

**PRA RENCANA PABRIK**



**NATRIUM HEKSAMETAFOSFAT DARI ASAM FOSFAT  
DAN NATRIUM KARBONAT DENGAN PROSES GRAHAM'S  
DENGAN KAPASITAS 24.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA  
ROTARY DRYER**

**SKRIPSI**

**Disusun Oleh :**

**YOSSI SILVIA KURNIA SARI 1214903**



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



PERUSAHAAN PAKSI

PERUSAHAAN PAKSI  
JALAN ...  
KOTA ...

PERUSAHAAN PAKSI  
KOTA ...

1000000

1000000

1000000

1000000

**LEMBAR PERSETUJUAN**



**PRA RENCANA PABRIK**

**NATRIUM HEKSAMETAFOSFAT DARI ASAM FOSFAT  
DAN NATRIUM KARBONAT DENGAN PROSES GRAHAM'S  
DENGAN KAPASITAS 24.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA  
ROTARY DRYER**

**SKRIPSI**

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

**Disusun Oleh :**

**YOSSI SILVIA KURNIA SARI 1214903**

**Malang, Agustus 2014**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia**

**Jimmy, ST, MT  
NIP Y 1039900330**

**Menyetujui,  
Dosen Pembimbing**

**Ir. Muyassaroh, MT  
NIP Y 1039700306**

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : YOSSI SILVIA KURNIA SARI  
NIM : 1214903  
Jurusan/Program Studi : TEKNIK KIMIA  
Judul Skripsi : NATRIUM HEKSAMETAFOSEFAT DARI ASAM  
FOSEFAT DAN NATRIUM KARBONAT DENGAN  
PROSES GRAHAM'S DENGAN KAPASITAS 24.000  
TON/TAHUN

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

Hari : SENIN  
Tanggal : 18 AGUSTUS 2014  
Nilai : B +

Ketua,



Jimmy, ST, MT  
NIP Y 1039900330

Sekretaris,



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

Penguji Pertama,



Ir. Bambang Susila Hadi  
NIP Y. 1039000210

Anggota Penguji,

Penguji Kedua,



M. Istnaeny Huda, ST, MT  
NIP Y 1020400400

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI



Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : YOSSI SILVIA KURNIA SARI  
NIM : 1214903  
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia (S-1)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul :

**NATRIUM HEKSAMETAFOFAT DARI ASAM FOSFAT DAN NATRIUM  
KARBONAT DENGAN PROSES GRAHAM'S DENGAN KAPASITAS 24.000  
TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA  
ROTARY DRYER**

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

Malang, Agustus 2014

Yang membuat pernyataan,



YOSSI SILVIA KURNIA SARI

## **PRA RENCANA PABRIK**

### **NATRIUM HEKSAMETHAPHOSPAT DARI ASAM PHOSPAT DAN NATRIUM KARBON DENGAN PROSES GRAHAM'S**

Disusun oleh :

Yossi Silvia Kurnia Sari 1214903

Ir. Muyassaroh,MT

---

#### **ABSTRAK**

Perkembangan produksi natrium hexametfosfat dimulai dari tahun 1816, sejak pertama kali ditemukan garam fosfat oleh Berzelius. Pada tahun 1833, oleh Thomas Graham. Natrium fosfat merupakan garam dari unsur alkali (natrium) dan senyawa asam fosfat. Natrium fosfat terbagi menjadi tiga bagian utama, yaitu : berfungsi sebagai bahan tambahan agar tidak terjadi proses pemisahan minyak dari makanan.

Pada pra perancangan pabrik ini menggunakan proses Graham's dengan kapasitas produksi 24000 ton/th. Dengan melihat berbagai pertimbangan serta perhitungan yang telah dilakukan, maka pendirian pabrik sodium hexametaphosphate di daerah industri Manyar, Gresik, secara teknis dan ekonomis layak untuk didirikan. Adapun rincian pra rencana pabrik sodium hexametaphosphate yang dimaksud Kapasitas: 24.000 ton/tahun, Bentuk Perusahaan: Perseroan Terbatas, Sistem Organisasi : Garis dan Staff, Jumlah Karyawan : 250 orang, Sistem Operasi : Continuous, Waktu Operasi : 330 hari/tahun ; 24 jam/hari, Total Investasi : Rp. 40.849.701.000, Pay Out Periode: 3,3 tahun, Bunga bank: 13,5%, Internal Rate of Return : 29,03%, Rate on Investment: 27,00%, Break Even Point : 32%

**Kata kunci: natrium hexametfosfat, proses Graham's, ROI**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas hikmat dan karuniaNya sehingga Skripsi yang berjudul "*NATRIUM HEKSAMETAFOFAT DARI ASAM FOSFAT DAN NATRIUM KARBONAT DENGAN PROSES GRAHAM'S DENGAN KAPASITAS 24.000 TON/TAHUN*" dapat terselesaikan dengan baik.

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 Ir. Soeparno Djiwo, selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Jimmy, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia ITN Malang.
3. Ibu Ir,Muyassaroh,MT , selaku dosen pembimbing Skripsi.
4. 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. Penyusun berharap Skripsi ini dapat berguna bagi penyusun secara pribadi maupun pembaca sekalian khususnya di bidang ilmu Teknik Kimia.

Malang, Agustus 2014

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PERSETUJUAN .....	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
BAB I PENDAHULUAN .....	I-1
BAB III NERACA MASSA .....	III-1
BAB IV NERACA PANAS .....	IV-1
BAB V SPEKSIFIKASI PERALATAN .....	V-1
BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA .....	VI-1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA .....	VII-1
VII.1. Instrumentasi .....	VII-1
VII.2. Keselamatan Kerja .....	VII-3
BAB VIII UTILITAS .....	VIII-1
VIII.1. Unit Pengolahan Air .....	VIII-1
VIII.2. Unit Penyediaan Tenaga Listrik .....	VIII-7
VIII.3. Unit Penyediaan Bahan Bakar .....	VIII-8
BAB IX TATA LETAK PABRIK .....	IX-1
IX.1. Tata Letak Pabrik .....	IX
IX.2. Tata Letak Peralatan Proses .....	IX
IX.3. Perkiraan Luas Pabrik .....	IX
BAB X STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN .....	X-1
X.1. Bentuk Perusahaan .....	X-1
X.2. Struktur Organisasi .....	X-2
X.3. Pembagian tugas dan Tanggung Jawab Organisasi .....	X-4
X.4. Jadwal dan Jam Kerja .....	X-8



X.5.	Penggolongan dan Tingkat Pendidikan Karyawan .....	X-10
X.6.	Perencanaan Jumlah Karyawan .....	X-11
X.7.	Sistem Pengupahan Karyawan.....	X-12
X.8.	Jaminan Sosial .....	X-13
BAB XI ANALISA EKONOMI .....		XI-1
BAB XII KESIMPULAN.....		XII-1

#### DAFTAR PUSTAKA

APPENDIKS A. PERHITUNGAN NERACA MASSA

APPENDIKS B. PERHITUNGAN NERACA PANAS

APPENDIKS C. PERHITUNGAN SPESIFIKASI PERALATAN

APPENDIKS D. PERHITUNGAN UTILITAS

APPENDIKS E. PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta Lokasi Pabrik Glukosa.....	I-8
Gambar 2.1. Blok Diagram Proses Hidrolisis Asam – Enzim .....	II-1
Gambar 2.2. Blok Blok Diagram Proses Hidrolisis Enzim – Enzim.....	II-2
Gambar 9.1. Tata Letak Bangunan Pabrik Glukosa .....	IX-2
Gambar 9.2. Tata Letak Peralatan Proses.....	IX-4
Gambar 10.1 Struktur Organisasi .....	X-3

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.Data Impor Glukosa .....	I-3
Tabel 1.2. Perhitungan Analisa Pasar .....	I-8
Tabel 2.1. Perbandingan Proses Pembuatan Glukosa .....	II-2
Tabel 7.1. Alat Kontrol di Pabrik .....	VII-2
Tabel 7.2. Alat Keselamatan Kerja.....	VII-6
Tabel 9.2. Perkiraan Luas Pabrik .....	IX-5
Tabel 10.1. Jadwal Kerja Karyawan Pabrik .....	X-9
Tabel 10.2 Daftar Jumlah Karyawan.....	X-11

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan produksi natrium hexametfosfat dimulai dari tahun 1816, sejak pertama kali ditemukan garam fosfat oleh Berzelius. Pada tahun 1833, Thomas Graham telah menerbitkan hasil penelitiannya tentang natrium fosfat, yaitu apabila senyawa natrium fosfat dipanaskan, maka molekul air yang terikat pada kristal akan terpisah dan dihasilkan endapan kristal yang kemudian disebut garam natrium hexametfosfat atau dikenal dengan nama Graham's Salt.

Natrium fosfat merupakan garam dari unsur alkali (natrium) dan senyawa asam fosfat. Natrium fosfat terbagi menjadi tiga bagian utama, yaitu : mono-natrium fosfat ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ) , di-natrium fosfat ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ), dan tri-natrium fosfat ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ). Natrium fosfat secara umum digunakan pada industri makanan , dimana natrium fosfat berfungsi sebagai bahan tambahan agar tidak terjadi proses pemisahan minyak dari makanan.

Natrium hexametfosfat merupakan salah satu turunan dari natrium fosfat yang terbentuk dengan proses perengkahan natrium fosfat sehingga terpisahnya ikatan atom hydrogen ( $\text{H}^+$ ) dan gugus hydroxyl ( $\text{OH}^-$ ). Proses perengkahan natrium fosfat menjadi natrium hexametfosfat memerlukan energi yang tinggi dengan disertai pendinginan mendadak agar tidak terjadi penguraian dari produk natrium hexametfosfat yang terbentuk.

Industri natrium hexametfosfat di Indonesia mempunyai perkembangan yang stabil, hal ini dapat dilihat dengan kegunaan natrium hexametfosfat pada industri makanan, tekstil, kertas, pelunak air, dan lain sebagainya. Pendirian pabrik natrium hexametfosfat di Indonesia mempunyai peluang investasi yang menjanjikan dan mempunyai profitabilitas yang tinggi.

Manfaat lebih lanjut dengan didirikannya pabrik ini diharapkan dapat mengurangi impor natrium hexametafosfat, sehingga Indonesia tidak mengimpor natrium hexametafosfat. Dengan demikian dapat mendorong pertumbuhan industri-industri kimia, menciptakan lapangan pekerjaan, mengurangi pengangguran dan yang terakhir diharapkan dapat menumbuhkan serta memperkuat perekonomian di Indonesia. Kebutuhan natrium hexametafosfat di Indonesia dipenuhi oleh beberapa negara pengimpor. Beberapa tahun ini, Indonesia masih membutuhkan natrium hexametafosfat dari negara-negara penghasil natrium hexametafosfat.

## 1.2 Bahan Baku dan Produk

### Bahan Baku :

#### Natrium Karbonat (Perry 6<sup>ed</sup> 1984)

Nama Lain	: soda ash
Rumus Molekul	: $\text{Na}_2\text{CO}_3$ (komponen utama)
Berat Molekul	: 106 g/mol
Warna	: putih
Bau	: tidak berbau
Bentuk	: serbuk 100 mesh
Specific gravity	: 2,533
Titik leleh	: 851°C (1 atm)
Titik didih	: terdekomposisi diatas 851°C
Kelarutan, air dingin	: 7,1 kg / 100 kg $\text{H}_2\text{O}$ ( $\text{H}_2\text{O}=0^\circ\text{C}$ )
Kelarutan, air panas	: 48,5 kg / 100 kg $\text{H}_2\text{O}$ ( $\text{H}_2\text{O}=104^\circ\text{C}$ )

**Komposisi soda ash :**

Komponen	% Berat
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	99,70%
Impuritis	0,20%
H <sub>2</sub> O	0,10%
Jumlah	100,00%

**Asam fosfat (Perry 6<sup>ed</sup> 1984)**

Nama Lain	: Phosphoric acid
Rumus Molekul	: H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (komponen utama)
Berat Molekul	: 98 g/mol
Warna	: tidak berwarna
Bau	: berbau posfat
Bentuk	: liquida pekat
Specific gravity	: 1.685
Titik leleh	: 42,35°C (1 atm)
Titik didih	: terdekomposisi diatas 213°C
Kelarutan, air dingin	: sangat larut
Kelarutan, air panas	: sangat larut

**Komposisi asam fosfat :**

Komponen	% Berat
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	85,00%
H <sub>2</sub> O	15,00%
Jumlah	100,00%

**Produk :****Natrium hexametafosfat (Perry 6<sup>ed</sup> 1984)**

Nama Lain	: Graham's Salt, SHMP
Rumus Molekul	: $(\text{NaPO}_3)_6$ (komponen utama)
Berat Molekul	: 612 g/mol
Warna	: putih
Bau	: tidak berbau
Bentuk	: serbuk 100 mesh
Specific gravity	: 2,45
Titik leleh	: 988°C
Titik didih	: -
Kelarutan, air dingin	: 2,26 kg/100 kg H <sub>2</sub> O (H <sub>2</sub> O=0°C)
Kelarutan, air panas	: 45,0 kg/100 kg H <sub>2</sub> O (H <sub>2</sub> O=96°C)

**Kadar produk : (Chemicaland21)**

Kadar fosfat = minimum 68%

Kadar air dalam produk = maksimum 0,05%

**1.3 Analisa Pasar**

Natrium hexametafosfat sangat penting dalam industri makanan dimana natrium hexametafosfat merupakan bahan tambahan yang mampu mengurangi kehilangan minyak dalam proses pengawetan makanan. Data kebutuhan dari BPS Surabaya tahun 2004-2008 terlihat pada table I.1, sehingga kebutuhan pada tahun 2014 ditujukan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan dapat juga untuk orientasi ekspor, sehingga penentuan prediksi kapasitas produksi dapat direncanakan.

Tabel I.1. Data impor Natrium hexametafosfat

Tahun	Import (kg/th)	Kenaikan
2004	1,472,283.00	-
2005	1,329,224.00	(9,716.00)
2006	1,099,663.00	(17,270.00)
2007	6,340,758.00	82,657.00
2008	6,488,489.00	2,330.00
2009	6,546,490.00	58,001.00
2010	6,604,491.00	58,001.00
2011	6,662,492.00	58,001.00
2012	6,720,493.00	58,001.00
Rata-rata	43,264,383.00	

Sumber : BPS

- Untuk kenaikan rata-rata impor 14,499 % maka perkiraan impor barium karbonat pada tahun 2014 adalah:

$$\begin{aligned}
 M_1 &= P (1+i)^n \\
 &= 6.488.489 (1+0.14499)^6 \\
 &= 14.620.214 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Eksport (30 – 60 %) = 14.620.489 +(60% x 14.620.489) = 23.392.507 kg/th

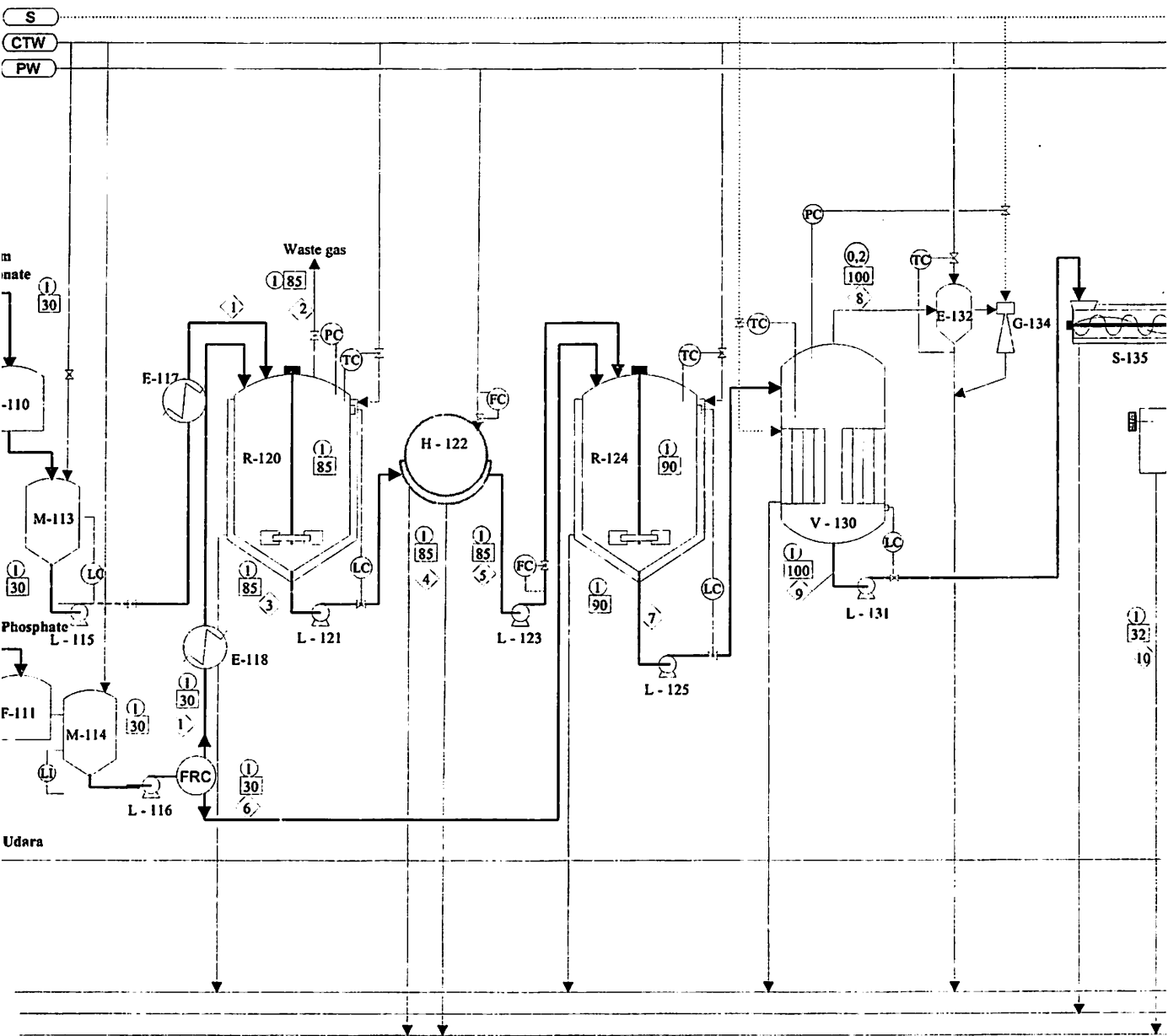
Kapasitas pabrik 24.000 ton/tahun

1 tahun 330 hari kerja dan 1 hari 24 jam proses.

Dengan demikian, maka penting sekali adanya perencanaan pendirian pabrik natrium hexametafosfat di Indonesia.

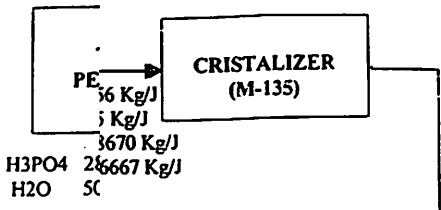


# FLWSHEET PABRIK SODIUM HEXAMETAPHOSPHATE DARI ASAM PHOSPI

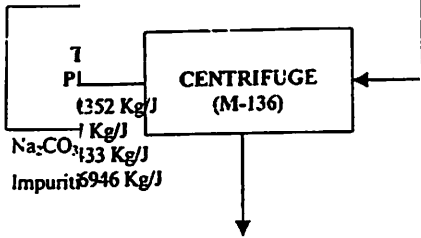


## Aliran Massa ( Kg / jam )

Komponen	BM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	106	3334.9750		1778.7260	1778.7260	2043.0908						
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	98	1514.5224		75.7261	1.5145	74.2116	1417.2787	77.7593				
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	142			2084.7865	41.6957			102.1545		102.1545	97.0468	5.1077
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (Cam)	142											3267.2340
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (l)	142							3280.4556		3280.4556	13.2216	
(NaPO <sub>3</sub> ) <sub>6</sub>	612											
CO <sub>2</sub>	44		645.9902									
H <sub>2</sub> O	18	2611.2679		2875.5366	57.5107	2818.0259	723.1900	3541.2158	1534.1592	2007.0566	1906.7037	100.3528
Impurities		26.8950		26.8950	26.8950							
Total		7487.6603	645.9902	6841.6701	1906.3419	4935.3282	2140.4686	7001.5852	1534.1592	5389.6667	2016.9721	3372.6946



Ditambah  
 H<sub>2</sub>O 1  
 Total 4:



Ditambah/J CAIR  
 H<sub>2</sub>O NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 13.2204 Kg/J  
 Total Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 97.0468 Kg/J  
 H<sub>2</sub>O 1906.5236 Kg/J  
 Total 2016.9721 Kg/J

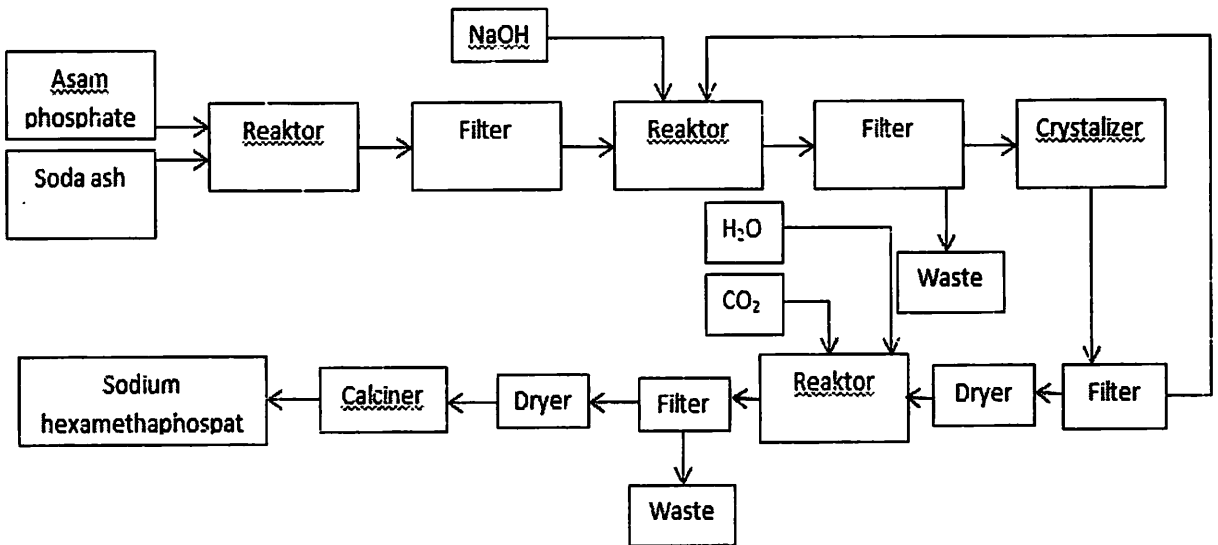
NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> camp 3266.5394 Kg/J  
 NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (I) 13.9162 Kg/J  
 Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 102.1545 Kg/J  
 H<sub>2</sub>O 2006.8670 Kg/J  
 Total 5389.6667 Kg/J

## BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES

### II.1. Macam Proses

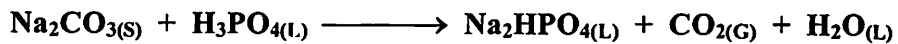
Secara umum pembuatan natrium hexametaphosphat dapat dilakukan dengan cara pemanasan senyawa natrium fosfat. Natrium fosfat dapat dibuat dengan 2 proses, yaitu proses alkali (karbonilasi trinatrium fosfat) dan proses Graham's (kalsinasi dinatrium fosfat). trinatrium fosfat dan dinatrium fosfat dapat dibuat dari senyawa natrium karbonat dan asam fosfat.

#### II.1.1. Proses Alkali



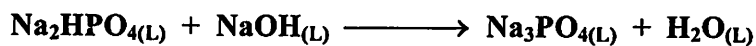
Pada proses ini bahan baku untuk pembuatan natrium hexametaphosphat adalah **tri-natrium fosfat**, dimana tri-natrium fosfat dibuat dengan cara : natrium karbonat berlebih direaksikan dengan asam fosfat (60% - 65%) membentuk dinatrium fosfat dengan suhu antara 85°C - 100°C.

Reaksi yang terjadi : (Keyes : 746)



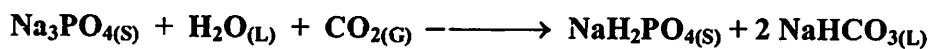
Campuran produk reaksi kemudian difiltrasi untuk memisahkan padatan, sedangkan larutan terpisah kemudian direaksikan dengan NaOH 50% membentuk trisodium fosfat dengan suhu operasi 90°C.

Reaksi yang terjadi : (Keyes : 746)



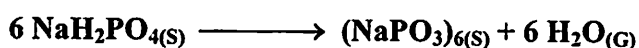
Campuran produk reaksi berupa larutan trisodium fosfat kemudian difiltrasi untuk memisahkan padatan, dan larutan terpisah kemudian dikristalisasi membentuk  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ . Kristal kemudian difiltrasi. Kristal basah kemudian dikeringkan pada dryer dengan suhu diatas 100°C untuk melepaskan molekul  $\text{H}_2\text{O}$  sehingga terbentuk kristal  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ . kristal  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  kemudian dilarutkan dalam air, dan dikarbonilasi dengan penambahan gas  $\text{CO}_2$  sehingga membentuk mono natrium fosfat.

