

PRA RENCANA PABRIK

**SODIUM TRIPOLYPHOSPHATE DARI ASAM FOSFAT DAN
NATRIUM KARBONAT DENGAN
CLASSICAL SPRAY DRYING PROCESS
KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR**

SKRIPSI

Disusun Oleh :

EVITA WULANDARI 0914020



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2013**

REKAM-REKAM

REKAM-REKAM KESEHATAN DAN KESELAMATAN
REKAM-REKAM KESEHATAN DAN KESELAMATAN
REKAM-REKAM KESEHATAN DAN KESELAMATAN
REKAM-REKAM KESEHATAN DAN KESELAMATAN

REKAM-REKAM KESEHATAN DAN KESELAMATAN
REKAM-REKAM KESEHATAN DAN KESELAMATAN

REKAM-REKAM

REKAM-REKAM

REKAM-REKAM

REKAM-REKAM

REKAM-REKAM KESEHATAN DAN KESELAMATAN
REKAM-REKAM KESEHATAN DAN KESELAMATAN
REKAM-REKAM KESEHATAN DAN KESELAMATAN
REKAM-REKAM KESEHATAN DAN KESELAMATAN

LEMBAR PERSETUJUAN

PRA RENCANA PABRIK

**SODIUM TRIPOLYPHOSPHAT DARI ASAM FOSFAT DAN
NATRIUM KARBONAT DENGAN
CLASSICAL SPRAY DRYING PROCESS
KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR
*DRYER-CALCINER***

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :

**BETARIA KUSUMA DEWI
EVITA WULANDARI**

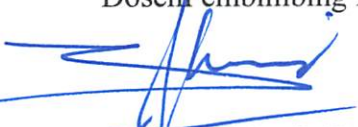
**0914012
0914020**

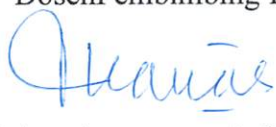
Malang, 21 Juli 2013

Menyetujui,

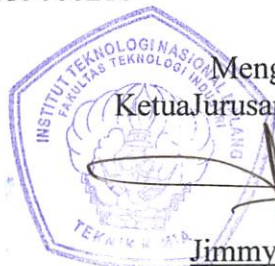
Dosen Pembimbing I


Dosen Pembimbing II


Ir. Bambang Susila Hadi
NIP. Y. 1039000210


Dwi Ana Anggorowati, ST, MT
NIP. 197009282005012001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia




Jimmy, ST, MT
NIP Y 1039900330

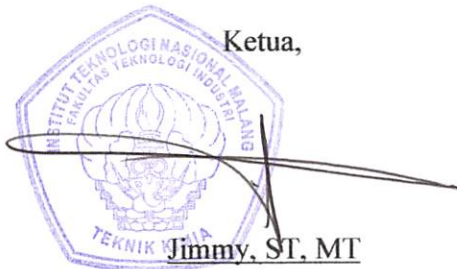
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : EVITA WULANDARI
NIM : 0914020
Jurusan/Program Studi : TEKNIK KIMIA
Judul Skripsi : PRA RENCANA PABRIK SODIUM
TRIPOLYPHOSPHATE DARI ASAM FOSFAT DAN
NATRIUM KARBONAT DENGAN *CLASSICAL SPRAY*
DRAYING PROCESS

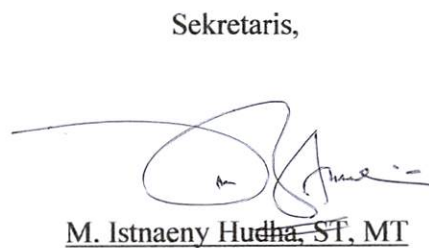
Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)

pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 23 Juli 2013
Nilai : B

Ketua,

Jimmy, ST, MT

NIP Y 1039900330

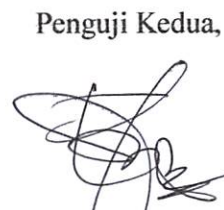
Sekretaris,

M. Istnaeny Hudha, ST, MT

NIP. Y. 1030400400

Anggota Penguji,

Penguji Pertama,


Ir. Harimbi Setyawati, MT
NIP. 196303071992032002

Penguji Kedua,


Elvianto Dwi Daryono, ST, MT
NIP P 1030000351

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Evita Wulandari
NIM : 0914020
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia (S-1)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul :

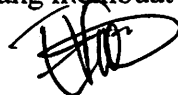
PRA RENCANA PABRIK

SODIUM TRIPOLYPHOSPHAT DARI ASAM FOSFAT DAN NATRIUM KARBONAT DENGAN *CLASSICAL SPRAY DRYING PROCESS* KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN PERANCANGAN ALAT UTAMA REAKTOR

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

Malang, Juli 2013

Yang membuat pernyataan,



Evita Wulandari

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “ *Pra Rencana Pabrik Sodium tripolyphosphate dari Asam Sulfat dan Natrium karbonat dengan Clasical Spray Drying Process*”

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

Dengan terselesainya Skripsi ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Soeparno Djiwo, MT., selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. Anang Subardi, MT., selaku Dekan FTI ITN Malang.
3. Bapak Jimmy, ST, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia ITN Malang.
4. Bapak Ir. Bambang Susila Hadi dan ibu Dwi Ana Anggorowati, ST, MT., selaku dosen pembimbing Skripsi.
5. Bapak ibu dosen yang telah memberikan masukan hingga terselesainya skripsi ini.
6. Kedua orang tua tercinta kami yang senantiasa mendukung dan mendoakan kami hingga terselesainya skripsi ini.
7. 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 demi melengkapi dan menyempurnakan skripsi ini dikemudian hari.

Dan akhirnya penyusun berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat dalam menambah informasi dan pengetahuan tentang proses dan alat proses industry kimia bbagi seluruh civitas akademika Jurusan Teknik Kimia ITN Malang pada khususnya dan bagi seluruh pembaca pada umumnya.

Malang, Juli 2013

Penyusun

INTISARI

Sodium tripolyphosphate ini memiliki kegunaan antara lain untuk meningkatkan produk akhir, memelihara warna dari produk yang digarami, meningkatkan flavor daging, menghambat oksidasi yang tidak diinginkan.

Dengan mengacu pada kebutuhan terhadap *Sodium tripolyphosphate* yang semakin meningkat tiap tahunnya di dunia secara umum dan di Indonesia khususnya, maka sangat mungkin untuk mendirikan pabrik ini di Indonesia.

Pemilihan proses berdasarkan konversi dari *Sodium tripolyphosphate* yang terjadi sebesar 95% serta kemurnian *Sodium tripolyphosphate* 84% sehingga proses yang dipilih dalam rencana pabrik *Sodium tripolyphosphate* adalah *Classical Spray Drying Process*. Alasan lain dipilihnya proses ini ditinjau dari segi ekonomi proses ini membutuhkan investasi yang tidak terlalu banyak dengan laju pengembalian modal yang cepat dan proses yang sederhana.

Rencana lokasi pabrik didirikan yaitu di daerah Sdayu, Gresik, Jawa Timur. Dasar pemilihan kawasan ini dikarenakan berada di daerah kawasan industri sehingga kebutuhan air, listrik dan transportasi terpenuhi serta dekat dengan bahan baku. Pabrik ini menggunakan bentuk organisasi perusahaan perseroan terbatas (PT).

Secara ekonomi pada Pra rencana Pabrik *Sodium tripolyphosphate*, mempunyai nilai ROI = 30,37 % ; BEP = 48,74 %; IRR = 32,89 %; POT = 3,78 tahun. Melihat secara aspek teknis, sosial, lokasi dan ekonomi, maka Pra Rencana Pabrik *Sodium tripolyphosphate* dengan kapasitas 20.000 ton/tahun layak didirikan.

INTISARI

Zhejiang Wapohpohpoh ini memiliki kegunaan antara lain untuk meningkatkan produk akhir, meningkatkan harga dari produk yang digunakan, meningkatkan faktor daya, meningkatkan oksidasi yang tidak diinginkan.

Desain mengenai pada kebutuhan terhadap Zhejiang Wapohpohpoh yang semakin meningkat tiap tahunnya di dunia secara umum dan di Indonesia khususnya, maka sangat penting untuk mendirikan pabrik ini di Indonesia.

Penelitian proses berdasarkan konversi dari Zhejiang Wapohpohpoh yang terjadi sebesar 97% serta konversi Zhejiang Wapohpohpoh 84% sehingga proses yang dipilih dalam rencana pabrik Zhejiang Wapohpohpoh adalah (kawat) yang (Kawat) Alasannya alasan lain dipilihnya proses ini ditinjau dari segi ekonomi proses ini membutuhkan investasi yang tidak terlalu banyak dengan jika pengembangan modal yang cepat dan proses yang sederhana.

Rencana lokasi pabrik didirikan yaitu di daerah Selayar, Gresik, Jawa Timur. Dasar pemilihan kawasan ini dikarenakan berada di daerah kawasan industri sehingga kebutuhan air listrik dan transportasi terpenuhi serta dekat dengan pabrik-pabrik lain menggunakan bentuk organisasi perusahaan perseorangan terbatas (PT).

Secara ekonomi pada Pabrik Zhejiang Wapohpohpoh, merupakan nilai $ROI = 30,37\%$; $BEP = 48,74\%$; $IRR = 32,89\%$; $POT = 3,78$ tahun. Melalui secara aspek teknis, sosial, lokasi dan ekonomi, maka Pabrik Zhejiang Wapohpohpoh dengan kapasitas 50.000 ton/tahun layak didirikan.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i	
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI	ii	
PERNYATAAN KEASLAN ISI SKRIPSI	iii	
KATA PENGANTAR	iv	
INTISARI	vi	
DAFTAR ISI	vii	
DAFTAR TABEL	ix	
DAFTAR GAMBAR	x	
BAB I PENDAHULUAN		
1.1. Latar Belakang.....	I-1	
1.2. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	I-2	
1.3. Analisa Pasar	I-3	
1.4. Pemilihan Lokasi	I-4	
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES		
2.1. Jenis Proses.....	II-1	
2.2. Seleksi Proses	II-3	
2.3. Uraian Proses	II-3	
BAB III NERACA MASSA		III-1
BAB IV NERACA PANAS		IV-1
BAB V SPESIFIKASI PERALATAN		V-1
BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA		VI-1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA		
7.1. Instrumentasi	VII-1	
7.2. Keselamatan Kerja.....	VII-4	
BAB VIII UTILITAS		
8.1. Unit Penyedia air	VIII-1	
8.2. Unit Pengolahan Steam	VIII-4	

8.3. Air Samitasi	V-III3
8.4. Unit Penyedia Listrik.....	VIII-10
8.5. Unit Penyedia Bahan Bakar.....	VIII-10
8.6. Unit Pengolahan Limbah	VIII-11
BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	
9.1. Penentuan Lokasi Pabrik	IX-1
9.2. Titik Letak Peralatan	IX-11
BAB X STRUKTUR ORGANISASI	
10.1. Daftar Perusahaan.....	X-1
10.2. Bentuk Perusahaan	X-1
10.3. Struktur Organisasi Perusahaan.....	X-1
10.4. Pembagian tugas danTanggung jawab	X-2
10.5. JadwalKerja	X-7
10.6. Status Karyawan	X-8
10.7. Penggolongandan Tingkat Pendidikan Karyawan.....	X-8
10.8. Jumlah Karyawan	X-10
10.9. Sistem Pengupahan Karyawan	X-11
10.10.Jaminan Sosial dan Kesejahteraan Karyawan	X-12
BAB XI ANALISA EKONOMI	
11.1. Faktor-faktor penentu	XI-1
11.2. Perhitungan Analisa Ekonomi	XI-4
BAB XII KESIMPULAN DAN SARAN	
12.1 Kesimpulan.....	XII-1
12.2 Saran	XII-2
DAFTAR PUSTAKA	
APPENDIK	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Tabel Data Import Natrium Tripolifosfat	I-2
Tabel 1.2.1. Tabel Spesifikasi Bahan Baku	I-2
Tabel 1.2.1. Tabel Spesifikasi Produk	I-2
Tabel 1.3.2. Tabel Kenaikan Import Natrium Tripolifosfat.....	I-3
Tabel 2.1. Seleksi proses pembuatan Natrium Tripolifosfat.....	III-3
Tabel 7.1. Instrumentasi Peralatan Pabrik	VII-4
Tabel 7.2. Alat-Alat Keselamatan Kerja.....	VII-7
Tabel 9.1. Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik Sodium Tripolyphosphate	IX-7
Tabel 9.2. Tingkat Pendidikan Karyawan.....	IX-8
Tabel 10.1. Jadwal Kerja Karyawan Pabrik.....	IX-7
Tabel 10.2. Tingkat Pendidikan Karyawan.....	X-8
Tabel 10.3. Jumlah Karyawan.....	X-10
Tabel 11.1. Cash Flow	XI-10
Tabel 11.2. Cash Flow Untuk IRR 10 Tahun	XI-10

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Blok Diagram Pembuatan STTP.....	II-1
Gambar 9.1. Peta Lokasi Pabrik	IX-6
Gambar 9.2. Tata Letak Pabrik Sodium Tripolyphosphate	IX-8
Gambar 9.3. Tata Letak Peralatan Pabrik	IX-10
Gambar 10.1. Struktur organisasi	X-13
Gambar 11.1. Grafik Indeks Kenaikan harga	XI-2

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Blok Diagram Pembuatan STP.....	II-1
Gambar 3.1. Peta Lokasi pabrik	IX-6
Gambar 3.2. Tata Letak Pabrik Soda Ash Triphosphate	IX-8
Gambar 3.3. Tata Letak Perawatan pabrik	IX-10
Gambar 10.1. Struktur organisasi	X-13
Gambar 11.1. Grafik Indeks Kenaikan harga	XI-2

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada masa pembangunan di Indonesia sekarang ini, dalam hal pengadaan bahan-bahan kimia untuk keperluan Industri baik sebagai bahan baku ataupun sebagai bahan pembantu dalam suatu industri masih menggantungkan kepada negara-negara lain. Salah satu bahan kimia itu adalah Natrium Tripolifosfat.

Natrium Tripolifosfat ini adalah hasil reaksi antara asam fosfat dan natrium karbonat. Dimana asam fosfat dan natrium karbonat direaksikan dengan kondisi operasi tertentu menjadi larutan orthophospat, selanjutnya larutan tersebut menjadi serbuk polyphospat yaitu natrium tripolifosfat. (Kick Othmer, 1988). Kebutuhan akan natrium karbonat masih didatangkan dari luar negeri karena kadar natrium karbonat yang ada pada pasar lokal kemurniannya tidak sesuai dengan yang dibutuhkan, sedangkan asam fosfat dapat dipenuhi oleh pasar dalam negeri. Asam fosfat dapat dengan mudah ditemukan karena sudah di produksi oleh banyak industri dalam negeri, dan ditunjang dengan harganya yang relatif murah. Pabrik di Indonesia masih belum ada yang menghasilkan Natrium tripolifosfat ini sehingga untuk memenuhi kebutuhan akan produk ini maka produk ini masih di datangkan dari luar negeri.

Natrium tripolifosfat ini memiliki kegunaan antara lain untuk meningkatkan produk akhir, memelihara warna dari produk yang digarami, meningkatkan flavor daging, menghambat oksidasi yang tidak diinginkan. (Sitindaon, J, 2007)

Perkembangan Industri natrium tripolifosfat setiap tahunnya akan mengalami peningkatan dilihat dari jumlah permintaan yang relatif stabil. Apabila bahan baku produk ini terpenuhi maka kebutuhan akan natrium tripolifosfat akan bisa dipenuhi oleh produk dalam negeri tanpa harus mengimpor lagi dari negara lain. Untuk itu akan dibangun pabrik Natrium Tripolifosfat di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Berikut ini disajikan data impor Natrium Tripolifosfat

Tabel 1.1. Data Import Natrium Tripolifosfat tahun 2007-2011

Tahun	Impor (ton)
2007	26.686,00
2008	41.721,70
2009	26.184,10
2010	21.325,00
2011	23.177,10

Sumber : Kemenperin

1.2. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

1.2.1. Bahan Baku

A. Asam Phospat (Supplier :Petrokimia)

Sifat-sifat Fisika	Sifat-sifat Kimia
Rumus Kimia : H_3PO_4	Specific Gravity : 1,834
BM : 98	Melting Point : 42,35 °C

B. Natrium Karbonat (Supplier :Henan Airich Chemical Co, Ltd)

Sifat-sifat Fisika	Sifat-sifat Kimia
Rumus Kimia : Na_2CO_3	Specific Gravity : maks 1,7%
BM : 106	Melting Point : 851 °C
Warna : Putih	Densitas : 2,532 gr/cm ³

1.2.2. Produk

Natrium Tripolifosfat (www.chemicaland21.com)

Sifat-sifat Fisika	Sifat-sifat Kimia
Bentuk : Bubuk putih	Specific Gravity : >1.5
Rumus Kimia : $Na_5P_3O_{10}$	pH : 9,7-9,8 (1% soln)
BM : 367,86	Kelarutan : 20 % (pada 25°C)
	Titik didih : 620 °C (Decomposes)

1.3. Analisis Pasar

1.3.1. Estimasi Kebutuhan Pasar

Kebutuhan Indonesia akan sodium tripolyphosphate tiap tahun memiliki nilai yang hampir stabil ini bisa dilihat dari angka permintaan akan produk ini tiap tahunnya. (Kemenperin)

1.3.2. Penentuan Kapasitas

Dalam mendirikan pabrik diperlukan kapasitas produksi yang bertujuan agar produk yang dihasilkan dapat memenuhi kebutuhan. Dalam produksi Sodium tripolyphosphate ini kapasitas ditentukan berdasarkan data impor yang ada sebelumnya.

Tabel 1.1. Data impor Sodium tripolyphosphate tahun 2007-2011

Tahun	Impor (ton)	Kenaikan(%)
2007	26.686,00	
2008	41.721,70	0,56343
2009	26.184,10	-0,37241
2010	21.325,00	-0,18557
2011	23.177,10	0,08685

Dari tabel 1.1. didapatkan persentase kenaikan impor Sodium tripolyphosphate sebesar 1,846 % untuk kapasitas pabrik yang akan didirikan pada tahun 2016 dapat ditentukan berdasarkan persamaan (1.1) :

$$I = I_0 (1 + i)^n \dots \dots \dots (1.1)$$

Dimana:

I = jumlah Impor tahun 2016

I₀ = jumlah Impor tahun 2011

i = kenaikan rata-rata = 1,846 % = 0,01846

n = rencana pendirian pabrik = 2016 – 2011 = 5

Sehingga perkiraan konsumsi pada tahun 2016 sebesar :

$$I = 23.177,10 (1 + 0,01846)^5$$

$$= 25.396,71 \text{ ton}$$

Perbandingan dengan kapasitas pabrik Lianyungang. Co, Ltd sebesar 12.000 ton/tahun maka ditetapkan kapasitas produksi pabrik baru sebesar 30.000 ton/thn.(file:///company/lianyungang_kede_chemical_industry_co_ltd-pz53957c5.html)

1.3.3. Daya Saing Produk di Pasar

Untuk mencukupi kebutuhan produk sodium tripolyphosphate ini Indonesia masih harus terus menerus mengimpor dari berbagai negara lain. Tingkat impor dalam negeri sangat tinggi, akibatnya pertumbuhan sector industri menjadi rendah dengan angka rata-rata dibawah 2 persen, sehingga apabila mendirikan pabrik natrium trifosfat di Indonesia sangat memungkinkan produk ini bisa laris dipasaran. (kemenperin)

1.4. Pemilihan Lokasi

Lokasi pabrik sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup suatu pabrik, maka dalam menentukan tempat berdirinya perlu didasarkan pada perhitungan yang matang sehingga menguntungkan perusahaan baik dari segi teknis maupun segi ekonominya.

Lokasi yang dipilih untuk berdirinya pabrik furfural adalah didaerah Gresik, Jawa Timur yang diharapkan dapat memberikan keuntungan yang sebesar-besarnya. Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam pendirian pabrik furfural antara lain :

1. Pengadaan bahan baku

Bahan baku utama yaitu asam fosfat dan natrium karbonat diperoleh didaerah sekitar Jawa Timur, dimana asam fosfat didapat dari PT. Petrokimia, Gresik dan natrium karbonat diperoleh dari PT. Henan Alrich Chemical Co, Ltd

2. Pemasaran

Dari kapasitas pabrik 30.000 ton, produk utama sebagian digunakan untuk mencukupi kebutuhan dalam negeri dan sisanya untuk di ekspor ke negara-negara pengguna produk terbesar.

3. Utilitas

Listrik disediakan oleh PLN daerah Jawa Timur, meskipun demikian tersedia generator cadangan apabila suplai dari PLN terhenti. Semua air untuk kebutuhan pabrik diambil dari sungai.

4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja di Indonesia cukup banyak sehingga penyediaan tenaga kerja tidak begitu diperoleh. Tenaga kerja yang berpendidikan menengah atau

kejuruan dapat diambil dari daerah sekitar pabrik. Sedangkan tenaga kerja ahli didatangkan dari kota lain.

5. Faktor geografis

Disekitar lokasi pabrik, struktur tanah baik dan tidak terjadi gempa atau tanah retak, faktor cuaca juga baik. Faktor-faktor gangguan seperti angin tofan, banjir yang berlebihan tidak terjadi.

6. Transportasi

Lokasi pabrik mudah dijangkau oleh transportasi angkutan yang beroperasi secara permanen pada daerah lokasi pabrik. (Hernaningsih, N. 2011)

...
 ...
 ...

...

...
 ...
 ...
 ...

...

...
 ...



BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

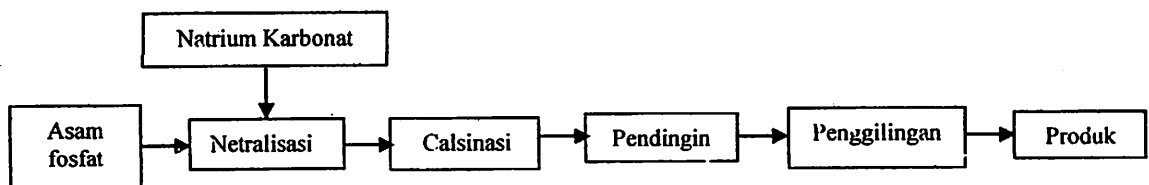
2.1. Jenis Proses

Pembuatan Natrium Tripolifosfat dapat dilakukan dengan 3 proses, yaitu :

2.1.1. Dry One-Step Method

Bahan baku berupa asam fosfat dan natrium karbonat direaksikan didalam netralizer pada suhu dan tekanan tertentu dengan tujuan untuk membentuk larutan ortofosfat, setelah di netralisasi larutan ortofosfat dimasukkan kedalam kalsiner yang berfungsi sebagai pengering dengan menggunakan udara panas sampai terbentuk natrium polifosfat kemudian didinginkan, digiling dan dikemas.

(Polish Journal of Chemical Technology, 22-25)

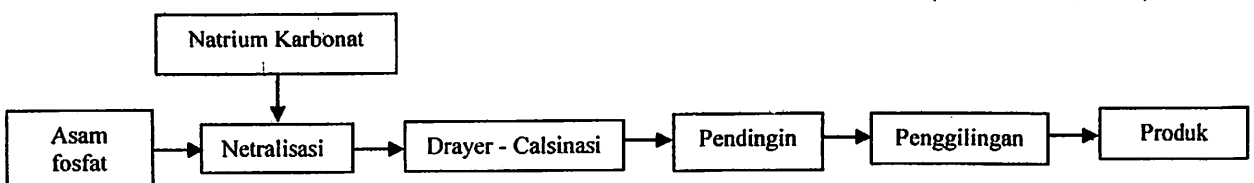


Gambar 2.1. Blok Diagram Dry One-Step Method

2.1.2. Classical Spray Drying Process

Bahan baku berupa asam fosfat dan natrium karbonat direaksikan didalam netralizer pada suhu dan tekanan tertentu dengan tujuan untuk membentuk larutan ortofosfat, setelah dinetralisasi larutan ortofosfat di alirkan ke drayer-calsiner yang berfungsi sebagai pengering dengan menggunakan udara panas sampai terbentuk natrium tri poly]ifosfat, kemudian didinginkan, digiling dan dikemas.

(Kirk Othmer, 1954)

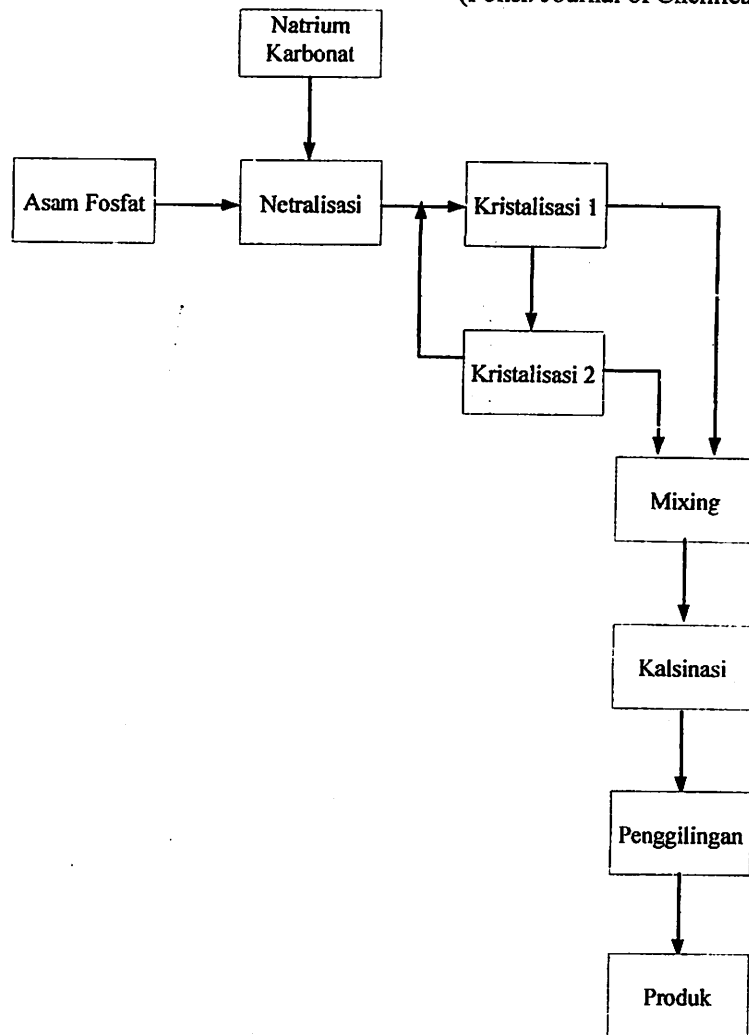


Gambar 2.2. Blok Diagram *Classical Spray Drying Process*

2.1.3. Wet Process

Bahan baku berupa asam fosfat dan natrium karbonat direaksikan didalam tangki netralizer pada suhu dan tekanan tertentu. Setelah dinetralisasi larutan di kristalisasi dalam kristalizer 1 dan 2 secara bertahap. Hasil dari kristalizer 1 dan 2 dicampur dalam tangki mixing, setelah homogen kemudian masuk ke tangki kalsinasi yang akan membentuk kristal sodium tripolifosfat, kemudian kristal tersebut didinginkan, digiling dan dikemas.

