

**PRARANCANGAN PABRIK  
PENTA SODIUM TRIPHOSPHATE DARI ASAM PHOSPHATE DAN  
SODA API 30.000 TON/TAHUN**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia  
Konsentrasi Teknik Kimia**



**Disusun oleh :**

**Nama : Hafid Sasongko**

**Nama : Ircham Muhammad**

**NIM : 15521014**

**NIM : 15521090**

**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA  
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**2020**

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN  
TUGAS AKHIR PRA RANCANGAN PABRIK**

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama : Ircham Muhammad                      Nama : Hafid Sasongko

No.Mahasiswa: 15521090

No.Mahasiswa: 15521014

Menyatakan bahwa seluruh hasil pra rancangan pabrik ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikianlah pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, Maret 2020



Ircham Muhammad



Hafid Sasongko

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**  
**PRARANCANGAN PABRIK PENTA SODIUM TRIPHOSPHATE DARI**  
**ASAM PHOSPHATE DAN SODA API 30.000 TON/TAHUN**



Nama : Hafid Sasongko

Nama : Ircham Muhammad

NIM : 15521014

NIM : 15521090

Yogyakarta, 5 Maret 2020

Pembimbing 1

Ir. Agus Taufik, M.Sc.

Pembimbing 2

Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M.Eng.

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**

**PERANCANGAN PABRIK PENTA SODIUM TRIPHOSPHATE DARI  
ASAM PHOSPHATE DAN SODA API DENGAN KAPASITAS 30.000  
TON/TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**

Oleh :  
Nama : Hafid Sasongko Nama : Ircham Muhammad  
No. Mahasiswa : 15521014 No. Mahasiswa : 15521090

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia  
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Tim Penguji,  
Ir. Agus Taufiq M.Sc.  
Ketua  
Dr. Arif Hidayat S.T., M.T  
Anggota I  
Lilis Kistriyani S.T., M.Eng.  
Anggota II



Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia



Suharno Rusdi

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan atas junjungan kita Nabi Muhammad SAW, sahabat serta para pengikutnya.

Tugas akhir yang berjudul "Pra Rancangan Pabrik Penta Sodium Triphosphate Dari Asam Phosphate dan Soda Api 30.000 Ton/Tahun" dapat terselesaikan dengan baik dan disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah didapatkan selama dibangku kuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penyusun banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak selama mengerjakan tugas akhir dan penyusunan laporan ini. Oleh karena itu, penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya.
2. Bapak Dr. Suharno Rusdi Selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
3. Bapak Ir. Agus Taufiq M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.

4. Ibu Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahannya dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
5. Keluarga yang selalu memberikan semangat dan motivasi terlebih anggarannya selama menempuh pendidikan S1 di Teknik Kimia UII.
6. Partner Tugas Akhir atas kerjasamanya dalam mengerjakannya selama ini.
7. Teman-teman terlebih angkatan Teknik Kimia 2015 yang selalu memberikan bantuan, semangat dan motivasi.
8. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
9. Semua pihak yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu, dalam membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangannya karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman penulis, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca pada umumnya. Aamiin yarabbal alaamiin.

Yogyakarta, 5 Maret 2020

Penyusun

## DAFTAR ISI

### Contents

<b>PRARANCANGAN PABRIK.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL PERANCANGAN PABRIK ...</b>	<b>Error!</b>
Bookmark not defined.	
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN (2).....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>LEMBAR MOTTO.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<i>Abstract.....</i>	<b>xi</b>
<i>Abstrak .....</i>	<b>xiii</b>
<b>BAB I.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1 Latar Belakang.....</b>	<b>14</b>
<b>1.2 Kapasitas Pabrik.....</b>	<b>15</b>
<b>1.3 Tinjauan Pustaka .....</b>	<b>17</b>
<b>1.3.1 Asam Phosphate.....</b>	<b>17</b>
<b>1.3.2 Soda Api.....</b>	<b>18</b>
<b>1.3.3. Penta Sodium Tripohosphate.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2 Macam-macam Proses .....</b>	<b>19</b>
<b>1.3 Pemilihan Proses.....</b>	<b>21</b>
<b>BAB II.....</b>	<b>23</b>

2.1	Spesifikasi Produk .....	23
2.2	Kegunaan Penta Sodium Triphosphate .....	25
3.1	Uraian Proses .....	26
3.2	Spesifikasi Alat Proses .....	30
3.3	Perancangan Produksi.....	45
3.3.1	Analisa Kebutuhan Bahan Baku.....	45
3.3.2	Analisa Kebutuhan Peralatan Proses .....	46
<b>BAB IV</b>	.....	<b>47</b>
4.1	Lokasi Pabrik .....	47
4.2	Tata Letak Pabrik (Plant Layout).....	50
4.3	Tata Letak Mesin/Alat Proses ( <i>Machines Layout</i> ) .....	54
4.3.1	Aliran Bahan Baku dan Produk.....	54
4.3.2	Aliran Udara .....	55
4.3.3	Pencahayaan .....	55
4.3.4	Lalu Lintas Kendaraan dan Manusia .....	55
4.3.5	Pertimbangan Ekonomi .....	55
4.3.6	Jarak Antar Alat Proses .....	55
4.4	Alir Proses dan Material .....	57
4.4.1	Neraca Massa .....	57
4.4.1.1	Neraca Massa Per Alat .....	57
4.4.3	Diagram Alir .....	64
4.5	Unit Penunjang Proses ( <i>Utilitas</i> ) .....	67
4.5.1	Unit Pengadaan dan Pengolahan Air .....	67
4.5.2	Unit Pembangkit dan Distribusi Listrik .....	75
4.5.3	Spesifikasi Alat-Alat Utilitas.....	78
4.6	Organisasi Perusahaan .....	95
4.6.1	Bentuk Organisasi Perusahaan .....	95
4.6.2	Struktur Organisasi Perusahaan .....	96
4.6.3	Tugas dan Wewenang.....	97



4.6.4 Jabatan dan Keahlian.....	103
4.6.5 Jumlah Karyawan .....	105
4.6.6 Pembagian Jam Kerja Karyawan .....	106
4.6.7 Ketenagakerjaan .....	108
4.6.8 Fasilitas Karyawan .....	110
4.7 Evaluasi Ekonomi .....	112
4.7.1 Penaksiran Harga Alat .....	113
4.7.2 Dasar Perhitungan .....	116
4.7.3 Perhitungan Biaya .....	116
4.7.4 Analisa Kelayakan .....	118
4.7.5 Hasil Perhitungan .....	120
BAB V .....	131
DAFTAR PUSTAKA .....	133
LAMPIRAN.....	135

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ .....	16
Tabel 1. 2 Persamaan Regresi Linier .....	16
Tabel 1. 3 Perbedaan Proses Satu Tahap dan Dua Tahap.....	21
Tabel 3. 1 Kebutuhan Bahan Baku .....	46
Tabel 4. 1 Rincian Area Bangunan Pabrik Penta Sodium Triphosphate 30.000 ton/tahun .....	53
Tabel 4. 2 Neraca Massa Netralizer.....	57
Tabel 4. 3 Neraca Massa Spry Dryer .....	58
Tabel 4. 4 Neraca Massa Rotary Kiln .....	59
Tabel 4. 5 Tabel Keseluruhan .....	60
Tabel 4. 6 Neraca Panas Netralizer .....	61
Tabel 4. 7 Neraca Panas Spry Dryer .....	62
Tabel 4. 8 Neraca Panas Rotary Kiln.....	63
Tabel 4. 9 Neraca Panas Rotary Cooler .....	64
Tabel 4. 10 Jabatan dan Keahlian .....	104
Tabel 4. 11 Jabatan dan Keahlian (lanjutan) .....	105
Tabel 4. 12 Rincian Jumlah Karyawan.....	106
Tabel 4. 13 Jadwal Kerja.....	108
Tabel 4. 14 Gaji Karyawan .....	110
Tabel 4. 15 Indeks Harga Tiap Tahun .....	114
Tabel 4. 16 Direct Manufacturing Cost (DMC) .....	121
Tabel 4. 17 <i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC) .....	122
Tabel 4. 18 Fixed Manufacturing Cost (FMC).....	122
Tabel 4. 19 Manufacturing Cost (MC).....	123
Tabel 4. 20 Working Capital (WC) .....	123
Tabel 4. 21 General Expenses (GE).....	124
Tabel 4. 22 Total Production Cost (TPC) .....	124
Tabel 4. 23 Fixed Cost (Fa).....	125
Tabel 4. 24 Variable Cost (Va).....	126
Tabel 4. 25 Regulated Cost (Ra) .....	127

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 Peta Wilayah Kabupaten Gresik.....	51
Gambar 4. 2 Lokasi Pabrik .....	52
Gambar 4. 3 Denah Pabrik Penta Sodium Triphosphate dengan kapasitas 30.000 ton/tahun .....	54
Gambar 4. 4 Tata Letak Alat Proses Pabrik Giserol.....	56
Gambar 4. 5 Diagram Alir Kualitatif.....	65
Gambar 4. 6 Diagram Alir Kuantitatif .....	66
Gambar 4. 7 Diagram Alir Air Utilitas .....	74
Gambar 4. 8 Struktur Organisasi.....	97
Gambar 4. 9 Grafik Tahun vs Index Harga .....	115
Gambar 4. 10 Grafik Break Even Point .....	130

### **Abstract**

*The raw material for the production process of penta sodium triphosphate is caustic soda and phosphoric acid. Fire soda and phosphoric acid from the warehouse and storage tank are pumped to the tank neutralizer and conditioned at a temperature of 60 °C and a pressure of 1 atm, with a residence time of about 2 hours. The reaction that occurs produces orthophosphate salts and water. The product comes out of the netralizer tank then is drained with a spray dryer and calcined with a rotary kiln after which penta sodium triphosphate and sodium pyrophosphate are formed.*

*The need for cooling is obtained from cooling water. Electricity is obtained from the National Electric Company, and cooling water is obtained from the nearest river. This factory uses a Limited Liability Company (PT) organizational system, with a line and staff organization. The location of the plant is planned in Gresik, East Java because it is very strategic, which is close to sources of raw materials, ports and marketing areas so that transportation can run smoothly with minimal costs. The plant is planned to work continuously with a production time of 330 days per year.*

*From the results of an analysis of the economic aspects that have been carried out at this plant, the results show that the required fixed capital is Rp 377,978,389,829.91 and the working capital is Rp 350,404,484,593. Profit before tax of Rp 146,928,222,382.10 and after tax of Rp 117,542,577,905.68. Return on Investments (ROI) before tax is 38.9% and after tax is 31.1%. Pay Out Time (POT) before tax is 2.04 years and after tax is 2.43 years, Break Event Point Value (BEP) is 41.32% and Shut Down Point (SDP) is 20.19% with Discounted Cash Flow Rate (DCFR) is 25.23%. Based on the economic analysis, the pre-designed glycerol plant with a capacity of 30,000 tons / year is worth building.*

*Key words: Sodium, Fire Soda, Phosphate Acid*

## Abstrak

Bahan baku proses produksi penta sodium triphosphate berupa soda api dan asam phosphate. Soda api dan asam phosphate dari gudang dan tangki penampung dipompa menuju ke tangki netralizer dan dikondisikan pada suhu 60 °C dan tekanan 1 atm, dengan waktu tinggal sekitar 2 jam. Reaksi yang terjadi menghasilkan garam orthophosphate dan air. Produk keluar dari tangki netralizer kemudian dilakukan pengeringan dengan spray dryer dan dilakukan kalsinasi dengan rotary kiln setelah itu terbentuklah penta sodium triphosphate dan sodium pyrophosphate.

Kebutuhan pendingin di peroleh dari air pendingin. Kebutuhan listrik di peroleh dari PLN, dan untuk air pendingin diperoleh dari sungai terdekat. Pabrik ini menggunakan sistem organisasi Perseroan Terbatas (PT), dengan bentuk organisasi garis dan staf. Lokasi pabrik direncanakan di Gresik, Jawa Timur karena sangat strategis yaitu dekat dengan sumber bahan baku, pelabuhan, dan daerah pemasaran sehingga transportasi dapat berjalan lancar dengan biaya yang minimal. Pabrik ini direncanakan bekerja secara kontinyu dengan waktu produksi 330 hari per tahun .

Dari hasil analisa terhadap aspek ekonomi yang telah dilakukan pada pabrik ini didapatkan hasil bahwa modal tetap yang dibutuhkan sebesar Rp 389.738.635.734,25 dan modal kerja sebesar Rp 351.442.816.305. Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 144.218.019.812,32 dan setelah pajak sebesar Rp 115.374.415.849,86. Presentasi *Return on Investmen* (ROI) sebelum pajak adalah 37,0% dan setelah pajak adalah 29,6%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak adalah 2,12 tahun dan setelah pajak adalah 2,52 tahun, Nilai *Break Event Point* (BEP) adalah 42,24% dan *Shut Down Point* (SDP) adalah sebesar 20,38% dengan *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) adalah 25,23%. Berdasarkan analisa ekonomi tersebut, pra rancangan pabrik penta sodium triphosphate dengan kapasitas 30.000 ton/tahun ini layak didirikan.

Kata-kata kunci : Sodium, Soda Api, Asam Phosphate

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Penggunaan pupuk buatan, asam phosphate, garam-garam phosphate dan turunannya telah meningkat dengan pesat, terutama karena promosi yang telah dilakukan dengan agresif oleh perusahaan-perusahaan pembuatannya serta oleh badan federal di Amerika Serikat. Namun sebelum konsumsi bahan-bahan itu dapat berkembang sepenuhnya, proses-proses pembuatannya masih harus disempurnakan agar lebih efisien dan lebih murah.

Dalam beberapa dasawarsa terakhir industri phosphate mengalami banyak kemajuan dalam menurunkan biaya produksi. Hal itulah yang menyebabkan phosphor, asam phosphate, dan garam-garamnya dipakai dalam bidang yang lebih luas dan banyak dibuat turunan barunya. Diantara kegunaannya adalah sebagai bahan baku deterjen, karena phosphate tidak lagi terbatas pada bahan anorganik sederhana seperti anggapan kita.

Di Indonesia pada tahun 1970, deterjen belum dapat diterima sebagai pengganti sabun cuci, tetapi sekarang pemakaian deterjen semakin banyak dan pemakaian sabun cuci sebaliknya. Hal ini disebabkan karena sabun cuci merupakan bahan pencuci yang dibuat dari minyak atau lemak yang diperoleh dari sumber hewani dan nabati, tetapi bahan baku tersebut tersedia dalam jumlah yang terbatas sedangkan laju pertumbuhan penduduk semakin meningkat.

PT. Petrocentral adalah produsen tunggal Penta Sodium Triphosphate ( $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ ) di Indonesia dengan kapasitas produksi sebesar 39.000 ton per tahun dan sebagian diimpor.

Faktor-faktor yang mempengaruhi berdirinya pabrik Penta Sodium Triphosphate adalah:

- 1.Potensi bahan baku tersedia di Indonesia
- 2.Adanya cukup permintaan dari dalam negeri
- 3.Masih diimpornya dari luar negeri untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri

## **1.2 Kapasitas Pabrik**

Dalam menentukan kapasitas pabrik Penta Sodium Triphosphate ( $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ ) perlu di perhatikan beberapa hal, antar lain :

Kebutuhan Penta Sodium Triphosphate ( $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ ) dalam negeri tiap tahun

Kapasitas pabrik yang sudah ada

Ketersediaan bahan baku

### **1.2.1 Data Impor Penta Sodium Triphosphate**

Tabel 1.1 berikut menunjukkan data Penta Sodium Triphosphate Indonesia dari tahun 2014 sampai tahun 2018.

**Tabel 1. 1 Data Impor Na<sub>5</sub>P<sub>3</sub>O<sub>10</sub>**

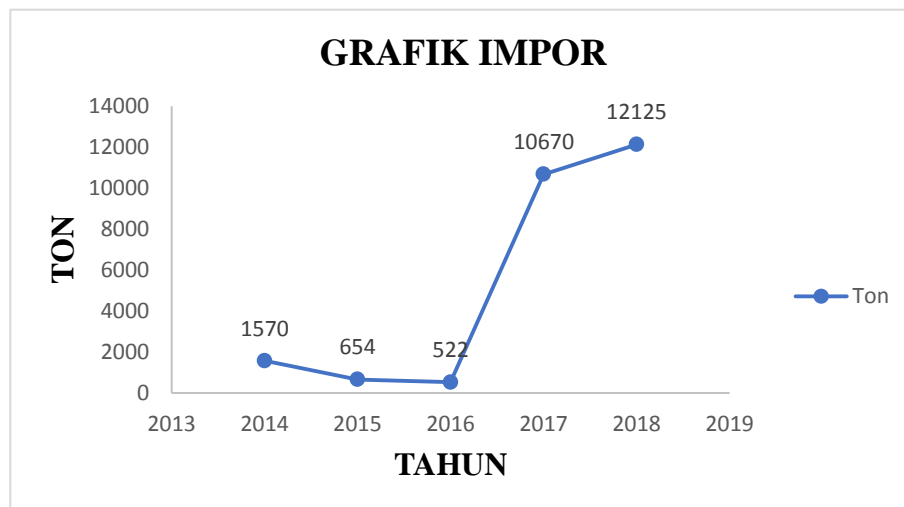
Tahun	Periode	Ton/Tahun
2014	1	1.570
2015	2	654
2016	3	522
2017	4	10.670
2018	5	12.125

(sumber: BPS)

Dari data pada Tabel 1.1 jika dibuat persamaan regresi linier dengan sebagai fungsi Tahun dan sebagai fungsi Volume, melalui grafik 1.1 didapat persamaan:

$$y = 3112,6x - 4229,6$$

**Tabel 1. 2 Persamaan Regresi Linier**





Dengan data kebutuhan impor  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$  tersebut, maka dapat diproyeksikan kebutuhan  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$  di masa yang akan datang adalah 30.000 Ton/tahun.

### 1.3 Tinjauan Pustaka

#### 1.3.1 Asam Phosphate

Sifat-sifat kimia

- a. Rumus Kimia =  $\text{H}_3\text{PO}_4$
- b. Berat Molekul = 98
- c. Komposisi =  $\pm 75\%$
- d. Panas Pembentukan =  $-300,74 \text{ Kcal/gmol}$
- e. Panas Pelarutan =  $2,79 \text{ Kcal/gmol}$  (mempunyai bentuk kristal pada konsentrasi diatas 80%)
- f. Akan berubah menjadi anhydrate pada suhu  $150 \text{ }^\circ\text{C}$
- g. Akan berubah menjadi phyro phosphoric acid pada suhu  $200 \text{ }^\circ\text{C}$
- h. Akan berubah menjadi meta phosphoric acid pada suhu  $300 \text{ }^\circ\text{C}$
- i. Kristal pada suhu  $30 \text{ }^\circ\text{C}$  mempunyai komposisi  $2\text{H}_3\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  yang merupakan tribasis
  - $K_1$  pada suhu  $25 \text{ }^\circ\text{C} = 7,52 \cdot 10^{-3}$
  - $K_2$  pada suhu  $25 \text{ }^\circ\text{C} = 6,23 \cdot 10^{-8}$
  - $K_3$  pada suhu  $25 \text{ }^\circ\text{C} = 3,00 \cdot 10^{-13}$

Sifat-sifat fisika

- a. Kristal berbentuk orthorombik
- b. Liquida tak berwarna, tak berbau dan jernih
- c. Lebih keras dibanding asam asetat, asam silikat, asam borak, akan tetapi lebih lunak dibanding asam sulfat dan asam kromat
- d. Korosif terhadap logam dan alloy
- e. Dapat disimpan pada kontainer yang terbuat dari stainless steel
- f. Untuk asam phosphate 75% berat :

- Spesifik gravity = 1,572 pada 30 °C
- Freezing point = -17,5 °C (dan pada tekanan 75% berat)
- Melting point = 42,35 °C (dan pada keadaan murni 100% mempunyai melting point = 29,25 °C)
- Boiling point = 135 °C
- pH = 0,85 pada 20 °C

### 1.3.2 Soda Api

Sifat-sifat kimia

- Rumus kimia = NaOH
- Berat molekul = 40
- Komposisi = 99%
- Tidak larut dalam alkohol
- Merupakan larutan berbasa kuat (pH = 11,6)
- Larut dalam air = 42gr/100gr H<sub>2</sub>O pada 0 °C

Sifat-sifat fisika

- Nama lain = sodium hidroksida, soda alkali, kaustik soda
- Berbentuk kristal warna putih
- Tidak mudah terbakar
- Tidak beracun
- C<sub>p</sub> pada 25 °C = 1043,01 joule/kg °K = 249,3 cal/kg °K
- Density pada 20 °C = 2,533 gr/cm<sup>3</sup>
- Melting point = 318,4 °C
- Boiling point = 1390 °C
- Spesifik gravity = 2,13

### 1.3.3. Penta Sodium Tripohosphate

Sifat-sifat kimia

- Rumus molekul = Na<sub>5</sub>P<sub>3</sub>O<sub>10</sub>
- Berat molekul = 368

- c. Garam  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$  mempunyai formula yang sama dengan  $5\text{Na}_2\text{O}_3\text{P}_2\text{O}_5$  atau dapat dikatakan komposisi  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$  adalah  $5\text{Na}_2\text{O}_3\text{P}_2\text{O}_5$

Hidrolisa dari Penta Sodium Triphosphate menghasilkan Phyrophosphate dan Ortophosphate



Sifat-sifat fisika

- Berupa butiran putih agak higroskopis
- Tidak mengandung air (anhydrous)
- Sedikit beracun
- $\text{pH} = 9,7-9,9$  (1% larutan pada  $25^\circ\text{C}$ )
- Merupakan sifat diantara Tetra Sodium Pyrophosphate dan Metaphosphate
- Dapat menimbulkan iritasi pada selaput pernapasan
- Larut dalam air =  $2,26\text{gr}/100\text{gr H}_2\text{O}$  pada  $0^\circ\text{C}$
- Boiling point =  $622^\circ\text{C}$
- Titik transisi =  $417^\circ\text{C}$
- Kandungan Penta Sodium Triphosphate =  $98,92\%$
- Kandungan Phyrophosphate =  $1,08\%$

## 1.2 Macam-macam Proses

Pada dasarnya proses Penta Sodium Triphosphate hanya ada satu cara proses pengeringan dan polikondensasi (Drying and Polycondensation Process) yang membedakan proses pembuatan Penta Sodium Triphosphate adalah jumlah tahap proses yang dipakai dan peralatan yang dipakai. Pada proses pengeringan dan polikondensasi dalam pembuatan Penta Sodium Triphosphate ada dua macam tahap yang membedakan yaitu:

1. Proses pengeringan polikondensasi satu tahap (Single stage drying and polycondensation process).
2. Proses pengeringan polikondensasi dua tahap (Two stage drying and polycondensation process).