Reaksi yang terjadi :

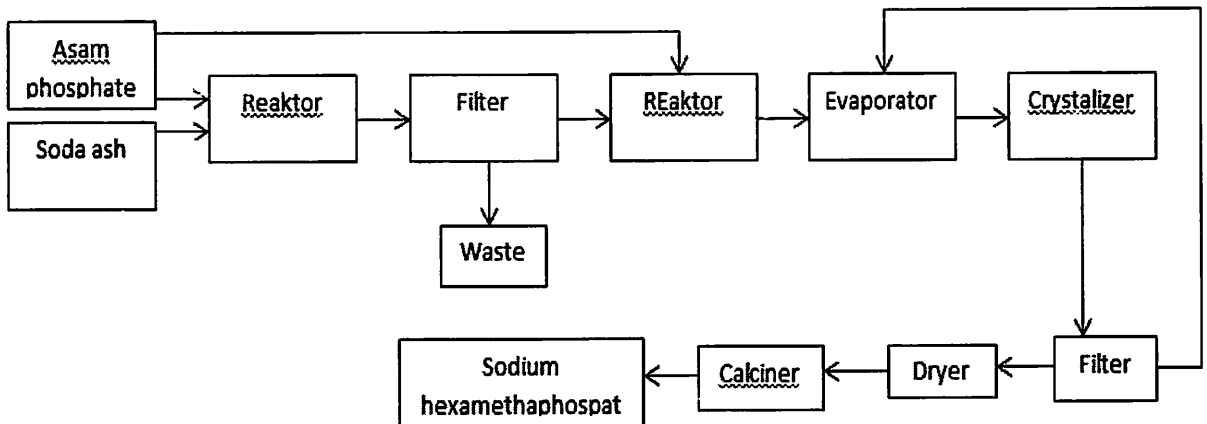


Campuran larutan kemudian difiltrasi untuk memisahkan liquid, sedangkan padatan mono natrium fosfat kemudian dikeringkan pada dryer dengan suhu 350°C - 400°C. Produk mono natrium fosfat kemudian dikalsinasi pada calciner membentuk natrium hexametafosfat dengan suhu operasi 760°C.

Reaksi yang terjadi : (Keyes : 748)

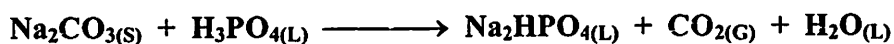


### II.1.2. Proses Graham's



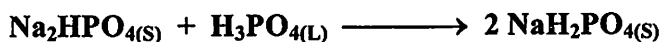
Pada proses ini bahan baku untuk pembuatan natrium hexametafosfat adalah di-natrium fosfat, dimana di-natrium fosfat dibuat dengan cara : natrium karbonat berlebih direaksikan dengan asam fosfat (60% - 65%) membentuk dinatrium fosfat dengan suhu antara 85°C - 100°C.

Reaksi yang terjadi : (Keyes : 746)



Campuran produk reaksi kemudian difiltrasi untuk memisahkan padatan , sedangkan larutan terpisah ditambahkan asam fosfat sehingga menghasilkan mono natrium fosfat dengan suhu operasi 90°C.

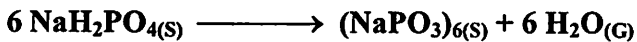
Reaksi yang terjadi : (Keyes : 748)



Larutan kemudian dipekatkan sampai 60% pada evaporator dan kemudian dikristalisasi membentuk  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Kristal kemudian difiltrasi untuk memisahkan mother liquor, dimana mother liquor dikembalikan untuk dikristalisasi kembali. Kristal basah kemudian dikeringkan pada dryer dengan suhu diatas 100°C untuk melepaskan molekul  $\text{H}_2\text{O}$  sehingga terbentuk kristal  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ .

Produk mono natrium fosfat kemudian dikalsinasi pada calciner membentuk natrium hexametafosfat dengan suhu operasi 760°C.

Reaksi yang terjadi : (Keyes : 748)



## II.2. Seleksi Proses

Parameter	Macam Proses	
	Alkali	Graham's
Bahan Baku	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
Bahan pembantu	NaOH	-
Tekanan	vacuum	atmospheric
Proses	Kompleks	Sederhana
Yields produk	95%	95%
Investasi	Tinggi	Rendah

Dari uraian cara pembuatan natrium hexametafosfat yang telah dijelaskan bahwa proses Graham's lebih efisien dari pada proses alkali. Hal ini dapat dilihat bahwa pada proses alkali dibutuhkan NaOH sebagai bahan pembantu untuk membentuk trisodium fosfat, selain itu untuk proses kristalisasi diperlukan tekanan atmosfer bukanlah vacuum, dan yang terakhir peralatan yang digunakan lebih sederhana dibandingkan proses alkali. Maka proses yang paling efisien adalah pembuatan natrium hexametafosfat dengan proses Graham's. Keuntungan dari proses ini adalah :

1. Bahan baku tersedia di Indonesia dengan cadangan melimpah.
2. Alat utama lebih sederhana dibandingkan proses lainnya.
3. Alat crystallizer lebih ekonomis dengan tekanan 1 atm.

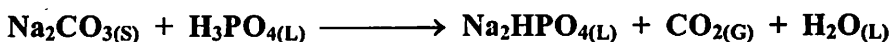
4. Investasi lebih ekonomis, dengan menggunakan instalasi sederhana.

### II.3. Uraian Proses

Adapun uraian proses pembuatan natrium hexametafosfat dengan proses Graham's adalah sebagai berikut :

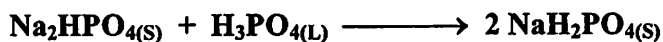
Pertama-tama natrium karbonat 99,7% dari supplier SREE International Indonesia ditampung dalam tanki. Natrium karbonat kemudian diumpankan untuk proses pelarutan dengan penambahan air proses dari utilitas sampai dengan kadar  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  42% (Keyes : 747). Larutan natrium karbonat kemudian diumpankan ke dalam tanki untuk direaksikan dengan asam fosfat 65%. Pada reaktor terjadi reaksi antara natrium karbonat dengan asam fosfat membentuk dinatrium fosfat dengan suhu  $85^\circ\text{C}$ . (Keyes : 747)

Reaksi yang terjadi : (Keyes : 746)



Produk gas berupa limbah gas kemudian dibuang ke pengolahan limbah gas, sedangkan produk bawah berupa campuran dinatrium fosfat diumpankan ke filter untuk proses pemisahan solid dan liquid. Solid berupa impuritis kemudian dibuang ke pengolahan limbah padat, sedangkan liquid berupa larutan dinatrium fosfat dimasukkan ke dalam reaktor untuk direaksikan dengan asam fosfat.

Pada reactor terjadi reaksi antara dinatrium phosphat dengan asam fosfat menjadi mono natrium fosfat dengan suhu operasi  $90^\circ\text{C}$ . (Keyes : 747) Reaksi yang terjadi : (Keyes : 748)

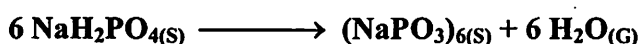


Larutan kemudian dipekatkan sampai 60% pada evaporator dengan tekanan vacuum dan kemudian dikristalisasi pada pada crystallizer membentuk kristal

$\text{NaH}_2\text{PO}_4$ . Kristal kemudian difiltrasi pada centrifuge untuk memisahkan mother liquor, dimana mother liquor dibuang ke pengolahan limbah cair. Kristal basah kemudian dikeringkan pada rotary dengan suhu  $105^\circ\text{C}$ .

Produk mono natrium fosfat kemudian dikalsinasi membentuk natrium hexametafosfat dengan suhu operasi  $760^\circ\text{C}$ .

Reaksi yang terjadi : (Keyes : 747)

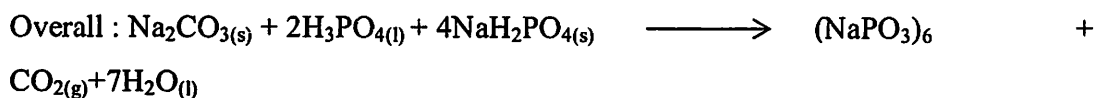
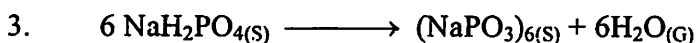
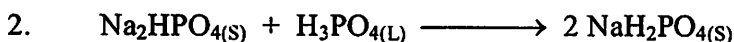
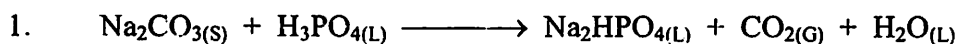


Yields yang didapat dengan proses ini 90% - 95%.

Produk natrium hexametafosfat kemudian didinginkan sampai dengan suhu kamar ( $32^\circ\text{C}$ ) dengan bantuan udara bebas. Produk natrium hexametafosfat dihaluskan sampai 100 mesh. Produk kemudian diayak, dimana produk oversize direcycle kembali sedangkan produk yang lolos ayak ditampung pada penampung.

#### II.4 Analisa Ekonomi

Reaksi yang terjadi adalah :



Komponen	BM	Harga/kg	Harga/kgmol
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	106	1.760	186.560
$\text{H}_3\text{PO}_4$	98	18.571	1.819.958
$\text{Na}_2\text{HPO}_4$	142	0	0
$\text{NaH}_2\text{PO}_4$	89	5.500	489.500
$(\text{NaPO}_3)_6$	612	14.300	1.458.600



$$\begin{aligned}\text{Total EP} &= (612 \times 14.300) - \{186.560 + (2 \times 98 \times 18.571) + (4 \times 89 \times 5.500)\} \\ &= 8.751.600 - (186.560 + 3.639.916 + 1.958.000) \\ &= 2.967.124 \text{ /kgmol}\end{aligned}$$

Dapat disimpulkan bahwa natrium hexametafosfat dapat dibuat dengan skala komersial karena hasil produksinya lebih besar dibandingkan dengan ongkos bahan baku yang digunakan

**BAB III**  
**NERACA MASSA**

Kapasitas produksi = 24.000 ton/tahun  
 Waktu operasi = 24 jam / hari ; 330 hari / tahun  
 Satuan massa = kilogram / jam  
 Satuan panas = kilokalori / jam

**1. TANGKI PELARUT (M-110)**

Masuk		Keluar	
Dari tangki penampung		Ke reaktor	
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	3334.97504	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	3334.9750
		Impuritis	26.8949
Impuritis	26.89496	H <sub>2</sub> O	1795.76
H <sub>2</sub> O ditambahkan	1795.76		
<b>Total</b>	<b>5157.63</b>	<b>Total</b>	<b>5157.63</b>

**2. TANGKI PENGECER (F-111)**

Masuk	kg/ jam	Keluar	kg/ jam	53% (reactor 1)	47% (reactor 2)
Dari tangki penampung		Ke reaktor			
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	2857.5895	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	2857.5895	1514.5224	1343.0671
H <sub>2</sub> O	504.2805	H <sub>2</sub> O	1538.7020	815.5121	723.1900
H <sub>2</sub> O ditambah	1034.4215				
<b>Total</b>	<b>4396.2915</b>	<b>Total</b>	<b>4396.2915</b>	<b>2330.0345</b>	<b>2066.2570</b>

### 3. REAKTOR - 1 ( R - 120 )

Komponen masuk dari tangki pelarut	kg/j	Komponen keluar	kg/j
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	3334.9750	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	2084.7865
Impuritis	26.8950	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1778.7260
H <sub>2</sub> O	1795.7558	Impuritis	26.8950
	5157.6258	H <sub>2</sub> O	2875.5366
		h <sub>3</sub> po <sub>4</sub>	75.7261
			6841.6701
dari tangki pengenceran		gas	
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1514.5224	CO <sub>2</sub>	645.9902
H <sub>2</sub> O	815.5121		
Total	7487.6603	Total	7487.6603

### 4. ROTARY VACUUM FILTER (H-122)

Komponen	Masuk kg/j	Komponen	keluar kg/j
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	2084.7865	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	2043.0908
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1778.7260	H <sub>2</sub> O	2818.0259
Impuritis	26.8950	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	74.2116
H <sub>2</sub> O	2875.5366	total	4935.3282
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	75.7261		
Total	6841.6701	padat	
		Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	41.6957
		Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1778.7260
		H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1.5145
		Impuritis	26.8950
		H <sub>2</sub> O	57.5107
Total	6841.6701	Total	6841.6701

**5. REAKTOR - 2 ( R - 124 )**

Komponen	Masuk (kg/j)	Komponen	Keluar (kg/j)
Dari filter press		Ke Evaporator	
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	2043.09	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	3280.46
H <sub>2</sub> O	2818.03	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	102.15
	4861.12	H <sub>2</sub> O	3541.22
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> dari			
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1417.28	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	77.76
H <sub>2</sub> O	723.19		
impuritis	0.00	Total	
Total	7001.59		7001.59

**6. EVAPORATOR ( V - 130 )**

Komponen	Masuk (kg/j)	Komponen	Keluar (kg/j)
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	3280.4556	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	3280.4556
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	102.1545	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	102.1545
H <sub>2</sub> O	3541.2158	H <sub>2</sub> O	2007.0566
Total	6923.8259	total	5389.6667
		Uap air	
		H <sub>2</sub> O	1534.1592
Total	6923.8259	Total	6923.8259

**7. CRYSTALLIZER ( S - 135 )**

Komponen	Masuk (kg/j)	Komponen	Keluar (kg/j)
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	3280.4556	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ©	3266.5382
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	102.1545	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (l)	13.9174
H <sub>2</sub> O	2007.0566	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	102.1545
		H <sub>2</sub> O	2007.0566
Total	5389.6667	Total	5389.6667

**8. CENTRIFUGE (H-136)**

Komponen	Masuk (kg/j)	Komponen	Keluar (kg/j)
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (camp)	3266.5382	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	3267.2340
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (l)	13.9174	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	5.1077
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	102.1545	H <sub>2</sub> O	100.3528
H <sub>2</sub> O	2007.0566	total	3372.6946
		Limbah cair	
		NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	13.2216
		Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	97.0468
		H <sub>2</sub> O	1906.7037
	5389.6667	Total	5389.6667

**9. ROTARY DRYER (B - 140)**

Komponen	Masuk (kg/j)	Komponen	Keluar (kg/j)
Kristal basah dari		Kristal kering ke	
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	3267.2340	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	3234.5617
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	5.1077	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	5.0566
H <sub>2</sub> O	100.3528	H <sub>2</sub> O	100.3528
		Total	3339.9712
		Campuran ke	
		NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	32.6723
		Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0.0511
Total	3372.6946	total	3372.6946

**10. CYCLONE (E - 146)**

Komponen	Masuk (kg/j)	Komponen	Keluar (kg/j)
campuran dari		kristal kering ke	
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	32.6723	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	32.345
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0.0511	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0.050
		Total	32.396
		Limbah gas	
		NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.326
		Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0.000
Total	32.7234	Total	32.723

**11. ROTARY KILN ( B - 144 )**

Komponen	Masuk (kg/j)	Komponen	Keluar (kg/j)
Krisal dari rotary dryer		(NaPO <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ke Rotary cooler	
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	3234.5617	(NaPO <sub>3</sub> ) <sub>6</sub>	2718.6125
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	5.0566	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	65.2728
H <sub>2</sub> O	100.3528	H <sub>2</sub> O	100.3528
Total	3339.9712	Total	2884.2381
Krital dari cyclone		Campuran ke cyclone	
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	32.3456	(NaPO <sub>3</sub> ) <sub>6</sub>	2.7213
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0.0506	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.0653
		Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	5.1072
		H <sub>2</sub> O	480.2354
total	3372.3674	Total	3372.3674

**12. CYCLONE ( H-146 )**

Komponen	Masuk (kg/j)	Komponen	Keluar (kg/j)
Campuran dari Rotary kiln		(NaPO <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ke Rotary cooler	
(NaPO <sub>3</sub> ) <sub>6</sub>	2.7213	(NaPO <sub>3</sub> ) <sub>6</sub>	2.6941
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.0653	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.0007
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	5.1072		
H <sub>2</sub> O	480.2354	Gas	
Toal	488.1293	(NaPO <sub>3</sub> ) <sub>6</sub>	0.0272
		NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.0647
		Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	5.1072
		H <sub>2</sub> O	480.2354
Toal	488.1293	Total	488.1293

**13. ROTARY COOLER (E-151)**

Komponen	Masuk	Komponen	Keluar (kg/j)
Komponen dari Rotary kiln		Komponen ke Ball Mill	
(NaPO3)6	2718.6125	(NaPO3)6	2694.0935
NaH2PO4	65.2728	NaH2PO4	0.6527
H2O	100.3528	H2O	100.3528
	2884.2381		2795.10
		Komponen ke cyclone	
(NaPO3)6	2.6941	(NaPO3)6	27.2131
NaH2PO4	0.0007	NaH2PO4	64.6207
	2886.9329		2886.93

**14. CYCLONE (H-153)**

Komponen	Masuk (kg/j)	Komponen	Keluar (kg/j)
Campuran dari Rotary cooler		Campuran ke Ball Mill	
(NaPO3)6	27.2131	(NaPO3)6	26.9409
NaH2PO4	64.6207	NaH2PO4	63.9745
Total	91.8338	Total	90.9155
		gas	
		(NaPO3)6	0.2721
		NaH2PO4	0.6462
Total	91.8338	Total	91.8338

**15. BALL MILL (C-155)**

Neraca massa

Komponen	Masuk (kg/j)	Komponen	Keluar (kg/j)
Dari cooler		ke screen	
(NaPO3)6	2694.0935	(NaPO3)6	2857.0862
NaH2PO4	0.6527	NaH2PO4	67.8586
H2O	100.3528	H2O	105.3705
	2795.0991		
Dari cyclone			
(NaPO3)6	26.9409		
NaH2PO4	63.9745		
	90.9155		
Dari recycle			
(NaPO3)6	136.0517		
NaH2PO4	3.2314		
H2O	5.0176		
	144.3007		
<b>Total</b>	<b>3030.3153</b>	<b>Total</b>	<b>3030.3153</b>

**16. SCREEN (H-156)**

Komponen	Masuk (kg/j)	Komponen	Keluar (kg/j)
(NaPO3)6	2857.0862	(NaPO3)6	2721.0344
NaH2PO4	67.8586	NaH2PO4	64.6273
H2O	105.3705	H2O	100.3528
<b>Total</b>	<b>3030.3153</b>		<b>2886.0145</b>
		Ke ball mill	
		(NaPO3)6	136.0517
		NaH2PO4	3.2314
		H2O	5.0176
	3030.3153		3030.3153

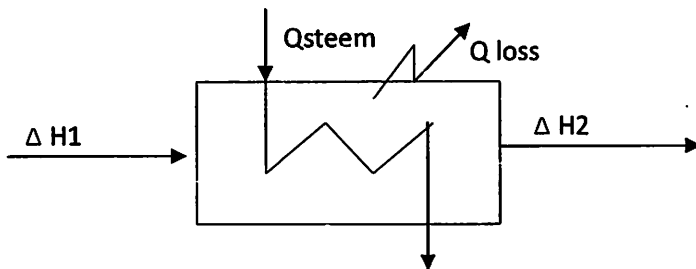


## BAB IV NERACA PANAS

Basis operasi : 24 jam  
Suhu referensi : 25 C  
Kapasitas produksi : 3361,87 kg/jam

### 4.1 Heater 1(E-117)

Fungsi : untuk memanaskan natrium karbonat dari suhu 30<sup>0</sup>C menjadi 85<sup>0</sup>C.



Neraca Panas Total :

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

Dimana :

$\Delta H_1$  : Panas bahan masuk

$\Delta H_2$  : Panas bahan keluar

Q : Panas yang terkandung dalam steam

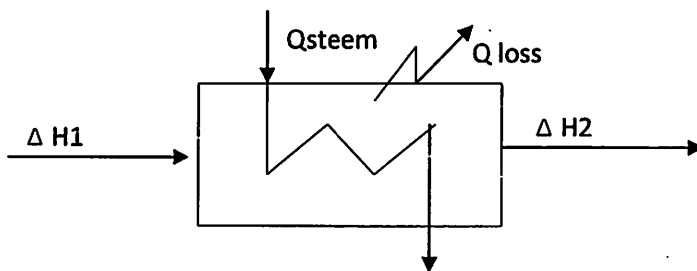
$Q_{\text{loss}}$  : Panas yang hilang

Neraca Panas Total pada Heater Natrium Karbonat

Masuk	Kkal/jam	Keluar	Kkal/jam
$\Delta H_1$	8471.6117	$\Delta H_2$	156653.8139
Q	148605.7828	Q <sub>loss</sub>	423.580585
Total	157077.3945	Total	157077.3945

4.1 Heater 2 (E-118)

Fungsi : untuk memanaskan asam fosfat dari suhu 30°C menjadi 85°C.



Neraca Panas Total :

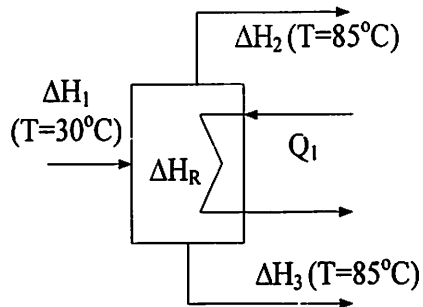
$$\Delta H_1 + Q = \Delta H_2 + Q_{loss}$$

Neraca Panas Total :

Masuk	Kkal/jam	Keluar	Kkal/jam
$\Delta H_1$	5792.8889	$\Delta H_2$	56057.1492
Q	50553.90475	Q <sub>loss</sub>	289.644445
Total	56346.79365	Total	56346.79365

4.2 Reaktor 1 (R-120)

Fungsi : untuk mereaksikan natrium karbonat dan asam fosfat membentuk disodium fosfat.



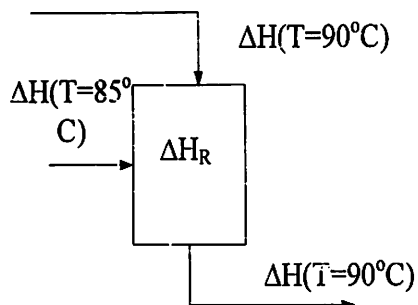
Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 + \Delta H_R = \Delta H_2 + Q_{\text{serap}}$$

Masuk	Kkal/jam	Keluar	Kkal/jam
$\Delta H_1$	14264.5006	$\Delta H_2$	18596187315808.6000
$\Delta H_R$	1.85962E+13	Qserap	-17570840.9961
Total	1.85962E+13	Total	1.85962E+13

#### 4.3 Reaktor 2 (R-124)

Fungsi : mereaksikan disodium fosfat dengan asam fosfat menjadi monosodium fosfat.



Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 + \Delta H_R = \Delta H_2 + Q_{\text{serap}}$$

Masuk	Kkal/jam	Keluar	Kkal/jam
$\Delta H_1$	188248.9153	$\Delta H_2$	263092.475
$\Delta H_R$	196908.0116	$Q_{\text{serap}}$	122064.4519
Total	385156.9269	Total	385156.9269

#### 4.4 Evaporator

**Fungsi : memekatkan larutan monosodium fosfat.**

Neraca Panas Total :

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

Dimana :

$\Delta H_1$  : panas bahan masuk

$\Delta H_2$  : panas bahan keluar

$Q_{\text{steam}}$  : panas yang terkandung dalam steam

$Q_{\text{loss}}$  : panas yang hilang

Masuk	Kkal/jam	Keluar	Kkal/jam
$\Delta H_1$	260101.1225	$\Delta H_2$	814371.2202
$Q_{\text{steam}}$	583442.2081	$Q_{\text{loss}}$	29172.1104
Total	843543.3306	Total	843543.3306

#### 4.5 Crystallizer

Fungsi : mengkristalisasi monosodium fosfat dengan bantuan pendingin

Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 + Q_{\text{kristalisasi}} = \Delta H_2 + Q_{\text{serap}}$$

Dimana :

$\Delta H_1$  : panas bahan masuk

$\Delta H_2$  : panas bahan keluar

$Q_{\text{kristalisasi}}$  : panas yang terkandung dalam crystallizer

$Q_{\text{serap}}$  : panas yang terserap

Masuk	Kkal/jam	Keluar	Kkal/jam
$\Delta H_1$	914839.4982	$\Delta H_2$	23342.02224
$Q_{\text{kristalisasi}}$	24499.03619	$Q_{\text{serap}}$	915996.5121
Total	939338.5344	Total	939338.5344

#### 4.7 Rotary Dryer

Fungsi : mengeringkan Kristal monosodium fosfat dengan udara panas.

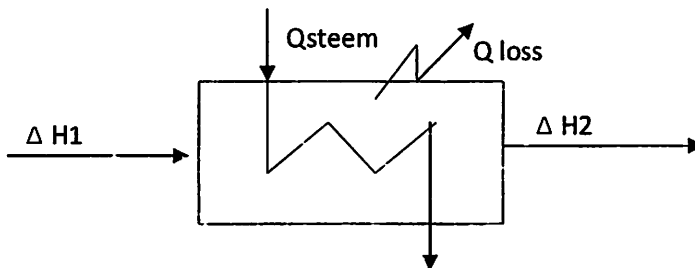
Neraca Panas Total :

$$\Delta H_{\text{bahan masuk}} + \Delta H_{\text{udara masuk}} = \Delta H_{\text{bahan keluar}} + \Delta H_{\text{udara keluar}}$$

Masuk	Kkal/jam	Keluar	Kkal/jam
$\Delta H_{\text{bahan masuk}}$	16843.48995	$\Delta H_{\text{bahan keluar}}$	256485.7681
$\Delta H_{\text{udara masuk}}$	549294.2265	$\Delta H_{\text{udara keluar}}$	309651.9484
Total	566137.7164	Total	566137.7164

#### 4.8 Heater

Fungsi : memanaskan udara bebas menjadi udara panas pada suhu 120°C.



