

**PRARANCANGAN PABRIK NATRIUM DIFOSFAT  
HEPTAHIDRAT DARI NATRIUM KLORIDA DAN  
ASAM FOSFAT DENGAN  
KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN**

**TUGAS AKHIR**

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



**Oleh:**

**Nama : Ghifari Lukmanadin  
NIM : 15 521 004**

**Nama : Moh.Valen Febriyanto  
NIM : 15 521 050**

**TEKNIK KIMIA  
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
YOGYAKARTA  
2019**

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN**

**PRA RANCANGAN PABRIK NATRIUM  
DIFOSFAT HEPTAHIDRAT DARI NATRIUM  
KLORIDA DAN ASAM FOSFATDENGAN  
KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ghifari Lukmanadin  
NIM : 15 521 004

Nama : Moh. Valen Febriyanto  
NIM : 15 521 050

Yogyakarta, 30 Oktober 2019

Menyatakan bahwa seluruh hasil Perancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian pernyataan ini kami buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Ghifari Lukmanadin



Moh. Valen Febriyanto

# LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

## PRA RANCANGAN PABRIK NATRIUM DIFOSFAT HEPTAHIDRAT DARI NATRIUM KLORIDA DAN ASAM FOSFAT DENGAN KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR



Nama : Ghifari Lukmanadin  
NIM : 15 521 004

Nama : Moh. Valen Febriyanto  
NIM : 15 521 050

Yogyakarta, 30 Oktober 2019

Pembimbing I,

Ir. Agus Taufiq, M.Sc

Pembimbing II,

Lilis Kistriyani, S.T., M.Eng

# LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

## PRARANCANGAN PABRIK NATRIUM DIFOSFAT HEPTAHIDRAT DARI NATRIUM KLORIDA DAN ASAM FOSFAT DENGAN KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN

### PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Ghifari Lukmanadin  
No. Mahasiswa : 15 521 004

Nama : Moh. Valen Febriyanto  
No. Mahasiswa : 15 521 050

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

Yogyakarta, 22 November 2019

Tim Penguji,

Ir. Agus Taufiq, M.Sc  
Ketua

Farham H. M. Saleh, Dr., Ir., MSIE  
Anggota I

Venitalitya Alethea S.A., S.T., M.Eng  
Anggota II



Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia



Ir. Suharno Rusdi, Ph.D.

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum wr wb.*

Puji dan syukur penyusun panjatkan Ke-hadirat Allah SWT sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam selalu tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW

Sesuai dengan kurikulum pada program studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, salah satu kewajiban mahasiswa adalah melaksanakan Tugas Akhir yang merupakan syarat yang harus ditempuh untuk menuju kelulusan. Untuk memenuhi kewajiban tersebut, maka penyusun telah melaksanakan Tugas Akhir dengan mengambil judul *Pra rancangan Pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat dari Natrium Nitrat dan Asam Fosfat dengan Kapasitas 35.000 ton/tahun.*

Terlaksananya Tugas Akhir ini tentu saja tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penyusun mengucapkan terimakasih sebesar besarnya kepada :

1. Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kepada Orang Tua kami yang telah memberikan banyak do'a, motivasi serta dukungan dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini maupun dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir.
3. Bapak **Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T.**, Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

4. Bapak **Ir. Suharno Rusdi, Ph.D.** selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
5. Bapak **Ir. Agus Taufiq, M.Sc** selaku Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir
6. Ibu **Lilis Kistriyani, S.T., M.Eng** selaku Dosen pembimbing 2 Tugas Akhir
7. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
8. Teman-teman di jurusan Teknik Kimia yang telah mendukung dan memberi semangat serta motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Semua pihak yang telah membantu penulis.

Penulis Menyadari bahwa dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini masih banyak kesalahan dan kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan Tugas Akhir ini.

Akhirnya penulis berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak yang telah membaca.

*Wassalamualaikum Wr Wb.*

Yogyakarta, 30 Oktober 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
BAB I .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Kapasitas Pabrik .....	4
1.2.1 Jumlah kebutuhan Natrium Difosfat Heptahidrat di Indonesia .....	4
1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku .....	6
1.3 Tinjauan Pustaka .....	6
BAB 2 .....	11
PERANCANGAN PRODUK .....	11
2.1 Spesifikasi Produk .....	11
2.1.1 Produk Utama .....	11
2.1.2 Produk Samping .....	12
2.2 Spesifikasi Bahan Baku .....	13
2.2.1 Sifat Fisik dan Kimia .....	13
2.3 Perencanaan Produksi .....	15
2.3.1 Pengendalian Produksi .....	16
BAB III .....	20
PENGENDALIAN PROSES .....	20
3.1 Langkah Proses .....	20
3.1.1 Persiapan Bahan Baku .....	20
3.1.2 Pembentukan Produk .....	21
3.1.3 Pengkristalan Produk .....	23

3.1.4	Pengeringan Produk.....	23
3.2	Spesifikasi Alat .....	24
3.2.1	<i>Mixer</i> .....	24
3.2.2	Reaktor.....	24
3.2.3	<i>Evaporator</i> .....	25
3.2.4	<i>Crystallizer</i> .....	27
3.2.5	<i>Centrifuge</i> .....	28
3.2.6	<i>Rotary Dryer</i> .....	28
3.2.7	Tangki Penyimpanan Asam Fosfat .....	29
3.2.8	Tangki Penyimpanan Asam Klorida.....	30
3.2.9	Pompa .....	30
3.2.10	Pompa .....	31
3.2.11	Pompa .....	32
3.2.12	Pompa .....	33
3.2.13	Pompa .....	33
3.2.14	Pompa .....	34
3.2.15	Heat Exchanger.....	35
3.2.16	<i>Heat Exchanger</i> .....	36
3.2.17	<i>Heat Exchanger</i> .....	37
3.2.18	<i>Hopper</i> .....	39
3.2.19	<i>Screw Conveyor</i> .....	39
3.2.20	<i>Belt Conveyor</i> .....	40
3.2.21	<i>Belt Conveyor</i> .....	40
3.2.22	<i>Bucket Elevator</i> .....	41
3.2.23	<i>Bucket Elevator</i> .....	42
3.2.24	Silo.....	42
3.2.25	<i>Condensor</i> .....	43
3.2.26	Gudang natrium difosfat heptahidrat .....	44
3.3	Perencanaan Produk .....	45
3.3.1	Analisis Kebutuhan Bahan Baku .....	45
3.3.2	Analisis Kebutuhan Alat Industri.....	45

BAB IV .....	46
PERANCANGAN PABRIK.....	46
4.1    Penentuan Lokasi Pabrik .....	46
4.2    Tata Letak Pabrik .....	48
4.3    Tata Letak Alat Proses .....	54
4.4    Alir proses dan Material .....	56
4.5    Utilitas .....	65
4.6    Organisasi Perusahaan.....	80
4.7    Fasilitas Karyawan .....	91
4.8    Evaluasi Ekonomi.....	93
4.9    Analisa Kelayakan.....	108
4.9.1 <i>Return on Investment (ROI)</i> .....	108
4.9.2 <i>Pay Out Time (POT)</i> .....	108
4.9.3 <i>Break Even Point (BEP)</i> .....	109
4.9.4 <i>Shut Down Point (SDP)</i> .....	110
4.9.5 <i>Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)</i> .....	110
BAB V.....	112
PENUTUP.....	112
5.1    Kesimpulan .....	112
5.2    Saran.....	113

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kebutuhan Impor Natrium Difosfat Heptahidrat.....	5
Gambar 4.1	Tata Letak Pabrik.....	52
Gambar 4.2	Layout Proses.....	55
Gambar 4.3	Diagram Alir Kualitatif.....	63
Gambar 4.4	Diagram Alir Kuantitatif.....	64
Gambar 4.5	Cooling Tower .....	70
Gambar 4.6	Struktur Organisasi .....	81

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data Kebutuhan Natrium Difosfat Heptahidrat .....	4
Tabel 4.1	Perincihan Luas Tanah dan Bangunan Pabrik.....	53
Tabel 4.2	Neraca Massa <i>Mixer</i> (M-01) .....	56
Tabel 4.3	Neraca Massa Reaktor (R-01).....	57
Tabel 4.4	Neraca Massa <i>Evaporator</i> (EV-01).....	57
Tabel 4.5	Neraca Massa <i>Crystallizer</i> (CR-01) .....	58
Tabel 4.6	Neraca Massa <i>Centrifuge</i> (CF-01) .....	58
Tabel 4.7	Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i> (RD-01) .....	58
Tabel 4.8	Neraca Massa Total .....	59
Tabel 4.9	Neraca Panas Reaktor (R-01).....	59
Tabel 4.10	Neraca Panas <i>Evaporator</i> (EV-01) .....	60
Tabel 4.11	Neraca Panas <i>Crystallizer</i> (CR-01).....	60
Tabel 4.12	Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i> (RD-01) .....	61
Tabel 4.13	Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> (HE-01).....	61
Tabel 4.14	Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> (HE-02).....	61
Tabel 4.15	Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> (HE-03).....	62
Tabel 4.16	Neraca Panas <i>Condenser</i> (CD-01) .....	62
Tabel 4.17	Hasil Uji Air Sungai Bengawan Solo.....	66
Tabel 4.18	Gaji Karyawan.....	88
Tabel 4.19	Jadwal kerja.....	91
Tabel 4.20	Harga Indeks .....	96
Tabel 4.21	Harga bahan baku.....	97
Tabel 4.22	Harga Alat dalam Proses Produksi.....	98
Tabel 4.23	Harga Alat Utilitas .....	101
Tabel 4.24	Harga Bahan Baku .....	103
Tabel 4.25	Gaji Buruh .....	104
Tabel 4.26	Harga Bahan Utilitas .....	105

## ABSTRAK

Pabrik Natrium difosfat heptahidrat dirancang dengan kapasitas 35.000 ton/tahun, menggunakan bahan baku natrium klorida (NaCl) dengan kemurnian 99% sebesar 1872,9867 kg/jam dan asam fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) dengan kemurnian 54% sebesar 2876,1819 kg/jam. Bahan baku natrium klorida (NaCl) disuplai dari PT. Toya Indo Manunggal Chemical yang berlokasi di Sidoarjo, Jawa Timur, dengan produksi natrium klorida (NaCl) sebesar 250.000 ton/tahun. Dan bahan baku asam fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) disuplai dari PT. Petrokimia Gresik yang berlokasi di Gresik, Jawa Timur, dengan produksi asam fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) sebesar 200.000 ton/tahun. Pabrik direncanakan beroperasi secara kontinyu selama 330 hari dalam satu tahun dan akan didirikan di Gresik, Jawa Timur dengan total 150 karyawan. Pabrik ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT) luas tanah keseluruhan 14.500 m<sup>2</sup>. Proses produksi akan dioperasikan menggunakan reaktor dengan kondisi operasi suhu 90°C, tekanan 1 atm dengan konversi reaksi 95% menggunakan reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Reaksi berlangsung pada fase cair – cair dan endotermis. Utilitas yang diperlukan terdiri dari air 207.308 kg/jam dan daya listrik 287.808 kW dipenuhi dari PLN dengan cadangan generator 7.273 kg/jam bahan bakar. Modal tetap (*Fixed Capital*) yang diperlukan sebesar Rp. 206.708.978.527 modal kerja (*Working Capital*) sebesar Rp. 46.330.861.668 dengan keuntungan sebelum pajak Rp. 88.704.966.980 per tahun, dan sesudah pajak Rp. 42.578.384.150 per tahun, *Return of Investment* (ROI) sebelum pajak 31,37 %, dan sesudah pajak 15,06 %, *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 2,4 tahun dan sesudah pajak 4 tahun, *Discounted Cash Flow of Return* (DCFR) 15,31%, *Break Even Point* (BEP) 42,05% dan *Shut Down Point* (SDP) 18,03%. Dari analisis ekonomi tersebut maka pendirian pabrik ini layak untuk didirikan.

**Kata Kunci:** Natrium Difosfat Heptahidrat, Natrium Klorida, Asam Fosfat

## **ABSTRACT**

*Sodium diphosphate heptahydrate plant is designed with a capacity of 35.000 tons / year, using sodium chloride (NaCl) with 99% purity of 1872.9867 kg / hour and phosphoric acid (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) with 54% purity of 2876.1819 kg / hour. The raw material for sodium chloride (NaCl) is supplied from PT. Toya Indo Manunggal Chemical, located in Sidoardjo, East Java, with the production of sodium chloride (NaCl) of 250.000 tons / year. And the raw material for phosphoric acid (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) is supplied from PT. Gresik Petrochemical, located in Gresik, East Java, with a production of 200.000 tons / year of phosphoric acid (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>). The plant is approved continuously for 330 days a year and will be established in Gresik, East Java with a total of 150 employees. Factory area of 14.500 m<sup>2</sup>. The production process will use a reactor that uses a temperature of 9 °C, 1 atm pressure with 95% conversion using a stirred tank flow reactor (RATB). The reaction takes place in the liquid-liquid and endothermic phase. Utilities needed consisted of water 207.308 kg / hour and electrical power of 287.808 kW, from PLN using a 7.273 kg / hour fuel generator. Fixed Capital (Fixed Capital) required of Rp. 206,708,978,527 working capital (Working Capital) of Rp. 46.330.861.668 with profit before tax of Rp. 88.704.966.980 per year, and after taxes Rp. 42.578.384.150 per year, Return on Investment (ROI) before tax 31,37%, and after tax 15,06%, Pay Out Time (POT) before tax 2,4 years and after 4 years tax, Discount Cash Flow Returns (DCFR ) 15,31%, Break Even Point (BEP) 42.05% and Shut Down Point (SDP) 18,03%. From the economic analysis the factory is feasible to be established.*

**Key Words:** *Sodium Diphosphate Heptahydrate, Sodium Chloride, Phosphoric Acid*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Salah satu factor utama dalam persaingan global yaitu Sumber Daya Manusia (SDM), dengan menciptakan SDM yang memiliki kualitas tinggi, keterampilan, dan berdaya saing tinggi dalam persaingan global, salah satu kunci dalam persaingan global. Pesatnya perkembangan teknologi, masyarakat Indonesia terus menerus berubah sejalan dengan perkembangan teknologi, dari masyarakat pasca industri, masyarakat industry, hingga masyarakat pertanian yang serba teknologis. Oleh sebab itu, meningkatkannya sumber daya manusia secara kualitas maupun kuantitas sangat diperlukan untuk mendukung IPTEK dalam bidang industry khususnya

Dimasa yang akan datang pertumbuhan ekonomi Indonesia membutuhkan kontribusi teknologi yang lebih nyata, karena tak selamanya Indonesia dapat mengandalkan hasil dari eksploitasi sumber daya alam dalam menyokong perekonomiannya. Pertumbuhan dan perkembangan industry merupakan bagian dari usaha pembangunan jangka panjang untuk ekonomi. Meningkatnya penduduk yang bekerja dan mengurangnya jumlah pengangguran, ditopangnya dengan pertumbuhan ekonomi yang membaik, sehingga tenaga kerja baru cenderung menyerap

Kesejahteraan masyarakat pada suatu wilayah yaitu suatu manifestasi yang diraih masyarakat tersebut yang didapat dari macam macam upaya, termasuk upaya dan kegiatan aktivitas ekonomi suatu masyarakat. Untuk mencapai

kondisi yang ideal ini perencanaan dan aktivitas sangat dipersukan selain oleh masyarakat tersebut pemerintah yang dominan, baik menyangkut kegiatan, perencanaan, dan bantuan biaya berupa modal. Segala bidang dalam hal ini dituntut untuk tangguh, baik dari sector industry maupun bidang bidang yang lainnya saling menunjang. Dengan adanya era ini kita terpacu untuk menjadi lebih efisien dalam melakukan terobosan terobosan yang baru, sehingga dihasilkannya produk yang mempunyai panga pasar, daya saing, efisien dan efektifitas dan juga ramah terhadap lingkungan.