(Polish Journal of Chemical Technology, 22-25)



Gambar 2.2. Blok Diagram Wet Process

2.2. Seleksi Proses

Tabel 2.1. Seleksi proses pembuatan *Sodium Tripolyphosphate*

Parameter	Dry One-Step Method	Clasical Spray Drying Process	Wet Method
1. Proses			
• Bahan baku	Asam Fosfat & Natrium Karbonat	Asam Fosfat & Natrium Karbonat	Asam Fosfat & Natrium Karbonat
• Konversi	-	95%	-
• Kualitas Produk	-	98-99%	-
2. Operasi			
• Tekanan	-	1 atm	-
• Suhu	500°C	500°C	500°C
3. Analisa Ekonomi	murah	murah	mahal

Berdasarkan uraian di atas, maka proses yang dipilih untuk pembuatan *Sodium Tripolyphosphate* adalah proses *Clasical Spray Drying Process* karena prosesnya yang sederhana dan investasi alat yang murah.

2.3. Uraian Proses

Proses pembuatan *Sodium Tripolyphosphate* dapat dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut :

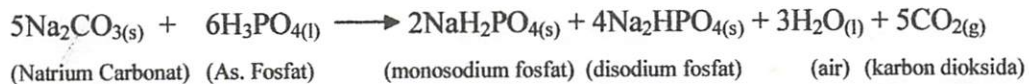
1) Tahap Persiapan Bahan Baku

Natrium karbonat dari storage (F-111) diumpankan ke tangki penampung (F-115) melalui bel tconveyor (J-113) kemudian di alirkan ke bucket elevator (J-114) untuk ditampung sebelum masuk kedalam reaktor (R-110), selanjutnya asam fosfat dari tangki (M-112) dipompa (L-116) ke tangki pengencer (M-117) yang dilengkapi dengan steam, kemudian dipompa (L-118) menuju reaktor (R-110).

2) Tahap Reaksi

Didalam reaktor (R-110) temperatur dijaga pada suhu 80°C dalam tekanan 1 atm. Reaksi berlangsung secara endotermis karena reaksi membutuhkan panas dan untuk menghasilkan larutan orthophosphate..

Reaksi yang terjadi adalah :

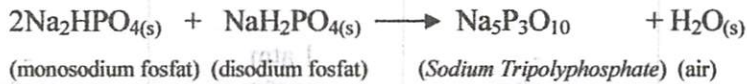


CO₂ yang menguap akan ditampung. Larutan yang terbentuk kemudian akan dipompa (L-119) menuju ke dryer-calciner (B-120) untuk proses pembentukan *Sodium Tripolyphosphate*, digunakan udara panas yang diperoleh dari filter udara



(H-132) dan fuel oil 33°API yang dipanaskan didalam burner untuk memperoleh suhu 550°C. yang digunakan dalam proses pembentukan produk, selanjutnya produk tersebut diturunkan suhunya dalam rotary cooler (B-130) dengan menggunakan udara dingin yang diperoleh dari filter udara (H-132) dengan suhu 30°C. Dalam calsiner berlangsung proses dehidrasi dari Na_2HPO_4 dan NaH_2PO_4 anhidrat menjadi $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$.

Reaksi yang terbentuk :



3) Tahap Penanganan Produk

Sodium Tripolyphosphate dari rotary cooler (B-130) selanjutnya dilewatkan pada belt conveyor (J-131) untuk dimasukkan kedalam Ball Mill (C-132). Didalam Ball Mill dilakukan penyeragaman ukuran menjadi ± 100 mesh. Selanjutnya dimasukkan screen (H-133) untuk mendapatkan produk dengan ukuran ± 100 mesh dan yang berukuran kurang dari itu dikembalikan lagi ke Ball Mill (C-132), produk yang berukuran ± 100 mesh melalui belt conveyor (J-134) dialirkan ke bucket elevator (J-135) dan ditampung dalam bin produk (F-139) kemudian dilakukan pengemasan sebelum dimasukkan ke gudang produk (F-140).



BAB III

NERACA MASSA

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Produksi} &= 30000 \text{ ton/ tahun} \\ &= \frac{30000 \text{ ton}}{1 \text{ th}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1 \text{ th}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hr}}{24 \text{ jam}} \end{aligned}$$

$$= 3906,25 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Waktu Operasi} = 330 \text{ hari/tahun}$$

$$= 24 \text{ jam/hari}$$

$$\text{Basis} = 8941,059091 \text{ kg/jam Asam Fosfat (H}_3\text{PO}_4\text{)}$$

$$\text{Satuan} = \text{kg/jam}$$

Komposisi Bahan Baku

1. Asam Fosfat (Petrokimiagresik)

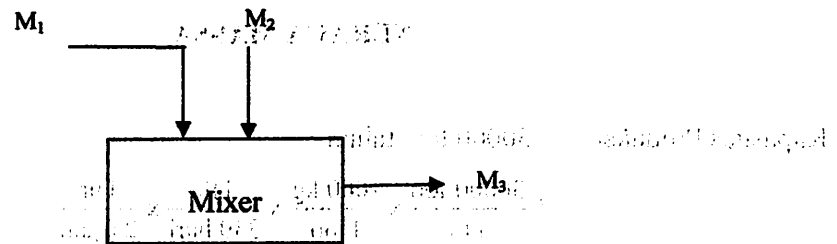
- H ₃ PO ₄	= 50,0 %
- SO ₃	= 4,00 %
- CaO	= 0,70 %
- MgO	= 1,70 %
- Fe ₂ O ₃	= 0,60 %
- Al ₂ O ₃	= 1,30 %
- Chlor	= 0,04 %
- H ₂ O	= 41,66%
TOTAL	= 100 %

2. Natrium Karbonat (Henan Alrich Chemical Co, Ltd.)

- Na ₂ CO ₃	= 99,2 %
- NaCl	= 0,05 %
- Na ₂ SO ₄	= 0,15 %
- H ₂ O	= 0,6 %
TOTAL	= 100 %

III-2

1. Tangki Pengenceran H_3PO_4 (M-117)



Fungsi : Untuk mengencerkan asam fosfat dari konsentrasi 50 % menjadi 40 %

Dimana :

M_1 = Massa Asam Fosfat

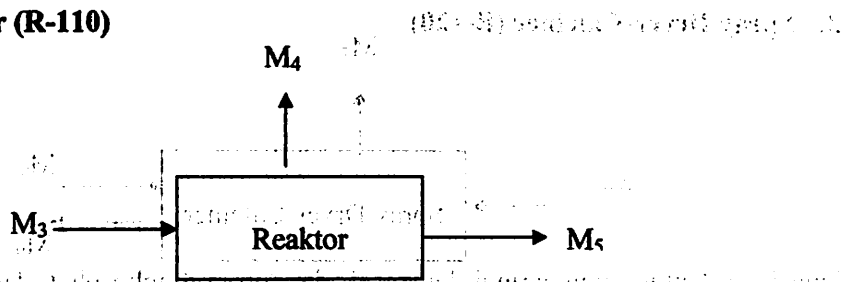
M_2 = Air pengenceran

M_3 = Massa menuju reaktor

Neraca Massa Tangki Pengenceran H_3PO_4

Massa masuk		Massa keluar	
Komponen	Kg/jam	Komponen	Kg/jam
-Dari tangki pengenceran		-Menuju reaktor	
H_3PO_4	4470,5295	H_3PO_4	4470,5295
H_2O	3724,8452	Air	6705,7943
Impuritis			
SO_3	357,642		
CaO	62,5874		
MgO	151,998		
Fe_2O_3	53,6463		
Al_2O_3	116,2337		
Chlor	3,5764		
Total Impuritis	745,6843		
Air Pengenceran	2235,2648		
TOTAL	11176,3239	TOTAL	11176,3239

2. Reaktor (R-110)



Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi kimia antara asam fosfat dan natrium karbonat

Dimana :

M₃ = Massa dari tangki pengenceran

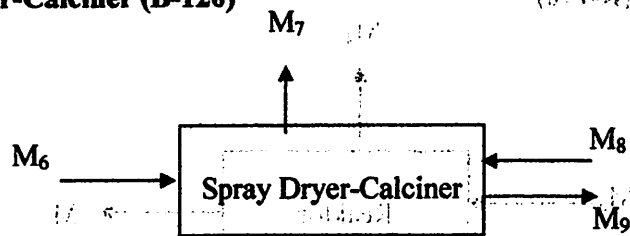
M₄ = Massa yang menguap

M₅ = Massa keluar menuju spray dryer

Neraca Massa Reaktor

Massa masuk		Massa keluar	
Komponen	Kg/jam	Komponen	Kg/jam
- Dari tangki pengenceran		- Menuju spray dryer	
H ₃ PO ₄	4470,5295	H ₃ PO ₄	223,5265
Air	6705,7943	Na ₂ CO ₃	201,4779
		NaH ₂ PO ₄	1733,4706
		Na ₂ HPO ₄	4102,5472
		Air	3562,1664
- Dari storage		- Ke Udara	
Na ₂ CO ₃	4029,5589	CO ₂	1589,0148
Air	32,4964	Uap air	1841,1710
Impuritis			
NaCl	4,4705		
Na ₂ SO ₄	13,4116		
Total Impuritis	17,8821		
TOTAL	13253,3745	TOTAL	13253,3745

3. Spray Dryer-Calciner (B-120)



Fungsi : Untuk mengurangi kadar air larutan orthophosphat dan sebagai tempat berlangsung reaksi pembentukan polyphosphat

Dimana :

M₆ = Massa dari reaktor

M₇ = Massa yang menguap

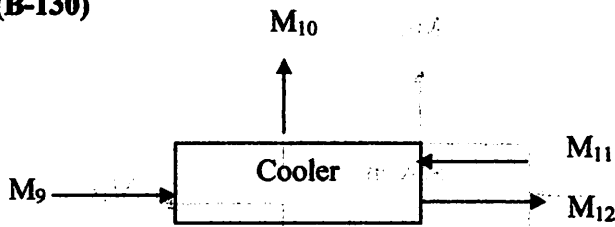
M₈ = Massa udara kering yang masuk

M₉ = Massa keluar menuju rotary cooler

Neraca Massa Spray Dryer-Calciner

Massa Masuk		Massa Keluar	
Komposisi	Kg/jam	Komposisi	Kg/jam
-Dari reaktor		-Menuju cooler	
NaH ₂ PO ₄	1733,4706	Na ₅ P ₃ O ₁₀ , 6 H ₂ O	4778,4873
Na ₂ HPO ₄	4102,5472	Na ₂ H ₂ P ₂ O ₇	208,7705
H ₂ O	3562,1664	Na ₄ P ₂ O ₇	250,1485
H ₃ PO ₄	223,52647	H ₃ PO ₄	207,8796
Na ₂ CO ₃	201,4779	Na ₂ CO ₃	187,3745
Jumlah	9823,1887	Jumlah	5632,6604
Udara kering	24205,900	-Bahan yang menguap	
		Na ₅ P ₃ O ₁₀ , 6 H ₂ O	359,6711
		Na ₂ H ₂ P ₂ O ₇	15,7139
		Na ₄ P ₂ O ₇	18,8284
		H ₃ PO ₄	15,6469
		Na ₂ CO ₃	14,1035
		Uap air	3646,0884
		Jumlah	4070,0520
		Udara kering	24205,900
TOTAL	34029,0887	TOTAL	34029,0887

4. Cooler (B-130)



Fungsi : Mengurangi kadar air produk Sodium Tripolyphosphate (STTP)

Dimana :

M_9 = Massa dari dryer calciner

M_{10} = Massa yang menguap

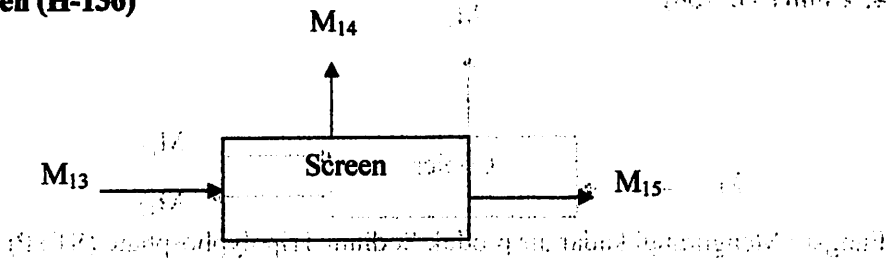
M_{11} = Massa udara kering yang masuk

M_{12} = Massa bahan yang keluar

Neraca Massa Cooler

Massa Masuk		Massa Keluar	
Komposisi	Kg/jam	Komposisi	Kg/jam
- Dari calciner		- Menuju screen	
Na ₅ P ₃ O ₁₀	4778,4873	Na ₅ P ₃ O ₁₀	3488,2957
Na ₂ H ₂ P ₂ O ₇	208,7705	Na ₂ H ₂ P ₂ O ₇	152,4025
Na ₄ P ₂ O ₇	250,1485	Na ₄ P ₂ O ₇	182,6084
H ₃ PO ₄	207,8796	H ₃ PO ₄	151,7521
Na ₂ CO ₃	187,3745	Na ₂ CO ₃	136,7834
Jumlah	5632,6604	Jumlah	4111,8421
Udara Kering	9107,268	- Bahan ikut pendingin	1290,1916
		Na ₅ P ₃ O ₁₀	56,3680
		Na ₂ H ₂ P ₂ O ₇	67,5401
		Na ₄ P ₂ O ₇	56,1275
		H ₃ PO ₄	50,5911
		Na ₂ CO	1520,8183
		Jumlah	9107,268
		Udara Kering	
TOTAL	14739,9284	TOTAL	14739,9284

5. Screen (H-136)



Fungsi : Untuk menyeragamkan ukuran produk Sodium Tripolyphosphate (STTP)

Dimana :

M₁₃ = Massa dari dryer calciner

M₁₄ = Massa yang menguap

M₁₅ = Massa udara kering yang masuk

Neraca Massa Screen

Massa Masuk		Massa Keluar	
Komposisi	Kg/jam	Komposisi	Kg/jam
-Dari Cooler		-Menuju Bin	
Na ₅ P ₃ O ₁₀ , 6 H ₂ O	1290,1916	Na ₅ P ₃ O ₁₀ ,	3313,8809
Na ₂ H ₂ P ₂ O ₇	56,3680	Na ₂ H ₂ P ₂ O ₇	144,7824
Na ₄ P ₂ O ₇	67,5401	Na ₄ P ₂ O ₇	173,4780
H ₃ PO ₄	56,1275	H ₃ PO ₄	144,1645
Na ₂ CO ₃	50,5911	Na ₂ CO ₃	129,9442
Jumlah	4111,8421	Jumlah	3906,2500
		- Oversize (Masuk Ball Mill)	174,4148
		Na ₅ P ₃ O ₁₀	7,6201
		Na ₂ H ₂ P ₂ O ₇	9,1304
		Na ₄ P ₂ O ₇	7,5876
		H ₃ PO ₄	6,8392
		Na ₂ CO ₃	205,5921
		Jumlah	
TOTAL	4111,8421	TOTAL	4111,8421

BAB IV

NERACA PANAS

Kapasitas Produksi = 30000 ton/ tahun

$$= \frac{30.000 \text{ ton}}{1 \text{ th}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1 \text{ th}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hr}}{24 \text{ jam}}$$

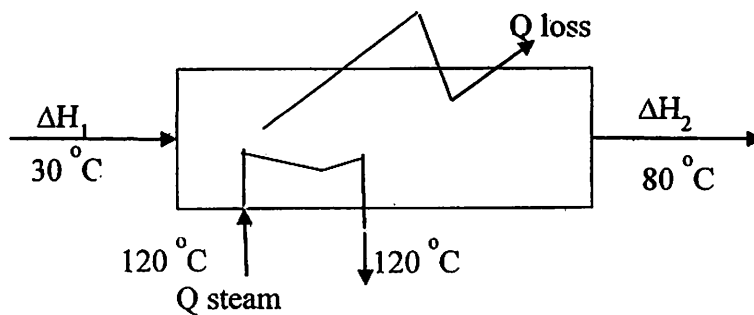
$$= 3906,25 \text{ kg/jam}$$

Waktu Operasi = 330 hari/tahun

$$= 24 \text{ jam/hari}$$

1. Tangki Pengencer (M-117)

Fungsi : Mengencerkan larutan H_3PO_4 50% menjadi larutan H_3PO_4 40%



Neraca panas total :

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

Dimana : ΔH_1 = Panas bahan masuk

ΔH_2 = Panas bahan keluar

ΔH_s = Panas pelarutan

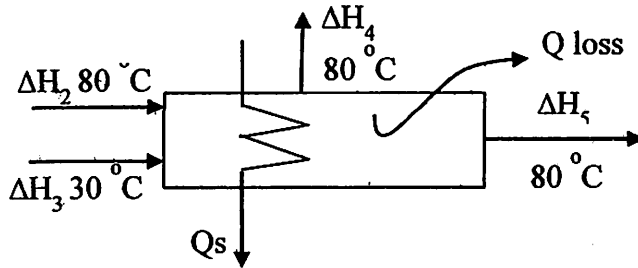
Q_s = Panas steam masuk

Q_{loss} = Panas yang hilang

Panas Masuk		Panas Keluar	
ΔH_1	37722,56	ΔH_2	415762,37
ΔH_s	145976,47	Q_{loss}	12275,75
Q_s	245515,10		
Total	428038,12	Total	428038,12

2. Reaktor (R-110)

Fungsi : Menetralisasi larutan H_3PO_4 40% dengan larutan Na_2CO_3



Persamaan Neraca Panas :

$$\Delta H_2 + \Delta H_3 + Q_s = \Delta H_4 + \Delta H_5 + Q \text{ loss} + \Delta H_R$$

Diketahui :

ΔH_2 = panas bahan masuk dari heater

ΔH_3 = panas bahan keluar dari storage Na_2CO_3

ΔH_4 = panas bahan keluar Tangki Netralisasi (gas)

ΔH_5 = panas bahan keluar Tangki Netralisasi (liquid)

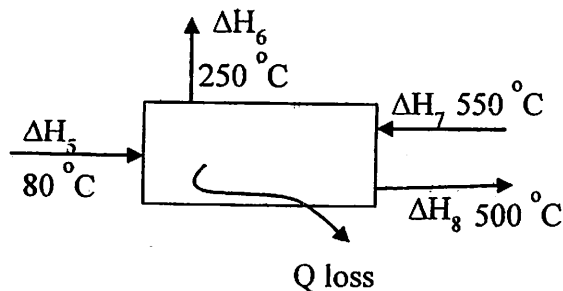
ΔH_R = panas reaksi

$Q \text{ loss}$ = panas yang hilang

Q_s = panas yang dibutuhkan

Panas masuk		Panas keluar	
ΔH_2	415762,37	ΔH_4	2957459,09
ΔH_3	5656,09	ΔH_5	327038,48
Q_s	6311569,84	$Q \text{ loss}$	336649,41
		ΔH_R	3111841,30
Total	6732988,30	Total	6732988,30

3. Dryer-Calsiner (B-120)



Persamaan neraca panas :

$$\Delta H_5 + \Delta H_7 = \Delta H_6 + \Delta H_8 + Q \text{ loss}$$

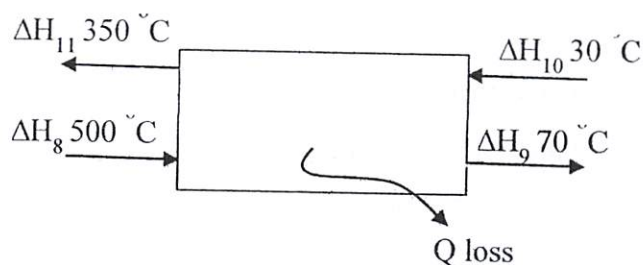
Diketahui :

- ΔH_5 = panas bahan masuk dari reaktor
- ΔH_6 = panas bahan keluar dari reaktor
- ΔH_7 = panas bahan masuk dari furnace
- ΔH_8 = panas bahan keluar dari reaktor menuju cooler
- $Q \text{ loss}$ = panas yang hilang

Panas Masuk		Panas Keluar	
ΔH_5	327.038,48	ΔH_6	33.415.662,92
ΔH_7	45.053.594,67	ΔH_8	1.109.569,01
		ΔH_R	114.368,12
		$Q \text{ loss}$	10741033,10
Total	45.380.633,1	Total	45.380.633,1

4. Rotary Cooler (B-130)

Fungsi : Menurunkan suhu natrium tripolifosfat



Persamaan Neraca Panas :

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

Diketahui :

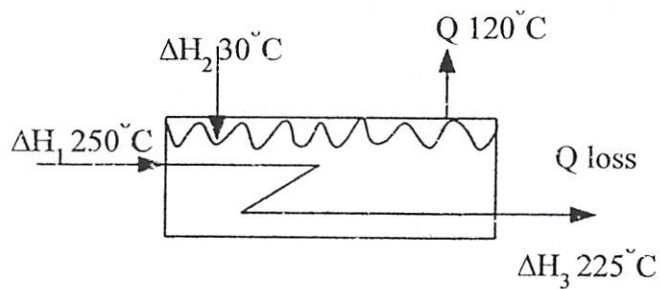
- ΔH_8 = Panas bahan masuk
- ΔH_9 = Panas bahan keluar
- ΔH_{10} = Panas udara masuk
- ΔH_{11} = Panas udara keluar
- $Q \text{ loss}$ = panas yang hilang



Panas masuk		Panas Keluar	
ΔH_8	1.109.569,01	ΔH_9	105.117,06
ΔH_{10}	11.338,55	ΔH_{11}	959.745,12
		Q loss	56.045,38
Total	1.120.907,56	Total	1.120.907,56

5. Waste Heat Boiler (E-121)

Fungsi : Memproduksi steam



Persamaan Neraca Panas :

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

Diketahui :

ΔH_1 = Panas udara masuk

ΔH_2 = Panas air masuk

ΔH_3 = Panas udara keluar

Q = Panas yang diserap

Q loss = panas yang hilang

Panas Masuk		Panas Keluar	
ΔH_1	33.415.662,92	ΔH_3	322.351,24
ΔH_2	130566,106	Q	31546566,34
		Q loss	1677311,451
Total	33.546.229,02	Total	33.546.229,02



BAB V
SPEKIFIKASI PERALATAN

No	Nama	Kode	Type	Dimensi	Bahan	Jml
1	Storage Na ₂ CO ₃	F-111	Bangunan gedung	Panjang : 35 m Lebar : 17 m Tinggi : 6 m	Beton	2
2	Belt Conveyor	J-113	Troughed belt conveyor	Lebar: 14 in Panjang: 82,02ft Sudut : 20°	Reinforced rubber	1
3	Bucket Elevator	J-114	Centrifugal-Discharge Buckets	6 x 4 x 4.25 in	Reinforced rubber	1
4	Bin Penampung Na ₂ CO ₃	F-115	Tangki silinder dengan bagian bawah berbentuk conical 60°C	di : 47,6250 in thb : 3/16 in ts : 3/16 in h : 41,2481 in H : 106,2284 in	Carbon Steel SA-240 grade C type 316	1
5	Storage H ₃ PO ₄	F-112	Tangki berbentuk silinder tegak dengan tutup atas berbentuk conical dan tutup bawah plate datar.	di : 179.125 in = 4,5 m do= 80 in = 4,6 m ts = 7/16 in Ls = 233.0838 in = 5,7 m tha : 7/16 in ha) : 279.8475 in H = 9313 in = 12,6 m	High alloy steel SA-240 Grade B	5
6	Pompa Storage H ₃ PO ₄	L-116	Centrifugal pump	OD = 2.3750 in = 0.1979 ft ID = 2.0670 in = 0.1723 ft	Carbon steel SA 283 Grade C	1
7	Tangki Pengenceran H ₃ PO ₄	M-1117	Silinder tegak dengan tutup bawah dan tutup atas berbentuk standar dish yang dilengkapi pengaduk double welded	do= 72 in di 71,625in = 1,8 m ts = 3/16 in H= 131.6468 in = 3,3 m Di tangkipengaduk	Carbon steel SA-238 grade C	1

8	Pompa Tangki Pengencer	L-118	gal pump	OD = 2.3750 in = 0.1979 ft ID = 2.0670 in = 0.1723 ft	Carbon steel SA 283 Grade C	1
9	Pompa ke Dryer-Calciner	L-119	Centrifugal pump	OD = 2.157 in = 0.1798 ft ID = 2.375 in = 0.1979 ft	Comercial steel	1
10	Burner		Thermal Direct Fire Heater	XRB = 20 in, Xi = 5 in		1
11	WHB	E-121	DPHE	Dimensi anulus Di = 2,02 Do = 0,81 Dimensi pipa Di = 1,38 Di = 1,66	Carbon Steel SA 53 Grade B	1
12	Rotary Cooler	B-130	Rotary Cooler	Diameter : 5,5 ft = 1,7 m Panjang 33 ft = 10 m		1
13	Belt	J-134	Troughed belt conveyor	Lebar: 14 in Panjang: 82,02ft Sudut : 20°	Reinforced rubber	1
14.	Ball Mill	C-137	Silinder horizontal	Panjang : 4,4167 m Diameter mill: 1,4722 m	Carbon Steel	1
15	Screen	H-138	Vibrating screen	A = 72,2908 ft ² = 10409,88 in ² = 6,716 m	Stainless Steel	1
16	Belt	J-134	Troughed belt conveyor	Lebar: 14 in Panjang: 82,02ft Sudut : 20°	Reinforced rubber	1
17.	Screw Conveyor	J-135	Centrifugal-Discharge Buckets	6 x 4 x 4.25 in	Reinforced rubber	1
18	Bin Penampung Produk	F-139	linder dengan bagian bawah berbentuk	di : 155,625 in thb : 3/16 in ts : 3/16 in hb: 134,857 in H : 331,4567 in = 8,4 m	Carbon Steel SA-240 grade C type 316	1
19	Gudang penampung produk	F-140	Bangunan gedung	Panjang : 35 m Lebar : 17 m Tinggi : 6 m	Beton	2

BAB VI

PERANCANGAN ALAT UTAMA

- Nama alat** : **Reaktor Mixed Flow (R-110)**
- Fungsi** : Tempat berlangsungnya reaksi asam phosphate dan natrium carbonat
- Prinsip Kerja** : Bahan baku padat dan cair masuk melalui nozzel dan dicampur dengan pengaduk sampai bahan tersebut menjadi homogen, reaktor bersifat endotermis menggunakan coil pemanas dan supply panas berasal dari steam, dalam reaktor akan terjadi reaksi yang akan membentuk larutan orthophospat.
- Jumlah** : 1 buah
- Type** : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standar dishhead dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut 120°.
- Perlengkapan** : Pengaduk dan coil pemanas.
- Kondisi operasi** :
- Temperatur = 80 °C
 - Waktu operasi = 2,5 jam
 - Tekanan = 1 atm
 - Fase = Solid-liquid
 - Densitas campuran = 105,02 lb/ft³
- Direncanakan :**
- **Bahan konstruksi** : High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316.
f = 18750 (Brownell & Young, App. D-4 hal. 342)
 - **Jenis pengelasan** : Double welded butt joint.