Neraca Panas Total :

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

Dimana :

$\Delta H_1$  : panas bahan masuk

$\Delta H_2$  : panas bahan keluar

$Q_{\text{steam}}$  : panas yang terkandung dalam steam

$Q_{\text{loss}}$  : panas yang hilang

Masuk	Kkal/jam	Keluar	Kkal/jam
$\Delta H_1$	20376.00046	$\Delta H_2$	429725.7785
$Q_{\text{steam}}$	430894.5032	$Q_{\text{loss}}$	21544.72516
Total	451270.5036	Total	451270.5036

#### 4.9 Rotary Kiln

Fungsi : mengkalsinasi monosodium fosfat menjadi sodium poly fosfat.

Neraca Panas Total :

$$\Delta H_{\text{bahan masuk}} + \Delta H_{\text{udara masuk}} = \Delta H_R + \Delta H_{\text{bahan keluar}} + \Delta H_{\text{udara keluar}}$$

Masuk	Kkal/jam	Keluar	Kkal/jam
$\Delta H_{\text{bahan masuk}}$	245832.3271	$\Delta H_{\text{bahan keluar}}$	521200.9422
$\Delta H_{\text{udara masuk}}$	184207248.7	$\Delta H_{\text{udarakeluar}}$	169862026.4
		$\Delta H_R$	14069853.72
Total	184453081.1	Total	184453081.1

#### 4.10 Rotary Cooler

Fungsi : mendinginkan sodium poly fosfat dengan udara bebas.

Neraca Panas Total :

$$\Delta H_{\text{bahan masuk}} + \Delta H_{\text{udara masuk}} = \Delta H_{\text{bahan keluar}} + \Delta H_{\text{udara keluar}}$$

Masuk	Kkal/jam	Keluar	Kkal/jam
$\Delta H_{\text{bahan masuk}}$	240961.7388	$\Delta H_{\text{bahan keluar}}$	233723.3472
$\Delta H_{\text{udara masuk}}$	51.5597	$\Delta H_{\text{udara keluar}}$	7289.9514
Total	241013.2986	Total	241013.2986



**BAB V**  
**SPESIFIKASI ALAT**

Kapasitas produksi = 24.000 ton/tahun  
Waktu operasi = 24 jam / hari ; 330 hari / tahun  
Satuan massa = kilogram / jam  
Satuan panas = kilokalori / jam

**1. TANGKI PENGECER ( M - 113 )**

Fungsi : Mengecurkan sodium carbonate dengan penambahan air proses.

Type : Silinder tegak , tutup atas dished, tutup bawah conis dilengkapi pengaduk.

Kondisi operasi : \* Tekanan operasi = 1 atm (tekanan atmosfer)  
\* Suhu operasi = 30°C (suhu kamar)  
\* Waktu tinggal = 60 menit (US.Patent : 5,302,363)

**Spesifikasi :**

**Dimensi Shell :**

Diameter Shell , inside : 4 ft  
Tinggi Shell : 8 ft  
Tebal Shell : 3/16 in

**Sistem Pengaduk Turbin 6-flat blade**

Diameter impeler : 1,334 ft  
Panjang blade : 0,334 ft  
Lebar blade : 0,267 ft  
Power motor : 7 hp

**Dimensi tutup :**

Tebal tutup atas (dished) : ¼ in  
Tinggi Tutup atas : 0,55 ft  
Tebal tutup bawah (conis) : 3/16 in  
Tinggi Tutup bawah : 0,40 ft  
Bahan konstruksi : Carbon steel SA-283 grade C (Brownell : 253)  
**Jumlah tangki** : 1 buah

**2. POMPA - 1 ( L - 115 )**

Fungsi : Memindahkan bahan dari M-112 ke R-210

Type : Centrifugal Pump

Dasar Pemilihan : sesuai untuk viskositas < 10 cP dan tekanan yang rendah.

**Spesifikasi :**

Bahan konstruksi	: Commercial Steel
Rate Volumetrik	: 12,20 gpm
Total DynamicHead	: 29,77 ft.lb <sub>f</sub> /lb <sub>m</sub>
Effisiensi motor	: 80%
Power	: 1,5 hp = 1,2 kW
Jumlah	: 1 buah

**3. TANGKI ASAM PHOSPHATE ( F - 111 )**

Fungsi	: menampung larutan asam phosphate dari supplier
Type	: silinder tegak , tutup bawah datar dan tutup atas dish
Dasar Pemilihan	: Umum digunakan untuk liquid pada tekanan atmosferic
Kondisi Operasi	: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tekanan = 1 atm (atmospheric pressure)</li> <li>- Suhu = 30°C (suhu kamar)</li> <li>- Waktu penyimpanan = 7 hari</li> </ul>

**Spesifikasi :**

Volume	: 6930 cuft = 197 M <sup>3</sup>
Diameter	: 21 ft
Tinggi	: 21 ft
Tebal shell	: 3/8 in
Tebal tutup atas	: 3/8 in
Tebal tutup bawah	: ¼ in
Bahan konstruksi	: Stainless Steel 316 (Perry 7 <sup>ed</sup> , T.28-11)
Jumlah	: 2 buah

**4. REAKTOR - 1 ( R - 210 )**

**Perhitungan dan penjelasan pada Bab VI Perencanaan Alat Utama**

**5. ROTARY VACUM FILTER ( H - 122 )**

Fungsi	: memisahkan filtrat dan cake
Type	: Horizontal Rotary drum

**Spesifikasi :**

Kapasitas	: 136 cuft
Ukuran	: 30 in x 30 in
Tebal frame	: 2 ½ in
Jumlah frame	: 8 buah
Panjang Filter press	: 3 ft
Tekanan	: 40 psi (Foust, hal. 671)
Bahan konstruksi	: Rubber – covered cast iron
Jumlah alat	: 2 buah (1 standby running)

**6. REAKTOR - 2 ( R - 124 )**

Fungsi : Mereaksikan disodium phosphate dengan asam phosphate membentuk mono sodium phosphate.

Type : Silinder tegak , tutup atas dished, tutup bawah conis dilengkapi pengaduk, jaket pendingin.

Kondisi operasi : \* Tekanan operasi = 1 atm (tekanan atmosfer)  
 \* Suhu operasi = 90°C (Keyes : 747)  
 \* Waktu tinggal = 60 menit (US.Patent : 5,302,363)

**Spesifikasi :****Dimensi Shell :**

Diameter Shell , inside	: 5 ft
Tinggi Shell	: 10 ft
Tebal Shell	: 3/16 in

**Dimensi tutup :**

Tebal tutup atas (dished)	: 3/16 in
Tinggi Tutup atas	: 0,68 ft
Tebal tutup bawah (conis)	: 3/16 in
Tinggi Tutup bawah	: 0,50 ft
Bahan konstruksi	: Stainless steel 316 (Perry 7 <sup>ed</sup> , T.28-11)

**Sistem Pengaduk**

Dipakai impeler jenis turbin dengan 6 buah flat blade dengan 2 buah impeller.

Diameter impeler	: 1,667 ft
Panjang blade	: 0,417 ft
Lebar blade	: 0,334 ft

Power motor : 12 hp

**Sistem Pendingin**

Diameter jaket : 5,05 ft

Tinggi jaket : 8 ft

Jaket spacing : 3/16 in

Tebal Jaket : 3/16 in

**Jumlah reaktor** : 2 buah (1 buah stand-by running)

**7. EVAPORATOR ( V - 130 )**

Fungsi : Memekatkan larutan mono sodium phosphate.

Type : Standard Vertical Tube Evaporator ( calandria )

Dasar Pemilihan : sesuai untuk proses pemekatan larutan.

**Spesifikasi :**

**Bagian Shell :**

Diameter evaporator = 11,8 ft

Tinggi shell = 23,6 ft

Tebal shell = ¼ in

Tebal tutup = ¼ in

**Tube Calandria :**

Ukuran = 4 in sch. 40 standard IPS

OD = 4,500 in

ID = 4,026 in

Jumlah Tube = 1233 buah

Bahan konstruksi = Carbon steel SA – 203 Grade C ( 2 ½ Ni )

Jumlah evaporator = 1 buah

**8. BAROMETRIC CONDENSER ( E - 132 )**

Fungsi : mengkondensasi uap dan menjaga tekanan evaporator

Type : Multi jet spray

Dasar pemilihan : sesuai dengan kondisi tekanan yang vacuum

**Spesifikasi :**

Bahan konstruksi : Carbon steel

Volumetrik uap : 361 cuft/mnt

Diameter pipa	: 12 in ( asumsi aliran turbulent )
Panjang total pipa	: 33,5 ft
Tekanan	: 1,9076 psia
Air pendingin	: 341 kg/jam
Jumlah alat	: 1 buah

### 9. STEAM JET EJECTOR ( G - 242 )

Fungsi	: memvacuumkan evaporator
Type	: Single stage steam-jet ejector
Dasar Pemilihan	: sesuai untuk penjagaan tekanan vacuum

#### Spesifikasi :

Bahan konstruksi	: Carbon steel
Inlet (suction)	: 1,11 in
Outlet (discharge)	: 0,83 in
Panjang	: 9,99 in
Kapasitas design	: 8,82 lb/jam
Kebutuhan Steam	: 1107 lb/jam (503 kg/jam)
Jumlah alat	: 1 buah

### 10. HOT WELL ( F - 243 )

Fungsi	: Menampung condensate selama 1 jam
Dasar Pemilihan	: sesuai dengan bahan
Kondisi Operasi	: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tekanan = 1 atm (atmospheric pressure)</li> <li>- Suhu = 45°C (suhu barometric condenser)</li> <li>- Waktu penyimpanan = 1 jam</li> </ul>

Hotwell berbentuk persegi panjang terbuat dari beton.

#### Spesifikasi :

Kapasitas	: 2 m <sup>3</sup>
Bentuk	: empat persegi panjang
Ukuran	: Panjang = 1,6 m
	Lebar = 1,6 m

Tinggi = 0,8 m  
 Bahan konstruksi : Beton  
 Jumlah : 1 buah

### 11. CRYSTALLIZER ( S - 250 )

Fungsi : Kristalisasi mono sodium phosphate dengan bantuan pendinginan.  
 Type : Swenson-Walker Crystallizer  
 Dasar pemilihan : Umum digunakan untuk kristalisasi dengan pendinginan

#### **Spesifikasi :**

Kapasitas : 172 cuft  
 Diameter : 5,5 ft  
 Panjang : 18,4 ft  
 Luas Cooling Area : 143,9 ft<sup>2</sup>/ft<sup>3</sup>  
 Power : 2 hp  
 Jumlah : 2 buah (1 buah standby running)

### 12. CENTRIFUGE ( H - 260 )

Fungsi : Memisahkan cake dan filtrat  
 Type : Disk-Bowls Centrifuge (automatic continuous discharge cake)  
 Dasar Pemilihan : Sesuai dengan jenis bahan , efisiensi tinggi.

#### **Spesifikasi :**

Bahan : Carbon Steel  
 Kapasitas maksimum : 50 gpm  
 Diameter Bowl : 13 in  
 Speed : 7500 rpm  
 Maximum Centrifugal Force : 10400 lbf/ft<sup>2</sup>  
 Power Motor : 6 Hp  
 Jumlah : 1 buah (automatic continuous discharge cake)

**13. SCREW CONVEYOR ( J - 261 )**

Fungsi : memindahkan bahan dari H-260 ke B-270  
 Type : Plain spouts or chutes  
 Dasar pemilihan : Umum digunakan untuk padatan dengan sistem tertutup

**Spesifikasi :**

Kapasitas : 55 cuft/jam  
 Panjang : 30 ft  
 Diameter : 9 in  
 Kecepatan putaran : 12 rpm  
 Power : 1 hp  
 Jumlah : 1 buah

**14. ROTARY DRYER ( B - 270 )**

Fungsi : mengeringkan bahan dengan bantuan udara panas  
 Dasar pemilihan : sesuai untuk pengeringan padatan  
 Kondisi Operasi :  
 - Tekanan = 1 atm (atmospheric pressure)  
 - Suhu = 105°C (berdasarkan titik didih air)  
 - Waktu proses= Waktu melewati (time of passes)

**Gambar alat :****Spesifikasi :**

Kapasitas : 3060,5722 kg/jam  
 Isolasi : Batu isolasi  
 Diameter : 1,1 m  
 Panjang : 5 m  
 Tebal isolasi : 4 in  
 Tebal shell : 3/16 in  
 Tinggi bahan : 0,542 ft  
 Sudut rotary : 1°  
 Time of passes : 10 menit

Jumlah flight : 9 buah  
Power : 13 hp  
Jumlah : 1 buah

#### **15. CYCLONE - 1 ( H - 271 )**

Fungsi : untuk memisahkan padatan yang terikut udara  
Type : Van Tongeren Cyclone  
Dasar pemilihan : efektif dan sesuai dengan jenis bahan

##### **Spesifikasi :**

Kapasitas : 3364,542 cuft/dt  
Diameter partikel : 0,000026 ft  
Tebal shell : 3/16 in  
Tebal Tutup atas : 3/16 in  
Tebal Tutup bawah : 3/16 in  
Jumlah : 1 buah

#### **16. BLOWER - 1 ( G - 272 )**

Fungsi : memindahkan udara dari udara bebas ke B-270  
Type : Centrifugal Blower  
Dasar Pemilihan : Sesuai dengan jenis bahan , efisiensi tinggi.

##### **Spesifikasi :**

Bahan : Commercial Steel  
Rate Volumetrik : 3937 cuft/menit  
Adiabatic Head : 15000 ft.lbf/lbm gas  
Effisiensi motor : 80%  
Power : 77 hp  
Jumlah : 2 buah - multistage



**17. HEATER ( E - 273 )**

Fungsi	: Memanaskan udara dari 30°C menjadi 120°C
Type	: 1 – 2 Shell and Tube Heat Exchanger (Fixed Tube)
Dasar Pemilihan	: Umum digunakan dan mempunyai range perpindahan panas yang besar.
Kondisi Operasi	: - Tekanan = 1 atm (atmospheric pressure) - Suhu = 120°C (suhu dryer=100°C) - Waktu proses = continuous

**Spesifikasi :**

Tube :	OD	= ¾ in ; 16 BWG
	Panjang	= 16 ft
	Pitch	= 1 in square
	Jumlah Tube , Nt	= 640
	Passes	= 2
Shell :	ID	= 31,0 in
	Passes	= 1
Bahan konstruksi shell		= Carbon steel
Heat Exchanger Area , A		= 2010,1 ft <sup>2</sup> = 187 m <sup>2</sup>
Jumlah exchanger		= 1 buah

**18. ROTARY KILN ( B - 280 )**

Fungsi : Kalsinasi mono sodium phosphate menjadi sodium hexametaphosphate.

Kondisi operasi :	* Tekanan operasi = 1 atm (tekanan atmosfer)
	* Suhu operasi = 760°C (US.Patent : 2,898,189)

**Spesifikasi :**

Kapasitas	: 2969,8472 kg/jam
Isolasi	: Batu isolasi
Diameter	: 1,7 m
Panjang	: 19 m
Tebal isolasi	: 4 in

Tebal shell	: 3/16 in
Tinggi bahan	: 0,836 ft
Sudut rotary	: 1°
Time of passes	: 20 menit
Jumlah flight	: 50 buah
Power	: 20 hp
Jumlah	: 1 buah

### 19. ROTARY COOLER ( E - 290 )

Fungsi : Mendinginkan sodium hexametaphosphate dengan udara bebas.

Kondisi operasi :	* Tekanan operasi = 1 atm (tekanan atmosfer)
	* Suhu operasi = 40°C (suhu kamar)
	* Sistem kerja = kontinyu

#### Spesifikasi :

Kapasitas	: 2525,8331 kg/jam
Isolasi	: Batu isolasi
Diameter	: 0,9 m
Panjang	: 8 m
Tebal isolasi	: 4 in
Tebal shell	: 3/16 in
Tinggi bahan	: 0,443 ft
Sudut rotary	: 1°
Time of passes	: 20 menit
Jumlah flight	: 12 buah
Power	: 9 hp
Jumlah	: 1 buah

### 20. BUCKET ELEVATOR ( J - 293 )

Fungsi	: memindahkan bahan dari E-290 ke silo F-310
Type	: Continuous Discharge Bucket Elevator
Dasar pemilihan	: untuk memindahkan bahan dengan ketinggian tertentu

**Spesifikasi :**

Kapasitas maksimum	= 14 ton/jam
Ukuran	= 6 in x 4 in x 4 ¼ in
Bucket Spacing	= 12 in
Tinggi Elevator	= 51 ft
Ukuran Feed (maximum)	= ¾ in
Bucket Speed	= (2,6 / 14) x 225 ft/mnt = 42 ft/menit
Putaran Head Shaft	= (2,6 / 14) x 43 rpm = 8 rpm
Lebar Belt	= 7 in
Power total	= 4 hp
Alat pembantu	= Hopper Chute (pengumpan)
Jumlah	= 1 buah

**21. BALL MILL ( C - 294 )**

Fungsi	: Menghaluskan kristal sampai 100 mesh
Type	: Ball Mill Grinding System, Air-Lift Type
Dasar pemilihan	: dipilih jenis ini karena sesuai dengan bahan

**Spesifikasi :**

Sieve number	: No. 100
Kapasitas maksimum	: 105 ton/hari
Ukuran ball mill	: 6 ft x 4 ½ ft
Mill Speed	: 24 rpm
Power	: 85 hp
Bola Baja	: - Ball charge : 8,9 ton
	- Ukuran bola baja : 5", 3 ½", 2 ½"
	- Jumlah bola 5" : 577 buah
	- Jumlah bola 3½" : 1682 buah
	- Jumlah bola 2½" : 4615 buah
Jumlah ball mill	: 1 buah

**22. SCREEN ( H - 295 )**

Fungsi : Menyaring produk sodium hexametaphosphate.  
 Type : Vibrating Screen  
 Dasar pemilihan : sesuai dengan ukuran, kapasitas dan jenis bahan.

**Spesifikasi :**

Kapasitas : 2,7 ton/jam  
 Speed : 50 vibration/dt  
 Power : 3 Hp (Peter's 4<sup>ed</sup>;p.567)  
 Ty Equivalent design : 100 mesh  
 Sieve No. : 100  
 Sieve design : standard 149 micron  
 Sieve opening : 0,149 mm  
 Ukuran kawat : 0,110 mm  
 Effisiensi : 99,73 %  
 Jumlah : 1 buah

**23. SILO SODIUM HEXAMETAPHOSPHATE ( F - 310 )**

Fungsi : Menampung produk sodium hexametaphosphate  
 Type : silinder tegak dengan tutup atas datar dan bawah conis  
 Dasar pemilihan : umum digunakan untuk menampung padatan  
 Kondisi Operasi :  
 - Tekanan = 1 atm (tekanan atmosfer)  
 - Suhu = 30°C (suhu kamar)  
 - Waktu penyimpanan = 7 hari

**Spesifikasi :**

Volume : 3885 cuft = 110 m<sup>3</sup>  
 Diameter : 12 ft  
 Tinggi : 36 ft  
 Tebal shell : 3/8 in  
 Tebal tutup atas : 3/8 in  
 Tebal tutup bawah : 3/8 in  
 Bahan konstruksi : Stainless Steel 316 (Perry 7<sup>ed</sup>,T.28-11)  
 Jumlah : 2 buah



## BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA

Alat utama yang dirancang adalah rotary dryer yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya proses pengeutuk melepaskan molekul H<sub>2</sub>O sehingga terbentuk Kristal NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>. Rotary dryer berupa silinder horizontal yang berputar pada bearing dan sedikit membentuk sudut terhadap horisontal. Feed (umpan) masuk dari ujung silinder yang lebih tinggi dan dengan bantuan perputaran shell dan slope dari silinder, material akan keluar pada ujung yang lainnya. Udara panas sebagai media pengering yang dipanaskan pada heater utara masuk ke dalam silinder dengan bantuan blower. Untuk selanjutnya udara bekas pengering dari dalam silinder dibuang ke atmosfer. Pengaliran feed rate dan udara panas dilakukan secara counter current.

Kondisi Operasi Rotary Dryer :

1. Feed rate : 3333.333 kg/jam
2. Produk feed : 1346,2368 kg/jam
3. Udara masuk : 26.8474 kg/jam
4. Temperatur produk : 100 °C
5. Temperatur umpan : 25 °C
6. Temperatur udara masuk : 105 °C
7. Temperatur udara keluar : 56 °C

## 1. Perencanaan Dimensi Rotary Dryer dan Bahan Konstruksinya

### 1. Perhitungan Diameter Rotary Dryer (D)

Berdasarkan penjelasan dari Perrys edisi 7 hal. 12-55 bahwa kecepatan udara pengering masuk dryer untuk tiap luas permukaan dryer yang optimum;

$$G = 0,5 - 5 \text{ kg/det.m}^2. \text{ (Diambil } G = 0.5 \text{ kg/det.m}^2) = 368.674$$

$$G = \frac{G_s}{A}$$

$$\text{Dimana : } A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$$

$$G = \frac{G_s}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2}$$

$$\text{atau } D = \left( \frac{4 G_s}{\pi \cdot G} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$D = \left( \frac{4 \times 1,7762 \text{ kg/s}}{3,14 \times 0,5 \text{ kg/s.m}^2} \right)^{1/2}$$

$$= 2,13 \text{ m (6,66 ft)}$$

### 2. Perhitungan panjang Rotary Dryer

Panjang rotary dryer dihitung dengan menggunakan persamaan 12-53 hal. 12-54 Perry's 7<sup>th</sup> ed.

$$Q_t = 0,4 L \cdot D \cdot G^{0,67} \Delta t_m$$

Dimana :

$$Q_t = \text{total panas yang dibutuhkan ; Btu/jam}$$

$$= 195948,5798 \text{ kkal/jam} = 777573,7294 \text{ Btu/jam}$$

$$L = \text{panjang dryer ; ft}$$

$$D = \text{diameter dryer; ft}$$

$$G = \text{kecepatan massa udara; lb/jam/ft}^2$$

$$= 0,5 \text{ kg/s.m}^2 = 368,6629 \text{ lb/jam.ft}^2$$

$\Delta t_m$  = beda suhu udara pengering

$$\begin{aligned}\Delta t_m &= 221 - 133 \text{ }^\circ\text{F} \\ &= 88 \text{ }^\circ\text{F}\end{aligned}$$

Maka :

$$L = \left( \frac{Q_t}{0,4 \cdot D \cdot G^{0,67} \cdot \Delta t_m} \right)$$

$$L = \left( \frac{777573,7294}{0,4 \times 6,99 \times 368,6629^{0,67} \times 88} \right)$$

$$= 60,13 \text{ ft} = 18,3280 \text{ m}$$

Untuk Rotary Dryer perbandingan panjang (L) dan diameter (D) yang paling efisien dalam range;  $L/D = 4 - 10$ . (Perry's Ed. 7 hal. 12-54)

Koreksi ukuran dryer :

$$L/D = \left( \frac{18,3280 \text{ m}}{2,13 \text{ m}} \right)$$

$$= 8,60$$

(Dimensi Rotary Dryer memenuhi karena masuk dalam range  $L/D = 4 - 10$ )

### 3. Kecepatan Putaran Rotary Dryer

Kecepatan putaran (*peripheral speed*) untuk operasi Rotary Dryer = 0,25 – 0,5 m/detik (Perry's Edisi 7 hal. 12-56)

Diambil kecepatan putaran;  $v = 0,50 \text{ m/s} = 98,4252 \text{ ft/menit}$

Maka putaran Rotary Dryer; N :

$$N = \frac{v}{\pi \cdot D}$$

$$N = \left( \frac{98,4252 \text{ ft / menit}}{3,14 \times 6,99 \text{ ft}} \right)$$

$$= 4,50 \text{ /menit} = 4,50 \text{ rpm}$$

Range kecepatan putaran Rotary Dryer N.D = 25 – 35 ft/menit.