Produk yang dihasilkan dan juga dibutuhkan salah satunya adalah Natrium Difosfat. Natrium Difosfat adalah senyawa fosfat yang sering digunakan dalam bahan baku maupun pembantu di industry kimia.

Nama nama lain dari Natrium Difosfat yaitu Sodium Phospate Dibasic, Sodium Orhofosfate, Sodium Hidrogen Phospate, atau Secondary Sodium Phospate. Rumus kimia dari natrium difosfatnya itu sendiri adalah  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  yang umumnya dikenal dengan nama Sodium Phospate yaitu bahan bakar pembuatan *Monosodium Phospate* ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ), Natrium Tripolifosfat ( $\text{Na}_2\text{P}_3\text{O}_{10}$ ) dan juga Natrium Trifosfat ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ).

Sering kali Natrium Difosfat ditemui dengan bentuk hidrat. Salah satunya adalah Natrium Difosfat Heptahidrat yaitu bahan baku pembuatan pencelup tekstil, detergen, pembuatan warna, pengolahan air, industry kertas, bahan pelindung api dan lain lain.

Banyaknya pertambahan industry industry kimia khususnya Indonesia, terutama industry tekstil yaitu kertas, detergen, maka semakin meningkatnya

kebutuhan Natrium Difosfat Heptahidrat. Sehingga adanya perancangan pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat sangatlah penting di Indonesia. Untuk membantu dalam menyediakan bahan untuk industri industry, dan sebagai komoditi ekspor.

Bahan baku merupakan faktor penting dalam kelangsungan produksi suatu pabrik. Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan Natrium Difosfat adalah asam fosfat dan natrium klorida. Kebutuhan asam fosfat dan natrium klorida sebagai bahan baku ini dapat dipenuhi dengan diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik yang berlokasi di Gresik, Jawa Timur, dengan kapasitas produksi asam fosfat sebesar 200.000 ton/tahun dan natrium klorida diperoleh dari PT. Toya Indo Manunggal Chemical yang berlokasi di Sidoarjo, Jawa Timur, dengan kapasitas produksi natrium klorida sebesar 250.000 ton/tahun.

Harga produk dan bahan baku dapat dilihat sebagai berikut:

Natrium Difosfat = US\$ 1.500/Ton

Asam Fosfat = US\$ 800/Ton

Natrium Klorida = US\$ 100/Ton

Pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat memberikan dampak yang sangat baik yaitu meliputi:

1. Sumber devisa Negara menghemat (mengurangi kebutuhan ekspor)
2. Terbantunya pabrik-pabrik di Indonesia yang bahan bakunya menggunakan Sodium fosfat
3. Terbukanya lapangan pekerjaan untuk masyarakat sehingga angka pengangguran pun semakin mengecil

4. Proses alih teknologi dimana adanya produk yang dihasilkan melalui teknologi modern membuktikan bahwa sarjana Indonesia mampu menyerap ilmu serta teknologi modern

## 1.2 Kapasitas Pabrik

Dalam menentukan kapasitas produksi yang menguntungkan, digunakan beberapa pertimbangan, yaitu:

1. Jumlah impor Natrium Difosfat Heptahidrat di Indonesia
2. Ketersediaan bahan baku
3. Kapasitas produksi minimum

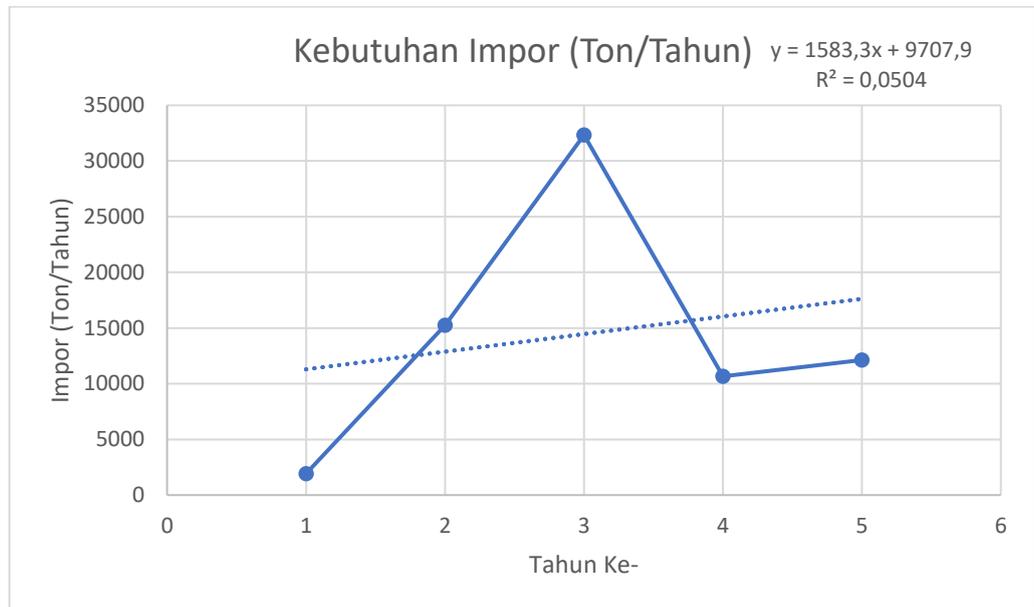
### 1.2.1 Jumlah kebutuhan Natrium Difosfat Heptahidrat di Indonesia

Berdasarkan data statistik, kebutuhan Natrium Difosfat Heptahidrat di Indonesia terus mengalami peningkatan. Belum adanya produksi Natrium Difosfat heptahidrat di Indonesia, mengakibatkan Indonesia harus mengimpor dari luar negeri.

**Tabel 1.1 Data kebutuhan Impor Natrium Difosfat Heptahidrat**

Tahun	Impor (Ton)
2014	1923,662
2015	15238,228
2016	32333,566
2017	10669,157
2018	12124,891

(Sumber: Badan Pusat Statistik Indonesia, Maret 2019)



**Gambar 1.1 Kebutuhan Impor Natrium Difosfat Heptahidrat**

Terlihat bahwa impor Natrium Difosfat mengalami fluktuatif. Sehingga kebutuhan impor Natrium Difosfat untuk tahun-tahun berikutnya dapat diperkirakan dengan menggunakan metode *least square*. Dengan menggunakan metode tersebut didapatkan persamaan  $y = 1583,3x + 9707,9$ , sehingga pada tahun 2024 diperkirakan kebutuhan Natrium Difosfat Heptahidrat sebesar 27.046,2 Ton/Tahun.

Kapasitas yang dapat memberikan keuntungan jika didirikan pabrik NDH adalah antara 35.000 ton/tahun – 80.000 ton/tahun (Faith and Keyes, 1965).

Pabrik lain yang telah memproduksi Natrium Difosfat Heptahidrat yaitu Tianjin Hutong Global Trade Co., Ltd, China, dengan kapasitas produksi sebesar 50.000 ton/tahun, Rhodia, Port Maintland, USA dengan kapasitas produksi 80.000 ton/tahun, dan Astaris, Carondelet, USA dengan kapasitas produksi 55.000 ton/tahun.

Mengingat bahwa pabrik NDH belum didirikan di Indonesia, dan akan direncanakan untuk didirikan di Indonesia, maka diambil kapasitas 35.000 ton/tahun dengan asumsi bahwa 350.000 ton/tahun merupakan 130% dari kebutuhan impor NDH pada tahun 2024 yaitu sebesar 27.046,2 ton/tahun. Diambil 90% untuk kebutuhan dalam negeri yaitu sebesar 24.412 ton/tahun dan 40% untuk kebutuhan ekspor yaitu sebesar 10.588 ton/tahun. Adapun diambil 90% produksi dalam negeri yaitu untuk memenuhi kebutuhan Natrium Difosfat Heptahidrat itu sendiri yang mana dibutuhkan oleh pabrik-pabrik seperti Total Chemindo Loka yang memproduksi Detergent, PT.Pabrik Kertas yang memproduksi Kertas, dan lain lain. Dan juga mengingat bahwa kebutuhan seperti detergen, kertas, industri tekstil di Indonesia yang peningkatannya semakin pesat.

#### 1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Dalam perancangan pabrik ini bahan baku yang digunakan adalah asam fosfat yang diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik yang berlokasi di Gresik, Jawa Timur, dengan kapasitas produksi asam fosfat sebesar 200.000 ton/tahun dan natrium klorida diperoleh dari PT. Toya Indo Manunggal Chemical yang berlokasi di Sidoarjo, Jawa Timur, dengan kapasitas produksi natrium klorida sebesar 250.000 ton/tahun.

### 1.3 Tinjauan Pustaka

Natrium difosfat heptahidrat dengan rumus kimia  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  merupakan bahan kimia yang berbentuk padatan tidak berwarna. Dans dan Schreiner

merupakan pengembang natrium difosfat pertama kali, setelah ditemukannya diagram fase *sodium arthofosfate*. Natrium difosfat sebelumnya hanya dimanfaatkan sebagai larutan penyangga oleh Wendraw dan Kobe. Awalnya natrium difosfat dibuat dari larutan asam fosfat yang direaksikan dengan natrium karbonat pada suhu 90 °C untuk melepaskan gas CO<sub>2</sub> dari larutan (Kirk Othmer, 1978).

Adapun terdapat dua macam proses dalam pembuatan natrium difosfat heptahidrat berdasarkan jenis bahan bakunya, yaitu:

1. Pembuatan DSP menggunakan bahan baku asam fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) dan sodium karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)
2. Pembuatan DSP menggunakan bahan baku asam fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) dan natrium klorida (NaCl) dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Metode Pembuatan Natrium Difosfat Dengan Menggunakan Bahan Baku Asam Fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) Dan Sodium Karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)

Pembuatan natrium difosfat dengan mereaksikan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dengan perbandingan berat 600 lb : 800 lb untuk menghasilkan produk 1 ton natrium difosfat. Reaksi berjalan dalam reaktor pada fase cair- cair dengan kondisi operasi; suhu 90 °C dan tekanan 1 atm.

Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Hasil reaksi yang berupa campuran padatan dan cairan dilewatkan ke penyaring untuk memisahkan produk natrium difosfat yang berupa *slurry* dengan filtrat dan air pencuci. Kemudian natrium difosfat yang

berbentuk *slurry* dikristalkan dengan *crystallizer*. Produk kristal natrium difosfat lalu disaring untuk memisahkan kristal dengan sisa cairannya. Dari penyaringan produk natrium difosfat lalu dimasukkan ke alat pengering untuk mengeringkan produk. Natrium karbonat yang tidak bereaksi diumpankan kembali sebagai bahan baku dengan terlebih dahulu dipekatkan atau diuapkan (Faith Keyes, 1957).

b. Metode Pembuatan Natrium Difosfat Dengan Bahan Baku Asam Fosfat Dan Natrium Klorida

Reaksi yang terjadi:



Natrium difosfat dengan melurukan NaCl padat dengan H<sub>2</sub>O pada *mixer*. Lalu direaksikan dengan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dalam reaktor pada suhu 90 °C dan bertekanan 1 atm, produk keluar reaktor diumpankan menuju *evaporator* untuk menguapkan kandungan air. Produk *evaporator* diumpankan lalu didinginkan dalam kristalisasi untuk menghasilkan kristal natrium difosfat yang mengandung 12 molekul air. Kristal menuju *centrifuge* dan dikemas dalam wadah tahan air. Cairan induk dikembalikan ke tangki pencampur. Kristal nya membesar, kehilangan 5 molekul air dan membentuk heptahidrat pada paparan udara. Produk

kristal akan dikeringkan dengan menggunakan pengering putar dengan media pengering udara.

### 1.3.1 Pemilihan Proses

#### a. Berdasarkan Ekonomi Potensial

Dari dua proses tersebut sebagai dasar di bagian penentuan proses.

BAHAN	Mr (kg/kmol)	Harga (\$)
Asam Fosfat( $H_3PO_4$ )	98	0.6
Natrium Karbonat ( $Na_2CO_3$ )	106	1.1
Natrium Klorida ( $NaCl$ )	58.5	0.4
Natrium Difosfat ( $Na_2HPO_4$ )	142	2.8

#### Reaksi 1



$$\begin{aligned} \text{Potensial Ekonomi (PE)} &= (\text{BM } Na_2HPO_4 \times \text{Harga } Na_2HPO_4) - (\text{BM } H_3PO_4 \times \\ &H_3PO_4 + \text{BM } Na_2CO_3 \times \text{Harga } Na_2CO_3) \\ &= (142 \times 2,8) - (98 \times 0,6) + (106 \times 1,1) \\ &= \$222 \end{aligned}$$

#### Reaksi 2



$$\begin{aligned} \text{Potensial Ekonomi(PE)} &= (\text{BM } Na_2HPO_4 \times \text{Harga } Na_2HPO_4) - (\text{BM } NaCl \times \text{Harga} \\ &NaCl + \text{BM } H_3PO_4 \times \text{Harga } H_3PO_4) \\ &= (142 \times 2,8) - (98 \times 0,6) + (58,5 \times 0,4) \\ &= \$315,4 \end{aligned}$$

b. Berdasarkan Teknik

No.	Keadaan	Metode 1	Metode 2
1	Fasa	Cair – Cair **	Cair – Cair **
2	Reaktor	RATB ***	RATB ***
3	Kondisi Operasi	T = 90 P = 1 atm **	T = 90 P = 1 atm **
4	Tipe Reaksi	Eksotermis **	Endotermis **
5	Konversi	90% **	95% **
6	Potensial Ekonomi	\$222,2 **	\$315,4 ***
	Total	15	17

Dari perbandingan diatas maka dipilihlah proses pembuatan natrium difosfat dengan Metode II yaitu dari  $H_3PO_4$  (asam fosfat) dan NaCl (natrium klorida) dengan alasan:

- 1) Konversi yang dihasilkan tinggi, mencapai 95%
- 2) Harga NaCl lebih murah dibanding  $Na_2CO_3$
- 3) Potensial ekonomi yang dihasilkan lebih tinggi
- 4) Bisa menggunakan asam fosfat dengan kemurnian lebih rendah (54%)

## BAB 2

### PERANCANGAN PRODUK

Prarancangan pabrik natrium difosfat heptahidrat dari natrium klorida dan asam fosfat didirikan dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri seperti industri pembuatan deterjen, industri tekstil, maupun industri kertas.