$$E = 0,8 \text{ (Brownell \& Young, tabel 13.2 hal. 254)}$$

- Faktor korosi (C) : 1/16
- Bahan masuk : 13253.3745 kg/jam = 29218.3894 lb/jam

6.1. Rancangan dimensi reaktor

A. Menentukan volume reaktor

$$\text{Bahan masuk} : 13253,3745 \text{ kg/jam} = 29218,3894 \text{ lb/jam}$$

$$\rho \text{ campuran} : 105,02 \text{ /ft}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik} &= \frac{m_{\text{campuran}}}{\rho_{\text{campuran}}} \\ &= \frac{29218,3894 \text{ lb/jam}}{105,02 \text{ lb/ft}^3} \times 2,5 \text{ jam} \\ &= 695,5453 \text{ ft}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Diasumsikan volume ruang kosong = 20 % volume liquid serta volume coil dan pengaduk = 10 % volume liquid.

$$\begin{aligned} \text{Volume ruang kosong} &= 20\% \times 695,5453 \text{ ft}^3 \\ &= 139,1087 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume coil \& pengaduk} &= 10\% \times 695,5453 \text{ ft}^3 \\ &= 69,5543 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi volume total} &= V_{\text{liquid}} + V_{\text{ruang kosong}} + V_{\text{(coil \& pengaduk)}} \\ &= 695,5453 \text{ ft}^3 + 139,1087 \text{ ft}^3 + 69,5543 \text{ ft}^3 \\ &= 904,2065 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

B. Menentukan dimensi silinder

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

$$\text{Volume total} = \left(\frac{\pi \cdot di^3}{24 \cdot \text{tg } \frac{1}{2}\alpha} \right) + \left(\frac{\pi \cdot di^2 \cdot L_s}{4} \right) + (0,0847 \cdot di^3)$$

$$904,2065 \text{ ft}^3 = \left(\frac{\pi \cdot di^3}{24 \cdot \text{tg } \frac{1}{2}\alpha} \right) + \left(\frac{\pi \cdot di^2 \cdot 1,5 di}{4} \right) + (0,0847 \cdot di^3),$$

$$\text{dimana } L_s = 1,5 D_i$$

$$D_i^3 = 675,347 \text{ ft}^3$$

$$D_i = 8,7736 \text{ ft} = 105,2827 \text{ in}$$

Menentukan tekanan design (Pi) :

Volume bahan di shell = volume bahan – volume conis

$$= 695,5453 - \frac{\pi(8,7736)^2}{24 \cdot \text{tg } 30^\circ}$$

$$= 678,147 \text{ ft}^3$$

$$\text{Tinggi bahan di shell} = \frac{\text{Volume bahan dalam shell}}{1/4 \pi \cdot d^2}$$

$$= \frac{678,147}{1/4 \cdot \pi \cdot (3,8606)^2} = 11,2228 \text{ ft}$$

$$\text{Tekanan design (Pi)} = 14,7 \text{ psia}$$

Menentukan tinggi liquida (L_{is}) :

Volume liquid = V tutup bawah + V silinder

$$695,5453 \text{ ft}^3 = \frac{\pi \cdot D_i^3}{24 \cdot \text{tg } \frac{1}{2}\alpha} + \frac{\pi \cdot D_i^2}{4} \cdot L_{is}$$

$$695,5453 \text{ ft}^3 = \frac{\pi \cdot (8,7736)^3}{24 \cdot \text{tg } (60)} + \frac{\pi \cdot (8,7736)^2}{4} \cdot L_{is}$$

$$L_{is} = 10,656 \text{ ft}$$

Menentukan tebal silinder (t_s) :

$$t_s = \frac{P_i \cdot d_i}{2(f \cdot E - 0,6 \cdot P_i)} + C$$

$$t_s = \frac{(14,7) \cdot (105,2827)}{2[(18750) \cdot (0,8) - (0,6)(7,4556)]} + (1/16)$$

$$t_s = 0,1141 \text{ in} \approx 3/16 \text{ in}$$

Standarisasi D_o

$$D_o = D_i + 2 t_s$$

$$D_o = 105,2728 \text{ in} + (3/16) \text{ in}$$

$$D_o = 105,6577 \text{ in}$$

Standarisasi $D_o = 108 \text{ in}$ (Brownell & Young, tabel 5-7, hal. 91)

$$D_i = D_o - 2 t_s$$

$$D_i = 108 \text{ in} - 2(3/16) \text{ in}$$

$$D_i = 107,625 \text{ in} = 8,9688 \text{ ft}$$

Menentukan tinggi silinder (L_s)

$$\text{Volume total} = \frac{\pi \cdot d_i^3}{24 \cdot \text{tg } 1/2 \alpha} + \frac{\pi \cdot d_i^2}{4} \cdot L_s + 0,0847 d_i^3$$

$$904,2065 \text{ ft}^3 = \frac{\pi \cdot (8,9688)^3}{24 \cdot \text{tg}(60)} + \frac{\pi \cdot (8,9688)^2}{4} \cdot L_s + 0,0847 (8,9688)^3$$

$$L_s = 12,4894 \text{ ft} = 149,8728 \text{ in}$$

$$\frac{L_s}{d_i} = \frac{12,96875}{8,9688} = 1,3925 \text{ (memenuhi)}$$

Menentukan dimensi tutup atas

➤ Tutup atas berbentuk standard dishead

$$- r = 102 \text{ in (Brownell & Young tabel 5.7 hal. 90)}$$

$$- icr = 13/2 \text{ in (Brownell & Young tabel 5.6 hal. 88)}$$

$$- sf = 1,5 \text{ (Brownell & Young tabel 5.6 hal. 88)}$$

Tebal tutup atas (th_a) :

Dari Brownell & Young, persamaan 13.12 hal. 258 :

$$t_{ha} = \frac{0,885 \cdot P_i \cdot r}{(f \cdot E - 0,1 \cdot P_i)} + C$$

$$t_{ha} = \frac{0,885 \times (7,4556) \cdot (102)}{(18750) \cdot (0,8) - 0,1 \cdot (14,7)} + (1/16)$$

$$t_{ha} = 0,0629 \text{ in} \approx 3/16 \text{ in}$$

Tinggi tutup atas (h_a) :

$$a = D_i/2 = (107,625/2) \text{ in} = 53,8125 \text{ in}$$

$$AB = a - icr = (53,8125 - [13/2]) \text{ in} = 47,3125 \text{ in}$$

$$BC = r - icr = (102 - [13/2]) \text{ in} = 95,5 \text{ in}$$

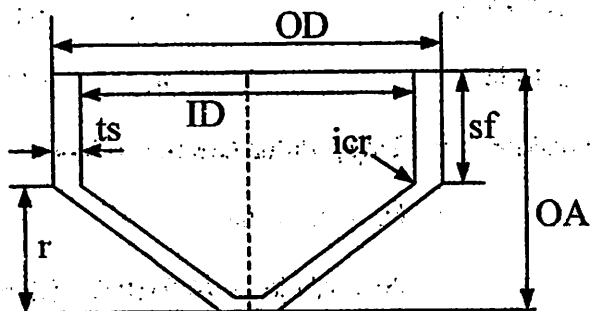
$$AC = \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} = \sqrt{(71,4375)^2 - (35,25)^2} = 82,9565 \text{ in}$$

$$b = r - AC = (102 - 82,9565) \text{ in} = 19,0435 \text{ in}$$

$$h_a = t_{ha} + b + sf = (3/16) \text{ in} + 19,0435 \text{ in} + 1,5 \text{ in}$$

$$h_a = 20,731 \text{ in}$$

Menentukan dimensi tutup bawah



Gambar 6.1 Dimensi Tutup Bawah

Tebal tutup bawah (t_{hb}) :

$$t_{hb} = \frac{P_i \cdot d_e}{2 \cdot (f \cdot E - 0,6 \cdot P_i) \cdot \cos \frac{1}{2} \alpha} + C, \text{ dimana } d_e = D_i$$

$$t_{hb} = \frac{(7,4556) \cdot (107,625)}{2 [(18750) \cdot (0,8) - (0,6)(7,4556)] \cos 60} + \left(\frac{1}{16}\right)$$

$$t_{hb} = 0,0625 \text{ in} \approx 3/16$$

Dari Brownell & Young, tabel 5.6 hal. 88, untuk $t_s = 3/16$ in, maka $sf = 1,5 - 2$, diambil harga $sf = 1,5$ in.

Tinggi tutup bawah (hb) :

$$r = \frac{\frac{1}{2} \cdot d_i}{\text{tg } \frac{1}{2}\alpha}$$

$$r = \frac{\frac{1}{2} \cdot (107,625)}{\text{tg } \frac{1}{2}(120)} = 31,0687 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} hb &= r + sf = 31,0687 \text{ in} + 1,5 \text{ in} \\ &= 32,5687 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, maka diperoleh dimensi reaktor sebagai berikut :

- $D_o = 108 \text{ in} = 2,7 \text{ m}$
 - $D_i = 107,625 \text{ in}$
 - $L_s = 149,8728 \text{ in}$
 - $t_s = 3/16 \text{ in}$
 - Tinggi reaktor = Tinggi (tutup bawah + silinder + tutup atas)
- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - $t_{ha} = 3/16 \text{ in}$ - $ha = 20,731 \text{ in}$ - $t_{hb} = 3/16 \text{ in}$ - $hb = 32,5687 \text{ in}$ | <ul style="list-style-type: none"> - $ha = 20,731 \text{ in}$ - $t_{hb} = 3/16 \text{ in}$ - $hb = 32,5687 \text{ in}$ |
|---|--|
- $$= hb + L_s + ha$$
- $$= 203,1724 \text{ in} = 16,9310 \text{ ft} = 5,2 \text{ m}$$

6.2. Perhitungan pengaduk

Perencanaan pengaduk :

- Jenis pengaduk : axial turbin 4 blades sudut 45° (G.G.Brown hal. 507).
- Bahan impeller : High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316.
- Bahan poros pengaduk : Hot Roller SAE 1020

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

$$Dt/Di = 3$$

$$Zi/Di = 0,75 - 1,3$$

$$Zl/Di = 2,7 - 3,9$$

$$W/Di = 0,1$$

Dimana :

Dt = Diameter dalam dari silinder = diameter tangki

Di = Diameter impeller

Zi = Tinggi impeller dari dasar tangki

Zl = Tinggi liquid dalam silinder

W = Lebar baffle (daun) impeller

a. Menentukan diameter impeller

$$Dt/Di = 3$$

$$Di = Dt/3$$

$$Di = (107,625 \text{ in})/3 = 35,875 \text{ in} = 2,9896 \text{ ft} = 0,9 \text{ m}$$

b. Menentukan tinggi impeller dari dasar tangki

$$Zi/Di = 0,9$$

$$Zi = 0,9 Di$$

$$Zi = 0,9 \times (35,875 \text{ in}) = 32,2875 \text{ in} = 2,6906 \text{ ft}$$

c. Menentukan panjang impeller

$$L/Di = 1/4$$

$$L = 1/4 \cdot Di$$

$$L = (0,25) \times (35,875 \text{ in}) = 8,9688 \text{ in} = 0,7474 \text{ ft}$$

d. Menentukan lebar impeller

$$W/Di = 0,1 \quad (\text{Mc. Cabe, hal. 253})$$

$$W = 0,1 \cdot Di$$

$$W = (0,1) \times (35,875 \text{ in}) = 3,5875 \text{ in} = 0,299 \text{ ft}$$

e. Menentukan tebal blades

$$J/Dt = 1/12 \quad (\text{Mc. Cabe, hal. 253})$$

$$J = Dt/12$$

$$J = (107,625 \text{ in})/12 = 8,9688 \text{ in} = 0,7474 \text{ ft}$$

• Perhitungan daya pengaduk

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

$$P = \frac{0,7 \times 105,02 \times 1,67^3 \times 2,9896}{32,2} = 4,5921 \text{ hp}$$

Dimana :

P = daya pengaduk

Φ = power number = 70 %

ρ = densitas bahan

Di = diameter impeller

gc = 32,2 lb.ft/dt².lbf (Brown hal 508)

n = putaran pengaduk, ditetapkan n = 100 rpm = 1,667 rps

Menghitung bilangan Reynold (N_{Re})

$$N_{Re} = \frac{n \times Di^2 \times \rho}{\mu} \quad (\text{Geankoplis, pers. 3.4-1 hal. 144})$$

dengan μ bahan = 0,00024 lb/ft.menit = 0,0144 lb/ft.detik

$$N_{Re} = \frac{(1,667 \text{ ft}) \times (2,9896)^2 \times (105,02 \text{ lb/ft}^3)}{0,0144 \text{ lb/ft} \cdot \text{s}}$$

• $N_{Re} = 108659,1865$ (dari buku "Turbulent Flow" hal. 100)

Dari Mc Cabe hal. 54, diketahui aliran liquid adalah turbulen ($N_{Re} > 2100$).

Dari G.G. Brown fig. 4.77 hal. 507, diperoleh $\Phi = 0,7$

Kehilangan-kehilangan daya :

- Gain Losses (kebocoran daya pada proses dan bearing) diperkirakan 10% dari daya masuk.

- Transmission System Losses (kebocoran belt atau gear) diperkirakan 15% dari daya masuk.

Sehingga daya yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned}
 P \text{ yang dibutuhkan} &= (0,1 + 0,15) P + P \\
 &= (0,25) (4,5921 \text{ Hp}) + 4,5921 \text{ Hp} \\
 &= 5,7401 \text{ Hp} \approx 6 \text{ Hp}
 \end{aligned}$$

Jadi digunakan pengaduk dengan daya = 6 Hp.

• **Perhitungan poros pengaduk**

1. Diameter poros

$$T = \frac{\pi \cdot S \cdot D^2}{16} \quad (\text{Hesse, pers. 16-1 hal. 465})$$

Dengan :

$$T = \text{momen puntir (lb.in)} = \frac{63025 \cdot H}{N} \quad (\text{Hesse, hal. 469})$$

$$H = \text{daya motor pada poros} = 2 \text{ Hp}$$

$$N = \text{putaran pengaduk} = 120 \text{ rpm}$$

Sehingga :

$$T = \frac{(63025) \cdot (2)}{120} = 1050,4167 \text{ lb.in}$$

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

S = maksimum design shering stress yang diijinkan

$$S = 20\% \times (36000) \text{ lb/in}^2$$

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

Maka didapatkan diameter poros pengaduk (D) :

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

$$D = \left(\frac{16 \times 1050,4167 \text{ lb.in}}{22/7 \times 7200 \text{ lb/in}^2} \right)^{1/3}$$

$$D = 0,9056 \text{ in} = 2 \text{ cm}$$

2. Panjang poros

Rumus :

$$L = h + i - Z_i$$

Dimana :

L = panjang poros (ft)

Z_i = jarak impeller dari dasar tangki = 32,2875 in = 2,6906 ft

i = panjang poros diatas bejana tangki = 8,9688 in = 0,7474 ft

h = tinggi silinder + tinggi tutup atas

$$= (149,8728 + 20,7310) \text{ in} = 170,6038 \text{ in} = 14,217 \text{ ft}$$

Jadi panjang poros pengaduk :

$$L = (170,6038 \text{ in} + 8,9688 \text{ in}) - 32,2875 \text{ in}$$

$$= 147,285 \text{ in} = 12,2738 \text{ ft}$$

6.3. Perhitungan Nozzle

Perencanaan :

- **Nozzle pada tutup atas standard dishead**
 - Nozzle untuk pemasukan larutan H_3PO_4
 - Nozzle untuk pemasukan Na_2CO_3
 - Nozzle untuk pengeluaran gas
- **Nozzle untuk silinder reaktor**
 - Nozzle untuk pemasukan koil
 - Nozzle untuk pengeluaran koil
- **Nozzle pada tutup bawah conical**
 - Nozzle untuk pengeluaran produk
- **Digunakan flange standard type Welding neck pada :**
 - Nozzle untuk pemasukan larutan H_3PO_4
 - Nozzle untuk pemasukan Na_2CO_3
 - Nozzle untuk pengeluaran gas
 - Nozzle untuk pemasukan koil
 - Nozzle untuk pengeluaran koil
 - Nozzle untuk pengeluaran produk
- **Bahan konstruksi untuk nozzle menggunakan High Alloy Steel.**

Dasar Perhitungan**a. Nozzle pemasukan larutan H₃PO₄**

- Rate H₃PO₄ masuk = 8941,0591 kg/jam = 19711,4589 lb/jam

- Densitas H₃PO₄ = 80,962 lb/ft³

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate HNO}_3 \text{ masuk}}{\rho \text{ HNO}_3} \\ &= \frac{19711,4589 \text{ lb/jam}}{80,962 \text{ lb/ft}^3} = 243,4656 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,0676 \text{ ft}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Dari Peter & Timmerhausse fig. 14.2 hal. 498, didapatkan Di optimum :

$$\begin{aligned} \text{Di opt} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} \\ &= 3,9 \cdot (0,0676)^{0,45} \cdot (105,02)^{0,13} \\ &= 2,0545 \text{ in} \\ &= 0,1712 \text{ ft} \end{aligned}$$

Dari Geankoplis, App. A.5 hal. 892, maka dipilih pipa 2 1/2 in IPS Sch. 40 dengan ukuran :

- ID = 2,875 in

- OD = 2,469 in

- A = 0,03322 ft²

b. Nozzle pemasukan Na₂CO₃

- Rate Na₂CO₃ masuk = 4062,3154 kg/jam = 8955,7805 lb/jam

- Densitas Na₂CO₃ = 158,07 lb/ft³

Perhitungan :

$$\text{Rate volumetrik (Q)} = \frac{\text{Rate V}_2\text{O}_5 \text{ masuk}}{\rho \text{ V}_2\text{O}_5}$$

$$= \frac{8955,7805 \text{ lb/jam}}{158,07 \text{ lb/ft}^3} = 56,6571 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,0157 \text{ ft}^3/\text{dt}$$

Dari Peter & Timmerhausse fig. 14.2.hal. 498; didapatkan Di optimum :

$$\begin{aligned} Di \text{ opt} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} \\ &= 3,9 \cdot (0,0157)^{0,45} \cdot (158,07)^{0,13} \\ &= 1,1629 \text{ in} \\ &= 0,0969 \text{ ft} \end{aligned}$$

Dari Geankoplis, App. A.5 hal. 892, maka dipilih pipa 1 1/4 in IPS.Sch. 40 dengan ukuran :

- ID = 1,38 in
- OD = 1,66 in
- A = 0,0104 ft²

c. Nozzle untuk pengeluaran gas

- Rate gas keluar = 3430,1858 kg/jam = 7562,1876 lb/jam
- Densitas gas keluar = 89,621 lb/ft³

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate gas keluar}}{\rho \text{ gas keluar}} \\ &= \frac{7562,1876 \text{ lb/jam}}{89,621 \text{ lb/ft}^3} = 84,3796 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 0,0234 \text{ ft}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Dari Peter & Timmerhausse fig. 14.2 hal. 498, didapatkan Di optimum :

$$\begin{aligned} Di \text{ opt} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} \\ &= 3,9 \cdot (0,0234)^{0,45} \cdot (89,621)^{0,13} \end{aligned}$$

$$= 1,2923 \text{ in}$$

$$= 0,1077 \text{ ft}$$

Dari Geankoplis, App. A.5 hal. 892, maka dipilih pipa 1 1/4 in IPS Sch. 40 dengan ukuran :

- ID = 1,38 in
- OD = 1,66 in
- A = 0,01040 ft²

d. Nozzle untuk Man Hole

o **Dimensi Man Hole**

Lubang manhole dibuat berdasarkan standart yang ada yaitu : 20 in (Brownell & Young fig.3.15 hal 51 dengan data item 3,4,5 hal 351)

Berdasarkan fig. 12.2 brownell & Young hal 221, didapatkan dimensi pipa :

Ukuran pipa nominal (NPS) : 20 in

Diameter luar pipa : 27 1/2 in

Ketebalan flange minimum (T) : 1 1/16 in

Diameter bagian lubang menonjol (R) : 23 in

Diameter hubungan pada titik pengelasan (K) : 20 in

Diameter hubungan pada alas (E) : 22 in

Panjang julukan (L) : 5 1/16 in

Diameter dalam flange (B) : 19,25 in

Jumlah lubang baut : 20 buah

Diameter baut : 1 1/8 in

e. Nozzle pemasukan dan pengeluaran coil pemanas

- Rate steam masuk = 466,46 kg/jam = 1028,3577 lb/jam

- Densitas steam = $0,38 \text{ lb/ft}^3$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate steam masuk}}{\rho \text{ steam}} \\ &= \frac{1028,3577 \text{ lb/jam}}{0,38 \text{ lb/ft}^3} = 2706,2045 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,7517 \text{ ft}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Dari Peter & Timmerhause fig. 14.2 hal. 498, didapatkan Di optimum :

$$\begin{aligned} \text{Di opt} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} \\ &= 3,9 \cdot (0,7517)^{0,45} \cdot (0,38)^{0,13} \\ &= 3,0246 \text{ in} \\ &= 0,252 \text{ ft} \end{aligned}$$

Dari Geankoplis, App. A.5 hal. 892, maka dipilih pipa 3 1/2 in IPS Sch. 40 dengan

ukuran :

- ID = 4 in
- OD = 3,548 in
- A = $0,0687 \text{ ft}^2$

f. Nozzle pengeluaran produk

- Rate produk keluar = $9823,1887 \text{ kg/jam} = 21656,2017 \text{ lb/jam}$
- Densitas produk = $48,464 \text{ lb/ft}^3$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate produk keluar}}{\rho \text{ produk}} \\ &= \frac{21656,2017 \text{ lb/jam}}{48,464 \text{ lb/ft}^3} = 602,888 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,1675 \text{ ft}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Dari Peter & Timmerhausse fig. 14.2 hal. 498, didapatkan Di optimum :

$$\begin{aligned}
 Di_{opt} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} \\
 &= 3,9 \cdot (0,1675)^{0,45} \cdot (48,464)^{0,13} \\
 &= 2,8903 \text{ in} \\
 &= 0,2409 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

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

- ID = 3,068 in
- OD = 3,5 in
- A = 0,05130 ft²

Dari Brownell & Young tabel 12.2 hal. 221 diperoleh dimensi flange untuk semua nozzle, dipilih flange standar type welding neck dengan dimensi nozzle sebagai berikut :

- Nozzle A = Nozzle untuk pemasukan larutan H₃PO₄
- Nozzle B = Nozzle untuk pemasukan Na₂CO₃
- Nozzle C = Nozzle untuk pengeluaran gas
- Nozzle D = Nozzle untuk Manhole
- Nozzle E = Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran coil pemanas
- Nozzle F = Nozzle untuk 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 hubungan atas, in
- K = Diameter hubungan pada titik pengelasan, in

- L = Panjang julakan, in
- B = Diameter dalam flangé, in

Nozzle	NPS	A	T	R	E	K	L	B
A	2 ½	7	7/8	33/8	147/16	2,88	11/4	2,47
B	1 ¼	37/8	5/8	5/2	37/16	1,66	9/4	1,38
C	1 ¼	37/8	5/8	5/2	37/16	1,66	9/4	1,38
D	20	27 ½	1 1/16	23	22	20	5 1/16	19,25
E	3 ½	17/2	15/16	11/2	77/16	4	45/16	3,55
F	3	15/2	15/16	5	17/4	3,5	11/4	3,07

6.4. Perhitungan Coil Pemanas

Dalam reaktor, reaksi terjadi adalah reaksi endotermis dan beroperasi pada suhu 80°C. Sehingga diperlukan coil pemanas dengan steam sebagai media pemanas untuk memberikan panas pada reaksi tersebut sehingga reaksi tetap pada suhu 80°C.

Dasar perencanaan :

- Kebutuhan steam dalam reaktor = 6311569,8400 kkal/kJ
= 1514776,7616 kkal/kg
- Steam masuk pada suhu 120°C
- Steam keluar pada suhu 120°C
- Panas laten steam pada suhu 120°C = 661,944 kkal/kg (Kern, tabel 7 hal. 816)
- Menggunakan coil pemanas dengan bentuk spiral
- Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
(Brownell & Young, tabel 13.1 hal. 251)
- Menentukan ΔT_{LMTD} :
 - t_1 = suhu bahan masuk = 38°C = 100,4 °F
 - t_2 = suhu bahan keluar = 80°C = 176 °F

$$- T_1 = \text{suhu steam masuk} = 120^\circ\text{C} = 248^\circ\text{F}$$

$$- T_2 = \text{suhu steam keluar} = 120^\circ\text{C} = 248^\circ\text{F}$$

$$- \Delta t_1 = (248 - 100,4)^\circ\text{F} = 147,6^\circ\text{F}$$

$$- \Delta t_2 = (248 - 176)^\circ\text{F} = 72^\circ\text{F}$$

$$- \Delta T_{\text{LMTD}} = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}} = \frac{(147,6 - 72)^\circ\text{F}}{\ln \frac{147,6^\circ\text{F}}{72^\circ\text{F}}}$$

$$= 105,316^\circ\text{F}$$

- Menentukan suhu kaloric :

$$- T_c = \frac{1}{2} (T_1 + T_2) = \frac{1}{2} (248 + 248)^\circ\text{F} = 248^\circ\text{F}$$

$$- t_c = \frac{1}{2} (t_1 + t_2) = \frac{1}{2} (100,4 + 176)^\circ\text{F} = 138,2^\circ\text{F}$$

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

$$- \text{ID} = 2,067 \text{ in} = 0,1723 \text{ ft}$$

$$- \text{OD} = 2,38 \text{ in} = 0,1983 \text{ ft}$$

$$- A = 0,622 \text{ ft}^2 \text{ (Kern, tabel 11 hal. 844)}$$

Dasar perhitungan

- *Koefisien perpindahan panas bagian dalam pipa coil pemanas*

Diketahui :

$$h_{io} \text{ steam} = 1500 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{ }^\circ\text{F}$$

(h_{io} = koefisien perpindahan panas dari pipa luar yang dikoreksi terhadap diameter pipa dalam, Btu/h.ft².°F)

- *Koefisien perpindahan panas bagian permukaan shell reaktor.*

$$G_p = \frac{\text{Massa steam}}{a_p} = \frac{2626,6707 \text{ lb/jam}}{0,023264 \text{ ft}^2}$$

$$= 112907,6348 \text{ lb/h.ft}^2$$

$$\circ N_{Re} = \frac{D_i \times G_p}{\mu \times 2,42}$$

$$= \frac{(0,173 \text{ ft}) \times (112907,6348 \text{ lb/h.ft}^2)}{(0,01440 \times 2,42) \text{ lb/h.ft}}$$

$$= 558090,5673 > 2100 \quad (\text{aliran turbulen})$$

Dari Mc Cabe II hal. 47, diketahui alirannya adalah turbulen ($N_{Re} > 2100$).

$$\circ J_H = 2000 \quad (\text{Kern, fig. 20.2 hal. 718})$$

$$\left(\frac{\mu}{\mu \cdot W} \right)^{0,14} = 1$$

$$\left(\frac{0,0144}{0,0144 \times W} \right)^{0,14} = 1$$

$$W = 1$$

Dimana :

- C_p = kapasitas panas campuran = 0,886 Btu/lb.°F
- μ = viskositas campuran
- k = konduktivitas thermal campuran = 49,0635 (Kern, tabel 5 hal. 801)
- D_i = 0,173 ft

$$\circ h_o = J_H \cdot \frac{k}{D_i} \cdot \left(\frac{C_p \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu \cdot W} \right)^{0,14}$$

Sehingga :

$$h_o = (2000) \times \left(\frac{49,0635}{0,173} \right) \times \left(\frac{0,886 \times 0,0144}{49,0635} \right)^{1/3} \times \left(\frac{0,0144}{0,0144 \times 1} \right)^{0,14}$$

$$= 36361,5053 \text{ Btu/h.ft}^2 \cdot \text{°F}$$

- *Tahanan panas pada pipa dalam keadaan bersih*

$$U_c = \frac{h_{i_o} \times h_o}{h_{i_o} + h_o}$$

$$U_c = \frac{(1500 \text{ Btu/h.ft}^2 \cdot \text{°F}) \times (36361,5053 \text{ Btu/h.ft}^2 \cdot \text{°F})}{(1500 \text{ Btu/h.ft}^2 \cdot \text{°F}) + (36361,5053 \text{ Btu/h.ft}^2 \cdot \text{°F})}$$

$$= 1440,5726 \text{ Btu/h.ft}^2 \cdot \text{°F}$$

- *Tahanan panas pada pipa dalam keadaan kotor*

$$R_d = \frac{U_c - U_d}{U_c \times U_d}$$

$$0,003 = \frac{1440,5726 - U_d}{1440,5726 \times U_d}$$

$$U_d = 433,6830 \text{ Btu/h.ft}^2 \cdot \text{°F}$$

- *Luas permukaan perpindahan panas*

$$A = \frac{Q}{U_d \times \Delta T_{LMTD}} \text{ ft}^2$$

$$= \frac{1514776,7616 \text{ Btu/h}}{(433,683 \text{ Btu/h.ft}^2 \cdot \text{°F}) \times (110,9873 \text{ °F})}$$

$$= 31,4715 \text{ ft}^2$$

- *Panjang coil pemanas*

$$L = A/a''$$

$$L = \frac{31,4715 \text{ ft}^2}{0,0233 \text{ ft}^2}$$

$$L = 50,5972 \text{ ft}$$

- *Jumlah lilitan coil pemanas*

$$n_c = \frac{L}{(\pi \times D_{\text{coil}})}$$

$$D_{\text{pengaduk}} < D_{\text{coil}} < D_{\text{bejana}} = 2,9896 \text{ ft} < D_{\text{coil}} < 8,9688 \text{ ft}$$

$$D_{\text{coil}} = 3,5 \text{ ft}$$

$$n_c = \frac{50,5972 \text{ ft}}{(\pi \times 3,5 \text{ ft})}$$

$$= 4,6039 \approx 5 \text{ lilitan}$$

- *Tinggi coil pemanas*

$$L_c = [(n_c - 1)(n_c + D_o) + D_o]$$

$$= [(3,5 - 1) \times (3,5 + 0,1983 \text{ ft})] + (0,1983 \text{ ft})$$

$$= 9,4442 \text{ ft} = 113,33 \text{ in} = 2,9 \text{ m}$$

Karena $L_c (= 9,4442 \text{ ft}) < L_{is} (= 10,656 \text{ ft})$, jadi perhitungan coil pemanas sudah memadai.