Koreksi kecepatan putaran diperoleh :

$$\text{N.D} = 4,50 \text{ /menit} \times 6,99 \text{ ft}$$

$$= 31,4550 \text{ ft/menit}$$

(Kecepatan putaran memenuhi karena dalam range N.D = 25 – 35 ft/menit)

#### 4. Perhitungan waktu lintasan bahan (*time of passage*)

Waktu lintasan bahan dihitung dengan menggunakan pers. (12-55) dan (12-56) Perry's Ed. 7 hal. 12-55.

$$\theta = \frac{0,23.L}{S.N^{0,9}.D} + \frac{0,6.B.L.G}{F}$$

$$B = 5(D_p)^{-0,5}$$

Dimana :

S = slope Rotary Dryer; (0,080 ft/ft)

$\theta$  = waktu lintasan bahan; menit

N = putaran dryer; rpm

L = panjang dryer; ft

G = kecepatan udara pengering; lb/ft<sup>2</sup>.jam

D = diameter drye; ft

F = kecepatan massa umpan masuk dryer; lb/ft<sup>2</sup>.jam

B = konstanta bahan

Kecepatan massa umpan (F) :

$$F = \frac{m}{A}$$



Dimana :

$$m = \text{laju alir massa bahan masuk dryer}$$

$$= 3372.6946 \text{ kg/jam} = 4527.1220 \text{ lb/jam}$$

$$A = \text{luas penampang dryer}$$

$$= \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (6,99 \text{ ft})^2 = 38,3552 \text{ ft}^2$$

Maka :

$$F = \frac{4527.1220 \text{ lb / jam}}{38,3552 \text{ ft}^2}$$

$$= 118.0315 \text{ lb/jam.ft}^2$$

$$B = 5 (D_p)^{-0,5} \quad (D_p = \text{ukuran bahan} \pm \text{ mesh})$$

$$= 5 \times 300^{-0,5} = 300^{\mu}m$$

$$= 0,2887$$

Waktu lintasan bahan ( $\theta$ ) :

$$\theta = \frac{0,23 \times 60,13}{0,08 \times 4,50^{0,90} \times 6,99} + \frac{0,6 \times 0,2887 \times 60,13 \times 368,6629}{118.0315}$$

$$= 39 \text{ menit}$$

## 5. Tebal dan berat shell Rotary Dryer

### a. Menentukan tebal shell

Bahan konstruksi yang digunakan high-alloy steel SA-167 Grade 10 Type 310 komposisi 25%Cr-20%Ni (appendix D item 4 hal. 342 Brownell & Young) dengan nilai  $f = 18750 \text{ Psi} = 1275,5 \text{ atm}$  (range suhu 0 – 200 °F) dan pengelasan tipe double-welded but joint  $E = 80\%$  (tabel 13.2 hal. 254 Brownell & Young).

$$t_s = \frac{P \cdot D}{2 \cdot f \cdot E - P} + c$$

dimana :

$t_s$  = tebal shell/dinding berbentuk silinder; cm

$P$  = tekanan desain; atm

$D$  = diameter shell

$$= 2,13 = 213 \text{ cm}$$

$f$  = tegangan yang diijinkan bahan konstruksi; atm

$E$  = efisiensi pengelasan

$c$  = faktor korosi (diambil 1/8 in (0,3175 cm))

Tensile stress yang diijinkan dengan rumus :

$$f_{all} = f_u + f_m + f_r + f_a + f_s$$

Dimana :

$f_u$  = ultimate strenght = 75000 Psi

$f_m$  = material faktor (1)

$f_r$  dan  $f_a = 1$  (dianggap tidak ada faktor relieving dan radiographic)

$f_s$  = faktor koreksi yang berhubungan dengan safety faktor 0,20

(Hesse hal. 84)

maka :

$$f_{all} = 75000 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,20$$

$$= 9000 \text{ psi}$$

$$\text{Volume rotary dryer} = \frac{1}{4} \pi \times D^2 \times L$$

$$= 3,14/4 \times 5^2 \times 75$$

$$= 14711,8750 \text{ ft}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Volume fraksi} &= 10\% \\ H/D &= 0,16 \text{ (Perrys Edisi 5 hal. 6-50)} \\ \rho \text{ material} &= 0,8001 \text{ gr/cm}^3 = 50,0053 \text{ lb/ft}^3 \end{aligned}$$

maka :

$$H = 0,16 D = 0,16 \times 5,4166 = 0,8666 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} \text{Tekanan material} &= H \times \rho \text{ material} \\ &= 0,8666 \times 50,0053 \\ &= 43,3337 \text{ lb/ft}^2 = 0,3009 \text{ Psi} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tekanan material} &= 0,3009 + 14,7 \\ &= 15,0009 \text{ Psi (1,0205 atm)} \end{aligned}$$

sehingga :

$$\begin{aligned} t_s &= \frac{1,0205 \text{ atm} \times 165,1 \text{ cm}}{2 \times 1275,5 \text{ atm} - 1,0205 \text{ atm}} + 0,3175 \text{ cm} \\ &= 0,4069 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{Digunakan tebal plat shell standar} = 3/16 \text{ in} = 0,47625 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter luar shell; } d_o &= d_i + 2t_s \\ &= 165,1 \text{ cm} + (2 \times 0,47625 \text{ cm}) \\ &= 213,9525 \text{ cm} = 7,02 \text{ ft} \end{aligned}$$

## b. Menentukan berat shell

### 1. Berat solid hold up

Dimana :

$$\begin{aligned} V &= \pi/4 \times D^2 \times L \\ &= (3,14/4) \times 5^2 \times 75 \end{aligned}$$

$$= 1471,8750 \text{ ft}^3$$

$$\rho \text{ material} = 50,0053 \text{ lb/ft}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Berat solid hold up} &= 1471,8750 \times 50,0053 \times 10\% \\ &= 7360,1551 \text{ lb} \end{aligned}$$

## 2. Berat shell

$$\text{Berat shell} = \pi/4 \times (d_o^2 - d_i^2) \times L \times \rho$$

Dimana :

$$d_o = \text{diameter luar shell} = 5,4508 \text{ ft}$$

$$d_i = \text{diameter dalam shell} = 5,4116 \text{ ft}$$

$$L = \text{panjang silinder} = 75 \text{ ft}$$

$$\rho = \text{densitas plate steel} = 490 \text{ lb/ft}^3$$

maka :

$$\begin{aligned} \text{Berat shell} &= (3,14/4) \times (5,4508^2 - 5,4116^2) \times 75 \times 490 \\ &= 10715,7803 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi berat shell seluruhnya} &= 7360,1551 + 10715,7830 \\ &= 50778,9188 \text{ lb} \end{aligned}$$

## c. Menentukan momen maksimum

Dianggap muatan total sebagai muatan yang terbagi sepanjang rotary dryer

dimana :

$$W = \text{berat beban sebesar}$$

$$= 50778,2855 \text{ lb (untuk keamanan diambil 51000 lb)}$$

$L = \text{panjang rotary dryer} = 75 \text{ ft}$

Didapat :

$$W = \frac{51000}{75} = 680 \text{ lb/ft}$$

$$C_A = 0,5 L = 0,5 \times 75 = 37,5 \text{ ft}$$

$$R_A = R_B = 0,5 \times 51000 = 25500 \text{ lb}$$

$$\text{Bending momen} = dMx/dx = 0$$

$$0 = 680x + 25500$$

$$x = 37,5$$

Jadi bending momen terjadi pada  $x = 37,5 \text{ ft}$ .

## **2. Perencanaan Penggerak untuk Pemutar Rotary Dryer**

Rotary dryer dipasang dengan sudut kemiringan  $4,57^\circ$  terhadap horizontal dan berputar pada bearing. Letak bearing 18,75 ft dari tepi (lihat gambar) dan letak gear sebagai penggerak berjarak 37,5 ft (ditengah). Untuk penggerak dari dryer disini digunakan gear drive yaitu suatu gigi (gear) yang digerakkan oleh pinion dan pinion itu sendiri digerakkan oleh suatu motor.

Adapun bahan konstruksi dari roda gigi dan pinion adalah hardened steel yang mempunyai allowance stress 30000 Psi (Hesse, hal. 430).

Dasar perencanaan penggerak ini meliputi :

- a. Perencanaan ukuran gear penggerak.
- b. Batas pemakaian muatan gear drive.
- c. Menentukan tenaga yang dibutuhkan untuk memutar kiln.
- d. Menentukan putaran reducer.

**a. Perencanaan ukuran gear penggerak**

Ukuran perencanaan dari gear dan pinion terlebih dahulu ditentukan :

1. Jumlah gigi dari gear yang digunakan dengan persamaan hubungan antara pith diameter dari gear dan pinion pitch.

$$D_g = \frac{N_g \times P_c}{\pi} \quad (\text{pers. 15-1 hal. 420 Hesse})$$

$$D_g = \frac{N_g}{P_d} \quad (\text{pers. 15-2 hal. 420 Hesse})$$

$$\pi = P_c \times P_d \quad (\text{pers. 15-3 hal. 421 Hesse})$$

dimana :

$D_g$  = diameter pitch

$P_c$  = circular pitch

$N_g$  = jumlah gigi dari gear

$P_d$  = rasio dari jumlah gigi dalam gear terhadap pitch diameter

Berdasarkan Hesse hal. 420 range dari circular pitch ( $P_c$ ) adalah  $\frac{1}{2}$  -  $1\frac{1}{2}$  in.

Diambil  $P_c = 1,5$  in, maka :

$$\pi = P_c \times P_d$$

$$P_d = \frac{3,14}{1,5} = 2,09$$

Diameter pitch = 100 (Hesse hal. 433).

$$D_g = \frac{N_g}{P_d}$$

$$N_g = D_g \times P_d$$

$$= 100 \times 2,09$$

$$= 209$$

Jumlah gigi yang digunakan adalah 209 buah.

## 2. Menentukan putaran pinion

Direncanakan pinion mempunyai gigi 75.

Maka diameter dari pinion didapat dari persamaan :

$$D_p = \frac{N_p \times P_c}{\pi}$$

Dimana :

$D_p$  = diameter pinion

$P_c$  = circular pitch

$N_p$  = jumlah gigi dari pinion

Maka :

$$D_p = \frac{75 \times 1,5}{3,14}$$

$$= 35,828 \text{ in}$$

Putaran dari pinion :

$$N_p = \frac{D_g}{D_p} \times N_g$$

Dimana :

$N_p$  = putaran pinion

$N_g$  = putaran gear = putaran shell = 3 rpm

$D_g$  = diameter gear

$D_p$  = diameter pinion

Maka :

$$N_p = \frac{100}{35,828} \times 3$$

$$= 6,22 \approx 7 \text{ rpm}$$

### 3. Menentukan pitch line velocity dari gear dan pinion

Untuk pitch line velocity dari gear adalah ;

$$V_m = \frac{\pi \times N \times \text{RPM}}{12 \times P_d} \quad (\text{hal. 433 Hesse})$$

Dimana ;

N = jumlah gigi dari gear

RPM = putaran dari gear

Pd = rasio dari jumlah gigi terhadap pitch diameter

Maka :

$$V_m = \frac{3,14 \times 209 \times 3}{12 \times 2,09}$$

$$= 78,5 \text{ ft/menit}$$

Untuk pitch velocity dari pinion :

$$V_m = \frac{\pi \times D_n \times \text{RPM}}{12}$$

Dimana :

D = diameter pinion

RPM = putaran pinion 7 rpm

Maka :

$$V_m = \frac{3,14 \times 35,828 \times 7}{12}$$



$$= 65,6250 \text{ ft/menit}$$

#### 4. Menentukan safe strength gear dan pinion

$$F_s = \frac{S \cdot K \cdot b \cdot Y}{P_d} \quad (\text{pers. 15-5 hal. 431 Hesse})$$

Dimana :

$F_s$  = safe strength, lb

$S$  = allowable stress, Psi

$K$  = faktor kecepatan

$B$  = lebar permukaan pinion dan gear; in

$Y$  = faktor permukaan gigi

$P_d$  = rasio jumlah gigi terhadap pitch diameter

Data-data konstruksi pinion dan gear adalah hardened steel, maka allowance stress ( $S$ ) = 30.000 Psi (Hesse tabel 15-1 hal. 430).

Dan untuk metallic gearing dengan kecepatan < 1000 ft/menit (Hesse hal. 431), mempunyai :

$$\begin{aligned} \text{Faktor kecepatan; } K &= \frac{600}{600 + V_m} \\ &= \frac{600}{600 + 78,5} = 0,8843 \text{ (untuk gear)} \\ \text{Faktor kecepatan; } K &= \frac{600}{600 + V_m} \\ &= \frac{600}{600 + 65,6250} = 0,9014 \text{ (untuk pinion)} \end{aligned}$$

Lebar permukaan pinion dan gear adalah  $9,5/Pd$  atau  $12,5/Psd$  (diambil:  $12,5/Psd$ ).

Maka :

$$\begin{aligned} b &= 12,5/2,09 \\ &= 5,9808 \text{ in} \approx 6 \text{ in} \end{aligned}$$

Untuk mengetahui faktor permukaan gigi ( $y$ ) digunakan persamaan untuk  $20^\circ$  involute gear sebagai berikut :

a. Untuk pinion dengan jumlah gigi 75

$$\begin{aligned} y &= 0,484 - 2,85/N \\ &= 0,484 - (2,85/75) \\ &= 0,446 \approx 0,5 \end{aligned}$$

b. Untuk gear dengan jumlah gigi 209

$$\begin{aligned} y &= 0,484 - 2,85/N \\ &= 0,484 - (2,85/209) \\ &= 0,4704 \approx 0,5 \end{aligned}$$

Sehingga safe strenght untuk :

$$\text{Gear adalah } F_s = \frac{30000 \times 0,884 \times 0,5}{2,09} = 38079,0430 \text{ lb}$$

$$\text{Pinion adalah } F_s = \frac{30000 \times 0,9014 \times 0,5}{2,09} = 38816,2679 \text{ lb}$$

5. Menentukan kemampuan tenaga yang bisa ditransmisikan oleh gear drive dapat digunakan persamaan :

$$\begin{aligned}
 \text{HP} &= \frac{F_s \times V_m}{33000} && \text{(Hesse hal. 434)} \\
 &= \frac{38447,65 \times 27,0625}{33000} \\
 &= 83,958 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

### b. Menentukan Batas Pemakaian Muatan Gear Drive

Untuk mengetahui apakah beban total yang diterima oleh gear drive pada Rotary Dryer ini memenuhi syarat atau tidak maka diperhitungkan batas pemakaian muatan gear drive terlebih dahulu.

Hal tersebut dapat menggunakan persamaan :

$$F_w = D_p \times b \times Q \times W \quad \text{(pers. 5-16 hal. 432 Hesse)}$$

Dimana :

$F_w$  = batas muatan; lb

$D_p$  = diameter pinion

$b$  = lebar permukaan pinion

$Q$  = velocity ratio factor

$W$  = material combination constant = 250 (tabel 15-2 Hesse hal. 432), untuk hardened steel pinion, hardened steel gear 20°.

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{2N_g}{N_g + N_p} && \text{(pers. 15-17 Hesse hal. 432)} \\
 &= \frac{2 \times 209}{209 + 75} = 1,4718
 \end{aligned}$$

maka :

$$\begin{aligned}
 F_w &= 35,828 \times 6 \times 1,4718 \times 250 \\
 &= 76162,0876 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Jadi batas muatan pada gear drive adalah 76162,0876 lb.

Adapun jumlah beban yang diterima oleh gear drive sebagai berikut :

1. Berat riding ring

Densitas cast iron ( $\rho$ ) = 450 lb/ft<sup>3</sup> (Perry Ed. 6 hal. 20-37)

$$\text{Berat ridding ring} = 2 \times \pi \times b \times (D^2 - d^2) \times \rho$$

Dimana :

$b$  = lebar ridding ring

$D$  = diameter ridding ring =  $d + 2$  (Perrys ed. 6 hal. 20-37)

$d$  = diameter luar shell

$$D = 2 + d$$

$$= 2 + 5,4508 = 7,4508 \text{ ft}$$

maka :

$$\begin{aligned} \text{Berat ridding ring} &= 2 \times 3,14 \times 6/12 \times (7,4508^2 - 5,4508^2) \times 450 \\ &= 36459,8086 \text{ lb} \end{aligned}$$

2. Berat gear

$$\text{Berat gear} = (\pi/4) \times b \times (D^2 - d^2) \times \rho$$

Dimana :

$$\rho \text{ steel} = 489 \text{ lb/ft}^3$$

$D$  = diameter gear 100 in

$d$  = diameter luar shell

maka :

$$\begin{aligned} \text{Berat gear} &= (3,14/4) \times (6/12) \times [(100/12)^2 - 5,4508^2] \times 498 \\ &= 7626,1388 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat total} &= \text{berat seluruhnya} + \text{berat ridding ring} + \text{berat gear} \\
 &= 62924,8737 + 36459,8086 + 7626,1388 \\
 &= 107010,8212 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

### 3. Menentukan moment maksimum ( $M_n$ )

$$\text{Shell seluruhnya} = 50778,9188 \text{ lb, untuk keamanan diambil : } 51000 \text{ lb}$$

$$L = 75 \text{ ft}$$

$$W = (51000/75) = 680 \text{ lb/ft}$$

$$R_A = R_B = \frac{1}{2} \times 51000 = 25500 \text{ lb}$$

$$\begin{aligned}
 CA = BD &= \frac{1}{5} \times L \\
 &= \frac{1}{5} \times 75 = 15
 \end{aligned}$$

Bending moment :

$$\begin{aligned}
 M_x &= -Wx \cdot (\frac{1}{2}x) + R_A (x - CA) \\
 &= -680(x)(\frac{1}{2} x) + 25500 (x - 15) \\
 &= -340x^2 + 25500x + 382500
 \end{aligned}$$

Moment ekstrem

$$\begin{aligned}
 \frac{dM_x}{dx} &= 0 & 0 &= -680x + 25500 \\
 & & x &= 37,5 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

Momen maksimum terjadi pada  $x = 37,5$  ft

$$M_C = M_D = 0$$

$$M_F = -18,75/2 \times W_1 = -9,375 \times 680 = -6375 \text{ lb.ft}$$

$$M_A = M_B = -18,75 \times W_2 = -18,75 \times (680 \times (18,75/2)) = 119531,25 \text{ lb.ft}$$

$$M_C = M_D = (-37,5W_S + 18,75R_A + 18,75P)$$

Dimana :  $P = \text{berat ridding} = 36459,1809 \text{ lb}$

Maka :

$$\begin{aligned} MC = MD &= (-37,5 \times (680 \times (37,5/2)) + (18,75 \times 25500) + \\ &\quad (18,75 \times 936459,8086/2)) \\ &= 341810,7053 \text{ lb-ft} \end{aligned}$$

Stress yang terjadi akibat beban yang diterima Rotary Dryer :

$$F = \frac{M_{\max}}{I_z / y}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} I_z &= \frac{\pi}{64} \times (D_4^4 - d_2^4) \\ &= \frac{3,14}{64} (5,4508^4 - 5^4) \\ &= 12,8461 \text{ ft}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{I_z}{y} &= \frac{I_z}{\frac{1}{2}D} \\ &= \frac{12,8461}{\frac{1}{2} \times 5,5408} = 4,7080 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$F = \frac{341810,7053}{4,7080}$$

$$= 72602,1039 \text{ lb/ft}^2 = 504,1710 \text{ lb/in}^2$$

Besar defleksi yang terjadi berasal dari :

a. Defleksi akibat beban terpusat (gear)

$$\delta_1 = \frac{W.a.v^3}{3.E.b.L} \quad (\text{Hesse hal. 118})$$

dimana :

$$W = \text{berat gear} = 7626,1388 \text{ lb}$$

$$a = \text{jarak dari gear ke rotary kiln sebelah kiri}$$

$$b = \text{jarak dari gear ke rotary kiln sebelah kanan}$$

$$E = \text{modulus elastisitas dari carbon steel} = 30 \times 10^6 \text{ Pa}$$

$$v = b \sqrt{\frac{1}{3} + \frac{2a}{3b}} \quad (\text{Hesse hal. 118})$$

$$= 37,5 \sqrt{\frac{1}{3} + \frac{2 \times 37,5}{3 \times 37,5}} = 17,6777 \text{ ft}$$

maka :

$$\delta_1 = \frac{7626,1388 \times 37,5 \times 17,6777^3}{3 \times 30.10^6 \times 12,8461 \times 75}$$

$$= 0,0182 \text{ ft}$$

b. Defleksi akibat beban merata = beban keseluruhan

$$\delta_2 = \frac{WL^2}{384 \times I \times E \times L} (5L^2 - 24c^2)$$

$$= \frac{51000 \times 75}{384 \times 30.10^6 \times 12,8461 \times 75} [(5 \times 75^2) - (24 \times 18,75^2)]$$

$$= 0,0068 \text{ ft}$$

$$\text{Batas maksimum} = 1/360 \times L$$

$$= 1/360 \times 75 = 0,2083 \text{ ft}$$

$$\text{Defleksi maksimum} = \delta_1 + \delta_2$$

$$= 0,0182 + 0,0068 = 0,0256 \text{ ft (memenuhi)}$$

$$\text{Stress yang diijinkan} = 0,75 \times 65000 \quad (\text{Hesse hal. 46})$$

$$= 48750 \text{ lb/in}^2$$

**c. Menentukan Tenaga yang Dibutuhkan Rotary Dryer**

Menggunakan persamaan Perrys edisi 5 hal. 20-40 :

$$\text{Power} = \frac{N(4,75.d.w + 0,1925D.W + 0,33W)}{100000}$$

Dimana :

$$N = \text{besarnya putaran} = 2,229 \text{ rpm}$$

$$d = \text{diameter shell; ft}$$

$$w = \text{berat material}$$

$$D = \text{diameter ridding ring; ft; (estimasi } D \text{ (ft)} = d + 2)$$

$$W = \text{berat total; lb}$$

Maka :

Power :

$$= \frac{2,229(4,75.5,4571.7360,1551 + 0,1925.7,45708.107010,8212 + 0,33.107010,8212)}{100000}$$

$$= 54,7 \text{ Hp}$$

Dari fig 14-38 hal. 521 Peters didapat efisiensi motor;  $\eta =$

$$\text{Power motor dryer; BHP} = \frac{\text{HP}}{\eta}$$

$$= \frac{54,7 \text{ Hp}}{0,90} = 60,7$$



Digunakan motor dengan power standar sebesar = 61 Hp

#### d. Menentukan Putaran Reducer

Putaran gear drive = 2,229 rpm

Dipilih motor dengan putaran (nm) = 120 f/p rpm

Diambil :  $f = 50$  Hz

$P = 6$  kutub

Jadi putaran motor (nm) =  $120 \times 50/6 = 1000$  rpm

Untuk menghitung putaran pada reducer dipakai persamaan :

$$N_2 = \sqrt{N_1 \times N_3} \text{ dan } i = \frac{N_1}{N_2} = \frac{N_2}{N_3}$$

Dimana :

$i$  = perbandingan putaran

$N_1$  = putaran motor

$N_2$  = putaran reducer

$N_3$  = putaran drive

Untuk menghargai  $i$  dengan perbandingan 1 : 20 ~ 1 : 70

Dipilih double reducer (Perrys Edisi 3 hal. 16-7)

### **3. Perencanaan Poros dan Roll Supporting**

Disini direncanakan 4 buah roll supporting dan 4 buah poros (sudut 30°).

Berat total = 107010,8212 lb

Sehingga setiap penyangga menerima beban vertikal (P) :

$$P = \frac{107010,8212 \text{ lb}}{4}$$

$$= 26752,7053 \text{ lb}$$

Sedangkan beban yang langsung diterima oleh roll support ( $P_1$ ) :

$$\frac{P}{P_1} = \cos 30^\circ$$

$$\begin{aligned} P_1 &= \frac{P}{\cos 30^\circ} \\ &= \frac{26752,7053}{\cos 30^\circ} \\ &= 30891,3632 \text{ lb} \end{aligned}$$

Untuk faktor keamanan beban ditambahkan 10%.

$$\begin{aligned} P_1 &= 1,1 \times 30891,3632 \text{ lb} \\ &= 33980,4995 \text{ lb} \end{aligned}$$

Direncanakan poros terbuat dari bahan forged or hot-rolled steel (20% carbon steel content). Tension ultimate atau compressive strength = 65000 Psi (Hesse tabel 16-1 hal. 467). Disini bagian yang berputar diikat tegak pada poros sehingga poros ikut berputar bersama roll support.

Panjang poros diambil = 45 in

Beban yang diterima = 33890,4995 lb

Untuk menentukan diameter poros digunakan persamaan :

$$D^3 = \frac{16}{\pi \times S} \sqrt{(KT)^2 + (BM)^2} \quad (\text{pers. 16-4 hal. 466 Hesse})$$

Dimana :

D = diameter poros; in

T = torque = 0 (tidak ada tarikan)

M = momen; lb-in

B = faktor momen ketentuan + 1,5 (beban terus menerus)

S = stress yang diijinkan =  $0,75 \times 65000 = 48750$  psi dengan pasak

$$\frac{W}{z} = \frac{33890,4995}{2} = 16990,2498 \text{ lb}$$

$$\begin{aligned} \text{Momen (M)} &= \frac{16990,2498 \text{ lb}}{2} \\ &= 8495,1249 \text{ lb} \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} D^3 &= \frac{16}{3,14 \times 48750} \times \sqrt{(1,5 \times 8495,1249)^2} \\ &= 1,3319 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$D = 1,10025 \text{ in}$$

Dari perhitungan di atas maka :

$$\text{Diameter} = 1,10025 \text{ in}$$

$$\text{Panjang} = 45 \text{ in}$$

$$\text{Bahan} = \text{forged or hot rolled steel (20\% carbon steel content)}$$

a. Boros poros

$$\text{Densitas steel } (\rho) = 489 \text{ lb/ft}^3 = 0,2830 \text{ lb/in}^3$$

$$\text{Berat poros (W)} = \pi/4 \times D^2 \times L \times \rho$$

Dimana :

$$D = \text{diameter poros} = 1,10025 \text{ in}$$

$$L = \text{panjang poros} = 45 \text{ in}$$

$$\rho = \text{densitas steel} = 0,2830 \text{ lb/in}^3$$

$$\begin{aligned} W_{\text{poros}} &= (3,14/4) \times 1,10025^2 \times 45 \times 0,2830 \\ &= 12,10184 \text{ lb} \end{aligned}$$

b. Berat roll support

Untuk roll support direncanakan dari cast iron dengan diameter diambil 12,5 in.

$$\text{Lebar roll support} = \text{lebar ridding ring} = 6 \text{ in}$$

$$\text{Berat roll support} = \pi/4 \times b \times (D^2 - d^2) \times \rho$$

$$\rho_{\text{ cast iron}} = 460 \text{ lb/ft}^3 = 0,2662 \text{ lb/in}^3$$

maka :

$$\begin{aligned} \text{Berat roll support} &= 3,14/4 \times 6 \times (12,5^2 - 1,10024^2) \times 0,2662 \\ &= 189,8613 \text{ lb} \end{aligned}$$

#### 4. Perencanaan Bearing dan Housing

Fungsi bearing (bantalan) disini adalah untuk menumpu poros roll supporting yang berputar.

Direncanakan jenis bearing yang digunakan roller bearing.