### **1.2.1 Proses Penta Sodium Triphosphate Satu Tahap**

Pembuatan Penta Sodium Triphosphate dengan mengkonversi orthophosphate menjadi Penta Sodium Triphosphate yang dilakukan dalam satu langkah bisa terjadi dalam spray dryer atau rotary kiln saja, tetapi biasanya dalam proses ini digunakan spray dryer.

Salah satu proses satu tahap adalah proses Hoechst – Knapsack, yaitu dengan menyemprotkan larutan orthophosphate pada tekanan 1 – 2 Mpa ke dalam stainless steel spray tower secara cocurrent dengan gas panas. Alat pembakar diatur secara konsentrik sekitar nozzle sehingga menghasilkan daerah api yang berbentuk kerucut terhadap puncak menara. Larutan yang disemprot bergerak turun searah dengan gas pembakaran dan dengan cepat terjadi penguapan dan berubah ke triphosphate, Penta Sodium Triphosphate yang terbentuk dikumpulkan dalam tower cone dan dikeluarkan. Pemisahan partikel yang terikut dengan gas dilakukan dengan cyclone. Produk Penta Sodium Triphosphate yang dihasilkan dalam proses ini berbentuk powder.

### **1.2.2 Proses Penta Sodium Triphosphate Dua Tahap**

Dalam proses pembuatan Penta Sodium Triphosphate dua tahap, larutan orthophosphate tidak langsung diubah menjadi Penta Sodium Triphosphate melainkan diuapkan dulu airnya dalam tahap pertama dengan

menambahkan monophosphate anhydrous. Seringkali kondensasi parsial dengan pembentukan diphosphate sudah terdapat dalam tahap ini. Kondensasi actual triphosphate terjadi pada tahap kedua.

Spray dryer dapat digunakan untuk menguapkan air yang terkandung dalam larutan orthophosphate dan rotary kiln yang berfungsi untuk mengkonversi orthophosphate menjadi Penta Sodium Triphosphate. Suplay energi didapat dari udara panas yang berasal dari gas api dalam rotary kiln (Gas-fired calciner).

### 1.3 Pemilihan Proses

Satu tahap dan dua tahap dalam proses pembuatan Penta Sodium Triphosphate mempunyai kelemahan dan kelebihan seperti tampak dalam tabel dibawah ini:

**Tabel 1. 3 Perbedaan Proses Satu Tahap dan Dua Tahap**

PROSES	SATU TAHAP	DUA TAHAP
Alat utama	Spray dryer atau Rotary kiln	Spray dryer dan Rotary kiln
Proses	Suhu 300 – 550 °C	Suhu ± 600 °C
Spesifikasi produk	Produk kering	Produk akhir lebih kering karena mengalami dua kali pemanasan
Produk samping	Tidak ada	Memungkinkan Memproduksi Tetrasodium pyrophosphate

Dari tabel diatas dapat dinyatakan bahwa cara pembuatan Penta Sodium Triphosphate dengan proses dua tahap dimana peralatan utama yang digunakan adalah gas-fired calciner mempunyai kelebihan dibanding dengan proses satu tahap, oleh karena itu pabrik Penta Sodium Triphosphate ini dirancang dengan proses dua tahap.

## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

#### 2.1 Spesifikasi Produk

Garam – garam Triphosphate pada umumnya diproduksi dengan dehidrasi thermal campuran garam – garam phosphate. Walaupun sejumlah garam Triphosphate hanya garam penta sodium yang penting.

Penta Sodium Triphosphate ( $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ ) adalah garam penta sodium dari anion triphosphate. Ada tiga jenis bentuk kristal dari  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$  yaitu dua jenis bentuk anhidrat dan yang ketiga adalah hexahidrat.

Penta Sodium Triphosphate anhydrous Bentuk I (STP-I, STP phase-I,  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ -I) adalah bentuk pada temperatur tinggi dan secara termodinamika merupakan fase yang stabil, Jenis ini bersifat menggumpal. Penta Sodium Triphosphate Bentuk II (STP-II, STP phase-II,  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ -II) adalah bentuk pada temperatur rendah, Jenis ini bersifat hablur. STP-II dapat berubah dengan mudah ke STP-I dengan pemanasan di atas  $417 \pm 8 \text{ }^\circ\text{C}$ , temperatur transisi. Kebalikan reaksi, STP-I  $\rightarrow$  STP-II, dibawah  $417 \pm 8 \text{ }^\circ\text{C}$  merupakan perubahan besar yang lambat, sehingga, kedua bentuk anhydrous dari Penta Sodium Triphosphate dapat berubah stabil dan berdampingan pada temperatur kamar.

Struktur STP-I dan STP-II mempunyai pokok susunan ion dari kationnya. Dalam STP-II seluruh ion sodium berhubungan dengan oksigen secara octahedral dimana pada STP-I beberapa ion sodium dikelilingi oleh hanya 4 atom oksigen. Dua bentuk anhidrat STPP dapat dibedakan dengan difraksi sinar X atau infra merah dan spektroskopi raman.

Selain kedua struktur anhidrat diatas, terdapat jenis struktur yang lain, yaitu hexahidrat.  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$  terbentuk dengan penambahan bentuk anhidrat STPP yang lain ke dalam air atau hidrolisa sodium trimetaphosphate ( $\text{NaPO}_3$ )<sub>3</sub> dalam media alkali. Stabil pada temperatur kamar tetapi

terdegradasi dengan cepat menjadi pyrophosphate dan phosphate bila dipanaskan mendekati 100 °C.

Penta Sodium Triphosphate diproduksi secara komersial dengan kalsinasi campuran mono dan disodium phosphate dengan rasio Na : P adalah 5 : 3. Proporsi dari dua fase Penta Sodium Triphosphate tersebut dikontrol oleh kondisi kalsinasi. Penta Sodium Triphosphate dipasaran biasanya mengandung sejumlah tetrasodium pyrophosphate dan beberapa trimetaphosphate serta sejumlah kecil orthophosphate yang tidak terkonversi.

Bentuk STP-I dan STP-II dalam Penta Sodium Triphosphate komersial ditentukan dengan mengontrol waktu dan temperatur selama kalsinasi. Dibawah suhu 175°C semua P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> yang tertinggal berupa orthophosphate. Pada range suhu 175 – 200°C, sebagian kecil orthophosphate telah berubah menjadi kristal Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, ini berarti terdekomposisi membentuk polyphosphate. Disekitar suhu 200°C Na<sub>5</sub>P<sub>3</sub>O<sub>10</sub> mulai terbentuk secara perlahan-lahan dan pada suhu 300 °C reaksi pembentukan Na<sub>5</sub>P<sub>3</sub>O<sub>10</sub> relatif lebih cepat. Menurut deteksi yang telah dilakukan, suhu terendah dimana Na<sub>5</sub>P<sub>3</sub>O<sub>10</sub> mulai terbentuk perlahan-lahan pada suhu 150 °C. Pada range suhu 350 – 400 °C, semua komposisi orthophosphate telah terkonversi menjadi Na<sub>5</sub>P<sub>3</sub>O<sub>10</sub> bentuk II. Dibawah kondisi normal, pada temperatur final 450 – 850 °C dan kemudian didinginkan, didapatkan bahwa pada range suhu 400 – 500 °C Na<sub>5</sub>P<sub>3</sub>O<sub>10</sub> bentuk II berubah dengan cepat menjadi Na<sub>5</sub>P<sub>3</sub>O<sub>10</sub> bentuk I. Perubahan ini biasanya tidak sempurna, pada saat suhu lebih besar atau sama dengan biasanya masih mengandung 3 – 60% Na<sub>5</sub>P<sub>3</sub>O<sub>10</sub> bentuk II. Dalam kebanyakan proses, temperatur akhir yang mendekati 450 °C menghasilkan suatu produk yang mengandung 30 % STP-I yang dibutuhkan dalam pembuatan deterjen.



## **2.2 Kegunaan Penta Sodium Triphosphate**

Penta Sodium Triphosphate telah diperkenalkan pada tahun 1940-an sebagai bahan baku utama (builder) deterjen yang berguna sebagai "water softener" sehingga dapat meningkatkan daya bersih deterjen. Penta Sodium Triphosphate digunakan dalam pembuatan formula pembersih, termasuk didalamnya adalah produk-produk household, formula pencuci piring, pencuci mobil dan sejumlah industri pembersih lainnya.

Untuk meningkatkan kualitas makanan, Penta Sodium Triphosphate digunakan untuk mengawetkan daging, unggas dan pakan ternak. Pengolahan dengan Penta Sodium Triphosphate memperbaiki kualitas dari beberapa jenis produk makanan laut.

Penta Sodium Triphosphate juga dipergunakan untuk meningkatkan kualitas material secara teknis seperti clay processing, pelunakan air, proses pembuatan tekstil, pengeboran atau penggalian tanah, pulp dan kertas, karet, pembuatan cat manufaktur keramik dan penambangan.

## **BAB III**

### **PERANCANGAN PROSES**

#### **3.1 Uraian Proses**

Pada proses pembuatan Penta Sodium Triphosphate ini terdiri dari beberapa tahapan proses, yaitu antara lain:

1. Tahap netralisasi
2. Tahap pengeringan
3. Tahap polikondensasi (kalsinasi)
4. Tahap akhir

Sebelum melaksanakan tahap-tahap proses, perlu adanya persiapan bahan baku. Yang dimaksud dengan persiapan bahan baku adalah mengolah bahan baku agar dapat digunakan dalam keempat tahap proses.

- a) Tahap Persiapan Asam Phosphate

Konsentrasi Asam Phosphate yang dipergunakan adalah 85%

Berat ( Shreve : 1975)

- b) Tahap Persiapan Soda Api

Untuk memudahkan reaksi netralisasi dalam tangki nanti, maka soda api yang berbentuk kristal putih perlu dilarutkan dahulu dalam air dan kelarutan natrium carbonat dalam air dingin sangat kecil tetapi dalam air panas sampai 174 gr / 100 gr H<sub>2</sub>O pada 60°C. (Perry 6th ed. : 1984) Soda api yang berbentuk kristal diangkat dengan menggunakan screw conveyor diumpankan ke dalam tangki pelarutan soda api yang dilengkapi pengaduk dan pemanas.

Bersamaan itu pula dipompakan air dari tangki air proses sehingga soda api dapat larut dalam tangki pelarutan soda api.

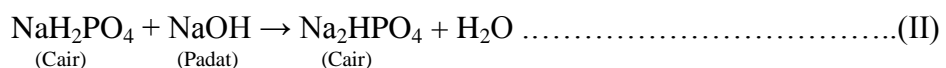
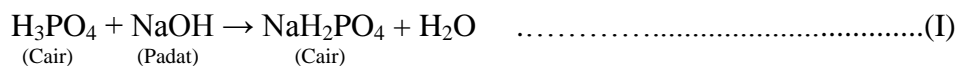
### 1. Tahap Netralisasi

Yang dimaksud netralisasi adalah proses pencampuran atau penetralan asam phosphate oleh soda api dalam tangki netralisasi sehingga diperoleh larutan garam. Proses netralisasi ini merupakan tahap yang menentukan untuk mendapatkan produk akhir Penta Sodium Triphosphate yang mempunyai konversi tinggi.

Reaksi antara asam phosphate dengan soda api diatur sedemikian rupa dengan mol ratio  $\text{Na}_2\text{O} : \text{P}_2\text{O}_5 = 5 : 3$  dimana  $\text{Na}_2\text{O}$  dan  $\text{P}_2\text{O}_5$  merupakan basis perhitungan untuk soda api dan asam phosphate. Proses netralisasi ini akan menghasilkan garam-garam orthophosphate yang berupa monosodium phosphate dan disodium phosphate dengan perbandingan mol 1 : 2.

Selain larutan garam orthophosphate yaitu monosodium phosphate dan disodium phosphate. Reaksi yang terjadi adalah eksotermis sehingga untuk menjaga agar suhu reaksi tidak tinggi, maka diberikan pendingin air.

Reaksi netralisasi ini adalah sebagai berikut:



Proses ini dilakukan dalam tangki netralisasi yang dilengkapi dengan agitator dan coil pendingin pada suhu operasi 60°C.

## **2. Tahap Pengeringan**

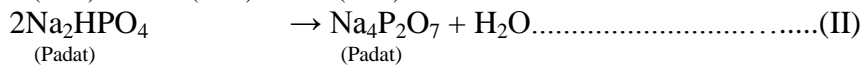
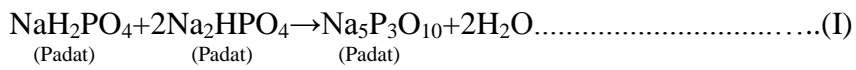
Pada tahap pengeringan ini, pengering yang dipakai adalah spray dryer dan calciner. Larutan orthophosphate yang terdiri dari monosodium phosphate dan disodium phosphate keluar dari tangki netralisasi diumpankan ke spray dryer dengan menggunakan pompa.

Pada proses ini gas pengering yang dihembuskan oleh blower pada suhu 500°C yang dihasilkan dari burner dan suhu produk keluar 170°C, demikian pula gas yang keluar bersama-sama dengan uap air suhunya 200°C, keluar melalui cyclone. Produk yang keluar dari spray dryer berupa garam orthophosphate kering dengan kadar air 2%, langsung diterima screw conveyor untuk diumpankan dalam calciner.

## **3. Tahap Polikondensasi (Kalsinasi)**

Yang dimaksud dengan tahap polikondensasi disini adalah reaksi pembentukan Penta Sodium Triphosphate dari garam orthophosphate kering. Karena reaksi ini selain membentuk Penta Sodium Triphosphate juga melepaskan air, maka reaksi ini disebut polikondensasi. Selain terbentuk Penta Sodium Triphosphate juga terbentuk Tetra Sodium Pyrophosphate dari disodium phosphate yang tidak bereaksi dengan Penta Sodium Triphosphate.

Reaksi:



Reaksi polikondensasi ini berlangsung dalam calciner, yang dipakai dalam rotary kiln.

Gas pembakar yang dipakai suhunya 800°C dan gas panas yang keluar bersama-sama uap air suhunya 510°C melalui *cyclone* dan produk keluar dari *rotary kiln* pada suhu 510°C diumpankan ke *rotary cooler* melalui *screw conveyor*.

#### 4. Tahap Akhir

Disebut tahap akhir karena proses pembuatan Penta Sodium Triphosphate sudah selesai dan pada tahap ini hanya merupakan proses fisik saja yaitu pendinginan, penggilingan dan pengemasan.

##### a. Pendinginan

Penta Sodium Triphosphate yang keluar dari rotary kiln masih dalam keadaan panas maka perlu dilakukan pendinginan agar dapat dikemas. Peralatan yang dipakai pada proses pendinginan ini adalah rotary cooler dan udara yang dipakai sebagai pendingin masuk ke rotary cooler pada suhu 30°C yang dihembuskan dari blower dan udara keluar pada suhu 400°C melalui *cyclone*. Pada rotary cooler ini Penta Sodium Triphosphate didinginkan secara perlahan-lahan. Dengan adanya proses pendinginan ini diharapkan akan menstabilkan dan pendinginan bertahap ini untuk mendapatkan kesempurnaan kejernihan produk akhir yang

seragam. Penta Sodium Triphosphate keluar dari rotary cooler pada suhu 60°C.

b. Penggilingan

Penta Sodium Triphosphate yang telah didinginkan dengan screw conveyor diumpankan kedalam alat penghalus, ball mill yang bertujuan untuk menghaluskan dengan kehalusan yang diinginkan karena ketika Penta Sodium Triphosphate keluar dari *rotary cooler*, bentuk dan ukurannya masih belum beraturan.

c. Pengemasan

Setelah dimasukkan kedalam hopper storage, maka Penta Sodium Triphosphate akan mengalir secara fluidisasi ke packing machine.

### 3.2 Spesifikasi Alat Proses

#### 3.2.1 Tangki Penyimpanan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (T-01)

Tugas	:	Menyimpan Asam Phosphat dengan kecepatan umpan masuk 3555,3369 Kg/jam
Jenis	:	Tangki silinder Vertical
Fase	:	Cair
Jumlah	:	1 buah
Kondisi Penyimpanan	:	Suhu : 30°C
		Tekanan : 1 atm

Ukuran	: Volume	: 989,502 m <sup>3</sup>
	Diameter shell	: 10,800 m
	Tinggi	: 10,800 m
Tebal shell	: 0.520 in	
Bahan	: Baja <i>Stainless steel</i> SA 167 grade 3	
Harga	: \$ 543.296	

### 3.2.2 Silo (S-01)

Tugas	: Menampung Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub> sebagai Produk akhir dengan kecepatan massa = 3787,8787 Kg/j dengan waktu tinggal 1 bulan.
Jenis	: Tangki Silinder Vertical dengan conical Bottom Head
Jumlah	: 1 buah
Ukuran	: Volume : 264,221 m <sup>3</sup>
	Diameter : 4,27 m
	Tinggi : 17,07 m
Tebal shell	: 1/4 in
Tebal head	: 1/4 in
Bahan	: <i>Carbon Steel</i> SA-178 Grade C
Harga	: \$ 645.912

### 3.2.3 Hopper (H-01)

Tugas	: Menampung NaOH sebagai Bahan Baku dengan kecepatan massa = 2080,7261 Kg/j dengan waktu tinggal 8 jam.
Jenis	: Tangki Silinder Vertical dengan conical Bottom Head
Jumlah	: 1 buah
Ukuran	: Volume : 15,264 m <sup>3</sup> Diameter : 1,65 m Tinggi : 6,6 m
Tebal shell	: 3/16 in
Tebal head	: 3/16 in
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-178 Grade C</i>
Harga	: \$ 611.916

### 3.2.4 Rotary Kiln (RK-01)

Tugas	: Mereaksikan Mono sodium fosfat dengan Di sodium fosfat menjadi Sodium Tri Poly Phospat dengan kecepatan umpan = 10203,7109 kg/j
Jenis	: Rotary Kiln
Jumlah	: 1 buah
Kondisi Operasi	: Suhu : 550°C Tekanan : 1 atm
Ukuran	: Diameter : 1,69 m



	Tinggi	: 10,12 m
Tebal Isolasi	:	3 in
Jenis Bahan Isolasi	:	Asbes
Bahan	:	Baja <i>Stainless steel</i>
Harga	:	\$ 407.944

### 3.2.5 Spray Dryer (SPD-01)

Tugas	:	Mengeringkan $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ DAN $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ yang keluar dari Reaktor Netralisasi dengan kecepatan umpan = 5636,063 Kg/j
Kondisi Operasi	:	Suhu : 60°C Tekanan : 1 atm
Dimensi Dryer	:	Diameter : 4 m Tinggi : 25,6 m Holding Time : 15,79 s
Harga	:	\$ 407.944

### 3.2.6 Neutralizer

Tugas	:	Menetralkan $\text{H}_2\text{SO}_4$ yang keluar dari Reaktor bersama hasil reaksi dengan kecepatan umpan = 62,3939 kg/j dengan penetrlisir NaOH 20 %
Jenis	:	Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
Jumlah	:	1 buah
Kondisi Operasi	:	Tekanan : 1 atm

	Suhu	: 20 °C
Ukuran Reaktor	: Diameter	= 1,65 m
	Tinggi	= 2,47 m
Volume cairan dalam head		= 0,380 m <sup>3</sup>
Volume cairan dibadan Reaktor		= 4,448 m <sup>3</sup>
Tinggi cairan dibadan Reaktor		= 2,085 m
Tebal shell	: 3/16 in	
Tebal Head	: 3/16 in	
Pengaduk	: Pengaduk type Marine dengan 3 blade Jumlah buffle 4 buah	
Diameter Impeler	= 54,95 cm	
Tinggi Impeler	= 54,95 cm	
Lebar Buffle	= 5,50 cm	
Daya motor	= 1 Hp	
Luas perpindahan Panas	: 204,3919 ft <sup>2</sup>	
Coil ( Lilitan )	: Diameter Coil	= 3,426 ft
	Luas perpindahan panas per coil	= 12,67 ft <sup>2</sup>
	Jumlah Coil	= 16 Lilitan
	Tinggi lilitan Coil minimum	= 1,845 m
	Jarak antar Coil	= 1 in
	Tinggi Coil total	= 2,037 m
Jenis Bahan Reaktor	: Baja <i>Stainless Steel</i>	
Harga	: \$ 271.912	

### 3.2.7 Ball Mill

Tugas	: Memecah Sodium Tripolyphosphate 0,5 in menjadi ukuran 100 mash kecepatan umpan 4208,754 Kg/jam
Type alat	= Ball Mill
Jumlah	= 1
Diameter Ball Mill	= 3,658 m
Panjang Ball Mill	= 3,306 m
Power motor	= 230,61 Hp
Motor	= digunakan motor standart 3 fase dengan daya 250 Hp
Harga	: \$ 135.981

### 3.2.8 Rotary Cooler (RC-01)

Tugas	: Mendinginkan produk $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ yang keluar dari Centrifuge dengan kecepatan umpan = 3787,576 Kg/j
Kondisi Operasi	: Suhu : 550°C Tekanan : 1 atm
Dimensi Cooler	: Diameter Pipa Cooler = 3,50 m Panjang Pipa Cooler = 10,93 m Holding time = 22,37 jam Sudut kemiringan = 0,07 in/ft

Putaran = 2,00 rpm

Daya motor Rotary Cooler = 50,00 HP

Harga : \$ 475.935

### 3.2.9 Blower (BL-01)

Tugas : Mengalirkan udara ke Regenerator dari 1,00 atm menjadi tekanan 1,10 atm dengan kecepatan umpan = 11486,30 Kg/j

