432,5532

5. Heater (E-124)

Fungsi : Menaikkan suhu asam nitrat 50 °C menjadi 105 °C



Persamaan Neraca Panas

Panas Masuk = Panas Keluar

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

- Dimana - ΔH_{13} = Kandungan Panas Bahan Masuk Heater (kkal/jam)
- ΔH_{14} = Kandungan Panas Bahan keluar Heater (kkal/jam)

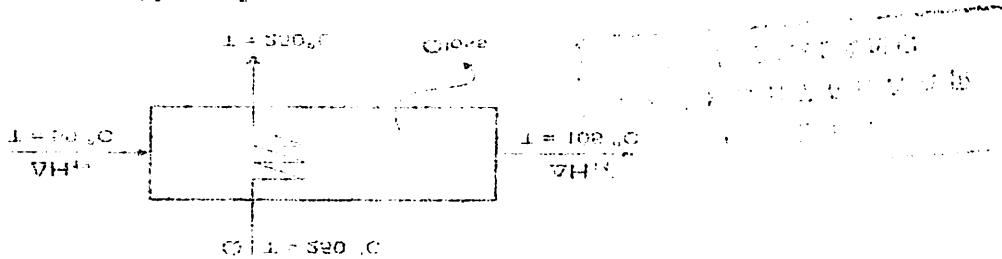
Neraca panas total

Panas masuk (kkal/jam)		Panas keluar (kkal/jam)	
ΔH_{14}	= 91376,91737	ΔH_{15}	= 290592,1792
Q _{steam}	= 203784,1077	Q _{loss}	= 4568,845868
Total	= 295161,0251	Total	= 295161,0251

T_{awal}	=	3021010321	T_{akhir}	=	3021010321
σ_{awal}	=	3032841033	σ_{akhir}	=	4202842808
ΔH^{awal}	=	0132801323	ΔH^{akhir}	=	3002071303
Panas masuk (kJ/jam)			Panas keluar (kJ/jam)		

Menjadi panas total

- ΔH^{awal} = Kuantitas Panas dalam kalorimeter (kJ/jam)
- Dimana - ΔH^{akhir} = Kuantitas Panas dalam wadah kalorimeter (kJ/jam)
- $\Delta H^{\text{awal}} + \sigma^{\text{awal}} = \Delta H^{\text{akhir}} + \sigma^{\text{akhir}}$
- Panas Masuk = Panas Keluar
- Bersamaan dengan Panas



Figur 1 : Menunjukkan suhu awal adalah 30 °C menjadi 102 °C

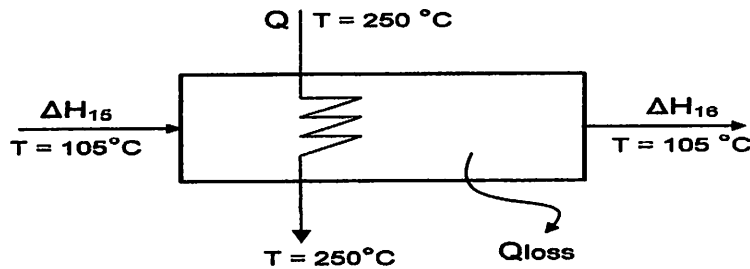
2. Kalorimeter (E-134)

T_{awal}	=	12004253225	T_{akhir}	=	12004253225
σ^{awal}	=	40021300	σ^{akhir}	=	33021032
ΔH^{awal}	=	0031200	ΔH^{akhir}	=	2802103200
Panas masuk (kJ/jam)			Panas keluar (kJ/jam)		

Menjadi panas total

6. Evaporator (V-125)

Fungsi : Meningkatkan konsentrasi asam nitrat 65 %



Persamaan Neraca Panas

Panas Masuk = Panas Keluar

$$\Delta H_{16} + Q_{\text{Steam}} = \Delta H_{17} + Q_{\text{loss}}$$

Dimana - ΔH_{16} = Kandungan Panas Bahan Masuk Evaporator (kkal/jam)

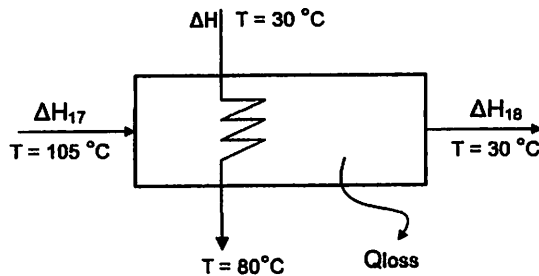
- ΔH_{17} = Kandungan Panas Bahan Keluar Evaporator (kkal/jam)

Neraca panas total

Panas masuk (kkal/jam)		Panas keluar (kkal/jam)	
ΔH_{16}	290592,1792	ΔH_{17}	290592,1792
Q_{steam}	14529,60896	Q_{loss}	14529,60896
Total	305121,7882	Total	305121,7882

7. Cooler (E-126)

Fungsi : Menurunkan suhu asam nitrat 65% untuk dibawah ke tangki penampung



Persamaan Neraca Panas

Panas Masuk = Panas Keluar

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

Dimana - ΔH_{18} = Kandungan Panas Bahan Masuk cooler (kkal/jam)

- ΔH_{19} = Kandungan Panas Bahan keluar cooler (kkal/jam)

Neraca panas total

Panas masuk (kkal/jam)	Panas keluar (kkal/jam)
$\Delta H_{18} = 163759,2828$	$\Delta H_{19} = 10234,9552$
	$Q_{\text{loss}} = 8187,9641$
	$Q_c = 145336,3635$
Total = 163759,2828	Total = 163759,2828

BAB V SPESIFIKASI ALAT

1. Storage Bahan Baku Ammonia anhydrous (F-111)

Fungsi : Untuk menyimpan bahan baku ammonia selama 7 hari

Direncanakan

- Bentuk : Spherical
- Bahan konstruksi : allowable stress (f)
Allowable stress (f) = 18750
- Jenis pengelasan : double welded
E = 0,8
- Faktor korosi : 1/16 in
- Suhu : 30 °C
- Tekanan operasi : 12 atm
- massa larutan : 3476,2626 Kg/jam
- Lama penyimpanan : 1 Minggu
- Jumlah storage : 3 Buah
- Dimensi tangki
- ts : $\frac{13}{16}$ in
 - Do : 154,3660 in
 - di : 150,6416 in

2. Ekspander Ammonia (N-112)

Fungsi : Untuk menurunkan tekanan ammonia dari 12 atm menjadi 6 atm

Type : multi stage radial ekspander

Dasar Perhitungan

- P masuk = 12 atm
- P keluar = 6 atm
- Temperatur = 30 °C
- Rate masuk = 3476,2626 kg/jam = 7663,7685 lb/jam
- Kerja yang dibangkitkan oleh ekspander : 0,6 Hp
- Efisiensi ekspander : 80%
- Jumlah : 1 buah

3. Air Filter (H-114)

Fungsi	:	Untuk menyaring debu yang tersuspensi dalam udara
Type	:	Dry filter
Kapasitas	:	3138,0988 ft ³ /menit
Jumlah	:	3 buah

4. Kompresor (G-116)

Fungsi	:	Menaikkan tekanan udara 1 atm menjadi 6 atm
Type	:	Sentrifugal isocloric
Tekanan masuk	:	1 atm
Tekanan keluar	:	6 atm
Suhu udara masuk	:	27 °C
Suhu udara keluar	:	182,17 °C
Kerja dihasilkan	:	19 kW
Kapasitas	:	99754,136 ft ³ /menit
Daya	:	2 Hp
Jumlah	:	1 buah

5. Heater Ammonia (E-113)

Fungsi	:	Untuk memanaskan ammonia dari suhu 30°C menjadi 200 °C
Jenis	:	Shell and Tube
Type	:	1 - 2
Dimensi Shell		
- ID s	:	27 in
- n	:	1
- B	:	3
Dimensi pipa		
- OD	:	1 in
- panjang	:	12 ft
- susunan	:	persegi
- Pt	:	1,25
- di	:	0,67 in
- de	:	0,95 in

6. Reaktor (R-110)

Dapat dilihat pada Perancangan Alat Utama oleh Okky Finisia

7. Ekspander (N-112)

Fungsi : Untuk menurunkan tekanan dari 6 atm menjadi 1 atm

Type : Axial ekspander

P masuk : 6 atm

P keluar : 3 atm

T masuk : 200 °C

T keluar : 100 °C

Rate masuk : 103230,4 kg/jam

Kerja yang dibangkitkan oleh ekspander : 0,4 kW

Power motor : 2,3648 Hp

Jumlah : 1 buah

8. Cooler (E-122)

Fungsi : Untuk menurunkan suhu 100°C menjadi 50 °C

Jenis : Shell and Tube

Type : 1 - 2

Dimensi Shell

- ID s : 13 in

- n : 1

- B : 3

Dimensi pipa

- OD : 1 in

- panjang : 12 ft

- susunan : persegi

- Pt : 1,25

- di : 0,67 in

- de : 0,95 in

10. Absorber (D-120)

Dapat dilihat pada Perancangan Alat Utama oleh Ika Sulistyowati

11. Heater (E-124)

Fungsi	:	Untuk memanaskan gas yang keluar dari absorber dari suhu 50°C menjadi 105 °C
Jenis	:	Shell and Tube
Type	:	1 - 2
Dimensi Shell		
- ID s	:	8 in
- n	:	1
- B	:	3
Dimensi pipa		
- OD	:	1 in
- panjang	:	12 ft
- susunan	:	persegi
- Pt	:	1,25
- di	:	0,67 in
- de	:	0,95 in

12. Evaporator (F-123)

Fungsi	:	Untuk memekatkan Asam nitrat 42% menjadi 65%
Type	:	Short tube vertical dengan tutup atas berbentuk standard dish dan tutup bawah berbentuk conis dengan $\alpha = 120$
Bahan konstruksi	:	HAS SA 240 grade M type 316
Volume tangki	:	5084,7196 ft ³
Jumlah tube	:	18 buah
Diameter evaporator	:	59,6250 in
Diameter luar	:	60 in
Tebal silinder	:	3/16 in
Tinggi Silinder	:	89,4375 in
Tebal tutup atas	:	2/16 in
Tebal tutup bawah	:	2/16 in

10. Absorber (D-120)

Dapat dilihat pada Perancangan Alat Laboratorium oleh Ika Sulistyowati

11. Heater (E-124)

Fungsi	:	Untuk memanaskan gas yang keluar dari absorber dan suhu 20°C menjadi 102°C
Jenis	:	Shell and Tube
Type	:	1 - 2
Dimensi Shell		
- ID s	:	8 in
- n	:	1
- B	:	3
Dimensi pipa		
- OD	:	1 in
- panjang	:	12 ft
- susunan	:	seragi
- p1	:	1.22
- d1	:	0.67 in
- de	:	0.92 in

12. Evaporator (F-123)

Fungsi	:	Untuk memekatkan Asam nitrat 42% menjadi 65%
Type	:	Short tube vertical dengan tutup atas berbentuk standard dish dan tutup bawah berbentuk conis dengan $\alpha = 120^\circ$
Bahan konstruksi	:	HAZ SA 240 grade M type 316
Volume tangki	:	2084.7196 ft ³
Jumlah tube	:	18 buah
Diameter evaporator	:	29.6250 in
Diameter luar	:	30 in
Tebal silinder	:	3/16 in
Tinggi silinder	:	89.4375 in
Tebal tutup atas	:	3/16 in
Tebal tutup bawah	:	3/16 in

12. Cooler (E-126)

Fungsi	:	Untuk menurunkan suhu 105°C menjadi 30 °C
Tipe	:	Shell and Tube
Type	:	1 - 2
Dimensi Shell		
- ID s	:	8 in
- n	:	1
- B	:	3
Dimensi pipa		
- OD	:	1 in
- panjang	:	12 ft
- susunan	:	persegi
- Pt	:	1,25
- di	:	0,67 in
- de	:	0,95 in

13. Tangki produk HNO₃ 65% (F-127)

Fungsi	:	Untuk Menyimpan dan persediaan larutan HNO ₃
Tipe	:	Tangki berbentuk silinder tegak dengan tutup atas
bahan konstruksi	:	HAS SA 240 grade M type 316
F allowable	:	18750
Type pengelasan	:	single welding but join
Volume tangki	:	162,5300 ft ³
Diameter dalam	:	59,625 in
Diameter luar	:	60 in
Tebal silinder	:	3/16 in
Tinggi silinder	:	89,4375 in
Tebal tutup atas	:	2/16 in
Tebal tutup bawah	:	2/16 in
Tinggi tutup atas	:	10,076625 in
Tinggi tutup bawah	:	17,212263 in
Tinggi Storage	:	116,72639 in
jumlah	:	1 buah

BAB VI

PERANCANGAN ALAT UTAMA

Nama alat : Reaktor
 Kode alat : R-110
 Type : *Fixed Bed Multitubular Reaktor*
 Fungsi : Sebagai tempat berlangsungnya reaksi sebagai berikut:

$$4 \text{NH}_3(\text{g}) + 5 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NO}(\text{g}) + 2 \text{NO}_2(\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$

 Bentuk : Silinder tegak dengan tutup atas dan tutup bawah *standard dished* dilengkapi dengan *tube*

Kondisi Operasi :

1. Tekanan = 6 atm = 88,1760 psia
2. Temperatur = 200 °C = 392 F = 705,60 °R
3. Fase = Gas
4. Waktu tinggal = 60 detik
5. Rate Umpan masuk reaktor = 103230,398 kg/jam

Bahan konstruksi : *High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316*

Allowable stress (f) : 17532 lb/in² (*Brownell & Young, App. D hal 342*)

Jenis pengelasan : *Double Welded Butt Joint*

harga E : 1 (*Brownell & Young, tabel 13.2, hal 254*)

faktor korosi (C) : $\frac{1}{16}$ in

Perhitungan Perancangan Reaktor

6.1 Perancangan Dimensi Reaktor

A. Menentukan Volume Reaktor

Komposisi bahan masuk reaktor

Bahan	kg/jam	kmol/jam	lbmol/jam
NH ₃	3640,5587	214,150512	472,116218
H ₂ O	18,2943	1,07613529	2,37244787
O ₂	24464,5545	764,517328	3370,9098
N ₂	80529,1587	2516,53621	11095,9115
Total	28123,408	979,7440	3845,39847

Dengan rumus :

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

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

$n = 979,7440 \text{ kgmol/jam} = 3845,3985 \text{ lbmol/jam}$

$= 1,0682 \text{ lbmol/detik}$

maka:

$$V_{\text{gas}} = \frac{1,0142 \text{ lbmol/detik} \times 10,73 \text{ psia.ft}^3/\text{lbmol.}^\circ\text{R} \times 1029,6 \text{ }^\circ\text{R}}{88,176 \text{ psia}}$$

$$V_{\text{gas}} = 91,725 \text{ ft}^3/\text{detik} \times 60 \text{ detik}$$

$$V_{\text{gas}} = 5503,4937 \text{ ft}^3$$

Direncanakan untuk 1 buah reaktor, volumenya adalah :

$$V_{\text{gas}} = 5503,4937 \text{ ft}^3$$

$$V_{\text{gas}} = 80 \% \text{ volume tangki, sehingga:}$$

$$V_{\text{total}} = V_{\text{gas}} + V_{\text{ruang kosong}}$$

$$V_{\text{total}} = 5503,4937 \text{ ft}^3 + 0,2 V_{\text{total}}$$

$$0,8 V_{\text{total}} = 5503,4937 \text{ ft}^3$$

$$V_{\text{total}} = 6879,3671 \text{ ft}^3$$

B. Menentukan Dimensi Reaktor

1. Menentukan Dimensi Tangki

Ditetapkan $L_s = 2 \text{ di}$

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

$$6879,367 = \frac{\pi}{4} \cdot \text{di}^2 \cdot L_s + 0,0847 \text{ di}^3 + 0,0847 \text{ di}^3$$

$$6879,367 = \frac{\pi}{4} \cdot \text{di}^2 \cdot 1,5 \text{ di} + 0,0847 \text{ di}^3 + 0,0847 \text{ di}^3$$

$$6879,367 = 1,3469 \text{ di}^3$$

$$\text{di} = 17,2215 \text{ ft} = 206,6580 \text{ in}$$

$$L_s = 2 \text{ di} = 2 \times 17,2215 \text{ ft} = 25,8323 \text{ ft}$$

$$h_g = L_s = 25,8323 \text{ ft}^3$$

2. Menentukan tekanan design

$$\rho_{\text{campuran}} = 9,3481 \text{ lb/ft}^3$$

$$P_d = P_{\text{operasi}} + P_{\text{hidrostatik}}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{hidrostatik}} &= \frac{\rho_{\text{campuran}} (h_g - 1)}{144} \\
 P_{\text{hidrostatik}} &= \frac{9,3481 \text{ lb/ft}^3 \times (25,8323 - 1)}{144} \\
 P_{\text{hidrostatik}} &= 1,6120 \text{ psia} \\
 P_d &= 88,1760 \text{ psia} + 1,6120 \text{ psia} \\
 &= 89,7880 \text{ psia} = 75,0920 \text{ psig}
 \end{aligned}$$

3. Menentukan tebal tangki

$$\begin{aligned}
 t_s &= \frac{P_i \times d_i}{2(f \times E - 0,6 \times P_i)} + C \\
 &= \frac{75,0920 \text{ psia} \times 206,6580 \text{ in}}{2 \times 17532 \times 0,8 - 1 \times 1,6120} + \frac{1}{16} \\
 &= \frac{15518,3750}{28049,2655} + \frac{1}{16} = \frac{9,8521}{16} \text{ in} \approx \frac{3}{16} \text{ in}
 \end{aligned}$$

Standarisasi di :

$$\begin{aligned}
 d_o &= d_i + 2.t_s \\
 &= 206,6580 \text{ in} + 2 \times \frac{3}{16} \\
 &= 207,0330 \text{ in} \\
 &= 17,2528 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

Dari tabel 5.7 *Brownell & Young* hal. 91 didapatkan :

$$\begin{aligned}
 d_{o\text{standart}} &= 204 \text{ in} = 17 \text{ ft} \\
 d_{i\text{baru}} &= d_o - 2.t_s \\
 &= 204 \text{ in} - 2 \times \frac{3}{16} \\
 &= 203,6250 \text{ in} = 16,9688 \text{ ft} \\
 L_{s\text{standart}} &= 1,5 \times d_{i\text{baru}} \\
 &= 1,5 \times 203,6250 \\
 &= 305,4375 \text{ in} = 25,4531 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

Cek hubungan L_s dengan d_i :

$$\begin{aligned}
 V_{\text{total}} &= V_{\text{silinder}} + V_{\text{tutup atas}} + V_{\text{tutup bawah}} \\
 6879,3671 &= \frac{\pi}{4} \cdot d_i^2 \cdot L_s + 0,0847 d_i^3 + 0,0847 d_i^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 6879,3671 &= \frac{\pi}{4} \cdot (20,9531)^2 \cdot L_s + 0,0847 \cdot (20,9531)^3 + 0,0847 \cdot (20,9531)^3 \\
 6879,3671 &= 226,0317 L_s + 827,6810 \\
 6051,6861 &= 226,0317 L_s \\
 L_s &= 26,7736 \text{ ft} = 321,2834 \text{ in} \\
 \frac{L_s}{d_i} &= \frac{26,7736}{25,4531} = 1,1 < 2 \text{ (memenuhi)}
 \end{aligned}$$

C. Menentukan Dimensi Tutup

1. Menentukan Tebal Tutup Atas (t_{ha}) dan tebal tutup bawah (t_{hb})

Direncanakan tutup atas dan tutup bawah berbentuk *standart dished*.

$$r = d_i = 203,6250 \text{ in}$$

$$\begin{aligned}
 t_{ha} = t_{hb} &= \frac{0,885 \times P_i \times r}{(f \times E) - (0,1 \times P_i)} + C \quad (\text{Brownell \& Young, Pers. 13-12 hal 258}) \\
 &= \frac{0,885 \times 89,7880 \times 203,6250}{[17532 \times 0,8] - [0 \times 20,8677]} + \frac{1}{16} \\
 &= 0,0207 + \frac{1}{16} = \frac{1,3314}{16} \approx \frac{3}{16} \text{ in}
 \end{aligned}$$