Beban yang diterima berasal dari :

$$1. \text{ Beban yang diterima roll} = 33980,4995 \text{ lb}$$

$$2. \text{ Beban poros} = 12,1018 \text{ lb}$$

$$3. \text{ Berat roll support} = 189,8613 \text{ lb}$$

---


$$= 34182,4627 \text{ lb}$$

$$\text{Satu bearing menerima beban} = \frac{34182,4626 \text{ lb}}{2}$$

$$= 17091,2313 \text{ lb}$$

$$\text{Putaran roll support/poros (n)} = \frac{D_1}{D_2} \times N$$

Dimana :

$$D_1 = \text{diameter bearing} = 7,4571 \text{ ft} = 89,4850 \text{ in}$$

$$D_2 = \text{diameter roll support} = 12,5 \text{ in}$$

$$N = \text{putaran ridding ring}$$

Maka :

$$\begin{aligned} n &= \frac{89,4850}{12,5} \times 2,229 \\ &= 15,9570 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Dengan menganggap rotary dryer dipakai secara terus menerus maka :

Lh = (nominal life of working hours) = 20000 (untuk roller bearing).

$$\begin{aligned} L &= \frac{60 \times n \times Lh}{10^6} \quad (\text{SKF hal. 14}) \\ &= \frac{60 \times 15,9570 \times 20000}{10^6} = 19,1516 \end{aligned}$$

$$L = \left( \frac{c}{p} \right)^p$$

Dimana :

$$L = \text{nominal life of working hours}$$

$$C = \text{basic dinamic capacity; lb}$$

$$C/p = \text{leading ratio}$$

Untuk roller bearing;  $\rho = 10/3$

Maka :

$$19,1516 = \left( \frac{c}{17091,2313} \right)^{10/3}$$

$$c = 41441,4642 \text{ lb}$$

### **5. Perencanaan Roller Trust Bearing**

Fungsi dari roller trust bearing adalah untuk menahan gaya luncur yang mungkin terjadi akibat daya sudut yang dibentuk oleh silinder (rotary kiln) terhadap horizontal dan gaya akan ditahan satu pasang trust roll.

$$\text{Beban total} = 107010,8212 \text{ lb}$$

$$\frac{P}{T} = \cos 2,405^\circ$$

$$T = \frac{P}{\cos 2,405^\circ}$$

$$= 107105,1624 \text{ lb}$$

Jadi beban yang ditahan oleh roller trust bearing (T) = 107105,1624 lb

Untuk faktor keamanan = 110000 lb

#### a. Perencanaan centilever

Direncanakan centilever terbuat dari soft steel.

Tensile ultimate dari compressive strenght = 60.000 Psi

Modulus elastisitas = 29000000

Panjang centilever diambil 15 in

Momen (M) = 110000 × 15

$$= 1650000 \text{ lb-in}$$

Diameter centilever diambil 9 in.

$$I_z = \frac{\pi}{64} \times D^4$$

$$= \frac{3,14}{64} \times 9^4 = 321,8990 \text{ in}^4$$

$$\frac{I_z}{y} = \frac{\pi}{32 \times D}$$

$$= \frac{3,14 \times 9^4}{32 \times 9} = 71,5330 \text{ in}^3$$

Stress yang terjadi :

$$F = \frac{M}{\frac{I_z}{y}} = \frac{1650000}{71,5330} = 0,0133 \text{ lb/in}^2$$

Defleksi yang terjadi :

$$\delta = \frac{WL^3}{3E.I.L}$$

$$\delta = \frac{1650000 \times 15^3}{3 \times 29.10^6 \times 321,8990 \times 15} = 0,0133$$

Dari perhitungan di atas diameter centilever cukup memenuhi syarat dimana stress yang terjadi lebih kecil dari stress yang diijinkan dan defleksi yang terjadi lebih kecil dari defleksi yang diijinkan.

b. Perencanaan trust bearing

Direncanakan jenis bearing : helical roller trust bearing.

Beban yang direncanakan oleh trust bearing : 12000 lb.

$$L = \frac{60 \times n \times L_h}{10^6} \quad (\text{SKF hal. 14})$$

Dimana :

L = nominal life million of revolution

$n$  = kecepatan putaran (rpm)

$L_h$  = nominal life in working hours (20000 jam untuk roller bearing)

$$L = \frac{60 \times 15,48150 \times 20000}{10^6}$$

$$= 18,5778$$

maka :

$$L = \left( \frac{c}{p} \right)^{\rho}$$

Dimana :

$L$  = nominal life of working hours

$C$  = basic dinamic capacity; lb

$C/p$  = leading ratio

Untuk roller bearing;  $\rho = 10/3$

Maka :

$$18,5778 = \left( \frac{c}{17091,2313} \right)^{10/3}$$

$$c = 41064,8555 \text{ lb}$$

## **6. Perencanaan Sistem Pondasi dan Penyangga**

Direncanakan konstruksi dari bahan tanpa penulangan. Campuran bahan terdiri dari perbandingan semen portland : kerikil = 1 : 2 : 3 (Van Demicum, Teknik Sipil, oleh Imam S.).

Densitas bahan untuk komposisi (1 : 2 : 3) = 140 lb/ft<sup>3</sup> (Direktorat Jenderal Bina Marga Dep. Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik). Tenaga beton yang diijinkan tanpa penulangan = 6 kg/cm<sup>2</sup>. (Peraturan Beton 71 hal. 105).



Kondisi tanah adalah alluvial soil, tegangan tanah yang diijinkan adalah :

- a. Minimum = 0,5 ton/ft<sup>2</sup>
- b. Maksimum = 1 ton/ft<sup>2</sup> (Hesse hal. 227)

Untuk itu diadakan perbaikan dengan cara tanah yang sudah digali selanjutnya dilapisi dengan pasir kasar = 8 in, pecahan batu kali = 6 in, kerikil/pasir sampai rata kemudian disiram dengan air dan dipadatkan.

Sebagai dasar perhitungan disesuaikan dengan pondasi yang tahan terhadap getaran.

Direncanakan bentuk pondasi adalah limas terpancung dengan ukuran :

- a. atas (a) = 6,5 × 6,5 ft
- b. bawah (b) = 9 × 9 ft
- c. tinggi (t) = 15 ft

Sedangkan lubang untuk roll supporting :

- a. tinggi (t) = 7 in = 0,583 ft
- b. lebar (L) = 8 in = 0,666 ft
- c. Panjang (P) = 18 in = 1,5 ft

$$\rho \text{ beton} = 140 \text{ lb/ft}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Vol. pondasi} &= \left[ \frac{1}{3} \times 5 \times (6,5 \times 6,5) + (9 \times 9) + \sqrt{(6,5 \times 6,5)(9 \times 9)} \right] - [0,583 \times 0,6666 \times 1,5] \\ &= 302,33425 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat pondasi} &= 302,33425 \times 140 \\ &= 42326,7950 \text{ lb} \end{aligned}$$

Berat yang diterima oleh pondasi berasal dari :

- Beban yang diterima roll = 33980,4995 lb
- Beban poros = 12,1018 lb
- Berat roll support sendiri = 189,8613 lb
- = 34182,4627 lb

Berat total yang diterima oleh pondasi adalah :

$$= 34182,4627 + 42326,7049$$

$$= 76509,2576 \text{ lb}$$

Tegangan tanah yang terjadi akibat pembenahan :

$$(E) = \frac{P}{F}$$

$$= \frac{76509,2576 \text{ lb}}{9 \times 9}$$

$$= 944,5587 \text{ lb/ft}^2$$

Slope/sudut pondasi yang diijinkan pada tegangan tanah yang terjadi = 944,5587

lb/ft<sup>2</sup> adalah :

Lebar permukaan :

- Atas pondasi = 1,5 ft
- Bawah pondasi = 5 ft

$$d = \frac{a}{57} \times \sqrt{E}$$

$$= \frac{a}{57} \times \sqrt{944,5587} = 0,5392 a$$

$$\tan \theta = \frac{a}{d}$$

$$= \frac{a}{0,5392a} = 1,8546$$

Letak titik kekuatan pondasi pada jarak 2 in.

Permukaan bawah pondasi :

$$\text{Tinggi pondasi} = (15 \times 12) - 2$$

$$\text{Aktual slope} = 58 \text{ in}$$

$$\text{Tan } \theta = \frac{(5 - 1,5) \times 12}{58 \times 2}$$

$$= 0,36 < 1,8546 \text{ (memenuhi)}$$

Dari hasil di atas ternyata sudut pondasi cukup memenuhi syarat, dimana  $\tan \theta$  yang terjadi  $<$   $\tan \theta$  yang dihitung. Ketahanan pondasi terhadap moment akibat gaya horizontal yang terjadi pada satu bearing.

$$\text{Beban vertikal} = 107010,8212 \text{ lb}$$

$$\text{Beban horizontal} = 107010,8212 \times \sin 30$$

$$= 53505,4106 \text{ lb}$$

Momen akibat gaya horizontal (Mh)

$$Mh = Pz \times h$$

$$= 53505,4106 \times (5 \times 12)$$

$$= 3210324,6360 \text{ lb-in.}$$

Momen akibat gaya vertikal (Mv)

$$Mv = \Sigma P \times 6,5 \times 12$$

$$= 107010,8212 \times 6,5 \times 12$$

$$= 8346844,0540 \text{ lb-in}$$

Jadi ketahanan pondasi terhadap momen akibat gaya vertikal cukup kuat (pondasi tidak akan terangkat) karena momen horizontal  $>$  momen vertikal.

Direncanakan corong yang digunakan berbentuk kerucut dengan sudut  $60^\circ$  dan bukaan 50 cm.



## BAB VII


### INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

#### VII.1. Instrumentasi

Dalam rangka pengoperasian pabrik, pemasangan alat-alat instrumentasi sangat dibutuhkan dalam memperoleh hasil produksi yang optimal. Pemasangan alat-alat instrumentasi disini bertujuan sebagai pengontrol jalannya proses produksi dari peralatan-peralatan pada awal sampai akhir produksi. dimana dengan alat instrumentasi tersebut, kegiatan maupun aktifitas tiap-tiap unit dapat tercatat kondisi operasinya sehingga sesuai dengan kondisi operasi yang dikehendaki, serta mampu memberikan tanda-tanda apabila terjadi penyimpangan selama proses produksi berlangsung.

Pada uraian diatas dapat disederhanakan bahwa dengan adanya alat instrumentasi maka :

1. Proses produksi dapat berjalan sesuai dengan kondisi-kondisi yang telah ditentukan sehingga diperoleh hasil yang optimum.
2. Proses produksi berjalan sesuai dengan efisiensi yang telah ditentukan dan kondisi proses tetap terjaga pada kondisi yang sama.
3. Membantu mempermudah pengoperasian alat.
4. Bila terjadi penyimpangan selama proses produksi, maka dapat segera diketahui sehingga dapat ditangani dengan segera.



Adapun variabel proses yang diukur dibagi menjadi 3 bagian, yaitu :

1. Variabel yang berhubungan dengan energi, seperti temperatur, tekanan, dan radiasi.
2. Variabel yang berhubungan dengan kuantitas dan laju, seperti pada kecepatan aliran fluida, ketinggian liquid dan ketebalan.
3. Variabel yang berhubungan dengan karakteristik fisika dan kimia, seperti densitas, kandungan air.

Yang harus diperhatikan didalam pemilihan alat instrumentasi adalah :

- Level, Range dan Fungsi dari alat instrumentasi.
- Akurasi hasil pengukuran.
- Bahan konstruksi material.
- Pengaruh yang ditimbulkan terhadap kondisi operasi proses yang berlangsung.
- Mudah diperoleh di pasaran.
- Mudah dipergunakan dan mudah diperbaiki jika rusak.

Instrumentasi yang ada dipasaran dapat dibedakan dari jenis pengoperasian alat instrumentasi tersebut, yaitu alat instrumentasi manual atau otomatis. Pada dasarnya alat-alat kontrol yang otomatis lebih disukai dikarenakan pengontrolannya tidak terlalu sulit, kontinyu, dan efektif, sehingga menghemat tenaga kerja dan waktu. Akan tetapi mengingat faktor-faktor ekonomis dan investasi modal yang ditanamkan pada alat instrumentasi berjenis otomatis ini, maka pada perencanaan pabrik ini sedianya akan menggunakan kedua jenis alat instrumentasi tersebut.

Adapun fungsi utama dari alat instrumentasi otomatis adalah :

- Melakukan pengukuran.
- Sebagai pembanding hasil pengukuran dengan kondisi yang ditentukan.
- Melakukan perhitungan.
- Melakukan koreksi.

Alat instrumentasi otomatis ini dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu :

**1. *Sensing / Primary Element / Sensor.***

Alat kontrol ini langsung merasakan adanya perubahan pada variabel yang diukur, misalnya temperatur. *Primary Element* merubah energi yang dirasakan dari media yang sedang dikontrol menjadi sinyal yang bisa dibaca (misalnya dengan tekanan fluida).

**2. *Receiving Element / Elemen Pengontrol.***

Alat kontrol ini akan mengevaluasi sinyal yang didapat dari *sensing element* dan diubah menjadi data yang bisa dibaca (perubahan data *analog* menjadi *digital*), digambarkan dan dibaca oleh *error detector*. Dengan demikian sumber energi bisa diatur sesuai dengan perubahan-perubahan yang terjadi.

**3. *Transmitting Element.***

Alat kontrol ini berfungsi sebagai pembawa sinyal dari *sensing element* ke *receiving element*. Alat kontrol ini mempunyai fungsi untuk merubah data bersifat *analog* (tidak terlihat) menjadi data *digital* (dapat dibaca).

Disamping ketiga jenis tersebut, masih terdapat peralatan pelengkap yang lain, yaitu : *Error Detector Element*, alat ini akan membandingkan besarnya harga terukur pada variabel yang dikontrol dengan harga yang diinginkan dan apabila terdapat perbedaan alat ini akan mengirimkan sinyal *error*. *Amplifier* akan digunakan sebagai penguat sinyal yang dihasilkan oleh *error detector* jika sinyal yang dikeluarkan lemah. *Motor Operator Sinyal Error* yang dihasilkan harus diubah sesuai dengan kondisi yang diinginkan, yaitu dengan penambahan variabel manipulasi. Kebanyakan sistem kontrol memerlukan operator atau motor untuk menjalankan *Final Control Element*. *Final Control Element* adalah untuk mengoreksi harga variabel manipulasi.

Macam instrumentasi pada suatu perencanaan pabrik misalnya :

1. *Flow Control* ( F C )

Mengontrol aliran setelah keluar suatu alat.

2. *Flow Ratio Control* ( F R C )

Mengontrol ratio aliran yang bercabang.

3. *Level Control* ( L C )

Mengontrol ketinggian liquid didalam tangki

4. *Weight Control* ( W C )

Mengontrol berat solid yang dikeluarkan dari tangki

5. *Pressure Control* ( P C )

Mengontrol tekanan pada suatu aliran / alat

6. *Temperature Control* ( T C )

Mengontrol suhu pada suatu aliran / alat



**Tabel VII.1. Instrumentasi pada pabrik**

NO	NAMA ALAT	KODE	INSTRUMENTASI
1	TANGKI ASAM PHOSPHATE	( F - 120 )	( LI )
2	REAKTOR - 1	( R - 210 )	( TC ; PC; FRC )
3	REAKTOR - 2	( R - 230 )	( TC ; RC )
4	EVAPORATOR	( V - 240 )	( TC )
5	BAROMETRIC CONDENSER	( E - 241 )	( TC )
6	CRYSTALLIZER	( S - 250 )	( TC )
7	HEATER	( E - 273 )	( TC )
8	SILO SODIUM HEXAMETAPHOSPHATE	( F - 310 )	( WC )

## VII.2. Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja atau *safety factor* adalah hal yang paling utama yang harus diperhatikan dalam merencanakan suatu pabrik, hal ini disebabkan karena :

- Dapat mencegah terjadinya kerusakan-kerusakan yang besar yang disebabkan oleh kebakaran atau hal lainnya baik terhadap karyawan maupun oleh peralatan itu sendiri.
- Terpeliharanya peralatan dengan baik sehingga dapat digunakan dalam waktu yang cukup lama. Bahaya yang dapat timbul pada suatu pabrik banyak sekali jenisnya, hal ini tergantung pada bahan yang akan diolah maupun tipe proses yang dikerjakan.

Secara umum bahaya-bahaya tersebut dapat dibagi dalam tiga kategori , yaitu :

1. Bahaya kebakaran.
2. Bahaya kecelakaan secara kimia.
3. Bahaya terhadap zat-zat kimia.

Untuk menghindari kecelakaan yang mungkin terjadi, berikut ini terdapat beberapa hal yang perlu mendapat perhatian pada setiap pabrik pada umumnya dan pada pabrik ini pada khususnya.

### **VII.2.1. Bahaya Kebakaran**

#### **A. Penyebab kebakaran.**

- Adanya nyala terbuka (*open flame*) yang datang dari unit utilitas, *workshop* dan lain-lain.
- Adanya loncatan bunga api yang disebabkan karena korsleting aliran listrik seperti pada stop kontak, saklar serta instrument lainnya.

#### **B. Pencegahan.**

- Menempatkan unit utilitas dan unit pembangkitan cukup jauh dari lokasi proses yang dikerjakan.
- Menempatkan bahan yang mudah terbakar pada tempat yang terisolasi dan tertutup.
- Memasang kabel atau kawat listrik di tempat-tempat yang terlindung, jauh dari daerah yang panas yang memungkinkan terjadinya kebakaran.
- Sistem alarm hendaknya ditempatkan pada lokasi dimana tenaga kerja dengan cepat dapat mengetahui apabila terjadi kebakaran

#### **C. Alat pencegah kebakaran.**

- Instalasi permanen seperti *fire hydrant system* dan *sprinkle* otomatis.
- Pemakaian *portable fire-extinguisher* bagi daerah yang mudah dijangkau bila terjadi kebakaran. Jenis dan jumlahnya pada perencanaan pabrik ini dapat dilihat pada tabel VII.1.
- Untuk pabrik ini lebih disukai alat pemadam kebakaran tipe karbon dioksida.

- Untuk bahan baku yang mengandung racun, maka perlu digunakan kantong-kantong udara atau alat pernafasan yang ditempatkan pada daerah-daerah strategis pada pabrik ini.

**Tabel VII.2. Jenis dan Jumlah Fire-Extinguisher.**

NO.	TEMPAT	JENIS	BERAT SERBUK	JARAK SEMPROT	JUMLAH
1.	Pos Keamanan	YA-10L	3.5 Kg	8 m	3
2.	Kantor	YA-20L	6.0 Kg	8 m	2
3.	Daerah Proses	YA-20L	8.0 Kg	7 m	4
4.	Gudang	YA-10L	4.0 Kg	8 m	2
5.	Bengkel	YA-10L	8.0 Kg	7 m	2
6.	Unit Pembangkitan	YA-20L	8.0 Kg	7 m	2
7.	Laboratorium	YA-20L	8.0 Kg	7 m	2

### VII.2.2. Bahaya Kecelakaan

Karena kesalahan mekanik sering terjadi dikarenakan kelalaian pengerjaan maupun kesalahan konstruksi dan tidak mengikuti aturan yang berlaku. Bentuk kerusakan yang umum adalah karena korosi dan ledakan. Kejadian ini selain mengakibatkan kerugian yang besar karena dapat mengakibatkan cacat tubuh maupun hilangnya nyawa pekerja. Berbagai kemungkinan kecelakaan karena mekanik pada pabrik ini dan cara pencegahan dapat digunakan sebagai berikut :

### A. Vessel.

Kesalahan dalam perencanaan vessel dan tangki dapat mengakibatkan kerusakan fatal, cara pencegahannya :

- Menyeleksi dengan hati-hati bahan konstruksi yang sesuai, tahan korosi serta memakai *corrosion allowance* yang wajar. Untuk pabrik ini, semua bahan konstruksi yang umum dapat dipergunakan dengan pengecualian adanya seng dan tembaga. Bahan konstruksi yang biasanya dipakai untuk tangki penyimpanan, perpipaan dan peralatan lainnya dalam pabrik ini adalah steel. Semua konstruksi harus sesuai dengan standar ASME (*America Society Mechanical Engineering*).
- Memperhatikan teknik pengelasan.
- Memakai level gauge yang otomatis.
- Penyediaan *man-hole* dan *hand-hole* ( bila memungkinkan ) yang memadai untuk inspeksi dan pemeliharaan. Disamping itu peralatan tersebut harus dapat diatur sehingga mudah untuk digunakan.

### B. Heat Exchanger.

Kerusakan yang terjadi pada umumnya disebabkan karena kebocoran-kebocoran. Hal ini dapat dicegah dengan cara :

- Pada *inlet* dan *outlet* dipasang *block valve* untuk mencegah terjadinya *thermal expansion*.
- *Drainhole* yang cukup harus disediakan untuk pemeliharaan.
- Pengecekan dan pengujian terhadap setiap ruangan fluida secara

sendiri-sendiri.

- Memakai *heat exchanger* yang cocok untuk ukuran tersebut. Disamping itu juga rate aliran harus benar-benar dijaga agar tidak terjadi perpindahan panas yang berlebihan sehingga terjadi perubahan fase didalam pipa.

### **C. Peralatan yang bergerak.**

Peralatan yang bergerak apabila ditempatkan tidak hati-hati, maka akan menimbulkan bahaya bagi pekerja. Pencegahan bahaya ini dapat dilakukan dengan :

- Pemasangan penghalang untuk semua sambungan pipa.
- Adanya jarak yang cukup bagi peralatan untuk memperoleh kebebasan ruang gerak.

### **D. Perpipaan.**

Selain ditinjau dari segi ekonomisnya , perpipaan juga harus ditinjau dari segi keamanannya hal ini dikarenakan perpipaan yang kurang teratur dapat membahayakan pekerja terutama pada malam hari, seperti terbentur, tersandung dan sebagainya. Sambungan yang kurang baik dapat menimbulkan juga hal-hal yang tidak diinginkan seperti kebocoran-kebocoran bahan kimia yang berbahaya. Untuk menghindari hal-hal tersebut, maka dapat dilakukan cara :

- Pemasangan pipa (untuk ukuran yang tidak besar hendaknya pada elevasi yang tinggi tidak didalam tanah, karena dapat menimbulkan kesulitan apabila terjadi kebocoran.
- Bahan konstruksi yang dipakai untuk perpipaan harus memakai bahan konstruksi dari *steel*.
- Sebelum dipakai, hendaknya diadakan pengecekan dan pengetesan terhadap kekuatan tekan dan kerusakan yang diakibatkan karena perubahan suhu, begitu juga harus dicegah terjadinya *over stressing* atau pondasi yang bergerak.
- Pemberian warna pada masing-masing pipa yang bersangkutan akan dapat memudahkan apabila terjadi kebocoran.

#### **E. Listrik.**

Kebakaran sering terjadi akibat kurang baiknya perencanaan instalasi listrik dan kecerobohan operator yang menanganinya. Sebagai usaha pencegahannya dapat dilakukan :

- Alat-alat listrik dibawah tanah sebaiknya diberi tanda seperti dengan cat warna pada penutupnya atau diberi isolasi berwarna.
- Pemasangan alat remote shut down dari alat-alat disamping starter.
- Penerangan yang cukup pada semua bagian pabrik supaya operator tidak mengalami kesulitan dalam bekerja.
- Sebaiknya untuk penerangan juga disediakan oleh PLN meskipun kapasitas *generator set* mencukupi untuk penerangan dan proses.

- Penyediaan *emergency power supplies* tegangan tinggi.
- Meletakkan jalur-jalur kabel listrik pada posisi aman.
- Merawat peralatan listrik, kabel, starter, trafo dan lain sebagainya.

#### **F. Isolasi.**

Isolasi penting sekali terutama berpengaruh terhadap pada karyawan dari kepanasan yang dapat mengganggu kinerja para karyawan, oleh karena itu dilakukan :

- Pemakaian isolasi pada alat-alat yang menimbulkan panas seperti reaktor, exchanger, kolom distilasi dan lain-lain. Sehingga tidak mengganggu konsentrasi pekerjaan.
- Pemasangan isolasi pada kabel instrumen, kawat listrik dan perpipaan yang berada pada daerah yang panas , hal ini dimaksudkan untuk mencegah terjadinya kebakaran.

#### **G. Bangunan Pabrik.**

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan bangunan pabrik adalah :

- Bangunan-bangunan yang tinggi harus diberi penangkal petir dan jika tingginya melebihi 20 meter, maka harus diberi lampu suar (mercu suar).

- Sedikitnya harus ada dua jalan keluar dari dalam bangunan.

### **VII.2.3. Bahaya Karena Bahan Kimia**

Banyak bahan kimia yang berbahaya bagi kesehatan. Biasanya para pekerja tidak mengetahui seberapa jauh bahaya yang dapat ditimbulkan oleh bahan kimia seperti bahan-bahan berupa gas yang tidak berbau atau tidak berwarna yang sangat sulit diketahui jika terjadi kebocoran. Untuk itu sering diberikan penjelasan pendahuluan bagi para pekerja agar mereka dapat mengetahui bahwa bahan kimia tersebut berbahaya.

Cara lainnya adalah memberikan tanda-tanda atau gambar-gambar pada daerah yang berbahaya atau pada alat-alat yang berbahaya, sehingga semua orang yang berada didekatnya dapat lebih waspada. Selain hal-hal tersebut diatas, usaha-usaha lain dalam menjaga keselamatan kerja dalam pabrik ini adalah memperhatikan hal-hal seperti:

1. Di dalam ruang produksi para pekerja dan para operator dilarang merokok.
2. Harus memakai sepatu karet dan tidak diperkenankan memakai sepatu yang alasnya mengandung logam.
3. Untuk pekerja lapangan maupun pekerja proses dan semua orang yang memasuki daerah proses diharuskan mengenakan topi pengaman agar terlindung dari kemungkinan kejatuhan barang-barang dari atas.