Type alat : Exhouse Fan blower

Brake Horse Power ( BHP ) : 42,12 Hp

Motor penggerak : 25,00 Hp

Harga : \$ 33.995

### 3.2.10 Heater (HE-01)

Fungsi : Memanaskan Umpan Asam Phosphat masuk raktor dari suhu 30°C menjadi suhu 60 °C dengan pemanas Steam Jenuh pada suhu 110°C dengan kecepatan umpan = 3555,337 Kg/j

Type Alat : Double pipe Heat Exchanger

Luas Transfer Panas = 15.09 ft<sup>2</sup>

Jumlah Hairpin = 1

INNER PIPE : OD pipa, BWG = 2,38 , 40

ID pipa = 2,07

Flow Area = 3,354 in<sup>2</sup>

	Surface Area	= 0,623 ft <sup>2</sup>
	Pressure drop	= 1,68293 psi
	Panjang	= 12 ft
ANNULUS	: OD pipa, BWG	= 2,88 , 40
	ID pipa	= 2,47
	Pressure drop	= 1,24652 psi
	Panjang	= 12 ft
	Jumlah	= 1 buah
	Bahan	= Stainless Steel
Harga	: \$ 2.584	

### 3.2.11 Bucket Elevator (BE-01)

Tugas	: Menaikkan serbuk dari gudang menuju Hopper-01 dengan kecepatan = 8333,3350 lb/j.
Type Alat	: Bucket Elevator
Ukuran bucket	: Panjang = 6,00 in
	Lebar = 4,00 in
	Tinggi = 4,50 in
	Lebar belt = 7,00 in
Volume Bucket	: 0,03125 ft <sup>3</sup>
Jumlah Bucket	: 30 bucket
Daya Bucket Elevator	: 2 Hp
Harga	: \$ 6.119

### 3.2.12 Bucket Elevator (BE-02)

Tugas	: Menaikkan serbuk $\text{Na}_2\text{CO}_3$ dari gudang menuju Hopper-01 dengan kecepatan = 8360,1963 lb/j.
Type Alat	: Bucket Elevator
Ukuran bucket	: Panjang = 6,00 in Lebar = 4,00 in Tinggi = 4,50 in Lebar belt = 7,00 in
Volume Bucket	: 0,03125 ft <sup>3</sup>
Jumlah Bucket	: 30 bucket
Daya Bucket Elevator	: 2 Hp
Harga	: \$ 6.119

### 3.2.13 Bucket Elevator (BE-03)

Tugas	: Menaikkan serbuk $\text{Na}_2\text{CO}_3$ dari gudang menuju Hopper-01 dengan kecepatan = 8333,3340 lb/j.
Type Alat	: Bucket Elevator
Ukuran bucket	: Panjang = 6,00 in Lebar = 4,00 in Tinggi = 4,50 in Lebar belt = 7,00 in
Volume Bucket	: 0,03125 ft <sup>3</sup>

Jumlah Bucket : 30 bucket

Daya Bucket Elevator : 2 Hp

Harga : \$ 6.119

### 3.2.14 Pompa (P-01)

Fungsi : Mengalirkan CH<sub>3</sub>OH dari Mobil tangki menuju Tangki penyimpanan (T - 01) dengan kecepatan 3555,337 kg/j

Type : Pompa Centrifugal

Pemilihan Pipa : IPS = 4,0

Sch.No. = 40

OD = 4,500 in

ID = 4,026 in

Spesifikasi Pompa : Kapasitas Pompa = 423,098 gpm

Head Pompa :

- Friction Head = 4,34 m

- Pressure Head = -2,00 m

- Velocity Head = 0,00 m

- Static Head = 11,00 m

Putaran pompa :

- Kecepatan Putar = 1750 rpm

- Effisiensi motor = 0,88

- Motor Standard = 15,00 Hp

Jumlah pompa = 2 pompa  
Harga : \$ 8.159

### 3.2.15 Pompa (P-02)

Fungsi : Mengalirkan asam Phosphat dari Tangki Penyimpanan (T-01) menuju Reaktor Netralisasi (N - 01) dengan kecepatan umpan = 3555,3369 Kg/jam

Type : Pompa Centrifugal

Pemilihan Pipa : IPS = 0,5  
Sch.No. = 40  
OD = 0,840 in  
ID = 0,622 in

Spesifikasi Pompa : Kapasitas Pompa = 10,085 gpm

Head Pompa :

- Friction Head = 30,12 m
- Pressure Head = -2,00 m
- Velocity Head = 0,00 m
- Static Head = 2,00 m

Putaran pompa :

- Kecepatan Putar = 1750 rpm
- Effisiensi motor = 0,88



- Motor Standard = 0,75 Hp

Jumlah pompa = 2 pompa

Harga : \$ 2.040

### 3.2.16 Pompa (P-03)

Fungsi : Mengalirkan hasil reaksi keluar Reaktor  
Netralisasi menuju Spray Dryer dengan kecepatan  
umpan 5636,0625 Kg/jam

Type : Pompa Centrifugal

Pemilihan Pipa : IPS = 0,8

Sch.No. = 40

OD = 1,050 in

ID = 0,824 in

Spesifikasi Pompa : Kapasitas Pompa = 14,957 gpm

Head Pompa :

- Friction Head = 16,16 m

- Pressure Head = -2,00 m

- Velocity Head = 0,00 m

- Static Head = 29,00 m

Putaran pompa :

- Kecepatan Putar = 1750 rpm

- Effisiensi motor = 0,88

- Motor Standard = 2,00 Hp

Jumlah pompa = 2 pompa

Harga : \$ 2.176

### 3.2.17 Screw Conveyor (SC-01)

Tugas : mengangkut NaOH dari mobil menuju tangki penyimpanan dengan kecepatan = 2080.7261 kg/j.

Type Alat : Screw conveyor.

Volume Screw Conveyor : 5,89 ft<sup>3</sup>

Dimensi Screw Conveyor : Diameter = 0,500 ft

Panjang = 30,000 ft

Waktu tinggal = 3,28 menit

Putaran = 85 rpm

Harga : \$ 27.196

### 3.2.18 Screw Conveyor (SC-02)

Tugas : Mengangkut padatan dari Spray Dryer menuju Rotary Kiln dengan kecepatan = 4169,8940 kg/j.

Type Alat : Screw conveyor.

Volume Screw Conveyor : 5,89 ft<sup>3</sup>

Dimensi Screw Conveyor : Diameter = 0,500 ft

Panjang = 30,000 ft

Waktu tinggal = 1,31 menit

Putaran = 85 rpm

Harga : \$ 27.196

### 3.2.19 Screw Conveyor (SC-03)

Tugas : Mengangkut  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$  dari Rotary Kiln menuju Rotary Cooler dengan kecepatan = 3787,8787 kg/j

Type Alat : Screw conveyor.

Volume Screw Conveyor : 5,89 ft<sup>3</sup>

Dimensi Screw Conveyor : Diameter = 0,500 ft

Panjang = 30,000 ft

Waktu tinggal = 2,13 menit

Putaran = 85 rpm

Harga : \$ 27.196

### 3.2.20 Screw Conveyor (SC-04)

Tugas : Mengangkut  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$  dari Rotary Cooler menuju Ball Mill dengan kecepatan = 3787,8787 kg/j

Type Alat : Screw conveyor.

Volume Screw Conveyor : 5,89 ft<sup>3</sup>

Dimensi Screw Conveyor : Diameter = 0,500 ft

	Panjang	= 30,000 ft
	Waktu tinggal	= 2,13 menit
Putaran	= 85 rpm	
Harga	: \$ 27.196	

### 3.2.21 Screw Conveyor (SC-05)

Tugas	: Mengangkut $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ dari Ball Mill menuju Silo dengan kecepatan = 3787,8787 kg/j	
Type Alat	: Screw conveyor.	
Volume Screw Conveyor	: 5,89 ft <sup>3</sup>	
Dimensi Screw Conveyor	Diameter	= 0,500 ft
	Panjang	= 30,000 ft
	Waktu tinggal	= 2,13 menit
Putaran	= 85 rpm	
Harga	: \$ 27.196	

### 3.2.21 Screening

Tugas	: Mengayak produk akhir Penta Sodium Triphosphat dari Ball Mill sehingga diperoleh ukuran produk yang seragam dengan kecepatan umpan 4734.8485 Kg/jam	
Type Alat	: Vibrating Screen.	

Sieve Opening	: 0,00903 in
Diameter kawat	: 0,00048 in
Luas Permukaan Screen	: 20 ft <sup>2</sup>
Harga	: \$ 67.991

### **3.3 Perancangan Produksi**

#### **3.3.1 Analisa Kebutuhan Bahan Baku**

Analisa kebutuhan bahan baku berkaitan dengan kebutuhan bahan baku yang diperlukan sesuai dengan kapasitas pabrik. Bahan baku pembuatan Penta Sodium Triphosphate terdiri dari Asam Phosphate, Soda Api, dan air (H<sub>2</sub>O). Adapun kapasitas pabrik Penta Sodium Triphosphate yang direncanakan sebesar 30.000 ton/tahun. Kebutuhan bahan baku ditunjukkan pada Tabel 3.1 berikut:

**Tabel 3. 1 Kebutuhan Bahan Baku**

<b>Komponen</b>	<b>Kebutuhan Bahan Baku (kg/jam)</b>
Asam Phosphate	9800
Soda Api	6680
Air (H <sub>2</sub> O)	1796,8865

### **3.3.2 Analisa Kebutuhan Peralatan Proses**

Analisa kebutuhan peralatan proses meliputi kemampuan peralatan dalam proses dan jam kerja peralatan serta perawatannya. Dengan adanya analisa kebutuhan peralatan proses maka akan dapat diketahui anggaran yang diperlukan untuk peralatan proses, baik pembelian maupun perawatannya.

## **BAB IV**

### **PERANCANGAN PABRIK**

#### **4.1 Lokasi Pabrik**

##### **4.1.1 Faktor Utama Penentuan Lokasi Pabrik**

###### **1. Bahan baku**

Untuk mempermudah penyediaan bahan baku, maka lokasi pabrik sedapat mungkin atau diusahakan ada di dekat sumber bahan baku tersebut. Bahan baku utama dari pabrik yang direncanakan adalah Soda api dan  $H_3PO_4$ . Soda api diperoleh dari import dan  $H_3PO_4$  dari PT. Petrokimia, Gresik.

Hal – hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku ini adalah :

- a. Letak sumber bahan baku
- b. Persediaan bahan baku untuk berapa lama sumber tersebut dapat diandalkan
- c. Bagaimana kualitas dari bahan baku yang ada
- d. Harga bahan baku tersebut dan biaya pengangkutannya

###### **2. Pemasaran**

Mengingat Penta Sodium Triphosphate merupakan bahan setengah jadi, maka pabrik Penta Sodium Triphosphate tidak perlu didirikan di daerah masyarakat konsumen sebab Penta Sodium Triphosphate merupakan produk yang tidak langsung dibutuhkan masyarakat melainkan untuk diolah lebih lanjut guna produk lain.

Hal – hal yang perlu diperhatikan mengenai pemasaran ini adalah :

- a) Kebutuhan pasar
- b) Pengaruh dari saingan yang ada
- c) Jarak pemasaran dari lokasi pabrik dengan daerah yang dituju
- d) Bagaimana keadaan pemasaran dimasa yang akan datang

3. Power dan persediaan bahan bakar

Kebutuhan tenaga listrik untuk penggerak dan penerangan dapat dipenuhi dengan mengusahakan tenaga listrik yaitu memakai generator. Sedangkan kebutuhan bahan bakar yang dipakai untuk menjalankan generator diperoleh dari Pertamina wilayah Jawa Timur.

Hal – hal yang perlu diperhatikan:

- a) Bagaimana kemungkinan pengadaan tenaga listrik di daerah lokasi yang dipilih
- b) Harga tenaga listrik dan bahan bakar
- c) Pengadaan dan persediaan bahan bakar dimasa yang akan datang

4. Utilitas

Untuk menunjang kelancaran proses perlu disediakan air, listrik dan bahan bakar. Oleh karena itu diusahakan pabrik dekat dengan sumber air, seperti sumur bor yang debit airnya cukup sehingga sanggup menunjang proses produksi. Sedangkan kebutuhan listrik dapat diusahakan atau diperoleh dari unit generator. Untuk bahan bakar proses dan generator disediakan tangki penampung bahan bakar untuk keperluan selama 1 bulan.

5. Keadaan geografis dan iklim

Lokasi yang dipilih merupakan daerah bebas banjir, gempa bumi dan angin topan sehingga keamanan bangunan pabrik terjamin.



#### **4.1.2 Faktor Penunjang Penentuan Lokasi Pabrik**

##### **1. Transportasi**

Transportasi adalah meliputi transportasi bahan baku, bahan penunjang, bahan jadi maupun karyawan pabrik. Masalah transportasi pada pabrik Penta Sodium Triphosphate yang direncanakan ini cukup baik, karena lokasi dekat dengan jalan raya yang dilalui mobil, truk, pelabuhan laut dan jalan kereta api serta pelabuhan udara. Jadi masalah transportasi selama masa konstruksi pabrik maupun setelah pabrik beroperasi pada lokasi tersebut tidak mengalami kesulitan.

##### **2. Buangan pabrik**

Buangan pabrik baik yang berupa padat, cair maupun gas diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan sehingga tidak menimbulkan polusi maupun pencemaran lingkungan yang sangat membahayakan kesehatan dan kehidupan masyarakat sekitar.

##### **3. Tenaga kerja**

Kebutuhan tenaga kerja di Indonesia bukan merupakan masalah yang sulit, mengingat jumlah penduduknya yang begitu besar sehingga memungkinkan tenaga kerja yang terdidik dan terampil.

##### **4. Undang – undang dan peraturan**

Undang – undang dan peraturan daerah yang akan dijadikan pabrik harus selalu diperhatikan dan ditaati jangan sampai setelah pabrik berdiri akan mengalami hambatan dalam berproduksi karena tidak sesuai dengan undang – undang dan peraturan yang lain.

##### **5. Perpajakan dan asuransi**

Perpajakan dan asuransi di dalam mendirikan suatu pabrik juga merupakan faktor yang menentukan untuk pengambilan daerah lokasi pabrik, jangan sampai pajak yang ada akan memberatkan pabrik tersebut.

6. Karakteristik dari lokasi yang dipilih Hal ini meliputi:

- a) Adat istiadat atau kebudayaan daerah lokasi
- b) Agama, kepercayaan dan tempat ibadah
- c) Fasilitas perumahan dan pendidikan
- d) Fasilitas lokasi dan kesehatan

7. Ketahanan terhadap bahaya perang

Penempatan lokasi pabrik hendaknya dijauhkan terhadap ancaman bahaya perang.

8. Pengontrolan terhadap bahaya banjir, kebakaran dan lain – lain.

Penempatan lokasi pabrik hendaknya juga memperhatikan keadaan dari adanya bahaya banjir maupun kebakaran yang mungkin terjadi.

#### **4.2 Tata Letak Pabrik (Plant Layout)**

Pengaturan tata letak alat di pabrik perlu mendapat perhatian khusus. Penentuan tata letak alat ini harus diperhatikan dari segi operasional, perawatan, keamanan dan konstruksi yang baik juga memuaskan.

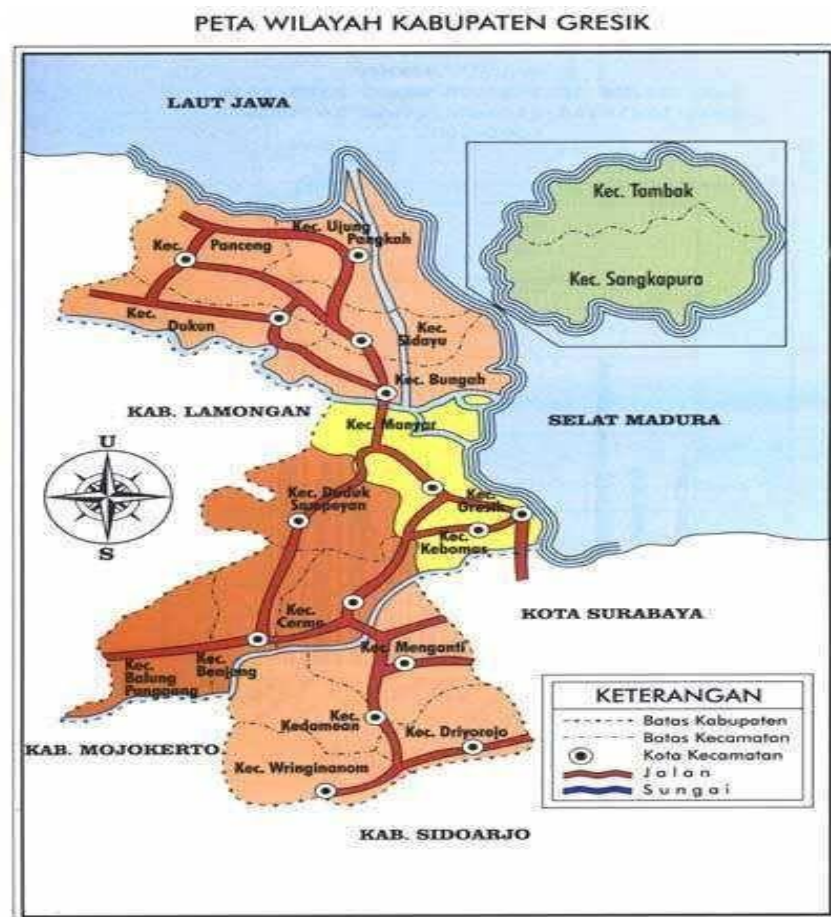
Letak alat harus berurutan sesuai dengan urutan kerja atau proses dan fungsinya. Selain itu juga sifat dan kondisi operasi alat.

Tata letak pabrik harus diatur sedemikian rupa sehingga didapatkan :

- a) Konstruksi yang ekonomis.
- b) Pemeliharaan yang efisien sehingga menghemat biaya.
- c) Operasional yang baik.
- d) Dapat menimbulkan kegairahan kerja dan menjamin keselamatan kerja yang tinggi.

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

- a) Tiap – tiap alat diberikan ruang yang cukup luas agar memudahkan pemeliharaan
- b) Setiap alat disusun berurutan menurut fungsinya masing – masing sehingga tidak menyulitkan aliran proses.
- c) Keselamatan kerja untuk daerah yang mudah menimbulkan kebakaran ditempatkan alat pencegah kebakaran.
- d) Alat kontrol ditempatkan pada posisi yang mudah diawasi oleh operator.
- e) Tersedianya tanah dan lokasi untuk perluasan pabrik di masa mendatang.



**Gambar 4. 1 Peta Wilayah Kabupaten Gresik**



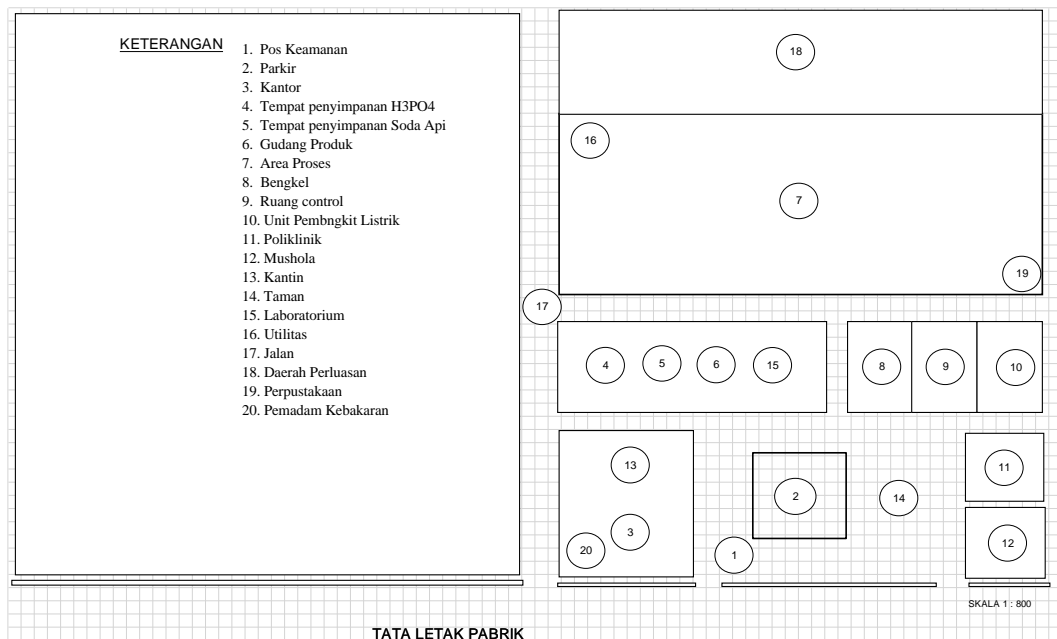
Pabrik Penta Sodium Triphosphate

**Gambar 4. 2 Lokasi Pabrik**

Rincian luas area pabrik Penta Sodium Triphosphate sebagai bangunan pabrik ditunjukkan pada Tabel 4.1 sebagai berikut:

**Tabel 4. 1 Rincian Area Bangunan Pabrik Penta Sodium Triphosphate 30.000 ton/tahun**

NO	RUANG / TEMPAT	UKURAN ( m )	LUAS ( m <sup>2</sup> )
1	Pos keamanan	5 x 10	50
2	Parkir	4 x 30	120
3	Kantor	20 x 50	1000
4	Tempat penyimpanan H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	6.9 x 6.9 x 3.14	150
5	Tempat penyimpanan Soda Api	15 x 20	300
6	Gudang produk	22 x 25	550
7	Bengkel	6 x 10	60
8	Ruang proses	60 x 60	3600
9	Laboratorium	20 x 20	400
10	Ruang control	10 x 10	100
11	Unit Pembangkit Listrik	10 x 50	500
12	Utilitas	15 x 15	225
13	Poliklinik	10 x 10	100
14	Musholla	10 x 15	150
15	Kantin	10 x 20	200
16	Taman	20 x 40	800
17	Jalan	25 x 250	6250
18	Daerah perluasan	25 x 100	2500
19	Perpustakaan	10 x 50	500
20	Pemadam Kebakaran	10 x 20	200
<b>TOTAL</b>			<b>17755</b>



(Skala 1:800)

**Gambar 4. 3 Denah Pabrik Penta Sodium Triphosphate dengan kapasitas 30.000 ton/tahun**

### 4.3 Tata Letak Mesin/Alat Proses (*Machines Layout*)

Tata letak mesin/alat proses merupakan suatu pengaturan dari komponen-komponen fasilitas pabrik. Dalam perancangan tata letak peralatan proses pada pabrik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

#### 4.3.1 Aliran Bahan Baku dan Produk

Jalur aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta dapat menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

#### **4.3.2 Aliran Udara**

Arah hembusan angin serta kelancaran aliran udara di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara atau keadaan berhenti pada suatu tempat berupa akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan karyawan.