2. Menentukan tinggi tutup atas (h_a) dan tinggi tutup bawah (h_b)

$$r = d_i = 203,6250 \text{ in} = 16,9688 \text{ ft}$$

$$icr = 0,06 r = 0,06 \times 203,6250 = 12,2175 \text{ in}$$

Dari tabel 5.6 *Brownell & Young*, hal.88 untuk $t_s = \frac{3}{16}$ in diperoleh :

$$sf = 2 \text{ in}$$

Dari fig 5-8 *Brownell & Young* diperoleh :

$$a = \frac{d_i}{2}$$

$$b = r - \sqrt{(BC^2 - AB^2)}$$

$$AB = \frac{d_i}{2} - icr$$

$$BC = r - icr$$

$$AC = \sqrt{(BC^2 - AB^2)}$$

$$h_a = t_h + b + sf$$

Dimana :

$$d_i = \text{diameter dalam} = 203,6250 \text{ in}$$

$$t_s = \text{tebal silinder} = \frac{3}{16} \text{ in}$$

$$t_h = \text{tebal tutup} = \frac{3}{16} \text{ in}$$

$$r = d_i = 203,6250 \text{ in}$$

$$\text{icr} = \text{inside corner radius} = 12,2175 \text{ in}$$

Sehingga :

$$a = \frac{1}{2} \times d_i = \frac{1}{2} \times 203,6250 \text{ in} = 101,8125 \text{ in}$$

$$AB = a - \text{icr} = 101,8125 - 12,2175 = 89,5950 \text{ in}$$

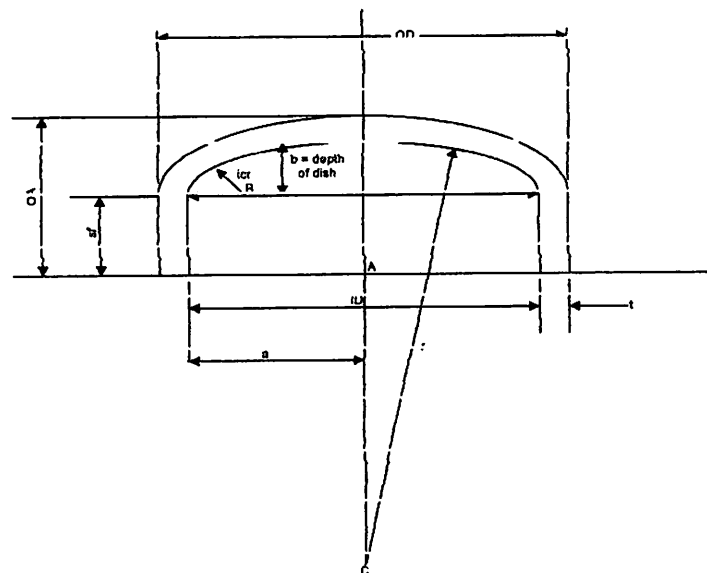
$$BC = r - \text{icr} = 203,6250 - 12,2175 = 191,4075 \text{ in}$$

$$AC = \sqrt{(BC^2 - AB^2)} = \sqrt{(191,4075^2 - 89,5950^2)} = 169,1436 \text{ in}$$

$$b = r - AC = 203,6250 - 169,1436 = 34,4814 \text{ in}$$

$$h_a = h_b = t_h + b + sf = \frac{3}{16} + 34,4814 + 2 \text{ in}$$

$$h_a = h_b = 36,6689 \text{ in} = 3,0557 \text{ ft}$$



Gambar 6.1

Penampang Tutup Atas Reaktor

3. Menentukan Tinggi Reaktor Total

$$\begin{aligned} \text{Tinggi reaktc} &= \text{Tinggi tutup atas} + \text{Tinggi silinder} + \text{Tinggi tutup bawah} \\ &= h_a + L_s + h_b \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 36,6689 + 321,2834 + 36,6689 \\
 &= 394,6211 \text{ in} = 32,8851 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, diperoleh dimensi reaktor :

$$\begin{aligned}
 d_i &= 203,6250 \text{ in} & t_{na} &= \frac{3}{16} \text{ in} & t_s &= \frac{3}{16} \text{ in} \\
 d_o &= 204 \text{ in} \\
 L_s &= 321,2834 \text{ in} & t_{nb} &= \frac{3}{16} \text{ in} \\
 h &= 394,6211 \text{ in}
 \end{aligned}$$

D. Menentukan Perhitungan Tube

1. Menentukan Panjang Tube

Katalis yang digunakan adalah katalis platinum-rhodium (Pt-Rd)

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

$$\begin{aligned}
 V_{\text{bahan}} &= 0,60 \times V_{\text{gas}} \\
 &= 0,60 \times 5503,4937 \text{ ft}^3 = 3302,0962 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{bahan}} = 20,0388 \text{ lb/ft}^3$$

$$\begin{aligned}
 M_{\text{bahan}} &= \rho_{\text{bahan}} \times V_{\text{bahan}} \\
 &= 20,0388 \text{ lb/ft}^3 \times 3302,0962 \text{ ft}^3 \\
 &= 66170,1111 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

2. Menentukan Volume Tube

$$\begin{aligned}
 V_{\text{tube}} &= V_{\text{bahan}} + V_{\text{gas}} \\
 &= 3302,0962 \text{ ft}^3 + 5503,4937 \text{ ft}^3 = 8805,5899 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

$$V_{\text{tube}} = \frac{\pi}{4} \times d_i^2 \times L$$

$$L = \frac{V_{\text{tube}}}{\frac{\pi}{4} \times d_i^2} = \frac{V_{\text{tube}}}{\text{flow area}}$$

Direncanakan :

Pipa yang dipakai 6 in, 6,625 OD, sch 40, L= 80 ft

Dari data tabel 11, Kern, hal. 844, diperoleh : $a' = 28,9 \text{ in}^2$

$$a' = 0,2007 \text{ ft}^2$$

$$L = \frac{8805,5899 \text{ ft}^3}{0,2007 \text{ ft}^2} = 43875,6036 \text{ ft}$$

3. Menentukan Jumlah Tube

$$N_t = \frac{L}{\text{panjang tube standart}} = \frac{43875,6036 \text{ ft}}{80 \text{ ft}}$$

$$= 548,4450 \text{ buah} \approx 548 \text{ buah}$$

maka :

$$\text{Kecepatan gas} = \frac{V_{\text{act}}}{\text{waktu reaksi}} = \frac{5503,4937}{60}$$

$$= 91,7249 \text{ ft}^3/\text{detik}$$

$$\text{Rate tiap 1 pipa} = \frac{\text{kecepatan gas}}{N_t} = \frac{91,7249 \text{ ft}^3/\text{detik}}{548,4450448}$$

$$= 0,167245 \text{ ft}^3/\text{detik}$$

Volume tiap panjang tube yang terisi bahan ($V = a' \times L \times \epsilon$)

dimana : a' = Flow area (ft^2)

L = Panjang tube yang berisi bahan (ft)

ϵ = Porositas

Sehingga :

$$V = 0,2007 \text{ ft}^2 \times 80 \text{ ft} \times 0,60 = 9,6333 \text{ ft}^3$$

4. Menentukan Luas Tube

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

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

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

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

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

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

$$= 0,3248 \text{ in}^2 = 0,0023 \text{ ft}^2$$

Dengan $N_t = 548$ buah, maka :

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

$$= 548 \times 0,0023 = 1,2369 \text{ ft}^2$$

Asumsi : Luas pipa = 90% \times Luas total

$$\begin{aligned} \text{Luas total} &= \frac{\text{Luas pipa}}{0,9} = \frac{1,2369}{0,9} \\ &= 1,3743 \text{ ft}^2 = 197,8973 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

Kesimpulan Perancangan Tube :

$$\begin{aligned} d_o &= 204 \text{ in} & t_n &= \frac{3}{16} \\ d_i &= 203,625 \text{ in} & N_t &= 548 \text{ buah} \\ t_s &= \frac{3}{16} \text{ in} & L &= 80 \text{ ft} \\ H_{\text{reaktor}} &= 197,8973 \text{ in}^2 & \text{Pipa} &= 4 \text{ in, } 5 \text{ OD, sch } 40 \end{aligned}$$

6.2 Menentukan Ukuran Nozzle

A. Nozzle Pada Tutup Bawah

1. Nozzle Untuk Pemasukan Bahan Baku

$$\begin{aligned} \text{Rate bahan masuk} &= 3658,8530 \text{ kg/jam} = 8068,1368 \text{ lb/jam} \\ \rho_{\text{bahan}} &= 9,3481 \text{ lb/ft}^3 \end{aligned}$$

Bahan	kg/jam	BM	kmol/jam	Fraksi mol	Viskositas
NH ₃	3640,5587	17	214,1505	0,9953	0,0165
H ₂ O	18,2943	18	1,0164	0,0047	0,016
O ₂	24464,5545	32	764,5173	0,2100	0,027
N ₂	80529,1587	28	2876,0414	0,7900	0,028
Total	3658,8530	35	215,1669	1,0000	0,0325

$$\begin{aligned} \text{Maka didapatkan viskositas campuran} &= 0,0325 \text{ cp} \\ &= 0,0786 \text{ lb/ft.jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik (Q}_v) &= \frac{m}{\rho} = \frac{8068,1368 \text{ lb/jam}}{9,3481 \text{ lb/ft}^3} \\ &= 863,0756 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,2397 \text{ ft}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Pemilihan diameter nozzle berdasarkan diameter pipa :

$$\begin{aligned} ID_{\text{optimal}} &= 3,9 q_f^{0,45} \rho^{0,13} && (\text{Peter \& Timmerhaus, hal. 496}) \\ &= 3,9 \times (0,0432)^{0,45} \times (9,3481)^{0,13} \\ &= 2,7425 \text{ in} \approx 3 \text{ in} \end{aligned}$$

Dipilih pipa standard (*App A.5 Geankoplis*) sehingga diperoleh :

$$D_{\text{nominal}} = 3 \text{ in sch } 40$$

$$\text{OD} = 3,500 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 3,068 \text{ in} = 36,816 \text{ ft}$$

Asumsi Aliran turbulen

$$N_{\text{Re}} = \frac{\text{ID} \times v \times \rho}{\mu}$$

$$\begin{aligned} \text{Dimana laju alir } (v) &= \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\lambda / 4 (\text{ID})^2} \\ &= \frac{0,2397}{3,14 / 4 \times 36,816^2} \\ &= 413,9519 \text{ ft/detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{\text{Re}} &= \frac{36,816 \times 413,9519 \times 9,3481}{0,0786} \\ &= 1812064,76 > 2100 \text{ (memenuhi)} \end{aligned}$$

B. Nozzle Pada Silinder

1. Nozzle untuk hand hole

Diambil diameter 10 in, sehingga dari *Brownell and Young*, App. K, hal. 387, didapatkan :

$$\text{ukuran pipa normal (NPS)} = 10 \text{ in sch } 40$$

$$\text{Diameter dalam (ID)} = 10,020 \text{ in}$$

$$\text{Diameter luar (OD)} = 10,750 \text{ in}$$

$$\text{Tebal pipa} = 0,365 \text{ in}$$

C. Nozzle Pada Tutup Atas

- Nozzle untuk pengeluaran bahan baku

$$\text{Rate bahan keluar} = 97829,3699 \text{ kg/jam} = 215723,5436 \text{ lb/jam}$$

$$\rho_{\text{campuran}} = 72,9120 \text{ lb/ft}^3$$

Komponen	kg/jam	BM	kmol/jam	Fraksi Mol	Viskositas
NH ₃	69,1776	17	4,0693	0,0006	0,0165
O ₂	13672,7542	32	427,2736	0,1166	0,027
N ₂	76510,4535	28	2732,5162	0,7459	0,028

NO	2990,915	30	99,6972	0,0272	0,026
NO ₂	4586,0696	46	99,6972	0,0272	0,028
H ₂ O	5401,0283	18	300,0571	0,0819	0,016
Total	103161,221	171	3663,3105	0,9994	0,1415

Maka didapatkan viskositas campuran = 0,1415 cp
= 0,0003 lb/ft.jam

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik (Q}_v) &= \frac{m}{\rho} = \frac{215723,5436 \text{ lb/jam}}{72,9120 \text{ lb/ft}^3} \\ &= 2958,6837 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,8219 \text{ ft}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Asumsi aliran turbulen

Pemilihan diameter nozzle berdasarkan diameter pipa :

$$\begin{aligned} ID_{\text{optimal}} &= 3,9 q_f^{0,45} \rho^{0,13} \\ &= 3,9 \times (0,8219)^{0,45} \times (9,3481)^{0,13} \\ &= 6,2357 \text{ in} \approx 6 \text{ in} \end{aligned}$$

Dipilih pipa standard (*AppA.5, Geankoplis*), diperoleh :

$$\begin{aligned} D_{\text{nominal}} &= 6 \text{ in sch 40} \\ OD &= 6,625 \text{ in} \\ ID &= 6,065 \text{ in} = 0,5054 \text{ ft} \end{aligned}$$

Asumsi aliran turbulen

$$N_{\text{Re}} = \frac{ID \times v \times \rho}{\mu}$$

$$\begin{aligned} \text{Dimana laju alir (v)} &= \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\lambda / 4 (ID)^2} \\ &= \frac{0,8219}{3,14 / 4 \times 0,5054^2} \\ &= 0,267439 \text{ ft/detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{\text{Re}} &= \frac{0,5054 \times 0,267439 \times 72,9120}{0,0003} \\ &= 28792,6579 > 2100 \text{ (memenuhi)} \end{aligned}$$

Kesimpulan Perancangan Nozzle :

a. Nozzle pemasukan bahan baku

Ukuran : 3 in
Sch : 40

ID : 3,068 in

b. Nozzle pengeluaran bahan baku

Ukuran : 6 in

Sch : 40

ID : 6,065 in

Flange yang digunakan pada keempat nozzle tersebut adalah flange standart type *Welding Neck*

Dari fig. 12-2, Brownell and Young, hal. 221 diperoleh flange sebagai berikut :

Nozzle	NPS	A	T	R	E	K	L	B
A	3	7 1/2	15/16	5	3 9/16	2,88	2 3/4	2,47
B	6	11	1	8 1/2	7 9/16	6,63	3 1/2	6,07

Keterangan :

A : Nozzle pemasukan bahan baku

B : Nozzle pengeluaran produk

NPS : Ukuran pipa nominal, in

A : Diameter luar flange, in

T : Ketebalan flange minimum, in

R : Diameter luar bagian yang menonjol, in

E : Diameter hub pada dasar, in

K : Diameter hub pada titil pengelasan, in

L : Panjang melewati hub, in

B : Diameter dalam pipa, in

6.3 Perhitungan Penguat (*Reinforcement*)

Menentukan lubang maksimum tanpa penguat :

$$K = \frac{P \cdot Do}{2 \cdot ts \cdot f} \quad (\text{Pers. 10-29, Herman C. Hosse, hal 280})$$

dimana :

$$P = \text{Tekanan design} = 88,1760 \text{ psia}$$

$$Do = \text{Diameter lubang dinding shell} = 204 \text{ in}$$

$$ts = \text{Tebal shell} = \frac{3}{16} \text{ in}$$

$$f = \text{Stress yang diijinkan} = 17532 \text{ psi}$$

maka :

$$K = \frac{88,1760 \times 204}{2 \times \frac{3}{16} \times 17532} = 2,7360$$

$$D_o \times t = 204 \times \frac{3}{16} = 38 \text{ in (lubang maksimum)}$$

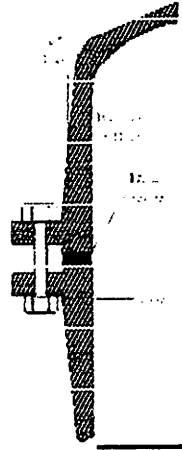
Dari perhitungan mencari diameter lubang nozzle, disimpulkan :

- ID optimal nozzle tutup bawah bahan masuk 2 in
- ID optimal nozzle tutup bahan keluar 3 in

Dikarenakan lubang maksimum yang diizinkan adalah 38 in, maka setiap lubang : lebih besar dari 38 in diperlukan penguat, dari perhitungan diatas untuk mencari diameter lubang nozzle, **maka tidak diperlukan penguat.**

6.4 Sambungan Tutup (*Head*) dengan Dinding (*Shell*) Reaktor

Untuk mempermudah pemeliharaan dan perbaikan dari reaktor, maka tutup mena dihubungkan dengan bagian *shell* menggunakan sistem *flange* dan *bolting*.



Gambar 6.4.1 Dimensi gasket dan bolting

(Brownell and Young, Fig. 12-10, hal. 227)

A. Gasket

Bahan : Flat metal, jacketed, asbetos filled

Gasket reactor (m) : 3,75

Minimum design seating stress (y) : 9000 psi

(Brownell and Young, Fig. 12-11, hal. 228)

1. Menentukan Lebar Gasket

Penentuan lebar gasket dengan menggunakan rumus :

$$\frac{d_o}{d_i} = \sqrt{\frac{y - p \cdot m}{y - p(m+1)}} \quad (\text{Brownell and Young, Pers. 12.2, hal. 226})$$

dimana :

d_o = diameter luar gasket, in

d_i = diameter dalam gasket, in

P = tekanan design = 88,1760 psia

m = gasket factor = 3,75

y = yield stress = 9000 psia

$$\frac{d_o}{d_i} = \sqrt{\frac{9000 - 88,1760 \cdot 3,75}{9000 - 88,1760(3,75 + 1)}} = 1,0051$$

dengan : d_i = d_o shell = 204 in

$$d_o = d_i \times 1,0051$$

$$= 204 \times 1,0051 = 205,05 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar gasket minimum} = n &= \frac{d_o - d_i}{2} = \frac{205,05 - 204}{2} \\ &= 0,5227 \text{ in} \times \frac{16}{16} = \frac{8}{16} \text{ in} \\ &= 0,5227 \text{ in} \end{aligned}$$

Diameter rata-rata gasket = G = d_i + lebar gasket =

$$= 204 + \frac{8}{16} = 204,5227 \text{ in}$$

2. Perhitungan Beban Gasket

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

dimana : b = Lebar efektif gasket (in)

G = Diameter rata-rata gasket = 204,5227 in

y = yield (lb/in^2)

Dari fig. 12.12, Brownell and Young, hal. 229, didapatkan :

$$\text{Lebar seating gasket, } b_o = \frac{n}{2} = \frac{0,5227}{2} = 0,2614 \text{ in}$$

untuk $b_o \leq 0,25$, $b = b_o = 0,2614 \text{ in}$

sehingga :

$$\begin{aligned} W_{m_2} = H_y &= 3,14 \times 0,2614 \times 204,5227 \times 9000 \\ &= 1510590,32 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\text{Beban karena tekanan dalam} - H = \frac{\pi \times G^2 \times p}{4}$$

(Brownell and Young, Pers. 12.89, hal. 240)

$$\begin{aligned} H &= \frac{3,14 \times 204,5227^2 \times 88,1760}{4} \\ &= 2895363,7911 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\text{beban baut agar tidak bocor} = H_p = 2 \times b \times \pi \times G \times m \times p$$

(Brownell and Young, Pers. 12.90, hal. 240)

$$\begin{aligned} H_p &= 2 \pi \times 0,2614 \times 204,523 \times 3,75 \times 88,1760 \\ &= 110998,1766 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\text{Jadi, berat beban} = W_{m_1} = H + H_p$$

(Brownell and Young, Pers. 12.91, hal. 240)

$$W_{m_1} = 2895363,7911 + 110998,1766 = 3006361,9677 \text{ lb}$$

Karena $W_{m_1} > W_{m_2}$ maka yang mengontrol adalah W_{m_1}

B. Baut (*Bolting*)

Bahan : Low alloy steel SA 193 grade B8c type 347

Tensile stress min : 75000 psi

Allowable stress : 15000 psi

(Brownell and Young, App. D, hal. 344)

Pada bolting, tidak dipengaruhi oleh tekanan dalam, sehingga $W_{m_1} = H$

Perhitungan luas bolting minimum :

$$A_{m_1} = \frac{W_{m_1}}{fb} = \frac{2895363,7911}{15000} = 193,0243 \text{ in}^2$$

1. Ukuran Baut Optimum (*Optimum Bolting Area*)

Berdasarkan *Brownell and Young*, tabel 10.4, hal. 188, diperoleh :

Dicoba : ukuran baut = 2 in

Root area = 2,300 in²

$$N = \frac{A_{m_1}}{\text{Root area}} = \frac{193,0243}{2,300} = 83,924 = 84 \text{ buah}$$

Dari tabel 10.4, *Brownell and Young*, hal 188, diperoleh :

- Ukuran nominal baut = 2 in
- *Root area* (A) = 2,300 in²
- *Bolting spacing* = 4,25 in
- Jarak radial minimum (R) = 3 in
- Jarak dari tepi (E) = 2 in

$$\text{Bolt area diameter (C)} = ID_s + 2(1,4159 \times go + R)$$

$$\text{dimana : } ID_s = 203,63 \text{ in}$$

$$go = \text{tebal shell} = 3/16 \text{ in}$$

sehingga :

$$C = 203,63 + 2(1,4159 \times 3/16 + 2)$$

$$= 208,1560 \text{ in}$$

Diameter luar flange (A) :

$$\begin{aligned} A - OD &= \text{bolt area diameter} + 2 E = C + 2 E \\ &= 208,1560 + 2 \times 2 = 212,1560 \text{ in} \end{aligned}$$

Cek lebar gasket :

$$\begin{aligned} Ab_{\text{aktual}} &= \text{jumlah baut} \times \text{root area} \\ &= 84 \times 2,300 = 193,0243 \end{aligned}$$

Lebar gasket minimum :

$$\begin{aligned} W &= \frac{Ab_{\text{aktual}} \times F}{2 \times \pi \times Y \times G} = \frac{193,0243 \times 15000}{2 \pi \times 9000 \times 204,5227} \\ &= 0,2505 \text{ in} < 0,2875 \text{ in (memenuhi)} \end{aligned}$$

Karena $W = 0,2505 \text{ in} <$ dari lebar gasket yang ditetapkan $= 0,2875 \text{ in}$, maka lebar gasket memenuhi.