4. Karena sifat alami dari steam yang sangat berbahaya, maka harus disediakan kacamata tahan uap, masker penutup wajah dan sarung tangan yang harus dikenakan.

## VIII UTILITAS

Unit utilitas pada suatu pabrik adalah salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang jalannya proses produksi dalam suatu industri kimia, sehingga kapasitas produksi semaksimal mungkin dapat diacapai. Adapun unit utilitas yang diperlukan dalam Pra Rencana Pabrik Natrium heksametaphospat ini meliputi tiga unit :

1. Unit penyediaan air
  - Air umpan boiler
  - Air sanitasi
  - Air proses
2. Unit penyediaan tenaga listrik
3. Unit penyediaan bahan baker
4. Unit pengolahan limbah

### 8.1. Unit Penyediaan Air

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

#### 8.1.1. Air Umpan Boiler

Air umpan boiler merupakan bahan baku pembuatan steam yang berfungsi sebagai media pemanas. Air untuk keperluan ini harus memenuhi syarat-syarat agar air tidak merusak boiler (ketel). Dari Perry's edisi 6, hal 976 didapatkan bahwa air umpan boiler harus memenuhi persyarat sebagai berikut:

- Total padatan (total dissolved solid) = 3500 ppm
- Alkanitas = 700 ppm

## VIII-2

- Padatan terlarut	= 300 ppm
- Silica	= 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 :

1. Zat-zat yang menyebabkan korosi, yaitu gas-gas terlarut seperti  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$  dan  $NH_3$ .
2. Zat-zat yang menyebabkan busa, yaitu zat organik, anorganik dan zat-zat 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

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

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

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler :

- a. Tidak boleh membuih (berbusa)

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

- Kesulitan pembacaan tinggi liquid 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 dalam boiler.

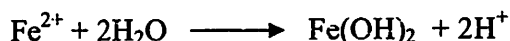
b. Tidak boleh membentuk kerak dalam boiler

Kerak dalam boiler akan menyebabkan :

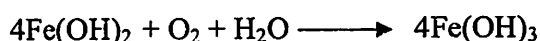
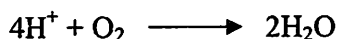
- Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat.
- Kerak yang terbentuk dapat pecah sewaktu-waktu, sehingga dapat menimbulkan kebocoran karena boiler mendapat tekanan yang kuat.

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<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu:



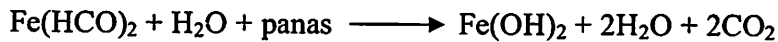
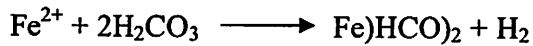
Tetapi jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hydrogen yang terbentuk akan bereaksi dengan oksigen membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindungan tersebut terjadilah korosi menurut reaksi :



Adanya bikarbonat dalam air akan menyebabkan terbentuknya CO<sub>2</sub>, karena pemanasan dan adanya tekanan. CO<sub>2</sub> yang terjadi bereaksi dengan air menjadi asam karbonat. Asam karbonat akan bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam

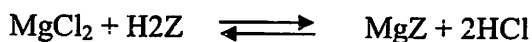
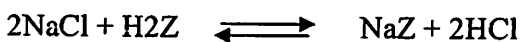
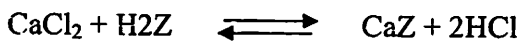
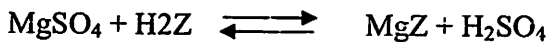
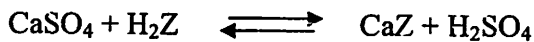
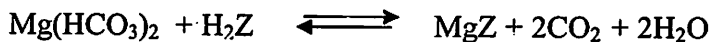
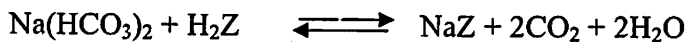
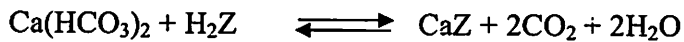
bikarbonat. Dengan adanya pemanasan (kalor), garam bikarbonat ini membentuk CO<sub>2</sub> lagi.

Reaksi yang terjadi :



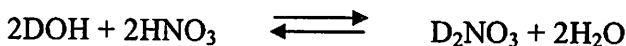
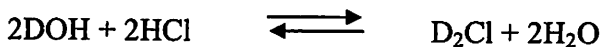
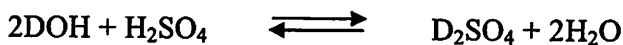
#### Pelunakan air umpan boiler

Pelunakan air boiler yang dilakukan dengan pertukaran ion dalam demineralisasi yang terdiri dari dua tangki, yaitu tangki kation exchanger (D-220 A) dan anion exchanger (D-220B). kation exchanger yang digunakan adalah resin zeolit (H<sub>2</sub>Z) dan anion yang digunakan adalah deacidite (DOH). Air dari bak air bersih dialirkan dengan pompa (L-221) menuju kation exchanger (D-220). Dalam tangki kation exchanger terjadi reaksi-reaksi sebagai berikut :

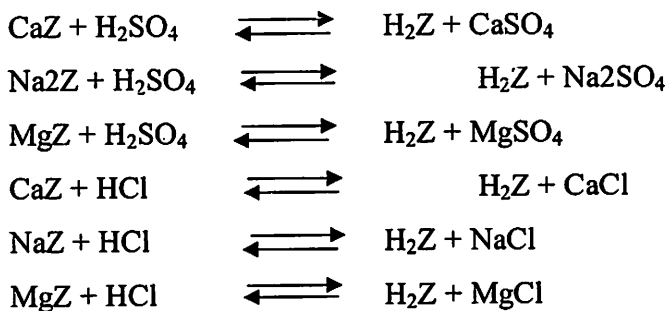


Ion-ion bikarbonat, sulfat dan klor diikat dengan ion Z membentuk CO<sub>2</sub> dan air, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan HCl. Selanjutnya air yang bersifat asam ini dialirkan ke tangki anion exchanger (D-220B) untuk dihilangkan anion-anion yang mengganggu proses. Resin yang digunakan dalam anion exchanger adalah Deacidite (DOH)

Dalam tangki anion exchanger terjadi reaksi sebagai berikut :

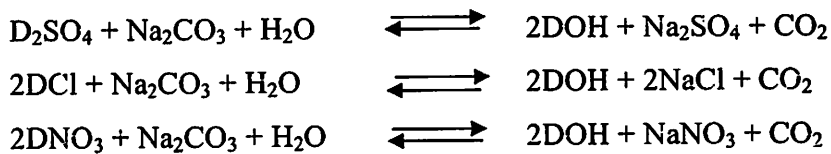


Pemakaian resin yang terus menerus menyebabkan resin tidak aktif lagi. Hal ini dapat diketahui dari pemeriksaan kesadahan air umpan boiler. Resin yang sudah tidak aktif menunjukkan bahwa resin sudah tidak jenuh dan perlu diregenerasi. Regenerasi hydrogen exchanger dilakukan dengan menggunakan asam sulfat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



Sedangkan regenerasi anion exchanger dengan menggunakan larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  atau  $\text{NaOH}$ .

Reaksi yang terjadi :



Setelah keluar dari demineralisasi, air umpan boiler telah bebas dari ion-ion pengganggu. Untuk memenuhi keutuhan unpan boiler, air lunak ditampung dalam bak air lunak (F-222) yang selanjutnya dipompa (L-223) ke deaerator (D-231) untuk menghilangkan gas-gas impurities pada air umpan boiler dengan system pemanasan. Dari deaerator air akan dimasukkan ke dalam bak air umpan boiler (F-232) dan air dipompa boiler didistribusikan ke peralatan dan kondensat yang dihasilkan di recycle.

### 8.1.2. Air Sanitasi

Air sanitasi biasa digunakan untuk memenuhi kebutuhan karyawan, Laboratorium, taman dan kebutuhan yang lain.

Air sanitasi yang dipergunakan harus memenuhi syarat kualitas air sebagai berikut :

a. Syarat fisik

- Berada di bawah suhu udara
- Warnanya jernih
- pH netral
- Tidak berbusa
- Kekeruhan kurang dari 1 ppm  $\text{SiO}_2$
- Tidak berasa
- Tidak berbau

b. Syarat kimia

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

c. Syarat mikrobiologi

- Tidak mengandung kuman maupun bakteri, terutama bakteri pathogen yang dapat merubah sifat fisik air

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

1. Untuk kebutuhan karyawan

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

2. Untuk Laboratorium

Direncanakan kebutuhan air untuk taman dan Laboratorium adalah sebesar 30% 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.

Sehingga didapatkan kebutuhan air sanitasi untuk pabrik natrium heksametaphospat ini adalah sebesar 455 kg/jam.

## 8.2. Unit Penyediaan Listrik

Listrik yang dibutuhkan pada Pra Rencana Pabrik Natrium heksametaphospat ini meliputi :

kebutuhan listrik untuk alatproses dan utilitas :  $0,7456 \times 537,5 = 401$  kWh Kebutuhan listrik untuk proses, penerangan, instrument dan lain-lain dipenuhi oleh PLN.

Sedangkan apabila ada matinya listrik, maka digunakan satu generator AC bertenaga diesel berkekuatan 450 kWh, dengan satu buah generator tambahan.

## 8.3. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan pada pabrik, yaitu pada boiler dan generator sebesar 728.587 kg/hari. Bahan bakar yang digunakan adalah Fuel Oil. Pemilihan jenis bahan bakar yang digunakan berdasarkan pertimbangan sebagai berikut :

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

Dari table 9.9 dan fig. 9.9, Perry 6<sup>th</sup> ed, spesifikasi bahan baker didapat :

- Flash point : 38°C (100°F)
- Pour point : -6°C (21,2°F)
- Densitas : 55 lb/ft<sup>3</sup>
- Heating value : 19000 Btu/lb

## 8.4 Unit Penyediaan Steam

Kebutuhan air pengisi boiler atau air umpan boiler pada Pra Rencana Pabrik Natrium heksametaphospat ini berdasarkan pada kebutuhan steam. Untuk berdasarkan perhitungan pada Appendiks D maka steam yang dipergunakan adalah saturated steam yang mempunyai tekanan 15.25 bar dengan suhu 200°C (320°F).



### **8.5 Pengolahan Limbah**

Pada Pra Rencana Pabrik Natrium heksametaphospat ini memiliki kepedulian terhadap lingkungan disekitarnya. Bentuk kepedulian tersebut antara lain diwujudkan melalui pemantauan analisa mengenai dampak lingkungan, menyusun rencana pengolahan lingkungan dan rencana pemantauan lingkungan :

#### **Limbah Cair**

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

a. **Pengolahan Pendahuluan (Pre-Treatment)**

Pada proses ini dilakukan pengambilan benda-benda terapung.

b. **Pengolahan pertama (Primary Treatment)**

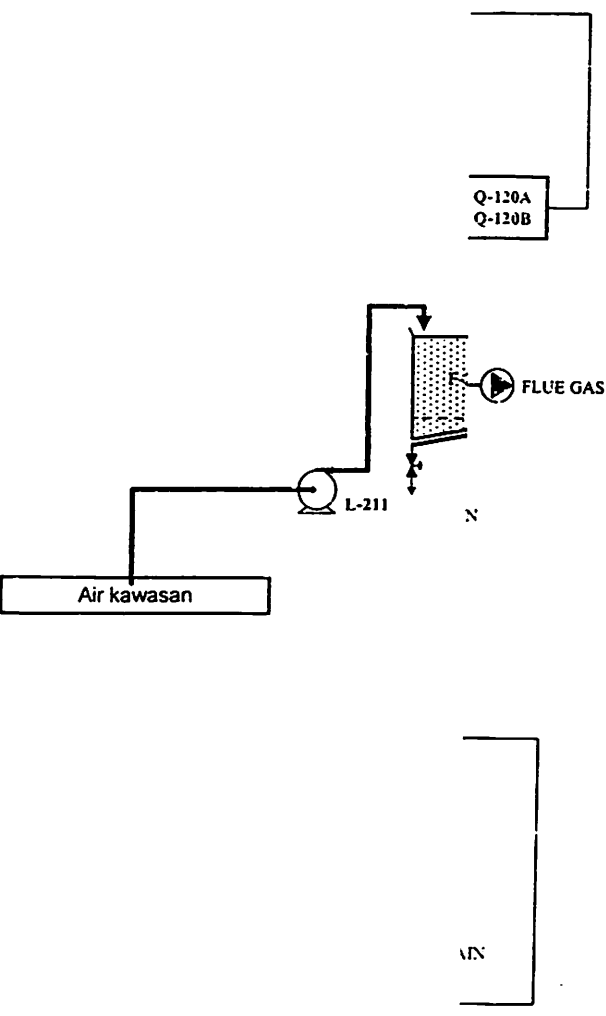
Pada tahap pengolahan ini bertujuan untuk mengendapkan padatan-padatan dan zat-zat yang terlarut, yang tidak dapat mengendap secara grafitasi, dengan menambahkan zat kimia tertentu sebagai flokulan dan koagulan.

c. **Pengolahan Kedua (Secondary Treatment)**

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

d. **Pengolahan Ketiga (Tertiary Treatment)**

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



23.	F-230	COOLING TOWER WATER
22.	L-232	POMPA AIR PENDINGIN
21.	F-231	BAK AIR PENDINGIN
20.	F-235	BAK AIR SANITASI
19.	L-234	POMPA KE BAK AIR SANITASI
18.	F-233	BAK KLORINASI
17.	L-225	POMPA KE BOILER
16.	F-224	BAK BOILER FEED WATER
15.	D-223	DEAERATOR
14.	L-222	POMPA AIR LUNAK
13.	F-221	BAK AIR LUNAK
12.	Q-220	BOILER
11.	L-219	POMPA AIR BERSIH
10.	F-218	BAK AIR BERSIH
9.	F-217	SAND FILTER
8.	F-216	TANGKI CLARIFIER
7.	L-215	POMPA KE CLARIFIER
6.	F-214	BAK SKIMMER
5.	L-213	POMPA KE BAK SKIMMER
4.	F-212	BAK SEDIMENTASI
3.	L-211	POMPA AIR SUNGAI
2.	D-210B	ANION EXCHANGER
1.	D-210A	KATION EXCHANGER
NO.	KODE	NAMA ALAT

JURUSAN TEKNIK KIMIA  
 FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
 INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**UNIT PENGOLAHAN AIR**  
 PRA-RENCANA PABRIK FORMALDEHID

DIRANCANG OLEH

DOSEN PEMBIMBING

RUDI SURANI 1214902  
 YOSSI SILVIA KS 1214903

  
 MUYASSAROH, MT



## BAB IX

# LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

### IX.1. Lokasi Pabrik

Dalam perencanaan suatu pabrik, penentuan lokasi suatu pabrik merupakan salah satu faktor utama dalam menentukan keberhasilan suatu pabrik. Penentuan ini juga ditinjau dari segi ekonomis yaitu berdasarkan pada “ *Return On Investment* “ , yang merupakan persentase pengembalian modal tiap tahun.

Daerah operasi ditentukan oleh faktor utama, sedangkan tepatnya lokasi pabrik yang dipilih ditentukan oleh faktor-faktor khusus. Setelah mempelajari dan mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi penentuan lokasi tersebut, maka pabrik yang direncanakan ini didirikan di daerah Manyar , Gresik.

Adapun alasan pemilihan lokasi tersebut karena dengan mempertimbangkan faktor-faktor utama dan faktor-faktor khusus.

#### IX.1.1. Faktor Utama

Faktor utama meliputi :

##### a. Bahan Baku

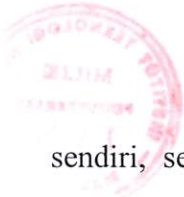
Persediaan bahan baku dalam suatu pabrik adalah merupakan salah satu faktor penentuan dalam memilih lokasi pabrik yang tepat. Dalam hal ini bahan baku yang digunakan berasal dari produk lokal dalam negeri. Bahan baku yang digunakan dapat diperoleh di Gresik dan sekitarnya.

##### b. Pemasaran

Dengan melihat pangsa pasar yang prospektif maka produk ini bisa dikatakan memenuhi pangsa pasar tersebut. Distribusi dan pemasaran dari produk dapat dilakukan melalui kota Surabaya dimana segala fasilitas telah tersedia karena kedudukan Surabaya sebagai Ibukota Propinsi Jawa Timur.

##### c. Tenaga Listrik dan Bahan Bakar

Agar produksi dari pabrik ini tidak bergantung pada supply listrik dari PLN dan untuk menghemat beaya, maka didirikan unit-unit pembangkit listrik



sendiri, sehingga PLN digunakan apabila pabrik tidak beroperasi dan apabila generator ada kerusakan. Dengan demikian pabrik diharapkan dapat berjalan dengan lancar. Bahan bakar untuk pabrik ini mudah diperoleh dari Pertamina.

#### **d. Persediaan Air**

Air merupakan bagian yang sangat penting dalam suatu Industri Kimia. Dalam hal ini air digunakan sebagai sanitasi, pencegahan bahaya kebakaran, media pendingin, steam serta untuk air proses. Selama pabrik beroperasi, kebutuhan air relatif cukup banyak, maka untuk memenuhi kebutuhan air tersebut diambil air sungai yang letaknya tidak jauh dari lokasi pabrik dengan melakukan pengolahan terlebih dahulu. Mengingat lokasi pabrik ini direncanakan dekat dengan aliran sungai Bengawan, maka persoalan penyediaan air tidak akan mengalami kesulitan.

#### **e. Iklim dan Cuaca**

Keadaan iklim dan cuaca di daerah lokasi pabrik pada umumnya baik, tidak terjadi angin ribut, gempa bumi maupun banjir.

### **IX.1.2. Faktor Khusus**

Faktor-faktor khusus meliputi :

#### **a. Transportasi**

Salah satu faktor khusus yang perlu diperhatikan dalam perencanaan pabrik adalah faktor Transportasi, baik untuk bahan baku maupun untuk produk-produk yang dihasilkan. Masalah transportasi tidak mengalami kesulitan karena tersedianya sarana perhubungan yang baik. Fasilitas pengangkutan darat dapat dipenuhi dengan adanya jalan raya (jalan tol Surabaya - Manyar) yang dilalui oleh kendaraan yang bermuatan berat dan fasilitas pengangkutan laut dapat dipenuhi dengan tersedianya pelabuhan-pelabuhan baik di sekitar Surabaya. Untuk transportasi udara dapat dipenuhi melalui bandara udara di Surabaya.

#### **b. Buangan Pabrik**

Dalam hal ini, buangan pabrik tidak menimbulkan persoalan yang penting, karena pabrik ini tidak membuang sisa-sisa proses produksi yang mengandung bahan yang berbahaya karena air buangan pabrik telah mengalami pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan penerima air buangan.

### **c. Tenaga Kerja**

Umumnya tenaga kerja dapat dengan mudah dipenuhi dari daerah sekitar lokasi pabrik dengan ongkos buruh yang cukup murah dan hal ini merupakan langkah positif untuk mengurangi angka pengangguran.

### **d. Peraturan Pemerintah dan Peraturan Daerah**

Menurut Peraturan Pemerintah dan Peraturan Daerah, daerah lokasi pabrik merupakan daerah kawasan industri.

### **e. Karakteristik dari lokasi**

Struktur tanah cukup baik dan juga daya dukung terhadap pondasi bangunan pabrik dan pondasi jalan.

### **f. Faktor lingkungan sekitar pabrik**

Menurut pengamatan, tidak ada pertentangan dari penduduk sekitarnya dalam pendirian pabrik baru mengingat daerah tersebut merupakan daerah industri. Selain itu fasilitas perumahan, pendidikan, kesehatan dan tempat peribadatan sudah tersedia di daerah tersebut.

Berdasarkan atas pertimbangan-pertimbangan faktor-faktor tersebut diatas, maka pemilihan lokasi pabrik cukup memenuhi persyaratan.

## **IX.2. Tata letak pabrik**

Dasar perencanaan tata letak pabrik harus diatur sehingga didapatkan :

- a. Konstruksi yang efisien.
- b. Pemeliharaan yang ekonomis.
- c. Operasi yang baik.
- d. Dapat menimbulkan kegairahan kerja dan menjamin keselamatan kerja yang tinggi.

Untuk mendapatkan tata letak pabrik yang baik harus dipertimbangkan beberapa faktor, yaitu :

- a. Tiap-tiap alat diberikan ruang yang cukup luas agar memudahkan pemeliharaannya.
- b. Setiap alat disusun berurutan menurut fungsi masing-masing sehingga tidak menyulitkan aliran proses.

- c. Untuk daerah yang mudah menimbulkan kebakaran ditempatkan alat pemadam kebakaran.
- d. Alat kontrol yang ditempatkan pada posisi yang mudah diawasi oleh operator.
- e. Tersedianya tanah atau areal untuk perluasan pabrik.

Dalam pertimbangan pada prinsipnya perlu dipikirkan mengenai biaya instalasi yang rendah dan sistem manajemen yang efisien. Tata letak pabrik dibagi dalam beberapa daerah utama, yaitu :

#### **IX.2.1. Daerah proses**

Daerah ini merupakan tempat proses. Penyusunan perencanaan tata letak peralatan berdasarkan aliran proses. Daerah proses diletakkan ditengah-tengah pabrik, sehingga memudahkan supply bahan baku dari gudang persediaan dan pengiriman produk ke daerah penyimpanan, serta memudahkan pengawasan dan perbaikan alat-alat.

#### **IX.2.2. Daerah penyimpanan ( Storage Area )**

Daerah ini merupakan tempat penyimpanan hasil produksi yang pada umumnya dimasukkan kedalam tangki atau drum yang sudah siap dipasarkan.

#### **IX.2.3. Daerah pemeliharaan pabrik dan bangunan**

Daerah ini merupakan tempat melakukan kegiatan perbaikan dan perawatan peralatan, terdiri dari beberapa bengkel untuk melayani permintaan perbaikan dari pabrik dan bangunan.

#### **IX.2.4. Daerah utilitas**

Daerah ini merupakan tempat penyediaan keperluan pabrik yang berhubungan dengan utilitas yaitu air, steam, brine dan listrik.

#### **IX.2.5. Daerah Administrasi**

Merupakan pusat dari semua kegiatan administrasi pabrik dalam mengatur operasi pabrik serta kegiatan-kegiatan lainnya.

#### **IX.2.6. Daerah Perluasan**

Digunakan untuk persiapan jika pabrik mengadakan perluasan dimasa yang akan datang. Daerah perluasan ini terletak dibagian belakang pabrik.

### IX.2.7. Plant Service

Plant Service meliputi bengkel, kantin umum dan fasilitas kesehatan/poliklinik. Bangunan-bangunan ini harus ditempatkan sebaik mungkin sehingga memungkinkan terjadinya efisiensi yang maksimum.

### IX.2.8. Jalan Raya

Untuk memudahkan pengangkutan bahan baku maupun hasil produksi, maka perlu diperhatikan masalah transportasi. Salah satu sarana transportasi yang utama adalah jalan raya.