#### 2.1 Spesifikasi Produk

##### 2.1.1 Produk Utama

##### 1. Natrium Difosfat Heptahidrat

Sifat fisis dari Natrium Difosfat heptahidrat:

Rumus molekul :  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Berat molekul : 268 g/gmol

Bentuk : Kristal

Warna : Tidak berwarna (transparan)

Titik lebur : 250 °C

Densitas : 1,500 g/cm<sup>3</sup>

Kemurnian : 98%

Impuritas : 2% air

*Specific gravity* : 1,679 g/cc

Sifat kimia:

1. Reaksi Dehidrasi:



2. Reaksi Lain:



(Kirk Othmer, 1978)

## 2.1.2 Produk Samping

### 1. Asam Klorida

Sifat fisis dari asam klorida:

Rumus molekul : HCl

Berat molekul : 36,5 g/gmol

Bentuk : Cair

Warna : Putih

Titik didih : 110 °C

Kemurnian : 29%

Impuritas : 71% air

*Specific gravity* : 1,18g/ml

Sifat Kimia HCl :

1. HCl akan berasap tebal di udara lembab;
2. Gasnya berwarna kuning kehijauan dan berbau tajam;
3. Dapat larut dalam alkali hidroksida, kloroform, dan eter;
4. Merupakan oksidator kuat;
5. Racun bagi pernapasan.

## 2.2 Spesifikasi Bahan Baku

Spesifikasi asam fosfat pada perancangan ini ditetapkan memiliki karakteristik standar asam fosfat untuk pembuatan pupuk, dan industri kimia lainnya. Asam fosfat merupakan hasil reaksi antara batuan fosfat dan asam sulfat, dimana kedua bahan baku tersebut harus memenuhi spesifikasi agar dapat menghasilkan proses yang sempurna sehingga dapat menghasilkan produk yang berkualitas.

### 2.2.1 Sifat Fisik dan Kimia

#### 1. Asam Fosfat

Sifat fisis dari Asam Fosfat:

Rumus molekul :  $\text{H}_3\text{PO}_4$

Berat Molekul : 98 g/gmol

Bentuk : Cair

Warna : Tidak Berwarna (transparan)

Titik lebur : 42 °C

Titik didih : 213 °C

Densitas : 1,685 g/cm<sup>3</sup>

Kemurnian : 54%

Impuritas : 46%

*Specific gravity* : 1,84 g/ml

Sifat kimia asam fosfat:

Merupakan asam tribasa, pelepas ion hidrogen yang pertama adalah ionisasi yang paling cepat. Ionisasi kedua adalah sedang dan yang ketiga sudah lambat. Hal ini bisa dilihat dari ketetapan penguraian ionisasi (kirk-Othmer, 1978):



Asam fosfat lebih kuat dari asam asetat, asam oksalat, dan asam borak, tetapi lebih lemah dibandingkan asam nitrat, asam sulfat, dan asam klorida.

## 2. Natrium Klorida

Sifat fisis dari Natrium Klorida:

Rumus molekul : NaCl

Berat molekul : 58,5 g/gmol

Bentuk : Kristal

Warna : Putih / Jernih

Densitas : 1,933 g/cm<sup>3</sup>

Kemurnian : 99% berat

Impuritas : 1% berat H<sub>2</sub>O

*Specific gravity* : 1.007 g/ml

Sifat kimia dari natrium klorida:

1. Bisa didapat dari reaksi NaOH dan HCl sehingga pH nya netral;
2. Larutan elektrolit nya kuat karena terionisasi sempurna pada air.

### **2.3 Perencanaan Produksi**

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar, ada dua hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor eksternal dan internal. Faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

#### **1. Kemampuan Pasar**

- a. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi dirancang semaksimal mungkin.
- b. Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik, maka ada tiga alternatif yang dapat diambil, yaitu:
  - 1) Rencana produksi tetap dengan pertimbangan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan pada tahun berikutnya.
  - 2) Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
  - 3) Mencari daerah pemasaran lain.

## 2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain:

### a. Material (Bahan Baku)

Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan.

### b. Manusia (Tenaga Kerja)

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilan atau *skill* meningkat.

### c. Mesin (Peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan peralatan, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja mesin efektif yaitu kemampuan alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu.

#### 2.3.1 Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik dan sesuai harapan. Kegiatan proses produksi diharapkan akan menghasilkan produk yang kualitasnya sesuai dengan standar mutu dagang dan jumlah produksi serta waktu yang tepat sesuai dengan rencana yang sudah ditetapkan. Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut:

## 1. Pengendalian Kualitas (*Quality Control*)

Faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya penyimpangan kualitas yaitu mutu bahan baku yang jelek, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor atau analisa pada bagian laboratorium pemeriksaan.

Laboratorium memegang peran yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu dari produk melalui analisa, baik itu terhadap bahan baku, produk maupun analisa air. Hasil analisa ini diperlukan untuk mutu dan penentuan tingkat efisiensi. Proses pemeriksaannya harus dilakukan secara rutin agar dapat segera diketahui normal tidaknya suatu proses sehingga bila terjadi penyimpangan dapat segera diatasi.

Fungsi lain dari laboratorium adalah mengendalikan pencemaran lingkungan, baik udara maupun limbah cair. Laboratorium kimia merupakan sarana kegiatan penelitian guna untuk pengembangan perusahaan agar lebih maju dan menguntungkan baik dari segi teknis maupun non teknis.

Laboratorium berada dibawah bidang teknis dan produksi, yang mempunyai tugas:

- a. Sebagai pengontrol kualitas produk yang akan dipasarkan.
- b. Sebagai pengontro kualitas bahan baku dan bahan tambahan yang akan digunakan.

- c. Sebagai peneliti dan pelaku riset terhadap segala sesuatu yang berkenen dengan pengembangan dan peningkatan mutu produk.
- d. Sebagai mengontrol mutu air proses, air pendingin, steam dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi.
- e. Sebagai pengontrol terhadap produksi, baik polusi udara, cair maupun padatan.

Adapun analisa yang dilakukan di laboratorium adalah sebagai berikut:

- a) Analisa mutu bahan baku
- b) Analisa mutu produk
- c) Analisa mutu air

## 2. Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama, dan faktor lain yang dapat menghambat proses produksi. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi, selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

## 3. Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kualitas produk dengan jumlah yang tertentu membutuhkan waktu yang cukup, yaitu dengan mengatur waktu pengantaran bahan baku yang ditinjau dari lamanya waktu yang akan ditempuh dan tingkat keamanan. Misal pengantaran bahan baku NaCl

dari Sidoardjo menuju Gresik dengan waktu tempu 3 hari. Apabila waktu pengantarannya dilakukan secara cepat, ditakutkan akan terjadi sesuatu hal yang tidak diinginkan selama proses pengangkutan tersebut, misalkan kecelakaan.

#### 4. Pengendalian Bahan Proses

Untuk mencapai produk dengan kualitas dan kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan baku untuk setiap proses produksi harus tercukupi. Bahan baku natrium klorida ( $\text{NaCl}$ ) disuplai dari PT. Toya Indo Manunggal Chemical yang berlokasi di Sidoardjo, Jawa Timur, dengan produksi natrium klorida ( $\text{NaCl}$ ) sebesar 250.000 ton/tahun. Dan bahan baku asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) disuplai dari PT. Petrokimia Gresik yang berlokasi di Gresik, Jawa Timur, dengan produksi asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) sebesar 200.000 ton/tahun. Adapun kebutuhan  $\text{NaCl}$  dalam adalah sebesar 14.834,0547 ton/tahun , dan kebutuhan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dalam adalah sebesar 22.779,3607 ton/tahun, maka kebutuhan bahan baku dapat terpenuhi.

Oleh karena itu, dibutuhkan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan bahan baku.

## **BAB III**

### **PENGENDALIAN PROSES**

#### **3.1 Langkah Proses**

Proses pembuatan natrium difosfat heptahidrat dapat dibagi menjadi empat tahap, yaitu:

1. Persiapan bahan baku
2. Pembentukan produk
3. Pengkristalan produk
4. Pengeringan produk

##### **3.1.1 Persiapan Bahan Baku**

###### **a. Pengumpanan Natrium Klorida**

Natrium klorida (NaCl) yang berwujud padat dengan kemurnian 99% disimpan dalam *hopper* (H-01) pada kondisi 30 °C dan tekanan 1 atm. Natrium klorida padat diangkut dari *hopper* (H-01) secara vertikal dengan menggunakan *screw conveyor* (SC-01) menuju *mixer* (M-01) untuk dilarutkan menjadi 30% dengan menggunakan pelarut air dari unit utilitas dengan menggunakan pompa (PU-03). Kondisi operasi pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. NaCl dilarutkan hingga 30% karena pada reaktor nantinya akan terbentuk HCl yang memiliki titik didih rendah yaitu 48°C, namun suhu reaksi pada reaktor adalah 90°C sehingga perlu banyak air yaitu sebesar 70% air untuk tetap melarutkan NaCl dan tidak mengganggu proses reaksi (Faith and Keyes, 1957). Larutan NaCl dialirkan

menggunakan pompa (P-01) menuju ke *heat exchanger* (HE-01) untuk dinaikkan suhunya dari 30°C menjadi 90°C, larutan NaCl yang keluar dari *heat exchanger* (HE-01) pada kondisi suhu 90°C dan tekanan 1 atm siap diumpankan ke dalam reaktor (R-01) yang beroperasi pada kondisi 90°C dan tekanan 1 atm untuk direaksikan dengan asam fosfat.

b. Pengumpanan Asam Fosfat

Asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) yang berwujud cair dengan kemurnian 54% disimpan dalam tangki penyimpanan asam fosfat (T-01) pada kondisi 30°C dengan tekanan 1 atm. Dari tangka penyimpanan, asam fosfat tersebut dialirkan menggunakan pompa (P-02) menuju *heat exchanger* (HE-02) untuk dinaikkan suhunya dari 30°C menjadi 90°C. Asam fosfat yang keluar dari *heat exchanger* (HE-02) pada kondisi suhu 90°C siap diumpankan ke dalam reaktor (R-01) yang beroperasi pada kondisi suhu 90°C dan tekanan 1 atm untuk direaksikan dengan natrium klorida (NaCl).

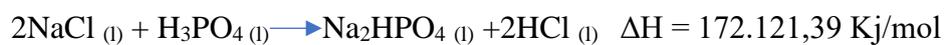
3.1.2 Pembentukan Produk

Larutan asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) yang keluar dari *heat exchanger* (HE-02) dialirkan menuju reaktor (R-01) untuk direaksikan dengan larutan natrium klorida (NaCl) dari hasil keluaran *heat exchanger* (HE-01).

Reaktan tersebut direaksikan pada reaktor (R-01) tipe reaktor alir tangki berpengaduk (RATB), yaitu berupa silinder tegak dengan tutup

atas dan bawah berbentuk *torispherical*, yang dilengkapi dengan pengaduk untuk mempercepat reaksi, kemudian digunakan jaket pemanas untuk mempertahankan suhu reaksi. Sebagai media pemanas digunakan *steam* pada suhu 110°C. Reaktor beroperasi pada kondisi suhu 90°C dan tekanan 1 atm.

Reaksi yang terjadi di dalam reaktor adalah sebagai berikut:



Reaksi tersebut berlangsung secara endotermis. Hal ini dapat dilihat dari harga  $\Delta H$  yang bernilai positif. Pemanas steam dimaksudkan untuk mempertahankan kondisi operasi di reaktor pada suhu 90°C dan tekanan 1 atm, karena sifat reaksi endotermis yang melepaskan panas.

Hasil reaksi yang berupa natrium difosfat ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) dan asam klorida ( $\text{HCl}$ ) akan diumpangkan menuju *evaporator* (EV-01) tipe *Long-tube Vertical Evaporator* dengan kondisi operasi suhu 115°C dan tekanan 1 atm, dengan menggunakan pompa (P-03) untuk dipekatkan konsentrasinya dengan menguapkan kandungan air dan asam klorida. Asam klorida (gas) yang merupakan produk samping atau produk atas hasil penguapan evaporator dengan suhu 115°C dan tekanan 1 atm, kemudian diubah fasenya menjadi cair dengan menggunakan *condenser* (C-01). Hasil keluaran *condenser* yaitu asam klorida (cair) kemudian diumpangkan ke tangki (T-02) penyimpanan produk samping dengan menggunakan pompa (P-05). Sedangkan hasil keluaran bawah *evaporator* (EV-01) berupa natrium difosfat diumpangkan menuju

*crystallizer* (CR-01) dengan menggunakan pompa (P-04) untuk dikristalkan.

### 3.1.3 Pengkristalan Produk

Produk hasil bawah berupa natrium difosfat yang keluar dari *evaporator* (EV-01) pada kondisi operasi suhu 115°C dan tekanan 1 atm akan dikristalkan menjadi natrium difosfat heptahidrat dengan menggunakan *crystallizer* (CR-01) jenis *Swanson Walker* dengan kondisi operasi 30°C dan tekanan 1 atm.

### 3.1.4 Pengeringan Produk

Produk *crystallizer* diumpankan menuju *centrifuge* (CF-01) dengan kondisi operasi 30°C dan tekanan 1 atm, untuk memisahkan filtrat dan kristal. Filtrat dikembalikan lagi ke reaktor (R-01) (*recycle*) dengan menggunakan pompa (P-06), hasil *recycle* sebelum masuk ke reaktor terlebih dahulu dipanaskan dengan menggunakan *heat exchanger* (HE-03). Sedangkan kristal yang keluar dari *centrifuge* (CF-01) diumpankan menuju *rotary dryer* (RD-01) dengan menggunakan *belt conveyor* (BC-01) dan kemudian diangkat menggunakan *bucket elevator* (BE-01). Pada *rotary dryer* (RD-01) digunakan udara panas yang berasal dari *boiler* unit utilitas sebagai media pengeringnya.