- Perhitungan Moment

Untuk keadaan *bolting up* (tanpa tekanan dalam)

$$\begin{aligned} W &= \frac{(Ab + Am_1) \times Fa}{2} \quad (\text{Brownell and Young, Pers. 12.94, hal. 242}) \\ &= \frac{(11,6460 + 5,0186) \times 15000}{2} = 2895363,79 \text{ lb} \end{aligned}$$

Jarak radial dari beban gasket yang bereaksi terhadap *boly circle* (h_G) :

$$h_G = \frac{1}{2}(C - G) = \frac{1}{2}(172,1560 - 168,4305) = 1,8166 \text{ in}$$

Moment Flange (Ma) :

$$Ma = h_G \times W = 1,8166 \times 2895363,79 = 5259790,06 \text{ lb.in}$$

untuk keadaan moment pada kondisi operasi :

$$W = W_{m1} = 3006361,9677 \text{ lb}$$

Gaya hidrostatik pada daerah dalam flange (H_D) :

$$H_D = 0,785 \cdot B^2 \cdot P \quad (\text{Brownell and Young, Pers. 12.96, hal. 242})$$

Dimana :

$$B = \text{do shell} = 204 \text{ in}$$

$$P = \text{tekanan design} = 88,1760 \text{ psia}$$

maka :

$$\begin{aligned} H_D &= 0,785 \times 204^2 \times 88,1760 \\ &= 2880582,9466 \text{ lb} \end{aligned}$$

Jarak jari-jari *bolt circle* pada H_D (h_D):

$$\begin{aligned} h_D &= 0,5 (C - B) \quad (\text{Brownell and Young, Pers. 12.100, hal. 242}) \\ &= 1 \times (172,1560 - 168) = 2,0780 \text{ in} \end{aligned}$$

Moment komponen (M_D) :

$$\begin{aligned} M_D &= h_D \times H_D \quad (\text{Brownell and Young, Pers. 12.96, hal. 242}) \\ &= 2,0780 \times 2880582,9466 \\ &= 5985797,3520 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} H_G &= W - H = W_{m1} - H \\ & \quad (\text{Brownell and Young, Pers. 12.98, hal. 242}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_G &= 3006361,9677 - 2895363,7911 \\ &= 110998,1766 \text{ lb} \end{aligned}$$

Moment komponen (M_G) :

$$\begin{aligned} M_G &= H_G \times h_G \quad (\text{Brownell and Young, Pers. 12.98, hal. 242}) \\ &= 110998 \times 1,8166 = 201642,056 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Perbedaan antara gaya hidrostatik total dengan gaya hidrostatik dalam arc flange :

$$\begin{aligned} H_T &= H - H_D \quad (\text{Brownell and Young, Pers. 12.97, hal. 242}) \\ &= 2895363,7911 - 2880582,9466 \\ &= 14780,8445 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 h_T &= 1 \times (H_D + H_G) \quad (\text{Brownell and Young, Pers. 12.102, hal. 242}) \\
 &= 1 \times (1953613,3478 + 10905,9160) \\
 &= 1495790,56 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Moment komponen (M_T) :

$$\begin{aligned}
 M_T &= H_T \times h_T \quad (\text{Brownell and Young, Pers. 12.97, hal. 242}) \\
 &= 14780,8445 \times 1495790,5616 \\
 &= 22109047705,3620 \text{ lb.in}
 \end{aligned}$$

Total moment pada keadaan operasi (M_o) :

$$\begin{aligned}
 M_o &= M_D + M_G + M_T \quad (\text{Brownell and Young, Pers. 12.99, hal. 242}) \\
 &= 5985797,3520 + 201642 + 22109047705,362 \\
 &= 22115235144,7695 \text{ lb.in}
 \end{aligned}$$

$$M_{\max} = 22115235144,7695 \text{ lb.in}$$

C. Flange

Bahan : High alloy steel SA 240 grade M type 316

Tensile stress min : 75000 psi

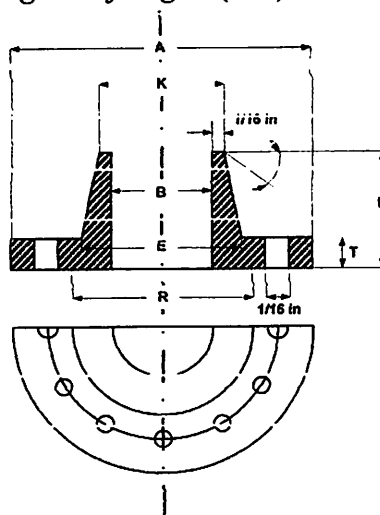
Allowable stress : 15000 psi

Flange type : Ring flange loose type

(Brownell and Young, App. D, hal. 342)

Kondisi operasi reaktor berlangsung pada suhu 300 °C dan tekanan 6 atm untuk itu dipilih *standard flange* :

150 lb steel welding neck flanges (168)



Gambar 6.3.1 Dimensi Flange pada Nozzle

(Brownell and Young, hal. 221)

Berdasarkan *Brownell and Young*, tabel 12.2, hal. 221, diperoleh dimensi flange untuk semua nozzle, dimana dipilih flange standard type 150 lb *steel welding nec. flanges* (168) dengan dimensi nozzle, sebagai berikut :

- Nozzle A = Nozzle untuk feed
- Nozzle B = Nozzle untuk pengeluaran produk
- Nozzle C = Nozzle untuk pemanasan panas furnace
- NPS = Ukuran pipa nominal, in
- A = diameter luar *flange*, in
- T = ketebelan *flange* minimum, in
- R = diameter luar bagian yang menonjol, in
- E = diameter hub dasar, in
- K = diameter hub pada titik pengelasan, in
- L = panjang hub, in
- B = diameter dalam dari dinding pipa standard, in

Perhitungan tebal flange :

$$t_r = \left(\frac{y \times M_{\max}}{f \times B} \right)^{0,5} \quad (\text{Brownell and Young, Pers. 12.85, hal. 239})$$

- Dimana f = stress yang diijinkan untuk bahan flange = 15000 psi
 B = diameter luar reaktor = 204 in
 A = diameter luar flange = 212,156 in

Maka :

$$K = \frac{A}{B} = \frac{212,156}{204} = 1,04$$

Dari *Brownell and Young*, fig. 12.22, hal. 238, diperoleh harga $\gamma = 48$ maka:

$$t_r = \left(\frac{\sqrt{48 \times -2211523514,7695}}{15000 \times 204} \right)^{0,5} = 24,2691 \text{ in} \approx 24 \text{ in}$$

Perhitungan las nozzle terhadap dinding flange :

Dari *Brownell and Young*, App. K, hal. 386, diperoleh :

pipa 24 in Sch 40 dengan tebal (n) = 0,687 in

$$\text{Tebal shell (ts)} = \frac{3}{16} \text{ in}$$

untuk $n > t$, maka :

$$(t_1 + t_2)_{\min} = 1,2 t + 0,1 n$$

$$= (1,2 \times \frac{3}{16}) + (0,1 \times 0,687) = 0,2937 \text{ in}$$

Jadi, ditetapkan tebal as t_1 dan $t_2 = 24 \text{ in}$

Kesimpulan Perancangan :

- Flange
 - Stress = 15000 psi
 - Tebal = 24 in
 - OD = 212,156 in
 - Type = *Ring flange loose type*
- Bolting
 - Bahan = Low alloy steel SA 193 grade B8c type 347
 - Stress = 15000 psi
 - Ukuran = 2 in
 - Jumah = 84 buah
 - Bolting area diameter (C) = 208,1560 in
 - Edge distance* (E) = 2 in
 - Minimum radial (R) = 3 in
- Gasket
 - Bahan = Flat metal, jacketed, asbetos filled
 - Stress minimum = 9000 psi
 - Tebal = 204,5227 in
 - Lebar = 1,0051 in

6.5 Sistem Penyangga (*Support*)

A. Menentukan Berat Bejan Total

Dari perancangan silinder reaktor dapat diketahui data sebagai berikut :

- Bahan konstruksi = Carbon steel SA 238 grade C
- Tebal silinder (t_s) = $\frac{3}{16} \text{ in}$
- Diameter dalam silinder (d) = 203,6250 in = 16,9688 ft
- Diameter luar silinder (d_o) = ## in = 17 ft
- Tekanan internal tangki (P) = 88,1760 psia

1. Berat Tutup Reaktor (W_1)

Data :

- OD Silinder = 204 in = 17 ft
- ID Silinder = 203,625 in = 16,9688 ft
- Tebal tutup = $\frac{3}{16}$ in
- ρ bahan = 9,3481 lb/ft³ = 0,0054 lb/in³

Dari *Brownell and Youn*, tabel 5.6, hal. 88, diperoleh :

$$sf = 2 \text{ in}$$

$$icr = 0,5625 \text{ in}$$

Dari *Brownell and Youn*, pers. 5.12, hal. 88, diperoleh :

$$\begin{aligned} D &= OD + \frac{OD}{42} + 2 sf + \frac{2}{3} icr \\ &= 204 + \frac{204}{2} + 2 \times 2 + \frac{2}{3} 0,5625 \\ &= 106,3750 \text{ in} = 8,8646 \text{ ft} \end{aligned}$$

Berat tutup bawah dan atas (W_1) :

$$\begin{aligned} W_1 &= \frac{\pi}{4} D^2 \times th \times \rho \\ &= \frac{\pi}{4} 106,3750^2 \times \frac{3}{16} \times 0,0054 = 9,0101 \text{ lb} \end{aligned}$$

Karena dimensi tutup atas dan bawah sama, maka total berat tutup atas dan bawah adalah :

$$W_1 = 2 \times 9,0101 = 18,0202 \text{ lb}$$

2. Berat Dinding Reaktor

Data :

- Tinggi shell (H) = 32,8851 ft = 394,6211 in

Volume bahan (dinding reaktor) adalah :

$$\begin{aligned} V &= \frac{\pi}{4} (d_o^2 - d_i^2) \times L \\ &= \frac{\pi}{4} (167,6250^2 - 168^2) \times 394,6211 \\ &= 47352,4096 \text{ in}^3 \end{aligned}$$

Berat dinding reaktor (W_2) adalah :

$$\begin{aligned} W_2 &= \rho \times V_{\text{bahan}} = 0,0054 \times 47352,4096 \\ &= 256,1668 \text{ lb} \end{aligned}$$

3. Berat Isi Reaktor

a. Tube

Pipa yang dipakai = 6 in

Berdasarkan *Kern*, tabel 11, hal. 844, diperoleh :

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

$$d_o = 4,50 \text{ in}$$

$$L = 24 \text{ m} = 78,7402 \text{ ft} = 944,8819 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume bahan tube} &= \frac{1}{4} \pi (d_o^2 - d_i^2) \cdot L \\ &= \frac{1}{4} \pi \times (4,50^2 - 4,026^2) \times 944,8819 \\ &= 2997,5805 \text{ in}^3 \end{aligned}$$

Volume total tube :

$$\begin{aligned} V &= \text{Volume bahan} \times \text{Jumlah tube} \\ &= 2997,5805 \times 548 \\ &= 1644008,1601 \text{ in}^3 \end{aligned}$$

Berat tube (W_3) :

$$\begin{aligned} W_3 &= \text{Volume total tube} \times \rho \\ &= 1644008,1601 \times 0,0054 = 8893,744687 \text{ lb} \end{aligned}$$

b. Baffle

Data :

$$\text{- Tinggi tube} = 2374,7670 \text{ ft} = 197,8973 \text{ in}$$

$$\text{IDs} = 203,63 \text{ in}$$

$$\text{Baffle spacing (B)} = 0,5 \text{ IDs} = 101,8125 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah baffle} &= \frac{\text{tinggi tube}}{\text{baffle spacing}} = \frac{197,8973}{101,8125} \\ &= 1,9437 \approx 2 \text{ buah} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Luas dari baffle} &= \frac{\pi}{4} \times 75\% \text{ IDs} \\ &= \frac{\pi}{4} \times (0,75 \times 167,63) = 119,8842 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume baffle} &= \text{Luas baffle} \times t \\ &= 119,8842 \times \frac{3}{16} = 22,4783 \text{ in}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat baffle (W}_4\text{)} &= \text{Volume baffle} \times \rho \\ &= 22,4783 \times 0,0054 \\ &= 0,1216 \text{ lb}\end{aligned}$$

c. Tube Sheet

$$\text{Luas baffle} = 119,8842 \text{ in}^2$$

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

$$\text{Luas baffle} = 75 \% \times \text{luas tube sheet}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas tube sheet} &= \frac{\text{luas baffle}}{75\%} = \frac{119,8842}{75\%} \\ &= 159,8456 \text{ in}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat tube sheet (W}_5\text{)} &= 2 \times \text{luas tube sheet} \times \text{tebal baffle} \times \rho_{\text{bahan}} \\ &= 2 \times 159,8456 \times \frac{3}{16} \times 0,0054 \\ &= 0,3243 \text{ lb}\end{aligned}$$

d. Attachment

Berat *Attachment* meliputi seluruh perlengkapan, seperti nozzle dan lain

$$W_a = 18 \% \times W_s \quad (\text{Brownell and Young, hal 157})$$

Dimana :

$$W_a = \text{berat attachment (lb)}$$

$$W_s = \text{berat silinder tangki} = 256,1668 \text{ lb}$$

$$W_a = 0,18 \times 256,1668 = 46,1100 \text{ lb}$$

$$\begin{aligned}W_{\text{reaktor}} &= W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_a \\ &= 18,0202478 + 256,166758 + 8893,74469 \\ &\quad 0,12160291 + 0,32427443 + 46,1100165 \\ &= 9214,48759 \text{ lb}\end{aligned}$$

untuk faktor keamanan (*factor safety*) 20 %, maka berat total :

$$\Sigma W = 0 \times 9214,48759 \text{ lb} = 1842,89752 \text{ lb}$$

Sebagai penyangga digunakan sistem lug, sehingga :

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

(Brownell and Young, Pers. 10.76, hal 197)

Dimana :

P = Beban kompresi total maksimum untuk tiap lug, lb

P_w = Total beban permukaan karena angin, lb

H = Tinggi vessel dari pondasi, ft

L = Jarak antara level dengan dasar pondasi, ft

D_{bc} = Diameter, ft

n = Jumlah support

ΣW = Berat total, lb

Reaktor furnace terletak dalam ruangan, sehingga tekanan angin tidak dikont sehingga berlaku rumus :

$$P = \frac{1842,89752}{4} = 460,7244 \text{ lb}$$

e. Penyangga

$$W_{total} = 1842,89752 \text{ lb}$$

$$\text{Beban yang ditaha} = 460,724379 \text{ lb}$$

B. Menentukan Kolom Support

Rencana :

- Kolom penyangga = 4 buah

- Jenis kolom = I-Beam

Data :

- Beban tiap kolom = 460,7244 lb

- Tinggi total (H) = 25,8323 ft

1. Menentukan Tinggi Kolom (L)

Ditentukan jarak reaktor dengan lan = 5 ft

$$L = \frac{1}{2} H + 5 \text{ ft}$$

$$= \frac{1}{2} \times 25,8323 + 5 \text{ ft}$$

$$= 17,9161 \text{ ft} = 214,9935 \text{ in}$$

$$\text{Jadi, tinggi leg} = 17,9161 \text{ ft} = 214,9935 \text{ in}$$

2. Trial Ukuran I Beam

Untuk pemilihan I beam, dicoba 5" ukuran berat 6 × 4, berat 10 lb, dengan ca pemasangan I beam dengan eksentrik (terhadap sumbu).

Dari *Brownell and Young*, App. G, hal. 355, diperoleh :

$$b = 4 \text{ in}$$

$$h = 6 \text{ in}$$

$$A_y = 2,87 \text{ in}^2$$

$$r_{1-1} = 2,05 \text{ in}$$

Maka :

$$\frac{L}{r} = \frac{214,9935}{2,05} = 104,8749 \text{ in}$$

untuk $L / r > 60$, maka :

$$\begin{aligned} f_c \text{ aman} &= \frac{18000}{1 + \frac{L^2}{18000 r^2}} = \frac{18000}{1 + \frac{(186,7507)^2}{18000 \times (2,05)^2}} \\ &= 11172,8983 \text{ psi} \end{aligned}$$

$$\text{Luas (A) yang dibutuhkan} = \frac{P}{f_c \text{ aman}} = \frac{460,7244}{11172,8983} = 0,0412 \text{ in}^2$$

Karena A yang dibutuhkan lebih kecil dari A yang disediakan, maka I-beam dengan ukuran telah memenuhi.

Kesimpulan I-Beam :

- Ukuran = 5 in, 6 × 4
- Berat = 10 lb
- Peletakan beban tanpa beban eksentrik

6.6 Base Plate

Bahan base plate = concrete (beton), sehingga :

$$F_{bp} = 600 \text{ lb/in}^2$$

(H. C. Hesse, Tabel 7.7, hal 162)

$$A_{i,p} = \frac{P}{F_{bp}}$$

Dimana A_{bp} = Luas base plate (in^2)

P = Beban dari tiap base plate

F_{bp} = Stress yang diterima oleh pondasi yang terbuat dari beton



Sehingga :

$$A_{bp} = \frac{460,7244}{600} = 0,7679 \text{ in}^2$$

A. Menentukan Panjang dan Lebar Base Plate

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

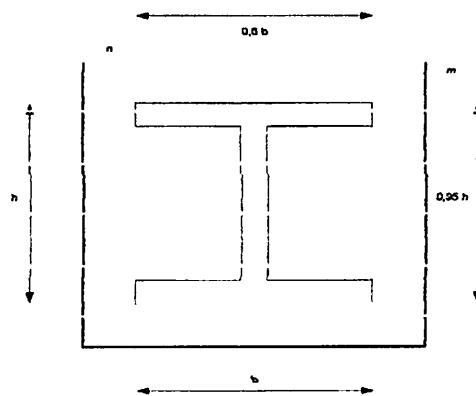
$$\text{Dimana } l = \text{lebar base plate} = 2n + 0,80b$$

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

Dengan I-Beam 6×4 , diperoleh :

$$h = 6 \text{ in}$$

$$b = 4 \text{ in}$$



Dengan mengasumsikan $m=n$, maka:

$$A_{bp} = (2m + 0,95d) \times (2n + 0,80b)$$

$$0,7679 \text{ in}^2 = [2m + (0,95 \times 6)] \times [2m + (0,8 \times 4)]$$

$$0,7679 \text{ in}^2 = (2m + 5,7) \times (2m + 3,2)$$

$$0,7679 \text{ in}^2 = 4m^2 + 17,8m + 18,24$$

$$4m^2 + 14,3m - 4,4242 = 0$$

Dengan menggunakan rumus ABC, diperoleh :

$$x_{1,2} = \frac{-14,3 \pm \sqrt{14,3^2 - [4 \times 4 \times -4,4242]}}{2 \times 4}$$

$$x_1 = 0,236 \text{ in} \quad ; \quad x_2 = -4,6860 \text{ in}$$

$$\text{Diambil harga } x \text{ positif} = 0,236 \text{ in}$$

$$\text{Karena } m = n = 0,236 \text{ in, maka:}$$

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

$$= 2 \times 0,236 + 1 \times 3 = 2,8721 \text{ in} \approx 3 \text{ in}$$

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

$$= 2 \times 0,236 + 0,95 \times 5 = 5,2221 \approx 5 \text{ in}$$

Ditetapkan ukuran base plate $5 \times 3 \text{ in}$ dengan luas $= 15 \text{ in}^2$

Beban yang harus ditahan :

$$f = \frac{P}{A} = \frac{460,7244}{14,9980905}$$

$$= 30,7189 \text{ lb/in}^2 < 600 \text{ psia} \quad (\text{memenuhi})$$

Kesimpulan :

Base plate dengan ukuran 6×4 ini dapat digunakan dengan aman, karena beban yang harus ditahan adalah $30,7189 \text{ lb/in}^2$ kurang dari 600 lb/in^2 (harga stress maksimum).