Setelah memperhatikan faktor-faktor diatas, maka disediakan tanah seluas 20.000 m<sup>2</sup> dengan ukuran 100 m x 200 m . Pembagian luas pabrik diperkirakan sebagai berikut :

**Tabel IX.1. Pembagian Luas Pabrik**

No.	BANGUNAN	Ukuran, m	m <sup>2</sup>	Jumlah	Luas total
1	JALAN ASPAL		2.350		2.350
2	POS KEAMANAN	5 x 5	25	4	100
3	PARKIR	20 x 30	600	2	1.200
4	TAMAN	20 x 10	200	4	800
5	TIMBANGAN TRUK	10 x 10	100	1	100
6	PEMADAM KEBAKARAN	10 x 10	100	2	200
7	BENGGEL	15 x 15	225	1	225
8	KANTOR	30 x 40	1.200	1	1.200
9	PERPUSTAKAAN	25 x 20	500	1	500
10	KANTIN	15 x 15	225	1	225
11	POLIKLINIK	10 x 10	100	1	100
12	MUSHOLA	30 x 30	900	1	900
13	RUANG PROSES	60 x 60	3.600	1	3.600
14	RUANG CONTROL	10 x 10	100	1	100
15	LABORATORIUM	25 x 25	625	1	625
16	UNIT PENGOLAHAN AIR	30 x 30	900	1	900
17	UNIT PEMBANGKIT	25 x 20	500	1	500

	LISTRİK				
18	UNIT BOILER	25 x 20	500	1	500
19	STORAGE PRODUK	25 x 25	625	1	625
20	STORAGE BAHAN BAKU	25 x 25	625	1	625
21	GUDANG	25 x 25	625	1	625
22	UTILITAS	20 x 20	400	1	400
23	DAERAH PERLUASAN	60 x 60	3.600	1	3.600
	Total		18.625		20.000

### Luas Bangunan Gedung

$$= (2) + (3) + (5) + (6) + (7) + (8) + (9) + (10) + (11) + (12)$$

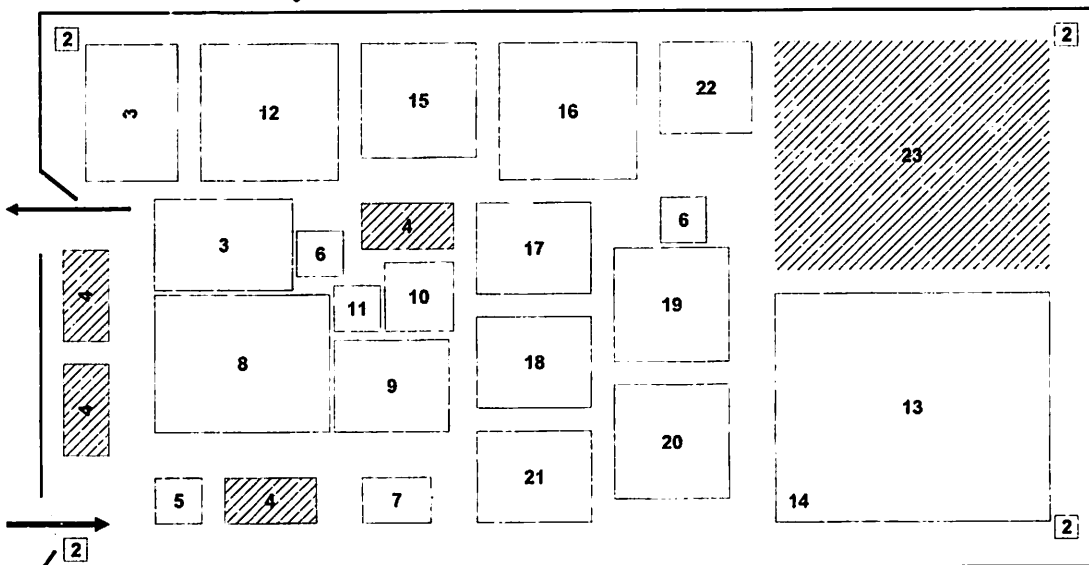
$$= 4.750 \text{ m}^2$$

### Luas Bangunan Pabrik

$$= (13) + (14) + (15) + (16) + (17) + (18) + (19) + (20) + (21) + (22)$$

$$= 8.500 \text{ m}^2$$

**Gambar IX.1. Lay Out Pabrik**



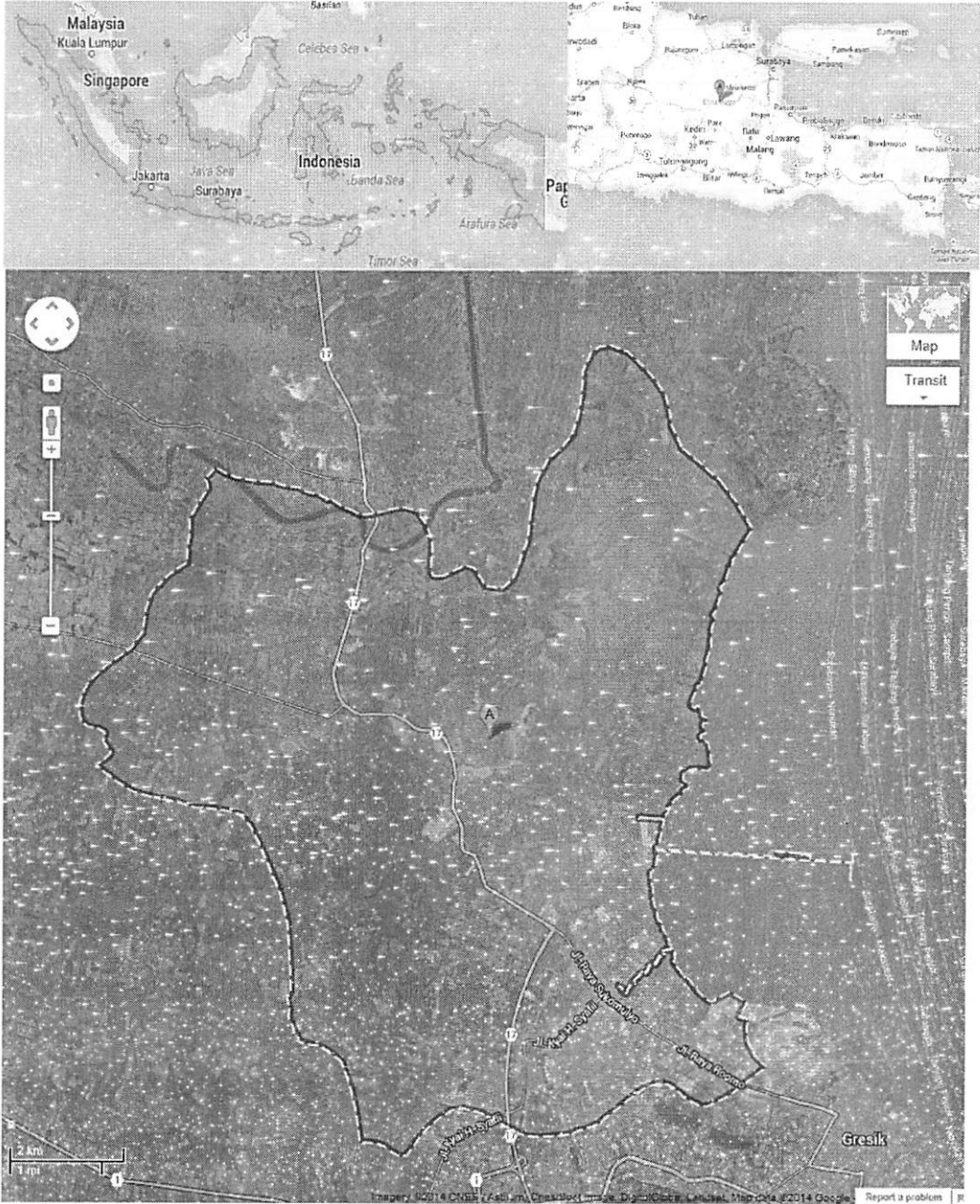


**KETERANGAN GAMBAR :**

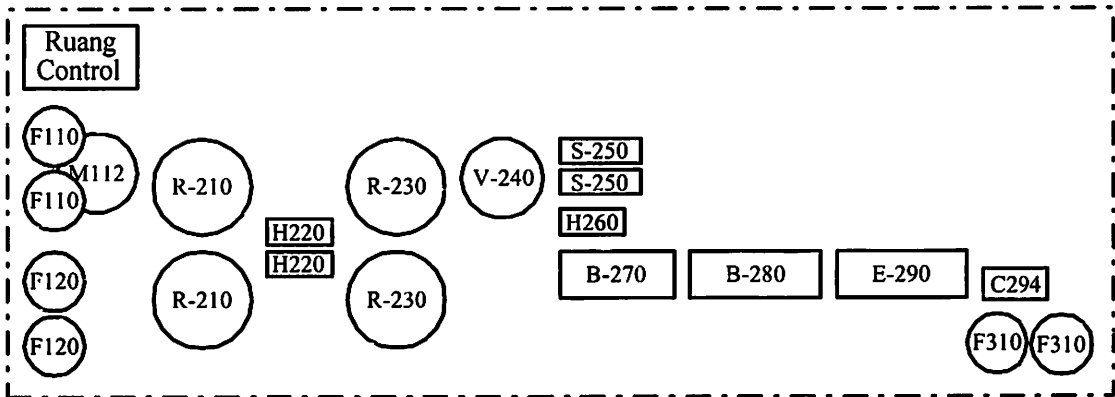
(Skala = 1 : 100)

No.	JENIS BANGUNAN	Ukuran, ( m )			Luas, ( m <sup>2</sup> )
2	POS KEAMANAN	5	x	5	25
3	PARKIR	20	x	30	600
4	TAMAN	20	x	10	200
5	TIMBANGAN TRUK	10	x	10	100
6	PEMADAM KEBAKARAN	10	x	10	100
7	BENGKEL	15	x	15	225
8	KANTOR	30	x	40	1.200
9	PERPUSTAKAAN	25	x	20	500
10	KANTIN	15	x	15	225
11	POLIKLINIK	10	x	10	100
12	MUSHOLA	30	x	30	900
13	RUANG PROSES	60	x	60	3.600
14	RUANG CONTROL	10	x	10	100
15	LABORATORIUM	25	x	25	625
16	UNIT PENGOLAHAN AIR	30	x	30	900
17	UNIT PEMBANGKIT LISTRIK	25	x	20	500
18	UNIT BOILER	25	x	20	500
19	STORAGE PRODUK	25	x	25	625
20	STORAGE BAHAN BAKU	25	x	25	625
21	GUDANG	25	x	25	625
22	UTILITAS	20	x	20	400
23	DAERAH PERLUASAN	60	x	60	3.600

**Gambar IX.2. Peta Lokasi Pabrik**  
**Geografi Lokasi via Satelit (google-earth)**



Gambar IX.3. Lay Out Peralatan Pabrik

**KETERANGAN :**

NAMA ALAT	KODE	JUMLAH
SILO SODIUM CARBONATE	( F - 110 )	2
TANGKI PENGENCER	( M - 112 )	1
TANGKI ASAM PHOSPHATE	( F - 120 )	2
REAKTOR - 1	( R - 210 )	2
FILTER PRESS	( H - 220 )	2
REAKTOR - 2	( R - 230 )	2
EVAPORATOR	( V - 240 )	1
CRYSTALLIZER	( S - 250 )	2
CENTRIFUGE	( H - 260 )	1
ROTARY DRYER	( B - 270 )	1
ROTARY KILN	( B - 280 )	1
ROTARY COOLER	( E - 290 )	1
BALL MILL	( C - 294 )	1
SILO SODIUM HEXAMETAPHOSPHATE	( F - 310 )	2

## **BAB X**

### **ORGANISASI PERUSAHAAN**

#### **X.1. Umum**

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas ( PT )
Letak	: Manyar ; Gresik
Lapangan Usaha	: Memproduksi Sodium hexametaphosphate padat
Kapasitas Produksi	: 24.000 ton Sodium hexametaphosphate /tahun

#### **X.2. Bentuk Perusahaan**

Bentuk perusahaan dari pabrik ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Dasar pertimbangan dari pemilihan bentuk perusahaan ini adalah sebagai berikut :

- Mudah mendapatkan modal, selain modal dari bank, modal dapat juga diperoleh dari penjualan saham.
- Kekayaan perseroan terpisah dari kekayaan setiap pemegang saham.
- Demi kelancaran produksi, maka tanggung jawab setiap pemegang saham dipegang oleh pimpinan perusahaan.
- Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin kerana tidak terpengaruh oleh terhentinya pemegang saham, direksi, maupun karyawan.

#### **X.3. Struktur Organisasi**

##### **X.3.1. Struktur Organisasi : GARIS DAN STAF**

Bentuk organisasi ini mempunyai keuntungan antara lain :

- Dapat dipergunakan oleh setiap organisasi yang bagaimanapun besar maupun tujuan.
- Ada pembagian yang jelas antara pimpinan, staf dan pelaksana.
- Bakat-bakat yang berbeda dari para karyawan dapat dikembangkan menjadi suatu spesialisasi.

- Sistem penempatan "*The Right Man in The Right Place*" lebih mudah dilaksanakan.
- Pengambilan keputusan dapat dilakukan dengan cepat walaupun banyak orang yang diajak berunding karena pimpinan perusahaan dapat mengambil keputusan yang mengikat.
- Pengambilan keputusan yang sehat lebih mudah dicapai karena ada anggota-anggota staf yang ahli dalam bidangnya yang dapat memberikan nasehat dan mengerjakan perencanaan yang teliti.
- Koordinasi dapat pula dengan mudah dikerjakan karena sudah ada pembagian tugas masing-masing.
- Disiplin dan moral para karyawan biasanya tinggi karena tugas yang dilaksanakan oleh seseorang sesuai dengan bakat, keahlian dan pengalamannya.

## **PEMBAGIAN TUGAS DAN TANGGUNG JAWAB**

### **1. PEMEGANG SAHAM**

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk pabrik dengan cara membeli saham perusahaan. Mereka adalah pemilik perusahaan dan mempunyai kekuasaan tertinggi dalam perusahaan.

Tugas dan wewenang pemegang saham :

- Memilih dan memberhentikan komisaris
- Meminta pertanggungjawaban kepada Dewan Komisaris.

### **2. DEWAN KOMISARIS**

Dewan Komisaris sebagai wakil dari pemegang saham dan semua keputusan dipegang dan ditentukan oleh Rapat Persero. Biasanya yang menjadi Ketua Dewan Komisaris adalah Ketua dari Pemegang Saham, dipilih dari Rapat Umum Pemegang Saham.

Tugas dan wewenang Dewan Komisaris :

- Memilih dan memberhentikan Direktur

- Mengawasi Direktur
- Menyetujui atau menolak rencana kerja yang diajukan Direktur
- Mempertanggungjawabkan Perusahaan kepada Pemegang Saham

### **3. DIREKTUR UTAMA**

Direktur utama merupakan pimpinan perusahaan yang bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris dan membawahi :

- Direktur teknik dan Produksi
- Direktur Keuangan

Tugas dan Wewenang :

- Bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris
- Menetapkan kebijaksanaan peraturan dan tata tertib perusahaan
- Mengatur dan mengawasi keuangan perusahaan
- Mengangkat dan memberhentikan pegawai
- Bertanggung jawab atas kelancaran perusahaan

### **4. DIREKTUR TEKNIK DAN PRODUKSI**

Direktur Teknik dan Produksi bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam hal :

- Pengawasan dan peningkatan mutu produksi
- Perencanaan jadwal produksi dan penyediaan sarana produksi
- Pengawasan peralatan pabrik
- Perbaikan pemeliharaan alat-alat produksi

### **5. DIREKTUR KEUANGAN DAN ADMINISTRASI**

Direktur Keuangan bertanggung jawab pada Direktur Utama dalam hal

- Laba rugi perusahaan
- Neraca keuangan
- Administrasi perusahaan
- Perencanaan pemasaran dan penjualan

## **6. STAF AHLI**

Direksi dibantu oleh beberapa staf ahli yang bertanggung jawab langsung kepada Direktur. Staf ahli ini bersifat sebagai konsultan yang diminta pertimbangannya apabila perusahaan mengalami suatu masalah. Staf ahli tersebut yaitu :

- Ahli Teknik
- Ahli Proses
- Ahli Ekonomi
- Ahli Hukum

## **7. KEPALA BAGIAN**

Kepala Bagian terdiri dari :

1. Kepala Bagian Teknik
2. Kepala Bagian Produksi
3. Kepala Bagian Umum
4. Kepala Bagian Pemasaran
5. Kepala Bagian Keuangan

Tugas umum Kepala Bagian adalah :

1. Menjalankan organisasi/mengatur/mengkoordinasi atau mengawasi pekerja-pekerja seksi bawahannya.
2. Bertanggung jawab atas kerja seksi-seksi dibawahnya.
3. Membuat laporan-laporan berkala dari seksi-seksi dibawahnya.
4. Mengajukan saran-saran atau pertimbangan-pertimbangan mengenai usaha perbaikan kepala seksi.

Tugas khusus Kepala Bagian :

1. Kepala Bagian Teknik  
Mengusahakan dan menjaga kelancaran operasi di segala bidang produksi seperti pemeliharaan, perbaikan, penampungan bahan baku (utilitas).

## 2. Kepala Bagian Produksi

Menyelenggarakan dan mengembangkan produksi dengan cara yang ekonomis dalam batas kualitas yang direncanakan oleh perusahaan disamping secara periodik mengenalkan kualitas produk dan bahan baku.

## 3. Kepala Bagian Umum

Melaksanakan dan mengatur arus barang produksi dari perusahaan kepada konsumen.

## 4. Kepala Bagian Pemasaran

Melaksanakan dan mengatur arus barang produksi dari perusahaan kepada konsumen.

## 5. Kepala Bagian Keuangan

Merencanakan, menyelenggarakan dan mengevaluasi hasil operasi keuangan.

## 8. KEPALA SEKSI

Tugas Umum Kepala Seksi :

1. Melakukan tugas operasional dalam bidang masing-masing.
2. Merencanakan rencana yang telah ditetapkan direksi.
3. Bertanggung jawab atas kelancaran/keserasian kerja atau personalia dari seksi-seksi Kepala bagian.

Tugas Khusus Kepala Seksi :

1. Seksi Pemeliharaan dan Perbaikan  
Menjamin keadaan peralatan/mesin-mesin yang ada dalam pabrik selalu dalam keadaan baik dan siap dipakai dengan pemeliharaan yang efisien dan efektif.
2. Seksi Utilitas dan Pembangkit Tenaga  
Menyediakan unsur penunjang proses dalam pabrik yaitu meliputi :  
air , listrik , steam dan bahan bakar.
3. Seksi Riset dan Pengembangan



Mengadakan pemeriksaan dan menetapkan acceptabilitas bahan baku, bahan pembantu maupun produk, selain itu juga dapat melakukan penelitian guna keperluan pengembangan bila diperlukan.

4. Seksi Produksi dan Proses

Melakukan pembuatan produksi sesuai dengan ketentuan yang direncanakan dan mengadakan kegiatan agar proses produksi berlangsung secara baik, mulai dari bahan baku masuk hingga produk.

5. Seksi Personalia dan Kesejahteraan

Mengembangkan dan menyelenggarakan kebijaksanaan dan program perusahaan dalam bentuk tenaga kerja yang baik dan memuaskan.

6. Seksi Keamanan

Melaksanakan dan mengatur hal-hal yang berkaitan dengan keamanan perusahaan.

7. Seksi Administrasi

Melaksanakan dan mengatur administrasi serta inventarisasi perusahaan.

8. Seksi Pemasaran dan Penjualan

Melaksanakan dan mengatur penjualan produksi kepada konsumen. Disini Direktur Utama berperan untuk menentukan kebijaksanaan perusahaan.

9. Seksi Gudang

Melaksanakan penyimpanan dan pengeluaran serta mengamankan bahan baku / bahan pembantu dan mengatur serta melaksanakan penyimpanan dan penerimaan serta pengiriman produksi ke konsumen.

10. Seksi Anggaran

Mengadakan pembukuan dan mengadakan dana keuangan yang cukup dengan mendaya gunakan modal dan mengamankan fisik keuangan.

### 11. Seksi Pembelian

Mengadakan pembelian dan persediaan dari semua peralatan beserta spare part dan semua bahan-bahan untuk keperluan produksi dengan memperhatikan mutu, harga dan jumlah yang tepat.

#### X.3.2. Pembagian Jam Kerja

Pabrik direncanakan bekerja atau beroperasi 330 hari dalam setahun, 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan dan perawatan mesin-mesin. Jam kerja untuk pegawai adalah sebagai berikut :

##### a. Untuk pekerja non shift

Bekerja dalam enam hari dalam seminggu, sedang hari Minggu dan hari besar libur. Pembagian jam kerja karyawan non-shift sebagai berikut :

\* Senin sampai Jum'at : 07.00 – 15.00

\* Sabtu : 07.00 – 13.00

##### b. Untuk pekerja shift

Sehari bekerja dalam 24 jam terbagi dalam 3 shift , yaitu :

\* Shift I ( pagi ) : 07.00 – 15.00

\* Shift II ( siang ) : 15.00 – 23.00

\* Shift III ( malam ) : 23.00 – 07.00

Untuk memenuhi kebutuhan pegawai ini diperlukan 4 regu dimana 3 regu kerja dan 1 regu libur. Jadwal kerja masing-masing regu ditabelkan pada tabel X.1.

**Tabel X.1. Jadwal Kerja Karyawan Proses**

REGU	HARI KE :													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P
II	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S
III	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L
IV	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M

Keterangan :

P = Pagi

S = Siang

M = Malam L = Libur

### X.3.3. Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan karyawan diberikan dalam bentuk Jaminan Sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain :

- **Pakaian kerja**, diberikan kepada karyawan sebanyak 2 stel tiap tahun.
- **Tunjangan**, diberikan kepada karyawan tetap berupa uang dan dikeluarkan bersama-sama dengan gaji, dimana besarnya disesuaikan dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.
- **Pengobatan**, dapat dilakukan di poliklinik perusahaan secara gratis atau pada rumah sakit atau dokter yang ditunjuk oleh perusahaan, dimana biaya pengobatan menjadi tanggung jawab perusahaan sepenuhnya.
- **Jamsostek**. Setiap karyawan berhak menjadi peserta Jamsostek dan dikoordinasikan oleh perusahaan.

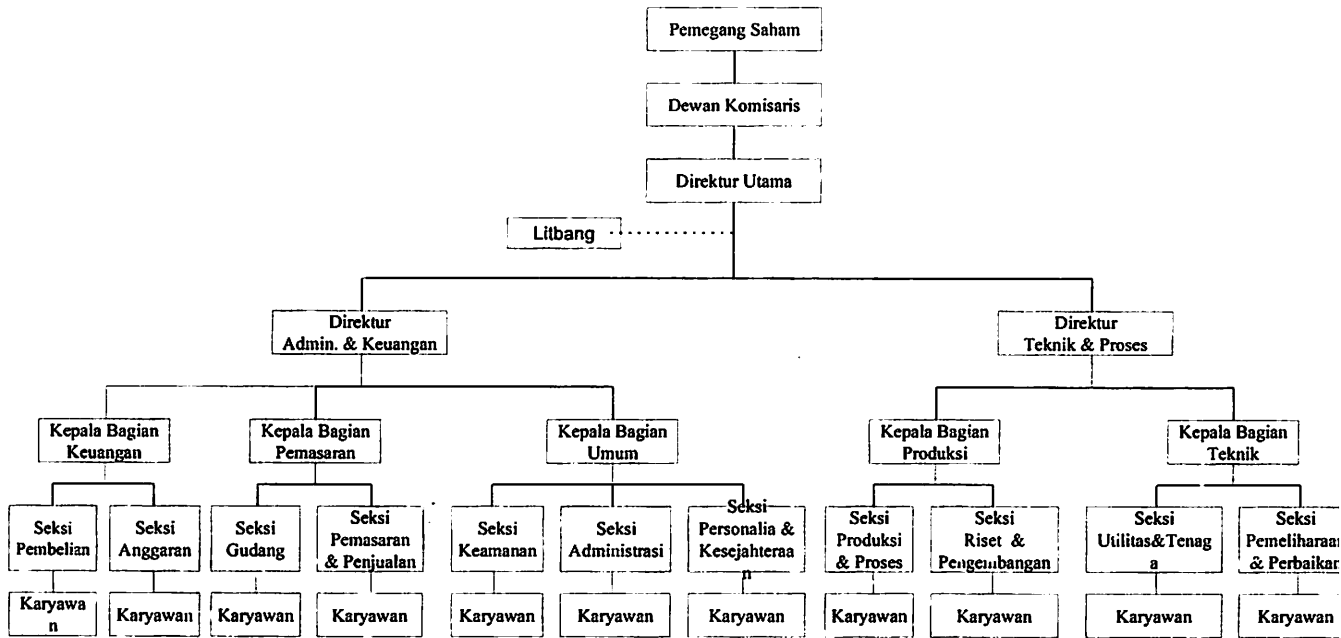
### X.3.4. Penggolongan dan tingkat pendidikan karyawan

Penggolongan dan tingkat pendidikan karyawan berdasarkan tingkat jabatan atau kedudukan dalam struktur organisasi sebagaimana yang telah dijelaskan dalam pada gambar 10.1, yaitu

Jabatan	Pendidikan	Pengalaman	Jumlah
Direktur Utama	S-1 Teknik / S-2 Teknik	15 tahun dalam posisi manajerial (S-1) atau 8 tahun dalam posisi manajerial (S-2)	1 orang
Direktur Operasional	S-1 Teknik / S-2 Teknik	10 tahun dalam posisi manajerial (S-1) atau 5 tahun dalam posisi manajerial (S-2)	1 orang
Direktur Keuangan	S-1 Ekonomi/ S-2 Ekonomi	10 tahun dalam posisi manajerial (S-1) atau 5 tahun dalam posisi manajerial (S-2)	1 orang

Jabatan		Pendidikan	Pengalaman	Jumlah
Manager produksi	:	S-1 Teknik Kimia	5 tahun dalam posisi manajerial	1 orang
Manager teknik dan perawatan	:	S-1 Teknik Mesin	5 tahun dalam posisi manajerial	1 orang
Manager keuangan	:	S-1 Akutansi	5 tahun dalam posisi manajerial	1 orang
Manager QA dan QC	:	S-1 Teknik Kimia/ MIPA	5 tahun dalam posisi manajerial	1 orang
Manager umum	:	S-1 Hukum/Psikologi	5 tahun dalam posisi manajerial	1 orang
Manager pembelian dan logistik	:	S-1 Ekonomi	5 tahun dalam posisi manajerial	1 orang
Supervisor utility	:	D-III Teknik Kimia	2 tahun	1 orang
Supervisor perbaikan dan perawatan	:	D-III Teknik Mesin	2 tahun	1 orang
Supervisor QC dan Lab	:	D-III Teknik Kimia/ MIPA	2 tahun	1 orang
Supervisor QA	:	D-III Teknik	2 tahun	1 orang
Supervisor proses	:	D-III Teknik Kimia	2 tahun	1 orang
Supervisor bahan baku	:	D-III Teknik	2 tahun	1 orang
Supervisor pembukuan	:	D-III Akutansi	2 tahun	1 orang
Supervisor pajak	:	D-III Akutansi	2 tahun	1 orang
Supervisor pembelian	:	D-III Teknik	2 tahun	1 orang
Supervisor gudang dan logistik	:	D-III Ekonomi	2 tahun	1 orang
Supervisor personalia	:	S-1 Hukum	2 tahun	1 orang
Supervisor GA dan humas	:	S-1 Komunikasi	2 tahun	1 orang
Supervisor keamanan	:	Akademi militer	Maksimal usia 45 tahun	1 orang
Foreman	:	D-I	1 tahun	
Operator	:	SMU		

Gambar X.1. Struktur Organisasi Perusahaan





## BAB XI

### ANALISA EKONOMI

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

- Return On Investment (ROI)
- Pay Out Time (POT)
- Break Even Point (BEP)
- Shut Down Point (SDP)
- Net Present Value (NPV)
- Internal Rate of Return (IRR)

Sedangkan untuk menghitung faktor-faktor di atas perlu diadakan penaksiran beberapa hal yang menyangkut administrasi perusahaan dan jalannya proses, yaitu :

#### 11.1. Faktor-faktor penentu :

##### A. Total Capital Investment (TCI)

Yaitu modal yang diperlukan untuk mendirikan pabrik sebelum berproduksi.