#### **4.3.3 Pencahayaan**

Pencahayaan atau penerangan pada seluruh area pabrik harus memadai. Serta perlunya tambahan penerangan pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi.

#### **4.3.4 Lalu Lintas Kendaraan dan Manusia**

Dalam perancangan *lay out* peralatan perlu diperhatikan supaya karyawan dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat, mudah dan aman. Sehingga, apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki.

#### **4.3.5 Pertimbangan Ekonomi**

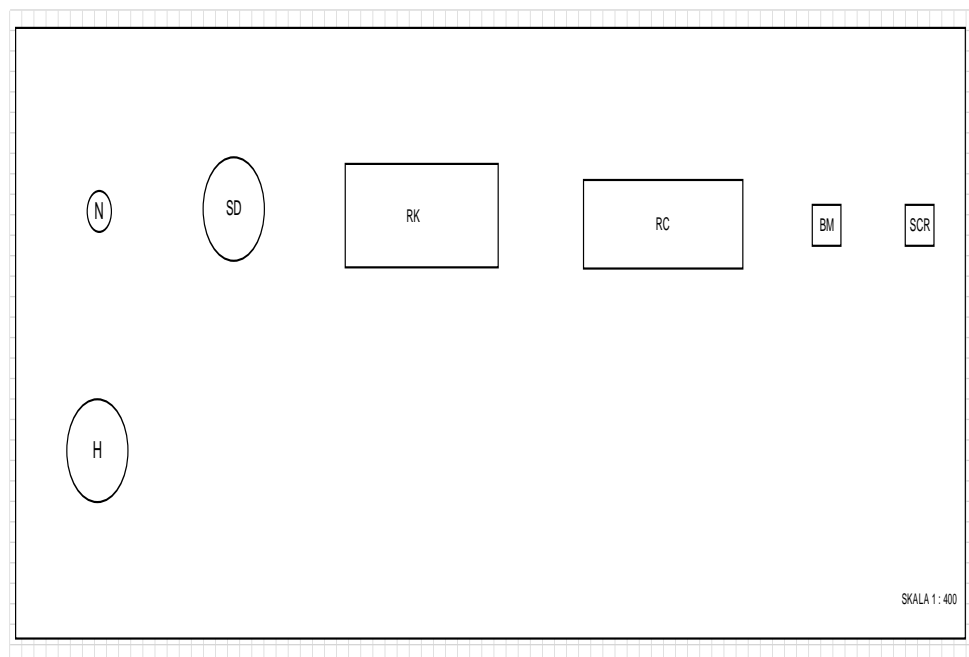
Penempatan alat-alat proses pada pabrik diusahakan dapat meminimalisir biaya operasi dan tetap menjamin kelancaran serta keamanan produk pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

#### **4.3.6 Jarak Antar Alat Proses**

Untuk alat proses yang mempunyai tekanan operasi dan suhu yang tinggi, sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, untuk menghindari

jika terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut sehingga tidak membahayakan alat-alat proses lainnya.

Pada Gambar 4.4 di bawah ini menunjukan Tata Letak Alat Proses pada Pabrik Penta Sodium Triphosphate dengan kapasitas 30.000 ton/tahun.



(Skala 1:400)

**Gambar 4. 4 Tata Letak Alat Proses Pabrik Giserol**

Keterangan:

H	: Heater	RK	: Rotary Kiln
N	: Netralizer	RC	: Rotary Cooler
SD	: Spry Dryer	BM	: Ball Mill
SCR	: Screening		



#### 4.4 Alir Proses dan Material

Berdasarkan hasil perhitungan Neraca Massa dan Neraca Panas dalam Perancangan Pabrik Penta Sodium Triposphate Kapasitas 30.000 ton/tahun terdapat pada Tabel 4.2 sampai dengan Tabel 4.5 sebagai berikut:

##### 4.4.1 Neraca Massa

##### 4.4.1.1 Neraca Massa Per Alat

**Tabel 4. 2 Neraca Massa Netralizer**

Komponen	BM	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	98	3022,0364	0,3022
NaOH	40	2059,9187	0,2060
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	120		1221,0273
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	142		2933,5489
H <sub>2</sub> O	18	554,1078	1480,9785
		5636,0630	5636,0630

**Tabel 4. 3 Neraca Massa Spry Dryer**

Komponen	BM	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	98	0,3022	0,3022
NaOH	40	0,2060	0,2060
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	120	1221,0273	1221,0273
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	142	2933,5489	2933,5489
H <sub>2</sub> O	18	1480,9785	14,8098
		5636,0630	4169,8942

Komponen	BM		Menguap (Kg/jam)
H <sub>2</sub> O	18		1466,1688

**Tabel 4. 4 Neraca Massa Rotary Kiln**

Komponen	BM	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	98	0,3022	0,3022
NaOH	40	0,2060	0,2060
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	120	1221,0273	12,2103
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	142	2933,5489	0,7268
Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	368	0	3707,0389
Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	266	0	67,3946
H <sub>2</sub> O	18	14,8098	382,0154
		4169,8942	4169,8942

Karena H<sub>2</sub>O di dalam rotary kiln menguap keluar sebesar =382,0154 Kg/jam maka komposisi padatan produk akhir sebesar =3787,8788 Kg/jam.

Kapasitas pabrik 30.000 Ton/Tahun

#### 4.4.2 Neraca Panas

**Tabel 4. 5 Tabel Keseluruhan**

<b>Komponen</b>	<b>A</b>
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	34.670
NaOH	14.230
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	42.684
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	44.446
H <sub>2</sub> O	17.998
Udara	8.075
Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	101.230
Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	73.719

**Tabel 4. 6 Neraca Panas Netralizer**

<i>Komponen</i>	<i>Masuk</i>	<i>Keluar</i>
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	37419.2870	3.742
NaOH	3664.0804	2.565
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>		15201.179
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>		32137.029
H <sub>2</sub> O	18767.4700	51828.489
Panas Reaksi	2426250.25	
Panas dibawa pendingin		2386928.083
	2486101.087	2486101.087

**Tabel 4. 7 Neraca Panas Spry Dryer**

<i>Komponen</i>	<i>Masuk</i>	<i>Keluar</i>
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	3.7419	7.110
NaOH	2.5649	4.873
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	15201.1794	28882.241
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	32137.0286	61060.354
H <sub>2</sub> O	113311.4892	62771.716
Udara	899515.6548	115958.615
Panas Penguapan		791486.750
	1060171.659	1060171.659

**Tabel 4. 8 Neraca Panas Rotary Kiln**

<i>Komponen</i>	<i>Masuk</i>	<i>Keluar</i>
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	7.1097	56.129
NaOH	4.8732	38.473
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	28882.2409	2280.177
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	61060.3543	119.435
H <sub>2</sub> O	984.7556	200535.818
Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	0.0000	42706.297
Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0.0000	13465.175
Panas Reaksi		61600.100
Panas Penguapan		11460.462
Beban Panas reaktor	241322.732	
	332262.065	332262.065

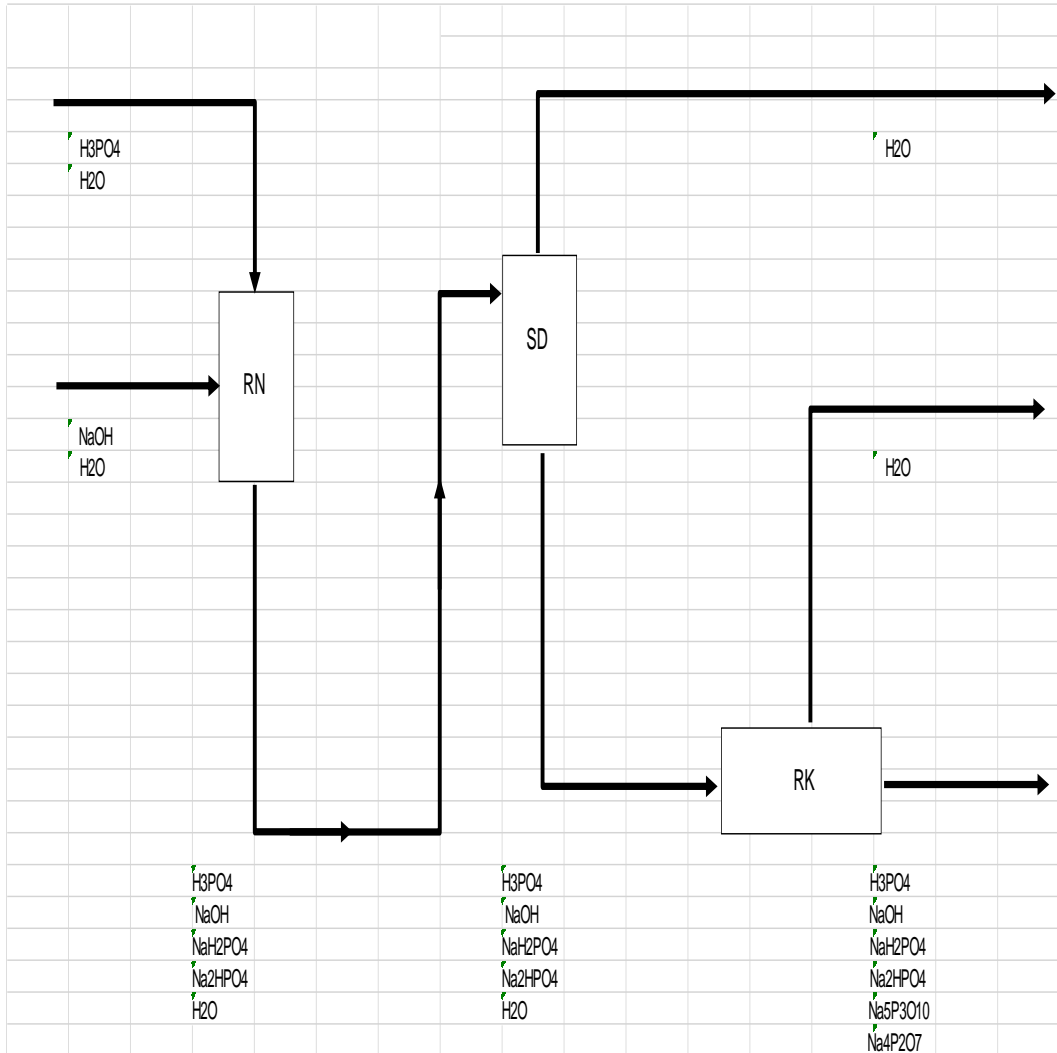
**Tabel 4. 9 Neraca Panas Rotary Cooler**

<i>Komponen</i>	<i>Masuk</i>	<i>Keluar</i>
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0.0000	0.000
NaOH	38.4728	2.565
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	2280.1769	152.012
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	119.4346	7.962
H <sub>2</sub> O	0.0000	0.000
Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	42706.2969	2847.086
Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	13465.1755	897.678
Panas dibawa pendingin		54702.253
	58609.557	58609.557

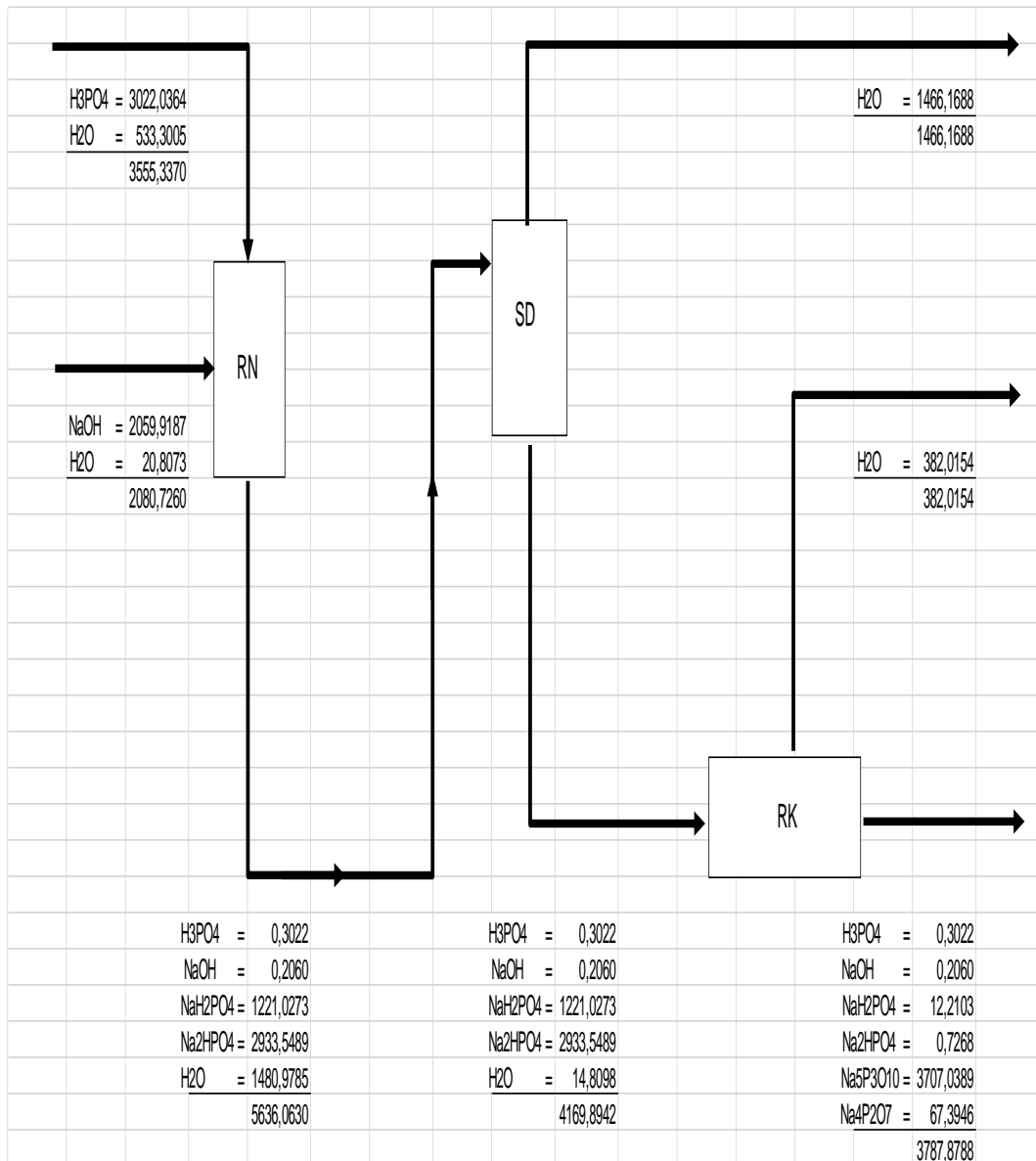
#### 4.4.3 Diagram Alir

Pada Gambar 4.4 dan 4.5 di bawah ini menunjukkan Diagram Alir Kualitatif dan Kuantitatif Pabrik Penta Sodium Triphosphate dengan kapasitas 30.000 ton/tahun.





**Gambar 4. 5 Diagram Alir Kualitatif**



**Gambar 4. 6 Diagram Alir Kuantitatif**

## **4.5 Unit Penunjang Proses (Utilitas)**

Unit utilitas merupakan bagian dari pabrik yang berfungsi untuk menyediakan bahan-bahan penunjang untuk mendukung kelancaran pada sistem produksi di pabrik serta menyediakan tenaga atau sumber penggerak peralatan yang ada dalam proses produksi pabrik.

### **A. Kebutuhan Air**

Air yang digunakan meliputi :

1. Air Pendingin
2. Steam
3. Air kebutuhan Kantor dan Rumah tangga serta kebutuhan lain.

Air diperoleh dari air sungai terdekat Kali Wangen dengan lokasi pabrik yang kemudian diolah dahulu sehingga memenuhi persyaratan. Secara sederhana pengolahan air ini meliputi :

- Pengendapan
- Penggumpalan
- Penyaringan
- Demineralisasi
- Deaerasi.

### **4.5.1 Unit Pengadaan dan Pengolahan Air**

#### **4.5.1.1 Unit Pengadaan Air**

Unit Pengadaan dan Pengolahan Air yang lebih dikenal dengan Raw Water Treatment Plant (RWTP) adalah proses pengolahan air baku menjadi air bersih karena air baku yang berasal dari alam bukanlah air jernih karena masih banyak mengandung kotoran (impurities) yang terdiri dari suspended solid (impurities tidak terlarut) yang diolah pada proses klarifikasi dan dissolved solid (impurities terlarut) yang diolah pada proses demineralisasi.

Air baku yang diambil untuk digunakan dalam perancangan Pabrik Penta Sodium Triphosphate ini berasal dari Sungai yang nantinya akan digunakan untuk keperluan di lingkungan pabrik, antara lain:

### 1. Air Pendingin

Air pendingin digunakan untuk mengatasi terjadinya *overheating* (panas yang berlebihan) pada mesin agar mesin dapat bekerja secara stabil. Syarat-syarat air yang digunakan sebagai media pendingin antara lain:

- a. Mudah dalam pengolahannya.
- b. Air dapat diperoleh dengan mudah dan jumlahnya yang besar.
- c. Air yang diperoleh harus bersih atau jernih, tidak terdapat partikel-partikel kasar dan halus seperti batu, kerikil, pasir, dan lumut.

### 2. Air Umpan *Boiler*

Air umpan boiler atau *Boiler Feed Water* nantinya akan dipanaskan hingga menjadi steam. Air yang digunakan harus bebas dari kandungan-kandungan mineral dan larutan-larutan asam karena akan menyebabkan korosi dan kerak. Pembentukan kerak disebabkan karena adanya kesadahan air dan suhu tinggi, biasanya berupa garam-garam karbonat dan silikat.

### 3. Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk kebutuhan kantor, air minum, laboratorium dan rumah tangga. Syarat air sanitasi meliputi:

- a. Tidak berwarna (jernih)
- b. Tidak berbau
- c. Tidak berasa
- d. Tidak beracun

#### 4. Air Proses

Air Proses digunakan untuk kebutuhan proses pada area proses pabrik. Syarat air proses meliputi:

- a. Tidak berwarna (jernih)
- b. Tidak berbau
- c. Tidak berasa
- d. Tidak mengandung zat organik maupun an-organik

##### **4.5.1.2 Unit Pengolahan Air**

Tahapan-tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut:

###### 1. *Clarifier*

Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diambil dari sumber air yang ada di sekitarnya, dengan diolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut dapat secara fisika dan kimia, penambahan desinfektan maupun dengan penggunaan *ion exchanger*. Proses yang terjadi di *clarifier* adalah flokulasi yang merupakan proses penyatuan flok dari partikel yang sulit membentuk flok sehingga dapat membentuk flok yang lebih berat yang tersedimentasi untuk kemudian di *blowdown*.

Mula-mula *raw water* diumpankan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil diinjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  (alum) dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (soda abu) yang berfungsi sebagai flokulan. Air baku ini dimasukkan melalui bagian tengah *clarifier*

dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir *clarifier* secara *overflow*, sedangkan flok yang terbentuk akan mengendap dan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan.

maka ukuran clarifier :

$$\text{Diameter (D)} = 6 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman (L)} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Cone (H)} = 2 \text{ m}$$

## 2. Demineralisasi

Untuk umpan ketel (*boiler*) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam-garam yang terlarut. Demineralisasi adalah sebuah proses untuk menghilangkan kotoran yang larut dalam air (*dissolved solid*) seperti ion-ion mineral atau garam-garam.

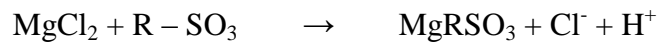
Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut:

### a. *Cation Exchanger*

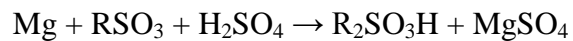
Pada kation dikenal dengan sebutan resin asam karena terjadi proses pertukaran antara ion-ion positif seperti Calcium (Ca), Magnesium (Mg), dan Natrium (Na) dengan ion Hidrogen ( $H^+$ ). Air yang akan keluar dari *cation exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion  $H^+$ .

Reaksi:



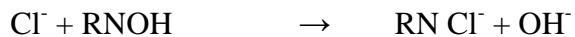


Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasi kembali dengan asam sulfat. Reaksi:

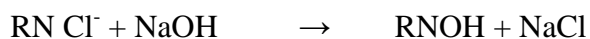


#### b. *Anion Exchanger*

Pada anion dikenal dengan sebutan resin basa karena terjadi pengikatan ion-ion negatif (anion) seperti  $\text{CO}_3^{2-}$ , Cl dan  $\text{SO}_4^{2-}$  dengan ion Hidroksida ( $\text{OH}^-$ ). Reaksi:



Dalam jangka waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasi kembali dengan natrium hidroksida. Reaksi:



### 3. Deaerasi

Deaerasi adalah proses untuk menghilangkan kandungan gas-gas yang terlarut dalam air seperti oksigen ( $\text{O}_2$ ), karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan Hidrogen Sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan ke dalam deaerator dan diinjeksikan dengan Hidrazin ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada *tube boiler*. Air yang keluar

dari deaerator dialirkan dengan pompa sebagai air umpan *boiler (boiler feed water)*.