Cek harga m dan n :

- Panjang base plate

$$11 = 2m + (0,95 \times 6)$$

$$m = 2,65 \text{ in}$$
- Lebar base plate

$$9 = 2n + (0,8 \times 4)$$

$$n = 2,9 \text{ in}$$

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

B. Menentukan Tebal Base Plate

$$tbp = \sqrt{1,5 \cdot 10^{-4} \times p \times n^2} \quad (\text{H. C. Hesse, Pers. 7.12, hal 163})$$

Dengan :

tbp = Tebal base plate, in

p = Actual unit pressure yang terjadi pada base plate = $30,7189 \text{ lb}$

n = 3 in

maka :

$$tbp = \sqrt{1,5 \cdot 10^{-4} \times 65,1256 \times 2,9^2} = 0,1156 \text{ in} \approx 1 \text{ in}$$

C. Menentukan Ukuran Baut

Data :

Beban baut = 1 in

Jumlah baut yang digunakan = 4 buah

$$\text{Beban tiap baut} = \frac{460,7244}{4} = 115,1811 \text{ lb}$$

Menentukan luas baut :

$$A_b = \frac{P_b}{f_s}$$

Dimana :

A_b = Luas baut

P_b = Beban tiap baut

f_s = Beban tiap baut maksimal = 1500 psi

maka :

$$A_b = \frac{115,181095}{1500} = 0,0768 \text{ in}^2$$

$$A_b = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d_b^2$$

$$0,0768 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d_b^2$$

$$d_b = 0,3128 \text{ in} \approx 0,5 \text{ in}$$

Dari *Brownell and Young*, tabel 10.4, hal 188, diperoleh ukuran baut 0,5 in dengan dimensi baut sebagai berikut :

- Ukuran baut : 1 in
- Root area : 0,126
- Bolt spacing minimal : 1 1/4 in
- Jarak radial minimum : 1 3/16 in
- Edge distance : 5/8 in
- Nut dimension : 7/8 in
- Radius fillet maksimu : 1/4 in

6.7 Menentukan Dimensi Lug dan Gusset

Direncanakan menggunakan :

- 2 plate horizontal (lug)
- 2 plate vertikal (gusset)

Berdasarkan *Brownell and Young*, fig 10.6, hal. 191, diperoleh :

$$A = \text{Lebar lug} = \text{ukuran baut} + 9 \text{ in} = 1 + 9 = 10 \text{ in}$$

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

$$= 1 + 8 = 8,5 \text{ in}$$

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

$$= 2 \times (4 - (0,5 \times 1)) = 8 \text{ in}$$

$$\text{Lebar lug atas (a)} = \frac{1}{2}(L + \text{ukuran baut})$$

$$= \frac{1}{2}(6,7 + 1) = 4 \text{ in}$$

$$\text{Perbandingan tebal base plate (B/L)} = 9,3 / 6,7 = 1,1 \text{ in}$$

Berdasarkan *Brownell and Young*, tabel 10.6, hal. 192, diperoleh :

$$\gamma_1 = 0,4575$$

$$e = \frac{1}{2} \text{ nut dimension} = \frac{1}{2} \times \frac{7}{8} = 0,4375 \text{ in}$$

Menentukan maksimum bending moment sepanjang sumbu radial.

Berdasarkan *Brownell and Young*, Pers. 10.40, hal. 192, diperoleh :

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

Dimana :

$$P = \text{beban tiap baut} = 115,1811 \text{ lb}$$

$$\mu = \text{poisson ratio} = 0$$

$$L = \text{Panjang horizontal plate bawah} = 2,65 \text{ in}$$

$$e = \text{nut dimension} = 0,875 \text{ in}$$

Maka :

$$M_y = \frac{115,1811}{4\pi} [1 + 0 \times \ln \frac{2 \times 2,65}{\pi \times 0,875} + 1 - 0,4575]$$

$$M_y = 14,3002 \text{ lb}$$

M_y disubstitusikan ke pers. 10.41, *Brownell and Young*, hal. 193, diperoleh :

$$t_{hp} = \sqrt{\frac{6 \times 30,3171}{1500}} = 0,2392 \text{ in}$$

Maka digunakan *plate steel* dengan tebal 0,2392 in

$$\text{Tebal gusset minimal} = \frac{3}{8} \times t_{hp} = \frac{3}{8} \times 0,2392$$

$$= 0,0897 \text{ in}$$

$$\text{- Tinggi gusset} = H_g = A + \text{ukuran baut} = 10 + 1$$

$$= 10 \text{ in}$$

$$\text{- Tinggi lug} = H_g + 2 t_{hp} = 10 + 2 \times 0,2392$$

$$= 10,4783 \text{ in}$$

Kesimpulan Dimensi Lug dan Gusset :

- Lug
 - Lebar = 10 in
 - Tebal = 0,2392 in
 - Tinggi = 10,4783 in
- Gusset
 - Lebar = 8 in
 - Tebal = 0,0897 in
 - Tinggi = 10,0000 in

6.8 Menentukan Dimensi Pondasi

Beban yang harus ditahan pondasi :

- Berat beban bejana total
- Berat kolom penyangga
- Berat base plate

Ditentukan :

- Masing-masing kolom penyangga diberi pondasi
- Spesifikasi pondasi didasarkan atas berat beban setiap kolom penyangga pada sistem pondasi
- Spesifikasi semua penyangga sama

Data :

- Beban yang ditanggung tiap kolom penyangg = 460,7244 lb

A. Menentukan Beban Base Plate

Persamaan yang digunakan adalah :

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

Dimana :

$$W_{bp} = \text{Beban base plate (lb)}$$

$$p = \text{Panjang base plate} = 5 \text{ in} = 0,4352 \text{ ft}$$

$$l = \text{Lebar base plate} = 3 \text{ in} = 0,24 \text{ ft}$$

$$t = \text{Tebal base plate} = 1 \text{ in} = 0,0833 \text{ ft}$$

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

Sehingga :

$$\begin{aligned} W_{bp} &= 0,4352 \times 0,2393 \times 0,0833 \times \#\# \\ &= 4,2443 \text{ lb} \end{aligned}$$

B. Menentukan Beban Penyangga Kolom

Persamaan yang digunakan adalah :

$$W_p = l \times A \times f \times \rho$$

Dimana :

W_p = Beban base plate (lb)

$$l = \text{Tinggi kolom} = 214,9935 \text{ in} = 17,9161 \text{ ft}$$

$$A = \text{Luas kolom I-Beam} = 0,0412 \text{ in}^2 = 0,0034 \text{ ft}^2$$

$$f = \text{Faktor korosi} = 3,4$$

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

Maka :

$$\begin{aligned} W_p &= 17,9161 \times 0,0034 \times 3,4 \times 489 \\ &= 102,3590 \text{ lb} \end{aligned}$$

Berat total :

$$\begin{aligned} W_{\text{total}} &= W + W_{bp} + W_p \\ &= 460,72 + 4,2443 + 102,36 \\ &= 567,327625 \text{ lb} = 247,2986 \text{ kg} \end{aligned}$$

Gaya yang bekerja pada pondasi dianggap sebagai gaya vertikal berat total ke sedangkan bidang kerja dianggap bujur sangkar, dengan perencanaan sebagai berikut :

$$\text{Luas atas} = 20 \times 20 \text{ in} = 400 \text{ in}^2$$

$$\text{Luas bawah} = 40 \times 40 \text{ in} = 1600 \text{ in}^2$$

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

Maka luas permukaan rata-rata (A) adalah :

$$\begin{aligned} A &= \frac{20 + 40}{2} \times \frac{20 + 40}{2} \\ &= 900 \text{ in}^2 = 6,25 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Menentukan volume pondasi :

$$\begin{aligned} V &= A \times t = 900 \times 20 \\ &= 18000 \text{ in}^3 = 10,4167 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Menentukan berat pondasi :

$$W = V \times \rho$$

Dimana :

W = Berat pondasi (lb)

V = Volume pondasi (ft³)

ρ = densitas pondasi beton = 196 lb/ft³

(Perry, Ed. 6, Tabel 3-18, Hal. 395)

Maka :

$$W = 10,4167 \times 196 = 2041,6667 \text{ lb}$$

Asumsi :

Tanah atas pondasi berupa *cement sand and gravel* dengan minimum *safe bearing power* = 5 ton/ft³, maksimum *safe bearing power* = 10 ton/ft³

(H. C. Hesse, Tabel 12.2, Hal. 327)

Diambil kemampuan maksimum tanah menahan tekanan :

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{10 \text{ ton}}{1 \text{ ft}^2} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{0,4359 \text{ lb}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ ft}^2}{144 \text{ in}^2} \\
 &= 30,2708 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

Tekanan dari sistem pondasi terhadap luas tanah (P) :

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{\text{Berat pondasi} + \text{Berat beban total}}{\text{Luas tanah}} \\
 &= \frac{2041,6667 + 567,33}{2500} \\
 &= 1,0436 \text{ lb/in}^2 < 30,2708 \text{ lb/in}^2 \quad (\text{memenuhi})
 \end{aligned}$$

Kesimpulan Pondasi :

- Luas atas = 400 in²
- Luas bawah = 1600 in²
- Tinggi = 214,9935 in
- Bahan konstruksi *cemented sand and gravel*

6.9 Perhitungan Sparger

Direncanakan menggunakan susunan lubang sparger berbentuk segitiga

$$\text{Rate gas} = 3658,8530 \text{ kg/jam} = 8068,1368 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Densitas gas} = 9,3481 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Rate volumetrik} = \frac{8068,1368}{9,3481} = 863,0756 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Velocity gas} &= \frac{Q}{A} = \frac{863,0756}{0,0006} = 1490226,7995 \text{ ft/jam} \\ &= 413,9519 \text{ ft/s} \end{aligned}$$

Menentukan Lubang Sparger

$$\begin{aligned} \text{Luas lubang sparger} &= \frac{\text{Rate volumetrik}}{\text{velocity} \times 3600} = \frac{863,0756}{413,9519 \times 3600} \\ &= 0,0005792 \text{ ft}^2 = 0,00695 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

Trial Ukuran Pipa

$$\text{Trial ukuran pipa} \quad 0,5 \text{ in sch 40} \quad (\text{Kern, Tabel 11, Hal 844})$$

$$\text{OD} = 0,84 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 0,622 \text{ in}$$

$$\text{A} = 0,304 \text{ in}^2$$

Menentukan Jumlah Lubang

$$\begin{aligned} \text{Jumlah lubang} &= \frac{\text{luas lubang sparger}}{\text{Luas I sparger}} = \frac{0,00695}{0,304} = 0,0229 \text{ buah} \\ &\approx 1 \text{ buah} \end{aligned}$$

Menentukan Luas Triangular Pitch

$$P_T = 1,35 \text{ ID} = 1,35 \times 0,622 = 0,8397 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas } \Delta &= \frac{1}{2} \cdot \text{Alas} \cdot \text{Tinggi} \\ &= 0,5 \cdot P_T \times 0,5 \cdot P_T \cdot \sin 60 \\ &= 1 \times 0,8397 \times 1 \times 0,8397 \times \sin 60 \\ &= 0,05373 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

Menentukan Diameter Sparger

$$\begin{aligned} \text{Luas sparger} &= N_t \times \text{Luas } \Delta \\ &= 1 \times 0,05373 = 0,0537 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Luas sparger} = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

$$0,05373019 = 0,785 \times D^2$$

$$D^2 = 0,0684$$

$$D = 0,2616 \text{ in}$$

$$D_{\text{sparger}} = 0,2616 \text{ in} \quad D_{\text{pipa}} = 0,622 \text{ in}$$

$$D_{\text{sparger}} < D_{\text{pipa}} \quad (\text{memenuhi})$$

Perhitungan Spray Bahan Masuk

Direncanakan menggunakan susunan lubang spray berbentuk segitiga

$$\text{Rate gas} = 3658,8530 \text{ kg/jam} = 8068,1368 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Densitas gas} = 9,3481 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Rate volumetrik} = \frac{8068,1368}{9,3481} = 863,0756 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Velocity gas} &= \frac{Q}{A} = \frac{863,0756}{0,0006} = 1490226,7995 \text{ ft/jam} \\ &= 413,9519 \text{ ft/s} \end{aligned}$$

Menentukan Lubang Spray

$$\begin{aligned} \text{Luas lubang spray} &= \frac{\text{Rate volumetrik}}{\text{velocity} \times 3600} = \frac{863,0756}{413,9519 \times 3600} \\ &= 0,0005792 \text{ ft}^2 = 0,00695 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

Trial Ukuran Pipa

Trial ukuran pipa 0,5 in sch 40 *(Kern, Tabel 11, Hal 844)*

$$\text{OD} = 0,84 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 0,622 \text{ in}$$

$$A = 0,304 \text{ in}^2$$

Menentukan Jumlah Lubang

$$\begin{aligned} \text{Jumlah lubang} &= \frac{\text{luas lubang spray}}{\text{Luas I spray}} = \frac{0,00695}{0,304} = 0,0229 \text{ buah} \\ &\approx 1 \text{ buah} \end{aligned}$$

Menentukan Luas Triangular Pitch

$$P_T = 1,35 \text{ ID} = 1,35 \times 0,622 = 0,8397 \text{ in}$$

$$\text{Luas } \Delta = \frac{1}{2} \cdot \text{Alas} \cdot \text{Tinggi}$$

$$= 0,5 \cdot P_T \times 0,5 \cdot P_T \cdot \sin 60$$

$$= 1 \times 0,8397 \times 1 \times 0,8397 \times \sin 60$$

$$= 0,05373 \text{ in}^2$$

Menentukan Diameter Spray

$$\begin{aligned} \text{Luas sparger} &= Nt \times \text{Luas } \Delta \\ &= 1 \times 0,05373 = 0,0537 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Luas spray} = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

$$0,05373019 = 0,785 \times D^2$$

$$D^2 = 0,0684$$

$$D = 0,2616 \text{ in}$$

$$D_{\text{spray}} = 0,2616 \text{ in} \quad D_{\text{pipa}} = 0,622 \text{ in}$$

$$D_{\text{spray}} < D_{\text{pipa}} \quad (\text{memenuhi})$$

Kesimpulan Spesifikasi Reaktor

Nama alat : Reaktor

Kode alat : R-110

Type : *Fixed Bed Multitubular Reaktor*

Fungsi : Sebagai tempat berlangsungnya reaksi sebagai berikut:



Bentuk : Silinder tegak dengan tutup atas & tutup bawah *standard dished* ya dilengkapi dengan *tube*

Kondisi Operasi :

1. Tekanan = 6 atm = 88,1760 psia

2. Temperatur = 200 °C = 392 F = 705,60 °R

3. Fase = Gas

5. Waktu tinggal = 60 detik

6. Rate Umpan masuk reaktor = 103230,398 kg/jam

Bahan konstruksi : *High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316*

Allowable stress (f) : 17532 lb/in² (Brownell & Young, App. D hal 342)

Jenis pengelasan : *Double Welded Butt Joint*

Harga E : 1 (Brownell & Young, tabel 13.2, hal 254)

Faktor korosi (C) : $\frac{1}{16}$ in

1. Dimensi Reaktor

$$d_o = 204 \text{ in} \quad Nt = 548 \text{ buah}$$

$$d_i = 203,6250 \text{ in} \quad L = 80 \text{ ft}$$

$$t_s = \frac{3}{16} \text{ in} \qquad t_n = \frac{3}{16} \text{ in}$$

Tinggi reaktor = 394,6211 in

Pipa 4 in, sch 40

2. Nozzle

a. Nozzle pemasukan bahan baku

Ukuran : 3 in

Sch : 40

ID : 3,068 in

b. Nozzle pengeluaran produk

Ukuran : 6 in

Sch : 40

ID : 6,065 in

Nozzle	NPS	A	T	R	E	K	L	B
A	3	7 1/2	15/16	5	3 9/16	2,88	2 3/4	2,47
B	6	11	1	8 1/2	7 9/16	6,63	3 1/2	6,07

3. Flange

Bahan : High alloy steel SA 240 grade M type 316

Allowable stress (f) : 15000 psi

Diameter luar flange (do) : 212,156 in

Diameter dalam flange (di) : 203,625 in

Tebal flange : 24 in

Tipe Flange : *Ring flange loose type*

4. Bolting

Bahan : Low alloy steel SA 193 grade B8c type 347

Allowable stress (f) : 15000 psi

Ukuran nominal baut : 2 in

Jumlah baut : 84 buah

Root area (A) : 2,300 in²

Bolting spacing : 4,25 in

5. Gasket

Bahan : Flat metal, jacketed, asbestos filled

<i>Gasket reactor (m)</i>	:	3,75
<i>Minimum design seating stress (y)</i>	:	9000 psi
Tebal gasket (n)	:	1/16 in
Dimensi rata-rata	:	204,5227 in

6. Sistem Penyangga (Leg)

Jenis	:	Carbon steel SA 238 grade C
Jumlah	:	4 buah
Panjang	:	214,9935 in
<i>Nominal size</i>	:	5 in
Berat	:	1842,89752 lb
<i>Area of section (Ay)</i>	:	2,87 in
<i>Width of flange (b)</i>	:	4 in
<i>Depth of beam (h)</i>	:	6 in
Axis (r)	:	2,05 in

7. Base Plate

Panjang (p)	:	2,65 in
Lebar (l)	:	2,9 in
Tebal (t)	:	1 in
Luas (A)	:	0,0768 in ²
Ukuran baut	:	1 in
<i>Root area</i>	:	0,126
<i>Bolt spacing minimal</i>	:	1 1/4 in
Jarak radial minimum	:	1 1/5 in
<i>Edge distance</i>	:	5/8 in
<i>Nut dimension</i>	:	7/8 in
<i>Radius fillet maksimum</i>	:	1/4 in

8. Lug dan Gusset

- Lug

Lebar	:	9,5 in
Tebal	:	0,2392 in
Tinggi	:	10,4783 in

- Gusset

Lebar	:	7,5 in
Tebal	:	0,0897 in

Tinggi : 10 in

9. Pondasi

Luas atas : 400 in²

Luas bawah : 1600 in²

Tinggi pondasi : 214,9935 in

Bahan konstruksi : *Cemented sand and gravel*

10. Sparger :

Diameter sparger : 0,2616 in

Diameter pipa : 0,6220 in

Luas lubang sparger : 0,00695 in²

Luas triangular pitch : 0,05373 in²

11. Spray

Diameter spray : 0,2616 in

Diameter pipa : 0,6220 in

Luas lubang spray : 0,00695 in²

Luas triangular pitch : 0,05373 in²

BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

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 dapat dipenuhi selama proses berlangsung.

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

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, 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. Dimana instrumentasi ini merupakan suatu alat petunjuk 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.

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.

Umunya instrumentasi dibagi berdasarkan proses kerjanya, meliputi:

1. Proses manual

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

2. Proses otomatis

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

a. *Sensing element/primary element*

Merupakan elemen yang dapat mendeteksi adanya 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/indikator 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, listrik 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, instrumentasi yang digunakan adalah alat kontrol manual dan alat kontrol otomatis. Hal ini tergantung dari sistem peralatan dan faktor pertimbangan teknis maupun ekonomis. Tujuan penggunaan instrumentasi ini diharapkan akan tercapai hal-hal berikut:

- Menjaga variabel proses pada batas operasi aman
- Kualitas produksi lebih terjamin
- Memudahkan pengoperasian suatu alat

- Kondisi berbahaya dapat diketahui lebih awal dengan menggunakan alarm peringatan
- Efisiensi kerja akan lebih meningkat

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam instrumentasi, yaitu:

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

Dengan adanya instrumentasi ini, diharapkan semua proses akan dapat berjalan dengan lancar sesuai dengan apa yang diharapkan. Pada pra rencana pabrik asam nitrat ini dipasang beberapa alat kontrol, yaitu:

1. *Flow Controller (FC)*

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

2. *Pressure Controller (PC)*

Dipasang pada alat yang memerlukan penjagaan tekanan agar beroperasi pada tekanan konstan

3. *Temperature Controller (TC)*

Dipasang pada alat yang memerlukan penjagaan suhu agar beroperasi pada suhu konstan

Secara keseluruhan, instrumentasi peralatan pabrik asam nitrat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 7.1 Instrumentasi Peralatan Pabrik

No.	Nama Alat	Kode Alat	Kode Instrumentasi
1.	Storage Ammonia	F-111	<i>Pressure Controller</i>
2.	Heater Ammonia	E-113	<i>Temperature Controller</i>
3.	Reaktor	R-110	<i>Temperature Controller, Pressure Controller</i>
4.	Cooler	E-122	<i>Temperature Controller</i>
5.	Absorber	D-120	<i>Temperatur Controller, Flow Controller</i>
6.	Heater	E-124	<i>Temperatur Controller</i>
7.	Evaporator	V-125	<i>Flow Controller</i>
8.	Cooler	E-126	<i>Temperatur Controller</i>

7.2 Keselamatan Kerja

Dalam perencanaan suatu pabrik, keselamatan kerja merupakan hal yang sangat penting yang harus diperhatikan karena menyangkut kelancaran dan keselamatan kerja karyawan, juga menyangkut lingkungan dan masyarakat di sekitar pabrik. Keselamatan kerja ini merupakan usaha untuk memberikan rasa aman dan tenang pada karyawan dalam bekerja, sehingga kontinuitas dan keefektifan kerja dapat terjamin.