## 3.2 Spesifikasi Alat

### 3.2.1 Mixer

Kode	: M-01
Fungsi	: Melarutkan NaCl
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel SA-167 Grade 11 type 316</i>
Jumlah	: 1
Tekanan	: 1 atm
Temperature	: 30°C
Waktu Tinggal	: 15 menit
Diameter Alat	: 1,19 m
Tinggi Alat	: 2,39 m
Tebal <i>Shell</i>	: 0,18 inch
Tebal <i>Head</i>	: 0,18 inch
Tinggi <i>Head</i>	: 0,22 m
Jenis <i>Head</i>	: <i>Torisherial Flanged &amp; Dished Head</i>
Daya Pengaduk	: 1,5 Hp
Harga	: \$ 162.400,00

### 3.2.2 Reaktor

Kode	: R-01
Fungsi	: Mereaksikan natrium klorida (NaCl) dan asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) menjadi natrium difosfat dan asam klorida (HCl)
Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)

Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel SA-167 Grade 11 type 316</i>
Jumlah	: 1
Tekanan	: 1 atm
Temperature	: 90 °C
Waktu Tinggal	: 102 menit
Diameter Alat	: 2,42 m
Tinggi Alat	: 3,64 m
Tinggi Cairan	: 3,03 m
Tebal <i>Shell</i>	: 0,19 in
Tebal <i>Head</i>	: 0,25 in
Jenis <i>Head</i>	: <i>Torisherial Flanged &amp; Dished Head</i>
Jenis Pengaduk	: <i>Marine Propeller With 3 Blades and Pitch 2</i>
Diameter Pengaduk	: 0,80 m
Putaran Pengaduk	: 60,76 rpm
Daya Pengaduk	: 2 Hp
Lebar <i>Baffle</i>	: 0,14 m
Tinggi Jacket Pemanas	: 3,06 m
Lebar Jacket Pemanas	: 0,29 m
Luas Transfer Panas	: 5,33 m <sup>2</sup>
Harga	: \$ 245.620,00

### 3.2.3 *Evaporator*

Kode	: EV-01
Fungsi	: Memekatkan larutan natrium difosfat (Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ) dengan menguapkan air dan asam klorida (HCl)

Jenis : *Long tube Vertical Evaporator Natural Circulation*

Bahan Konstruksi : *Stainless Steel SA-167 Grade 11 type 316*

Jumlah : 1

Tekanan : 1 atm

Temperature : 115 °C

Diameter Alat : 0,84 m

Tinggi Alat : 5,75 m

Tebal *Shell* : 0,19 in

Tebal *Head* : 0,19 in

Tebal *Bottom* : 0,19 in

Dimensi *Heat Exchanger* :

- *Shell Side*

- Fluida Panas : *Steam*
- ID *Shell* : 19,25 in
- *Passes* : 1
- *Baffle Space* : 9,63 in

- *Tube Side*

- Fluida Dingin : Umpan campuran natrium difosfat, natrium klorida, asam fosfat dan air
- Jumlah *Tube* : 91
- OD *Tube* : 1,25 in
- BWG : 16
- ID *Tube* : 1,12 in

- Panjang Tube : 14 ft
- Pressure Drop : 0,09 psi
- Harga : \$ 112.350,00

#### 3.2.4 Crystallizer

- Kode : CR-01
- Fungsi : Mengkristalkan larutan natrium difosfat  
( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) yang keluar dari *evaporator*
- Jenis : *Swanson Walker*
- Bahan Konstruksi : *Stainless Steel SA-240 Grade C Type 347*
- Jumlah : 1
- Tekanan : 1 atm
- Temperature : 30°C
- Waktu Tinggal : 115,8 menit
- Diameter Alat : 0,76 m
- Panjang Alat : 9,14 m
- Tinggi Alat : 0,36 m
- Tebal Dinding : 0,19 in
- Jenis Pengaduk : *Helical Conveyor*
- Panjang Pengaduk : 9,14 m
- Daya Pengaduk : 0,3 Hp
- Harga : \$ 202.340,00

### 3.2.5 Centrifuge

Kode	: CF-01
Fungsi	: Memisahkan $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dengan <i>mother liquor</i> nya
Jenis	: <i>Helical Conveyor</i>
Bahan Konstruksi	:
Jumlah	: 1
Tekanan	: 1 atm
Temperature	: 30 °C
Waktu Tinggal	: 60 menit
Panjang Alat	: 1,52 m
Diameter <i>Bowl</i> (Db)	: 0,61 m
Daya Penggerak <i>Bowl</i> (pb)	: 125 Hp
Panjang <i>Conveyor</i>	: 1,83 m
Daya Penggerak <i>Conveyor</i>	: 0,05 Hp
Harga	: \$ 153.600,00

### 3.2.6 Rotary Dryer

Kode	: RD-01
Fungsi	: Mengeringkan kristal $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dengan bantuan udara panas
Jenis	: <i>Single Shell Direct Heat Rotary Dryer</i>
Bahan Konstruksi	: <i>High Alloy Steel SA-240 Grade O type 405</i>
Jumlah	: 1
Tekanan	: 1 atm

Temperature	: 40 °C
Waktu Tingga	: 30 menit
Diameter Alat	: 1,86 m
Panjang Alat	: 6,51 m
Tebal <i>Shell</i>	: 0,19 in
Kecepatan putar	: 4,17 rpm
Tenaga Putar	: 10 Hp
Harga	: \$ 80.200,00

### 3.2.7 Tangki Penyimpanan Asam Fosfat

Kode	: T-01
Fungsi	: Menyimpan Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ 54%) sebagai bahan baku selama 7 hari
Jenis	: Tangki silinder vertikal dengan atap berbentuk <i>conical roof</i> dengan alas berbentuk datar ( <i>flat bottom</i> )
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel SA 316 AISI</i>
Jumlah	: 1
Tekanan	: 1 atm
Temperature	: 30 °C
Volume	: 641,01 m <sup>3</sup>
Diameter Alat	: 12,19 m
Tinggi Alat	: 5,56 m
Tebal Head	: 1 in
Tinggi Head	: 9,84 in

Harga : \$ 62.150,00

### 3.2.8 Tangki Penyimpanan Asam Klorida

Kode : T-02

Fungsi : Menyimpan Asam Sulfat (HCl) sebagai produk samping selama 7 hari

Jenis : Tangki silinder vertikal dengan atap berbentuk *conical roof* dengan alas berbentuk datar (*flat bottom*)

Bahan Konstruksi : *Stainless Steel SA 316 AISI*

Jumlah : 1

Tekanan : 1 atm

Temperature : 30°C

Volume : 1001,57 m<sup>3</sup>

Diameter Alat : 15,25 m

Tinggi Alat : 5,61 m

Tebal Head : 1 in

Tinggi Head : 15,35 in

Harga : \$ 75.000,00

### 3.2.9 Pompa

Kode : P-01

Fungsi : Mengalirkan umpan NaCl dari *Mixer* (M-01) ke Reaktor (R-01)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Bahan Konstruksi : *Stainless Steel*

Jumlah	: 1
Kapasitas	: 25,19 gpm
Power pompa	: 0,25 Hp
Power motor	: 0,31 Hp
Efisiensi pompa	: 44%
Efisiensi motor	: 80%
Daya Motor	: 0,3 Hp
Pipa : nominal	: 2 in
ID pompa	: 2,07 in
OD pompa	: 2,38 in
Luas alir pipa	: 3,35 in <sup>2</sup>
Schedule number	: 40
Harga	: \$ 5.800,00

### 3.2.10 Pompa

Kode	: P-02
Fungsi	: Mengalirkan umpan asam fosfat dari tangki penyimpanan (T-01) ke Reaktor (R-01)
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel</i>
Jumlah	: 1
Kapasitas	: 10,09 gpm
Power pompa	: 0,09 Hp
Power motor	: 0,12 Hp
Efisiensi pompa	: 42%

Efisiensi motor	: 80%
Daya Motor	: 0,125 Hp
Pipa : nominal	: 1,5 in
ID pompa	: 1,61 in
OD pompa	: 1,90 in
Luas alir pipa	: 2,04 in <sup>2</sup>
Schedule number	: 40
Harga	: \$ 8.900,00

### 3.2.11 Pompa

Kode	: P-03
Fungsi	: Mengalirkan hasil dari R-01 ke <i>Evaporator</i>
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel</i>
Jumlah	: 1
Kapasitas	: 43,39 gpm
Power pompa	: 0,27 Hp
Power motor	: 0,34 Hp
Efisiensi pompa	: 58%
Efisiensi motor	: 80%
Daya Motor	: 0,5 Hp
Pipa : nominal	: 2,5 in
ID pompa	: 2,47 in
OD pompa	: 2,88 in
Luas alir pipa	: 4,79 in <sup>2</sup>

Schedule number : 40

Harga : \$ 8.900,00

### 3.2.12 Pompa

Kode : P-04

Fungsi : Mengalirkan hasil dari *Evaporator* ke  
*Crystallizer*

Jenis : *Centrifugal Pump*

Bahan Konstruksi : *Stainless Steel*

Jumlah : 1

Kapasitas : 21,73 gpm

Power pompa : 0,18 Hp

Power motor : 0,22 Hp

Efisiensi pompa : 43%

Efisiensi motor : 80%

Daya Motor : 0,25 Hp

Pipa : nominal : 2 in

ID pompa : 2,07 in

OD pompa : 2,38 in

Luas alir pipa : 3,35 in<sup>2</sup>

Schedule number : 40

Harga : \$ 11.600,00

### 3.2.13 Pompa

Kode : P-05

Fungsi	: Mengalirkan HCl hasil <i>condensor</i> ke tangki penyimpanan produk samping (T-02)
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel</i>
Jumlah	: 1
Kapasitas	: 17,96 gpm
Power pompa	: 0,13 Hp
Power motor	: 0,17 Hp
Efisiensi pompa	: 42%
Efisiensi motor	: 80%
Daya Motor	: 0,25 Hp
Pipa : nominal	: 2 in
ID pompa	: 2,07 in
OD pompa	: 2,38 in
Luas alir pipa	: 3,35 in <sup>2</sup>
Schedule number	: 40
Harga	: \$ 17.800,00

#### 3.2.14 Pompa

Kode	: P-06
Fungsi	: Mengalirkan hasil dari <i>Centrifuge (Recycle)</i> ke Reaktor
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel</i>
Jumlah	: 1

Kapasitas	: 0,93 gpm
Power pompa	: 0,02 Hp
Power motor	: 0,03 Hp
Efisiensi pompa	: 42%
Efisiensi motor	: 80%
Daya Motor	: 0,05 Hp
Pipa : nominal	: 0,5 in
ID pompa	: 0.62 in
OD pompa	: 0,84 in
Luas alir pipa	: 0,30 in <sup>2</sup>
Schedule number	: 40
Harga	: \$ 7.600,00

### 3.2.15 Heat Exchanger

Kode	: HE-01
Fungsi	: Memanaskan fluida sebelum masuk reaktor (R-01) dari suhu 30°C menjadi 90°C
Jenis	: <i>Double Pipe</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel SA -167 Grade 11 Type 316</i>
Jumlah	: 1
Dimensi	:
• Ukuran <i>Annulus</i>	
- IPS no.	: 8 in
- OD	: 8,625 in

- *Schedule No.* : 40
- ID : 7,981 in
- *Flow Area* : 50 in<sup>2</sup>
- *Surface per in fit* : 2,09 ft<sup>2</sup>/ft

- *Ukuran Tube*

- IPS no. : 1 in
- OD : 1,32 in
- *Schedule No.* : 40
- ID : 1,049 in
- *Flow Area* : 0,864 in<sup>2</sup>
- *Surface per in fit* : 0,274 ft<sup>2</sup>/ft

*Pressure Drop* : 0,141 psia

*Uc* : 230,6224 Btu/hr.ft<sup>2</sup>.°F

*Ud* : 167,8341 Btu/hr.ft<sup>2</sup>. °F

*Rd* : 0,0016 Btu/hr.ft<sup>2</sup>. °F

Harga : \$ 3.900,00

### 3.2.16 Heat Exchanger

Kode : HE-02

Fungsi : Memanaskan fluida sebelum masuk reaktor  
(R-01) dari suhu 30°C menjadi 90°C

Jenis : *Double Pipe*

Bahan Konstruksi : *Stainless Steel SA -167 Grade 11 Type 316*

Jumlah : 1

Dimensi :

- Ukuran *Annulus*

- IPS no. : 2 in
- OD : 2,38 in
- *Schedule No.* : 40
- ID : 2,067 in
- *Flow Area* : 3,35 in<sup>2</sup>
- *Surface per in fit* : 0,542 ft<sup>2</sup>/ft

- Ukuran *Tube*

- IPS no. : 1 in
- OD : 1,32 in
- *Schedule No.* : 40
- ID : 1,049 in
- *Flow Area* : 0,864 in<sup>2</sup>
- *Surface per in fit* : 0,274 ft<sup>2</sup>/ft

*Pressure Drop* : 0,5406 psia

*U<sub>c</sub>* : 747,9237 Btu/hr.ft<sup>2</sup>. °F

*U<sub>d</sub>* : 398,5515 Btu/hr.ft<sup>2</sup>. °F

*R<sub>d</sub>* : 0,0012 Btu/hr.ft<sup>2</sup>. °F

Harga : \$ 2.700,00

### 3.2.17 Heat Exchanger

Kode : HE-03

Fungsi : Memanaskan fluida sebelum masuk reaktor  
(R-01) dari suhu 30°C menjadi 90°C

Jenis : *Double Pipe*

Bahan Konstruksi : *Stainless Steel SA -167 Grade 11 Type 316*

Jumlah : 1

Dimensi :

- *Ukuran Annulus*

- IPS no. : 1/4 in
- OD : 0,54 in
- *Schedule No.* : 40
- ID : 0,364 in
- *Flow Area* : 0,104 in<sup>2</sup>
- *Surface per in fit* : 0,095 ft<sup>2</sup>/ft

- *Ukuran Tube*

- IPS no. : 0,125 in
- OD : 0,405 in
- *Schedule No.* : 40
- ID : 0,269 in
- *Flow Area* : 0,058 in<sup>2</sup>
- *Surface per in fit* : 0,07 ft<sup>2</sup>/ft

*Pressure Drop* : 3,3884 psia

*Uc* : 1336,7966 Btu/hr.ft<sup>2</sup>. °F

*Ud* : 149,2815 Btu/hr.ft<sup>2</sup>. °F

*Rd* : 0,006 Btu/hr.ft<sup>2</sup>. °F

Harga : \$ 1.200,0

### 3.2.18 Hopper

Kode : H-01

Fungsi : Tempat menampung bahan baku NaCl sebelum masuk *mixer* selama 7 hari

Jenis : Silinder vertikal dengan alas berbentuk kerucut (*conical bin*)

Bahan Konstruksi : *Stainless Steel SA 316 AISI*

Jumlah : 1

Tekanan : 1 atm

Temperature : 30°C

Volume Alat : 127,70 m<sup>3</sup>

Diameter Alat : 3,59 m

Tinggi Alat : 6,21 m

Tebal : 1,5 in

Harga : \$ 40.000,00

### 3.2.19 Screw Conveyor

Kode : SC-01

Fungsi : Untuk mengalirkan padatan NaCl dari *hopper* menuju *mixer*

Jenis : *Helicoid Flight*

Bahan Konstruksi : *Carbon Steel SA-283 Grade C*

Jumlah	: 1
Tekanan	: 1 atm
Temperature	: 30°C
Diameter <i>Screw</i>	: 0,23 m
Panjang <i>Conveyor</i>	: 3,05 m
Diameter <i>Shaft</i>	: 0,05 m
Daya Motor	: 0,3 Hp
Harga	: \$ 3.400,00

### 3.2.20 *Belt Conveyor*

Kode	: BC-01
Fungsi	: Untuk mengalirkan padatan $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dari <i>centrifuge</i> menuju <i>rotary dryer</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon Steel SA-135 Grade A</i>
Jumlah	: 1
Tekanan	: 1 atm
Temperature	: 30°C
Lebar Alat	: 0,36 m
Panjang Alat	: 8,51 m
Tinggi Alat	: 3,05 m
Daya Motor	: 0,125 Hp
Harga	: \$ 27.700,00

### 3.2.21 *Belt Conveyor*

Kode	: BC-02
------	---------

Fungsi	: Untuk mengalirkan padatan $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dari <i>rotary dryer</i> menuju silo
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon Steel SA-135 Grade A</i>
Jumlah	: 1
Tekanan	: 1 atm
Temperature	: 40°C
Lebar Alat	: 0,36 m
Panjang Alat	: 8,51 m
Tinggi Alat	: 3,05 m
Daya Motor	: 0,125 Hp
Harga	: \$ 27.700,00

### 3.2.22 *Bucket Elevator*

Kode	: BE-01
Fungsi	: Untuk mengalirkan padatan $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dari <i>belt conveyor</i> (BC-01) menuju <i>rotary dryer</i>
Jenis	: <i>Spaced Bucket Centrifugal –Discharge Elevators</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Jumlah	: 1
Tekanan	: 1 atm
Temperature	: 30°C
Lebar Alat	: 0,10 m