#### 4. *Cooling Tower*

*Cooling tower* digunakan untuk mengolah air panas menjadi air dingin dengan menggunakan media pendingin berupa udara. Alat ini menggunakan proses penguapan air atau kontak secara langsung dan terus menerus antara udara dan air untuk proses pendinginan. Pada proses penguapan, jumlah air yang mengalami evaporasi di *Cooling Tower* akan sama dengan *flow air make-up* yang masuk sehingga kesetimbangan perpindahan panas antara udara dengan air akan tetap stabil. Pada *Cooling Tower* juga diinjeksi dengan klorin untuk membunuh ganggang dan lumut yang ada dalam air. pH *Cooling Tower* berkisar antara 7,5–8,5. Apabila terjadi penurunan pH maka injeksi dengan kaustik, apabila terjadi kenaikan pH diinjeksi dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Injeksi *phospat* diperlukan untuk mencegah timbulnya kerak. Sedangkan injeksi *dispersant* agar tidak terjadi penggumpalan dan pengendapan kotoran yang terdapat pada air pendingin dan mencegah terjadinya *fouling* pada pipa.

##### 4.5.1.3 Kebutuhan Air

Kebutuhan Air :

1. Air pendingin.

$$\text{RN - 01} = 119346.3984 \text{ Kg/j}$$

$$\text{Jumlah} = 119346.3984 \text{ kg/j}$$

2. Steam.

$$\text{HE - 01} = 986.4409 \text{ Kg/j}$$

$$\text{Jumlah} = 986.4409 \text{ kg/j}$$



3. Air rumah tangga dan kantor.

Dianggap 1 orang membutuhkan 5 kg/j air

Jumlah karyawan = ± 346 orang

kebutuhan air untuk karyawan

$$= 1730.00 \text{ kg/j}$$

Dianggap 1 orang membutuhkan 10 kg/j air

Jumlah keluarga = ± 150 orang

kebutuhan air untuk keluarga

$$= 1500.00 \text{ kg/j}$$

Kebutuhan lain - lain :

- Air Hydrant = 179 kg/j ( 5 % air untuk karyawan + keluarga )

- Air Taman = 179 kg/j ( 5 % air untuk karyawan + keluarga )

Total kebutuhan air rumah tangga dan kantor :

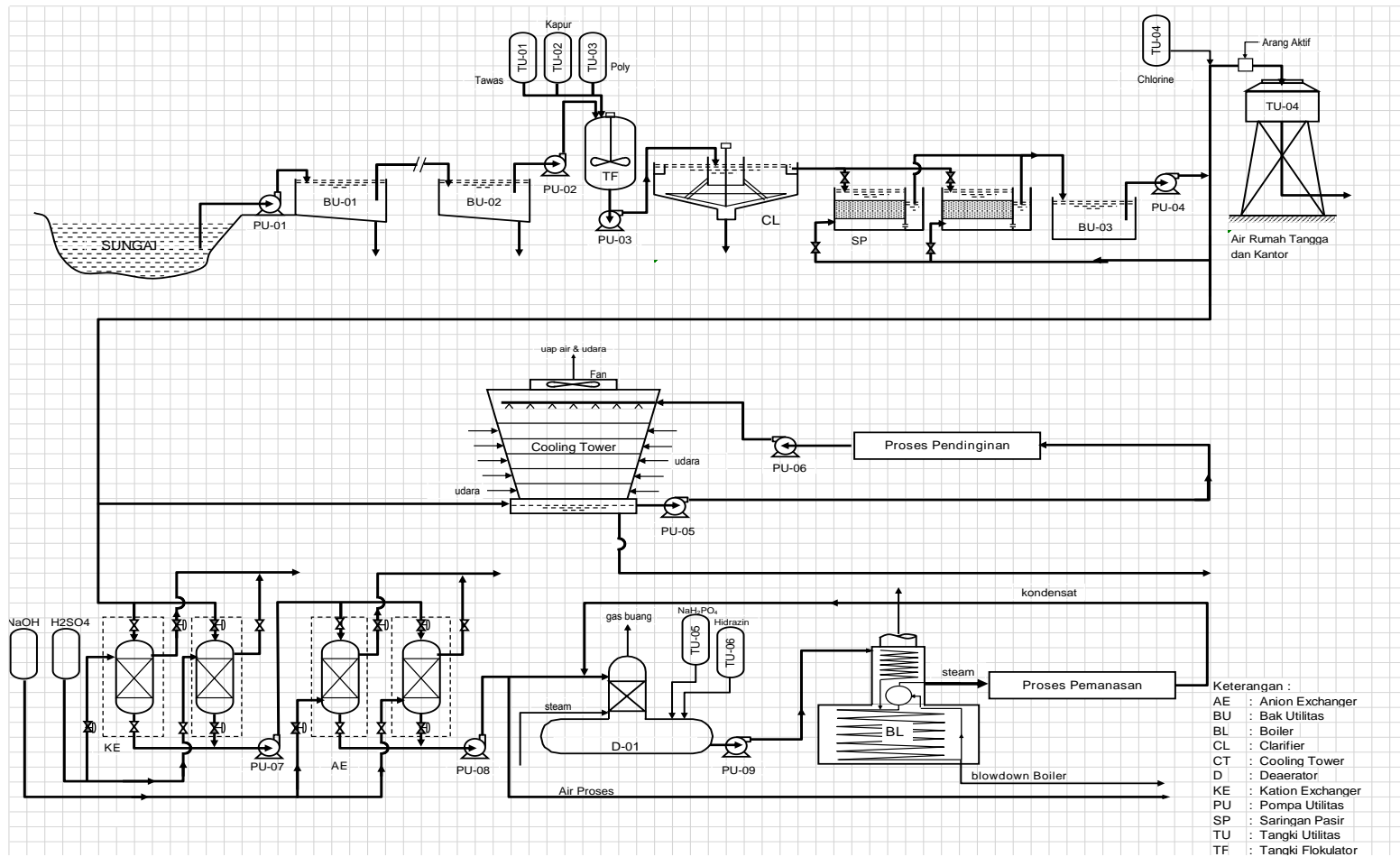
$$= 3933.60 \text{ Kg/j}$$

Kebutuhan air Total keseluruhan

$$= 119346.40 \text{ kg/j} + 986.44 \text{ kg/j} + 0.00 \text{ kg/j} + 3933.60 \text{ kg/j}$$

$$= 124266.44 \text{ kg/j}$$

Pada Gambar 4.5 di bawah ini menunjukkan Diagram Utilitas pada Pabrik Penta Sodium Tripohosphate dengan Kapasitas 30.000 ton/tahun.



Gambar 4. 7 Diagram Alir Air Utilitas

## 4.5.2 Unit Pembangkit dan Distribusi Listrik

### 4.5.2.1 Sumber Listrik

Kebutuhan listrik pada pra-rancangan Pabrik Penta Sodium Triphosphate berasal dari dua sumber yaitu PLN dan Generator. Generator digunakan sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gangguan. Prinsip kerja dari generator diesel ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang mampu menghasilkan tenaga listrik. Listrik ini didistribusikan ke unit yang akan digunakan. Pada operasi sehari-hari digunakan tenaga listrik untuk penerangan dan diesel untuk penggerak alat proses. Tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari diesel.

Kebutuhan listrik pada pabrik ditunjukkan sebagai berikut:

Pompa (P - 01)	=	15.00 Hp
Pompa (P - 02)	=	0.75 Hp
Pompa (P - 03)	=	2.00 Hp
Screw Con.(SC - 01)	=	0.50 Hp
Screw Con.(SC - 02)	=	0.50 Hp
Screw Con.(SC - 03)	=	3.00 Hp
Screw Con.(SC - 04)	=	0.50 Hp
Screw Con.(SC - 05)	=	0.50 Hp
Bucket Elev.(BE - 01)	=	2.00 Hp
Bucket Elev.(BE - 02)	=	2.00 Hp
Bucket Elev.(BE - 03)	=	2.00 Hp
Netralizer (N - 01)	=	1.00 Hp

Rotary Kiln (RK - 01)	=	30.00 Hp
Rotary Cooler(RC - 01)	=	50.00 Hp
Ball Mill (BM - 01)	=	250.00 Hp
Vibr.Screen (VS - 01)	=	5.00 Hp
BLower (BL - 01)	=	50.00 Hp
Pompa (PU - 01)	=	1.50 Hp
Pompa (PU - 02)	=	5.00 Hp
Pompa (PU - 03)	=	0.75 Hp
Pompa (PU - 04)	=	0.75 Hp
Pompa (PU - 05)	=	30.00 Hp
Pompa (PU - 06)	=	30.00 Hp
Pompa (PU - 07)	=	0.50 Hp
Pompa (PU - 08)	=	0.50 Hp
Pompa (PU - 09)	=	0.50 Hp
Blower CT (B - 01)	=	5.00 Hp

---

Total = 489.25 Hp

Kebutuhan listrik utilitas dan keperluan lain = 100 hp

$$\begin{aligned}
 \text{Total kebutuhan listrik} &= 489.25 + 100.0 \text{ Hp} \\
 &= 589.25 \text{ Hp} \\
 &= 589.25 \text{ Hp} \times 0.7457 \text{ Kwatt/Hp} \\
 &= 439.40 \text{ Kwatt}
 \end{aligned}$$

Listrik sebesar ini dipenuhi dari PLN sebesar 450 Kwatt apabila terjadi pemadaman digunakan generator cadangan berkekuatan 600 Hp dengan bahan bakar diesel oil. Digunakan 1 buah generator.

Kebutuhan bahan bakar minyak diesel oil dihitung sbb.:

Dianggap listrik padam 1x dalam satu bulan selama 3 jam

Effisiensi motor diesel = 80 %

Effisiensi bahan bakar = 70 %

Tenaga yang harus disediakan diesel :

$$= 600 \text{ Hp} / 0.8$$

$$= 750.000 \text{ Hp}$$

Tenaga yang harus disediakan bahan bakar :

$$= ( 750.00 \text{ Hp} / 0.7) \times (0.7457 \text{ Kwatt/ Hp}) \times ( 0.9478 \text{ Btu/dt} / \text{ kVA})$$

$$= 757.258 \text{ Btu/dt}$$

Spesifikasi Minyak Diesel Oil:

$$\text{Heating Value} = 144.000 \text{ Btu/gal}$$

$$^{\circ} \text{ API} = 22 - 28 ^{\circ} \text{ API}$$

$$\text{Densitas} = 0.9 \text{ kg} / \text{ lt}$$

$$\mu = 1.2 \text{ cp}$$

Kebutuhan Minyak Diesel :

$$757.26 \text{ Btu/dt} : 144000 \text{ Btu/gal} = 0.005259 \text{ gal/dt}$$

Kebutuhan Minyak diesel selama 1 tahun untuk generator

$$= 0.005259 \text{ gal/dt} \times 3600 \text{ dt/j} \times 3 \text{ j} \times 12 \text{ bulan}$$

$$= 681.53 \text{ gallon/th}$$

### 4.5.3 Spesifikasi Alat-Alat Utilitas

#### 1. Pompa

Kode	: PU-01
Fungsi	: Mengalirkan air dari sungai menuju Bak Pengendap awal (BU - 01)
Jenis	: Bak persegi
Spesifikasi Pompa	: Kapasitas Pompa = 36.160 gpm Head Pompa : <ul style="list-style-type: none"><li>- Friction Head = 5.58 m</li><li>- Pressure Head = 0.00 m</li><li>- Velocity Head = 0.00 m</li><li>- Static Head = 20.00 m</li></ul> Putaran pompa: <ul style="list-style-type: none"><li>- Kecepatan Putar = 1250 rpm</li><li>- Kecepatan Spesifik = 271.11</li></ul> Horse Power : <ul style="list-style-type: none"><li>- Brake Horse Power = 1.18 Hp</li><li>- Effisiensi motor = 0.80</li><li>- Motor Standard = 1.50 Hp</li></ul>
Jumlah	: 2
Harga	: \$ 1.836

## 2. Bak Penggumpal

Kode	: BU-01
Fungsi	: Mengendapkan kotoran kasar dalam air. Pengendapan terjadi karena gravitasi
Jenis	: Silinder tegak
Volume	: 197,106 m <sup>3</sup>
Dimensi	: Panjang = 13 m Lebar = 6 m Tinggi = 3 m
Jumlah	: 1
Harga	: Rp 38.400.000

## 3. Pompa

Kode	: PU-02
Fungsi	: Mengalirkan air dari Bak Penampung awal (BU - 02) menuju Tangki Flokulasi (TF-01)

Spesifikasi Pompa : Kapasitas Pompa = 36.160 gpm

Head Pompa :

- Friction Head = 51.31 m

- Pressure Head = 0.00 m

- Velocity Head = 0.00 m

- Static Head = 10.00 m

Putaran pompa:

- Kecepatan Putar = 1750 rpm

- Kecepatan Spesifik = 197.03

Horse Power :

- Brake Horse Power = 2.83 Hp

- Effisiensi motor = 0.80

- Motor Standard = 5.00 Hp

Jumlah : 2

Harga : \$ 1.836

#### **4. Bak Penampungan Awal**

Kode : BU-02

Fungsi : Menampung air yang berasal dari Bak Pengendap awal (BU-01) sekaligus mengendapkan kotoran lembut secara gravitasi



Jenis : Persegi Panjang

Volume : 197,106 m<sup>3</sup>

Dimensi : Panjang = 13 m  
Lebar = 6 m  
Tinggi = 3 m

Jumlah : 1

Harga : Rp 38.400.000

### 5. Pompa

Kode : PU-03

Fungsi :Mengalirkan air dari Tangki Flokulator (TF-01) menuju Clarifier (CL - 01) dengan kecepatan = 8212.740 Kg/j

Spesifikasi Pompa : Kapasitas Pompa = 36.160 gpm

Head Pompa :

- Friction Head = 3.04 m
- Pressure Head = 0.00 m
- Velocity Head = 0.00 m
- Static Head = 10.00 m

Putaran pompa:

- Kecepatan Putar = 1750 rpm

- Kecepatan Spesifik = 629.21

Horse Power :

- Brake Horse Power = 0.60 Hp

- Efisiensi motor = 0.80

- Motor Standard = 0.75 Hp

Jumlah : 2

Harga : \$ 1.836

## 6. Tangki Flokulator

Kode : TF-01

Fungsi : Melarutkan dan membuat campuran yang akan di umpankan kedalam clarifier (CL-01)

Jenis : Silinder Vertikal

Volume : 2,459 m<sup>3</sup>

Dimensi : Diameter = 1,2 m

Tinggi = 2,3 m

Jumlah : 1

Harga : \$ 75.170

### **7. Clarifier**

Kode	: CLU-01
Fungsi	:Mengendapkan gumpalan-gumpalan yang terbentuk di bak flokulator (bak penggumpal)
Volume	: 98,553 m <sup>3</sup>
Dimensi	: Diameter = 6 m Tinggi = 3 m Tinggi Kerucut = 2 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 135.981

### **8. Tangki Tawas**

Kode	: CL-01
Fungsi	:Mengendapkan gumpalan-gumpalan yang terbentuk di bak flokulator (bak penggumpal)
Volume	: 98,553 m <sup>3</sup>
Dimensi	: Diameter = 6 m Tinggi = 3 m

Tinggi Kerucut = 2 m

Jumlah : 1

Harga : \$

### **9. Tangki Air Kapur**

Kode : TU-02

Fungsi : Melarutkan dan membuat larutan Kapur 5% yang akan diumpankan kedalam Clarifier (CL - 01)

Jenis : Tangki Silinder Vertikal

Volume : 16,595 m<sup>3</sup>

Dimensi : Diameter : 2,9 m

Tinggi : 2,9 m

Jumlah : 1

Harga : \$ 11.558

### **10. Tangki Poly Elektrolit**

Kode : TU-03

Fungsi : Melarutkan dan membuat larutan Poly elektrolit 5 % sebagai umpan Clarifier (CL - 01)

Jenis : Tangki Silinder Vertikal

Volume : 0.168 m<sup>3</sup>  
Dimensi : Diameter : 0,6 m  
Tinggi : 0,6 m  
Jumlah : 1  
Harga : \$ 2.584

### **11. Saringan Pasir**

Kode : SPU-01  
Fungsi : Menyaring kotoran - kotoran yang telah menggumpal yang ada dalam air  
Dimensi : Luas Saringan Pasir : 12,055 ft<sup>2</sup>  
Jumlah : 1  
Harga : \$67.991

### **12. Bak Penampun Air Bersih**

Kode : BU-03  
Fungsi : Menampung air bersih berasal dari Saringan pasir (SPU -01) dengan waktu tinggal = 12 jam  
Jenis : Kolam Persegi Panjang  
Volume : 98,553 m<sup>3</sup>  
Dimensi : Panjang : 9 m  
Lebar : 4 m  
Tinggi : 3 m

Jumlah : 1  
Harga : Rp 22.800.000

### 13. Pompa

Kode : PU-04  
Fungsi : Mengalirkan air dari Bak Penampung Air bersih ( BU - 03 ) menuju Proses Demineralisasi dan kebutuhan Kantor dan Rumah Tangga dan air pendingin

Spesifikasi Pompa : Kapasitas Pompa = 35.278 gpm

Head Pompa :

- Friction Head = 2.89 m
- Pressure Head = 0.00 m
- Velocity Head = 0.00 m
- Static Head = 10.00 m

Putaran pompa:

- Kecepatan Putar = 1750 rpm
- Kecepatan Spesifik = 626.77

Horse Power :

- Brake Horse Power = 0.58 Hp
- Effisiensi motor = 0.80
- Motor Standard = 0.75 Hp

Jumlah : 2

Harga : \$ 1.768

#### 14. Tangki Air Rumah Tangga dan Kantor

Kode	: TU-04
Fungsi	: Menampung air kebutuhan rumah tangga dan kantor dari bak air bersih (BU - 03)
Jenis	: Tangki Silinder Vertikal
Volume	: 94,218 m <sup>3</sup>
Dimensi	: Diameter : 5,2 m Tinggi : 5,2 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 33.995

#### 15. Pompa

Kode	: PU-05
Fungsi	: Mengalirkan air dari Bak Cooling tower (CT) menuju system pendinginan proses
Spesifikasi Pompa	: Kapasitas Pompa = 262.733 gpm

Head Pompa :

- Friction Head = 11.24 m
- Pressure Head = 0.00 m
- Velocity Head = 0.00 m
- Static Head = 14.00 m

Putaran pompa:

- Kecepatan Putar = 1500 rpm
- Kecepatan Spesifik = 885.76

Horse Power :

- Brake Horse Power = 8.45 Hp

- Effisiensi motor = 0.80

- Motor Standard = 15.00 Hp

Jumlah = 2 pompa

Harga = \$ 1.360

## 16. Pompa

Kode : PU-06

Fungsi : Mengalirkan air dari alat proses menuju Cooling Tower (CT)

Spesifikasi Pompa : Kapasitas Pompa = 262.733 gpm

Head Pompa :

- Friction Head = 11.24 m

- Pressure Head = 0.00 m

- Velocity Head = 0.00 m

- Static Head = 14.00 m

Putaran pompa:

- Kecepatan Putar = 1500 rpm

- Kecepatan Spesifik = 885.76

Horse Power :

- Brake Horse Power = 8.45 Hp

- Effisiensi motor = 0.80



- Motor Standard = 15.00 Hp

Jumlah = 2

Harga = \$ 3.468

### 17. Kation Exchanger

Kode : KE-01

Fungsi : Silinder tegak yang berisi tumpukan butir - butir resin penukar ion

Jenis : Resin C-300

Dimensi : Diameter : 0,131 m

Tinggi : 2,134 m

Jumlah : 1

Harga : \$ 33.995

### 18. Pompa

Kode : PU-07

Fungsi : Mengalirkan air dari Kation Exchanger (KE - 01) menuju Anion Exchanger(AE - 01)

Spesifikasi Pompa : Kapasitas Pompa = 0.434 gpm

Head Pompa :

- Friction Head = 0.05 m

- Pressure Head = 0.00 m

- Velocity Head = 0.00 m

- Static Head = 5.00 m

Putaran pompa:

- Kecepatan Putar = 1750 rpm

- Kecepatan Spesifik = 140.53

Horse Power :

- Brake Horse Power = 0.00 Hp

- Effisiensi motor = 0.80

- Motor Standard = 0.50 Hp

Jumlah : 2

Harga : \$ 3.400

### **19. Anion Exchanger**

Kode : AE-01

Fungsi : Mengikat ion - ion negatif yang ada dalam air lunak

Jenis : Resin C-500

Dimensi : Diameter = 0,131 m

Tinggi = 2,134 m

Jumlah : 1

Harga : \$ 33.995

### **20. Pompa**

Kode : PU-08

Fungsi : Mengalirkan air dari Anion Exchanger (KE- 01) menuju Deaerator (D - 01)

Spesifikasi Pompa : Kapasitas Pompa = 0.434 gpm

Head Pompa :

- Friction Head = 0.05 m
- Pressure Head = 0.00 m
- Velocity Head = 0.00 m
- Static Head = 5.00 m

Putaran pompa:

- Kecepatan Putar = 1750 rpm
- Kecepatan Spesifik = 140.53

Horse Power :

- Brake Horse Power = 0.00 Hp
- Efisiensi motor = 0.80
- Motor Standard = 0.50 Hp

Jumlah : 2

Harga : \$ 3.400

## 21. Daerator

Kode : D-01

Fungsi : Melepaskan gas-gas yang terlarut dalam air seperti O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> dan lain - lain

Jenis : Silinder tegak yang berisi bahan isian, dimana air disemprotkan dari atas dan udara

panas dialirkan dari bawah secara *Counter current*

Volume : 8,722 ft<sup>3</sup>  
Dimensi : Diameter = 0,278 m  
Tinggi = 4,083 m  
Jumlah : 1  
Harga : \$ 2.720

## 22. Pompa

Kode : PU-09  
Fungsi : Mengalirkan air dari Deaerator (D - 01) menuju Boiler (BLU - 06)

Spesifikasi Pompa : Kapasitas Pompa = 4.343 gpm

Head Pompa :

- Friction Head = 4.56 m  
- Pressure Head = 0.00 m  
- Velocity Head = 0.00 m  
- Static Head = 10.00 m

Putaran pompa:

- Kecepatan Putar = 1750 rpm  
- Kecepatan Spesifik = 200.74

Horse Power :

- Brake Horse Power = 0.08 Hp  
- Effisiensi motor = 0.80

- Motor Standard = 0.50 Hp

Jumlah : 2

Harga : \$ 1.972

### **23. Tangki Air umpan Boiler (Hidrazin)**

Kode : TU-07

Fungsi : Menampung air Umpan Boiler sebagai air pembuat steam didalam Boiler

Jenis : Tangki Silinder Vertikal

Volume : 11,814 m<sup>3</sup>

Dimensi : Diameter = 2,6 m

Tinggi = 2,6 m

Jumlah : 1

Harga : \$ 13.598

### **24. Boiler**

Kode : BLU-01

Fungsi : Membangkitkan steam jenuh

Jenis : Water Tube Boiler

Kebutuhan Bahan Bakar : 412083,75 Kg/Tahun

Kebutuhan Udara : 905 Kg/j

Jumlah : 1

Harga : \$ 74.790

### **25. Tangki Bahan Bakar**

Kode	: TU-08
Fungsi	: Menyimpan bahan bakar untuk persediaan 1/2 bulan sebagai bahan bakar Boiler
Jenis	: Tangki Silinder Vertikal
Volume	: 19,717 m <sup>3</sup>
Dimensi	: Diameter = 3,1 m Tinggi = 3,1 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 20.397

## **26. Cooling Tower**

Kode	: CT-01
Fungsi	: Mendinginkan kembali air pendingin yang telah dipergunakan untuk disirkulasi kembali
Jenis	: Deck Tower
Kapasitas	: 2,429 gpm/ft <sup>2</sup>
Luas Area	: 216,392 ft <sup>2</sup>
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 129.182

## **4.6 Organisasi Perusahaan**

### **4.6.1 Bentuk Organisasi Perusahaan**

Pabrik merupakan perusahaan swasta berskala nasional yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Alasan dipilihnya bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT) adalah didasarkan atas beberapa faktor sebagai berikut:

1. Mudah mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggungjawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi staf yang diawasi oleh Dewan Komisaris.
4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.
5. Lapangan usaha lebih luas. Suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.