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya keselamatan kerja, yaitu:

1. Latar belakang pekerja

Merupakan sifat atau karakter yang tidak baik dari pekerja yang merupakan sifat dasar pekerja maupun lingkungan yang dapat mempengaruhi pekerja dalam melakukan pekerjaannya, sehingga dapat menyebabkan kelalaian pekerja

2. Kelalaian pekerja

Adanya sifat gugup, tegang, mengabaikan keselamatan, dan lain-lain, akan menyebabkan pekerja akan melakukan tindakan yang tak aman

3. Tindakan yang tidak aman dan bahaya mekanis atau fisik

Tindakan yang tidak aman dari pekerja, seperti berdiri di bawah beban tersuspensi, menjalankan mesin tanpa pelindung, atau bahaya mekanis, seperti gear yang tidak dilindungi, penerangan yang tidak cukup dan sebagainya

ձևով ևսօճ որոճ ցրրոճոճոճի Բոճոճոճոճն ևսօճ որոճ ցրրոճ Գոճ Երոճճոճն ևս
 Երոճճոճն ևսօճճոճոճն Երոճճ Երոճճ Բոճոճոճն՝ Գոճ Բոճոճն Երոճճոճն՝ Երոճճ
 Երոճճոճն ևսօճ որոճ ցրրոճ Գոճ Երոճճոճն՝ Երոճճ Բոճոճն Գոճ Բոճոճն Բոճոճն

- 3՝ Երոճճոճն ևսօճ որոճ ցրրոճ Գոճ Բոճոճն Երոճճոճն Գոճ Բոճոճն
 Երոճճոճոճն Բոճոճն Գոճ Երոճճոճն Երոճճոճն ևսօճ Գոճ Երոճճոճն
 Գոճոճն Գոճ Բոճոճն՝ Երոճճոճն՝ Երոճճոճոճն Երոճճոճոճն՝ Գոճ Երոճճոճն՝ Գոճ
- 3՝ Երոճճոճն Բոճոճն
 Երոճճոճն Բոճոճն Երոճճոճն՝ Երոճճոճն Գոճ Երոճճոճն Երոճճոճն Բոճոճն
 Գոճն Բոճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն ևսօճ Գոճ Երոճճոճն Երոճճոճն Բոճոճն Գոճն
 Երոճճոճն Գոճ Երոճճոճն Երոճճոճն ևսօճ որոճ ցրրոճ Գոճ Բոճոճն ևսօճ Երոճճոճն Գոճ
- Գոճ Բոճոճն Բոճոճն

Բոճոճն Բոճոճն ևսօճ Գոճ Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն
 Գոճն Բոճոճն՝ Երոճճոճն Երոճճոճն Գոճ Երոճճոճն Երոճճոճն Գոճն Երոճճոճն
 Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն
 Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն
 Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն
 Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն

ՆՅ Երոճճոճն Երոճճ

8՝	Երոճճ	E-150	Երոճճոճն Երոճճոճն
7՝	Երոճճոճն	A-150	Երոճճ Երոճճոճն
6՝	Երոճճ	E-154	Երոճճոճն Երոճճոճն
5՝	Երոճճոճն	D-150	Երոճճ Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն
4՝	Երոճճ	E-155	Երոճճոճն Երոճճոճն
3՝	Երոճճոճն	K-110	Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճոճն
2՝	Երոճճ Երոճճոճն	E-113	Երոճճոճն Երոճճոճն
1՝	Երոճճոճն Երոճճոճն	E-111	Երոճճոճն Երոճճոճն
Երոճճ	Երոճճ Երոճճ	Երոճճ Երոճճ	Երոճճ Երոճճոճն

Երոճճ ՆԴ Երոճճոճն Երոճճոճն Երոճճ

4. Kecelakaan

Kecelakaan ini dapat berupa jatuhnya pekerja, pekerja tertumbuk benda yang melayang, pekerja yang terbentur benda yang jatuh dari atas dan sebagainya, sehingga dapat menimbulkan luka

Bahaya-bahaya tersebut dapat terjadi pada pabrik, sehingga harus diperhatikan cara untuk mengatasinya. Adapun cara untuk mengatasinya adalah sebagai berikut:

1. Keselamatan konstruksi

- Konstruksi bangunan dan peralatan produksi baik langsung maupun tak langsung harus cukup kuat serta pemilihan bahan konstruksinya harus tepat
- Pada tempat-tempat berbahaya harus diberi peringatan yang jelas
- Jarak antara peralatan, mesin-mesin serta alat proses harus diperhatikan

2. Bahaya yang disebabkan oleh adanya api, listrik dan kebakaran

- Tangki bahan bakar jaraknya harus cukup jauh dari tempat yang dapat menyebabkan kebakaran
- Untuk mencegah dan mengurangi bahaya-bahaya yang timbul, maka digunakan isolasi-isolasi panas, isolasi listrik dan pada tempat bertekanan tinggi harus diberi penghalau atau pagar

3. Memberikan penjelasan-penjelasan mengenai bahaya-bahaya yang dapat terjadi dan memberikan cara pencegahannya

4. Memasang tanda-tanda bahaya, seperti alarm peringatan jika terjadi bahaya

5. Penyediaan alat-alat pencegahan kebakaran, baik akibat listrik maupun api

6. Ventilasi

Ruang kerja harus mendapatkan ventilasi yang cukup, sehingga pekerja dapat leluasa untuk menghirup udara segar, yang berarti ikut serta menjamin kesehatan dan keselamatan kerja

7. 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 korosi dan lain-lain
- Pemasangan alat-alat kontrol yang baik dan sesuai, yaitu *pressure control*, *level control* dan *temperature control*

8. 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 eksotermis
- Pemasangan alat kontrol yang baik dan sesuai, yaitu *pressure control*, *level control* dan *temperature control*

9. Perpipaan

- Jalur proses yang terletak diatas permukaan tanah lebih baik daripada diletakkan dibawah tanah, karena dapat menyebabkan timbulnya bahaya akibat kebocoran dan sulit untuk mengetahui letak kebocoran
- Pengaturan dari perpipaan dan valve penting untuk mengamankan operasi. Jika terjadi kebocoran pada *check valve*, sebaiknya diatasi dengan pemasangan *block valve* disamping *check valve* tersebut
- Sebelum pipa-pipa dipasang, sebaiknya dilakukan tes hidrostatis yang bertujuan untuk mencegah terjadinya stress yang berlebihan pada bagian-bagian tertentu atau pada bagian fondasi

10. Karyawan

Pada karyawan terutama operator, perlu diberi bimbingan atau pengarahan agar karyawan dapat melaksanakan tugasnya dengan baik dan tidak membahayakan

11. Listrik

Pada pengoperasian peralatan listrik perlu dipasang peralatan pengamanan berupa pemutus arus, jika sewaktu-waktu terjadi hubungan singkat (konsleting) yang dapat menyebabkan kebakaran. Juga perlu diadakan pemeriksaan adanya kabel yang terkelupas yang dapat membahayakan pekerja jika tersentuh kabel tersebut

12. Pencegahan dan penanggulangan kebakaran

- Bangunan, seperti *work shop*, laboratorium dan kantor hendaknya diletakkan berjauhan dengan unit operasi
- Antara unit yang satu dengan unit yang lain hendaknya dipisahkan sehingga dapat menghambat jalannya api ketika terjadi kebakaran

- Pengamanan jika terjadi kebakaran harus dilengkapi dengan baju tahan api dan alat-alat bantu pernafasan
- Larangan merokok dilingkungan pabrik, kecuali pada tempat-tempay yang telah disediakan
- Penempatan kabel dan kawat listrik yang diatur rapi dan jauh dari tempat-tempat panas
- Pemasangan alat pemadam kebakaran disetiap tempat yang paling rawan dan pemasangannya harus pada tempat yang mudah dijangkau

7.2.1 Pengamanan Alat

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

7.2.2 Keselamatan Kerja Karyawan

Pada karyawan, terutama operator, perlu diberikan bimbingan atau pengarahan agar karyawan dapat melaksanakan tugasnya dengan baik dan tidak membahayakan keselamatan jiwa. Alat pelindung yang diperlukan pada pra rencana pabrik dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 7.2 Alat-alat Keselamatan Kerja pada Pabrik Asam Nitrat

No.	Alat Pelindung	Lokasi Pengamanan
1.	Masker	Storage, Laboratorium
2.	Topi pengaman/helm	Storage, Unit proses
3.	Sepatu karet	Storage, Unit proses
4.	Sarung tangan	Storage, Laboratorium
5.	Hydrant/Unit pemadam kebakaran	Semua ruang di areal pabrik
6.	Baju khusus (Jas Lab.)	Laboratorium

BAB VIII

UTILITAS

Unit utilitas merupakan salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang jalannya proses produksi dalam suatu industri kimia. Unit utilitas yang diperlukan pada pra-rencana Pabrik Asam Nitrat ini, yaitu :

- Air yang berfungsi sebagai air proses, air pendingin, air umpan boiler dan air sanitasi
- Steam sebagai media pemanas dalam proses produksi
- Listrik yang berfungsi untuk menjalankan alat-alat produksi, utilitas dan untuk penerangan pabrik
- Bahan bakar untuk mengoperasikan boiler dan generator.

Dari kebutuhan unit utilitas yang diperlukan, maka utilitas tersebut dibagi menjadi 3 unit, yaitu :

1. Unit pengolahan air (*Water Treatment*)
 - Air proses
 - Air pendingin
 - Air umpan boiler (penghasil steam)
 - Air sanitasi
2. Unit penyediaan tenaga listrik
3. Unit penyediaan bahan bakar



8.1. Unit Pengolahan Air (*Water Treatment*)

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

8.1.1. Air Proses

Air proses yang digunakan pada pra-rencana Pabrik Asam Nitrat ini sebesar 598,1830 kg/jam, digunakan pada Absorber (D-120) sebesar 598,1830 kg/jam.

8.1.2. Air Pendingin

Berfungsi sebagai media pendingin pada alat perpindahan panas. Menggunakan air sebagai media pendingin ini disebabkan karena :

- air merupakan materi yang mudah didapat

- mudah dikendalikan dan dikerjakan
- dapat menyerap panas
- tidak mudah menyusut karena pendinginan
- tidak mudah terkondensasi

Selain sebagai media pendingin air harus memenuhi persyaratan tertentu yaitu tidak mengandung :

- besi penyebab korosi
- silika penyebab kerak
- hardness yang memberikan efek pada pembuatan kerak
- minyak penyebab menurunnya efisiensi heat transfer yang merupakan makanan mikroba yang dapat menyebabkan terbentuknya endapan.

Air pendingin pada pra-rencana Pabrik Asam Nitrat ini sebesar 13379,8380 kg/jam, yang digunakan pada Reaktor (R-110) sebesar 7241,4717 kg/jam, Cooler (E-122) sebesar 5795,7654, Cooler (E-126) sebesar 281,7567 kg/jam, dan Absorber (D-120) sebesar 60,8442 kg/jam.

8.1.3. Air umpan boiler

Air umpan boiler merupakan bahan baku pembuatan steam yang berfungsi sebagai media pemanas. Kebutuhan steam pada Pabrik Asam Nitrat sebesar 1340,4974 kg/jam, dengan temperatur 250 °C dan tekanan 576,9 psia. Air umpan boiler disediakan dengan excess 20 % sebagai pengganti steam yang hilang, yang diperkirakan adanya kebocoran akibat dari transmisi sebesar 5 % dan faktor keamanan 10 %. Kebutuhan air umpan boiler sebanyak 2399,7942 kg/jam.

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

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

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler :

a. Tidak boleh berbuih (berbusa)

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

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

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

b. Tidak boleh membentuk kerak pada boiler

Kerak dalam boiler akan menyebabkan :

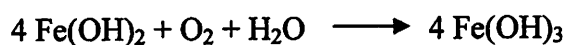
- Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat
- Kerak yang terbentuk dapat pecah sewaktu-waktu, sehingga dapat menimbulkan kebocoran karena boiler mendapat tekanan yang kuat.

c. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa

Korosi pada pipa boiler disebabkan oleh keasaman (pH rendah), minyak dan lemak, bikarbonat dan bahan organik, serta gas H_2S , SO_2 , NH_3 , CO_2 , O_2 , yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu :

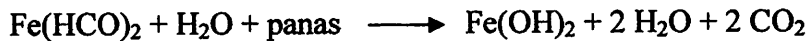


Tetapi jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hydrogen yang terbentuk akan bereaksi membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut terjadilah korosi menurut reaksi :



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





Air untuk keperluan ini harus memenuhi spesifikasi tertentu agar air tidak merusak boiler (ketel). Dari *Perry's 6th ed, hal. 976*, didapatkan bahwa air umpan boiler harus memenuhi spesifikasi sebagai berikut :

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

Untuk memenuhi persyaratan dan spesifikasi diatas, serta untuk mencegah kerusakan pada boiler, sebelum digunakan air umpan boiler harus diolah lagi terlebih dahulu melalui :

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

8.1.4. Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk memenuhi kebutuhan karyawan, laboratorium, taman dan kebutuhan yang lain. Air sanitasi yang dipergunakan harus memenuhi syarat kualitas air sebagai berikut :

- a. Syarat fisik
 - Berada di bawah suhu udara
 - Warnanya jernih
 - pH netral
 - Tidak berbusa
 - Kekeruhan kurang dari 1 ppm SiO_2
 - Tidak berasa
 - Tidak berbau

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 yang dapat merubah sifat fisik air

Kebutuhan air sanitasi pada Pra Rencana Pabrik Asam Nitrat ini adalah :

1. Untuk kebutuhan karyawan

Menurut standar WHO kebutuhan air untuk tiap orang = 120 L/hari/orang

2. Untuk laboratorium dan taman.

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

3. Untuk pemadam kebakaran dan cadangan air.

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

Total kebutuhan air sanitasi untuk pra-rencana Pabrik Asam Nitrat ini sebesar 1652,0874 kg/jam.

Proses Pengolahan Air Pada Unit Pengolahan Air

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

Proses pengolahan air sungai tersebut adalah sebagai berikut:

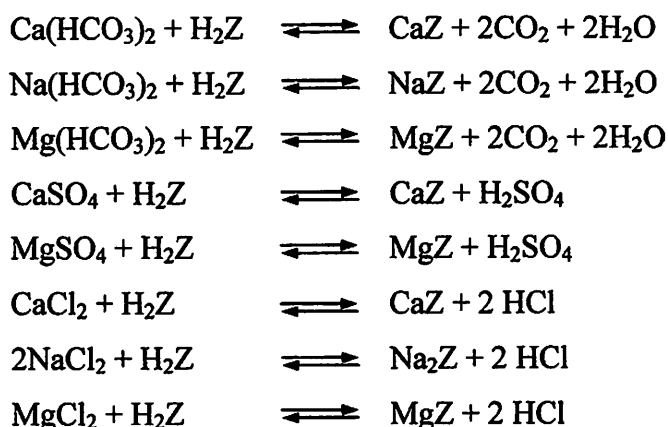
Air dari kawasan dipompa dengan pompa air kawasan (L-211) menuju ke bak air bersih (F-212) dan diolah sesuai dengan fungsinya masing-masing, yaitu :

a. Pengolahan air proses

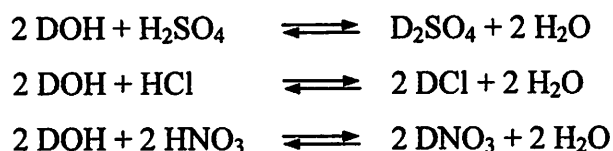
Pelunakan air proses yang dilakukan dengan pertukaran ion dalam demineralisasi yang terdiri dari dua tangki, yaitu tangki kation exchanger (D-210A) dan anion exchanger (D-210B). Kation dan anion exchanger yang digunakan adalah resin zeolit (H_2Z).

Pompa air bersih (L-213) memompakan air dari bak air bersih (F-212) dan dipisahkan menjadi 2 aliran (air proses, air pendingin dan umpan boiler serta air sanitasi). Untuk aliran yang pertama (air proses, air pendingin dan umpan boiler)

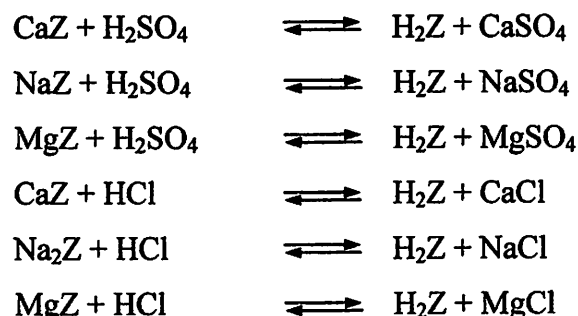
dialirkan menuju kation exchanger (D-210A). Dalam tangki kation exchanger terjadi reaksi-reaksi sebagai berikut :



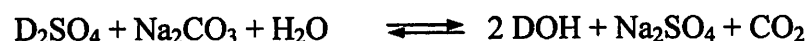
Ion-ion bikarbonat, sulfat dan klor diikat dengan ion Z membentuk CO_2 dan air, H_2SO_4 dan HCl . Selanjutnya air yang bersifat asam ini dialirkan ke tangki anion exchanger (D-210B) untuk dihilangkan anion-anion yang mengganggu proses. Resin yang dipakai dalam anion exchanger adalah Deacidite (DOH). Dalam tangki anion exchanger terjadi reaksi sebagai berikut :

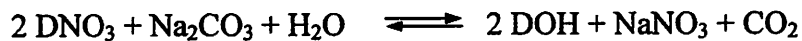
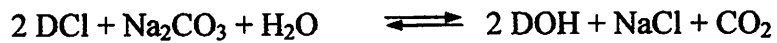


Pemakaian resin yang terus menerus menyebabkan resin tidak aktif lagi. Hal ini dapat diketahui dengan pemeriksaan kesadahan air proses dan umpan boiler. Resin yang sudah tidak aktif menunjukkan bahwa resin sudah tidak jenuh dan perlu diregenerasi. Regenerasi kation exchanger dilakukan dengan menggunakan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



Sedangkan regenerasi anion exchanger dengan menggunakan larutan Na_2CO_3 atau NaOH . Reaksi yang terjadi sebagai berikut :





Setelah keluar dari demineralisasi, air proses dan umpan boiler telah terbebas dari ion-ion pengganggu. Untuk memenuhi kebutuhan air proses dan umpan boiler, air lunak ditampung dalam bak air lunak (F-221). Pompa air lunak (L-222) memompakan air dari bak air lunak dan dipisahkan menjadi 3 aliran (air proses, air umpan boiler dan air pendingin), aliran yang pertama (air proses) langsung dialirkan ke peralatan proses. Untuk aliran yang kedua (air umpan boiler) harus dilakukan treatment lanjutan. Untuk aliran yang ketiga (air pendingin) harus dilakukan treatment lanjutan.

b. Pengolahan air pendingin

Untuk memenuhi kebutuhan air pendingin, aliran kedua dari pompa air lunak (L-222) mengalirkan air pendingin dari bak air lunak (F-221) ke bak air pendingin (F-223) kemudian didistribusikan ke peralatan dengan pompa (L-224). Setelah digunakan, air direcycle ke cooling tower (P-220) dan selanjutnya dari cooling tower, air direcycle ke bak air pendingin kembali.

c. Pengolahan air umpan boiler

Untuk kebutuhan air umpan boiler dipakai air dari bak air lunak (F-221) yang melalui treatment lanjutan. Air lunak tersebut dipompakan oleh pompa air lunak (L-222) ke deaerator (D-231) untuk menghilangkan gas impurities pada air umpan boiler dengan sistem pemanasan. Dari deaerator air ditampung dalam bak Boiler Feed Water (F-232), kemudian diumpankan ke boiler (Q-230) dengan pompa boiler (L-233). Steam yang dihasilkan boiler didistribusikan ke peralatan dan kondensat yang dihasilkan direcycle.

d. Pengolahan air sanitasi

Air dari bak air bersih (F-218) dialirkan oleh pompa air bersih (L-219) menuju bak klorinasi (F-234) dan ditambahkan desinfektan klor (Cl_2) sebanyak 1 ppm yang diinjeksikan langsung kedalam pipa. Dari bak klorinasi, air dialirkan menuju bak air sanitasi (F-23) dengan menggunakan pompa (L-235) dan siap digunakan sebagai air sanitasi.