Panjang Alat	: 0,10 m
Tinggi Alat	: 3,66 m
Daya Motor	: 6 Hp
Harga	: \$ 9.000,00

### 3.2.23 *Bucket Elevator*

Kode	: BE-02
Fungsi	: Untuk mengalirkan padatan $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dari <i>belt conveyor</i> (BC-02) setelah <i>rotary dryer</i> menuju silo
Jenis	: <i>Spaced Bucket Centrifugal Discharge Elevators</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Jumlah	: 1
Tekanan	: 1 atm
Temperature	: 40°C
Lebar Alat	: 0,10 m
Panjang Alat	: 0,10 m
Tinggi Alat	: 3,66 m
Daya Motor	: 5 Hp
Harga	: \$ 9.000,00

### 3.2.24 Silo

Kode	: S-01
------	--------

Fungsi	: Tempat penampungan produk akhir berupa natrium difosfat $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ sebelum dimasukan ke gudang penyimpanan untuk di <i>packing</i>
Jenis	: Silinder vertikal dengan alas berbentuk kerucut
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Jumlah	: 1
Tekanan	: 1 atm
Temperature	: 40°C
Volume Alat	: 353,11 m <sup>3</sup>
Diameter Alat	: 5,04 m
Tinggi Alat	: 8,72 m
Tebal Alat	: 1,5 in
Harga	: \$ 62.500,00

### 3.2.25 Condensor

Kode	: CD-01
Fungsi	: Mengubah Fase dari gas menjadi cair
Jenis	: Prisma tegak segi empat
Bahan	: <i>Stainless Steel 316</i>
Jumlah	: 1
Tekanan	: 1 atm
Temperature	: 30°C

Volume Alat : 2400 ft<sup>2</sup>

- *Shell Side*

- Fluida Panas : *Steam*
- ID *Shell* : 0,532 in
- *Passes* : 1

- *Tube Side*

- Fluida Dingin : Umpan HCl cair
- Jumlah *Tube* : 62
- OD *Tube* : 0,75 in
- BWG : 12
- ID *Tube* : 1 in
- Panjang *Tube* : 20 in

Harga : \$ 72.000,00

### 3.2.26 Gudang natrium difosfat heptahidrat

Kode : G-01

Fungsi : Sebagai tempat penyimpanan sekaligus pengepakan produk akhir

Jenis : Prisma tegak segi empat

Bahan Konstruksi : Dinding beton dan atap seng

Jumlah : 1

Tekanan : 1 atm

Temperature : 30°C

Kapasitas Gudang : 742.424,24 Kg

Lebar Gudang	: 21,56 m
Panjang Gudang	: 49,50 m
Tinggi Gudang	: 6,61 m

### **3.3 Perencanaan Produk**

#### 3.3.1 Analisis Kebutuhan Bahan Baku

Analisis kebutuhan bahan baku terkait dengan ketersediaan bahan baku di pasaran terhadap kebutuhan pabrik yang akan didirikan bahan baku sebagian diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik untuk bahan baku  $H_3PO_4$  (Asam Fosfat) dan dari PT. Toya Indo Manunggal Chemical untuk NaCl (Natrium Klorida) yang kedua perusahaan tersebut berada di Gresik Jawa Timur Indonesia

#### 3.3.2 Analisis Kebutuhan Alat Industri

Analisis kebutuhan peralatan proses meliputi kemampuan alat untuk beroperasi dan umur peralatan serta perawatannya dengan adanya analisis kebutuhan peralatan proses maka dapat diketahui anggaran yang diperlukan untuk peralatan proses baik pembelian maupun perawatannya.

## **BAB IV**

### **PERANCANGAN PABRIK**

#### **4.1 Penentuan Lokasi Pabrik**

Menentukan lokasi pabrik sangat penting dan mempengaruhi berlangsungnya produksi dalam suatu pabrik, pabrik natrium difosfat heptahidrat ini direncanakan akan dibangun disekitaran Gresik, Jawa Timur, dengan pertimbangan sebagai berikut

##### 1) Faktor Primer Gresik

###### a. Bahan baku

Dekat jauhnya bahan baku merupakan hal yang sangat penting dalam pemilihan lokasi pabrik, bahan baku sebagian diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik untuk bahan baku  $H_3PO_4$  (Asam Fosfat) dan dari PT. Toya Indo Manunggal Chemical untuk NaCl (Natrium Klorida) yang kedua perusahaan tersebut berada di Gresik Jawa Timur Indonesia

###### b. Pemasaran Produk

Kebutuhan natrium difosfat heptahidrat terus meningkat dari tahun ke tahun terlihat dari semakin banyaknya industri tekstil seperti detergen, pembuatan warna, pengolahan air, industry kertas, bahan pelindung api dan lain-lain yang didirikan di Indonesia. Lokasi ini dipilih karena dekat dengan pelabuhan, sehingga mudah untuk memasarkan ke segala penjuru Indonesia.

###### c. Transportasi

Sarana transportasi merupakan hal yang penting untuk supply bahan

baku dan pemasaran. Gresik memiliki sarana transportasi yang memadai baik untuk jalur laut maupun darat.

d. Tenaga Kerja

Diperlukan tenaga kerja yang terampil demi berlangsungnya proses produksi yang optimal. Ketersediaan tenaga kerja akan sangat banyak di Jawa Timur, oleh karena itu pendirian pabrik dapat membuka lowongan untuk masyarakat sekitar maupun para lulusan akademik

e. Utilitas

Utilitas merupakan proses pendukung yang sangat penting dalam berlangsungnya proses produksi. Utilitas meliputi kebutuhan air, listrik, dan sarana lainnya. Air yang dibutuhkan untuk proses produksi diambil dari sungai Bengawan Solo yang akan diolah melalui beberapa tahapan. Sedangkan untuk kebutuhan listrik diperoleh dari PT. PLN persero.

1) Faktor Sekunder

a. Kebijakan Pemerintah

Berkaitan dengan pendirian pabrik, kebijakan pemerintah merupakan hal yang harus diperhatikan. Karena berkaitan dengan pengembangan industry, kesejahteraan pekerja, hasil produksi, serta kebijakan lainnya yang harus dituruti adalah pabrik harus turut serta menjaga lingkungan.

Oleh karena itu harus diperhatikan beberapa seperti:

1. Sistem birokrasi daerah setempat
2. Undang-undang atau aturan daerah setempat
3. Pejabat daerah setempat

b. Perluasan Pabrik

Perluasan pabrik akan dilakukan ketika permintaan pasar semakin meningkat sehingga menambah kapasitas produksi. Berkaitan dengan lokasi pabrik yang didirikan, Gresik memiliki daerah yang cukup luas sehingga memungkinkan untuk perluasan pabrik dikemudian hari.

c. Kondisi lokasi pabrik

Kondisi lokasi pabrik juga perlu mendapat perhatian. Karena akan berpengaruh pada berlangsungnya proses produksi. Daerah Gresik telah ditetapkan menjadi Kawasan industri sehingga memiliki lingkungan yang cocok untuk mendirikan pabrik.

d. Warga

Warga daerah Gresik merupakan warga yang mampu dan terlibat dalam perkembangan industri. Sehingga mendirikan pabrik di kota Gresik merupakan sebuah langkah yang tepat. Dengan begitu maka akan terbuka lowongan kerja baru.

#### **4.2 Tata Letak Pabrik**

Tata letak pabrik merupakan salah satu bagian terbesar dari suatu perancangan fasilitas (*facility design*). Facilities design terdiri dari lokasi pabrik (*plant location*) dan perancangan Gedung (*building design*) dimana diketahui bahwa antara tata letak pabrik (*plant layout*) dengan penanganan material (*material handling*) saling berkaitan erat (Fred Meyers, 1993).

Tata letak pabrik dapat berupa gambaran mengenai bagian0bagian pabrik, diantaranya tempat kerja karyawan, tempat penyimpanan bahan baku, tempat proses produksi, tempat peralatan dan mesin, dan lain-lain. Maka dari itu tata letak pabrik merupakan hal yang perlu diperhatikan demi terbentuknya pabrik yang optimal, efisien, serta dapat menjamin keamanan, kenyamanan, dan keselamatan tenaga kerjanya.

Faktor yang perlu diperhatikan dalam perancangan tata letak pabrik antara lain:

1) Tempat proses produksi

Proses produksi merupakan inti dari sebuah pabrik, oleh karena itu proses produksi harus ditempatkan pada tempat yang tepat. Demi kelancaran system produksi, maka proses produksi ditempatkan berjauhan dengan unit lain

2) Keamanan dan Keselamatan Kerja

Keamanan dan keselamatan kerja merupakan komponen penting untuk mengantisipasi adanya bahaya yang terjadi selama proses produksi. Bahaya yang dimaksud dapat berupa kebakaran, ledakan gas, bencana alam, dan lainnya.

Penggunaan peralatan penunjang keselamatan kerja sangat dibutuhkan, seperti penggunaan *safety shoes*, penggunaan *helm*, penggunaan *wearpack*, dan lain-lain. Kemudian perlu juga disediakan alat pendukung seperti *hydrant*, penahan ledakan, dan lain-lain yang akan diperlukan dalam keadaan darurat. Dengan disediakannya peralatan tersebut

maka keamanan dan keselamatan bagi tenaga kerja cukup terjamin.

### 3) Luas Pabrik

Penempatan unit unit atau bagian dalam pabrik harus di sesuaikan dengan luas tanah yang disediakan, dan ditata seefisien mungkin, dengan begitu unit - unit bagian dari pabrik mampu bekerja secara optimal. Ketika akan ada perluasan pabrik, maka penataan unit pabrik harus ditata ulang kembali atau dikembangkan dari penataan yang sebelumnya.

### 4) Instalasi

Instalasi merupakan pemasangan suatu tertentu untuk kelancaran proses produksi, dalam setiap instalasi alat nantinya diperlukan pengecekan dan maintenance atau perbaikan alat (mesin produksi) yang dilakukan setiap bulan sekali agar produk yang dihasilkan tetap memiliki kualitas sesuai standard.

### 5) Utilitas

Unit utilitas merupakan bagian pendukung dari sebuah pabrik, unit utilitas berperan penting dalam menunjang jalannya proses produksi. Karena berkaitan dengan air (air proses), gas, udara, steam, dan listrik untuk proses produksi, maka dari itu penempatan utilitas harus disesuaikan dengan kebutuhan.

### 6) Distribusi dan Transportasi

Untuk pendistribusian produk disediakan jalur khusus untuk keluar masuk armada angkut, sehingga akan mempermudah proses loading barang. Sedangkan untuk lalu lintas mobil beserta kendaraan lainnya dibuat seperti

biasanya yang harus patuh terhadap aturan – aturan dalam berkendara di area pabrik.

Selain itu area parkir untuk kendaraan karyawan dan pengunjung dipisahkan dengan area parkir kendaraan besar, hal ini bertujuan untuk kelancaran transportasi disekitaran pabrik.

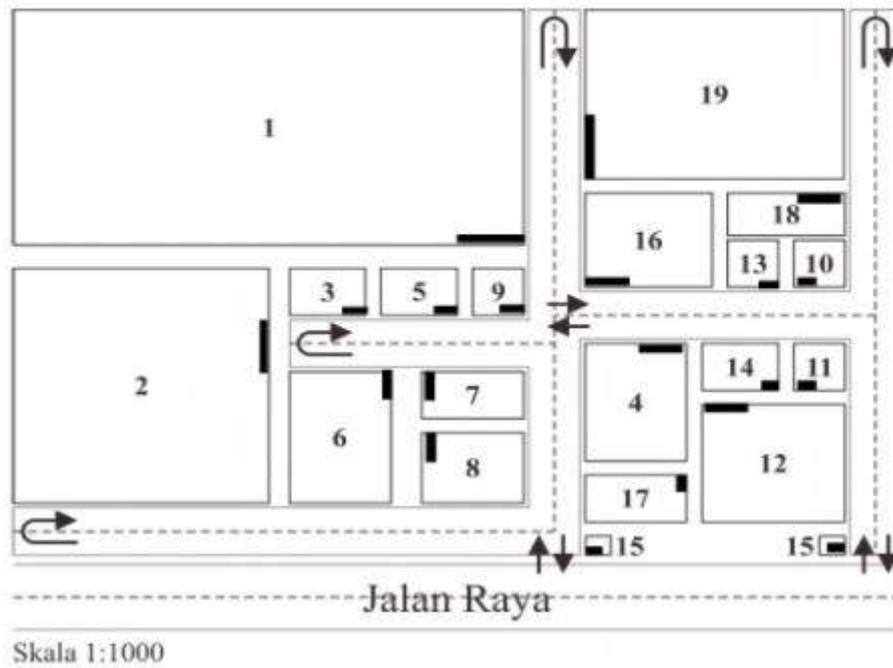
#### 7) Perluasan Pabrik

Untuk melakukan perluasan pabrik tentunya dibutuhkan planning atau rencana yang matang, yang mana modal atau anggaran merupakan hal yang paling penting. Perluasan pabrik ini menjadi sangat penting untuk dimasa yang akan datang, nantinya tentu akan ada penambahan peralatan proses untuk menambah kapasitas produksi dan pembangunan unit pendukung lainnya.

Secara umum berikut adalah daerah – daerah untuk perluasan pabrik:

- a. Daerah Gudang umum, bengkel, dan laboratorium sebagai perbaikan dan control untuk kualitas bahan baku atau produk.
- b. Daerah perkantoran, misalnya bagian administrasi, yang mana administrasi ini sebagai pusat kegiatan keuangan pabrik.
- c. Daerah untuk kebutuhan karyawan, dapat berupa kantin, poliklinik, gedung aula, beserta tempat untuk beribadah.
- d. Daerah parkir, terdiri dari parkir untuk kendaraan pribadi, kantor dan juga kendaraan pengunjung.
- e. Daerah utilitas, merupakan unit pendukung utama yang berfungsi untuk penyediaan air untuk proses dan untuk kebutuhan karyawan, penyediaan steam, listrik.