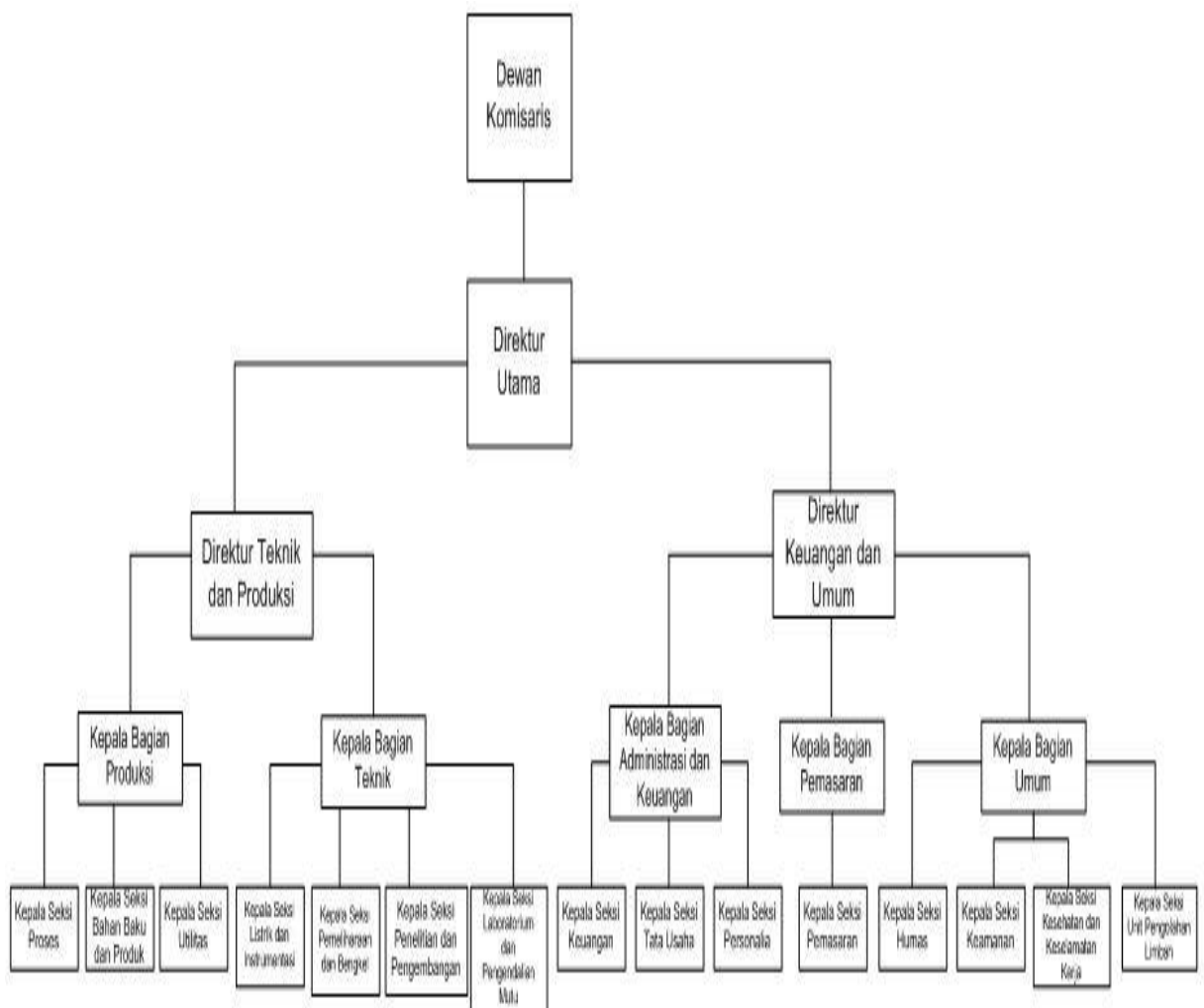
#### **4.6.2 Struktur Organisasi Perusahaan**

Struktur organisasi merupakan salah satu unsur yang sangat diperlukan dalam suatu perusahaan untuk menjalankan segala aktivitas di dalamnya agar efisien dan efektif. Struktur organisasi yang digunakan adalah sistem organisasi garis dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan sederhana dan praktis. Demikian pula dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris. Sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum. Direktur Teknik dan Produksi membawahi bidang produksi, pengendalian, utilitas dan pemeliharaan. Sedangkan Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum membawahi bidang pembelian dan pemasaran, administrasi, keuangan dan umum, serta penelitian dan pengembangan. Direktur ini membawahi beberapa kepala bagian. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi yang dikepalai oleh kepala seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi.



Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dalam bidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan saran kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan utama perusahaan.



**Gambar 4. 8 Struktur Organisasi**

### 4.6.3 Tugas dan Wewenang

#### 4.6.3.1 Pemegang Saham

Pemegang saham (pemilik perusahaan) adalah beberapa orang

yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang:

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komirsaris.
2. Mengangkat dan memberhentikan Direktur.
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

#### **4.6.3.2 Dewan Komisaris**

Dewan komisaris merupakan pelaksana dari para pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi:

1. Mengawasi tugas-tugas direktur utama.
2. Membantu direktur utama dalam hal-hal penting.
3. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya pemasaran.

#### **4.6.3.3 Dewan Direksi**

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap keberhasilan perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang diambil sebagai pimpinan perusahaan.

Direktur Utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum.

1. Direktur Teknik dan Produksi

Tugas Direktur Teknik dan Produksi adalah memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi, teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium.

2. Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum

Tugas Direktur Keuangan dan Umum adalah bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, keuangan dan umum, pembelian dan pemasaran, penelitian dan pengembangan.

#### **4.6.3.4 Kepala Bagian**

**1. Kepala Bagian Produksi**

Kepala Bagian Produksi membawahi:

- a. Seksi Proses. Pada seksi ini bertugas untuk mengawasi jalannya proses produksi dan pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan.
- b. Seksi Pengendalian. Pada seksi ini bertugas untuk menangani

hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

## **2. Kepala Bagian Teknik**

Kepala Bagian Teknik membawahi Seksi Pemeliharaan, Utilitas, Listrik dan Instrumentasi, serta Laboratorium dan Pengendalian Mutu. Tugas seksi ini antara lain:

- a. Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.
- b. Memelihara fasilitas gedung dan peralatan pabrik.
- c. Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas agar memenuhi kebutuhan proses, air, steam, dan tenaga listrik.
- d. Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku, bahan penunjang dan produk.
- e. Mengawasi kualitas limbah pabrik.

## **3. Kepala Bagian Pemasaran**

Tugas seksi ini antara lain:

- a. Mengetahui harga pemasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.
- b. Merencanakan strategi penjualan hasil produksi.
- c. Mengatur distribusi barang dari gedung.

#### **4. Kepala Bagian Keuangan, Administrasi, dan Umum**

Kepala Bagian Keuangan, Administrasi, dan Umum membawahi:

##### **a. Seksi Administrasi dan Keuangan**

Tugas seksi ini yaitu menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan, serta masalah pajak.

##### **b. Seksi Personalia dan Humas**

Tugas seksi ini meliputi:

- 1) Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
- 2) Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang dinamis.
- 3) Mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

##### **c. Seksi Keamanan**

Tugas seksi ini meliputi:

- 1) Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas-fasilitas yang ada di perusahaan.

- 2) Mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan maupun bukan ke dalam lingkungan perusahaan.
- 3) Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

d. Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Tugas seksi ini meliputi:

- 1) Mengawasi keselamatan kerja dilingkungan Pabrik.
- 2) Mengusahakan semua karyawan selalu memperhatikan K3.

#### **4.6.3.5 Kepala Seksi**

Kepala Seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bidangnya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagiannya masing-masing sesuai dengan seksinya.

#### **4.6.3.6 Staff Ahli**

Staf Ahli terdiri dari tenaga ahli yang bertugas membantu direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Tugas dari staf ahli meliputi:

1. Mempertinggi efisiensi kerja.
2. Memberikan bantuan pikiran dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
3. Memperbaiki proses pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi.

#### **4.6.3.7 Status Karyawan**

Sistem upah karyawan dibuat berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Sistem ini dibagi menjadi tiga golongan, yaitu:

1. Karyawan Tetap

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) Direksi dan mendapat gaji bulanan.

2. Karyawan Harian

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa Surat Keputusan (SK) Direksi dan mendapat gaji upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

3. Karyawan Borongan

Karyawan yang digunakan oleh pabrik/perusahaan bila diperlukan saja dan menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

#### **4.6.4 Jabatan dan Keahlian**

Masing-masing jabatan dalam struktur organisasi diisi oleh orang-orang dengan pendidikan yang sesuai dengan jabatan dan tanggung jawabnya. Jenjang pendidikan karyawan yang diperlukan berkisar dari Sarjana (S-1) sampai lulusan SMP. Pada Tabel 4.17 di bawah ini merupakan rincian jabatan dan keahlian karyawan:

**Tabel 4. 10 Jabatan dan Keahlian**

<b>Jabatan</b>	<b>Pendidikan</b>
Direktur Utama	Magister Teknik Kimia
Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi
Staff Ahli	Sarjana Teknik Kimia dan Ekonomi
Kepala Bagian Teknik dan Produksi	Sarjana Teknik Kimia
Kepala Bagian Proses dan Utilitas	Sarjana Teknik Kimia
Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran	Sarjana Ekonomi
Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi	Sarjana Teknik Mesin/Elektro
Kepala Seksi Pengendalian dan Proses	
Kepala Seksi Laboratorium	Sarjana Teknik Kimia
Kepala Seksi Utilitas dan Pemeliharaan	Sarjana Teknik Kimia
Kepala Seksi Administrasi dan Keuangan	Sarjana Teknik Kimia
Kepala Seksi Humas	Sarjana Industri/Ekonomi
Kepala Seksi Keamanan	Sarjana Sosial
Operator Proses	Ahli Madya
Operator Utilitas	Ahli Madya
Karyawan Penelitian dan Pengembangan	Ahli Madya



Karyawan Administrasi dan Keuangan	Sarjana Teknik Kimia
Karyawan Personalia dan Humas	Ahli Madya Ekonomi
	Ahli Madya Sosial

**Tabel 4. 11 Jabatan dan Keahlian (lanjutan)**

Karyawan Pengendalian dan Proses	Ahli Madya Teknik Kimia
Karyawan Utilitas dan Pemeliharaan	Ahli Madya Teknik Kimia
Karyawan Laboratorium	Ahli Madya Teknik Kimia
Karyawan Keamanan	Lulusan SMA
Medis	Dokter
Perawat	Sarjana Keperawatan

#### **4.6.5 Jumlah Karyawan**

Jumlah karyawan harus disesuaikan secara tepat sehingga semua pekerjaan dapat diselesaikan dengan baik dan efisien. Penentuan jumlah karyawan dapat dilakukan dengan melihat jenis proses ataupun jumlah unit proses yang ada. Penentuan jumlah karyawan proses dapat dilihat pada Tabel 4.23 sebagai berikut:

**Tabel 4. 12 Rincian Jumlah Karyawan**

<b>Jabatan</b>	<b>Jumlah</b>
Direktur	1
Kepala Bagian	5
Kepala Seksi	9
Staff Ahli	50
Operator Lapangan	140
Dokter	2
Perawat	4
Sekuriti	40
Supir	13
<b>Total</b>	<b>262</b>

#### **4.6.6 Pembagian Jam Kerja Karyawan**

Pabrik ini direncanakan beroperasi 330 hari dalam satu tahun dan 24 jam perhari. Sisa hari yang bukan libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan dan *shut down*. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan, yaitu:

#### **4.6.6.1 Karyawan *Non Shift***

Karyawan non shift adalah para karyawan yang tidak menangani proses secara langsung. Yang termasuk karyawan ini adalah Direktur, Staf ahli, Kepala Bidang, Kepala Seksi, serta bawahan yang berada di kantor. Karyawan harian dalam satu minggu bekerja selama 5 hari dengan pembagian kerja sebagai berikut:

Jam Kerja : Senin-Jumat pukul 07.00-15.00

Jam Istirahat : Senin-Kamis pukul 12.00-13.00

Jumat pukul 11.00-13.00

#### **4.6.6.2 Karyawan *Shift***

Karyawan shift adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan ini adalah Direktur, Staf ahli, Kepala Bidang, Kepala Seksi, serta bawahan yang berada di kantor. Para karyawan shift akan bekerja secara bergantian sehari semalam. Karyawan shift dibagi dalam 3 shift dengan pengaturan sebagai berikut:

Shift Pagi : Pukul 07.00-15.00

Shift Siang : Pukul 15.00-23.00

Shift Malam : Pukul 22.00-07.00

Untuk karyawan shift ini, dibagi menjadi 4 regu, dimana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat dan dilakukan secara bergantian. Tiap regu mendapat

giliran tiga hari kerja dan satu hari libur, tiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah maka regu yang masuk tetap masuk. Jadwal kerja masing-masing regu dapat dilihat pada Tabel 4.24 sebagai berikut:

**Tabel 4. 13 Jadwal Kerja**

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

Keterangan:

P : Pagi

S : Siang

M : Malam

L : Libur

#### **4.6.7 Ketenagakerjaan**

##### **4.6.7.1 Cuti Tahunan**

Karyawan mempunyai hak cuti tahunan selama 12 hari setiap tahun.

Bila dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang untuk tahun itu.

#### **4.6.7.2 Hari Libur Nasional**

Bagi karyawan harian (*non shift*), hari libur Nasional tidak masuk kerja. Sedangkan bagi karyawan shift, hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari itu diperhitungkan sebagai kerja lembur (*overtime*).

#### **4.6.7.3 Kerja Lembur (*Overtime*)**

Kerja lembur dapat dilakukan apabila ada keperluan yang mendesak dan atas persetujuan kepala bagian.

#### **4.6.7.4 Sistem Gaji Karyawan**

Gaji Karyawan dibayarkan setiap bulan pada tanggal 1. Bila tanggal tersebut merupakan hari libur, maka pembayaran gaji dilakukan sehari sebelumnya. Sistem gaji perusahaan dibagi menjadi tiga golongan, yaitu:

a. Gaji Bulanan

Gaji ini diberikan kepada pegawai tetap. Besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

b. Gaji Harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

c. Gaji Lembur

Gaji ini diberikan kepada karyawan yang melebihi jam kerja yang telah ditetapkan besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

Daftar gaji karyawan pada pabrik ini dapat dilihat pada Tabel 4.14 berikut:

**Tabel 4. 14 Gaji Karyawan**

<b>Jabatan</b>	<b>Gaji/Bulan (Rp)</b>
Direktur Utama	50.000.000,00
Kepala Bagian	35.000.000,00
Kepala Seksi	20.000.000,00
Staff Ahli	10.000.000,00
Operator Lapangan	9.000.000,00
Dokter	15.000.000,00
Perawat	7.000.000,00
Sekuriti	5.000.000,00
Sopir	5.000.000,00
<b>Total</b>	<b>156.000.000,00</b>

#### **4.6.8 Fasilitas Karyawan**

Tersedia fasilitas yang memadai dapat meningkatkan kelangsungan produktifitas karyawan dalam suatu perusahaan. Adanya fasilitas dalam perusahaan bertujuan agar kondisi jasmani dan rohani karyawan tetap terjaga dengan baik, sehingga karyawan tidak merasa jenuh dalam menjalankan tugas sehari-harinya. Sehubungan dengan hal tersebut, maka perusahaan menyediakan fasilitas yang bermanfaat dalam lingkungan perusahaan yang berhubungan dengan kepentingan para karyawan.

Adapun fasilitas-fasilitas yang diberikan perusahaan meliputi:

a. Poliklinik

Untuk meningkatkan efisien produksi, faktor kesehatan karyawan merupakan hal yang sangat berpengaruh. Oleh karena itu, perusahaan menyediakan fasilitas poliklinik yang ditangani oleh dokter dan perawat.

a. Pakaian kerja

Untuk menghindari kesenjangan antar karyawan, perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahunnya, selain itu juga disediakan masker sebagai alat pengaman kerja.

c. Makan dan minum

Perusahaan menyediakan makan dan minum 1 kali sehari yang akan dikelola oleh perusahaan *catering* yang ditunjuk oleh perusahaan.

d. Koperasi

Koperasi karyawan didirikan untuk mempermudah karyawan dalam hal simpan pinjam, memenuhi kebutuhan pokok dan perlengkapan rumah tangga serta kebutuhan lainnya.

e. Tunjangan Hari Raya (THR)

Tunjangan ini diberikan setiap tahun, yaitu menjelang Hari Raya Idul Fitri dan besarnya tunjangan tersebut sebesar satu bulan gaji.

f. Jamsostek

Merupakan asuransi pertanggung jawaban jiwa dan asuransi kecelakaan.

g. Tempat Ibadah

Perusahaan membangun tempat ibadah agar karyawan dapat menjalankan kewajiban rohaninya dan melaksanakan aktifitas keagamaan lainnya.

#### h. Transportasi

Untuk meningkatkan produktifitas dan meringankan beban pengeluaran karyawan, perusahaan memberikan uang transportasi setiap hari yang penyerahannya bersamaan dengan penerimaan gaji tiap bulannya.

#### i. Hak Cuti

##### 1. Cuti Tahunan

Diberikan kepada karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.

##### 2. Cuti Massal

Diberikan 4 hari kerja kepada karyawan setiap tahun bertepatan dengan hari raya Idul Fitri.

### **4.7 Evaluasi Ekonomi**

Evaluasi ekonomi dalam perencanaan suatu pabrik diperlukan guna memperkirakan apakah pabrik yang didirikan layak dan menguntungkan atau tidak dengan memperhitungkan beberapa hal yang meliputi kebutuhan modal investasi, besar keuntungan yang dapat diperoleh, lama modal investasi dapat dikembalikan. Dalam evaluasi ekonomi ini faktor-faktor yang ditinjau meliputi:

1. *Return On Investment* (ROI)
2. *Pay Out Time* (POT)
3. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR)
4. *Break Even Point* (BEP)
5. *Shut Down Point* (SDP)

Sebelum dilakukan analisa terhadap kelima faktor tersebut, maka perlu



dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal sebagai berikut:

1. Penentuan Modal Industri (*Total Capital Investment*) meliputi:
  - a. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)
  - b. Modal Kerja (*Working Capital Investment*)
2. Penentuan Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*) meliputi:
  - a. Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*)
  - b. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expenses*)
3. Pendapatan Modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

- a. Biaya Tetap (*Fixed Cost*)
- b. Biaya Variabel (*Variable Cost*)
- c. Biaya Mengambang (*Regulated Cost*)

#### **4.7.1 Penaksiran Harga Alat**

Harga peralatan yang menunjang proses produksi pabrik selalu berubah-ubah setiap tahunnya karena dipengaruhi oleh kondisi ekonomi. Untuk itu digunakan beberapa macam konversi harga alat terhadap harga alat pada beberapa tahun yang lalu sehingga akan diperoleh harga yang ekuivalen dengan harga sekarang.