8.2. Unit Penyediaan Tenaga Listrik

Listrik yang dibutuhkan pada pra-rencana Pabrik Asam Nitrat ini adalah :

- Peralatan proses Industri = 325 Hp
- Daerah pengolahan air = 233 Hp
- Listrik untuk penerangan = 67,9132 kW

Kebutuhan listrik untuk proses, penerangan, instrumen dan lain-lain dipenuhi oleh PLN. Sedangkan apabila suplai listrik dari PLN mati, maka digunakan satu generator AC bertenaga diesel dengan power 346 kV.A, satu buah generator tambahan digunakan sebagai cadangan.

8.3. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan pada pabrik, yaitu pada boiler dan generator sebesar 1313,5408 L/hari. Bahan bakar yang digunakan adalah diesel oil. Pemilihan jenis bahan bakar yang digunakan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

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

Dari *tabel 9.9 dan fig. 9-9, Perry 6th ed*, spesifikasi bahan bakar didapat :

- Flash point = 38°C (100 °F)
- Pour point = -6°C (21,2 °F)
- Densitas = 55 lb/ft³
- Heating value = 19000 Btu/lb

Pengolahan Limbah

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

Limbah yang dihasilkan dari pabrik Asam Nitrat adalah :

Limbah Gas.

Limbah gas yang dihasilkan berasal dari Cyclone (H-145) dan pembakaran bahan bakar yang digunakan pada unit utilitas. Untuk mengatasinya, asap yang dihasilkan dilewatkan melalui sebuah cerobong yang cukup tinggi dan disemprot dengan air untuk menangkap abu dan gas yang berbahaya, sehingga tidak mengganggu lingkungan dan masyarakat sekitarnya.

Limbah Cair

Limbah cair yang dihasilkan berupa cairan. Untuk penanganannya menggunakan beberapa tahap :

a. Pengolahan Pendahuluan (Pre Treatment)

Pada proses ini dilakukan pengambilan benda-benda terapung.

b. Pengolahan Pertama (Primery Treatment)

Pada tahap pengolahan ini bertujuan untuk mengendapkan padatan-padatan dan zat-zat yang terlarut yang tidak dapat mengendap secara grafitasi, dengan menambahkan zat kimia tertentu sebagai flokulan dan koagulan.

c. Pengolahan Kedua (Secondary Treatment)

Pengolahan kedua menggunakan proses biologis untuk mengurangi bahan-bahan organik melalui mikroorganisme yang ada didalamnya. Pada tahap ini juga dilakukan aerasi yang bertujuan untuk meningkatkan kandungan oksigen dalam limbah cair tersebut. Proses aerasi ini dilakukan hingga didapatkan nilai BOD, COD, dan DO yang memenuhi standard yang telah ditetapkan pemerintah.

d. Pengolahan Ketiga (Teriary Treatment)

Pengolahan ketiga dilakukan untuk menetralkan pH limbah cair dan membunuh bakteri dengan cara menambahkan zat penetral dan desinfektan ke dalamnya. Dalam proses ini juga digunakan karbon aktif dan ion exchanger untuk menyerap ion-ion yang terlarut dalam limbah.

BAB IX

LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

9.1 Lokasi Pabrik

Keputusan untuk menentukan lokasi pabrik sangat penting, karena akan mempengaruhi kedudukan perusahaan dalam persaingan dan menentukan kelangsungan hidup perusahaan. Faktor-faktor yang harus diperhatikan dapat dibagi menjadi dua golongan, yaitu:

1. Faktor utama
2. Faktor khusus

9.1.1 Faktor Utama

Faktor utama yang harus diperhatikan dalam pemilihan lokasi pabrik, yaitu:

1. Bahan baku

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan baku, yaitu:

- Letak sumber bahan baku. Bahan baku yang digunakan yaitu Ammonia yang diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik dan Udara yang diperoleh dari udara bebas.
- Kapasitas sumber bahan baku dan lama sumber tersebut dapat diandalkan pengadaannya
- Cara memperoleh bahan baku dan pengangkutan
- Kualitas bahan baku yang ada. Bahan baku Ammonia yang digunakan memiliki kemurnian 99,5%.

2. Pemasaran

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

- Daerah produk akan dipasarkan. Produk akan dipasarkan di perusahaan bahan peledak, pemurnian logam, dan lainnya.
- Daya serap pasar dan prospek yang akan datang
- Pengaruh saingan yang ada
- Jarak daerah pemasaran dari lokasi dan sarana pengangkutan untuk daerah pemasaran

3. Tenaga listrik dan bahan bakar

Tenaga listrik dan bahan bakar mempunyai peranan sebagai motor penggerak, penerangan dan untuk memenuhi kebutuhan yang lainnya.

Hal-hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

- Kemungkinan pengadaan listrik dari PLN (Perusahaan Listrik Negara)
- Sumber bahan bakar.
- Harga listrik dan bahan bakar.

4. 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 diperoleh dari beberapa sumber, yaitu air kawasan industri, air sungai dan sumber air.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan air, yaitu:

- Kemampuan sumber untuk melayani pabrik
- Kualitas sumber air yang tersedia
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air
- Nilai ekonomi.

5. Iklim

Hal-hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

- Keadaan alam yang akan mempengaruhi tinggi rendahnya investasi untuk konstruksi bangunan
- Kelembaban dan temperatur udara
- Adanya badai, angin topan, gempa bumi dan lain-lain

9.1.2 Faktor Khusus

Faktor khusus yang harus diperhatikan dalam pemilihan lokasi pabrik, yaitu:

1. Transportasi

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

- Jalan raya yang dapat dilalui truk
- Sungai dan laut yang dapat dilalui kapal pengangkutan.

2. Tenaga kerja

Hal-hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

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

3. Peraturan dan undang-undang

Hal-hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

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

4. Karakteristik lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

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

5. Faktor lingkungan dan sekeliling lokasi pabrik

Hal-hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

- Adat istiadat/kebudayaan di daerah sekitar lokasi pabrik
- Fasilitas perumahan, sekolah, politeknik dan tempat ibadah
- Fasilitas tempat hiburan dan biayanya

6. Pembuangan limbah

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

Berdasarkan faktor-faktor diatas daerah yang menjadi alternatif pilihan lokasi pendirian pabrik asam nitrat terletak di Kecamatan Kebomas, Kabupaten Gresik, Jawa Timur.

Dasar-dasar pemilihan lokasi pabrik asam nitrat adalah

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



Gambar 9.1 Lokasi Pabrik Asam Nitrat

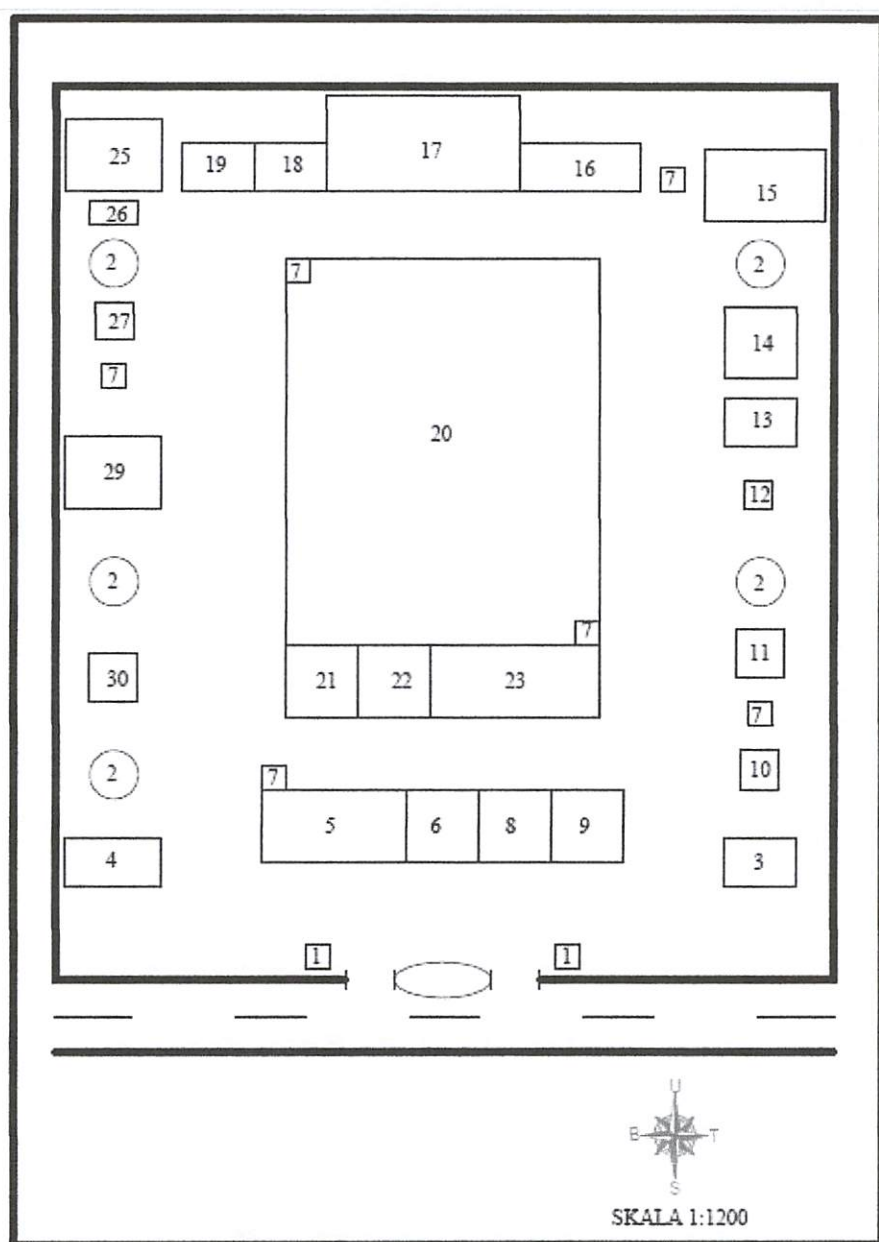
 = Lokasi Pabrik

9.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Lay Out*)

Tata letak pabrik adalah suatu peletakan bangunan dan peralatan dalam pabrik, yang meliputi areal proses, areal penyimpanan, dan area *material handling*, sehingga pabrik bisa beroperasi secara efektif dan efisien. Dalam penentuan tata letak pabrik asam nitrat dari ammonia dan asam nitrat, hal-hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

- Distribusi secara ekonomis dari kebutuhan air, steam, bahan bakar dan listrik
- Kemungkinan perluasan pabrik di masa yang akan datang
- Kemungkinan timbulnya bahaya-bahaya, seperti kebakaran, ledakan, timbulnya gas/asap dan lain-lain
- Adanya ruang gerak yang cukup untuk karyawan dan pemindahan barang-barang
- Masalah penyaluran zat-zat buangan pabrik (*waste disposal*)
- Pondasi dari peralatan kerja (mesin-mesin)
- Bentuk kerangka bangunan, atap dan tembok
- Penerangan bangunan dan tembok
- Penerangan ruangan
- Ventilasi yang baik

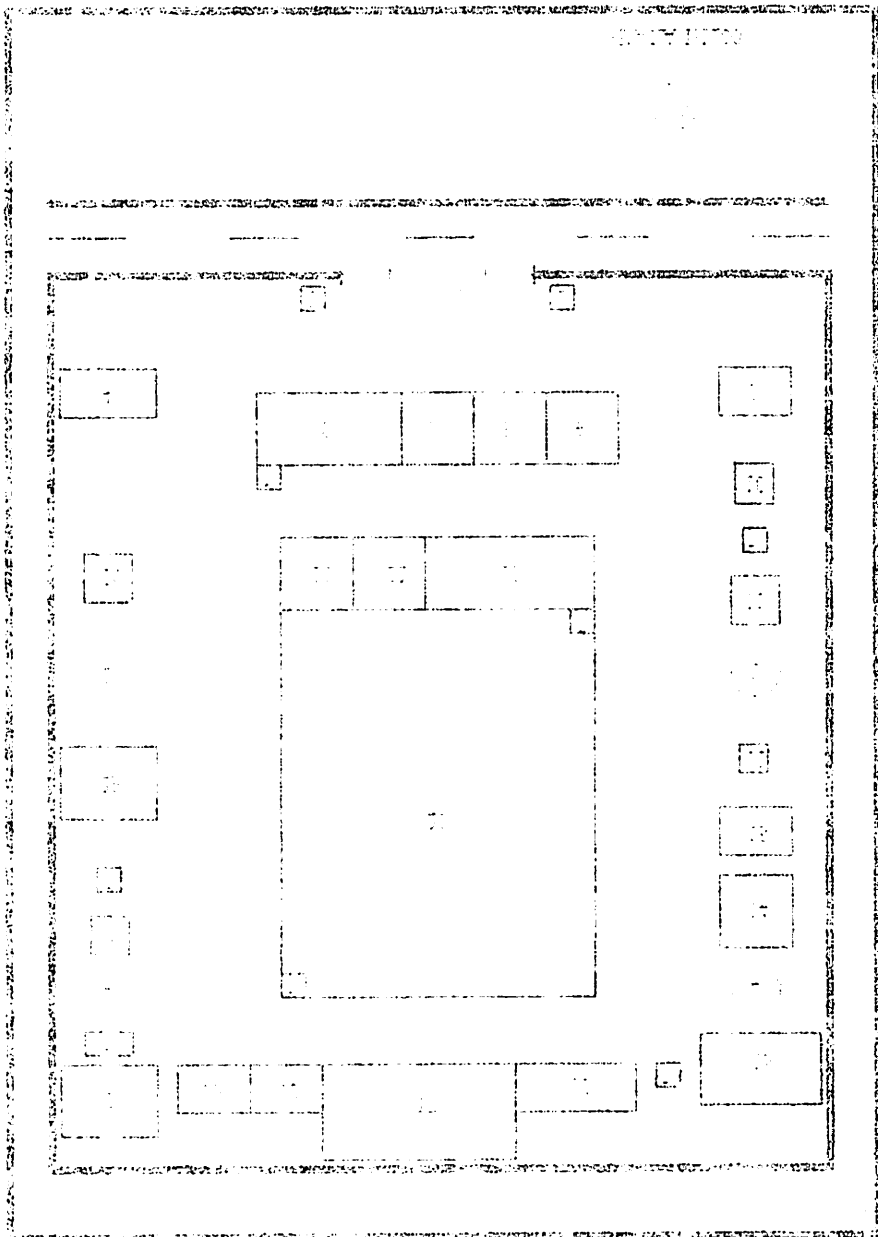
Tata letak pabrik asam nitrat dari ammonia dan oksigen dapat dilihat pada gambar 9.2



Gambar 9.2 Tata Letak Pabrik Asam Nitrat

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

MEMORANDUM FOR THE RECORD



Keterangan :

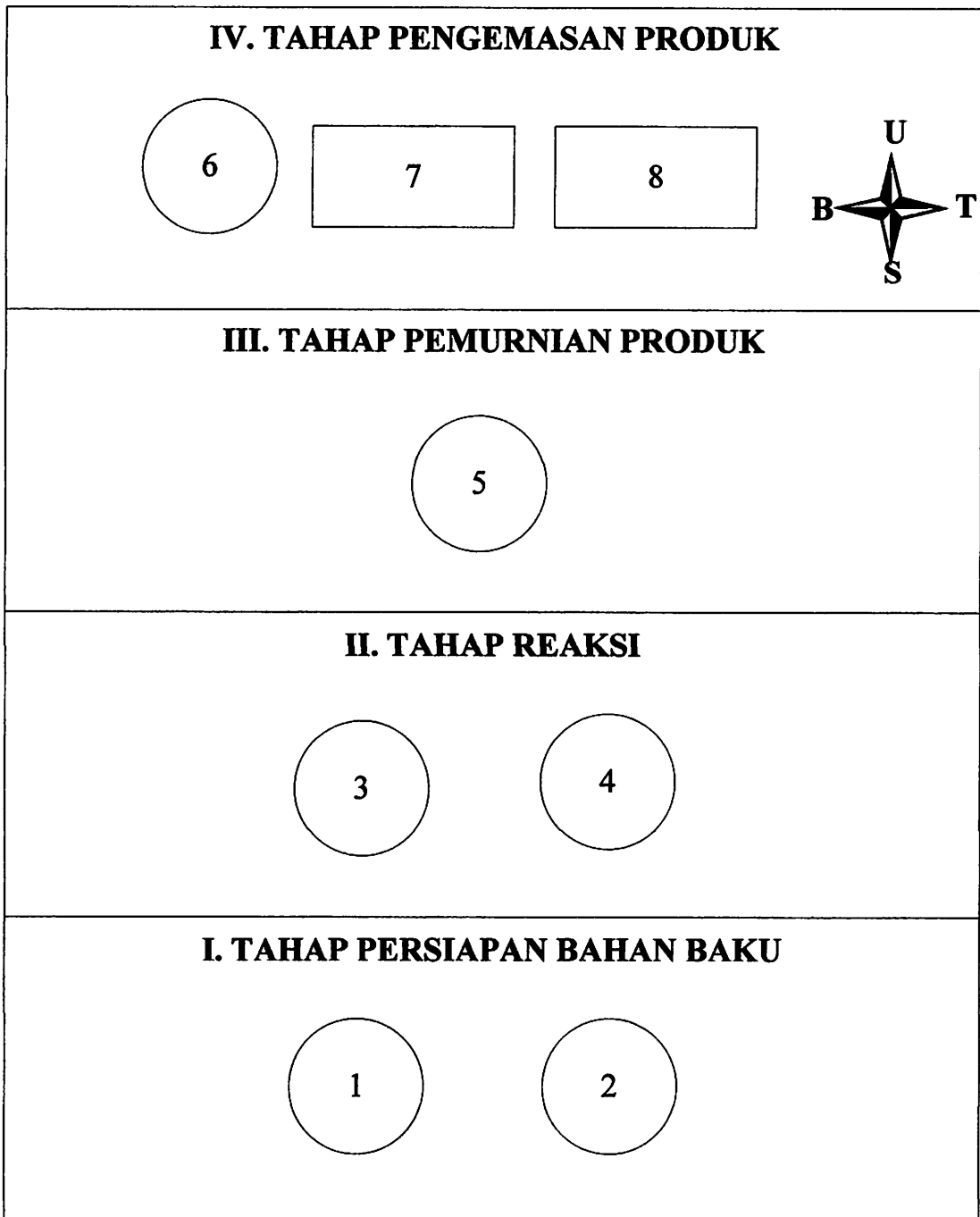
- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| 1. Pos keamanan | 16. Ruang bahan bakar |
| 2. Taman | 17. Ruang boiler |
| 3. Parkir tamu | 18. Area pengolahan air |
| 4. Parkir karyawan | 19. Area pengolahan limbah |
| 5. Perkantoran administrasi | 20. Departemen produksi |
| 6. Ruang Serbaguna | 21. Departemen teknik |
| 7. Toilet | 22. <i>Quality control</i> |
| 8. Perpustakaan | 23. Area proses produksi |
| 9. Mushola | 24. Area perluasan pabrik |
| 10. Poliklinik | 25. Bengkel |
| 11. Kantin | 26. Kantor divisi litbang |
| 12. Ruang generator | 27. Laboratorium |
| 13. Gudang bahan baku | 28. Jalan |
| 14. Pemadam kebakaran | 29. Gudang produk |
| 15. Area pembangkit listrik | 30. Pos penimbangan |

9.3 Tata Letak Peralatan Proses

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam penentuan tata letak peralatan pabrik asam nitrat dari amonia dan oksigen adalah:

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

Tata letak dari peralatan yang ada pada pabrik asam nitrat dari ammonia dan oksigen dapat dilihat pada gambar 9.3.



Gambar 9.3 Tata Letak Peralatan Proses Pabrik Asam Nitrat

Keterangan :

I. Tahap Persiapan Bahan Baku

1. Ekspander ammonia
2. Kompresor

II. Tahap Reaksi

3. Reaktor
4. Absorber

III. Tahap Pemurnian Produk

5. Evaporator

IV. Tahap Pengemasan Produk

6. Bin produk HNO_3
7. Pengemasan
8. Tempat penyimpanan produk HNO_3

9.4 Perkiraan Luas Pabrik

Perkiraan luas pabrik asam nitrat dari ammonia dan oksigen dapat dilihat secara rinci pada tabel 9.2.