##### 1. *Fixed Capital Investment (FCI)*

##### 1.1. Biaya Langsung (Direct Cost) meliputi :

##### a. Peralatan :

- ⇒ Peralatan yang sesuai dengan diagram alir proses
- ⇒ Suku cadang
- ⇒ Peralatan tambahan
- ⇒ Biaya inflasi
- ⇒ Pajak dan asuransi

- ⇒ Modifikasi saat 'start up'
- b. Instalasi peralatan
  - ⇒ Instalasi sesuai diagram alir proses
  - ⇒ Fondasi
  - ⇒ Isolasi dan insulasi
  - ⇒ Pengecatan
- c. Instrumentasi dan pengendalian (control)
- d. Perpipaian
- e. Peralatan listrik
  - ⇒ Motor, kabel, bahan listrik, dll
- f. Bangunan
  - ⇒ Perawatan bangunan
- g. Lahan pengembangan
- h. Fasilitas pelayanan
  - ⇒ Utilitas (steam, listrik, air)
  - ⇒ UPL (Unit Pengolahan Limbah)
  - ⇒ Distribusi dan pengemasan
- i. Tanah

1.2. Biaya tak langsung (Indirect Cost)

- ⇒ Teknik dan supervisi
- ⇒ Konstruksi
- ⇒ Kontraktor
- ⇒ Biaya tak terduga

2. *Working Capital Investment (WCI)*

Yaitu modal yang dipergunakan untuk menjalankan pabrik yang berhubungan dengan laju produksi, meliputi :

- a. Penyediaan bahan baku selama masa tertentu
- b. Gaji karyawan selama masa tertentu
- c. Supervisi
- d. Utilitas selama masa tertentu
- e. Laboratorium
- f. Pemeliharaan
- g. Uang tunai
- h. Patent dan royalti
- i. Pengemasan produk selama masa waktu tertentu

Maka :  $TCI = FCI + WCI$

## **B. Biaya Produksi Total (Total Production Cost)**

Yaitu biaya yang digunakan untuk operasi pabrik dan biaya pembuatan/biaya alur produk, meliputi :

1. Biaya pembuatan (Production Cost), terdiri atas :
  - ⇒ Biaya produksi langsung (Direct Production Cost – DPC)
  - ⇒ Biaya produksi tetap (Fixed Production Cost – FPC)
  - ⇒ Biaya overhead pabrik (Plant Overhead Cost)
2. Biaya umum (General Expenses)
  - ⇒ Administrasi
  - ⇒ Distribusi dan pemasaran
  - ⇒ Penelitian dan pengembangan
  - ⇒ Biaya tak terduga

Biaya produksi total terbagi menjadi 3 bagian, yaitu :

- ⇒ Biaya variabel (Variable Cost – VC), yaitu semua biaya yang pengeluarannya berbanding lurus dengan laju produksi yang meliputi :
  - ⇒ Biaya bahan baku



- ⇒ Biaya utilitas
- ⇒ Biaya pengepakan
- ⇒ Biaya semi variabel (Semi Variable Cost – SVC). Yaitu biaya pengeluaran yang tidak berbanding lurus dengan laju produksi, meliputi :
  - ⇒ Upah karyawan
  - ⇒ Plant Overhead
  - ⇒ Pemeliharaan dan perbaikan
  - ⇒ Laboratorium
  - ⇒ Operating supplies
  - ⇒ General Expenses
- ⇒ Biaya tetap (Fixed Cost – FC)
  - ⇒ Depresiasi
  - ⇒ Asuransi
  - ⇒ Pajak
  - ⇒ Bunga

### C. Penaksiran Harga Alat

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

Harga alat dalam pra rencana pabrik biogas ini didasarkan pada data harga alat yang terdapat dalam beberapa literatur yang terdapat dalam daftar pustaka.

Untuk menaksir harga alat pada tahun 2014 ini digunakan persamaan

$$H_A = H_B (C_A/C_B)^n \dots\dots(Peter \& Timmerhaus, 1991)$$

dimana :

$H_A$  : Harga alat A ;  $H_B$  : Harga alat B  
 $C_A$  : Kapasitas alat A ;  $C_B$  : Kapasitas alat B  
 $n$  : eksponen harga alat (0,6)

**11.2. Penentuan Total Capital Investment (TCI)**

No	Jenis Biaya		Jumlah
<b>A.</b>	<b>DIRECT COST</b>		
1	Pengadaan Alat		125,563,280,000.00
2	Instrumentasi	0.18	22,601,390,400.00
3	Isolasi	0.09	2,034,125,136.00
4	Perpipaan Terpasang	0.31	630,578,792.16
5	Pelistrikan Terpasang	0.10	63,057,879.22
6	Harga FOB		150,892,432,207.38
7	Ongkos angkutan	0.05	7,544,621,610.37
8	Harga C dan F		158,437,053,817.75
9	Biaya asuransi	0.01	1,584,370,538.18
10	Harga CIF		160,021,424,355.92
11	Biaya Angkutan Barang ke plant site	0.25	40,005,356,088.98
12	Pemasangan Alat	0.39	48,969,679,200.00
13	Bangunan Pabrik	0.29	36,413,351,200.00
14	Service Facilities and Yard Improvement	0.55	69,059,804,000.00
15	Tanah	0.06	7,533,796,800.00
16	<b>Direct Cost</b>		<b>362,003,411,644.90</b>
<b>B</b>	<b>Indirect Cost</b>		
17	Engineering and Supervision	0.15	18,834,492,000.00
18	Ongkos Pemborong	0.20	72,400,682,328.98
19	Biaya tidak terduga	0.10	0.1xFCI
20	<b>Indirect Cost</b>		<b>91,235,174,328.98</b>
			+0.1 FCI
<b>C</b>	<b>Fixed Capital Investment</b>		
21	<b>Fixed Capital Investment</b>		<b>503,598,428,859.87</b>
<b>D</b>	<b>Working Capital Investment</b>		
22	<b>Working Capital Investment</b>	0.20	125,899,607,214.97
<b>E</b>	<b>Total Capital Investment</b>		
23	<b>Total Capital Investment</b>		<b>629,498,036,074.84</b>

**TOTAL CAPITAL INVESTMENT (TCI)**

**TCI = FCI + WCI**

**= Rp. 503,598,428,859.87 + Rp. 125,899,607,214.97**

**= Rp. 629,498,036,074.84**

Komposisi modal yang dipergunakan :

⇒ 75 % modal sendiri (75 % TCI) = **Rp. 377,698,821,644.90**

⇒ 25 % pinjaman ke bank (25% TCI) = **Rp. 125,899,607,214.97**

**11.3 Biaya Produksi Total (Total Production Cost – TPC)**

⇒ **Biaya produksi langsung (Direct Production Cost – DPC)**

1	Bahan Baku		94,000,000.00
2	Buruh		25,000,000.00
3	Biaya Pengawasan	0.15	3,750,000.00
4	Utilitas		11,000,000.00
5	Biaya Perawatan dan Perbaikan	0.07	35,251,890,020.19
6	Operating Supplies	0.15	5,287,783,503.03
7	Laboratorium	0.15	5,287,783,503.03
8	Patent and Royalties	0.01	0.01
	Jumlah		45,961,207,026.25

⇒ **Biaya produksi tetap (Fixed Production Cost – FPC)**

1	Depresiasi peralatan		10% FCI	Rp.	50,359,842,885.99
2	Hak kekayaan	2-4%	2% FCI	Rp.	7,553,976,432.90
3	Asuransi	0.4- 1%	1% FCI	Rp.	5,035,984,288.60
4	Biaya sewa	8- 10%		Rp.	0.00
	<b>TOTAL FIXED PRODUCTION COST (FPC)</b>			<b>Rp.</b>	<b>62,949,803,607.48</b>

Biaya overhead pabrik (0,70 Gaji + M + S) = Rp. 24,696,448,014.13

$$\begin{aligned}
 \text{BIAYA PRODUKSI} &= \text{DPC} + \text{FPC} + \text{Biaya Overhead Pabrik} \\
 &= \text{Rp. } 45,961,207,026.25 + \text{Rp.} \\
 &62,949,803,607.48+ \\
 &\text{Rp. } 24,696,448,014.13 \\
 &= \text{Rp. } 133,607,458,647.87
 \end{aligned}$$

⇒ **Biaya umum (General Expenses)**

1	Administrasi	15% Gaji + M + S	Rp.	5,292,096,003.03
2	Distribusi dan pemasaran	15%		15% TPC
3	Penelitian dan pengembangan	5%	Rp.	5,376,000,000.00
4	Biaya bunga pinjaman	12% modal pinjaman	Rp.	15,107,952,865.80
	<b>TOTAL</b>		Rp.	25,776,048,868.82

**TOTAL BIAYA PRODUKSI (TPC) = BIAYA PRODUKSI + BIAYA UMUM**

$$\begin{aligned}
 \text{TPC} &= \text{Rp. } 133,607,458,647.87 + 25,776,048,868.82 \\
 &= \text{Rp. } 159,383,507,516.69
 \end{aligned}$$

**11.4. Perhitungan harga jual produk**

Pada pra-rencana pabrik natrium hexametfosfat ini, produk yang dihasilkan adalah natrium hexametfosfat. Harga natrium hexametfosfat per ton adalah \$1,100 atau Rp. 12,100,000.00. Harga penjualan natrium hexametfosfat pertahun adalah Rp. 290,400,000,000.00

### 11.5. Perhitungan laba perusahaan

Merupakan keuntungan yang diperoleh oleh perusahaan

$$\begin{aligned} \text{Laba kotor} &= \text{pendapatan} - \text{biaya produksi} \\ &= \text{Rp. } 290,400,000,000.00 - \text{Rp. } 159,815,507,516.69 \\ &= \text{Rp. } 130,584,492,483.31 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pajak penghasilan} &= 2.5 \% \text{ dari pajak kotor} = 0.025 \text{ laba kotor} \\ &= 0.025 \times 290,400,000,000.00 \\ &= 7,260,000,000.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laba bersih} &= \text{Laba kotor} - \text{Pajak penghasilan} = \text{laba kotor} - 0.025 \\ \text{laba kotor} & \\ &= 130,584,492,483.31 - 7,260,000,000.00 \\ &= \text{Rp. } 123,342,492,483.31 \end{aligned}$$

### 11.6. Analisis Keekonomisan

Total nilai penerimaan (Cash Flow – CF<sub>A</sub>)

$$\begin{aligned} \text{CF}_A &= \text{Laba bersih} + \text{Depresiasi} \\ &= \text{Rp. } 123,342,492,483.31 + \text{Rp. } 50,359,842,885.99 \\ &= \text{Rp. } 173,684,335,369.30 \end{aligned}$$

#### A. Perhitungan laju pengembalian modal (Return On Investment - ROI)

ROI adalah suatu ukuran keekonomisan suatu usaha dengan menggunakan laba tahunan sebagai parameter hitung terhadap investasi yang telah ditanamkan

$$\text{ROI} = \frac{\text{Laba bersih}}{\text{Modal tetap (Fixed Capital Investment)}} \times 100 \%$$

$$\text{ROI} = \frac{123,324,492,483.31}{503,598,428,859.87} \times 100 \%$$

$$\text{ROI} = 24 \%$$

**B. Perhitungan lama pengembalian modal (Pay Out Time – POT)**

POT adalah lamanya waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal investasi tetap (Fixed Capital Investment)

$$\text{POT} = \frac{\text{Modal tetap (Fixed Capital Investment)}}{\text{Cash Flow}} \times 1 \text{ tahun}$$

$$\text{POT} = \frac{533,593,428,859.87}{173,684,335,369.30} \times 1 \text{ tahun}$$

$$\text{POT} = 2.90 \approx 2 \text{ tahun } 11 \text{ bulan}$$

**C. Perhitungan Titik Impas (Break Event Point – BEP)**

BEP adalah ukuran untuk menentukan seberapa besar kapasitas pabrik yang dapat ditingkatkan agar pabrik tidak mengalami kerugian meski juga tidak mengalami keuntungan.

$$\text{BEP} = \frac{\text{FC} + 0.3 \text{ SVC}}{\text{S} - 0.7 \text{ SVC} - \text{VC}} \times 100 \%$$

**a. Biaya tetap (Fixed Cost - FC)**

**b. Biaya Variabel (Variable Cost – VC)**

b.1	Bahan baku	Rp.	94,000,000.00
b.3	Utilitas	Rp.	11,000,000.00
	<b>Total</b>	<b>Rp.</b>	<b>105,000,000.00</b>

**c. Biaya Semi Variabel (Semi Variable Cost – SVC)**

c.1	Gaji karyawan	Rp.	25,000,000.00
c.2	Biaya overhead	Rp.	24,696,448,014.13
c.3	Perbaikan pemeliharaan	dan Rp.	35,251,890,020.19

c.4	Biaya umum	Rp.	26,208,048,868.82
c.5	Pengawasan pabrik	Rp.	3,750,000.00
c.6	Biaya laboratorium	Rp.	5,287,783,503.03
	<b>Total</b>	<b>Rp.</b>	<b>91,472,920,406.18</b>

**d. Pendapatan penjualan (Selling – S) : Rp. 290,400,000,000.00**

**BEP = 40 %**

Kapasitas produksi untuk mencapai BEP = % BEP x kapasitas total  
 = 40% x 24.000 ton/tahun  
 = 9587.9183 ton/tahun

**D. Perhitungan Shut Down Point (SDP)**

Adalah kapasitas minimum yang dapat menyatakan bahwa pabrik masih layak untuk dioperasikan

$$SDP = \frac{0.3 SVC}{S - 0.7SVC - VC} \times 100 \%$$

**SDP**

$$= \frac{(0.3 \times \text{Rp. } 23.668.852.609)}{\text{Rp. } 63.653.415.000 - (0.7 \times \text{Rp. } 23.668.852.609) - \text{Rp. } 11.259.383.350} \times 100 \%$$

**SDP = 19.83 %**

Kapasitas minimum agar pabrik tidak berhenti = % SDP x kapasitas total  
 = 19.83% x 60.000 ton/tahun  
 = 11.898 ton/tahun

**E. Perhitungan Net Present Value (NPV)**

Metode ini digunakan untuk menghitung selisih dari nilai penerimaan kas bersih dengan nilai investasi sekarang

Bunga bank (i) = 19 %

Asumsi pembangunan : 2 tahun

Asumsi umur pabrik : 10 tahun

**R = Rp. 13.141.985.900**

Tahun	Investasi (Rp.)	Cash-In	Discounted Factor (1/(1+i) <sup>n</sup> )	PV (Rp.)	NPV (Rp.)
0	(41,889,472,706)	0	0	0	(41,889,472,706)
1		13,141,985,900	0.840	11,043,685,630	(30,845,787,076)
2		13,141,985,900	0.706	9,280,408,093	(21,565,378,983)
3		13,141,985,900	0.593	7,798,662,263	(13,766,716,720)
4		13,141,985,900	0.499	6,553,497,700	(7,213,219,021)
5		13,141,985,900	0.419	5,507,140,924	(1,706,078,096)
6		13,141,985,900	0.352	4,627,849,516	2,921,771,420
7		13,141,985,900	0.296	3,888,949,173	6,810,720,593
8		13,141,985,900	0.249	3,268,024,515	10,078,745,108
9		13,141,985,900	0.209	2,746,239,088	12,824,984,197
10		13,141,985,900	0.176	2,307,763,940	15,132,748,137

NPV yang didapatkan adalah Rp. 15.132.748.137 maka pabrik biogas ini layak untuk dibangun dan dioperasikan

**F. Perhitungan laju pengembalian bunga (Internal Rate of Return -- IRR)**

IRR adalah ukuran kelayakan suatu perencanaan suatu pabrik ditinjau dari sudut pandang laju pengembalian bunga. Bila IRR yang dihasilkan lebih besar dari bunga bank maka proyek pembangunan suatu pabrik dapat dilanjutkan dan dioperasikan.

**i = 0.19**

**i = 0.28894340046**

Tahun	Investasi (Rp.)	Cash-In	Discounted Factor (1/(1+i) <sup>n</sup> )	PV (Rp.)	NPV (Rp.)	Discounted Factor (1/(1+i) <sup>n</sup> )	PV (Rp.)	NPV (Rp.)
0	(41,889,472,706)	0	0	0	(41,889,472,706)		0	(41,889,472,706)
1		13,141,985,900	0.909	11,947,259,909	(29,942,212,797)	0.776	10,195,937,149	(31,693,535,557)
2		13,141,985,900	0.826	10,861,145,372	(19,081,067,425)	0.602	7,910,306,337	(23,783,229,219)
3		13,141,985,900	0.751	9,873,768,520	(9,207,298,905)	0.467	6,137,047,084	(17,646,182,135)
4		13,141,985,900	0.683	8,976,153,200	(231,145,705)	0.362	4,761,300,676	(12,884,881,459)
5		13,141,985,900	0.621	8,160,139,273	7,928,993,567	0.281	3,693,956,363	(9,190,925,096)
6		13,141,985,900	0.564	7,418,308,430	15,347,301,997	0.218	2,865,879,419	(6,325,045,677)
7		13,141,985,900	0.513	6,743,916,754	22,091,218,751	0.169	2,223,433,099	(4,101,612,578)
8		13,141,985,900	0.467	6,130,833,413	28,222,052,164	0.131	1,725,004,448	(2,376,608,131)
9		13,141,985,900	0.424	5,573,484,921	33,795,537,085	0.102	1,338,308,918	(1,038,299,213)
10		13,141,985,900	0.386	5,066,804,474	38,862,341,559	0.079	1,038,299,213	0



**IRR = 28,89 %, Bunga Bank = 19 %**

Melihat hasil IRR sebesar 28,89 % maka pembangunan dan pengoperasian pabrik biogas ini dapat dilaksanakan

**Kesimpulan dari Analisis Ekonomi**

Dari evaluasi di atas didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Total Capital Investment (TCI)	:Rp. 629,498,036,074.84
⇒ Fixed Capital Investment (FCI)	:Rp. 503,598,428,859.87
⇒ Working Capital Investment (WCI)	:Rp. 125,899,607,214.97
2. Total Production Cost (TPC)	:Rp. 159,815,507,516.69
3. Total penjualan	:Rp. 290,400,000,000.00
4. Laba sebelum pajak	:Rp. 130,584,492,483.31
5. Laba setelah pajak	:Rp. 123,324,492,483.31
6. Return On Investment (ROI) sebelum pajak	: 26 %
7. Return On Investment (ROI) setelah pajak	: 24 %
8. Internal Rate of Return (IRR)	: 28,89 %
9. Pay Out Time (POT)	: 2.9 tahun
10. Break Event Point	: 40 %

## **BAB XII**

### **PEMBAHASAN DAN KESIMPULAN**

Dalam memenuhi kebutuhan dalam negeri akan sodium hexametaphosphate, Indonesia masih mengimpor sodium hexametaphosphate dari beberapa negara. Di lain pihak, Indonesia mempunyai bahan baku yang tersedia. Sehingga pendirian pabrik sodium hexametaphosphate dengan mempunyai masa depan yang baik.

#### **XII.1. Pembahasan**

Untuk mendapatkan kelayakan bahwa pra rencana pabrik ini, maka perlu ditinjau dari beberapa faktor , antara lain :

##### **Pasar**

Kebutuhan dalam negeri akan sodium hexametaphosphate yang selama ini masih diimpor, hal ini akan menguntungkan dalam segi pangsa pasar dalam negeri. Karena bahan dasarnya yang dapat diperoleh secara mudah di dalam negeri di Indonesia. Sehingga keadaan tersebut akan mampu menjadi modal dalam persaingan internasional dan persaingan domestik.

##### **Lokasi**

Lokasi pabrik terletak di daerah Industri yaitu Manyar , Gresik. Lokasi ini dekat dengan pelabuhan laut Tanjung Perak. Untuk kebutuhan transportasi udara, kota Manyar , Gresik dekat dengan Bandara Udara Internasional Juanda. Hal ini akan memudahkan dalam transportasi bahan baku maupun produk. Maka pemilihan lokasi di daerah Manyar , Gresik dapat diterima.

### Teknis

Peralatan yang digunakan dalam pra rencana ini sebagian besar merupakan peralatan standar yang umum digunakan dan mudah didapat. Sehingga masalah pemeliharaan alat serta pengoperasiannya tidak mengalami kesulitan.

### Analisa Ekonomi :

Dari evaluasi di atas didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Total Capital Investment (TCI)	:Rp. 629,498,036,074.84
⇒ Fixed Capital Investment (FCI)	:Rp. 503,598,428,859.87
⇒ Working Capital Investment (WCI)	:Rp. 125,899,607,214.97
2. Total Production Cost (TPC)	:Rp. 159,815,507,516.69
3. Total penjualan	:Rp. 290,400,000,000.00
4. Laba sebelum pajak	:Rp. 130,584,492,483.31
5. Laba setelah pajak	:Rp. 123,324,492,483.31
6. Return On Investment (ROI) sebelum pajak	: 26 %
7. Return On Investment (ROI) setelah pajak	: 24 %
8. Internal Rate of Return (IRR)	: 28,89 %
9. Pay Out Time (POT)	: 2.9 tahun
10. Break Event Point	: 40 %

### XII.2. Kesimpulan

Dengan melihat berbagai pertimbangan serta perhitungan yang telah dilakukan, maka pendirian pabrik sodium hexametaphosphate didaerah industri Manyar , Gresik, secara teknis dan ekonomis layak untuk didirikan. Adapun rincian pra rencana pabrik sodium hexametaphosphate yang dimaksud adalah sebagai berikut :

Kapasitas	: 24.000 ton/tahun
Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas

Sistem Organisasi	: Garis dan Staff
Jumlah Karyawan	: 222 orang
Sistem Operasi	: Continuous
Waktu Operasi	: 330 hari/tahun ; 24 jam/hari
Total Investasi	: Rp. 629,498,036,074.84
Pay Out Periode	: 2,9 tahun
Bunga bank	: 13,5%
Return On Investment (ROI) sebelum pajak	: 26 %
Return On Investment (ROI) setelah pajak	: 24 %
Internal Rate of Return (IRR)	: 28,89 %
Pay Out Time (POT)	: 2.9 tahun
Break Event Point	: 40 %

## DAFTAR PUSTAKA

- Austin G.A.*, "Shreve's Chemical Process Industries", 5<sup>TH</sup> edition, Mc. Graw Hill Book Company, Inc, New York, 1960.
- Badger*, W.L. and Banchero, J.T., 1955, "Introduction to Chemical Engineering", Int ed, McGraw-Hill Book Company Inc., N.Y.
- Biro Pusat Statistik*, "Export – Import Sektor Industri"
- Brownell, L. E. Young*, 1959, "Process Equipment Design", John Wiley & Sons Inc., N.Y.
- Faith, W.L, Keyes, D.B & Clark, R.L*, 1960, "Industrial Chemical", 4<sup>th</sup> ed. John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Foust, A.S.*, 1960, "Principles of Unit Operations", 2<sup>ed</sup>, John Wiley & Sons, N.Y.
- Geankoplis, C.J.*, 1983, "Transport Processes and Unit Operations", 2<sup>ed</sup>, Allyn and Bacon Inc., Boston.
- Hesse, H.C.*, 1962, "Process Equipment Design", 8<sup>th</sup> print, Van Nostrand Reinhold Company Inc., New Jersey
- Himmelblau, D.M.*, 1989, "Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering", 5 ed, Prentice-Hall International, Singapore
- Hougen, O.A.*, Watson, K.M., 1954, "Chemical Process Principles", part 1, 2<sup>nd</sup> ed., John Wiley & Sons Inc, New York
- Kern, D.Q.*, 1965, "Process Heat Transfer", Int ed, McGraw Hill Book Company Inc., N.Y.
- Koppel, L*, 1965, "Process Systems Analysis and Control", Int ed, McGraw Hill Book Company Inc., New York.
- Lamb J.C.*, 1985, "Water Quality And Its Control", John Wiley & Sons Inc, New York.
- Levenspiel, O*, 1962, "Chemical Engineering Reaction", 2 ed, John Wiley & Sons Inc, N.Y.
- McCabe, W.L.*, 1956, "Unit Operation of Chemical Engineering",

McGraw-Hill Book Company Inc. , Tokyo

**Perry**, Chilton , 1973 , ” Perry’s Chemical Engineer’s Handbook” , 5<sup>ed</sup> ,  
McGraw-Hill Book Company Inc. , Singapore.

**Perry**, Chilton , 1984 , ” Perry’s Chemical Engineer’s Handbook” , 6<sup>ed</sup> ,  
McGraw-Hill Book Company Inc. , Singapore.

**Perry**, Chilton , 1999 , ”Perry’s Chemical Engineer’s Handbook” , 7<sup>ed</sup> ,  
McGraw-Hill Book Company Inc. , N.Y.

**Petter ,M.S, Timmerhaus,K.D.**, 1959 , “Plant Design and Economi for  
Chemical Engineering” , 4<sup>th</sup>ed., McGraw-Hill Book Company Inc. , N.Y.

**Sherwood**, T , 1977 , ”The Properties of Gasses and Liquid” , 3<sup>th</sup> ed ,  
McGraw-Hill Book Company Inc. , Singapore.

**Ulrich**, G.D. , 1984 , “A Guide to Chemical Engineering Process Design and  
Economics” , John Wiley & Sons Inc,N.Y.

**Van Ness, H.C.,Smith J.M.**, 1987 , “Introduction to Chemical Engineering  
Thermodynamics” , 5 ed , McGraw-Hill Book Company, Singapore.