**Tabel 4. 15 Indeks Harga Tiap Tahun**

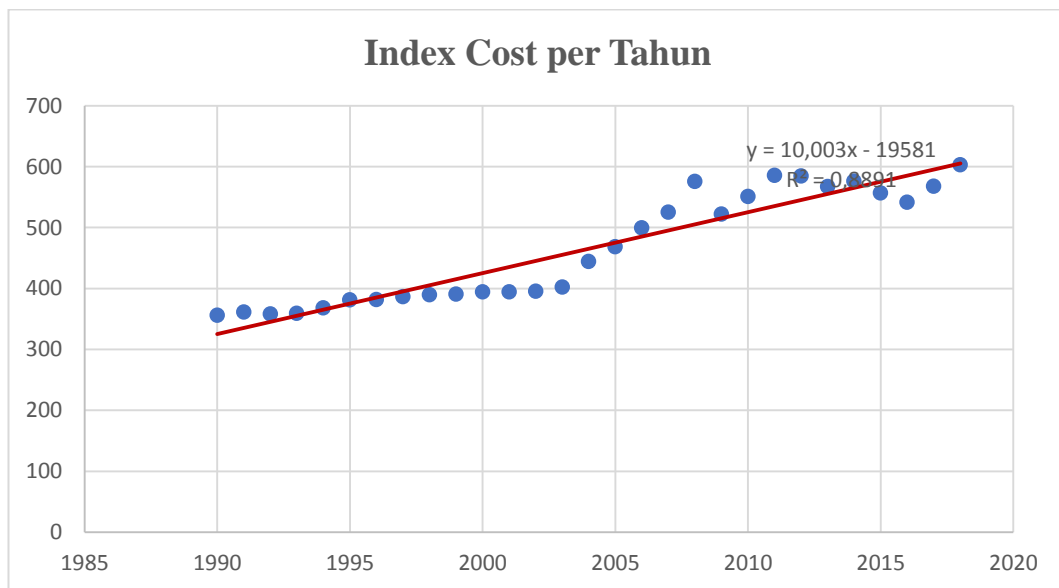
Tahun (X)	Indeks (Y)	X (tahun-ke)
1990	356	1
1991	361,3	2
1992	358,2	3
1993	359,2	4
1994	368,1	5
1995	381,1	6
1996	381,7	7
1997	386,5	8
1998	389,5	9
1999	390,6	10
2000	394,1	11
2001	394,3	12
2002	395,6	13
2003	402	14
2004	444,2	15
2005	468,2	16
2006	499,6	17
2007	525,4	18
2008	575,4	19
2009	521,9	20
2010	550,8	21
2011	585,7	22
2012	584,6	23
2013	567,3	24
2014	576,1	25
2015	556,8	26
2016	541,7	27
2017	567,5	28
2018	603,1	29

(Sumber : [www.chemengonline.com](http://www.chemengonline.com))

Berdasarkan data di atas persamaan regresi linier yang diperoleh adalah:

$$y = 10,003x - 19581$$

Pabrik Penta Sodium Triphosphate dengan kapasitas 30.000 ton/tahun rencananya akan didirikan pada tahun 2022, maka dengan memasukan harga  $x = 2022$  pada persamaan di atas diperoleh index harga pada tahun 2022 ( $y$ ) adalah 645,066. Hubungan antara Tahun dan Index Harga dapat dilihat pada Gambar 4.5 di bawah ini:



**Gambar 4. 9 Grafik Tahun vs Index Harga**

Harga – harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan juga dengan referensi Peters & Timmerhaus tahun 1990, Aries & Newton tahun 1955 dan situs [www.matche.com](http://www.matche.com).

Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan:

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny}$$

(Aries & Newton, 1955)

Dalam hubungan ini:

Ex : Harga pembelian

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi

Nx : Index harga

Ny : Index harga pada tahun referensi

#### **4.7.2 Dasar Perhitungan**

Kapasitas = 30.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Pabrik didirikan = 2022

Kurs mata uang = 1 US\$ (Rp 14.170,-)

#### **4.7.3 Perhitungan Biaya**

##### ***4.7.3.1 Capital Investment***

*Capital Investment* adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya. *Capital investment* terdiri dari:

1. *Fixed Capital Investment*

*Fixed Capital Investment* adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik.

2. *Working Capital Investment*

*Working Capital Investment* adalah modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

#### 4.7.3.2 *Manufacturing Cost*

*Manufacturing Cost* merupakan jumlah *direct*, *indirect* dan *Fixed Manufacturing Cost* yang berkaitan dalam pembuatan produk. Menurut Aries & Newton, *Manufacturing Cost* meliputi:

1. *Direct Cost*

*Direct Cost* adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

2. *Indirect Cost*

*Indirect Cost* adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.

3. *Fixed Cost*

*Fixed Cost* adalah biaya-biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat pabrik beroperasi maupun tidak atau pengeluaran yang bersifat tetap tidak tergantung waktu dan tingkat produksi.

#### **4.7.3.3 General Expenses**

*General Expenses* atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost*.

#### **4.7.4 Analisa Kelayakan**

Analisa atau kelayakan pada suatu perancangan pabrik dilakukan untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh sehingga dapat dikategorikan pabrik tersebut layak untuk didirikan atau tidak. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

##### **4.7.4.1 Percent Return On Investment (% ROI)**

*Return On Investment* adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan.

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\%$$

##### **4.7.4.2 Pay Out Time (POT)**

*Pay Out Time* (POT) adalah waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{\text{Keuntungan Tahunan} + \text{Depresiasi}} \times 100\%$$

#### 4.7.4.3 Discounted Cash Flow Rate of Return

Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik. Persamaan untuk menentukan DCFR:

$$(FC + WC)(1 + i)^N = C \sum_{n=0}^{n=N-1} (1 + i)^n + WC + SV$$

Dimana:

- |    |   |    |                          |
|----|---|----|--------------------------|
| FC | : Fixed Capital                             | SV | : Salvage Value          |
| I  | : Nilai DCFR                                | WC | : Working Capital        |
| C  | : Cash Flow                                 | n  | : Umur pabrik = 10 tahun |
|    | : profit after taxes + depresiasi + finance |    |                          |

#### 4.7.4.4 Break Even Point (BEP)

*Break Even Point* adalah titik impas pabrik dimana pabrik tidak mengalami keuntungan maupun kerugian). Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi di bawah BEP dan akan untung jika beroperasi di atas BEP.

$$BEP = \frac{(Fa + 0,3Ra)}{(Sa - Va - 0,7 Ra)} \times 100\%$$

Dalam hal ini:

- Fa : Annual Fixed Manufacturing Cost pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

#### **4.7.4.5 Shut Down Point (SDP)**

*Shut Down Point* (SDP) adalah level produksi dimana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

$$SDP = \frac{(0,3 Ra)}{(Sa - Va - 0,7 Ra)} \times 100\%$$

#### **4.7.5 Hasil Perhitungan**

##### **4.7.5.1 Penentuan *Fixed Capital Investment* (FCI)**

Nilai *Fixed Capital Investment* (FCI) adalah penjumlahan dari total *Direct Plant Cost* (DPC), *contractor's fee*, dan *contingency*. Nilai *contractor's fee* diperoleh dari 4% nilai *Physical Plant Cost* (PPC) dan nilai *contingency* diperoleh dari 10% nilai *Physical Plant Cost* (PPC). Pada Tabel 4.27 sampai dengan Tabel 4.29 di bawah ini merupakan rincian penentuan nilai *Fixed Capital Investment* (FCI).



#### 4.7.5.2 Penentuan *Total Production Cost* (TPC)

Nilai *Total Production Cost* (TPC) adalah penjumlahan dari *Direct Manufacturing Cost* (DMC), *Indirect Manufacturing Cost* (IMC), *Fixed Manufacturing Cost* (FMC), *Manufacturing Cost* (MC), *Working Capital* (WC), *General Expenses* (GE). Pada Tabel 4.30 sampai dengan Tabel 4.36 di bawah ini merupakan rincian penentuan nilai *Total Production Cost* (TPC).

**Tabel 4. 16 *Direct Manufacturing Cost* (DMC)**

<b>No</b>	<b><i>Type of Expense</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Raw Material</i>	Rp 414.248.710.996	\$ 29.411.658
2	<i>Labor</i>	Rp 29.016.000.000	\$ 2.060.136
3	<i>Supervision</i>	Rp 2.901.600.000	\$ 206.013,6
4	<i>Maintenance</i>	Rp 7.794.772.715	\$ 553.429
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp 1.169.215.907	\$ 83.014
6	<i>Royalty and Patents</i>	Rp 9.000.000.000	\$ 639.000
7	<i>Utilities</i>	Rp 103.861.976.846	\$ 7.374.20
<b><i>Direct Manufacturing Cost</i></b> <b>(DMC)</b>		<b>Rp 567.992.098.021</b>	<b>\$ 40.327.439</b>

**Tabel 4. 17 Indirect Manufacturing Cost (IMC)**

<b>No</b>	<b><i>Type of Expense</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp 4.352.400.000	\$ 309.020
2	<i>Laboratory</i>	Rp 2.901.600.000	\$ 206.013
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp 14.508.000.000	\$ 1.030.068
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp 4.500.000.000	\$ 319.500
<b><i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i></b>		<b>Rp 26.262.000.000</b>	<b>\$ 1.864.602</b>

**Tabel 4. 18 Fixed Manufacturing Cost (FMC)**

<b>No</b>	<b><i>Type of Expense</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Depreciation</i>	Rp 38.973.863.573	\$ 2.767.144
2	<i>Property taxes</i>	Rp 7.794.772.715	\$ 553.429
3	<i>Insurance</i>	Rp 7.794.772.715	\$ 553.429
<b><i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i></b>		<b>Rp 648.817.507.024</b>	<b>\$ 46.066.043</b>

**Tabel 4. 19 Manufacturing Cost (MC)**

<b>No</b>	<b><i>Type of Expense</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	Rp 567.992.098.021	\$ 40.327.439
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	Rp 26.262.000.000	\$ 1.864.602
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	Rp 54.563.409.003	\$ 3.874.002
<b><i>Manufacturing Cost (MC)</i></b>		<b>Rp 648.817.507.024</b>	<b>\$ 46.066.043</b>

**Tabel 4. 20 Working Capital (WC)**

<b>No</b>	<b><i>Type of Expense</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp 54.068.125.585	\$ 3.838.837
2	<i>In Process Inventory</i>	Rp 81.102.188.378	\$ 5.758.255
3	<i>Product Inventory</i>	Rp 54.068.125.585	\$ 3.838.837
4	<i>Extended Credit</i>	Rp 108.136.251.171	\$ 7.677.674
5	<i>Available Cash</i>	Rp 54.068.125.585	\$ 3.838.837
<b><i>Working Capital (WC)</i></b>		<b>Rp 351.442.816.305</b>	<b>\$ 24.952.440</b>

**Tabel 4. 21 General Expenses (GE)**

<b>No</b>	<b><i>Type of Expenses</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Administration</i>	Rp 19.464.525.211	\$ 1.381.981
2	<i>Sales expense</i>	Rp 32.440.875.351	\$ 2.303.302
3	<i>Research</i>	Rp 18.000.000.000	\$ 1.278.000
4	<i>Finance</i>	Rp 37.059.072.602	\$ 2.631.194
<b><i>General Expenses (GE)</i></b>		<b>Rp 106.964.473.164</b>	<b>\$ 7.594.477</b>

**Tabel 4. 22 Total Production Cost (TPC)**

<b>No</b>	<b><i>Type of Expenses</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp 648.817.507.024	\$ 46.066.043
2	<i>General Expenses (GE)</i>	Rp 106.964.473.164	\$ 7.594.477
<b><i>Total Production Cost (TPC)</i></b>		<b>Rp 755.781.980.188</b>	<b>\$ 53.660.520</b>

#### 4.7.5.3 Penentuan *Fixed Cost* (Fa)

Nilai *Fixed Cost* (Fa) adalah penjumlahan dari *Depreciation*, *Property Taxes*, *Insurance*. Pada Tabel 4.37 di bawah ini merupakan rincian nilai *Fixed Cost* (Fa).

**Tabel 4. 23 *Fixed Cost* (Fa)**

<b>No</b>	<b><i>Type of Expense</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Depreciation</i>	Rp 38.973.863.573	\$ 2.767.144
2	<i>Property taxes</i>	Rp 7.794.772.715	\$ 553.429
3	<i>Insurance</i>	Rp 7.794.772.715	\$ 553.429
<b><i>Fixed Cost (Fa)</i></b>		<b>Rp 54.563.409.003</b>	<b>\$ 3.874.002</b>

#### 4.7.5.4 Penentuan *Variable Cost* (Va)

Nilai *Variable Cost* (Va) adalah penjumlahan dari *Raw Material*, *Packaging and Shipping*, *Utilities*, *Royalty and Patent*. Pada Tabel 4.38 di bawah ini merupakan rincian nilai *Variable Cost* (Va).

**Tabel 4. 24 Variable Cost (Va)**

<b>No</b>	<b>Type of Expense</b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Raw material</i>	Rp 414.248.710.997	\$ 29.411.658
2	<i>Packaging &amp; shipping</i>	Rp 4.500.000.000	\$ 319.500
3	<i>Utilities</i>	Rp 103.861.798.403	\$ 7.374.187
4	<i>Royalties and Patents</i>	Rp 9.000.000.000	\$ 639.000
<b>Variable Cost (Va)</b>		<b>Rp 531.610.509.399</b>	<b>\$ 37.744.346</b>

#### **4.7.5.5 Penentuan Regulated Cost (Ra)**

Nilai *Regulated Cost* (Ra) adalah penjumlahan dari Gaji Karyawan, *Payroll Overhead, Supervision, Plant Overhead, Laboratorium, General Expenses, Maintenance, Plant Supplies*. Pada Tabel 4.39 di bawah ini merupakan rincian nilai *Regulated Cost* (Ra).

**Tabel 4. 25 Regulated Cost (Ra)**

<b>No</b>	<b>Type of Expense</b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Labor cost</i>	Rp 29.016.000.000	\$ 2.060.136
2	<i>Plant overhead</i>	Rp 14.508.000.000	\$ 1.030.068
3	<i>Payroll overhead</i>	Rp 4.352.400.000	\$ 309.020
4	<i>Supervision</i>	Rp 2.901.600.000	\$ 206.013
5	<i>Laboratory</i>	Rp 2.901.600.000	\$ 206.013
6	<i>General expense</i>	Rp 106.964.473.164	\$ 7.594.477
7	<i>Maintenance</i>	Rp 7.794.772.715	\$ 553.429
8	<i>Plant supplies</i>	Rp 1.169.215.907	\$ 83.014
<b>Regulated Cost (Ra)</b>		<b>Rp 169.608.061.786</b>	<b>\$ 12.042.172</b>

**4.7.5.6 Analisa Keuntungan (Profit)**

Keuntungan = Total Penjualan Produk – Total Biaya Produksi

Total Penjualan Produk = Rp 900.000.000.000,00

Total Biaya Produksi = Rp 755.781.980.187,68

Pajak dari Keuntungan = 20%

Keuntungan Sebelum Pajak = Rp 144.218.019.812,32

Keuntungan Setelah Pajak = Rp 115.374.415.849,86

#### 4.7.5.7 Analisa Kelayakan

a. *Percent Return of Investment (ROI)*

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\%$$

ROI sebelum pajak = 37 %

ROI setelah pajak = 29,6 %

b. *Pay Out Time (POT)*

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{\text{Keuntungan} + \text{Depresiasi}} \times 100\%$$

POT sebelum pajak = 2,12

POT setelah pajak = 2,52

c. *Break Even Point (BEP)*

$$BEP = \frac{Fa \times 0,3 Ra}{Sa - Va - 0,7 Ra} \times 100\%$$

BEP = 42,24 %

d. *Shut Down Point (SDP)*



$$SDP = \frac{0,3 Ra}{Sa - Va - 0,7 Ra} \times 100\%$$

$$SDP = 20,38 \%$$

e. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*

$$\text{Umur Pabrik} = 10 \text{ tahun}$$

$$\text{Fixed Capital Investment (FCI)} = \text{Rp } 389.738.635.734$$

$$\text{Working Capital (WC)} = \text{Rp } 351.442.816.304$$

$$\text{Salvage Value (SV)} = \text{Rp } 38.973.863.573$$

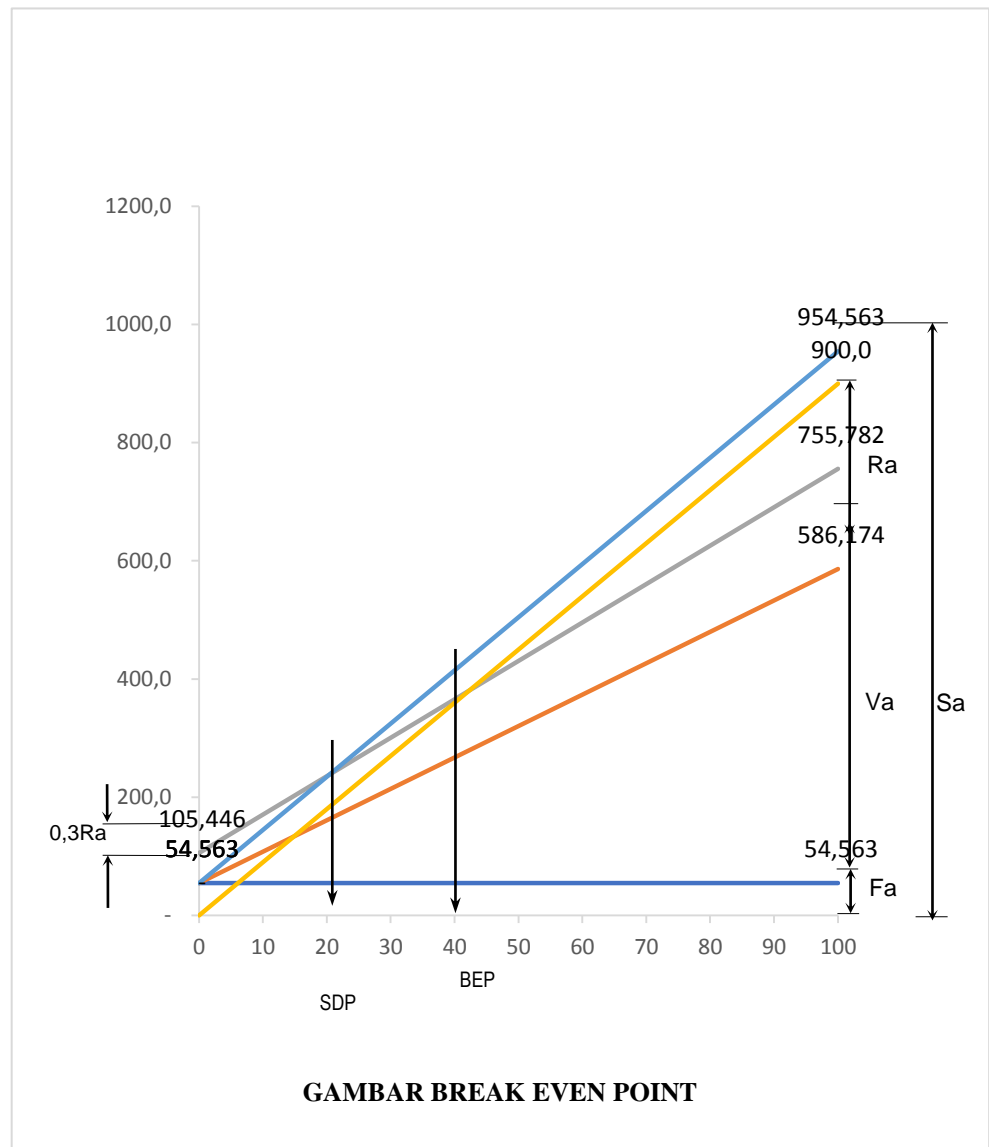
$$\text{Cash Flow (CF)} = \text{Rp } 191.407.352.025$$

*Discounted Cash Flow Rate (DCFR) dihitung secara trial dan eror*

$$DCFR = (FC + WC)(1 + i)^N = C \sum_{n=0}^{n=N-1} (1 + i)^N$$

$$R = S$$

Dengan *trial dan eror* diperoleh nilai  $i = 25,23 \%$



**Gambar 4. 10 Grafik Break Even Point**

Berdasarkan perhitungan di atas, Dapat disimpulkan bahwa Pabrik Penta Sodium Triphosphate dengan kapasitas 30.000 ton/tahun layak didirikan.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

Berdasarkan perancangan Pabrik Penta Sodium Triphosphate dari Asam Phosphate dan Soda Api dengan kapasitas 30.000 ton/tahun, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pabrik ini membutuhkan bahan baku berupa asam phosphate ( $H_3PO_4$ ), dan soda api (NaOH). Pabrik Penta Sodium Triphosphate ini digolongkan pabrik beresiko rendah (low risk) karena berdasarkan kondisi operasi, maupun produknya tidak beracun dan tidak berbahaya.
2. Pabrik Penta Sodium Triphosphate berbentuk Perseroan Terbatas (PT) akan didirikan di Gresik, Jawa Timur dengan luas tanah keseluruhan  $86.850\text{ m}^2$  dan luas bangunan  $43.425\text{ m}^2$ . Jumlah karyawan sebanyak 262 orang dan beroperasi selama 330 hari/tahun.
3. Berdasarkan analisa perhitungan terhadap aspek-aspek ekonomi yang telah dilakukan, didapatkan hasil sebagai berikut:
  - a. Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 144.218.019.812 per tahun dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 115.374.415.849 per tahun. (dengan asumsi pajak 20%)  
(Aries & Newton, 1955)
  - b. Persentase *Return on Investment* (ROI) sebelum pajak adalah 37 % dan setelah pajak adalah 29,6 %. Nilai ROI sebelum pajak minimum untuk pabrik berisiko rendah sebesar 11-44 %. Resiko

rendah yaitu dengan ketentuan bahwa bahan baku tidak berbahaya, suhu operasi seperti suhu ruangan 30 °C.

(Aries & Newton, 1955)

- c. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak adalah 2,12 tahun dan setelah pajak adalah 2,52 tahun. POT sebelum pajak maksimum untuk pabrik berisiko rendah adalah 5 tahun.

(Aries & Newton, 1955)

- d. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) adalah 25,23 %.

Dari data-data di atas dapat disimpulkan bahwa Pabrik Penta Sodium Triphosphate dari Asam Phosphate dan Soda Api dengan kapasitas 30.000 Ton/tahun layak dipertimbangkan untuk didirikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D., 1955, "*Chemical Engineering Cost Estimation*", MC Graw Hill Handbook Co., Inc., New York
- Biro Pusat Statistik, 2010-2014, "*Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*", Indonesia Foreign, Trade Statistic Import, Yogyakarta
- Brownell, L.E., & Young, E.H., 1959, "*Process Equipment Design*", Wiley Eastern Ltd., New Delhi
- Austin G.A., "Shreve's Chemical Process Industries", 5th ed., 1975, McGraw Hill Book Company, Inc, New York.
- Genakoplis, C.J., 1997, "*Transport Process and Unit Operation*", Prentice-Hall, Inc, New York
- Kern, D.Q., 1965, "*Process Heat Transfer*", Mc Graw-Hill Book Company, New York
- Ludwig, 1977, "*Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*", Vol 1-2, 2nd ed, Gulf Publishing Co., Houston, Texas.
- Kirk, R.E., Othmer, D.F., 1949, "*Encyclopedia of Chemical Engineering Technology*", Vol. 18, The Interscience Publisher Division of John Wiley & Sons Inc, New York

Perry, Chilton , 1973 , ” Perry’s Chemical Engineer’s Handbook” , 5th ed.,  
McGraw-Hill Book Company Inc. , Singapore.