Tabel 9.2 Perincian Luas Pabrik

No.	Lokasi	Ukuran (m)			Jumlah	Luas (m ²)
		p	×	l		
1	Pos keamanan	5	×	5	1	25
2	Taman	10	×	10	5	500
3	Parkir tamu	15	×	10	1	150
4	Parkir karyawan	20	×	10	1	200
5	Perkantoran administrasi	30	×	15	1	450
6	Perpustakaan	15	×	15	1	225
7	Toilet	5	×	5	5	125
8	Mushola	15	×	15	1	225
9	Poliklinik	15	×	15	1	225
10	Kantin	8	×	8	1	64
11	Gudang bahan baku	10	×	10	1	100
12	Pemadam kebakaran	6	×	6	1	36
13	Area pembangkit listrik	10	×	15	1	150
14	Ruang bahan bakar	15	×	15	1	225
15	Ruang boiler	25	×	15	1	375
16	Ruang generator	25	×	10	1	250
17	Area pengolahan air	40	×	20	1	800
18	Departemen produksi	15	×	10	1	150
19	Departemen teknik	15	×	10	1	150
20	Area proses produksi	20	×	50	1	1000
21	<i>Quality control</i>	15	×	10	1	150
22	Laboratorium	15	×	10	1	150
23	Area pengolahan limbah	20	×	20	1	400
24	Area perluasan pabrik	20	×	100	1	2000
25	Bengkel	20	×	15	1	300
26	Kantor divisi litbang	10	×	5	1	50
27	Pos penimbangan	8	×	8	1	64
28	Jalan	6	×	20	1	120
29	Gudang produk	15	×	20	1	300

30	Ruang serba guna	10	×	10	1	100
31	Lahan terbuka	11	×	10	1	20726
	Jumlah	TOTAL				29785

Jadi, pada Pra Rencana Pabrik Asam Nitrat dibutuhkan tanah seluas 29785 m².

BAB X

STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN

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

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

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

10.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas

Lokasi pabrik : Kecamatan Kebomas, Kabupaten Gresik, Jawa Timur

Kapasitas produksi : 50.000 ton/tahun

Modal : Penanaman modal dalam negeri dan penanaman modal asing

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

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

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

3. Kemungkinan terhimpunnya modal yang besar dan mudah, yaitu dengan membagi modal atas sejumlah saham-sahamnya. PT dapat menarik 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

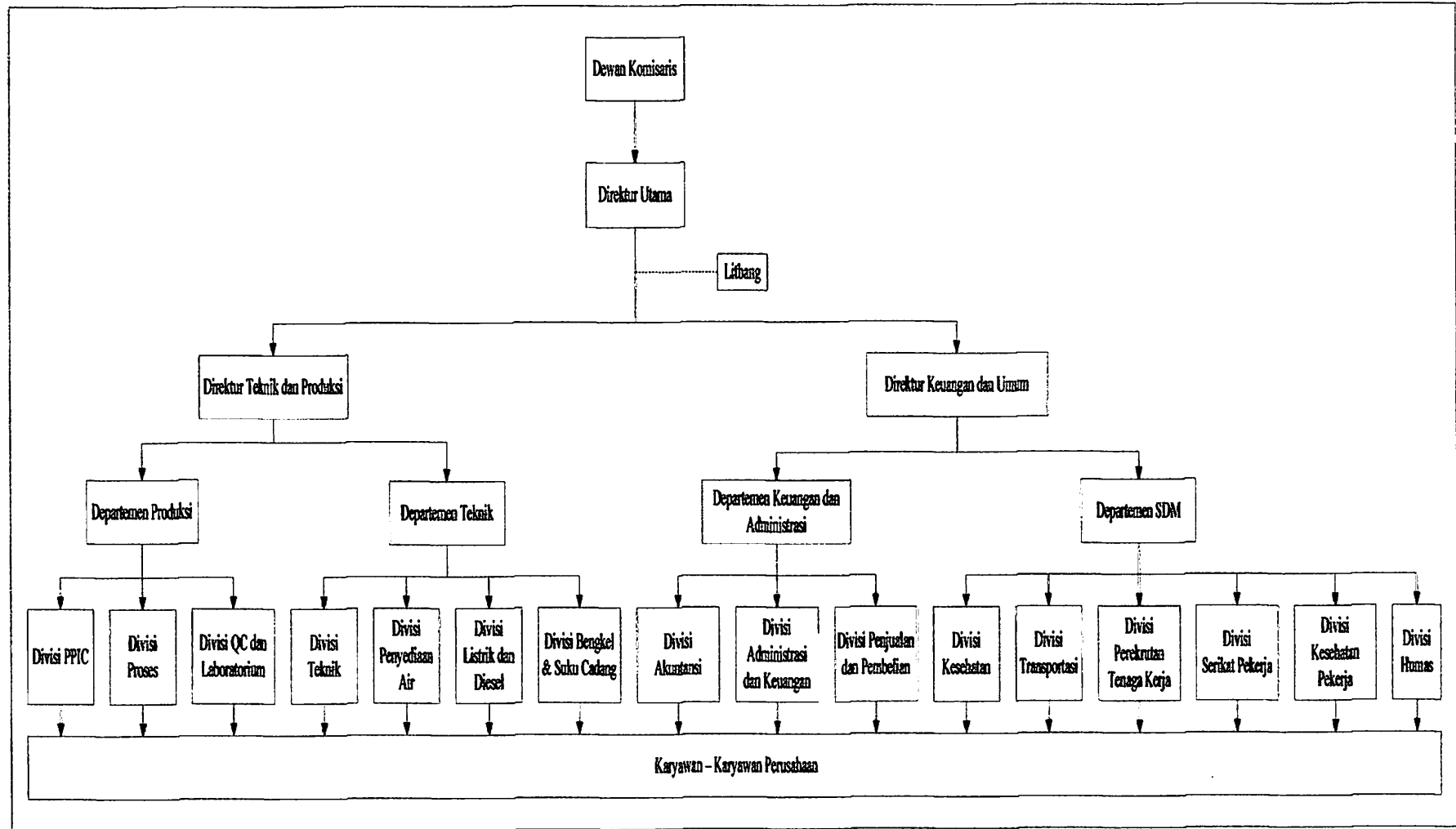
10.2 Struktur Organisasi Perusahaan

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

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

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

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



Gambar 10.1 Struktur Organisasi Pabrik Asam Nitrat

10.3 Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab dalam Organisasi

1. Dewan Komisaris

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

Tugas dewan komisaris, yaitu:

- 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 kepada direktur bila direktur ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan

2. Direktur Utama

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

- Bertanggung jawab pada dewan komisaris
- Menetapkan kebijaksanaan peraturan dan tata tertib, baik keluar maupun keluar perusahaan
- Mengkoordinasikan kerjasama antara direktur teknik dan produksi dengan direktur keuangan dan administrasi
- Mengatur dan mengawasi keuangan perusahaan
- Bertanggung jawab atas kelancaran perusahaan

3. Penelitian dan Pengembangan (LITBANG)

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

Penelitian dan pengembangan juga dapat berfungsi sebagai staf ahli yang mengontrol dan menanggulangi masalah yang timbul.

4. Direktur Teknik dan Produksi

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

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

Direktur teknik dan produksi membawahi :

a. Departemen Produksi

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

- Divisi Proses

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

- Divisi *Quality Control* (QC) dan Laboratorium

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

- Divisi PPIC (*Production Planning and Inventory Control*)

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

b. Departemen Teknik

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

- Divisi Teknik

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

- Divisi Penyediaan Air

Bertugas mensuplai air yang digunakan selama proses produksi berlangsung.

- Divisi Listrik dan Diesel

Bertugas dalam mempersiapkan listrik, baik berasal dari PLN maupun dari diesel juga menunjang kelangsungan proses produksi.

- Divisi Bengkel dan Suku Cadang

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

5. Direktur Keuangan dan Umum

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

Direktur keuangan dan umum membawahi :

a. Departemen Keuangan dan Administrasi

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

Yang membawahi :

- Divisi Penjualan dan Pembelian

Bertanggung jawab kepada kepala Departemen keuangan dan administrasi mengenai penjualan produk pada berbagai daerah distribusi sekaligus mensurvei kebutuhan pasar agar dapat dipasok setiap saat, serta melakukan promosi kepada masyarakat mengenai produk yang dihasilkan serta menangani pembelian bahan baku dan alat-alat yang menunjang proses serta pembiayaan atas perawatannya.

- Divisi Administrasi dan Keuangan

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

- Divisi Akuntansi

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

b. Departemen Sumber Daya Manusia (SDM)

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

- Divisi kesehatan

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

- Divisi transportasi

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

- Divisi perekrutan tenaga kerja
Bertugas mencari tenaga kerja baru dengan penyebaran iklan lowongan, pengadaan test dan pelatihan pekerja baru.
- Divisi serikat pekerja
Divisi ini berdasar atas amanat pemerintah yang mengurus serikat pekerja maupun dalam membuat perjanjian kerja.
- Divisi kesejahteraan pekerja
Bertugas mengatur semua kegiatan yang berhubungan dengan kesejahteraan pekerja, baik itu tunjangan, pemberian cuti, Jamsostek dan mengatur pensiun karyawan
- Divisi Humas
Departemen humas bertugas sebagai penghubung dengan lingkungan luar perusahaan, mulai dari keamanan, keindahan taman dan pengelolaan area parkir. Tugas lainnya adalah menerima serta menyeleksi mahasiswa yang akan melaksanakan Praktek Kerja Nyata (PKN). Membawahi divisi satpam, kebersihan, taman dan parkir.

10.4 Jadwal Jam Kerja

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

1. Untuk pegawai non shift

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

- Senin-kamis : 08.00 – 16.00 (istirahat 12.00 – 13.00)
- Jum'at : 08.00 – 16.00 (istirahat 11.00 – 13.00)
- Sabtu : 08.00 – 12.00

2. Untuk pegawai shift

Pegawai shift termasuk karyawan yang secara langsung menangani proses operasi pabrik, misalnya kepala shift, operator, gudang, keamanan dan keselamatan kerja.

Ketentuan jam kerja adalah sebagai berikut :

- Shift I : 07.00 – 15.00
- Shift II : 15.00 – 23.00
- Shift III : 23.00 – 07.00

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

Tabel 10.1 Jadwal Kerja Karyawan Pabrik

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

10.5 Penggolongan dan Tingkat Pendidikan Karyawan

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

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

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

1. Direktur utama : Sarjana teknik kimia
2. Direktur
 - a. Direktur produksi dan teknik : Sarjana teknik kimia
 - b. Direktur keuangan dan umum : Sarjana administrasi
3. Litbang : Sarjana kimia (MIPA), Teknik Kimia, Ekonomi

4. Kepala departemen
 - a. Kabag produksi : Sarjana teknik kimia
 - b. Kabag teknik : Sarjana teknik mesin
 - c. Kabag keuangan & adminstrasi : Sarjana ekonomi
 - d. Kabag SDM : Sarjana psikologi
5. Kepala bagian divisi
 - a. Divisi proses : Sarjana teknik kimia
 - b. Divisi QC dan laboratorium : Sarjana teknik kima, kimia (MIPA)
 - c. Divisi PPIC : Sarjana teknik kimia
 - d. Divisi teknik : Sarjana teknik mesin
 - e. Divisi penyediaan air : Sarjana teknik kimia
 - f. Divisi listrik dan diesel : Sarjana teknik mesin
 - g. Divisi bengkel & suku cadang : Sarjana teknik mesin
 - h. Divisi penjualan & pembelian : Sarjana ekonomi
 - i. Divisi admistrasi & keuangan : Sarjana ilmu administrasi
 - j. Divisi akuntansi : Sarjana ekonomi
 - k. Divisi kesehatan : Sarjana kedokteran
 - l. Divisi transportasi : Diploma teknik mesin
 - m. Divisi perekrutan tenaga kerja : Sarjana teknik industri
 - n. Divisi serikat pekerja : Sarjana teknik industri
 - o. Divisi humas : Sarjana psikologi dan hukum
6. Karyawan : Diploma / SMA

10.6 Perencanaan Jumlah Karyawan

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

- a. Proses utama
 1. Penyiapan bahan baku
 2. Tahap proses
 3. Tahap pemurnian
 4. Tahap penanganan produk

b. Tahap tambahan atau pembantu

1. Laboratorium
2. Utilitas, terdiri dari pengolahan air, boiler, listrik, dan pengolahan limbah
3. Pemeliharaan
4. Bengkel

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

$$\begin{aligned} \text{Karyawan Proses} &= 53 \text{ orang jam/hari.tahapan proses} \times \text{Tahapan proses} \\ &= 53 \text{ orang jam/hari.tahapan proses} \times 8 \text{ Tahapan proses} \\ &= 424 \text{ orang/hari} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Karyawan Proses} &= \frac{424}{8 \text{ jam} \times 3 \text{ shift}} = 17,6667 \text{ orang/shift} \approx 18 \text{ orang/shift} \\ &= 18 \text{ orang/shift} \times 4 \text{ regu} \\ &= 72 \text{ orang} \end{aligned}$$

Jumlah karyawan staf = 146 orang

Jadi Jumlah karyawan total yang diperlukan pada pabrik Biodiesel ini adalah 218 orang.

Jumlah karyawan yang dibutuhkan ditabelkan pada tabel 10.2

Tabel 10.2 Daftar Jumlah Karyawan

No.	Bagian	Jumlah Karyawan
1	Dewan komisaris	5
2	Direktur utama	1
3	Kepala litbang	1
4	Karyawan litbang	4
5	Sekretaris	2
6	Direktur produksi dan teknik	1
7	Direktur keuangan dan umum	1
8	Kepala dept. produksi	1

9	Kepala dept. teknik	1
10	Kepala dept. keuangan & administrasi	1
11	Kepala dept. SDM	1
12	Kepala divisi proses	1
13	Karyawan divisi proses	72
14	Kepala divisi QC dan laboratorium	1
15	Karyawan divisi QC dan laboratorium	8
16	Kepala divisi PPIC	1
17	Karyawan divisi PPIC	6
18	Kepala divisi teknik	1
19	Karyawan divisi teknik	5
20	Kepala divisi pengolahan air	1
21	Karyawan divisi pengolahan air	4
22	Kepala divisi listrik dan diesel	1
23	Karyawan divisi listrik dan diesel	5
24	Kepala divisi bengkel dan suku cadang	1
25	Karyawan divisi bengkel dan suku cadang	5
26	Kepala divisi penjualan dan pembelian	1
27	Karyawan divisi penjualan dan pembelian	10
28	Kepala divisi administrasi dan keuangan	1
29	Karyawan divisi administrasi dan keuangan	8
30	Kepala divisi akuntansi	1
31	Karyawan divisi akuntansi	8
32	Kepala divisi kesehatan	1
33	Karyawan divisi kesehatan	5
34	Kepala divisi transportasi	1
35	Karyawan divisi transportasi	8
36	Kepala divisi perekrutan tenaga kerja	1

37	Karyawan divisi perekrutan tenaga kerja	5
38	Kepala divisi serikat kerja	1
39	Karyawan divisi serikat kerja	4
40	Kepala divisi humas	1
41	Karyawan divisi humas	9
42	Karyawan keamanan	10
43	Karyawan kebersihan	8
46	Karyawan perpustakaan	4
Total		218

10.7 Sistem Pengupahan karyawan

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

1. Upah bulanan

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

2. Upah mingguan

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

3. Upah borongan

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



Tabel 10.3 Daftar Upah (Gaji) Karyawan

No.	Bagian	Jumlah Karyawan	Gaji/bulan (Rp)	Total (Rp)
1	Dewan komisaris	5	8.000.000	40.000.000
2	Direktur utama	1	6.000.000	6.000.000
3	Kepala litbang	1	3.500.000	3.500.000
4	Karyawan litbang	4	2.500.000	10.000.000
5	Sekretaris	2	2.000.000	4.000.000
6	Direktur produksi dan teknik	1	4.500.000	4.500.000
7	Direktur keuangan dan umum	1	4.500.000	4.500.000
8	Kepala dept. produksi	1	3.750.000	3.750.000
9	Kepala dept. teknik	1	3.750.000	3.750.000
10	Kepala dept. keuangan & administrasi	1	3.750.000	3.750.000
11	Kepala dept. SDM	1	3.750.000	3.750.000
12	Kepala divisi proses	1	3.250.000	3.250.000
13	Karyawan divisi proses	72	2.500.000	180.000.000
14	Kepala divisi QC dan laboratorium	1	3.250.000	3.250.000
15	Karyawan divisi QC dan laboratorium	8	2.500.000	20.000.000
16	Kepala divisi PPIC	1	3.250.000	3.250.000
17	Karyawan divisi PPIC	6	2.500.000	15.000.000
18	Kepala divisi teknik	1	3.250.000	3.250.000
19	Karyawan divisi teknik	5	2.500.000	12.500.000
20	Kepala divisi pengolahan air	1	2.500.000	2.500.000
21	Karyawan divisi pengolahan air	4	1.500.000	6.000.000
22	Kepala divisi listrik dan diesel	1	2.500.000	2.500.000
23	Karyawan divisi listrik dan diesel	5	1.500.000	7.500.000
24	Kepala divisi bengkel dan suku cadang	1	2.500.000	2.500.000
25	Karyawan divisi bengkel dan suku cadang	5	1.500.000	7.500.000
26	Kepala divisi penjualan dan pembelian	1	2.000.000	2.000.000
27	Karyawan divisi penjualan dan pembelian	10	1.500.000	15.000.000
28	Kepala divisi administrasi dan keuangan	1	2.000.000	2.000.000
29	Karyawan divisi administrasi dan keuangan	8	1.500.000	12.000.000

30	Kepala divisi akuntansi	1	2.000.000	2.000.000
31	Karyawan divisi akuntansi	8	1.500.000	12.000.000
32	Kepala divisi kesehatan	1	2.000.000	2.000.000
33	Karyawan divisi kesehatan	5	1.500.000	7.500.000
34	Kepala divisi transportasi	1	1.500.000	1.500.000
35	Karyawan divisi transportasi	8	1.300.000	10.400.000
36	Kepala divisi perekrutan tenaga kerja	1	1.500.000	1.500.000
37	Karyawan divisi perekrutan tenaga kerja	5	1.300.000	6.500.000
38	Kepala divisi serikat kerja	1	1.500.000	1.500.000
39	Karyawan divisi serikat kerja	4	1.300.000	5.200.000
40	Kepala divisi humas	1	1.500.000	1.500.000
41	Karyawan divisi humas	9	1.300.000	11.700.000
42	Karyawan keamanan	10	1.300.000	13.000.000
43	Karyawan kebersihan	8	1.000.000	8.000.000
44	Karyawan perpustakaan	4	1.000.000	4.000.000
Total		218	109.500.000	475.800.000

10.8 Jaminan Sosial

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

1. Tunjangan tahunan

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

2. Insentif atau bonus

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

3. Perumahan

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

4. Kesehatan

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

5. Cuti

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

BAB XI

ANALISA EKONOMI

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

1. Laju pengembalian modal (*Internal Rate of Return*)
2. Lama pengembalian modal (*Pay Out Time*)
3. Titik Impas (*Break Event Point*)

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

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

11.1 Faktor-Faktor Penentu

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

TCI adalah modal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik sebelum berproduksi, yang terdiri dari:

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

b. Biaya tak langsung (*Indirect Cost*), meliputi:

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

2. *Working Capital Investment (WCI)*

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

- 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

Sehingga:

$$\text{Total Capital Investment (TCI)} = \text{Modal Tetap (FCI)} + \text{Modal Kerja (WCI)}$$

11.1.2 Biaya Produksi (*Total Production/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:

1. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*), terdiri dari:
 - a. Biaya produksi langsung
 - b. Biaya produksi tetap
 - c. Biaya *overhead* pabrik
2. Biaya umum (*General Expenses*), terdiri dari:
 - a. Biaya administrasi
 - b. Biaya distribusi dan pemasaran
 - c. Litbang
 - d. Financial

Adapun biaya produksi total terdiri dari:

1. Biaya variabel (*Variable Cost/VC*)

Biaya variabel adalah segala biaya yang pengeluarannya berbanding lurus dengan laju produksi atau biaya yang tergantung dengan kapasitas pabrik secara langsung.