6.5. Sambungan Tutup (Head) dengan Dinding Reactor

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

1. Flange

Dari Brownell & Young, App. D-4 hal. 342, didapatkan :

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

Tensile strength minimum : 75000 psia

Allowable stress (f) : 18750

Type flange : Ring flange loose type

- *Jumlah lilitan coil pemanas*

$$n_c = \frac{L}{(\pi \times D_{coil})}$$

$$D_{pengaduk} < D_{coil} < D_{bejana} = 2,9896 \text{ ft} < D_{coil} < 8,9688 \text{ ft}$$

$$D_{coil} = 3,5 \text{ ft}$$

$$n_c = \frac{50,5972 \text{ ft}}{(\pi \times 3,5 \text{ ft})}$$

$$= 4,6039 \approx 5 \text{ lilitan}$$

- *Tinggi coil pemanas*

$$L_c = [(n_c - 1)(n_c + D_o) + D_o]$$

$$= [(3,5 - 1) \times (3,5 + 0,1983 \text{ ft})] + (0,1983 \text{ ft})$$

$$= 9,4442 \text{ ft} = 113,33 \text{ in} = 2,9 \text{ m}$$

Karena $L_c (= 9,4442 \text{ ft}) < L_s (= 10,656 \text{ ft})$, jadi perhitungan coil pemanas sudah memadai.

6.5. Sambungan Tutup (Head) dengan Dinding Reactor

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

1. Flange

Dari Brownell & Young, App. D-4 hal. 342, didapatkan:

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

Tensile strength minimum : 75000 psia

Allowable stress (f) : 18750

Type flange : Ring flange loose type

2. Bolting

Dari Brownell & Young, App. D-4 hal. 344, didapatkan :

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 193 Grade B8c type 347

Tensile strength minimum : 75000 psia

Allowable stress (f) : 15000

3. Gasket

Dari Brownell & Young, Fig. 12.11 hal. 228, didapatkan :

Bahan konstruksi : asbestos filled

Gasket factor (m) : 3,75

Min design seating stress (y) : 9000 psia

6.5.1. Perhitungan Tebal Gasket

Dari Brownell & Young, persamaan 12.2 hal. 226 :

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

Dimana :

- d_o = diameter luar gasket
- d_i = diameter dalam gasket
- y = yield stress (9000 psia)
- p = internal pressure
- m = gasket factor (3,75)

Diketahui d_i gasket = D_o shell = 108 in

Maka didapatkan :

$$\frac{d_o}{108} = \sqrt{\frac{9000 - (29,4 \times 3,75)}{9000 - 29,4(3,75 + 1)}}$$

$$\frac{d_o}{108} = 1,0004$$

$$d_o = 108,0449 \text{ in}$$

$$= 9,0037 \text{ ft}$$

$$\text{Lebar gasket minimum} = \frac{d_o - d_i}{2}$$

$$= \frac{(108,0449 - 108) \text{ in}}{2}$$

$$= 0,0225 \text{ in} \approx 3/16 \text{ in}$$

Diambil gasket (n) = 3/16 in = 0,1875 in

$$\text{Diameter rata-rata gasket (G)} = d_i + n$$

$$= 108 \text{ in} + 0,1875 \text{ in}$$

$$= 108,1875 \text{ in}$$

$$= 9,0156 \text{ ft}$$

6.5.2. Perhitungan Tebal Flange

Dari Brownell & Young, persamaan 12.85 hal. 239 :

$$f_T = \frac{Y \cdot M_0}{t^2 \cdot B}$$

Sehingga didapatkan rumus :

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

$$k = A/B$$

Dimana :

- A = diameter luar flange
- B = diameter dalam flange
- f = stress yang diijinkan untuk bahan flange (18750 psia)

Maka :

$$k = A/B = (9,0156 \text{ ft}) : (9 \text{ ft})$$

$$k = 1,0017$$

Dari Brownell & Young, fig. 12.22 hal 238, didapatkan :

$$- Y = 100$$

$$- M = 3179225,913 \text{ lb.in}$$

Sehingga tebal flange :

$$t = \sqrt{\frac{(100) \times (3179225,913 \text{ lb.in})}{(18750 \text{ psia}) \times (108 \text{ in})}}$$

$$t = 12,5299 \text{ in}$$

$$= 1,0442 \text{ ft}$$

6.5.3. Perhitungan Jumlah dan Ukuran Baut (Bolting)

➤ Perhitungan beban baut

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.88 hal. 240 :

Beban gasket supaya tidak bocor (H_y)

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

- Dari Brownell & Young, fig. 12.12 hal. 229 :

Lebar setting gasket bawah = $b_o = n/2$

$$= (0,375/2) = 0,1875$$

- Sehingga didapatkan H_y :

$$H_y = W_{m2} = (\pi) \times (0,1875) \times (108,1875) \times (9000)$$

$$H_y = 573780,1339 \text{ lb}$$

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.90 hal. 240 :

Beban baut agar tidak bocor (H_p)

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

$$H_p = 2 \times (\pi) \times (0,1875) \times (108,1875) \times (3,75) \times (7,4556)$$

$$H_p = 3564,8845 \text{ lb}$$

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.89 hal, 240 :

Beban karena tekanan dalam (H)

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

$$H = (\pi/4) \times (108,1875)^2 \times (7,4556)$$

$$H = 68564,6126 \text{ lb}$$

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.91 hal. 240 :

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

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

$$= 68564,6126 \text{ lb} + 3564,8845 \text{ lb}$$

$$= 72129,4971 \text{ lb}$$

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

➤ *Perhitungan luas minimum bolting area*

Dari Brownell & Young, persamaan 12.93 hal.240

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

$$A_{m1} = \frac{72129,4971 \text{ lb}}{15000 \text{ lb/in}^2}$$

$$= 4,8086 \text{ in}^2$$

$$= 0,0334 \text{ ft}^2$$

➤ *Perhitungan Bolting Optimum.*

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal. 188:

- Ukuran baut = 2 in

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

$$\begin{aligned} \text{Jumlah bolting optimum} &= \frac{A_{ml}}{\text{root area}} = \frac{72129,4971 \text{ in}^2}{2,3 \text{ in}^2} \\ &= 4,8086 \approx 5 \text{ buah} \end{aligned}$$

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal. 188 :

- Bolt spacing distance preference (B_s) = 3 in
- Minimum radial distance (R) = 2 ½ in
- Edge distance (E) = 2 in
- Bolting circle diameter (C) :

$$C = D_i \text{ shell} + 2 (14,5 \cdot g_o + R)$$

Dimana :

- $D_i \text{ shell} = 107,625 \text{ in}$
- $g_o = \text{tebal shell } (t_s) = 3/16 \text{ in}$

Maka bolting circle diameter (C) :

$$\begin{aligned} C &= (107,625 \text{ in}) + 2 [(14,5) \cdot (3/16 \text{ in}) + (2 \frac{1}{2} \text{ in})] \\ &= 115,5625 \text{ in} \end{aligned}$$

- Diameter luar flange :

$$\begin{aligned} \text{OD} &= C + 2 E \\ &= (115,5625 \text{ in}) + (2 \times 2 \text{ in}) \\ &= 119,5625 \text{ in} \end{aligned}$$

- Check lebar gasket :

$$A_b \text{ actual} = \text{jumlah bolt} \times \text{root area}$$

$$A_b \text{ actual} = 3 \times 2,3 \text{ in}^2$$

$$A_b \text{ actual} = 6,9 \text{ in}^2$$

◦ Lebar gasket minimum

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

$$= 6,9 \times \frac{15000}{2 \times \pi \times 9000 \times 108,1875}$$

$$= 0,0169 \text{ in} < 2 \text{ in (Memenuhi)}$$

Karena $L < 2 \text{ in}$, jadi perhitungan bolting optimum memenuhi.

➤ *Perhitungan Moment*

➤ Dari Brownell & Young, persamaan 12.94 hal. 242, untuk keadaan bolting up

(tanpa tekanan uap dalam) :

$$W = \left(\frac{A_m + A_b}{2} \right) f_a$$

$$W = \left(\frac{4,8086 + 16,1}{2} \right) \times 15000$$

$$= 87814,7485 \text{ lb}$$

➤ Dari Brownell & Young, persamaan 12.101 hal. 242

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

$$h_G = \frac{115,5625 \text{ in} - 108,1875 \text{ in}}{2} = 3,6875 \text{ in}$$

Moment flange (M_a) :

Dari Brownell & Young, halaman 243 :

$$M_a = W \cdot h_G$$

$$M_a = (87814,7485 \text{ lb}) \times (3,6875 \text{ in})$$

$$M_a = 323816,8853 \text{ lb.in}$$

Dari Brownell & Young, persamaan 12.95 hal. 242 :

Dalam kondisi operasi :

$$W = W_{ml} = 72129,4971 \text{ lb}$$

➤ Hidrastic and force pada daerah dalam flange (H_D)

Dari Brownell & Young, persamaan 12.96 hal. 243 :

$$H_D = 0,785 \cdot B^2 \cdot p$$

Dimana :

- B = D_o shell reactor

- p = tekanan operasi

Maka :

$$H_D = 0,785 \times 108 \times 7,4556 = 68265,0439 \text{ lb}$$

➤ Jarak radial bolt circle pada aksi (h_D)

Dari Brownell & Young, persamaan 12.100 hal. 243 :

$$\begin{aligned} h_D &= \frac{C - B}{2} \\ &= \frac{1}{2} (115,5625 \text{ in} - 108 \text{ in}) \\ &= 3,7813 \text{ in} \end{aligned}$$

➤ Moment M_D

Dari Brownell & Young, persamaan 12.96 hal. 242 :

$$\begin{aligned} M_D &= H_D \times h_D \\ &= (68265,0439 \text{ lb}) \times (3,7813 \text{ in}) \end{aligned}$$

$$M_D = 258127,1974 \text{ lb.in}$$

Dari Brownell & Young, persamaan 12.98 hal. 242 :

$$\begin{aligned} H_G &= W - H = W_{ml} - H \\ &= (72129,4971 \text{ lb}) - (68564,6126 \text{ lb}) = 3564,8845 \text{ lb} \end{aligned}$$

➤ **Moment M_G**

Dari Brownell & Young, persamaan 12.98 hal. 242 :

$$\begin{aligned} M_G &= H_G \times h_G \\ &= (3564,8845 \text{ lb}) \times (3,6875 \text{ in}) \\ &= 13145,5117 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

➤ Dari Brownell & Young, persamaan 12.97 hal. 242 :

$$\begin{aligned} H_T &= H - H_D \\ &= (68564,6126 \text{ lb}) - (68256,0439 \text{ lb}) \\ &= 299,5686 \text{ lb} \end{aligned}$$

➤ Dari Brownell & Young, persamaan 12.102 hal. 244 :

$$\begin{aligned} h_T &= \frac{h_D + h_G}{2} \\ &= \frac{1}{2} (3,7813 \text{ in} + 3,6875 \text{ in}) \\ &= 3,7344 \text{ in} \end{aligned}$$

➤ **Moment M_T**

Dari Brownell & Young, persamaan 12.97 hal. 242 :

$$\begin{aligned} M_T &= H_T \times h_T \\ &= (299,5686 \text{ lb}) \times (3,7344 \text{ in}) \end{aligned}$$

$M_T = 1118,7016 \text{ lb.in}$ **Moment total pada keadaan operasi (M_o) :**

$$\begin{aligned} M_o &= M_D + M_G + M_T \\ &= (258127,1974 + 13145,5117 + 1118,7016) \text{ lb.in} \\ &= 272391,4107 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Karena $M_a > M_o$, maka $m_{\max} = M_a = 323816,8853 \text{ lb.in}$

Kesimpulan Perancangan :**1. Flange**

Bahan konstruksi	: High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
Allowable stress (f)	: 18750
Tebal flange	: 12,5299 in in
Diameter dalam (D _i) flange	: 108 in
Diameter luar (D _o) flange	: 108,1875 in
Type flange	: Ring flange loose type

2. Bolting

Bahan konstruksi	: High Alloy Steel SA 193 Grade B8c type 347
Tensile strength minimum	: 75000 psia
Ukuran baut	: 2 in
Jumlah baut	: 5 buah
Allowable stress (f)	: 15000

3. Gasket

Bahan konstruksi	: asbestos filled
Gasket factor (m)	: 3,75
Min design seating stress (y)	: 9000 psia
Tebal gasket	: $3/16 \text{ in} = 0,1875 \text{ in}$

6.6. Perhitungan Sistem Penyangga Reactor

Sistem penyangga dirancang agar mampu untuk penyangga beban reactor dan perlengkapannya.

Beban-beban yang ditahan oleh penyangga reactor meliputi :

- Berat shell reactor

- Berat tutup atas standard dishead
- Berat tutup bawah reactor
- Berat liquid dalam reactor
- Berat pengaduk dan perlengkapannya
- Berat coil pemanas
- Berat attachment

Dasar Perhitungan :

□ **Berat shell reactor**

Rumus :

$$W_s = \pi/4 \cdot (D_o^2 - D_i^2) \cdot H \cdot \rho$$

Dimana :

- W_s = berat shell reactor, lb
- D_o = diameter luar shell = 108 in
- D_i = diameter dalam shell = 107,625 in
- H = tinggi shell reactor (L_s) = 149,8728 in
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³

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

Berat reactor :

$$W_s = (\pi/4) \times [(108 \text{ ft})^2 - (107,6625 \text{ ft})^2] \times (149,8728 \text{ ft}) \times (489 \text{ lb/ft}^3)$$

$$= 2694,5289 \text{ lb}$$

$$1222,2303 \text{ kg}$$

□ **Berat tutup atas standard dishead**

Rumus :

$$W_d = A \cdot t \cdot \rho$$

$$A = 6,28 \cdot L \cdot h \quad (\text{Hesse, persamaan 4-16 hal. 92})$$

Dimana :

- W_d = berat tutup atas reactor, lb
- A = luas tutup atas standard dishead, ft^2
- t = tebal tutup atas (tha) = $3/16 \text{ in} = 0,1875 \text{ in}$
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft^3
(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal. 3-95, stell cold drawn)
- L = crown radius (r) = $102 \text{ in} = 8,5 \text{ ft}$
- h = tinggi tutup atas reactor (ha) = $20,731 \text{ in} = 1,7276 \text{ ft}$

Luas tutup atas :

$$\begin{aligned} A &= (6,28) \times (102 \text{ in}) \times (20,7310 \text{ in}) \\ &= 13279,4631 \text{ in}^2 \\ &= 92,2185 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Berat tutup atas :

$$\begin{aligned} W_d &= (92,2185 \text{ ft}^2) \times (0,1875/12) \text{ ft} \times (489 \text{ lb/ft}^3) \\ W_d &= 704,6069 \text{ lb} \\ &= 319,6067 \text{ kg} \end{aligned}$$

□ **Berat tutup bawah conical**

Rumus :

$$W_d = A \cdot t \cdot \rho$$

$$A = 0,785 (D + m) \sqrt{4h^2 + (D - m)^2} + 0,78 d^2$$

(Hesse, persamaan 4-16 hal. 92)

Dimana :

- W_d = berat tutup bawah reactor, lb

- A = luas tutup bawah conical, ft²
- t = tebal tutup bawah (thb) = $\frac{3}{8}$ in = 0,375 in
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³
(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal. 3-95, stell cold drawn)
- D = diameter dalam silinder = 107,625 in = 8,9688 ft
- h = tinggi tutup bawah reaktor (thb) = 32,5687 in = 2,7141 ft
- m = flat spot diameter = $\frac{1}{2} D = \frac{1}{2} (107,625 \text{ in})$
= 53,8125 in = 4,4844 ft

Luas tutup bawah :

$$A = \left[(0,785) \times (8,9688 + 4,4844) \times \sqrt{(4 \times 2,7141^2) + (8,9688 - 4,4844)^2} \right] + (0,785 \times 8,9688^2)$$

$$A = 124,6767 \text{ ft}^2$$

$$= 17953,4496 \text{ in}^2$$

Berat tutup bawah :

$$W_d = A \cdot t \cdot \rho$$

$$W_d = (124,6767 \text{ ft}^2) \times (0,375/12) \text{ ft} \times (489 \text{ lb/ft}^3)$$

$$W_d = 1905,2163 \text{ lb} = 864,2005 \text{ kg}$$

□ **Berat liquid dalam reaktor**

Rumus :

$$W_l = m \cdot t$$

Dimana :

$$- m = \text{berat larutan dalam reaktor} = 29218,3894 \text{ lb/jam}$$

$$- t = \text{waktu tinggal liquid dalam reaktor} = 2,5 \text{ jam}$$

Maka :

$$\begin{aligned} W_1 &= (29218,3894 \text{ lb/jam}) \times (2,5 \text{ jam}) \\ &= 73045,9736 \text{ lb} \\ &= 33133,4363 \text{ kg} \end{aligned}$$

□ **Berat poros pengaduk dalam reactor**

Rumus :

$$W_p = V \cdot \rho$$

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

Dimana :

- W_p = berat poros pengaduk dalam reactor; lb
- V = volume poros pengaduk, ft^3
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft^3
(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal. 3-95; stell cold drawn)
- D = diameter poros pengaduk = $0,9055 \text{ in} = 0,0755 \text{ ft}$
- L = panjang poros pengaduk = $147,285 \text{ in} = 12,2736 \text{ ft}$

Volume poros pengaduk :

$$\begin{aligned} V &= (\pi/4) \times (0,0755 \text{ ft})^2 \times (12,2736 \text{ ft}) \\ &= 0,0549 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Berat poros pengaduk :

$$\begin{aligned} W_p &= (0,0549 \text{ ft}^3) \times (489 \text{ lb/ft}^3) \\ &= 26,8579 \text{ lb} \\ &= 12,1826 \text{ kg} \end{aligned}$$

□ **Berat impeller dalam reactor**

Rumus :

$$W_i = V \cdot \rho$$

$$V = 4 (p \cdot l \cdot t)$$

$$p = D_i / 2$$

Dimana :

- W_i = berat impeller dalam reactor, lb

- V = volume dari total blades, ft^3

- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft^3

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

- p = panjang 1 kupingan blade, ft

- l = lebar 1 kupingan blade

- t = tebal 1 kupingan blade

- D_i = diameter pengaduk

Volume impeller pengaduk :

$$- p = D_i / 2$$

$$= (2,9896 \text{ ft}) / 2$$

$$= 1,4948 \text{ in} = 0,1246 \text{ ft}$$

$$- V = 4 (p \cdot l \cdot t)$$

$$V = (4) \times (1,4948 \text{ in}) \times (3,5875 \text{ in}) \times (8,9688 \text{ in})$$

$$= 192,382 \text{ in}^3 = 0,1113 \text{ ft}^3$$

Berat impeller pengaduk :

$$W_i = V \cdot \rho$$

$$W_i = (0,1113 \text{ ft}^3) \times (489 \text{ lb/ft}^3) = 54,4414 \text{ lb} = 24,6945 \text{ kg dalam reactor}$$

Dimana :

- W_c = berat coil pemanas dalam reactor, lb
- D_o = diameter luar pipa coil pemanas = 2,38 in = 0,1983 ft
- D_i = diameter dalam pipa coil pemanas = 2,067 in = 0,1723 ft
- H = panjang coil pemanas = 50,5972 ft
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³
(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal. 3-95, steel cold drawn)

Berat coil pemanas :

$$W_c = \pi/4 (D_o^2 - D_i^2) H \cdot \rho$$

$$W_c = (\pi/4) \times [(0,1983)^2 - (0,1723)^2] \text{ft}^2 \times (50,5972 \text{ ft}) \times (489 \text{ lb/ft}^3)$$

$$= 187,9098 \text{ lb}$$

$$= 85,2353 \text{ kg}$$

□ Berat Attachment

Berat attachment merupakan berat dari seluruh perlengkapan seperti nozzle, dan sebagainya.

Dari Brownell & Young, halaman 157 :

$$W_a = 18\% W_s$$

Dimana :

- W_a = berat attachment, lb
- W_s = berat shell reactor = 2694,5289 lb = 1222,2303 kg

Sehingga :

$$W_a = (0,18) \times (2694,5289 \text{ lb})$$

$$= 485,0152 \text{ lb}$$

$$= 220,0015 \text{ kg}$$

Berat total penyangga :

$$\begin{aligned}
 W_T &= W_s + W_d \text{ (tutup atas)} + W_d \text{ (tutup bawah)} + W_1 + W_p + W_i + W_c + W_a \\
 &= (2694,5289 + 704,6069 + 1905,2163 + 73045,9736 + 26,8579 + 54,4414 \\
 &\quad + 1187,9098 + 485,0152) \text{ lb} \\
 &= 79104,55 \text{ lb} \\
 &= 35881,5885 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 &= 79104,55 + (10 \% \times 79104,55 \text{ lb}) \\
 &= 87015,005 \text{ lb} \\
 &= 39469,7473 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

6.7. Perhitungan Kolom Penyangga Reactor (Leg)

Perencanaan :

- Menggunakan 4 buah kolom penyangga (kaki penahan)
- Jenis kolom yang digunakan : I beam

Dasar Perhitungan :

□ **Beban tiap kolom**

Dari Brownell & Young, persamaan 10.76 hal. 195 :

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

Dimana :

- P = beban tiap kolom, lb
- P_w = total beban permukaan karena angin, lb
- H = tinggi vessel dari pondasi, ft
- L = jarak antara vessel dengan dasar pondasi, ft

- D_{bc} = diameter anchor bolt circle, ft
- n = jumlah support
- W = berat total, lb
- P = beban kompresi total maksimum untuk tiap leg, lb

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

Maka berlaku rumus :

$$P_w = 0$$

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

$$P = \frac{87015,005 \text{ lb}}{4}$$

$$= 21753,7512 \text{ lb}$$

Direncanakan :

- Jarak kolom penyangga dari tanah (L) = 5 ft
- Tinggi silinder (H) = 203,1724 in
= 16,931 ft
- Panjang penyangga = $\frac{1}{2} (H + L)$
= $\frac{1}{2} (16,931 + 5) \text{ ft}$
= 10,9655 ft
= 131,5862 in

Jadi tinggi penyangga (leg) = 10,9655 ft = 131,5862 in

□ **Trial ukuran I beam**

Trial ukuran I beam 4" ukuran $4 \times 2 \frac{5}{8}$ dengan pemasangan memakai beban eksentrik (terhadap sumbu).

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

- Nominal size = 4 in
- Berat = 7,7 lb
- Area of section (A_y) = 2,21 in²
- Depth of beam (h) = 4 in
- Width of flange (b) = 2,66 in
- Axis (r) = 1,64 in

Analisa terhadap sumbu Y-Y

Dengan :

$$- L/r = (131,5862 \text{ in}) / (1,64 \text{ in})$$

$$L/r = 80,2355$$

Karena L/r antara 60 – 200 , maka :

$$- f_c \text{ aman} = \frac{18000}{1 + \left(\frac{(L/r)^2}{18000} \right)}$$

$$= \frac{18000}{1 + \left(\frac{(80,2355)^2}{18000} \right)}$$

$$= 13258,1843 \text{ psia}$$

$$- f_c = \frac{P}{A}$$

$$A = \frac{P}{f_c} = \frac{21753,7512 \text{ lb}}{13258,1843 \text{ lb/in}^2}$$

$$= 1,648 \text{ in}^2 < 2,21 \text{ in}^2 \text{ (memadai)}$$

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

Kesimpulan perancangan penyangga (leg) :

- Ukuran I beam = $4 \times 2 \frac{5}{8}$ in
- Berat = 7,7 lb
- Jumlah penyangga = 4 buah
- Peletakan beban dengan beban eksentrik.