- f. Daerah proses, daerah terpenting dalam sebuah pabrik karena berkaitan dengan berlangsungnya proses produksi



**Gambar 4.1 Tata Letak Pabrik**

**Tabel 4.1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik**

No.	Lokasi	Luas (m <sup>2</sup> )
1	Area Proses	5000
2	Area Utilitas	2500
3	Ruang Kontrol	150
4	Perkantoran	500
5	Laboratorium	150
6	Gudang Peralatan/Suku Cadang	500
7	Bengkel	200
8	Unit Pembangkit Listrik	300
9	Unit Pemadam Kebakaran	100
10	Perpustakaan	80
11	Poliklinik	100
12	<i>Mess Karyawan</i>	400
13	Kantin	100
14	Musholla	150
15	Pos Keamanan	20
16	Parkir	300
17	Taman	1000
18	Jalan	800
19	Area Perluasan	1800
	<b>Luas Tanah</b>	<b>14150</b>
	<b>Luas Bangunan</b>	<b>10250</b>
	<b>Total</b>	<b>24400</b>

### **4.3 Tata Letak Alat Proses**

Penataan alat proses harus ditempatkan didaerah khusus, hal ini agar proses produksi tidak mengganggu lingkungan sekitar, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

a. Laju alir bahan baku beserta produk

Pengaliran bahan baku dan pendistribusian produk akan sangat berpengaruh terhadap keuntungan ekonomi pabrik, serta akan menunjang kelancaran dan keamanan proses produksi.

b. Aliran udara

Aliran udara, beserta hembusan angin perlu diperhatikan disetiap alat proses, hal ini bertujuan untuk memperlancar sirkulasi udara bagi tenaga kerja dan alat proses

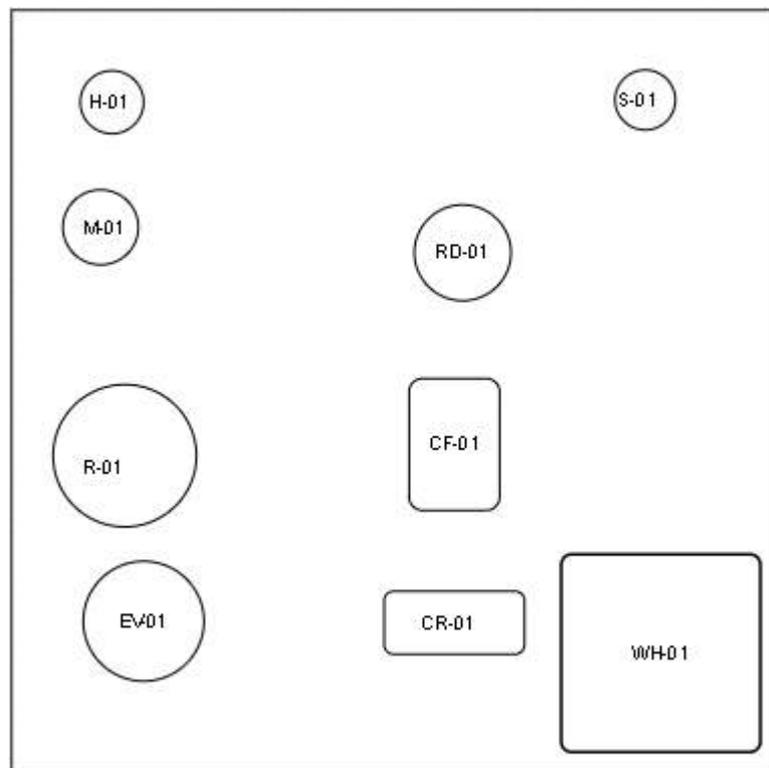
c. Lalu Lintas

Lalu lintas yang dimaksud adalah lalu lintas jalan untuk menuju alat proses, jalan ini diperuntukan untuk karyawan, atau teknisi apabila akan mengontrol dan mengatur suatu alat proses, pada lalu lintas ini diterapkan peraturan-peraturan untuk setiap karyawan atau pengunjung, hal ini bertujuan untuk menjaga keselamatan dan keamanannya.

d. Jarak antar proses

Jarak antar proses bertujuan untuk mengantisipasi apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak menyambar ke alat yang lainnya, diutamakan untuk alat proses yang memiliki suhu dan tekanan tinggi diberi jarak yang cukup jauh.

Tata letak alat proses harus dirancang dengan sebaik mungkin agar memenuhi kelancaran proses produksi yang terjamin, serta mengurangi tingkat kecelakaan atau bahaya dalam bekerja.



Skala 1 : 5000

**Gambar 4.2 Layout Proses**

Keterangan Gambar:

1. R-01 : Reaktor
2. EV-01 : *Evaporator*
3. M-01 : *Mixer*
4. CR-01 : *Crystallizer*
5. CF-01 : *Centrifuge*

6. RD-01 : *Rotary Dryer*

7. H-01 : *Hopper*

8. S-01 : *Silo*

9. WH-01: Warehouse

#### 4.4 Alir proses dan Material

##### 4.4.1 Neraca Massa Alat

###### a. *Mixer* (M-01)

**Tabel 4.2 Neraca Massa *Mixer* (M-01)**

komponen	Input(Arus 1)	Input (Arus2)	Output (Arus3)
	Kg/jam	Kg/Jam	Kg/jam
NaCl	1854.2568	-	1854.2568
H <sub>2</sub> O	18.7299	4307.8694	4326.5993
Sub Total	1872.9867	4307.8694	6180.8561
Total	6180.8561		6180.8561

b. Reaktor (R-01)

**Tabel 4.3 Neraca Massa Reaktor (R-01)**

Komponen	Input(Arus3)	Input(Arus4)	Input(Arus9)	Output(Arus5)
	Kg/jam	Kg/jam	Kg/jam	Kg/jam
NaCl	18542568	-	975925	975925
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	-	15531382	817411	817441
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	-	-	459279	22963934
HCl	-	-	-	11569295
H <sub>2</sub> O	2403666	13230437	706197	57202626
Sub Total	61808561	28761819	2958841	96529221
Total	93529221			93529221

c. *Evaporator* (EV-01)

**Tabel 4.4 Neraca Massa *Evaporator* (EV-01)**

Komponen	Input (Arus 5)	Output (Arus6)	Output (Arus 7)
	Kg/Jam	Kg/Jam	Kg/Jam
NaCl	97,5925	-	97,5925
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	81,7441	-	81,7441
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	2296,3934	-	2296,3934
HCl	1156,9295	1156,9295	-
H <sub>2</sub> O	5720,2626	2860,1313	2860,1313
Sub Total	9352,9221	4017,0608	5335,8613
Total	9352,9221	9352,922134	

d. *Crystallizer (CR-01)*

**Tabel 4.5 Neraca Massa *Crystallizer (CR-01)***

Komponen	Input (Arus 7)	Output (Arus 8)
	Kg/Jam	Kg/Jam
NaCl	97,5925	97,5925
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	81,7441	81,7441
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	2296,3934	45,9279
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	-	4330,8080
H <sub>2</sub> O	2860,1313	779,7888
Sub Total	5335,8613	5335,8613
Total	5335,8613	5335,8613

e. *Centrifuge (CF-01)*

**Tabel 4.6 Neraca Massa *Centrifuge (CF-01)***

Komponen	Input (Arus8)	Output (Arus9)	Output (Arus10)
	Kg/Jam	Kg/Jam	Kg/Jam
NaCl	97,5925	97,5925	-
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	81,7441	81,7441	-
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	45,9279	45,9279	-
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	4330,8080	-	4330,8080
H <sub>2</sub> O	779,7888	70,6197	709,1692
Sub Total	5335,8613	295,8841	5039,9772
Total	5335,8613	5335,8613	

f. *Rotary Dryer (RD-01)*

**Tabel 4.7 Neraca Massa *Rotary Dryer (RD-01)***

Komponen	Input (Arus10)	Output (Arus11)	Output (Arus12)
	Kg/Jam	Kg/Jam	Kg/Jam
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	4330,8080	-	4330,8080
H <sub>2</sub> O	709,1692	620,7853	88,3838
Sub Total	5039,9772	620,7853	4419,1919
Total	5039,9772	5039,9772	

g. Neraca Massa total

**Tabel 4.8 Neraca Massa Total**

Komponen	Input (Kg/Jam)			Output (Kg/Jam)		
	Arus 1	Arus 2	Arus 4	Arus 6	Arus 11	Arus 12
NaCl	1854,2568	-	-	-	-	-
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	-	-	1553,1382	-	-	-
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	-	-	-	-	-	-
HCl	-	-	-	1156,9295	-	-
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	-	-	-	-	-	4330,8080
H <sub>2</sub> O	18,7299	4307,8694	1323,0437	2860,1313	620,7853	88,3838
SubTotal	1872,9867	4307,86944	2876,18187	4017,0608	620,78535	4419,19188
Total	9057,0380			9057,0380		

4.4.2 Neraca Energi

a. Reaktor (R-01)

**Tabel 4.9 Neraca Panas Reaktor (R-01)**

Komponen	Input (Arus 3 , Arus 4 & Arus 9)	Output (Arus 5)
	Kj/Jam	Kj/Jam
NaCl	184451,25	9222,56
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	179122,97	8956,15
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	7617,47	380873,61
HCl	-	244785,88
H <sub>2</sub> O	1553630,56	1553630,56
Qsteam	706853,18	-
Qreaksi	-	434206,67
Total	2631675,42	2631675,42

b. *Evaporator (EV-01)*

**Tabel 4.10 Neraca Panas *Evaporator (EV-01)***

Komponen	Input (Arus 5)	Output (Arus 7)	Output (Arus 6)
	Kj/Jam	Kj/Jam	Kj/Jam
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	380873,6062	527363,4547	-
NaCl	9222,5623	12716,4452	-
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	8956,1484	12552,6837	-
H <sub>2</sub> O	1553630,5552	1077229,2712	-
HCl	244785,8832	-	-
Uap Air	-	-	6945059,0455
HCl yg menguap (g)	-	-	83240,2647
Qsteam	6800728,852	-	-
Qloss	-	-	340036,4426
Subtotal	8998197,6077	1629861,8548	7368336
Total	8998197,6077	8998197,6077	

c. *Crystallizer (CR-01)*

**Tabel 4.11 Neraca Panas *Crystallizer (CR-01)***

Komponen	Input (Arus 7)	Output (Arus 8)
	Kj/Jam	Kj/Jam
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	-	45082,2756
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	527363,4547	585,9594
NaCl	12716,4452	716,6217
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	12552,6837	671,3703
H <sub>2</sub> O	1077229,2712	16354,0262
Qkristalisasi	813779,0080	-
Qserap	-	2380230,6097
Total	2443640,8628	2443640,8628

d. *Rotary Dryer (RD-01)*

**Tabel 4.12 Neraca Panas *Rotary Dryer (RD-01)***

Komponen	Input (Arus 10)	Output (Arus 12)	Output (Arus 11)
	Kj/Jam	Kj/Jam	Kj/Jam
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	45082,2756	135246,8268	-
H <sub>2</sub> O	14872,9640	5553,6277	1475049,2218
udara panas	2103329,5671	-	547435,1303
Subtotal	2163284,8066	140800,4546	2022484,3521
Total	2163284,8066	2163284,8066	

e. *Heat Exchanger (HE-01)*

**Tabel 4.13 Neraca Panas *Heat Exchanger (HE-01)***

Panas	Input (Kj/Jam)	Output (Kj/Jam)
Qfeed	1,04E+05	-
Qprod	-	1,35E+06
Qsteam	1,25E+06	-
Total	1350321,194	1350321,194

f. *Heat Exchanger (HE-02)*

**Tabel 4.14 Neraca Panas *Heat Exchanger (HE-02)***

Panas	Input (Kj/Jam)	Output (Kj/Jam)
Qfeed	4,05E+04	-
Qprod	-	5,30E+05
Qsteam	4,89E+05	-
Total	529527,3292	529527,3292

g. *Heat Exchanger (HE-03)*

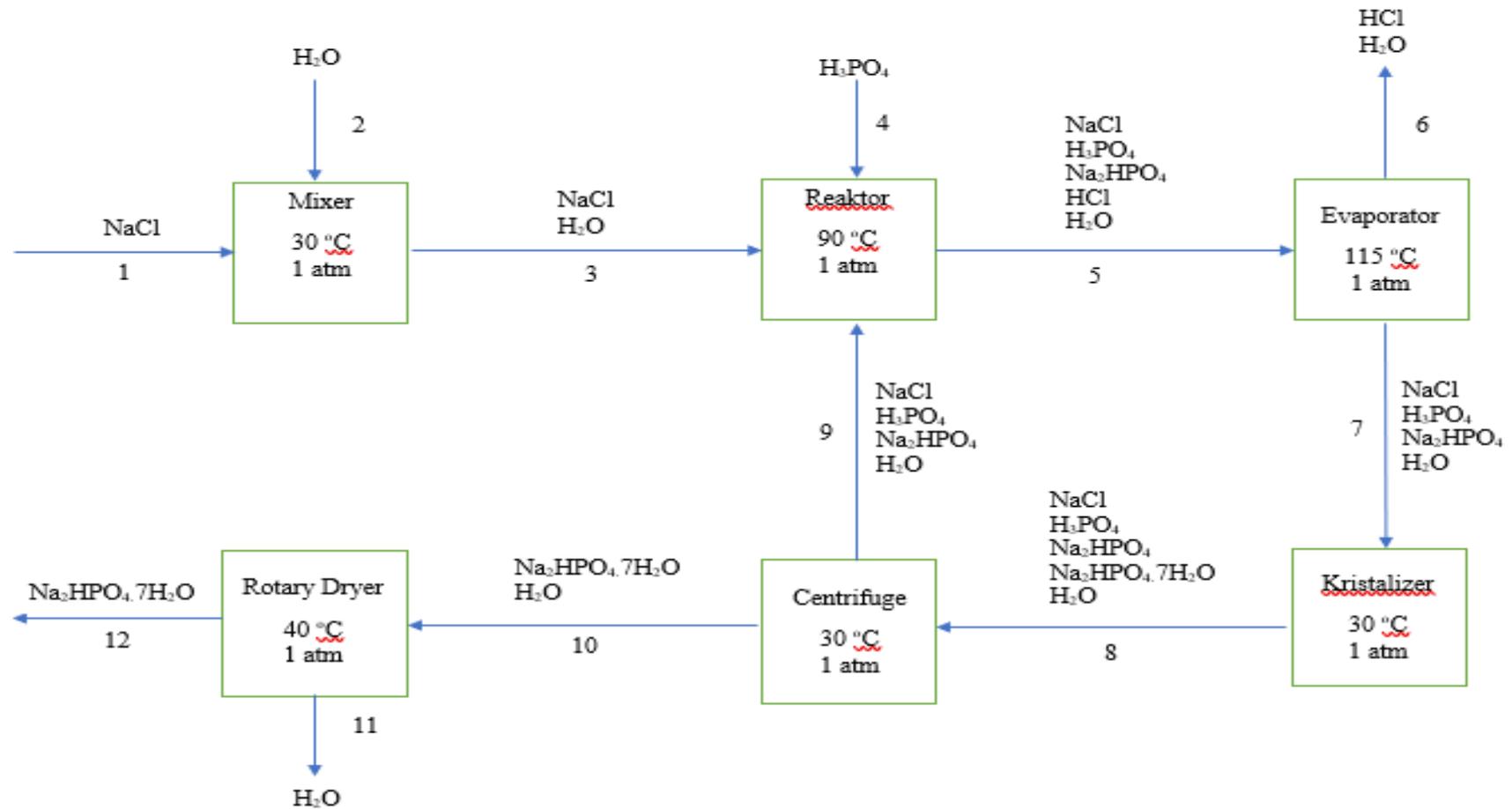
**Tabel 4.15 Neraca Panas *Heat Exchanger (HE-03)***

Panas	Input (Kj/Jam)	Output (Kj/Jam)
Qfeed	3,45E+03	-
Qprod	-	4,50E+04
Qsteam	4,15E+04	-
Total	44977,16607	44977,16607