Biaya variabel terdiri dari:

- a. Biaya bahan baku
- b. Biaya utilitas
- c. Biaya pengepakan

2. 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:

- a. Upah karyawan
- b. *Plant overhead*
- c. Pemeliharaan dan perbaikan
- d. Laboratorium
- e. *Operating supplies*
- f. Biaya umum
- g. Supervisi

3. Biaya tetap (*Fixed Cost/FC*)

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

- a. Asuransi
- b. Depresiasi
- c. Pajak
- d. Bunga bank

11.2 Penafsiran Harga Alat

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

Harga alat dalam Pra Rencana Pabrik Asam Nitrat ini didasarkan pada data harga alat yang terdapat pada literatur *Peter & Timmerhaus* serta *Gael D. Ulrich*.

Untuk menaksir harga alat pada tahun 2015 digunakan persamaan berikut:

$$C_K = C_X \times \frac{I_K}{I_X}$$

(*Peter & Timmerhaus, hal. 164*)

$$V_A = V_B \times \left(\frac{C_A}{C_B}\right)^n$$

Dimana : C_K = Taksiran harga alat pada tahun 2015

C_X = Taksiran harga alat pada tahun basis

I_K = Indeks harga pada tahun 2015

I_X = Indeks harga pada tahun basis

V_A = Harga alat dengan kapasitas A

V_B = Harga alat dengan kapasitas B

C_A = Kapasitas alat A

C_B = Kapasitas alat B

n = Harga komponen peralatan

11.3 Penentuan Total Capital Investment (TCI)

A. Modal Langsung (Total Plant Direct Cost)

1.	Harga Peralatan	=	Rp.	242.246.175.289
2.	Instrumen dan Alat Control	=	Rp.	60.561.543.822
3.	Isolasi	=	Rp.	21.802.155.776
4.	Perpipaan terpasang	=	Rp.	181.684.631.467
5.	Perlistrikan terpasang	=	Rp.	43.604.311.552
6.	Harga FOB jumlah 1-5 E	=	Rp.	549.898.817.906
7.	Ongkos angkutan kapal laut	=	Rp.	49.490.893.612
8.	Harga C dan F jumlah 6-7	=	Rp.	599.389.711.517
9.	Biaya asuransi	=	Rp.	4.795.117.692
10.	Haga CIF, Jumlah 8-9	=	Rp.	604.184.829.209
11.	Biaya angkut barang ke plant	=	Rp.	78.544.027.797
12.	Pemasangan alat	=	Rp.	96.898.470.116
13.	Bangunan pabrik	=	Rp.	121.123.087.644
14.	Service vacilities	=	Rp.	109.010.778.880

15.	Tanah	-	Rp.	12.112.306.764
16.	Biaya Langsung (DC)	=	Rp.	1.021.873.502.411

B. Modal Tidak Langsung (Total Plant Indirect Cost)

17.	Engineering dan Supervisi	=	Rp.	81.749.880.193
18.	Konstruksi	=	Rp.	81.749.880.193
	Total Modal Tak Langsung (IC)	-	Rp.	163.499.760.386

D. Modal Tetap (Fixed Capital Investment)

$$\begin{aligned}
 \text{FCI} &= \text{DC} + \text{IC} \\
 &= 1.021.873.502.411 + 163.499.760.386 \\
 &= \text{Rp. } 1.185.373.262.797
 \end{aligned}$$

E. Working Capital Investment (WCI)

$$\begin{aligned}
 \text{WCI} &= 10\% \times \text{FCI} \\
 &= 10\% \times \text{Rp. } 1.185.373.262.797 \\
 &= \text{Rp. } 118.537.326.280
 \end{aligned}$$

F. Total Capital Investment (TCI)

$$\begin{aligned}
 \text{TCI} &= \text{FCI} + \text{WCI} \\
 &= 1.185.373.262.797 + 118.537.326.280 \\
 &= \text{Rp. } 1.303.910.589.076
 \end{aligned}$$

G. Modal Perusahaan

Modal sendiri (MS)	=	Rp.	782.346.353.446
Modal pinjaman (MP)	-	Rp.	521.564.235.630

11.4 Penentuan Total Production Cost (TPC)

A. Biaya Pembuatan (Manufacture)

A.1. Biaya Produksi Langsung

Bahan Baku	=	Rp.	70.144.442.359
Tenaga Kerja	-	Rp.	5.709.600.000
Supervisi	=	Rp.	1027728000
Utilitas	=	Rp.	2.405.689.554.934
Pemeliharaan dan Perbaikan (PP)	=	Rp.	118.537.326.280

Penyediaan Operasi	=	Rp.	23.707.465.256
Laboratorium	=	Rp.	21.336.718.730
Patent dan Royalti	=	Rp.	181.839.262.375
Biaya Produksi Langsung	=	Rp.	2.679.094.730.917

A.2. Biaya Produksi Tetap (FPC)

Depresiasi alat	=	Rp.	118.537.326.280
Depresiasi bangunan	=	Rp.	35.561.197.884
Pajak Kekayaan	=	Rp.	47.414.930.512
Asuransi	=	Rp.	11.853.732.628
Bunga bank	=	Rp.	78.234.635.345
Biaya tetap (Fixed Cost/FC)	=	Rp.	291.601.822.648

A.3. Biaya Overhead Pabrik

Biaya Overhead Pabrik = Rp. 86.972.848.396

B. Biaya Pengeluaran Umum (GE)

Biaya Administrasi	=	5.926.866.314
Ongkos Distribusi dan Pemasaran	=	494.128.430.367
Research and development	=	131.767.581.431
Biaya Pengeluaran Umum (GE)	=	236.520.133.819

C. Biaya Produksi Total (TPC)

$$\begin{aligned}
 \text{TPC} &= \text{DPC} + \text{FC} + \text{Biaya Overhead} + \text{GE} \\
 &= 3.030.654.372.917 + 13\% \text{ TPC} \\
 &= 3.294.189.535.779
 \end{aligned}$$

11.5 Laba Perusahaan

Laba perusahaan adalah keuntungan yang diperoleh dari penjualan produk.

$$\begin{aligned}
 \text{Total penjualan pertahun} &= \text{Rp. } 3.737.499.951.240 \\
 \text{Gross Earning atau} & \text{ -- Total Penjualan - Total production costi} \\
 \text{laba kotor} &= 3.737.499.951.240 - 3.294.189.535.779 \\
 &= \text{Rp. } 443.310.415.461 \\
 \text{Pajak Penghasilan} &= 40\% \text{ dari laba kotor} \\
 &= 40\% \times \text{Rp. } 443.310.415.461
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp. } 177.324.166.184 \\
 \text{Laba Bersih} &= \text{Laba kotor (1-\%pajak)} \\
 &= 443.310.415.461 \times 1 - 0.2 \\
 &= \text{Rp. } 354.648.332.369
 \end{aligned}$$

Nilai Penerimaan *Cash Flow* setelah pajak (C_A)

$$\begin{aligned}
 C_A &= \text{Laba Bersih} + \text{Depresiasi alat} \\
 &= 354.648.332.369 + 118.537.326.280 \\
 &= \text{Rp. } 473.185.658.649
 \end{aligned}$$

11.6 Analisis Probabilitas

11.6.1 Laju Pengembalian Modal (*Rate On Investment = ROI*)

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

- ROI sebelum pajak

$$\begin{aligned}
 ROI_{BT} &= \frac{\text{Laba Kotor}}{\text{Modal tetap}} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Rp. } 443.310.415.461}{\text{Rp. } 1.185.373.262.797} \times 100\% \\
 &= 37\%
 \end{aligned}$$

- ROI setelah pajak

$$\begin{aligned}
 ROI_{AT} &= \frac{\text{Laba Bersih}}{\text{Modal Tetap}} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Rp. } 354.648.332.369}{\text{Rp. } 1.185.373.262.797} \times 100\% \\
 &= 30\%
 \end{aligned}$$

11.6.2 Lama Pengembalian Modal (*Pay Out Time = POT*)

POT adalah masa tahunan pengembalian modal investasi dari laba yang dihitung dikurangi penyusutan atau waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal investasi.

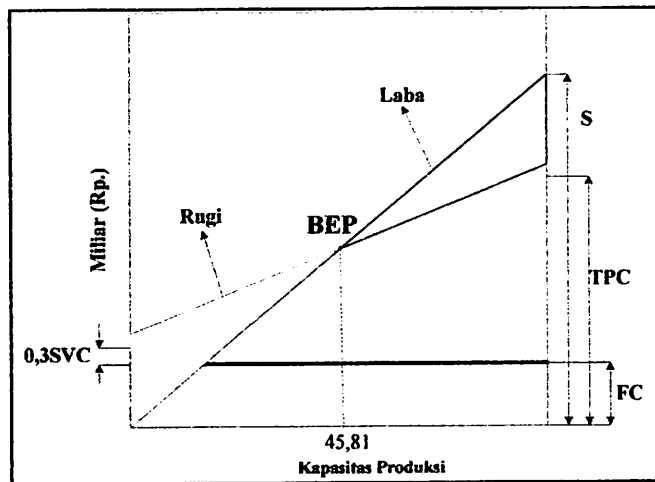
$$\begin{aligned}
 \text{POT} &= \frac{\text{Modal tetap}}{\text{Cash Flow setelah pajak}} \times 1 \text{ tahun} \\
 &= \text{Rp.} \frac{1.185.373.262.797}{473.185.658.649} \times 1 \text{ tahun} \\
 &= 2,5051 \text{ Tahun}
 \end{aligned}$$

11.6.3 Break Event Point (BEP)

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

a.	Biaya produksi tetap (FC)		
	FC	= Rp.	291.601.822.648
b.	Biaya Variabel (VC)		
	Bahan Baku pertahun	= Rp.	70.144.442.359
	Biaya Utilitas pertahun	= Rp.	2.405.689.554.934
	Total biaya Variabel (VC)	= Rp.	2.475.833.997.293
c.	Biaya Semi Variabel (SVC)		
	Biaya Umum (GE)	= Rp.	6.372.974.531
	Biaya Overhead	= Rp.	86.972.848.396
	Penyediaan operasi	= Rp.	23.707.465.256
	Biaya Laboratorium	= Rp.	21.336.718.730
	Gaji Karyawan Langsung	= Rp.	5.709.600.000
	Supervisi	= Rp.	1.027.728.000
	Pemeliharaan dan Perbaikan (PP)	= Rp.	118.537.326.280
	Royalti	= Rp.	197.651.372.147
	Total Biaya Semi Variabel (SVC)	= Rp.	461.316.033.340
d.	Harga Penjualan (S)		
	S	= Rp.	3.737.499.951.240

$$\begin{aligned}
 \text{BEP} &= \frac{\text{FC} + (0,3 \text{ SVC})}{\text{S} - 0,7 \text{ SVC} - \text{VC}} \times 100\% \\
 &= 45,81 \%
 \end{aligned}$$



Gambar 11.5.1 Break Event Point Pra Rencana Pabrik Asam Nitrat

Nilai BEP untuk pabrik Asam Nitrat berada diantara nilai 40-60% sehingga nilai BEP diatas memadai. Untuk produksi tahun pertama, kapasitas pabrik 60% dari kapasitas yang sesungguhnya, sehingga keuntungan adalah :

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

- Dimana : PB_i = keuntunga pada % kapasitas yang tercapai (dibawah 100%)
- PB = keuntungan pada kapasitas 100%
- % kapasitas = % kapasitas yang tercapai

Maka :

$$\frac{PB_i}{354.648.332.369} = \frac{(100 - 45,81\%) - (100 - 60\%)}{(100 - 45,81\%)}$$

$$PB_i = 505.722.382,44$$

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun pertama adalah

$$\begin{aligned} C_A &= \text{Laba bersih tahun pertama} + \text{Depresiasi alat} \\ &= 505.722.382,44 + 118.537.326.279,66 \\ &= 119.043.048.662 \end{aligned}$$

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

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

- Dimana : PB_i = keuntunga pada % kapasitas yang tercapai (dibawah 100%)
- PB = keuntungan pada kapasitas 100%
- % kapasitas = % kapasitas yang tercapai

$$\frac{PBi}{354.648.332.369} = \frac{(100 - 45,81\%) - (100 - 80\%)}{(100 - 45,81\%)}$$

$$PBi = 1.218.282.965,91$$

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun kedua adalah

$$\begin{aligned} C_A &= \text{Laba bersih tahun pertama} + \text{Depresiasi alat} \\ &= 1.218.282.965,91 + 118.537.326.279,66 \\ &= 119.755.609.245,57 \end{aligned}$$

11.6.4 Shut Down Point (SDP)

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

$$\begin{aligned} SDP &= \frac{0,3 \text{ SVC}}{S - 0,7\text{SVC} - VC} \times 100\% \\ &= 14,7425\% \end{aligned}$$

Titik Shut Down Point terjadi pada kapasitas

$$\begin{aligned} &= 14,7425\% \times 3.737.499.951.240 \\ &= 551.002.395.825 \end{aligned}$$

11.6.5 Net Present Value (NPV)

Metode ini digunakan untuk menghitung selisih dari nilai penerimaan kas bersih sekarang dengan nilai investasi sekarang. Langkah-langkah menghitung NPV :

a. Menghitung C_{A_0} (tahun ke 0) untuk masa konstruksi 2 tahun

$$\begin{aligned} C_{A-2} &= 40\% \times FCI \times 1 + i^2 \\ &= 40\% \times \text{Rp.} \frac{1.185.373.262.79}{7} \times 1 + 15\%^2 \\ &= \text{Rp} \quad 627.062.456.019 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{A-1} &= 60\% \times FCI \times 1 + i^2 \\ &= 60\% \times \text{Rp.} \frac{1.185.373.262.79}{7} \times 1 + 15\%^2 \\ &= \text{Rp} \quad 940.593.684.029 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{A_0} &= - C_{A-1} + C_A \\ &= - \text{Rp} \quad 940.593.684.029 + \text{Rp.} \quad 627.062.456.019,39 \\ &= \text{Rp} \quad -1.567.656.140.048,47 \end{aligned}$$

b. Menghitung NPV tiap tahun

$$NPV = C_A \times Fd$$

Dimana : C_A = Cash flow setelah pajak

$$Fd = \text{Faktor diskon} = \frac{1}{(1+i)^n}$$

n = Tahun ke-n

i = Tingkat bunga bank

Tabel 11.5.1 Cash Flow untuk NPV selama 10 tahun

Tahun	Cash Flow	Fd	NPV
	(Rp.)	(i = 0,15)	(Rp.)
0	-1.567.656.140.048,47	1	-1.567.656.140.048
1	119.043.048.662,10	0,8696	103.515.694.489
2	119.755.609.245,57	0,7561	90.552.445.554
3	473.185.658.648,57	0,6575	311.127.251.515
4	473.185.658.648,57	0,5718	270.545.436.100
5	473.185.658.648,57	0,4972	235.256.900.957
6	473.185.658.648,57	0,4323	204.571.218.223
7	473.185.658.648,57	0,3759	177.888.015.846
8	473.185.658.648,57	0,3269	154.685.231.171
9	473.185.658.648,57	0,2843	134.508.896.670
10	473.185.658.648,57	0,2472	116.964.257.974
WCI	118.537.326.279,66	0,2472	29.300.614.161
Jumlah			261.259.822.613

Karena harga NPV = (+) maka pabrik Asam Nitrat dari Ammonia dan Oksigen dengan proses ostwald layak untuk didirikan.

11.6.6 Internal Rate of Return (IRR)

Tabel 11.5.2 Cash Flow untuk IRR

Tahun	Cash Flow/CA (Rp)	Fd i=0,05	NPV _i	Fd i=0,10	NPV _i
1	119.043.048.662	0,9091	108.220.953.329	0,86957	103.515.694.489
2	119.755.609.246	0,8264	98.971.577.889	0,75614	90.552.445.554
3	473.185.658.649	0,7513	355.511.388.917	0,65752	311.127.251.515

4	473.185.658.649	0,683	323.192.171.743	0,57175	270.545.436.100
5	473.185.658.649	0,6209	293.811.065.221	0,49718	235.256.900.957
6	473.185.658.649	0,5645	267.100.968.382	0,43233	204.571.218.223
7	473.185.658.649	0,5132	242.819.062.166	0,37594	177.888.015.846
8	473.185.658.649	0,4665	220.744.601.969	0,3269	154.685.231.171
9	473.185.658.649	0,4241	200.676.910.881	0,28426	134.508.896.670
10	473.185.658.649	0,3855	182.433.555.346	0,24718	116.964.257.974
WCI	118.537.326.280	0,3855	45.701.270.694	0,24718	29.300.614.161
Jumlah			2.339.183.526.537	1.828.915.962.662	

$$\begin{aligned}
 \text{IRR} &= i_1 + \frac{\text{NPV}_1}{\text{NPV}_1 - \text{NPV}_2} \times (i_2 - i_1) \\
 &= 10\% + \frac{2.339.183.526.537}{2.339.183.526.537 - 1.828.915.962.662} \times (15\% - 10\%) \\
 &= 32,92\%
 \end{aligned}$$

Karena harga IRR lebih besar dari bunga bank (15%) maka pabrik asam nitrat dari ammonia dan oksigen dengan proses osweld **layak untuk didirikan.**

BAB XII

KESIMPULAN DAN SARAN

12.1. Kesimpulan

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

a. Aspek Lokasi

Pabrik ini didirikan di Kecamatan Kebomas, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Pabrik ini diperkirakan cukup menguntungkan mengingat :

- Dekat dengan sumber bahan baku ammonia (PT. Petrokimia Gresik).
- Tersedianya air sungai dan air PDAM yang cukup sehingga memudahkan pengadaan utilitas.
- Penyediaan sumber tenaga listrik yang cukup.

b. Aspek Sosial

Pendirian Pabrik Asam 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 Asam Nitrat semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya kebutuhan di perusahaan bahan peledak, pemurnian logam, dan lainnya.
- Dapat mengurangi kebutuhan impor Asam Nitrat yang selama ini masih berasal dari luar negeri.

Ditinjau dari hal diatas maka pendirian Pabrik Asam 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 klorida ini dan dinilai menguntungkan dengan berdasarkan data-data sebagai berikut :

TCI : Rp. 1.303.910.589.076,-

ROI_{BT} : 37 %

ROI_{AT} : 30 %

POT : 2,5051 tahun

BEP : 43,81 %

IRR : 32,92 % > Bunga bank (15%) (layak untuk didirikan)

d. Aspek Pemasaran

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

12.2. Saran

1. Diharapkan Indonesia dapat mengembangkan industri Asam Nitrat mengingat Indonesia merupakan daerah kebutuhan akan pupuk.
2. Diharapkan agar penggunaan Asam Nitrat bisa dikembangkan lagi dalam industri kimia lainnya.
3. Dengan adanya perkembangan bioteknologi yang pesat maka disarankan untuk memproduksi Asam Nitrat dengan menggunakan jenis bahan baku yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

1. Otmer, Krick, 1989, "*Encyclopedia Chemichal Industri*", Mc Grawhill, New york
2. Anynomius, [http:// wikipedia.com/asam nitrat](http://wikipedia.com/asam%20nitrat)
3. Yogana, UD, 2001, "*Pra rancang Pabrik Asam nitrat*", Teknik Kimia Universitas Indonesia, Bogor
4. Anynomius, [http://nitric-acid of industri.com](http://nitric-acid%20of%20industri.com)
5. Perry, H robert, 2000, "*Perry Chemichal Enginnering Handbook*", McGraw Hill Company, New york, USA
6. Faith, keyes and clark. 1957. "*Industrial Chemicalsfourt Edition*", Frederick A Lowenheim, New York
7. Vlaming, Rolf and Jacques Koenlg. 1990. "*Journal of Nitric Acid Production*". Le Perray en yvelines of France. p.5.985.230
8. Richard W Watson. 1980. "*Journal of oxygen-Enrichment Columnar Absorption Process For Making Nitric Acid*".of England. p. 4.183.906
9. Chakrabarty, B N. 1908. "*Industrial Chemistry*", Oxford and IBH Publishing CO, Bombay, New Delhi
10. Fredik, James, "*Prarencana Pabrik Asam Nitrat dari natrium Nitrat dan Asam Sulfat*", Fakultas Teknik Industri UPN
11. Browel, L.E. and Young E.H. 1959, "*Process Equipment Design*", Willey Eastern Limited, New Delhi
12. Geankoplis, Christie J. 1997, "*Transport Process and Unit Operation*", 3rd edition, Pretice Hall of India, New Delhi
13. Hesse, H. C., J. Henry R. 1945, "*ProcessEquipment Design*", D.Van Nostrand Company, Inc. New Jersey
14. Smith, J. M, H.C. Vanness and M.M Abboth. 1996, "*Introduction to Chemical Engineering Termodinamics*", 5th edition, Mc. Graw Hill, New York
15. Timmerhaus, Peters M.S. 2003, "*Plant Design & Economics For Chemical Engineering*", Mc. Graw Hill, Singapore
16. Ulrich, G.D, 1984. "*A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*", John Willey and Sons Ind, New York