6.8. Base Plate

Perencanaan :

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

Dasar Perhitungan :

□ *Luas base plate*

Rumus :

$$A_{bp} = \frac{P}{f_{bp}}$$

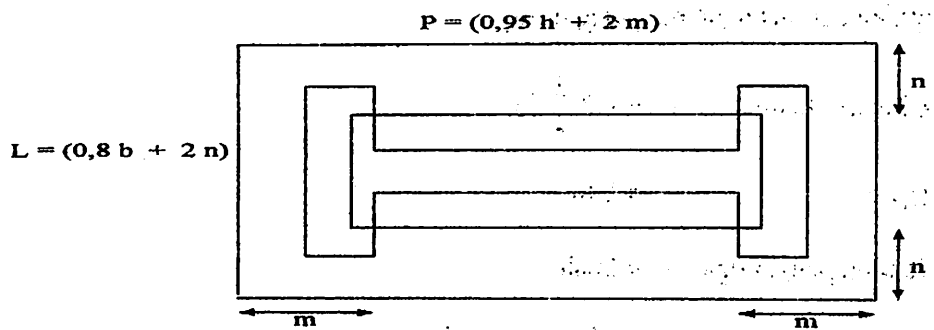
Dimana :

- A_{bp} = luas base plate, in²
- P = beban dari tiap-tiap base plate
- f_{bp} = stress yang diterima oleh pondasi (bearing capacity yang terbuat dari beton = 600 lb/in² (Hesse, tabel 7-7 hal. 162)

Sehingga :

$$A_{bp} = \frac{21753,7512 \text{ lb}}{600 \text{ lb/in}^2}$$

$$= 36,2563 \text{ in}^2$$



□ **Panjang dan lebar base plate**

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

Dimana :

- A_{bp} = luas base plate
= $36,2563 \text{ in}^2$
- p = panjang base plate, in
= $2m + 0,95h$
- l = lebar base plate, in
= $2n + 0,8b$

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

$$b = 2,66 \text{ in}$$

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

Maka :

$$36,2563 = (2m + 0,95h) \times (2n + 0,8b)$$

$$36,2563 = [2m + (0,95 \times 4)] \times [2n + (0,8 \times 2,66)]$$

$$36,2563 = 4m^2 + 11,856 m + 8,0864$$

$$0 = 4m^2 + 11,856 m - 28,1699$$

Dengan menggunakan rumus abc, didapatkan :

$$m_{1,2} = \frac{(-11,856) \pm \sqrt{(11,856)^2 - (4 \times 4) \cdot (28,1699)}}{2 \times 4}$$

$$m_1 = 1,5575$$

$$m_2 = -4,5215$$

$$\text{Diambil } m = n = m_1 = 1,5575$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} \text{- Panjang base plate (p)} &= 2m + 0,95h \\ &= (2 \times 1,5575) + (0,95 \times 4) \\ &= 6,9151 \text{ in} \approx 7,5 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Lebar base plate (l)} &= 2n + 0,8b \\ &= (2 \times 1,5575) + (0,8 \times 2,66) \\ &= 5,2431 \text{ in} \approx 5,5 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari perhitungan didapatkan panjang base plate 7,5 in dan lebar base plate 6,5 in, maka ditetapkan ukuran base plate yang digunakan adalah 7,5 x 6,5 in dengan luas (A) = 41,25 in²

□ **Peninjauan terhadap bearing capacity**

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

Dengan :

- f = bearing capacity, lb/in²
- P = beban tiap kolom = 21753,7512 lb
- A = luas base plate = 40 in²

Maka :

$$f = \frac{21753,7512 \text{ lb}}{40 \text{ in}^2}$$

$$= 517,9465 \text{ lb/in}^2 < 600 \text{ lb/in}^2$$

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

□ **Peninjauan terhadap harga m dan n**

- Panjang base plate (p)

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

$$7,5 = 2m + (0,95 \times 4)$$

$$m = 1,85$$

- Lebar base plate (l)

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

$$5,5 = 2n + (0,8 \times 2,66)$$

$$n = 1,686$$

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

□ **Tebal base plate**

Dari Hesse, persamaan 7-12 hal. 163 :

$$t = \sqrt{0,00015 \cdot p \cdot m^2}$$

Dengan :

- t = tebal base plate, in

- p = actual unit pressure yang terjadi pada base plate = 386,7334 psi

- m = 1,85 in

Tebal base plate :

$$t = \sqrt{0,00015 \times (386,7334) \times (1,85)^2} = 0,4456 \text{ in}$$

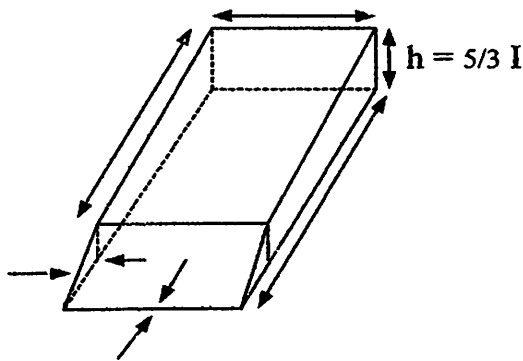
□ Ukuran Baut

Beban tiap baut :

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

$$= \frac{21753,7512 \text{ lb}}{4}$$

$$= 5438,4378 \text{ lb}$$



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

Dimana $f_{\text{baut}} = \text{stress tiap baut max} = 15000 \text{ lb/in}^2$

$$A_{\text{baut}} = \frac{5438,4378 \text{ lb}}{15000 \text{ lb/in}^2}$$

$$A_{\text{baut}} = 0,3626 \text{ in}$$

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal. 188 diperoleh ukuran baut $\frac{1}{2}$ in dengan dimensi baut sebagai berikut :

- Ukuran baut : $\frac{1}{2}$ in
- Root area : 0,126
- Bolt spacing min : $1 \frac{1}{4}$ in
- Min radial distance : $1 \frac{3}{16}$ in
- Edge distance : $\frac{5}{8}$ in

- Nut dimension : 7/8 in
- Max filled radius : ¼ i

6.9. Perhitungan Lug dan Gusset

Perencanaan :

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

Dasar Perhitungan :

□ **Tebal plate horisontal**

Rumus :

$$t_{hp} = \sqrt{\frac{6 M_o}{f_{all}}}$$

$$M_o = \frac{\beta^3 \cdot t^2 \cdot P \cdot B \cdot R^2}{12 (1 - \mu) A \cdot h}$$

$$\beta = \sqrt[3]{\frac{3 (1 - \mu)^2}{R^2 \cdot t^2}}$$

Keterangan :

- t_{hp} = tebal plate horisontal, in
- M_o = bending moment (axial), lb.in
- f_{all} = stress axial = 15000 lb/in²
- t = tebal shell = 3/16 in = 0,1875 in
- P = gaya axial, (ΣW/n), lb
- B = jarak dari sumbu tebal shell ke sumbu penyangga, in
- R = jari-jari vessel = $D_i/2 = (107,625/2) = 53,8125$ in
- μ = poisson ratio = 0,3 (untuk baja)
- A = lebar lug (horisontal plate), in



- h = tinggi gusset = tinggi lug, in

Mencari β

$$\beta = \sqrt[3]{\frac{3(1-0,3)^2}{(53,8125)^2 \times \left(\frac{3}{16}\right)^2}}$$

$$= 0,2435$$

$$B = \frac{1}{2} t_s + 1 \frac{1}{2} + \frac{1}{2} b'$$

$$= \frac{1}{2} (3/16) + 1 \frac{1}{2} + \frac{1}{2} (2,66)$$

$$= 2,9238 \text{ in}$$

$$A_{\text{baut}} = 0,3626 \text{ in}$$

$$A_{\text{baut}} = \pi/4 \times db^2$$

$$0,3626 \text{ in} = \pi/4 \times db^2$$

$$db = 0,6796 \text{ in}$$

$$A = h' + 2 db$$

$$= 4 + 2(0,6796)$$

$$= 5,3529 \text{ in}$$

$$h = (5/3) \cdot l$$

$$= (5/3) \cdot (b' + 2 db)$$

$$= (5/3) \times (3 + 2 \cdot 0,6796)$$

$$= 7,2654 \text{ in}$$

Bending moment (axial) :

$$M_o = \frac{(\beta)^3 \times (t)^2 \times P \times B \times R^2}{12 \times (1 - \rho) \times A \times h}$$

$$M_o = \frac{(0,2435)^3 \times \left(\frac{3}{16}\right)^2 \times (5438,4378) \times (3,0938) \times (53,8125)^2}{12 \times (1 - 0,3) \times (5,3529) \times (7,2654)}$$

$$= 71,4653$$

Tebal plate horizontal (Lug)

$$t_{hp} = \sqrt{\frac{6 \times 71,4653}{15000}}$$

$$= 0,1691 \text{ in}$$

$$= (2,7052/16) \text{ in} \approx 3/16 \text{ in}$$

Tebal plate vertical (Gusset)

$$t_g = (3/8) \times t_{hp}$$

$$= (3/8) \times (3/16) \text{ in}$$

$$= 0,0703 \text{ in}$$

$$= (1,125/16) \text{ in} \approx 2/16 \text{ in}$$

Kesimpulan perancangan lug dan gusset :

- Lug
 - Lebar = 5,3529 in
 - Tebal = 3/16 in
 - Tinggi = 7,2654 in
- Gusset
 - Lebar = 5,3529 in
 - Tebal = 2/16 in
 - Tinggi = 7,2654 in

6.10. Perhitungan Pondasi

Perencanaan :

- **Beban total yang harus ditahan pondasi :**

- Berat reaktor total

- Berat kolom penyangga
- Berat base plate
- Ditetapkan :
 - Masing-masing penyangga diberi pondasi
 - Spesifik untuk semua penyangga sama

Dasar Perhitungan :

□ $W = 21703,0482 \text{ lb}$

□ **Beban yang harus ditanggung tiap kolom**

Rumus:

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

Dimana :

- p = panjang base plate = 7,5 in = 0,625 ft
- l = lebar base plate = 5,5 in = 0,4583 ft
- t = tebal base plate = 0,4456 in = 0,0371 ft
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³

Beban yang ditanggung tiap kolom :

$$\begin{aligned} W_{bp} &= (0,6667 \text{ ft}) \times (0,4167 \text{ ft}) \times (0,0305 \text{ ft}) \times (489 \text{ lb/ft}^3) \\ &= 4,1485 \text{ lb} \end{aligned}$$

□ **Beban tiap penyangga**

Rumus:

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

Dimana :

- L = tinggi kolom = 10,9655 ft
- A = luas kolom I beam = 2,21 in² = 0,0153 ft²

- F = faktor koreksi = 1
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³

Beban tiap penyangga :

$$W_p = (10,9655 \text{ ft}) \times (0,0153 \text{ ft}^2) \times (1) \times (489 \text{ lb/ft}^3)$$

$$= 82,2939 \text{ lb}$$

□ **Beban total**

$$W_T = W + W_{bp} + W_p$$

$$= (21703,0482 + 4,1485 + 82,2939) \text{ lb}$$

$$= 21789,4907 \text{ lb}$$

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

- Luas atas = 15 x 15 in
- Luas bawah = 25 x 25 in
- Tinggi = 15 in
- Luas permukaan tanah rata-rata :

$$A = \left(\frac{15 + 25}{2} \right) \times \left(\frac{15 + 25}{2} \right)$$

$$= 400 \text{ in}^2$$

- Volume pondasi :

$$V = A \times t$$

$$= (400 \text{ in}^2) \times (15 \text{ in})$$

$$= 6000 \text{ in}^3 = 3,472222 \text{ ft}^3$$

- Berat pondasi

$$W = V \times \rho$$

Dimana :

• $\rho =$ densitas semen = 144 lb/ft^3 (perry, edisi 6 tabel 3-18)

• Maka :

$$W = (3,472222 \text{ ft}^3) \times (144 \text{ lb/ft}^3)$$

$$= 500 \text{ lb}$$

$$= 226,79851 \text{ kg}$$

• Tekanan tanah :

Pondasi didirikan diatas semen sand dan gravel, dengan :

- Save bearing minimum = 5 ton/ft^2

- Save bearing maximum = 10 ton/ft^2

Kemampuan tekanan tanah sebesar :

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

$$= 22400 \text{ lb/ft}^2$$

$$= 155,555556 \text{ lb/in}^2$$

Tekanan pada tanah :

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

Dimana :

- $W =$ berat beban total + berat pondasi

- $A =$ luas bawah pondasi = $(25 \times 25) \text{ in}^2 = 625 \text{ in}^2$

Sehingga :

$$P = \frac{21789,4907 \text{ lb} + 500 \text{ lb}}{625 \text{ in}^2}$$

$$P = 35,663 \text{ lb/in}^2 < 155,555556 \text{ lb/in}^2$$

Karena tekanan yang diberikan oleh tanah lebih kecil daripada kemampuan tanah menahan pondasi, maka pondasi dengan ukuran (15 x 15) in luas atas dan (25 x 25) in luas bawah dengan tinggi pondasi 15 in dapat digunakan.

Kesimpulan Spesifikasi Reaktor

- Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi asam phosphate dan natrium carbonat
- Jumlah : 1 buah
- Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standar dishead dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut 120°
- Perlengkapan : Pengaduk dan coil pemanas.
- Kondisi operasi :
 - Temperatur = 80°C
 - Waktu operasi = 2,5 jam
 - Tekanan = 1 atm = 14,7 psia
 - Fase = solid-liquid
 - Densitas campuran = 105,02 lb/ft³
- Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316.
f = 18750 (Brownell & Young, App. D-4 hal. 342)
- Jenis pengelasan : Double welded butt joint.
E = 0,8 (Brownell & Young, tabel 13.2 hal. 254)
- Faktor korosi (C) : 1/16
- Bahan masuk : 13253.3745 kg/jam = 29218.3894 lb/jam

Spesifikasi Reaktor :

1. Dimensi tangki :

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

- Di (diameter dalam) = 107,625 in
- Do (diameter luar) = 108 in
- t_s (tebal silinder) = 3/16 in
- L_s (tinggi silinder) = 149,8728 in
- t_{ha} (tebal tutup atas) = 3/16 in
- h_a (tinggi tutup atas) = 20,731 in
- t_{hb} (tebal tutup bawah) = 3/16 in
- h_b (tinggi tutup bawah) = 32,5687 in
- Tinggi tangki = 203,1724 in
- Jumlah = 1 buah

2. Dimensi pengaduk :

- Jenis pengaduk = axial turbin 4 blades sudut 45°
- Bahan impeller = High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316.
- Diameter impeller = 35,875 in
- Tinggi impeller = 32,2875 in
- Panjang impeller = 8,9688 in
- Tebal blades = 8,9688 in
- Daya pengaduk = 6 Hp
- Diameter poros = 0,9056 in
- Panjang poros = 147,285 in
- Jumlah pengaduk = 1 buah

3. Nozzle untuk pemasukan larutan H_3PO_4

- Type = **Welding neck**
- Ukuran nominal pipa (NPS) = **2 1/2 in.**
- Diameter luar flange (A) = **7 in.**
- Ketebalan flange minimum (T) = **7/8 in.**
- Diameter luar bagian yang menonjol (R) = **33/8 in.**
- Diameter hubungan atas (E) = **147/16 in.**
- Diameter hub. pada titik pengelasan (K) = **12,88 in.**
- Panjang julakan (L) = **11/4 in.**
- Diameter dalam flange (B) = **2,47 in.**

4. Nozzle untuk pemasukan Na_2CO_3

- Type = **Welding neck**
- Ukuran nominal pipa (NPS) = **1 11/4 in.**
- Diameter luar flange (A) = **37/8 in.**
- Ketebalan flange minimum (T) = **5/8 in.**
- Diameter luar bagian yang menonjol (R) = **5/2 in.**
- Diameter hubungan atas (E) = **37/16 in.**
- Diameter hub. pada titik pengelasan (K) = **1,66 in.**
- Panjang julakan (L) = **9/4 in.**
- Diameter dalam flange (B) = **1,38 in.**

5. Nozzle untuk pengeluaran gas

- Type = **Welding neck**
- Ukuran nominal pipa (NPS) = **1 1/4 in.**
- Diameter luar flange (A) = **4 5/8 in.**

- Ketebalan flange minimum (T) = $\frac{5}{8}$ in
- Diameter luar bagian yang menonjol (R) = $2\frac{1}{2}$ in
- Diameter hubungan atas (E) = $2\frac{5}{16}$ in
- Diameter hub. pada titik pengelasan (K) = 1,66 in
- Panjang julakan (L) = $2\frac{1}{4}$ in
- Diameter dalam flange (B) = 1,38 in

6. Nozzle untuk Manhole

- Type = Welding neck
- Ukuran nominal pipa (NPS) = 20 in
- Diameter luar flange (A) = $27\frac{1}{2}$ in
- Ketebalan flange minimum (T) = $1\frac{11}{16}$ in
- Diameter luar bagian yang menonjol (R) = 23 in
- Diameter hubungan atas (E) = 22 in
- Diameter hub. pada titik pengelasan (K) = 20 in
- Panjang julakan (L) = $5\frac{11}{16}$ in
- Diameter dalam flange (B) = 19,25 in

7. Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran coil pemanas

- Type = Welding neck
- Ukuran nominal pipa (NPS) = $3\frac{1}{4}$ in
- Diameter luar flange (A) = $\frac{17}{2}$ in
- Ketebalan flange minimum (T) = $\frac{15}{16}$ in
- Diameter luar bagian yang menonjol (R) = $\frac{11}{2}$ in
- Diameter hubungan atas (E) = $\frac{77}{16}$ in
- Diameter hub. pada titik pengelasan (K) = 4 in

- $\frac{1}{4}$ (A) ...
- $\frac{1}{2}$ (B) ...
- $\frac{3}{4}$ (C) ...
- $\frac{1}{3}$ (D) ...
- $\frac{2}{3}$ (E) ...
- $\frac{1}{5}$ (F) ...
- $\frac{4}{5}$ (G) ...
- $\frac{1}{6}$ (H) ...
- $\frac{5}{6}$ (I) ...
- $\frac{1}{7}$ (J) ...
- $\frac{6}{7}$ (K) ...
- $\frac{1}{8}$ (L) ...
- $\frac{7}{8}$ (M) ...
- $\frac{1}{9}$ (N) ...
- $\frac{8}{9}$ (O) ...
- $\frac{1}{10}$ (P) ...
- $\frac{9}{10}$ (Q) ...
- $\frac{1}{11}$ (R) ...
- $\frac{10}{11}$ (S) ...
- $\frac{1}{12}$ (T) ...
- $\frac{11}{12}$ (U) ...
- $\frac{1}{13}$ (V) ...
- $\frac{12}{13}$ (W) ...
- $\frac{1}{14}$ (X) ...
- $\frac{13}{14}$ (Y) ...
- $\frac{1}{15}$ (Z) ...
- $\frac{14}{15}$ (AA) ...
- $\frac{1}{16}$ (AB) ...
- $\frac{15}{16}$ (AC) ...
- $\frac{1}{17}$ (AD) ...
- $\frac{16}{17}$ (AE) ...
- $\frac{1}{18}$ (AF) ...
- $\frac{17}{18}$ (AG) ...
- $\frac{1}{19}$ (AH) ...
- $\frac{18}{19}$ (AI) ...
- $\frac{1}{20}$ (AJ) ...
- $\frac{19}{20}$ (AK) ...
- $\frac{1}{21}$ (AL) ...
- $\frac{20}{21}$ (AM) ...
- $\frac{1}{22}$ (AN) ...
- $\frac{21}{22}$ (AO) ...
- $\frac{1}{23}$ (AP) ...
- $\frac{22}{23}$ (AQ) ...
- $\frac{1}{24}$ (AR) ...
- $\frac{23}{24}$ (AS) ...
- $\frac{1}{25}$ (AT) ...
- $\frac{24}{25}$ (AU) ...
- $\frac{1}{26}$ (AV) ...
- $\frac{25}{26}$ (AW) ...
- $\frac{1}{27}$ (AX) ...
- $\frac{26}{27}$ (AY) ...
- $\frac{1}{28}$ (AZ) ...
- $\frac{27}{28}$ (BA) ...
- $\frac{1}{29}$ (BB) ...
- $\frac{28}{29}$ (BC) ...
- $\frac{1}{30}$ (BD) ...
- $\frac{29}{30}$ (BE) ...
- $\frac{1}{31}$ (BF) ...
- $\frac{30}{31}$ (BG) ...
- $\frac{1}{32}$ (BH) ...
- $\frac{31}{32}$ (BI) ...
- $\frac{1}{33}$ (BJ) ...
- $\frac{32}{33}$ (BK) ...
- $\frac{1}{34}$ (BL) ...
- $\frac{33}{34}$ (BM) ...
- $\frac{1}{35}$ (BN) ...
- $\frac{34}{35}$ (BO) ...
- $\frac{1}{36}$ (BP) ...
- $\frac{35}{36}$ (BQ) ...
- $\frac{1}{37}$ (BR) ...
- $\frac{36}{37}$ (BS) ...
- $\frac{1}{38}$ (BT) ...
- $\frac{37}{38}$ (BU) ...
- $\frac{1}{39}$ (BV) ...
- $\frac{38}{39}$ (BW) ...
- $\frac{1}{40}$ (BX) ...
- $\frac{39}{40}$ (BY) ...
- $\frac{1}{41}$ (BZ) ...
- $\frac{40}{41}$ (CA) ...
- $\frac{1}{42}$ (CB) ...
- $\frac{41}{42}$ (CC) ...
- $\frac{1}{43}$ (CD) ...
- $\frac{42}{43}$ (CE) ...
- $\frac{1}{44}$ (CF) ...
- $\frac{43}{44}$ (CG) ...
- $\frac{1}{45}$ (CH) ...
- $\frac{44}{45}$ (CI) ...
- $\frac{1}{46}$ (CJ) ...
- $\frac{45}{46}$ (CK) ...
- $\frac{1}{47}$ (CL) ...
- $\frac{46}{47}$ (CM) ...
- $\frac{1}{48}$ (CN) ...
- $\frac{47}{48}$ (CO) ...
- $\frac{1}{49}$ (CP) ...
- $\frac{48}{49}$ (CQ) ...
- $\frac{1}{50}$ (CR) ...
- $\frac{49}{50}$ (CS) ...
- $\frac{1}{51}$ (CT) ...
- $\frac{50}{51}$ (CU) ...
- $\frac{1}{52}$ (CV) ...
- $\frac{51}{52}$ (CV) ...
- $\frac{1}{53}$ (CW) ...
- $\frac{52}{53}$ (CW) ...
- $\frac{1}{54}$ (CX) ...
- $\frac{53}{54}$ (CX) ...
- $\frac{1}{55}$ (CY) ...
- $\frac{54}{55}$ (CY) ...
- $\frac{1}{56}$ (CZ) ...
- $\frac{55}{56}$ (CZ) ...
- $\frac{1}{57}$ (DA) ...
- $\frac{56}{57}$ (DA) ...
- $\frac{1}{58}$ (DB) ...
- $\frac{57}{58}$ (DB) ...
- $\frac{1}{59}$ (DC) ...
- $\frac{58}{59}$ (DC) ...
- $\frac{1}{60}$ (DD) ...
- $\frac{59}{60}$ (DD) ...
- $\frac{1}{61}$ (DE) ...
- $\frac{60}{61}$ (DE) ...
- $\frac{1}{62}$ (DF) ...
- $\frac{61}{62}$ (DF) ...
- $\frac{1}{63}$ (DG) ...
- $\frac{62}{63}$ (DG) ...
- $\frac{1}{64}$ (DH) ...
- $\frac{63}{64}$ (DH) ...
- $\frac{1}{65}$ (DI) ...
- $\frac{64}{65}$ (DI) ...
- $\frac{1}{66}$ (DJ) ...
- $\frac{65}{66}$ (DJ) ...
- $\frac{1}{67}$ (DK) ...
- $\frac{66}{67}$ (DK) ...
- $\frac{1}{68}$ (DL) ...
- $\frac{67}{68}$ (DL) ...
- $\frac{1}{69}$ (DM) ...
- $\frac{68}{69}$ (DM) ...
- $\frac{1}{70}$ (DN) ...
- $\frac{69}{70}$ (DN) ...
- $\frac{1}{71}$ (DO) ...
- $\frac{70}{71}$ (DO) ...
- $\frac{1}{72}$ (DP) ...
- $\frac{71}{72}$ (DP) ...
- $\frac{1}{73}$ (DQ) ...
- $\frac{72}{73}$ (DQ) ...
- $\frac{1}{74}$ (DR) ...
- $\frac{73}{74}$ (DR) ...
- $\frac{1}{75}$ (DS) ...
- $\frac{74}{75}$ (DS) ...
- $\frac{1}{76}$ (DT) ...
- $\frac{75}{76}$ (DT) ...
- $\frac{1}{77}$ (DU) ...
- $\frac{76}{77}$ (DU) ...
- $\frac{1}{78}$ (DV) ...
- $\frac{77}{78}$ (DV) ...
- $\frac{1}{79}$ (DW) ...
- $\frac{78}{79}$ (DW) ...
- $\frac{1}{80}$ (DX) ...
- $\frac{79}{80}$ (DX) ...
- $\frac{1}{81}$ (DY) ...
- $\frac{80}{81}$ (DY) ...
- $\frac{1}{82}$ (DZ) ...
- $\frac{81}{82}$ (DZ) ...
- $\frac{1}{83}$ (EA) ...
- $\frac{82}{83}$ (EA) ...
- $\frac{1}{84}$ (EB) ...
- $\frac{83}{84}$ (EB) ...
- $\frac{1}{85}$ (EC) ...
- $\frac{84}{85}$ (EC) ...
- $\frac{1}{86}$ (ED) ...
- $\frac{85}{86}$ (ED) ...
- $\frac{1}{87}$ (EE) ...
- $\frac{86}{87}$ (EE) ...
- $\frac{1}{88}$ (EF) ...
- $\frac{87}{88}$ (EF) ...
- $\frac{1}{89}$ (EG) ...
- $\frac{88}{89}$ (EG) ...
- $\frac{1}{90}$ (EH) ...
- $\frac{89}{90}$ (EH) ...
- $\frac{1}{91}$ (EI) ...
- $\frac{90}{91}$ (EI) ...
- $\frac{1}{92}$ (EJ) ...
- $\frac{91}{92}$ (EJ) ...
- $\frac{1}{93}$ (EK) ...
- $\frac{92}{93}$ (EK) ...
- $\frac{1}{94}$ (EL) ...
- $\frac{93}{94}$ (EL) ...
- $\frac{1}{95}$ (EM) ...
- $\frac{94}{95}$ (EM) ...
- $\frac{1}{96}$ (EN) ...
- $\frac{95}{96}$ (EN) ...
- $\frac{1}{97}$ (EO) ...
- $\frac{96}{97}$ (EO) ...
- $\frac{1}{98}$ (EP) ...
- $\frac{97}{98}$ (EP) ...
- $\frac{1}{99}$ (EQ) ...
- $\frac{98}{99}$ (EQ) ...
- $\frac{1}{100}$ (ER) ...
- $\frac{99}{100}$ (ER) ...