Perry, Chilton , 1984 , ” Perry’s Chemical Engineer’s Handbook” , 6th ed.,  
McGraw-Hill Book Company Inc. , Singapore.

Perry, R.H., Green, D., Maloney, J.O., 1997, “*Chemical Engineering Handbook 7<sup>th</sup> Edition*”, Mc Graw-Hill Company, New York

Timmerhause, K.D., Peters, M.S., 1991, “*Plant Design and Economics for Chemical Engineering 4<sup>th</sup> Edition*”, Mc Graw-Hill Book Co., Inc., New York

Himmelblau, D.M. , 1989 , “*Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering*” , 5 ed , Prentice-Hall International , Singapore

Anonim, 2003, “ Matches' Process Equipment Cost Estimates “. (Online),  
([www.matche.com](http://www.matche.com), diakses 22 Oktober 2019).

M.Sarwani.2008. “Jangan Sampai Detergen Tak Berbusa“. (Online),  
([www..bisnis.com](http://www.bisnis.com), diakses pada tanggal 9 November 2019).

<http://www.alibaba.com> diakses pada tanggal (7 Oktober 2019)

## LAMPIRAN

### ROTARY KILN (RK - 01)

Tugas : Mereaksikan Mono sodium fosfat dengan Di sodium fosfat menjadi Penta Sodium TriPhospat dengan kecepatan umpan = 10203.7109 kg/j

Jenis : Reaktor KILN

Kondisi Operasi :

Tekanan : 1 atm

Suhu : 550 °C

#### 1. NERACA MASSA :

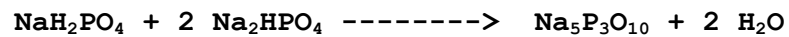
Umpan Masuk :

$H_3PO_4$	=	0.00308 Kgmol/j	=	0.3022 Kg/j
$NaOH$	=	0.00515 Kgmol/j	=	0.2060 Kg/j
$NaH_2PO_4$	=	10.17523 Kgmol/j	=	1221.0273 Kg/j
$Na_2HPO_4$	=	20.65879 Kgmol/j	=	2933.5488 Kg/j
$H_2O$	=	0.82277 Kgmol/j	=	14.8098 Kg/j

---

Jumlah = 31.66502 Kgmol/j = 4169.8940 Kg/j

Reaksi yang terjadi :



Hasil reaksi :

a. Fase padat :

NaOH	=	0.00515 Kgmol/j	=	0.2060 Kg/j
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	=	0.10175 Kgmol/j	=	12.2103 Kg/j
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	=	0.00512 Kgmol/j	=	0.7268 Kg/j
Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	=	10.07347 Kgmol/j	=	3707.0388 Kg/j
Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	=	0.25336 Kgmol/j	=	67.3946 Kg/j

---

Jumlah = 10.43886 Kgmol/j = 3787.5764 Kg/j

b. Fase gas :

H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	=	0.00308 Kgmol/j	=	0.3022 Kg/j
H <sub>2</sub> O	=	21.22308 Kgmol/j	=	382.0154 Kg/j

---

Jumlah = 21.22616 Kgmol/j = 382.3176 Kg/j

## 2. NERACA PANAS

a. Enthalpi massa masuk (umpan 1) :

Suhu Umpan masuk Reaktor = 91.5 C  
 Suhu referensi = 25 C

---

Komponen	m	$\int cp dT$	H = m $\int cp dT$
H3PO4	0.003	2305.55	7.110
NaOH	0.005	946.29	4.873
NaH2PO4	10.175	2838.49	28882.240
Na2HPO4	20.659	2955.66	61060.352
H2O	0.823	1196.87	984.742
Jumlah	31.665		90939.320

Enthalpi umpan masuk (H1) = 90939.3203 Kcal/j



b. Enthalpi hasil reaksi fase padat :

Suhu hasil reaksi keluar Reaktor = 550.0 C  
 Suhu referensi = 25 C

Komponen	m	$\int cp dT$	$H = m \int cp dT$
NaOH	0.005	7470.75	38.474
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.102	22409.10	2280.182
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0.005	23334.15	119.431
Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	10.073	53145.75	535362.375
Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0.253	38702.48	9805.782
Jumlah	10.439		547606.250

Enthalpi umpan masuk (H2) = 547606.2500 Kcal/j

c. Enthalpi hasil reaksi fase gas :

Suhu hasil reaksi keluar Reaktor = 550.0 C  
 Suhu referensi = 25 C

Komponen	m	$\int cp dT$	$H = m \int cp dT$
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0.003	18201.75	56.128
H <sub>2</sub> O	21.223	9448.95	200535.781
Jumlah	21.226		200591.906

Enthalpi umpan masuk (H3) = 200591.9063 Kcal/j

f. Panas Reaksi :

Reaksi I :

Dari data Literatur diperoleh :

Panas Pembentukan NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> = -365.90 Kcal/gmol  
 Panas Pembentukan Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> = -416.21 Kcal/gmol  
 Panas Pembentukan Na<sub>5</sub>P<sub>3</sub>O<sub>10</sub> = -1049.98 Kcal/gmol  
 Panas Pembentukan H<sub>2</sub>O = -68.05 Kcal/gmol

Panas reaksi pada suhu 25 C = DHf produk - DHf reaktan

$$\text{DHR}_{298} = (\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10} + 2 \text{ DHf H}_2\text{O} - (\text{DHf NaH}_2\text{PO}_4 + 2 \text{ DHf Na}_2\text{HPO}_4))$$

$$= (-1049.976 + 2 \cdot -68.055) - (-365.905 + 2 \cdot -416.214) \text{ KCal/gmol}$$

$$= 12.248 \text{ KCal/gmol}$$

$$\text{Panas reaksi total} = \text{dHRo} \cdot \text{NAo} \cdot \text{Xa}$$

$$= 12.2477 \cdot 1000 \cdot 10.175$$

$$0.99 \text{ Kcal/j}$$

$$= 123376.4063 \text{ Kcal/j}$$

Reaksi II :

Dari data Literatur diperoleh :

$$\text{Panas Pembentukan Na}_2\text{HPO}_4 = -416.21 \text{ Kcal/gmol}$$

$$\text{Panas Pembentukan Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 = -1008.20 \text{ Kcal/gmol}$$

$$\text{Panas Pembentukan H}_2\text{O} = -68.05 \text{ Kcal/gmol}$$

Panas reaksi pada suhu 25 C = DHf produk - DHf reaktan

$$\text{DHR}_{298} = (0.5 \text{ Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 + 0.5 \text{ DHf H}_2\text{O}) - (\text{DHf Na}_2\text{HPO}_4)$$

$$= (0.5 \cdot -1008.200 + 0.5 \cdot -68.055) - (-416.214)$$

$$= -121.913 \text{ KCal/gmol}$$

$$\text{Panas reaksi total} = \text{dHRo} \cdot \text{NAo} \cdot \text{Xa}$$

$$= -121.9131 \cdot 1000 \cdot 0.512$$

$$0.99 \text{ Kcal/j}$$

$$= -61776.3047 \text{ Kcal/j}$$

g. Panas Penguapan :

Dari data Literatur diperoleh :

$$\text{Panas Penguapan H}_2\text{O} = 540.00 \text{ Kcal/Kmol}$$

$$Q_v = 21.223 \text{ Kmol/jam} \times 540 \text{ Kcal/Kmol}$$

$$= 11460.462 \text{ KCal/jam}$$

Jadi :

Panas Masuk (H1) = 90939.32 KCal/j  
Panas Keluar (H2) = 748198.13 KCal/j  
Panas Reaksi (Qr) = 123376.41 + -61776.30 KCal/j  
= 61600.10 KCal/j  
Panas Penguapan = 11460.46 KCal/j

Neraca Panas disekitar reaktor :

Input - output = Accumulation

(Panas Masuk + Panas dibutuhkan)

- (Panas keluar + Panas reaksi + Panas

Penguapan) = 0

$$( H1 + Qt ) - ( H2 + Qr + Qv ) = 0$$

Panas Yang dibutuhkan = H2 + Qr + Qv - H1

$$Qt = ( 748198.125 + 61600.102 + 11460.462 ) - ( 90939.320 ) = 730319.3750 \text{ KCal/j}$$

Neraca Panas :

Masuk	Keluar
1. Enthalpi Umpan masuk I fase padat pada suhu 91.5 oC = 90939.320 Kcal/jam	1. Enthalpi hasil reaksi pada suhu 550.0 oC = 547606.250 Kcal/jam
2. Beban panas reaktor fase gas pada suhu 550 oC = 730319.375 Kcal/jam	2. Enthalpi hasil reaksi pada suhu 550.0 oC = 200591.906 Kcal/jam
	3. Panas Reaksi = 61600.102 Kcal/jam
	4. Panas penguapan = 11460.462 Kcal/jam
821258.688 Kcal/jam	821258.750 Kcal/jam

### 3. Menentukan Konstanta Kecepatan Reaksi

Dari data di Perry's Hand Book diperoleh :

Densitas H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	= 1.65	Kg/lt
Densitas NaOH	= 2.13	Kg/lt
Densitas NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	= 2.36	Kg/lt
Densitas Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	= 1.70	Kg/lt
Densitas Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	= 2.52	Kg/lt
Densitas Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	= 2.53	Kg/lt
Densitas H <sub>2</sub> O	= 1.00	Kg/lt

konstanta kecepatan  
reaksi untuk kondisi operasi T = 550 C

Volume cairan :

Komponen	massa kg	densitas	volume
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0.3022	1.6500	0.1832
NaOH	0.2060	2.1300	0.0967
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1221.0273	2.3600	517.3845
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	2933.5488	1.7000	1725.6169
H <sub>2</sub> O	14.8098	1.0000	14.8098

2258.0911

Kondisi Awal :

Konsentrasi awal NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> = 0.004506 Kgmol/lt

Konsentrasi awal Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> = 0.009149 Kgmol/lt

Perbandingan konsentrasi = 2.03030

Konversi Reaktor ( X<sub>a</sub> ) = 0.99

Waktu reaksi dalam reaktor = 3.00 jam

Untuk Reaktor Kiln berlaku :

$$(V / F_v) = \frac{C_{Ao} \cdot x_a}{(-r_a)}$$

$$(V / F_v) = \frac{C_{Ao} \cdot x_a}{k \cdot C_A C_B}$$

$$(V / Fv) = \frac{x_a}{k \cdot CAo (1 - x_a) (M - 2 x_a)}$$

$$k = \frac{x_a}{(V / Fv) CAo (1 - x_a) (M - 2 x_a)}$$

$$= 0.990$$

---

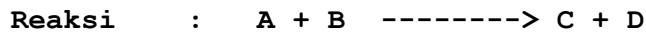

$$0.99) \quad 3.00 \cdot 0.004506 (1 - 0.99) (2.03 - 2$$

$$= 145586.13 \text{ Lt}/(\text{Kmol jam})$$

#### 4. Perhitungan Volume dan ukuran reaktor

Anggapan :

- Volume cairan selama reaksi tetap
- Bisa dianggap isothermal karena cairan dalam tangki mixed flow
- Reaksi sederhana orde dua



dengan  $-r_a = -dCA/dt = k \cdot CA \cdot CB$

Volume cairan :

Komponen	massa kg	densitas	volume
Na2CO3	0.3022	1.6500	0.1832
H2O	2933.7549	2.1300	0.0967
H3PO4	1221.0273	2.3600	517.3845
NaH2PO4	14.8098	1.0000	1725.6169
Na2HPO4	0.0000	0.0000	0.0000

2258.0911

Kondisi Awal :

Konsentrasi awal NaH2PO4 = 0.000001 Kgmol/lit

Konsentrasi awal Na2HPO4 = 0.004506 Kgmol/lit

Perbandingan konsentrasi = %3299.71021

maka diperoleh volume reaktor dengan volume:

$$\text{Konversi Reaktor ( } X_a \text{ )} = .99$$

Volume padatan dalam reaktor :

$$\begin{aligned} V &= F_v \cdot t \\ &= 2258.091 \cdot 3.000 \\ &= 6774.273 \text{ lt} \end{aligned}$$

Padatan mengisi 30 % total volume reaktor.

maka volume reaktor :

$$\begin{aligned} \text{Volume reaktor} &= 6774.273 / 0.3 \text{ lt} \\ &= 22580.910 \text{ lt} \end{aligned}$$

$$\text{Dipakai Volume reaktor} = 22.58 \text{ m}^3$$

Menghitung ukuran reaktor :

Reaktor berbentuk silinder Horizontal dengan perbandingan L : D = 6 : 1

$$V_t = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot (h/d) \cdot D}{4}$$

Atau :

$$\begin{aligned} \text{diameter (D)} &= \left[ \frac{V_t}{\pi/4 (h/d)} \right]^{1/3} \\ &= \left[ \frac{22.581}{\pi/4 \cdot 6.000} \right]^{1/3} \\ &= 1.69 \text{ m} \\ \text{Panjang (L)} &= 6 \cdot 1.69 \\ &= 10.12 \text{ m} \end{aligned}$$

diperoleh ukuran Reaktor :

$$\begin{aligned} \text{diameter} &= 1.69 \text{ m} \\ \text{Panjang} &= 10.12 \text{ m} \end{aligned}$$

Kondisi operasi :

$$\begin{aligned} \text{Suhu padatan masuk (t1)} &= 91.50 \text{ C} \\ \text{Suhu padatan keluar (t2)} &= 0 \text{ C} \end{aligned}$$

$$\text{Beban panas} = 730319.375 \text{ Kcal/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Heating Value Batu bara} &= 13830.00 \text{ Btu/lb} \\ &= 7667.35 \text{ Kcal/Kg} \end{aligned}$$

Kebutuhan Batu bara :

$$\begin{aligned} \text{BB} &= \frac{730319.375 \text{ Kcal/jam}}{7667 \text{ Kcal/Kg}} \\ &= 95.251 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

Kebutuhan udara :

$$\begin{aligned} \text{Udara yang dibutuhkan sebanyak} &12.19 \text{ massa BB.} \\ \text{Kebutuhan udara} &= 12.19 \times 95.25 \text{ Kg/jam} \\ &= 1161.104 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total gas bakar} &= 95.25 \text{ Kg/jam} + 1161.10 \text{ Kg/jam} \\ &= 1256.354 \text{ Kg/jam} \end{aligned}$$

$$\text{Tekanan Udara masuk} = 1.200 \text{ atm}$$

Densitas Udara :

$$\begin{aligned} \text{Densitas udara masuk} &= \frac{P \cdot \text{BM udara}}{R \cdot T} \\ &= \frac{1.200 \cdot 44.00}{62.080 \cdot 973.0} \\ &= 0.00066 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Densitas udara keluar} &= \frac{P \cdot \text{BM udara}}{R \cdot T} \\ &= \frac{1.100 \cdot 44.00}{\dots} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 62.080 \cdot 473.00 \\
& = 0.00125 \text{ gr/cm}^3 \\
\text{Densitas rata-rata} & = \frac{0.00066 + 0.00125}{2} \\
& = 0.00095 \text{ gr/cm}^3 \\
& = 0.954 \text{ Kg/m}^3
\end{aligned}$$

Kecepatan jatuh bebas :

$$\begin{aligned}
u_h & = \frac{(\rho_s - \rho_g) g D_p^2}{18 \cdot \mu} \\
& = \frac{(2.360 - 0.00095) 981 0.050^2}{18 \cdot 0.003} \\
& = 107.140 \text{ cm/dt} \\
& = 1.071 \text{ m/dt}
\end{aligned}$$

Kecepatan Linier gas :

Kecepatan massa udara masuk pada suhu 700 C  
Padatan mengisi 30.00 % dari volume total drier

$$\begin{aligned}
G & = 0.3 \text{ kg/dt} \\
\rho_g & = 0.66129 \text{ kg/m}^3
\end{aligned}$$

maka :

$$\begin{aligned}
\text{Kecepatan Volume udara} & = \frac{G}{\rho_g} \\
& = \frac{0.3 \text{ kg/dt}}{0.66129 \text{ kg/m}^3} \\
& = 1 \text{ m}^3/\text{dt}
\end{aligned}$$

Diambil Diameter shell = 1.69 m

$$\begin{aligned}
\text{Luas penampang shell } A & = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \\
& \pi \cdot 1.69^2
\end{aligned}$$



$$= \frac{\dots}{4}$$

$$= 2.232 \text{ m}^2$$

Luas penampang yang dilalui udara pengering

$$A \text{ udara} = A \text{ drier} \cdot (100\% - 30.00\%)$$

$$= 2.232 \cdot 70.00\%$$

$$= 1.562 \text{ m}^2$$

Kecepatan linier udara pada suhu 700.00 C

$$V = \frac{\text{Kec. Volume Udara}}{\text{Luas penampang}}$$

$$= \frac{0.5 \text{ m}^3/\text{dt}}{1.562 \text{ m}^2}$$

$$= 0.34 \text{ m}/\text{dt}$$

Jadi Kecepatan linier udara ( 700 C) = 0.34 m/dt  
 Kecepatan massa udara masuk pada suhu 200 C

$$G = 0.349 \text{ kg}/\text{dt}$$

$$\rho_g = 1.24696 \text{ kg}/\text{m}^3$$

maka :

$$\text{Kecepatan Volume udara} = \frac{G}{\rho_g}$$

$$= \frac{0.349 \text{ kg}/\text{dt}}{1.24696 \text{ kg}/\text{m}^3}$$

$$= 0.280 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Kecepatan linier udara pada suhu 200.00 C

$$V = \frac{\text{Kec. Volume Udara}}{\text{Luas penampang}}$$

$$= \frac{0.280 \text{ m}^3/\text{dt}}{1.562 \text{ m}^2}$$

$$= 0.179 \text{ m}/\text{dt}$$

Jadi Kecepatan linier udara (200 C) = 0.179 m/dt

$$\begin{aligned} \text{Kec. Linier rata-rata} &= \frac{0.338 + 0.179}{2} \\ &= 0.258 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

Karena Kecepatan Linier udara dalam drier < kecepatan jatuh bebas  
maka padatan dalam drier dengan diameter = 1.686 m,  
tidak kabur

Beda Suhu rata-rata Logaritmik :

Suhu Udara masuk = 700.00 °C  
Suhu Udara keluar = 200.00 °C  
Suhu Umpun masuk = 91.50 °C  
Suhu Umpun keluar = 550.00 °C

$$\begin{aligned} \text{DT(lmtd)} &= \frac{(T1 - t1) - (T2 - t2)}{\ln(T1-t1)/(T2-t2)} \\ &= \frac{(700.0 - 550.0) - (200.0 - 91.5)}{\ln \frac{(700.0 - 550.0)}{(200.0 - 91.5)}} \\ &= 128.132 \text{ C} \end{aligned}$$

Luas Transfer Panas

-----  
Beban panas Drier = 730319.38 Kcal/j  
Beda suhu log. = 128.13 oC  
Koef. Transfer panas = 160.00 Kcal/m<sup>2</sup> j oC

$$\begin{aligned} \text{At} &= \frac{Q_t}{\text{LMTD} \cdot h_a} \\ &= \frac{(730319.375) \text{ Kcal/j}}{128.13 \text{ oC} \cdot 160.00 \text{ (Kcal/m}^2 \text{ j oC)}} \\ &= 35.623 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Panjang Drier

Diasumsikan bahwa 50% dari Total luas transfer panas terjadi pada flyer. maka luas transfer panas pada busur drum sebesar:

$$\begin{aligned} \text{At busur} &= \text{At} (1 - 0.5) \\ &= 35.62 (1 - 0.5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= \frac{\text{At busur}}{\text{Panjang Tali busur}} \\ &= \frac{17.812 \text{ m}^2}{1.686 \text{ m}} \\ &= 10.563 \text{ m} \end{aligned}$$

-----  
 Holding Time

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan umpan} &= 4169.8940 \text{ Kg/j} \\ \text{Densitas bulk padatan} &= 1510.40 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan volume umpan} &= 4169.8940 / 1510.40 \\ &= 2.7608 \text{ m}^3/\text{j} \end{aligned}$$

Volume padatan dalam drier :

$$\begin{aligned} V_t &= \frac{\pi \cdot D^2 \cdot L \cdot 0.30}{4} \\ &= \frac{\pi \cdot 1.69^2 \cdot 10.56 \cdot 0.30}{4} \\ &= 7.073 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Holding Time :

$$\begin{aligned} t &= \frac{V_t}{F_v} \\ &= \frac{7.073 \text{ m}^3}{2.761 \text{ m}^3/\text{j}} \\ &= 2.562 \text{ j} \end{aligned}$$

Sudut kemiringan drier

-----  
Diameter drier = 5.53 ft  
Panjang drier = 34.66 ft  
Putaran drier = 4 rpm  
Koeff. k drier = 12

Sudut kemiringan

$$s = \frac{k \cdot L}{n \cdot D \cdot t}$$
$$= \frac{12 \cdot 34.66}{4 \cdot 5.53 \cdot 153.717}$$
$$= 0.1223 \text{ in/ft}$$
$$= 0.010189 \text{ ft/ft ( } 0.102^\circ \text{ )}$$

Daya Rotary Drier

-----  
Diameter drier = 5.53 ft  
Panjang drier = 34.66 ft

$$P = 5 + 0.11 D \cdot L$$
$$= 5 + 0.11 \cdot 5.53 \cdot 34.66$$
$$= 26.09 \text{ Hp}$$

Dipakai motor Standard 3 fase dengan daya = 30.00 Hp

## 8. Spesifikasi Reaktor

Tugas : Mereaksikan Mono sodium fosfat dengan Di sodium fosfat menjadi Sodium Tri Poly Phospat dengan kecepatan umpan = 10203.7109 kg/j

Jenis : Reaktor Kiln

Kondisi Operasi :  
Tekanan : 1 atm  
Suhu : 550 °C

Diperoleh ukuran reaktor :

Diameter = 1.69 m

Tinggi = 10.12 m

Tebal Isolasi :

Tebal Isolasi = 3 in

Jenis bahan Isolasi = Asbes

Jenis Bahan Reaktor : Baja Steinless Steel

Jumlah reaktor = 1