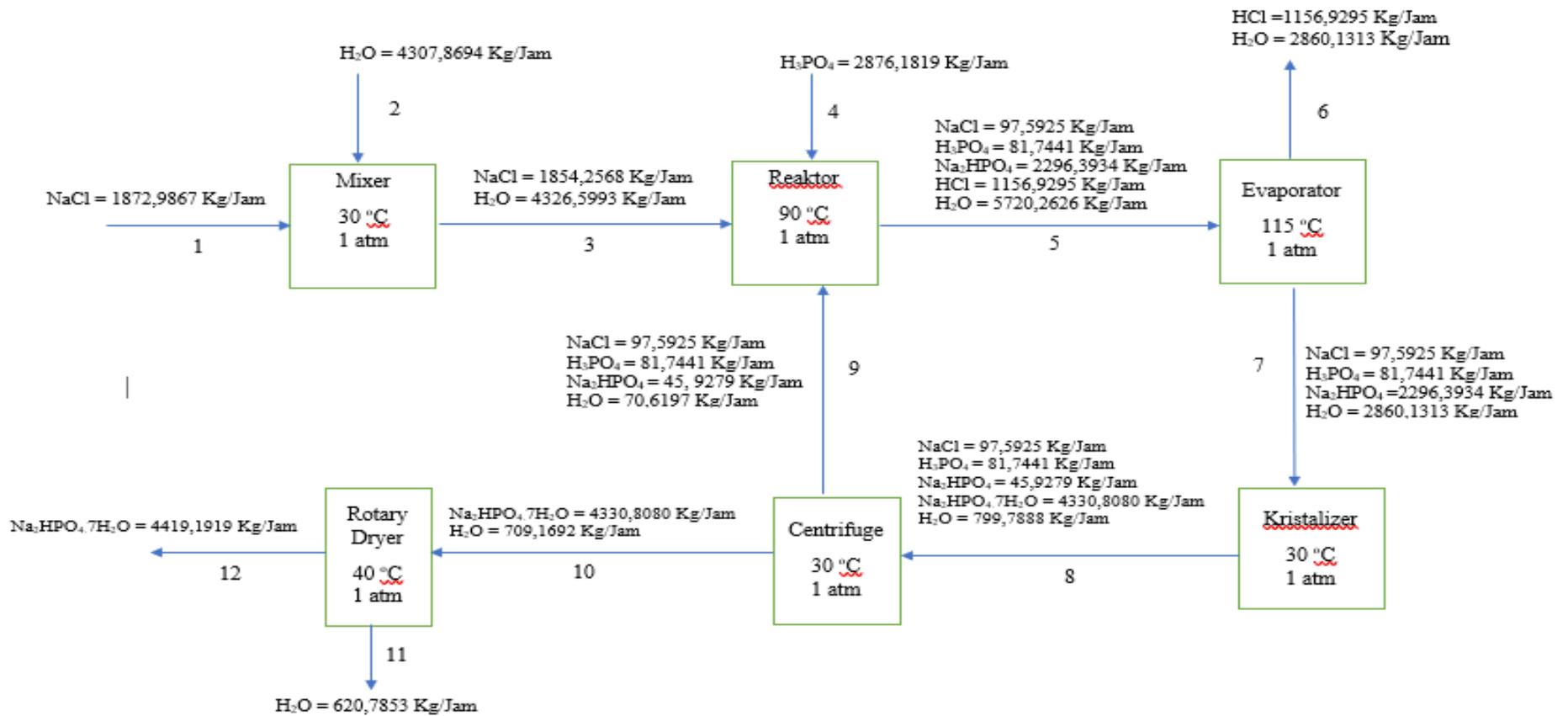
h. *Condenser (CD-01)*

**Tabel 4.16 Neraca Panas *Condenser (CD-01)***

Panas	Input (kj/Jam)	Output (kj/Jam)
Qfeed	568049,6417	-
Qpendingin	-	1157695,824
Qproduk	-	-589646,1822
Total	568049,6417	568049,6417



Gambar 4.3 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4.4 Diagram Alir Kuantitatif

## 4.5 Utilitas

### 4.5.1 Unit pendukung proses

Unit pendukung proses atau utilitas merupakan unit yang berkaitan dengan berlangsungnya proses produksi, utilitas atau pendukung yang diperlukan untuk merancang pabrik ini antara lain:

#### 1. Unit pengadaan air

Unit yang bertugas menyediakan dan mengolah air untuk berbagai kebutuhan, misalnya:

- a. Air proses
- b. Air pendingin
- c. Air sebagai umpan boiler
- d. Air konsumsi umum dan sanitasi

Standar kualitas merupakan hal yang harus diperhatikan dalam pengolahan air, standar kualitas itu sendiri adalah baku mutu yang ditetapkan berdasarkan sifat-sifat fisika, kimia, radioaktif maupun bakteriologis yang menunjukkan persyaratan kualitas air tersebut. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air, air menurut kegunaannya digolongkan menjadi:

- Kelas I : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

- Kelas II : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, Peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas III : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas IV : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Dalam pemilihan air, air dari Sungai Bengawan Solo merupakan air yang memiliki kategori baik atau layak pakai, berikut adalah data penelitian tentang air yang ada di Sungai Bengawan Solo:

**Tabel 4.17 Hasil Uji Air Sungai Bengawan Solo**

No.	Komponen	Hasil Uji	Standar
1	Padatan Tersuspensi Total (TSS)	26 - 42 mg/l	Maks. 50
2	Derajat Keasaman (pH)	6,8 – 7,2	6 – 9
3	Oksigen Terlarut (DO)	3 – 6,4 mg/l	Min. 3 – 6
4	Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD)	20,2 – 88,3 mg/l	Maks. 2 – 12
5	Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)	40,2 – 147,1 mg/l	Maks. 10 -100
6	Sulfida (H <sub>2</sub> S)	0,003 – 0,84 mg/l	Maks. 0,002

Sumber: Ramadhani, 2016

Dari data tersebut, maka air yang berasal dari Sungai Bengawan Solo dapat digunakan untuk keperluan utilitas pabrik, walaupun harus melewati proses lebih lanjut.

## 2. Unit Listrik

Unit yang berfungsi menyediakan listrik sebagai sumber tenaga penggerak untuk peralatan proses, peralatan utilitas, dan kebutuhan lainnya.

Listrik diperoleh dari PT.PLN dan generator cadangan apabila suatu saat listrik dari PLN mengalami gangguan.

## 3. Unit Bahan Bakar 3

Unit yang bertugas menyediakan kebutuhan bahan bakar, misalnya kebutuhan bahan bakar untuk generator

## 4. Unit pengolahan limbah

Limbah dari suatu pabrik harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke air atau atmosfer, karena limbah tersebut mengandung bermacam macam zat yang dapat membahayakan alam sekitar maupun manusia. Maka dari itu pabrik harus mempunyai unit pengolahan limbah. Sumber-sumber limbah cair pabrik ini meliputi :

1. Limbah proses akibat zat zat yang terbuang, bocor atau tumpah.
2. Limbah cair hasil pencucian peralatan pabrik. Limbah ini diperkirakan mengandung kerak dan kotoran-kotoran yang melekat pada peralatan pabrik.

3. Limbah domestik yaitu limbah yang mengandung bahan organik sisa pencernaan yang berasal dari kamar mandi di lokasi pabrik, serta limbah dari kantin berupa limbah padat dan limbah cair.
4. Limbah laboratorium yang mengandung bahan kimia yang digunakan untuk menganalisa mutu bahan baku yang dipergunakan dan mutu produk yang dihasilkan, serta yang dipergunakan untuk penelitian dan pengembangan proses.

#### 4.5.2 Unit Pendukung Proses

##### 4.5.2.1 Unit Pengadaan Air

###### 1. Air Proses

Air proses yang digunakan adalah air sungai yang diperoleh dari Sungai Bengawan Solo yang tidak jauh dari lokasi pabrik. Dipilihnya air sungai sebagai air proses adalah karena faktor-faktor sebagai berikut:

- a. Air sungai dapat diperoleh dalam jumlah yang besar dengan biaya murah
- b. Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.

Air proses ini digunakan sebagai pelarut pada *mixer*, Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan air sungai sebagai air proses adalah:

- a. Partikel-partikel besar/makroba (makhluk hidup sungai dan konstituen lain).
- b. Partikel-partikel kecil/mikroba (ganggang dan

mikroorganismen sungai).

Sehingga Kebutuhan air proses sebagai berikut:

Mixer = 4307,869 kg/jam

## 2. Air Pendingin

Air pendingin yang dimaksud adalah air yang digunakan dari air sungai Bengawan Solo yang tidak jauh dari lokasi pabrik, alasan digunakannya air sungai sebagai media pendingin antara lain:

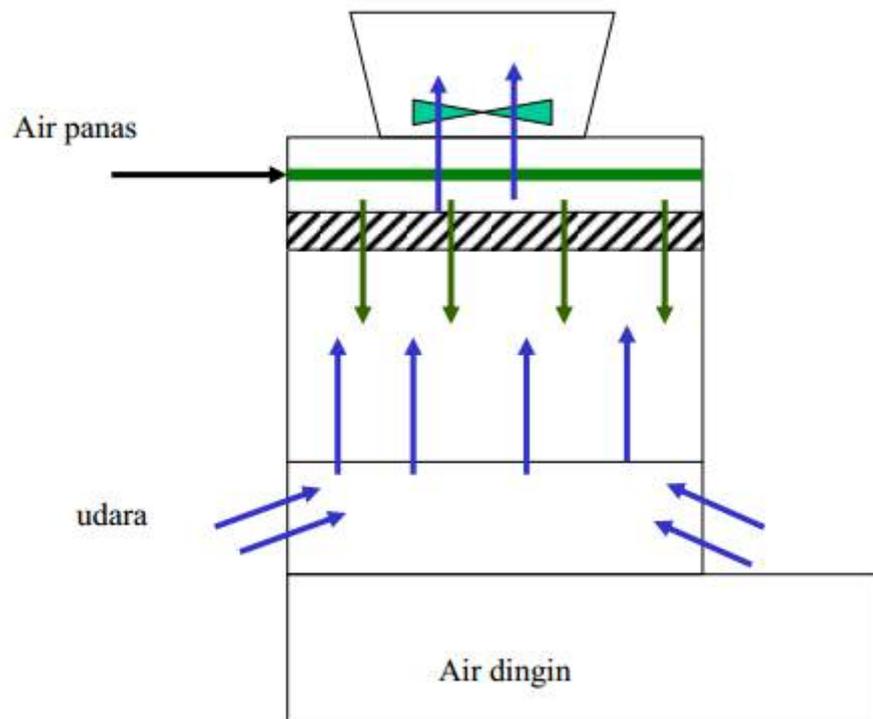
- a. Air sungai mudah diperoleh dalam jumlah besar
- b. Mudah dalam melakukan pengolahannya
- c. Dekat dengan lokasi pabrik

Air pendingin ini digunakan sebagai pendingin pada *Cooler* dengan jumlah sebesar 2128,1117 kg/jam

Air pendingin di produksi oleh Menara pendingin (*cooling tower*). Unit air pendingin ini mengolah air dengan proses pendinginan dari suhu 115°C menjadi 30°C, untuk dapat digunakan lagi sebagai air untuk proses pendinginan pada alat pertukaran panas dari alat yang membutuhkan pendinginan.

Air pendingin yang keluar dari media-media perpindahan panas di area proses akan di sirkulasikan dan didinginkan kembali seluruhnya di *cooling tower*. Sistem air pendingin

terutama terdiri dari *cooling tower* dan basin, pompa air pendingin untuk peralatan proses, system injeksi bahan kimia, dan *induce draft fan*. Sistem injeksi bahan kimia disediakan untuk mengolah air pendingin untuk mencegah korosi, mencegah terbentuknya kerak dan pembentukan lumpur di peralatan proses, Karena akan menghambat atau menurunkan kapasitas perpindahan panas.



**Gambar 4.5 Cooling Tower**

Proses pendinginan di *cooling tower* sebagai berikut:

- *Cooling water* yang telah menyerap panas dilarikan kembali ke cooling water untuk didinginkan.

- Air dialirkan ke bagian atas *cooling water* kemudian dialirkan ke bawah dan akan terjadi kontak dengan aliran udara yang dihisap oleh *induce draft (ID) fan*.
- Kontak dengan aliran udara ini mengakibatkan terjadinya proses pengambilan panas dari air oleh udara dan juga terjadi proses penguapan sebagian air dengan melepas panas laten yang akan mendinginkan air yang jatuh ke bawah.
- Air yang telah menjadi dingin tersebut dapat ditampung di Basin dan dapat dipergunakan kembali sebagai *cooling water*.

### 3. Pengolahan Air Sungai

Air yang digunakan adalah air sungai yang diperoleh dari Sungai Bengawan Solo yang tidak jauh dari lokasi pabrik. Untuk menghindari *fouling* yang terjadi pada alat-alat penukar panas maka perlu diadakan pengolahan air sungai. Pengolahan dilakukan secara fisis dan kimia. Pengolahan tersebut antara lain meliputi *screening*, pengendapan, penggumpalan, klorinasi, demineralisasi, dan deaerasi. Tahapan – tahapan pengolahan air proses adalah sebagai berikut ;

a) *Clarifier*

Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diambil dari sumber air yang ada di sekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan.

Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisika dan kimia, penambahan desinfektan maupun dengan penggunaan *ion exchanger*.

Mula-mula *raw water* diumpankan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu:

- 1)  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ , yang berfungsi sebagai flokulan.

Air baku dimasukkan ke dalam *clarifier* untuk mengendapkan lumpur dan partikel padat lainnya, dengan menginjeksikan alum ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ), *coagulant acid* sebagai pembantu pembentukan flok dan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku ini dimasukkan melalui bagian tengah *clarifier* dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir *clarifier* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang mempunyai *turbidity*

sekitar 42 ppm diharapkan setelah keluar *clarifier* *turbidity*nya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

## 2) Penyaringan

Air dari *clarifier* dimasukkan ke dalam *sand filter* untuk menahan/ menyaring partikel - partikel solid yang lolos atau yang terbawa bersama air dari *clarifier*. Air keluar dari *sand filter* dengan *turbidity* kira - kira 2 ppm, dialirkan ke dalam suatu Air bersih ini kemudian didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi. *Sand filter* akan berkurang kemampuan penyaringannya. Oleh karena itu perlu diregenerasi secara periodik dengan *back washing*.

## 3) Demineralisasi

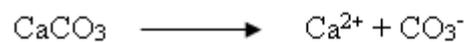
Untuk umpan ketel ( *boiler* ) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam - garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion - ion yang terkandung pada *filtered water* sehingga konduktivitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan silica lebih kecil dari 0,02 ppm.

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

a) *Cation Exchanger*

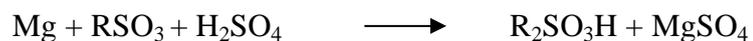
*Cation exchanger* ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion  $H^+$  sehingga air yang akan keluar dari *cation exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion  $H^+$ . Sehingga air yang keluar dari *cation tower* adalah air yang mengandung anion dan ion  $H^+$ .

Reaksi:



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

Reaksi:



b) *Anion Exchanger*

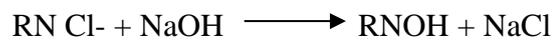
*Anion exchanger* berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti  $CO_3^{2-}$ ,  $Cl^-$  dan  $SO_4^{2-}$  akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi:



Dalam waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh, sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH.