- Panjang julakan (L) = $\frac{45}{16}$ in
- Diaméter dalam flange (B) = 3,55 in

8. Nozzle untuk pengeluaran produk

- Type = Welding neck
- Ukuran nominal pipa (NPS) = 3
- Diameter luar flange (A) = $\frac{15}{2}$
- Ketebalan flange minimum (T) = $\frac{15}{16}$
- Diameter luar bagian yang menonjol (R) = 5 in
- Diameter hubungan atas (E) = $\frac{17}{4}$ in
- Diameter hub. pada titik pengelasan (K) = 3,5 in
- Panjang julakan (L) = $\frac{11}{4}$ in
- Diameter dalam flange (B) = 3,07 in

9. Coil Pemanas

- Panjang coil = 50,5972 ft
- Jumlah lilitan = 5 lilitan
- Tinggi coil = 113,33 in
- Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316.

10. Flange

- Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
- Allowable stress (f) : 18750
- Tebal flange : 12,5299 in
- Diameter dalam (D_i) flange : 108 in
- Diameter luar (D_o) flange : 108,1875 in
- Type flange : Ring flange loose type

11. Bolting

- Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 193 Grade B8c type 347
- Tensile strength minimum : 75000 psia
- Ukuran baut : 2 in
- Jumlah baut : 5 buah
- Allowable stress (f) : 15000

12. Gasket

- Bahan gasket = Asbestos filled
- Lebar (L) = 0,0169 in
- Tebal gasket (n) = 3/16 in
- Gasket factor (m) = 3,75
- Diameter rata-rata = 108,1875 in
- Tinggi coil = 113,3300 in

13. Sistem Penyangga

- Jenis = Kolom I beam
- Jumlah = 4 buah
- Panjang (L) = 131,5862 in
- Ukuran Nominal Pipa (NPS) = 4 in
- Area of section (Ay) = 2,21 in²
- Depth of beam (h) = 4 in
- Width of flange (b) = 2,66 in
- Axis (r) = 1,64 in

14. Base Plate

- Panjang (p) = 7,5 in
- Lebar (l) = 5,5 in
- Tebal (t) = 0,4456 in
- Ukuran baut = 0,3626 in
- Jumlah baut = 4
- Bahan = Cast iron

15. Lug dan Gusset

- Tebal plate horisontal = 3/16 in
- Tebal plate vertikal = 2/16 in
- Lebar lug dan gusset = 5,3592 in
- Tinggi lug dan gusset = 7,2654 in

16. Sistem Pondasi

- Luas tanah = 15 in x 5 in
- Luas bawah = 25 in x 25 in
- Tinggi Pondasi = 15 in
- Bahan = Cemen Sand dan Gravel



BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

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

7.1. Instrumentasi

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

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.

Pada umumnya instrumentasi dapat dibedakan berdasarkan proses kerjanya, yaitu :

1. Proses manual

Pada proses manual biasanya peralatan itu hanya terdiri dari instrumentasi penunjuk dan pencatat saja yang sepenuhnya ditangani oleh tenaga manusia.

2. Proses otomatis

Pengendalian secara otomatis dilakukan dengan alat kontrol yang dapat bekerja dengan sendirinya dan terhubung oleh monitor agar setiap saat kita dapat memantau *performance* alat proses.

Pengendalian proses yang dilakukan secara otomatis dilakukan dengan pertimbangan biaya yang cukup matang, karena biasanya penggunaan alat kontrol otomatis memakan biaya yang lebih besar atau sebaliknya justru lebih murah daripada pemakaian alat kontrol manual. Pengendalian proses secara otomatis memiliki keuntungan antara lain :

- mengurangi jumlah pegawai (man power).
- keselamatan kerja lebih terjamin.
- hasil proses lebih akurat dan dapat dipertanggungjawabkan.

Beberapa bagian instrumen yang diperlukan proses secara otomatis, antara lain :

- Sensing element / Primary element
- Element pengukur
- Element pengontrol
- Element proses pendingin

Tujuan pemasangan instrumentasi adalah :

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

Faktor-faktor perlu diperhatikan dalam pemilihan instrumentasi adalah :

1. Jenis instrumentasi.
2. Range yang diperlukan untuk pengukuran.
3. Ketelitian yang diperlukan.
4. Bahan konstruksi serta pengaruh pemasangan pada kondisi proses.
5. Faktor ekonomi.

Pada Pra Rencana Pabrik *Natrium Tripolifosfat* ini, instrumen yang digunakan adalah alat kontrol yang bekerja secara manual maupun secara otomatis. Hal ini

tergantung dari sistem peralatan, faktor teknis, faktor ekonomis serta kelayakan lingkungan kerja tetapi instrumen yang digunakan cenderung pada pemakaian alat kontrol secara otomatis karena ada beberapa keunggulan kompetitif bila dibandingkan secara manual.

Namun demikian tenaga manusia masih sangat diperlukan dalam pengoperasian dan pengawasan proses.

Dalam perencanaan suatu pabrik, alat kontrol yang diperlukan adalah :

a. Indikator

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

b. Controller

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

Dengan adanya instrumen diharapkan proses akan bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Instrumen yang digunakan pada Pra Rencana Pabrik *Natrium Tripolifosfat* ini adalah :

a. Temperatur Controller (TC)

Dipasang pada alat yang memerlukan penjagaan suhu, agar beroperasi pada temperatur konstan.

b. Flow Controller (FC)

Dipasang pada alat untuk mengendalikan laju alir fluida yang melalui perpipaan.

c. Pressure Controller (PC)

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

d. Weight Controller (WC)

Dipasang pada alat untuk mengatur laju aliran padatan berdasarkan pada berat padatan yang ditampung dalam suatu penampung sementara

e. Feed Ratio Controller (FRC)

Dipasang pada alat yang memerlukan pengendalian dalam hal perbandingan bahan yang akan masuk.

Penempatan alat-alat kontrol pada setiap alat dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 7.1: Instrumentasi Peralatan Pabrik

No.	Nama alat	Kode alat	Kode instrumentasi
1	Tangki Penampung Na_2CO_3	F-115	WC
2	Storage Asam Phosphate		
3	Reaktor	R-110	LLRC, TC
4	Dryer	M-117	TC, LI
5	Kalsiner	E-113	FC, TC
6	Cooler	E-130	FC, TC
7	Ball Mill	H-121	PI
	Screen	F-139	WC
	Bin Produk		

7.2. Keselamatan Kerja

Dalam perencanaan suatu pabrik, keselamatan kerja merupakan suatu hal yang sangat penting yang harus diperhatikan karena menyangkut kelancaran dan keselamatan kerja karyawannya. Selain itu juga meryangkut lingkungan dan masyarakat sekitar pabrik. Keselamatan kerja ini merupakan usaha untuk memberikan rasa aman dan tenang pada karyawan dalam bekerja, juga untuk mencegah terjadinya kecelakaan, kebakaran dan penyakit kerja dalam lingkungan kerja.

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

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja adalah :

a. Lingkungan fisik

Meliputi : mesin, peralatan produksi dan lingkungan kerja (suhu, penerangan, dll).

Kecelakaan kerja bisa disebabkan oleh kesalahan perencanaan, aus, rusak, kesalahan pembelian, penyusunan dari peralatan dan sebagainya.

b. Latar belakang kerja

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

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

c. Sistem manajemen

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

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

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

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

Bahaya Kebakaran dan Peledakan

Pencegahan terhadap bahaya kebakaran dan peledakan bertujuan untuk memperkecil kemungkinan terjadinya kecelakaan terhadap pekerja maupun kerusakan peralatan yang mengakibatkan terhentinya proses produksi. Terjadinya bahaya ini dapat disebabkan oleh:

1. Terjadi hubungan singkat (korsleting) pada saklar, stop kontak, atau alat listrik lainnya baik pada peralatan instrumentasi maupun pada peralatan listrik sederhana seperti lampu, radio, komputer, mesin fax, answering machine, dll.
2. Kebakaran yang diakibatkan percikan api pada furnace yang berbahan bakar fuel oil.

Cara untuk mencegah atau mengurangi kemungkinan terjadinya kebakaran antara lain :

1. Pemasangan pipa air melingkar (water hydrant) di seluruh areal pabrik.

2. Pemasangan alat pemadam kebakaran yang mudah dijangkau di setiap tempat rawan ledakan dan kebakaran, terutama di sekitar alat-alat proses bertekanan dan bersuhu tinggi.
3. Tangki bahan bakar jaraknya harus cukup jauh dari tempat yang mudah menimbulkan kebakaran.
4. Untuk mencegah atau mengurangi bahaya-bahaya yang timbul, dipakai isolasi-isolasi panas atau isolasi listrik dan pada tempat yang bertegangan tinggi diberi penghalang atau pagar.
5. Pemasangan alat-alat listrik harus diatur sedemikian rupa agar tidak berdekatan dengan sumber panas.
6. Membuat plakat-plakat, slogan-slogan atau *Standar Operational Procedures (SOP)* pada setiap proses yang salah satu isinya menerangkan bahaya dari proses atau alat yang bersangkutan.

Bahaya Mekanik

Bahaya mekanik disebabkan oleh pengerjaan konstruksi bangunan atau alat proses yang tidak memenuhi syarat. Hal-hal yang harus diperhatikan untuk mencegah atau mengurangi kemungkinan terjadinya bahaya ini adalah :

1. Perencanaan alat harus sesuai dengan aturan yang berlaku termasuk pemilihan bahan konstruksi, pertimbangan faktor korosi. Perencanaan alat *under design* biasanya lebih besar menciptakan bahaya ini.
2. Pemasangan alat kontrol atau indikator yang baik dan sesuai, serta pemberian alat pengaman proses pada alat-alat yang beresiko besar menciptakan terjadinya bahaya ini.
3. Sistem perpipaan untuk air, udara, steam dan bahan bakar hendaknya diberi cat dan warna tertentu atau berbeda dengan warna sekitarnya dan diberi nama sesuai isi pipa

Bahaya terhadap Kesehatan dan Jiwa Manusia

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

keselamatan jiwanya dan orang lain. Oleh karena itu pengetahuan tentang Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) perlu diketahui oleh seluruh karyawan dari mulai karyawan operator proses sampai karyawan administrasi. Perusahaan akan mengadakan semacam pelatihan atau penyuluhan pada seluruh karyawan terutama karyawan baru agar sosialisasi K3 lebih efektif tercipta di lingkungan kerja. Pelatihan atau penyuluhan K3 akan berbeda bagi setiap karyawan tergantung pada bagian mana dia bekerja. Apabila operator proses, karyawan wajib mengetahui cara-cara pemakaian alat-alat pelindung (seperti masker, topi, safety belt, sepatu, sarung tangan, dll.) dan mengetahui bahaya-bahaya yang akan terjadi dari mulai tangki bahan baku sampai tangki storage. Sedangkan karyawan gudang wajib mengetahui prosedur penggunaan kendaraan pengangkut sampai cara penyusunan kemasan produk.

Selain itu pembuatan ventilasi setiap ruangan harus disesuaikan standar WHO (World Health Organization) agar lingkungan kerja yang sehat dapat meningkatkan produktifitas karyawan dalam bekerja.

Untuk mencegah kecelakaan kerja diperlukan alat-alat pelindung keselamatan kerja seperti terlihat pada tabel berikut.

Tabel 7.2. Alat-Alat Keselamatan Kerja

No.	Alat pelindung	Lokasi Pengamanan
1.	Masker	Gudang, bagian proses
2.	Helm pengaman	Gudang, bagian proses
3.	Sarung tangan	Gudang, bagian proses
4.	Sarung karet	Gudang, bagian proses
5.	Isolasi panas	Heater
6.	Pemadam kebakaran	Semua Unit



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 Natrium Tripolifosfat ini, yaitu :

- Air yang berfungsi sebagai air proses, air waste heat boiler, air sanitasi dan air untuk pemadam kebakaran.
- Steam sebagai media pemanas dalam proses produksi.
- Listrik yang berfungsi untuk menjalankan alat-alat produksi, utilitas dan untuk penerangan.

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

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

8.1 Unit Penyediaan Air

8.1.1 Air waste heat boiler

Air waste heat boiler berfungsi sebagai media pemanas. Kebutuhan steam pada Natrium Tripolifosfat ini digunakan pada tangki pengencer (M-117) sebesar 466,46 kg/jam dan reaktor (R-11) sebesar 11991,45 kg/jam. Sehingga kebutuhan air umpan boiler adalah sebanyak 12.457,9 kg/jam. Pada alat waste heat boiler dihasilkan steam sebesar 59940,27424 kg/jam, sehingga kebutuhan air untuk waste heat boiler adalah 58.392,7 kg/jam

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

VIII-2

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

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

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

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

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

8.1.2. Air proses

Air proses pada Pra Rencana Pabrik Natrium Tripolifosfat ini sebesar 2235,2648 kg/jam, yang digunakan pada tangki pengencer (M-117).

8.1.3 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
- 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

Kebutuhan air sanitasi pada Pra Rencana Pabrik Natrium Tripolifosfat ini adalah :

1. Untuk kebutuhan karyawan

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

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 sanitasi.

8.2. Unit Pengolahan Steam

Bahan baku pembuatan steam adalah Air Umpan Boiler. Steam yang dibutuhkan dalam proses ini mempunyai kondisi :

- Tekanan = 14,7 psia
- Temperatur = 120°C

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 (organik matter)
- Silika, sulfat, asam bebas dan oksida

VIII-4

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler :

a. Tidak boleh membuih (berbusa)

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

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

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

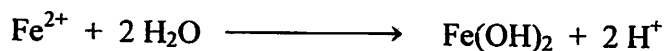
b. Tidak boleh membentuk kerak dalam boiler.

Kerak dalam boiler akan menyebabkan :

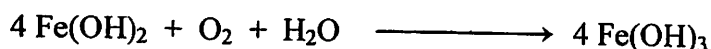
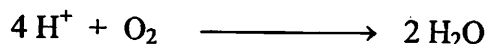
- Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat.
- Kerak yang terbentuk dapat pecah sewaktu-waktu, sehingga dapat menimbulkan kebocoran karena boiler mendapat tekanan yang kuat.

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-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 :

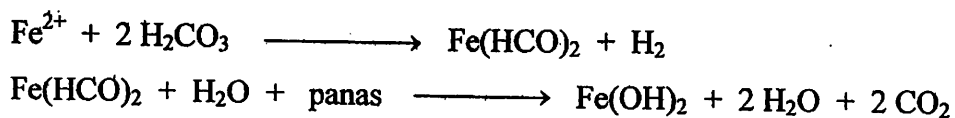


Tetapi jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hidrogen yang terbentuk akan bereaksi dengan oksigen membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut terjadilah korosi menurut reaksi :



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 membentuk CO_2 lagi.

Reaksi yang terjadi :



Proses Pengolahan Air Pada Unit Pengolahan Air

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

Proses pengolahan air sungai tersebut adalah air dari sungai dipompa dengan pompa (L-211) menuju bak sedimentasi (F-212A) yang berfungsi untuk memisahkan padatan yang tidak larut dalam air, kemudian dialirkan menuju bak skimmer (F-212B) yang berfungsi untuk membersihkan kotoran-kotoran yang terapung dalam air sungai. Dari bak skimmer air dipompa (L-213) menuju tangki clarifier (H-214), disini terjadi proses koagulasi dan flokulasi dengan penambahan alum sebagai zat koagulan dan diadakan pengadukan dengan kecepatan yang cepat dan lambat agar alum dan air dapat tercampur secara homogen.

Setelah terjadi proses koagulasi dan flokulasi dalam bak clarifier, kemudian air dialirkan ke bak air clarifier (F-215) kemudian dipompakan (L-216) ke sand filter (F-217) untuk menyaring air dari kotoran-kotoran yang masih tersisa. Dari sand filter air masuk ke bak air bersih (F-218) dan diolah sesuai dengan fungsinya masing-masing, yaitu :

a. **Pengolahan air sanitasi**

Air dari bak air bersih (F-218) dialirkan dengan pompa (L-231) menuju bak klorinasi (F-230) dan ditambahkan desinfektan klor (Cl_2) sebanyak 1 ppm yang diinjeksikan langsung ke dalam pipa. Dari bak klorinasi, air dialirkan menuju bak air sanitasi (F-231) dengan menggunakan pompa (L-232) dan siap untuk dipergunakan sebagai air sanitasi.

b. **Pelunakan air waste heat boiler dan air proses**

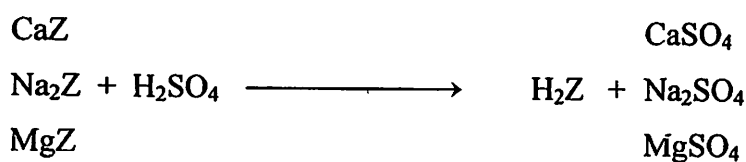
Pelunakan air boiler yang dilakukan dengan pertukaran ion dalam demineralisasi yang terdiri dari dua tangki, yaitu tangki kation exchanger (D-210A) dan anion exchanger (D-210B). Kation exchanger yang digunakan adalah resin zeolit (H_2Z) dan anion yang digunakan adalah deacidite (DOH).

Air dari bak air bersih (F-218) dialirkan dengan pompa (L-219) menuju kation exchanger (D-210A).

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 tidak dikehendaki. Sehingga keluaran dari tangki demineralisasi adalah garam-garam kalsium, natrium dan magnesium yang terikat pada kation exchanger dalam bentuk CaZ , NaZ dan MgZ . Sedangkan H_2SO_4 , HCl dan HNO_3 terikat pada anion exchanger dalam bentuk D_2SO_4 , DCl dan DNO_3 . Setelah keluar dari demineralisasi, air umpan boiler telah bebas dari ion-ion pengganggu. Setelah keluar dari tangki demineralisasi, air lunak ini digunakan sebagai air waste heat boiler dan air proses. Untuk memenuhi kebutuhan air waste heat boiler, air lunak ditampung dalam bak air lunak (F-221) yang selanjutnya dipompa (L-222) ke deaerator (D-223) untuk menghilangkan gas-gas impuritis pada air waste heat boiler dengan sistem pemanasan. Dari deaerator air siap diumpangkan ke WHB (E-121) dengan pompa (L-224). Steam yang dihasilkan WHB didistribusikan ke tangki pengencer dan reaktor. Sedangkan untuk air proses, air langsung didistribusikan ke tangki pengencer dengan menggunakan pompa (L-225).

c. Proses regenerasi :

Reaksi yang terjadi :



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

Sedangkan regenerasi anion exchanger dengan menggunakan larutan Na_2CO_3 atau NaOH .



BAB IX

LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

9.1. Penentuan Lokasi Pabrik

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

Oleh karena itu perlu diadakan seleksi dan evaluasi sehingga lokasi yang akan dipilih benar-benar memenuhi persyaratan bila ditinjau dari segala aspek.

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan lokasi pabrik dapat dibagi menjadi 2 golongan, yaitu :

- faktor utama
- faktor khusus

9.1.1. Faktor Utama

a. Bahan baku

Tersedianya bahan baku merupakan penentu pemilihan lokasi suatu pabrik.

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada bahan baku adalah :

- Letak sumber bahan baku
- Kapasitas sumber bahan baku dan berapa lama sumber tersebut dapat diandalkan pengadaannya
- Cara memperoleh dan membawanya ke pabrik
- Kualitas bahan baku yang ada apakah sesuai dengan syarat kualitas yang diinginkan

b. Pemasaran

Pemasaran merupakan salah satu syarat penting dalam suatu pabrik atau industri kimia karena berhasil tidaknya pemasaran akan menentukan keuntungan industri atau pabrik tersebut.

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai daerah pemasaran adalah :

- Daerah dimana produk akan dipasarkan
- Daya serap pasar dan prospek yang akan datang

- Pengaruh saingan yang ada
- Jarak daerah pemasaran dan cara mencapai daerah tersebut

c. Tenaga listrik dan bahan bakar

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai tenaga listrik dan bahan bakar adalah:

- Adanya tenaga listrik dan bahan bakar
- Kapasitas persediaan pada saat sekarang dan yang akan datang
- Harga listrik dan bahan bakar

d. Sumber air

Pemilihan lokasi didasarkan pada pertimbangan mengenai :

- Kualitas air yang ada
- Persediaan air setiap saat
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air
- Kapasitas air
- Ongkos (harga air dan biaya pengolahan air)

e. Iklim dan alam sekitar

- Keadaan alam yang akan mempengaruhi tinggi rendahnya investasi untuk konstruksi bangunan
- Kelembaban dan temperatur udara
- Sering tidaknya terjadi bencana alam.

9.1.2. Faktor Khusus

a. Transportasi

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

- Jalan raya yang dapat dilalui kendaraan yang bermuatan besar
- Sungai yang dapat dilayari kapal atau perahu
- Lokasi pabrik dekat dengan pelabuhan yang memadai

b. Tenaga kerja

Dalam menentukan lokasi pabrik harus memperhatikan mudah tidaknya mendapatkan tenaga kerja buruh dan tenaga kerja ahli di sekitar lokasi pabrik.

c. Tempat tinggal tenaga kerja serta kondisi sosial lingkungannya.

c. Undang-undang dan peraturan

Undang-undang dan peraturan yang perlu diperhatikan antara lain :

- Ketentuan tentang daerah industri
- Ketentuan tentang penggunaan jalan umum yang ada
- Ketentuan umum lain bagi industri di daerah lokasi pabrik.

d. Karakteristik dan lokasi

Dalam memilih lokasi pabrik, maka harus memperhatikan karakteristik sebagai berikut :

- Struktur tanah, daya dukung pondasi bangunan pabrik dan pengaruh air
- Apakah daerah tersebut merupakan lokasi bebas sawah, rawa, bukit dan sebagainya
- Penyediaan dan fasilitas tanah untuk perluasan atau pembangunan unit baru.

e. Lingkungan sekitar pabrik

Hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- Adat istiadat atau kebudayaan daerah lokasi pabrik
- Fasilitas perumahan, sekolah dan tempat ibadah
- Fasilitas kesehatan dan rekreasi

f. Limbah

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai limbah antara lain :

- Jenis buangan yang dapat berupa padatan, cairan, slurry maupun gas
- Ada tidaknya tempat pembuangan
- Pengolahan pembuangan

9.2. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah suatu penempatan bangunan dan peralatan dalam pabrik yang meliputi areal proses, areal penyimpanan dan areal material handling yang dibuat sedemikian rupa sehingga pabrik bisa beroperasi secara efektif dan efisien.

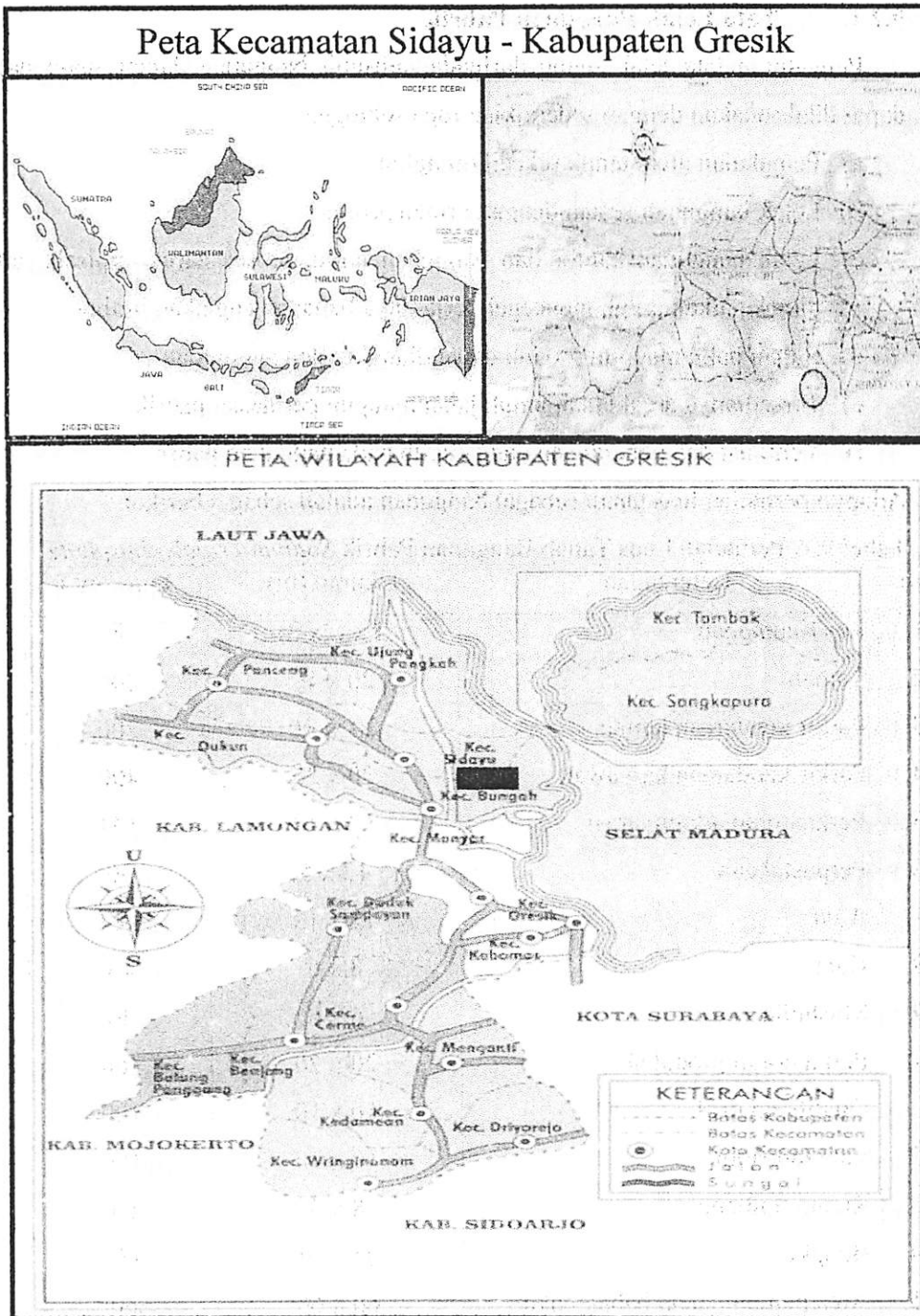
Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penentuan tata letak pabrik *Sodium Tripolyphosphate* adalah sebagai berikut :

- Penempatan alat harus sedemikian rupa sehingga memudahkan pemeliharaan
- Penyaluran secara ekonomis dari kebutuhan air dan steam, kemungkinan perluasan untuk masa depan
- Kemungkinan timbulnya bahaya, seperti kebakaran dan ledakan
- Ruang yang cukup untuk pergerakan pekerja dan pemindahan barang-barang
- Masalah penyaluran zat-zat buangan pabrik
- Pondasi dari bangunan dan peralatan kerja (mesin-mesin)
- Bentuk kerangka bangunan, atap dan tembok
- Penerangan dan ventilasi ruangan yang cukup.

Tata letak pabrik dapat dibagi menjadi 2 bagian :

1. Tata letak bangunan (*Plant Layout*)
2. Tata letak peralatan (*Process Layout*)





Skala : 1 : 75.000

■ : Lokasi Pabrik SODIUM TRIPOLYPHOSPHATE

Gambar 9.1 Peta Lokasi Pabrik SODIUM TRIPOLYPHOSPHATE

9.2.1. Tata Letak Bangunan Pabrik

Pengaturan tata letak ruang daripada unit-unit bangunan dalam suatu pabrik, dapat dilaksanakan dengan sedemikian rupa sehingga :

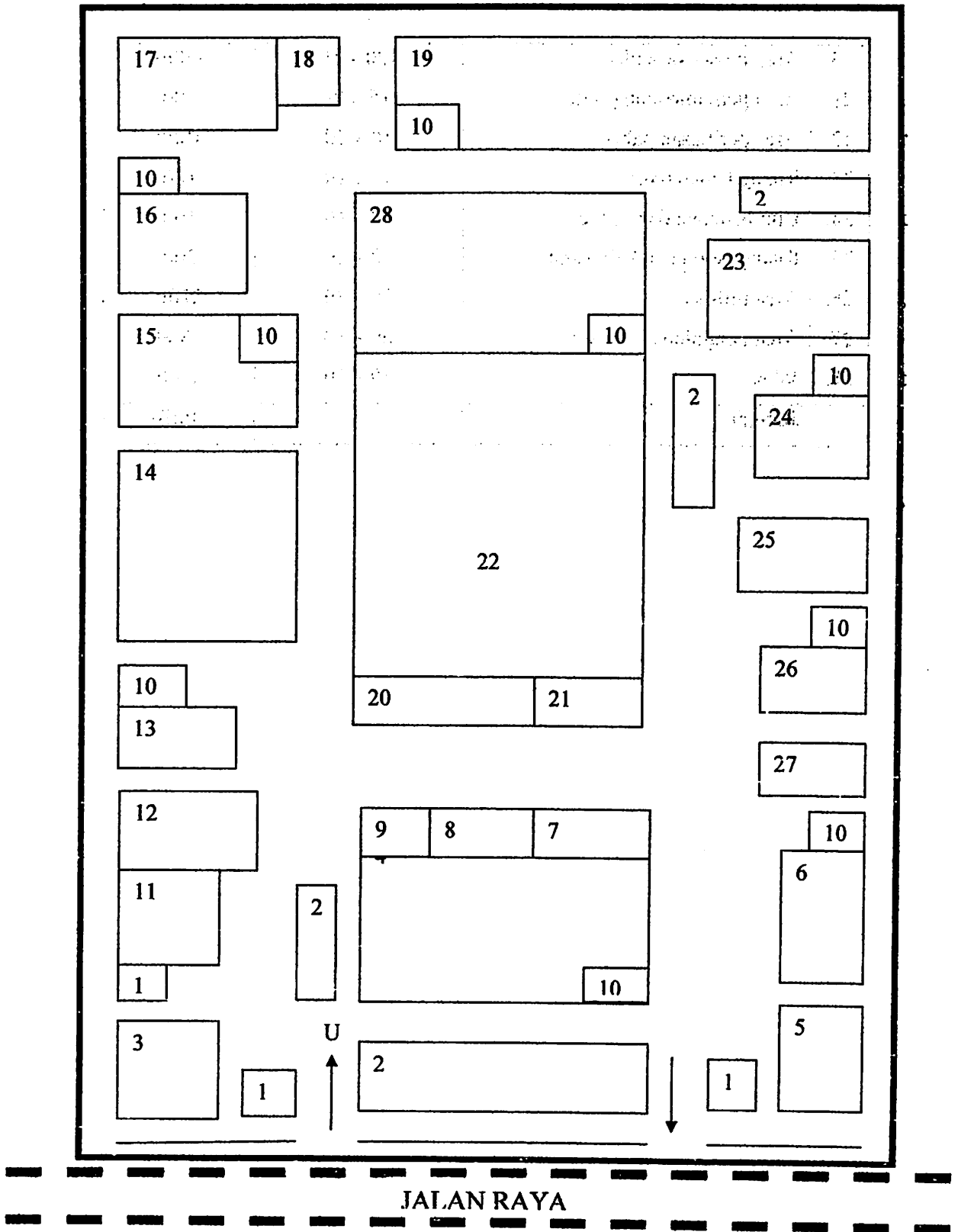
- a) Pemakaian areal tanah sekecil mungkin
- b) Letak bangunan sesuai dengan urutan proses
- c) Letak bangunan kantor dan bangunan untuk proses harus terpisah, hal ini dimaksudkan untuk mencegah terjadinya bahaya yang akan timbul
- d) Bahan baku maupun produk dapat diangkut dengan mudah
- e) Tersedianya areal tanah untuk jalan maupun perluasan pabrik
- f) Ventilasi dan penerangan yang cukup pada bangunan pabrik.

Adapun perincian luas tanah sebagai bangunan adalah sebagai berikut :

Tabel 9.1. Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik *Sodium Tripolyphosphate*

No.	Keterangan	Ukuran (m)	Luas (m ²)
1.	Pos Keamanan	2 x (2x 2)	8
2.	Taman	20 x 10	200
3.	Parkir kendaraan taman	20 x 10	200
4.	Parkir kendaraan karyawan	20 x 20	400
5.	Perkantoran administrasi	12 x 12	144
6.	Perpustakaan	12 x 5	60
7.	Aula	12 x 12	144
8.	Kantin	8 x 6	48
9.	Musholla	6 x 6	36
10.	Perkantoran produksi	20 x 20	400
11.	Quality control	10 x 10	100
12.	Laboratorium	10 x 10	100
13.	Ruang timbang	8 x 8	64
14.	Bengkel	15 x 10	150
15.	Area penyimpanan bahan baku	60 x 60	3600
16.	Ruang control	8 x 8	64
17.	Toilet	3 x (2 x 2)	12
18.	Poliklinik	8 x 5	40
19.	Kantor Littang	20 x 10	200

20.	Area proses produksi	120 x 50	6000
21.	Area penyimpanan produk	15 x 20	300
22.	Area perluasan pabrik	50 x 20	1000
23.	Ruang bahan bakar	10 x 10	100
24.	Unit instalasi dan ganset	10 x 10	100
25.	Ruang pemadam kebakaran	10 x 20	200
26.	Area utilitas	70 x 30	2100
27.	Area pengolahan limbah	60 x 30	1800
28.	Jalan	50 x 50	2500
	Jumlah		20070



Skala 1 : 1000

Gambar 9.2. Tata Letak Pabrik Sodium Tripolyphosphate

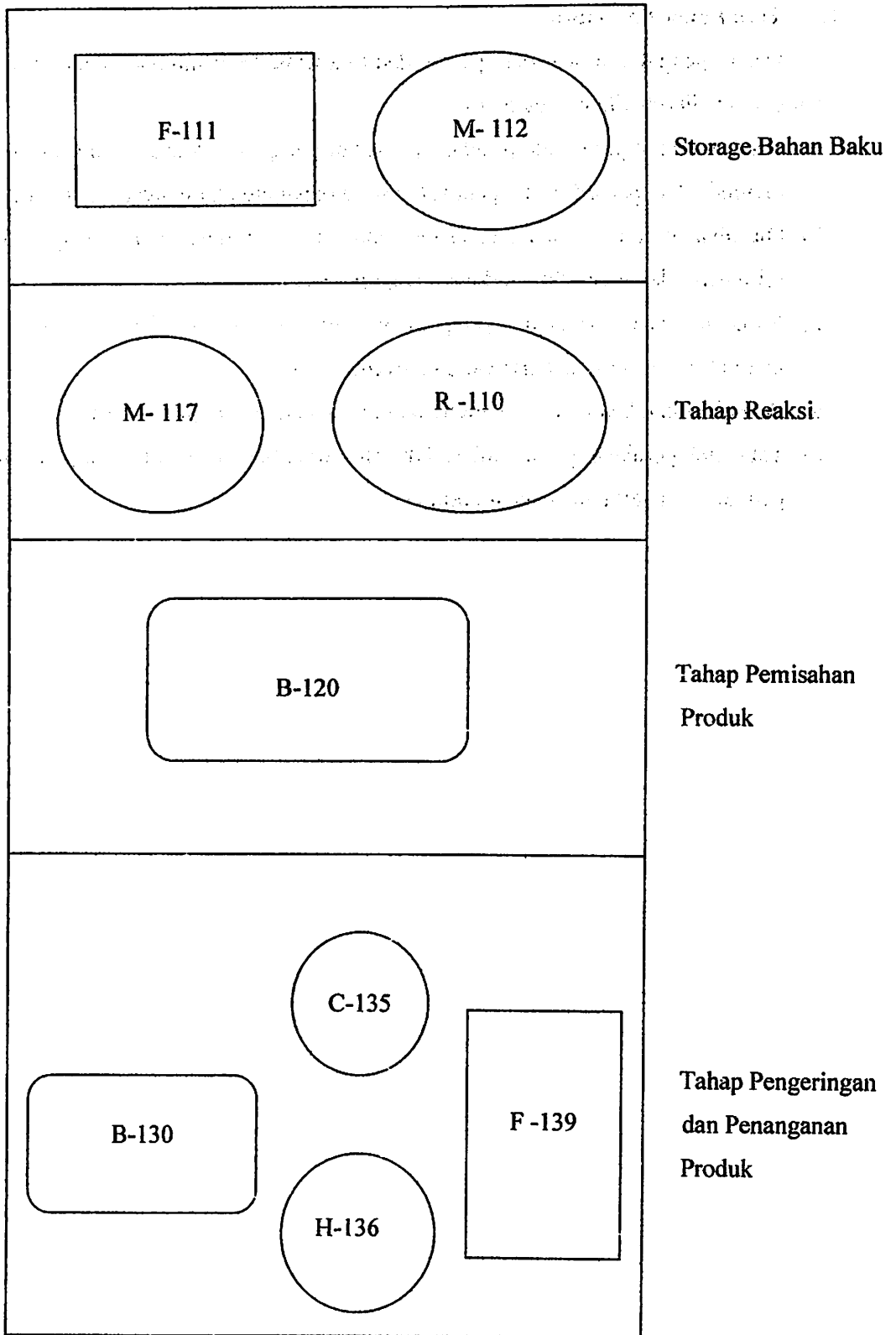
9.2.2. Tata Letak Peralatan

Dalam pengaturan tata letak pabrik dan tata letak peralatan ada beberapa faktor yang harus diperhatikan, antara lain :

- a) Letak ruangan yang cukup antara peralatan yang satu dengan yang lain untuk memudahkan pemeriksaan, perawatan serta dapat menjamin keselamatan kerja
- b) Diusahakan setiap alat tersusun berurutan menurut fungsinya masing-masing, sehingga tidak menyulitkan dalam pengoperasian
- c) Walaupun dalam ruangan yang penuh alat, harus diusahakan agar dapat menimbulkan suasana kerja yang menyenangkan
- d) Peletakan peralatan harus memperhatikan keselamatan operatornya
- e) Tata letak peralatan proses didasarkan pada areal bahan baku, reaksi, pemisahan, pengeringan serta penanganan produk.



Fig. 9.2.2. Tata Letak Peralatan



Gambar 9.3. Tata Letak Peralatan Pabrik

IX-12

Keterangan gambar 9. 3 :

- F-111 : Storage Natrium Karbonat
- M -112 : Storage Asam Fosfat
- M-117 : Tangki Pengencer Asam Fosfat
- R-110 : Reaktor
- B-120 : Dryer-Calsiner
- B-130 : Rotary Cooler
- C-135 : Ball Mill
- H-136 : Screening
- F-139 : Bin Produk



BAB X

STRUKTUR DAN ORGANISASI

10.1. Dasar Perusahaan

- Bentuk Perusahaan : PT (Perseroan Terbatas)
- Sistem Organisasi : Garis dan Staff
- Jenis Industri : Padat - cair
- Kapasitas : 30.000 ton/tahun
- Lokasi : Kawasan Industri Gresik

10.2. Bentuk Perusahaan

Pabrik Natrium Tripolifosfat merupakan perusahaan swasta berskala nasional yang berbentuk perusahaan terbatas (PT). Pemilihan bentuk perusahaan ini didasarkan pada pertimbangan sebagai berikut :

- Modal selain dari bank yaitu dengan menjual sejumlah saham dengan begitu perusahaan bisa mendapat modal.
- Wewenang pemegang saham terbatas, sebab segala sesuatu yang menyangkut kelancaran perusahaan dipegang oleh pemimpin perusahaan.
- Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya seorang pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.
- Diharapkan dapat membuka lapangan usaha yang lebih luas bagi sebagian masyarakat luas.
- Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.

10.3. Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi bertujuan untuk mempermudah dan memperlancar kegiatan perencanaan, koordinasi dan pengawasan terhadap jalannya kegiatan perusahaan untuk mencapai tujuan dan visi perusahaan. Pada umumnya organisasi

dibuat dalam suatu struktur yang merupakan gambaran secara skematis tentang hubungan atau kerjasama antar departemen yang terdapat dalam kerangka usaha untuk mencapai suatu tujuan tertentu.

Struktur perusahaan yang digunakan adalah sistem garis dan staff dengan alasan memakai sistem ini adalah garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis, dimana seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab kepada seorang atasan saja. Adanya pembagian tugas yang jelas, bakat yang berbeda - beda dari anggota dapat berkembang menjadi spesialisasi dan disiplin tinggi.

10.4. Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab

Pembagian kerja dalam organisasi perusahaan merupakan pembagian jabatan dan tanggungjawab antara satu pengurus dan pengurus yang lain sesuai dengan strukturnya. Penjelasan dari setiap jabatan dalam organisasi perusahaan ini diterangkan sebagai berikut :

10.4.1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk mendirikan pabrik dengan cara membeli saham perusahaan. Mereka merupakan pemilik perusahaan dimana jumlah yang dimiliki tergantung sesuai dengan besarnya saham yang dimiliki, sedangkan kekayaan pribadi pemegang saham tidak dipertanggungjawabkan sebagai jaminan atas hutang-hutang perusahaan. Pemegang saham harus menanamkan sahamnya paling sedikit satu tahun. Mereka mempunyai kekuasaan tertinggi dalam Perseroan Terbatas (PT).

10.4.2. Dewan Komisaris

Dewan komisaris ini bertindak sebagai wakil dari pemegang saham. Dewan komisaris diangkat menurut ketentuan yang ada dalam perjanjian dan dapat diberhentikan setiap waktu oleh rapat umum pemegang saham apabila mereka bertindak bertentangan dengan anggaran dasar atau kepentingan perseroan tersebut. Adapun tugas dewan komisaris :

- Mengawasi direktur utama dan berusaha agar tindakan direktur utama tidak merugikan perusahaan
- Menentukan dan memutuskan siapa yang menjabat sebagai direktur dan menetapkan kebijaksanaan perusahaan.

- Menyetujui atau menolak rencana yang diajukan oleh direktur utama
- Mengadakan evaluasi atau pengawasan tentang hasil yang diperoleh perusahaan
- Memberi nasehat kepada direktur utama bila ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan

10.4.3. Direktur Utama

Direktur Utama adalah pimpinan perusahaan yang bertanggungjawab kepada Dewan Komisaris dan membawahi Direktur Teknik dan Direktur Administrasi. Adapun tugas dan wewenang Direktur Utama adalah sebagai berikut :

- Bertanggungjawab kepada Dewan Komisaris
- Menetapkan kebijakan peraturan dan tata tertib baik keluar maupun kedalam perusahaan.
- Mengkoordinasi kerja sama antara Direktur Teknik dan Direktur Administrasi
- Mengatur dan mengawasi keuangan perusahaan
- Bertanggungjawab atas kelancaran perusahaan

10.4.4. Penelitian dan Pengembangan (Litbang)

Litbang merupakan staff direktur utama yang terdiri dari ahli teknik dan ahli ekonomi. Tugas dan wewenang litbang :

- Memberikan nasehat dan informasi mengenai masalah teknik dan ekonomi kepala direktur utama.
- Membantu direktur utama dalam bidang penelitian dan pengembangan organisasi perusahaan, teknik proses dan sebagainya sehingga dapat memajukan perusahaan.

10.4.5. Direktur Teknik

Direktur teknik membawahi bagian teknik dan produksi, dan bertanggungjawab terhadap bagian produksi di pabrik, baik produksi langsung maupun perangkat dalam membantu atau menunjang produksi. Tugas dan tanggungjawab direktur teknik adalah sebagai berikut :

- Pengawasan produksi dan peralatan pabrik
- Perbaikan dan pemeliharaan alat produksi dan utilitas

- Perencanaan jadwal produksi dan penyediaan sarana produksi

10.4.6. Direktur Administrasi

Direktur administrasi ini berkaitan dengan segala kegiatan diluar produksi, tetapi sangat erat hubungannya dengan kegiatan pabrik. Karena dalam perusahaan, direktur ini mengatur dan mengelola segala hal yang berkaitan dengan lingkungan eksternal dengan membawahi bagian keuangan dan pemasaran. Adapun tugas dan wewenang Direktur Administrasi sebagai berikut :

- Biaya – biaya untuk produksi
- Pemasaran dan pengadaan
- Untung rugi dari perusahaan
- Administrasi perusahaan

10.4.7. Kepala Bagian

Tugas dan wewenang Kepala Bagian adalah sebagai berikut :

- Membantu direktur Teknik dan Direktur Administrasi dalam pelaksanaan aktivitas pada bagian masing – masing.
- Memberi pengawasan dan pengarahan kepada seksi – seksi bawahannya.
- Menyusun laporan dari hasil yang dicapai oleh masing – masing bagian.
- Bertanggungjawab atas kerjasama bawahannya.

Kepala Bagian terdiri dari beberapa bagian yaitu :

1. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada kepala direktur teknik dalam bidang mutu produksi. Kepala bagian produksi merupakan kepala bagian yang bertanggungjawab atas semua bagian produksi, mulai dari perencanaan, pembuatan atau produksi dan pengendalian mutu produk. Seksi-seksi yang dibawahinya adalah :

a. Seksi Proses

Bertugas untuk mengatur dan mengawasi pelaksanaan jalannya proses produksi yang terjadi dan bertanggungjawab atas jalannya masing-masing proses.

b. Seksi Laboratorium

Bertugas mengawasi dan mengontrol kualitas bahan baku, dan produk. Agar produk yang diterima konsumen mempunyai kualitas yang sesuai dengan standart yang telah ditetapkan.

c. Seksi Gudang

Bertugas dalam penyediaan bahan baku, pengepakan atau pengemasan produk jadi dan menimbun atau menyimpan dalam gudang serta merencanakan pengiriman produk ke luar pabrik.

2. Kepala Bagian Teknik

Kepala bagian teknik adalah kepala bagian yang bertanggungjawab atas semua kegiatan penunjang dalam proses produksinya. Seksi-seksi yang dibawahinya adalah :

a. Seksi Utilitas

Bertugas untuk mengawasi dan mengatur pelaksanaan penyediaan air pendingin, steam, bahan bakar dan listrik.

b. Seksi Perawatan

Bertugas untuk merawat, memelihara gedung, taman dan peralatan proses termasuk utilitas. Dan juga bertugas dalam memperbaiki peralatan yang rusak dan mempersiapkan suku cadangnya, agar peralatan tersebut dapat dipergunakan lagi dalam proses produksi.

3. Kepala Bagian Umum

Bertanggung jawab kepada direktur administrasi dalam bidang hubungan masyarakat (Humas). Kabag umum mempunyai tugas untuk merencanakan, mengelola dan mendayagunakan sumber daya manusia, baik sumber daya manusia yang sudah ada maupun merekut sumber daya manusia yang baru. Selain itu Kabag umum juga mempunyai tugas untuk mengatur masalah karyawan, jenjang karier dan masalah penempatan karyawan. Seksi-seksi yang dibawahinya meliputi :

a. Seksi Hubungan Masyarakat (Humas)

Bertugas untuk mencari tenaga kerja baru apabila perusahaan membutuhkan tenaga kerja baru. Tugasnya mulai dari penyebaran iklan, lowongan, pengadaan test, pemilihan danm pelatihan tenaga kerja baru.

b. Seksi Keamanan dan Transportasi

Bertugas untuk memperhatikan dan menjaga keamanan pabrik, para staff dan karyawan. Mengatur sarana transportasi untuk keperluan pengangkutan bahan baku maupun produk.

c. Seksi Kesehatan dan Kesejahteraan Pekerja

Bertugas untuk menjaga dan memberi layanan kesehatan kepada seluruh karyawan selain itu juga mengatur semua kegiatan yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan, mulai dari tunjangan, memberikan cuti, JAMSOSTEK sampai mengatur pensiunan karyawan.

4. Kepala Bagian Pemasaran dan Keuangan

Bertanggungjawab kepada Direktur Administrasi dalam bidang pemasaran dan keuangan. Kepala bagian pemasaran dan keuangan mempunyai tugas menentukan daerah pemasaran dan melakukan riset market serta menangani masalah promosi, keuangan dan pembukuan. Seksi-seksi yang dibawahinya adalah :

a. Seksi Riset dan Development

Bertugas untuk meneliti dan mengupayakan agar hasil-hasil produksi dapat disalurkan ke jalur-jalur distribusi yang tepat sehingga hasil produksi mempunyai harga jual yang terjangkau. Seksi ini juga bertugas mengenalkan produk kepada konsumen-konsumen yang membutuhkan atau pabrik - pabrik lain yang menggunakan produk sebagai bahan baku produk lain. Dan juga bertugas dalam menarik minat konsumen untuk membeli produk yang dihasilkan.

b. Seksi Pemasaran

Bertugas dalam menjual hasil produksi dengan harga jual yang telah ditetapkan.

c. Seksi keuangan dan pembukuan

Bertugas dalam mengamankan keuangan perusahaan, perencanaan keuangan dimasa yang akan datang, perhitungan uang perusahaan dan membayar gaji karyawan.

10.5. Jadwal Kerja

Pabrik Natrium Tripolifosfat ini beroperasi selama 330 hari dalam setahun kerja 24 jam sehari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan atau alat dan *shut down*. Pada pabrik ini pembagian jam kerja karyawan dibagi menjadi dua golongan, yaitu :

10.5.1. Karyawan Non Shift

Untuk karyawan yang bekerja di kantor, total jam kerja 40 jam/minggu dengan perincian 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
 Minggu : Libur, begitu juga dengan hari libur yang telah ditetapkan oleh pemerintah sebagai hari libur

10.5.2. Karyawan Shift

Adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur masalah keamanan dan kelancaran produksi. Termasuk dalam karyawan shift ini adalah operator produksi, bagian laboratorium dan quality control, keamanan, sebagian dari pemeliharaan, dan bagian gudang. Para karyawan shift akan bekerja secara bergantian sehari semalam.

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

Untuk kegiatan produksi ini diperlukan 3 regu karyawan dimana jam kerja setiap shiftnya selalu bergantian setiap minggunya, dan jadwal kerja dapat ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 10.1. Jadwal Kerja Karyawan Pabrik

Regu	Minggu		
	Pertama	Kedua	Ketiga
I	Pagi	Siang	Malam
II	Siang	Malam	Pagi
III	Malam	Pagi	Siang

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

10.6. Status Karyawan

Menurut statusnya, karyawan pabrik Natrium Tripolifosfat ini dapat dibagi menjadi 2 golongan sebagai berikut :

1. Karyawan Tetap

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan SK direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai kedudukan, keahlian dan masa kerja.

2. Karyawan Borongan

Yaitu karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan

10.7. Penggolongan dan Tingkat Pendidikan Karyawan

Tabel 10.2. Tingkat Pendidikan Karyawan

No.	Jabatan	S ₂	S ₁	D ₃	SMU
1	Direktur Utama	√			
2	Direktur Teknik	√			
3	Direktur Administrasi	√			
4	Staff Litbang	√			
5	Sekretaris Direktur		√		
6	Kepala Bagian Teknik		√		
7	Kepala Bagian Produksi		√		
8	Kepala Bagian Umum		√		
9	Kepala Bagian Keuangan		√		
10	Kepala Bagian Pemasaran & Keuangan		√		
11	Kepala Seksi Proses		√		
12	Kepala Seksi Laboratorium		√		
13	Kepala Seksi Gudang		√		

14	Kepala Seksi Utilitas		√		
15	Kepala Seksi Perawatan		√		
16	Kepala Seksi Hubungan Masyarakat		√		
17	Kesie Keamanan & Transportasi		√		
18	Kasie Kesehatan & Kesejahteraan		√		
19	Kepala Seksi Riset dan Development		√		
20	Kepala Seksi Pemasaran		√		
21	Kepala Seksi Keuangan & Pembukuan		√		
22	Karyawan Proses			√	
23	Karyawan Laboraturium				√
24	Karyawan Gudang				√
25	Karyawan Utilitas				√
26	Karyawan Perawatan				√
27	Karyawan Hubungan Masyarakat				√
28	Karyawan Keamanan & Transportasi				√
29	Karyawan Kesehatan & Kesejahteraan				√
30	Karyawan Riset dan Development				√
31	Karyawan Pemasaran			√	
32	Karyawan Litbang			√	
33	Karyawan Keuangan & Pembukuan				√
34	Karyawan Gudang				√
35	Dokter		√		
36	Kafetaria				√

10.8. Jumlah Karyawan

Jumlah karyawan yang dibutuhkan demi terselenggaranya Pra Rencana Pabrik Natrium Tripolifosfat ini dapat dilihat pada tabel 10.3.

Tabel 10.3. Jumlah Karyawan

No.	Jabatan	Jumlah
1	Dewan Komisaris	5
2	Direktur Utama	1
3	Direktur Teknik	1
4	Direktur Administrasi	1
5	Staff Litbang	2
6	Sekretaris Direktur	3
7	Kepala Bagian Teknik	1
8	Kepala Bagian Produksi	1
9	Kepala Bagian Umum	1
10	Kepala Bagian Keuangan	1
11	Kepala Bagian Pemasaran & Keuangan	1
12	Kepala Seksi Proses	1
13	Kepala Seksi Laboratorium	1
14	Kepala Seksi Gudang	1
15	Kepala Seksi Utilitas	1
16	Kepala Seksi Perawatan	1
17	Kepala Seksi Hubungan Masyarakat	1
18	Kesie Keamanan & Transportasi	1
19	Kasie Kesehatan & Kesejahteraan	1
20	Kepala Seksi Riset dan Development	1
21	Kepala Seksi Pemasaran	1
22	Kepala Seksi Keuangan & Pembukuan	1
23	Karyawan Proses	78
24	Karyawan Laboratorium	8
25	Karyawan Gudang	4
26	Karyawan Utilitas	2
27	Karyawan Perawatan	15
28	Karyawan Hubungan Masyarakat	2
29	Karyawan Keamanan & Transportasi	10

30	Karyawan Kesehatan & Kesejahteraan	3
31	Karyawan Riset dan Development	4
32	Karyawan Pemasaran	3
33	Karyawan Keuangan & Pembukuan	2
34	Karyawan Litbang	2
35	Dokter	1
36	Kafetaria	2
Jumlah		165

Perhitungan jumlah tenaga operasional bagian proses produksi berdasarkan pada Timmerhouse halaman 198 fig.6-8, maka diperlukan karyawan sebanyak 52 orang – jam/hari/tahapan proses.

Pada pabrik ini terdapat 4 tahapan proses dan 3 shift, tiap shift bekerja selama 8 jam. Maka jumlah karyawan adalah :

$$\frac{52 \text{ orang – jam/ tahapan proses} \times 4 \text{ tahapan proses}}{8 \text{ jam}} = 26 \text{ orang/shift}$$

Jumlah karyawan proses keseluruhan adalah : $26 \times 3 \text{ shift} = 78 \text{ orang}$

Sedangkan jumlah karyawan total dari pabrik Natrium Tripolifosfat ini yaitu 165 orang karyawan.

10.9. Sistem Pengupahan Karyawan

Pra Rencana Pabrik Natrium Tripolifosfat, besar kecilnya upah uang yang didasarkan pada :

- a. Tingkat pendidikan
- b. Pengalaman kerja
- c. Tanggungjawab dan kedudukan
- d. Keahlian yang dimiliki

Dengan didasarkan atas kebutuhan dan perbedaan status ini, maka sistem pengupahan pada pabrik ini dibedakan menjadi :

- a. Upah bulanan

Upah bulan diberikan kepada karyawan tetap yang besarnya berbeda-beda untuk setiap karyawan dan diberikan pada akhir bulan.

b. 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.

10.10. Jaminan Sosial dan Kesejahteraan Karyawan

Jaminan sosial adalah jaminan yang diterima pihak karyawan diluar kesalahannya, sehingga tidak dapat melakukan pekerjaannya. Jaminan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan adalah :

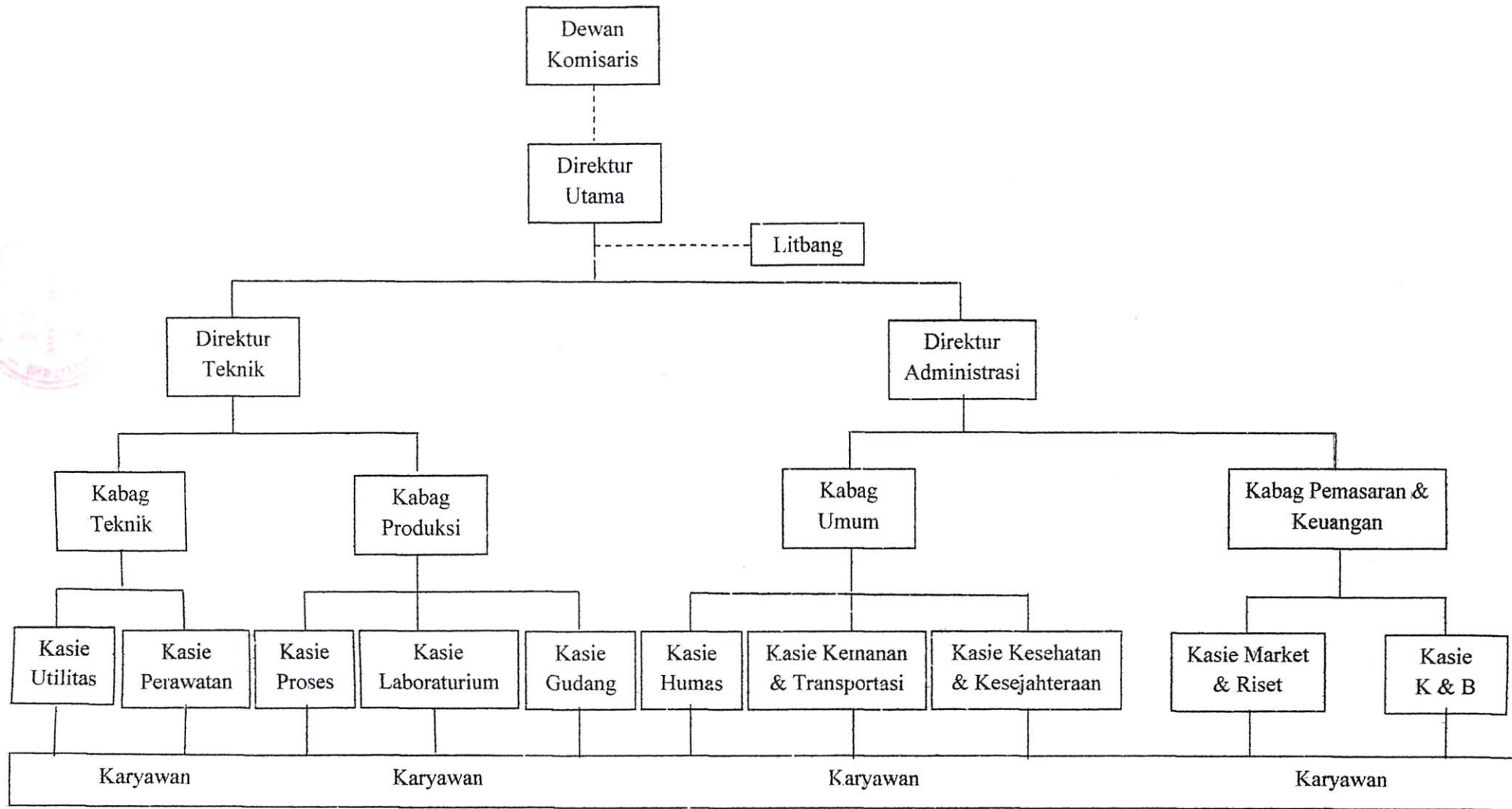
a. Tunjangan

- Tunjangan dluar gaji pokok, diberikan kepada tenaga kerja tetap berdasarkan prestasi yang telah dilakukan.
- Tunjangan lembur diberikan kepada tenaga kerja yang bekerja diluar jam kerja.

b. Fasilitas

Disediakan kendaraan dinas berupa :

- Kendaraan roda empat bagi direktur
- Kendaraan roda dua bagi kepala bagian
- Kendaraan antar jemput bagi para kepala seksi dan karyawan bawahannya atau diganti dengan uang transportasi.



Gambar 10.1. Struktur Organisasi

BAB XI

ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi merupakan suatu cara untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan menguntungkan atau tidak. Oleh karena itu di dalam pra rencana pabrik Sodium Tripolyphosphat ini dibuat evaluasi untuk mengetahui berapa investasi yang diperlukan untuk mendirikan pabrik Sodium Tripolyphosphat tersebut. Cara untuk mengetahui jumlah investasi yang dibutuhkan oleh pabrik Sodium Tripolyphosphat dapat menggunakan beberapa cara, antara lain :

- 1. *Internal rate of return (IRR)*
- 2. *Pay out Time (POT)*
- 3. *Break Eevent Point (BEP)*
- 4. *Retrn of Invesment (ROI)*

Untuk meninjau metode-metode diatas perlu diadakan penafsiran terhadap beberapa hal yang menyangkut administrasi perusahaan dan jalannya proses.

11.1. Faktor – faktor Penentu

A. Total Capital Investment (TCI)

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

1. Fixed capital Investment (Modal Tetap)

Yaitu modal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik dan fasilitas FCI dibagi menjadi :

a. Direct cost

Yaitu modal yang langsung digunakan dalam proses, meliputi :

- Pembelian peralatan
- Instalasi dan pemasangan peralatan
- Instrumentasi dan kontrol
- Perpipaan
- Peralatan listrik
- Bangunan

- Tanah
- Fasilitas pelayanan
- Pengembangan lahan

b. Indirect cost

Yaitu biaya atau modal yang dikeluarkan secara tidak langsung dikeluarkan untuk keperluan proses, meliputi :

- **Engineering dan supervisi**
- **Konstruksi**
- **Biaya kontraktor**
- **Biaya tak terduga (contingency)**

2. Work Capital Investment

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

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

Sehingga : $TCI = FCI + WCI$

B. Biaya Produksi

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

a. Biaya pembuatan

Yaitu semua biaya untuk proses yang meliputi :

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

b. Biaya umum

Yaitu biaya yang tidak berhubungan dengan proses, meliputi :

- **Biaya administrasi**

- Biaya distribusi dan pemasaran
- Litbang.

Berdasarkan sifatnya, biaya produksi dibagi menjadi :

a. Biaya tetap

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

- Bunga Bank
- Asuransi
- Depresiasi
- Pajak, dll

b. Biaya semi variabel (SVC)

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

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

C. Penaksiran Harga Alat

Harga suatu alat setiap saat dapat berubah sesuai dengan perubahan kondisi ekonomi. Karena perubahan kondisi ini maka terdapat beberapa cara untuk mengkonversi harga suatu alat yang sama beberapa tahun yang lalu, sehingga diperoleh harga yang ekuivalen dengan harga sekarang. Harga alat pada pabrik Sodium Tripolyphosphate ini didasarkan pada data harga alat yang terdapat pada literatur Peter and Timmerhaus serta G.D. Ulrich.

Untuk menaksir harga alat pada tahun 2005 digunakan persamaan berikut :

$$C_x = \frac{I_x}{I_k} \times C_k \dots\dots\dots(1)$$

$$V_A = V_B \times \left(\frac{\text{Kapasitas alat A}}{\text{Kapasitas alat B}} \right)^n \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

C_x = Taksiran harga alat pada tahun 2016

- C_K = Taksiran harga alat pada tahun 2011
- I_X = Indeks harga pada tahun 2016
- I_K = Indeks harga pada tahun 2011
- V_A = Harga alat dengan kapasitas A
- V_B = Harga alat dengan kapasitas B
- n = Harga eksponen alat tertentu (Peter & Timmerhause, 167)

11.2. Perhitungan Analisa Ekonomi

A. Penentuan Total Capital Investment (TCI)

a. Modal langsung

Harga Peralatan		E = Rp	34,020,097,036
Instalasi alat	45%	E = Rp	15,309,043,666.02
Instrumentasi dan kontrol	18%	E = Rp	6,123,617,466.41
Perpipaan	45%	E = Rp	15,309,043,666.02
Listrik	11%	E = Rp	3,742,210,673.92
Bangunan + tanah	2%	E = Rp	Rp1,400,000,000
Fasilitas layanan	45%	E = Rp	15,309,043,666.02
Pengembangan lahan	10%	E = Rp	3,402,009,703.56
Total Direct Cost (DC)			Rp -60,594,968,842

b. Modal tak langsung (Indirect Cost)

Engineering	33%	E = Rp	11,226,632,021
Biaya konstruksi	41%	E = Rp	13,948,239,785
Total Indirect Cost (IC)			Rp 25,174,871,806

c. Total Plant Coast (TPC)

$TPC = DC + IC = \text{Rp. } 85769840648,-$

d. Modal Tetap (FCI)

Biaya kontraktor	35%	(DC + IC) = Rp	30019444227
Biaya tak terduga	45%	(DC + IC) = Rp	38596428292
Total Fix Capital Investment (FCI)			Rp 1.54386E+11

e. Modal Kerja (WC)

Work Capital Investment (WCI) = 15% TCI
 Total Capital Investment (TCI) = WCI + FCI
 $TCI = 15\%TCI + 1.543857132E+11$
 $TCI = 1.54386E+11$
 $TCI = 1.81630E+11$
 $WCI = 15\% \times 1.81630E+11$
 $= \text{Rp}27,244,537,618$

B. Biaya Pembuatan

a. Biaya produksi langsung

Bahan baku		= Rp	8,582,227,170
Gaji karyawan		= Rp	4,955,760,000
Utilitas		= Rp	2,013,747,808
Pemeliharaan	5% FCI	= Rp	7,719,285,658
Laboratorium	10% Gaji	= Rp	495,576,000
Paten & Royalti	3% TPC	=	0,03 TPC
Supervisi	15% Gaji	= Rp	743,364,000
Total DPC		= Rp	24,509,960,636 + 0,03 TPC

b. Biaya produksi tetap

Depresiasi alat	10% E	= Rp	3402009704
Pajak kekayaan	2% FCI	= Rp	3087714263
Asuransi	0.8% FCI	= Rp	1235085705
Bunga pinjaman	20% modal pinj.	= Rp	14530420063
Depresiasi bangunan	2% Bangunan	= Rp	800000000
Total FPC		= Rp	23055229735

c. Biaya Over Head Pabrik

Biaya overhead = 50% × (gaji + supervisi + pemeliharaan)
 = 50% × Rp 13,418,409,658
 = Rp 6,709,204,829

d. Biaya pengeluaran umum (GE)

- Administrasi (30% TPC) = Rp. 6.560.715.913,-
 - Distribusi dan pemasaran (30% TPC) = Rp. 6.560.715.913,-
 - R & D (8% TPC) = Rp. 13.121.431.827,-
- Total biaya umum = Rp. 26.242.863.653,-**

e. Biaya produksi total (TPC)

TPC = DPC + FPC + Overhead + GE = Rp. 23.055.229.735,-

C. Analisa Profitabilitas

Asumsi yang diambil:

a. Modal yang digunakan terdiri dari:

1. Modal sendiri (60%):
2. Modal pinjaman (40%):

b. Bunga kredit = 20% per tahun

c. Masa konstruksi

Tahun I = 60% modal sendiri + 40% modal pinjaman

Tahun II = 60 % modal sendiri + 40 % modal pinjaman

d. Pengembalian pinjaman dalam waktu 3 tahun 8 bulan

e. Umur pabrik 10 tahun

f. Kapasitas produksi

Tahun I = 80 % dari produksi total

Tahun II = 100 % dari produksi total

g. Pajak penghasilan = 30 % per tahun

Menghitung total investasi :

Masa konstruksi tahun I :

Modal sendiri = 60 % TCI = Rp. 1.08978 x 10¹¹,-

Modal pinjaman = 40 % TCI = Rp. 72652100314,-

Masa konstruksi tahun II :

Modal sendiri = 60 % Tahun I = Rp. 65386890282,-

Modal pinjaman = 40 % Tahun II = Rp. 29060840126,-

Menghitung biaya variabel (VC)

Bahan Baku = Rp. 8,582,227,170

Pengemasan = Rp. 1,800,000,000

Utilitas = Rp. 2,013,747,808

Gaji = Rp. 4,955,760,000

Total VC = Rp. 17,351,734,978

Biaya Semi Variabel (SVC)

Biaya Overhead = Rp. 6,709,204,829

Pemeliharaan = Rp. 7,719,285,658

Laboratorium = Rp. 495,576,000

Biaya umum = Rp. 111,532,170,525

Total SVC = Rp. 126,456,237,013

Laba untuk kapasitas pabrik 100 %

Laba kotor = total penjualan – total biaya produksi

= Rp. 231.000.000.000 – Rp. 164.017.897.832

= Rp. 66.982.102.168,-

Pajak penghasilan = 30% dari laba kotor

Laba bersih = Laba kotor (1 – % pajak)

= Rp 66.982.102.168 x (1 – 0,30)

= Rp 46.887.471.518,-

Nilai penerimaan Cash Flow setelah pajak (CA)

$$\begin{aligned}
 C_A &= \text{Laba bersih} + \text{Depresiasi alat} \\
 &= \text{Rp. } 46.887.471.518 + \text{Rp. } 3.402.009.704 \\
 &= \text{Rp. } 50.298.481.221,-
 \end{aligned}$$

Menghitung penilaian investasi :

1. POT

$$\begin{aligned}
 \text{POT} &= \frac{\text{FCI} + (20\% \text{TCI})}{\text{Cash flow}} \times 1 \text{ tahun} \\
 &= \frac{\text{Rp. } 154.385.713.167,- + \text{Rp. } 3.63261\text{E} + 10,-}{\text{Rp. } 50.289.481.221,-} \times 1 \text{ tahun} \\
 &= 3.79 \text{ tahun}
 \end{aligned}$$

2. ROI (return of investment)

Pajak = 30%

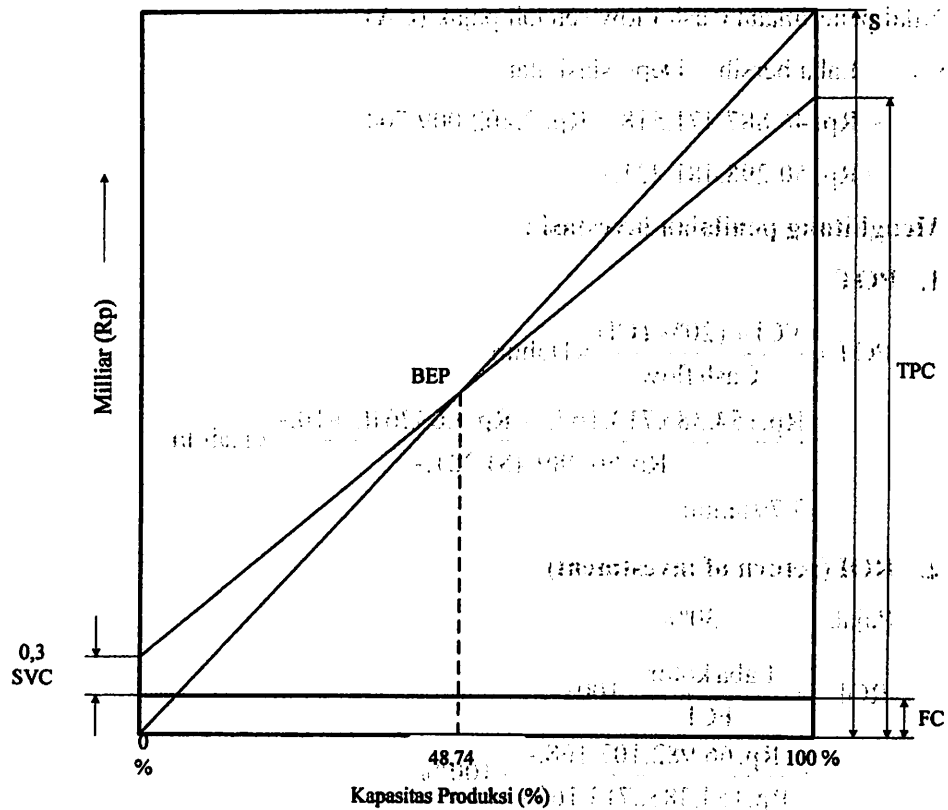
$$\begin{aligned}
 \text{ROI}_{\text{BT}} &= \frac{\text{Laba kotor}}{\text{FCI}} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Rp. } 66.982.102.168,-}{\text{Rp. } 154.385.713.167,-} \times 100\% \\
 &= 43.39\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ROI}_{\text{AT}} &= \frac{\text{Laba Bersih}}{\text{FCI}} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Rp. } 46.887.471.518,-}{\text{Rp. } 154.385.713.167,-} \times 100\% \\
 &= 30.37\%
 \end{aligned}$$

3. BEP

$$\begin{aligned}
 \text{BEP} &= \frac{\text{FPC} + 0,3\text{SVC}}{\text{S} - 0,7\text{SVC} - \text{VC}} \times 100\% \\
 &= 48.74\%
 \end{aligned}$$

Karena harga BEP diantara 30% - 60%, maka pabrik layak didirikan.



Gambar 11.1. Break Event Point Pra rencana pabrik Sodium Tripolyphosphate
Titik BEP terjadi pada kapasitas produksi = 48,74 % × 30.000 ton/tahun

$$=14623.025 \text{ ton/tahun}$$

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

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

Dimana : PBi = Keuntungan pada % kapasitas yang tercapai di bawah 100%

PB = keuntungan pada kapasitas 100%

% kapasitas = % kapasitas yang tercapai

$$\frac{PBi}{Rp.46.887.471.518,-} = \frac{(100 - 47,69) - (100 - 80)}{(100 - 47,69)}$$

$$PBi = Rp 28.960.699.766,-$$

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun pertama adalah :

$$C_A = \text{laba bersih tahun pertama} - \text{depresiasi alat}$$

$$= (Rp. 28.960.699.766,-) + (Rp. 3.402.009.704,-) = Rp. 32.362.709.469,-$$

4. SDP (shut down point)

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

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

$$= 30.32\%$$

Titik Shut Down Point terjadi pada kapasitas = 30.32 % × 30.000 ton/tahun
 = 9095.4699 ton/tahun.

5. NPV (net present value)

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

Langkah-langkah menghitung NPV :

a. Menghitung C_{A0} (tahun ke-0) untuk masa konstruksi 2 tahun :

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

$$= 0,4 \times Rp. 32362709469 \times (1 + 0,2)^2$$

$$= Rp. 17119873309,-$$

$$C_{A-1} = 60\% \times C_A \times (1 + i)^1$$

$$= 0,6 \times Rp. 32362709469 \times (1 + 0,2)$$

$$= Rp. 25679809964,-$$

$$C_{A-0} = -(C_{A-2} + C_{A-1})$$

$$= - Rp. 17119873309,-$$

b. Menghitung NPV tiap tahun

$$NPV = C_A \times Fd$$

$$Fd = \frac{1}{(1 + i)^n}$$

Dimana : NPV = Net Present Value

C_A = Cash flow setelah pajak

Fd = faktor diskon

i = tingkat bunga bank

n = tahun ke-n

Tabel 11.1 Cash Flow

Tahun	Cash flow/CA (Rp)	Fd (i = 0,15)	NPV
0	-42799683273	1	-42799683273
1	25679809964	0.869565217	22330269534
2	17119873309	0.756143667	12945083788
3	17119873309	0.657516232	11256594598
4	17119873309	0.571753246	9788343129
5	17119873309	0.497176735	8511602721
6	17119873309	0.432327596	7401393670
7	17119873309	0.37593704	6435994496
8	17119873309	0.326901774	5596516953
9	17119873309	0.284262412	4866536481
10	17119873309	0.247184706	4231770853
Nilai Sisa	0	0.247184706	0
WCI	27244537618	0.247184706	6734433024
Jumlah :			57298855972

Karena harga NPV positif maka pabrik layak didirikan.

6. IRR (internal rate of return)

Metode yang digunakan untuk menghitung tingkat bunga pada investasi. Harga IRR harus lebih tinggi dari tingkat bunga bank sehingga harus dipenuhi persamaan dibawah ini dengan cara trial.

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

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

i_2 = besarnya bunga pinjaman tahun ke-2 yang ditrial 17 %

Tabel 11.2. Cash Flow untuk IRR selama 10 tahun

Thn	Cash Flow/CA (Rp)	Fd (i = 0,15)	PV1	Fd (i = 0,17)	PV2
0	-42799683273	1	-42799683273	1	-4279968327
1	27244537618	0.87	23690902276	0.8547009	2328592958
2	17119873309	0.756	12945083788	0.7305136	1250629944
3	17119873309	0.658	11256594598	0.6243706	1068914482
4	17119873309	0.572	9788343129	0.53365	913602121
5	17119873309	0.497	8511602721	0.4561112	780856514
6	17119873309	0.432	7401393670	0.3898386	667398730

Lanjutan tabel 11.2

7	17119873309	0.376	6435994496	0.3331954	5704262651
8	17119873309	0.327	5596516953	0.2847824	4875438163
9	17119873309	0.284	4866536481	0.2434037	4167041165
10	17119873309	0.247	4231770853	0.2080374	3561573645
Nilai sisa	0	0.247	0	0.2080374	0
WCI	27244537618	0.247	6734433024	0.2080374	5667882315
Jumlah		NPV ₁ =	58659488715	NPV ₂ =	51276462184

$$IRR = 17 + \frac{58659488714.7388}{62235414616.9695 - 51276462184.4403} (17 - 15)$$

$$= 32.89 \%$$

Dengan besarnya IRR = 32.89 % maka pabrik layak didirikan karena IRR > suku bunga bank (20 %).

BAB XII

KESIMPULAN DAN SARAN

12.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan Pra Rencana Pabrik Natrium Tripolifosfat dapat disimpulkan bahwa rencana pendirian ini adalah cukup menguntungkan, dengan memperhitungkan beberapa aspek :

a. Aspek Lokasi

Pabrik ini didirikan di Kecamatan Sidayu, Kabupaten Gresik, Propinsi Jawa Timur. Pabrik ini diperkirakan menguntungkan, mengingat :

- Dekat dengan sumber bahan baku yang berupa pabrik H_3PO_4 .
- Penyediaan sumber air yang cukup, berasal dari sungai
- Jalan raya yang dapat dilalui kendaraan yang bermuatan besar
- Lokasi pabrik dekat dengan pelabuhan yang memadai

b. Aspek Sosial

Pendirian Pabrik Natrium Tripolifosfat ini bila ditinjau dari aspek sosial dinilai menguntungkan karena :

- Dapat menciptakan lapangan kerja baru.
- Memberikan kesempatan kepada penduduk untuk mendapatkan penghasilan.

c. Aspek Ekonomi

- Di Indonesia kebutuhan akan Natrium Tripolifosfat semakin meningkat sejalan dengan kebutuhan akan detergen, memelihara warna dari produk yang digarami, dan menghambat oksidasi yang tidak diinginkan.
- Dapat mengurangi kebutuhan import Natrium Tripolifosfat yang selama ini masih banyak berasal dari luar negeri.

Ditinjau dari hal di atas maka pendirian Pabrik Natrium Tripolifosfat di Indonesia sangat penting karena dapat membantu program pemerintah dalam rangka meningkatkan industrialiasi dan juga dapat menambah pendapatan/devisa negara.

Setelah dilakukan analisa ekonomi terhadap Pra Rencana Pabrik Natrium Tripolifosfat ini dan dinilai cukup menguntungkan dengan berdasarkan data-data sebagai berikut ;

XII-2

ROI _{BT}	: 3,39 %	11% IRR
ROI _{AT}	: 30,37 %	
POT	: 3,79 tahun (3 tahun 8 bulan)	
BEP	: 48,74 %	
NPV	: Rp. 57.298.855.972 > 0 (layak untuk didirikan)	
IRR	: 32,89 %	

12.2 Saran

1. Diharapkan Indonesia dapat mengembangkan industri Natrium Tripolifosfat mengingat akan kebutuhannya sendiri.
2. Diharapkan agar penggunaan Natrium Tripolifosfat bisa dikembangkan lagi dalam industri kimia, farmasi, dan makanan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Keyes, D.B., dkk, *Industrial Chemical*. John Wiley & Son, New York. 1958.
2. Kirk Othmer, *Encyclopedia of Chemical Technologi* vol 1 fourth edition. Wahington DC, 1988.
3. Perry, J.H., "Chemical Engineering Handbook", Sixth Edition, Mc Graw Hill, New York, 1986.
4. Perry, J.H., "Chemical Engineering Handbook", Seven Edition, Mc Graw Hill, New York, 1986.
5. Timmerhaus, K. D., Peter, M.S., "Plant Design and Economic for Chemical Engineers", Third edition, Mc Graw Hill Book Company, 1981.
6. Ulrich, G.D., "A Guide to Chemical engineering Process Design and Economics", John Wiley and Sons, New York, 1984.
7. Smith, J.M., "Chemical Engineering kineticks", Third Edition, Mc Graw Hill, 1985.



DAFTAR PUSTAKA

1. Kozel, D.B. *Basic Industrial Chemical* John Wiley & Sons, New York, 1978.
2. Kirk Othmer. *Encyclopedia of Chemical Technology* vol 1 fourth edition. Washington DC, 1988.
3. Perry, J.H. "Chemical Engineering Handbook", Sixth Edition, Mc Graw Hill, New York, 1986.
4. Perry, J.H. "Chemical Engineering Handbook", Seven Edition, Mc Graw Hill, New York, 1986.
5. Timmerhaus, K. D., Peter, M.S. "Plant Design and Economic for Chemical Engineers", Third edition, Mc Graw Hill Book Company, 1981.
6. Ulrich, G.D. "A Guide to Chemical engineering Process Design and Economics", John Wiley and Sons, New York, 1984.
7. Smith, J.M. "Chemical Engineering Kinetics", Third Edition, Mc Graw Hill, 1985.