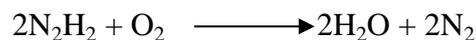
Reaksi:



c) Deaerasi

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen ( $\text{O}_2$ ). Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan ke dalam *deaerator* dan diinjeksikan *hidrazin* ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada *Tube boiler*.

Reaksi:



Air yang keluar dari *deaerator* ini dialirkan dengan pompa sebagai air umpan *boiler*.

1) Air Umpan *Boiler*

Untuk kebutuhan umpan *boiler*, sumber air yang digunakan adalah dari sungai Bengawan Solo, beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan *boiler* adalah:

- Kandungan yang menyebabkan korosi  
Penyebab utama korosi adalah dikarenakan adanya air yang mengandung sifat keasaman dan gas gas yang telah larut kedalam air tersebut.
- Kandungan yang menyebabkan kerak  
Kerak yang ditimbulkan biasanya disebabkan karena adanya kesadahan dan suhu yang tinggi pada air tersebut, kesadahan air itu sendiri biasanya berupa garam – garam karbonat dan silikat.
- Kandungan yang menyebabkan pembusaan  
Pembusaan terjadi karena adanya zat – zat organic, anorganik dan zat -zat yang tidak larut dalam jumlah besar.
- Jumlah air sungai sebagai umpan *boiler* Jumlah air yang digunakan adalah sebesar 8787,88kg/jam

1) Air untuk kebutuhan umum dan sanitasi

Sumber air untuk keperluan umum misalnya konsumsi dan kebutuhan lainnya berasal dari sungai yang telah di proses melalui beberapa langkah sehingga akan layak untuk digunakan sebagai air konsumsi, air digunakan untuk memenuhi berbagai kebutuhan misalnya air minum, air yang akan dikonsumsi dan untuk sanitasi harus memenuhi syarat, yang memenuhi syarat kimia serta

fisiknya.

Syarat kimia antara lain tidak mengandung zat organik maupun anorganik, tidak beracun, dan tidak mengandung bakteri – bakteri yang menyebabkan keracunan. Kemudian untuk syarat fisika antara lain air harus bersuhu dibawah udara luar, warna jernih tidak berwarna, dan tidak memiliki rasa atau bau. Total kebutuhan air adalah sebagai berikut:

Air domestic	= 6625	kg/jam
Air Service	= 700	kg/jam
Air pendingin	= 190418,45	kg/jam
Air pemanas	= 5187	kg/jam
Air demin	= 4308	kg/jam
Total kebutuhan	= 207238	kg/jam

#### 4.5.2.2 Unit pengadaan air pemanas

Air pemanas yang diproduksi pada pabrik ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan panas pada Reaktor, *Evaporator*, yang mana ini dihubungkan dengan *boiler*. Jenis air pemanas yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tekanan	= 1 atm
Suhu	= 60 °C

Jumlah = 1

Panas yang dibutuhkan = 4322,1979 kJ/jam Tekanan = 1 atm

Bahan bakar = solar

Air untuk pendingin + air pemanas 80% dimanfaatkan kembali,  
maka *make up* yang diperlukan 20%, sehingga *make up* adalah:

= 20% x (4308+ 2128) kg/jam

= 6436 kg/jam

#### 4.5.2.3 Unit Pengadaan Listrik

Kebutuhan tenaga listrik untuk pabrik ini disupply dari PT.PLN dan generator sebagai cadangannya, hal ini ditujukan untuk mengantisipasi apabila terjadi gangguan listrik dari PLN.

Kebutuhan listrik untuk pabrik ini adalah sebagai berikut:

- a. Listrik untuk keperluan proses = 35,2907 kW
- b. Listrik untuk Instrumensi = 10 kW
- c. Listrik untuk utilitas = 242,5173 kW
- d. Total kebutuhan Listrik = 287.808 kW

#### 4.5.2.4 Unit bahan bakar

Unit bahan bakar bertugas untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada generator sebagai cadangan listrik dan alat lainnya, Total kebutuhan bahan bakar adalah sebesar 344,1391kg/jam

#### 4.5.2.5 Unit pengolahan limbah

Limbah merupakan sisa sisa material yang berasal dari serangkaian proses produksi, untuk pabrik yang dirancang ini limbah berupa cair yang masih harus diolah.

Dengan tujuan ingin terwujudnya menjaga kelestarian lingkungan maka di area sekitaran pabrik dibuat lahan penghijauan.

#### 4.5.2.6 Laboratorium

Laboratorium merupakan unit yang berperan penting untuk produk yang dihasilkan, baik dari segi mutu dan kualitas produk, dengan adanya data yang diperoleh dari hasil pengujian laboratorium maka proses produksi akan selalu dapat dikontrol dan selalu terjaga kualitasnya sesuai dengan yang diharapkan.

Berikut adalah tugas pokok unit laboratorium:

1. Sebagai pengontrol kualitas bahan baku
2. Sebagai pengontrol kualitas produk
3. Sebagai pengontrol terhadap proses produksi, dengan menganalisanya.

Laboratorium untuk pabrik ini terdiri dari:

##### a. Laboratorium fisik

Laboratorium yang bertugas mengadakan pemeriksaan dan pengamatan terhadap sifat – sifat bahan baku dan produk.

##### b. Laboratorium penelitian dan pengembangan

Laboratorium yang bertujuan untuk mengadakan penelitian, misalnya dengan mencoba beberapa sampel bahan baku yang satu dengan yang lainnya, menemukan pengembangan yang baru demi terwujudnya kelangsungan proses produksi dan

kualitas produk yang dihasilkan.

c. Laboratorium kimia

Laboratorium yang bertujuan untuk meneliti atau menguji kualitas bahan baku maupun produk dari segi kadarnya, pengujian ini dimaksudkan agar nantinya produk yang dihasilkan akan sesuai dengan kualitas yang diharapkan oleh pabrik maupun pasaran.

## **4.6 Organisasi Perusahaan**

### 4.6.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk Perusahaan yang direncanakan pada perancangan pabrik ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan suatu bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal keperusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam perseroan terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap-tiap saham.

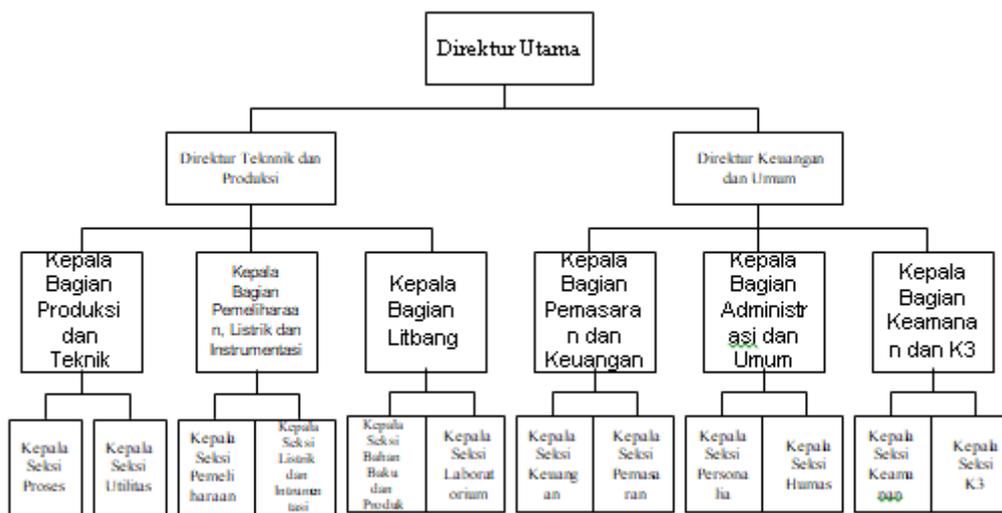
### 4.6.2 Struktur Organisasi

Dalam rangka menjalankan suatu proses pabrik dengan baik dalam hal ini di suatu perusahaan, diperlukan suatu manajemen atau organisasi yang memiliki pembagian tugas dan wewenang yang

baik. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat bermacam-macam sesuai dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini adalah sebagai berikut:

- a. Pemegang saham
- b. Dewan komisaris
- c. Direktur Utama
- d. Direktur
- e. Kepala Bagian
- f. Kepala Seksi
- g. Karyawan dan Operator

Berikut bagan struktur organisasi pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat dengan kapasitas sebesar 35000 ton/tahun



**Gambar 4.6 Struktur Organisasi**

Tanggung jawab, tugas dan wewenang dari masing-masing jenjang kepemimpinan tentu saja berbeda-beda. Tanggung jawab, tugas serta wewenang tertinggi terletak pada puncak pimpinan yaitu dewan komisaris. Sedangkan kekuasaan tertinggi berada pada rapat umum pemegang saham

#### 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. Pada rapat umum tersebut para pemegang saham:

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
2. Mengangkat dan memberhentikan direktur

##### 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. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya.

2. Mengawasi tugas-tugas direktur utama.
3. Membantu direktur utama dalam hal-hal penting.

#### 4.6.3.3 Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya dalam hal maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Produksi dan Teknik, serta Direktur Keuangan dan Umum.

Direktur utama membawahi :

a. 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.

b. Direktur Keuangan dan Umum

Tugas Direktur Keuangan dan Umum adalah bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, personalia, keuangan, pemasaran, humas, keamanan, dan keselamatan kerja.

#### 4.6.3.4 Kepala Bagian

Secara umum tugas Kepala Bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staff direktur. Kepala bagian ini bertanggung jawab kepada direktur masing-masing. Kepala bagian terdiri dari :

#### 4.6.3.5 Kepala Bagian Proses dan Utilitas

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang penyediaan bahan baku dan utilitas.

#### 4.6.3.6 Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.

#### 4.6.3.7 Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan penelitian

#### 4.6.3.8 Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.

#### 4.6.3.9 Kepala Bagian Administrasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang

berhubungan dengan tata usaha, personalia dan rumah tangga perusahaan.

#### 4.6.3.10 Kepala Bagian Humas dan Keamanan

Tugas: Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan antara perusahaan dan masyarakat serta menjaga keamanan perusahaan.

#### 4.6.3.11 Kepala Bagian Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan

Tugas : Bertanggung jawab terhadap keamanan pabrik dan kesehatan dan keselamatan kerja karyawan.

#### 4.6.3.12 Kepala Seksi

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

#### 4.6.3.13 Kepala Seksi Proses

Tugas : Memimpin langsung serta memantau kelancaran proses produksi.

#### 4.6.3.14 Kepala Seksi Bahan Baku dan Produk

Tugas: Bertanggung jawab terhadap penyediaan bahan baku dan menjaga kemurnian bahan baku, serta mengontrol produk yang dihasilkan.

#### 4.6.3.15 Kepala Seksi Utilitas

Tugas : Bertanggung jawab terhadap penyediaan air, steam, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.

#### 4.6.3.16 Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

Tugas : Bertanggung jawab atas kegiatan perawatan dan penggantian alat- alat serta fasilitas pendukungnya.

#### 4.6.3.17 Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap penyediaan listrik serta kelancaran alat- alat instrumentasi.

#### 4.6.3.18 Kepala Seksi Bagian Penelitian dan Pengembangan

Tugas : Mengkoordinasi kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan peningkatan produksi dan efisiensi proses secara keseluruhan.

#### 4.6.3.19 Kepala Seksi Laboratorium dan pengendalian mutu

Tugas: Menyelenggarakan pengendalian mutu untuk bahan baku bahan pembantu, produk dan limbah.

#### 4.6.3.20 Kepala Seksi Keuangan

Tugas : Bertanggung jawab terhadap pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.

#### 4.6.3.21 Kepala Seksi Pemasaran

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik.

#### 4.6.3.22 Kepala Seksi Tata Usaha

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan serta tata usaha kantor.

#### 4.6.3.23 Kepala Seksi Personalia

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.

#### 4.6.3.24 Kepala Seksi Humas

Tugas: Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan, pemerintah, dan masyarakat.

#### 4.6.3.25 Kepala Seksi Keamanan

Tugas : Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

#### 4.6.3.26 Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Tugas: Mengurus masalah kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

#### 4.6.3.27 Kepala Seksi Unit Pengolahan Limbah

Tugas : Bertanggung jawab terhadap limbah pabrik agar sesuai dengan baku mutu limbah.

### 4.6.4 **Catatan**

#### 4.6.4.1 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.

#### 4.6.4.2 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*).

#### 4.6.4.3 Kerja Lembur (*Overtime*)

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

#### 4.6.4.4 Sistem Gaji Karyawan

Gaji karyawan dibayarkan setiap bulan pada tanggal 1. Bila tanggal tersebut merupakan hari libur, maka pembayaran gaji dilakukan sehari sebelumnya.

**Tabel 4.18 Gaji Karyawan**

Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
Direktur Utama	1	40.000.000,00	40.000.000,00
Direktur Teknik dan Produksi	1	30.000.000,00	30.000.000,00
Direktur Keuangan dan Umum	1	30.000.000,00	30.000.000,00
Staff Ahli	1	20.000.000,00	20.000.000,00
Ka. Bag Umum	1	20.000.000,00	20.000.000,00
Ka. Bag. Pemasaran	1	20.000.000,00	20.000.000,00
Ka. Bag. Keuangan	1	20.000.000,00	20.000.000,00
Ka. Bag. Teknik	1	20.000.000,00	20.000.000,00
Ka. Bag. Produksi	1	20.000.000,00	20.000.000,00
Ka. Bag. Litbang	1	20.000.000,00	20.000.000,00
Ka. Sek. Personalia	1	15.000.000,00	15.000.000,00

Ka. Sek. Humas	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Sek. Keamanan	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Sek. Pembelian	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Sek. Pemasaran	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Sek. Administrasi	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Sek. Kas/Anggaran	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Sek. Proses	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Sek. Pengendalian	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Sek. Laboratorium	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Sek. Utilitas	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Sek. Pengembangan	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Ka. Sek. Penelitian	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Karyawan Personalia	5	10.000.000,00	50.000.000,00
Karyawan Humas	5	8.000.000,00	40.000.000,00
Karyawan Keamanan	6	5.000.000,00	30.000.000,00
Karyawan Pembelian	5	8.000.000,00	40.000.000,00
Karyawan Pemasaran	5	8.000.000,00	40.000.000,00
Karyawan Administrasi	4	8.000.000,00	32.000.000,00
Karyawan Kas/Anggaran	4	8.000.000,00	32.000.000,00
Karyawan Proses	20	10.000.000,00	200.000.000,00
Karyawan Pengendalian	6	10.000.000,00	60.000.000,00
Karyawan Laboratorium	6	10.000.000,00	60.000.000,00
Karyawan Pemeliharaan	6	10.000.000,00	60.000.000,00
Karyawan Utilitas	12	10.000.000,00	120.000.000,00
Karyawan KKK	6	10.000.000,00	60.000.000,00
Karyawan Litbang	5	8.000.000,00	40.000.000,00
Sekretaris	4	7.000.000,00	28.000.000,00
Paramedis	3	8.500.000,00	25.500.000,00
Sopir	11	3.600.000,00	39.600.000,00
Cleaning Service	10	3.600.000,00	36.000.000,00
Total	150		1.027.00.000

## Jam Kerja Karyawan

Berdasarkan jam kerjanya, karyawan perusahaan dapat dibedakan menjadi 2 golongan karyawan *non-shift* (harian) dan karyawan shift.

### a. Jam kerja karyawan non-shift

Jam Kerja : 07.00 – 12.00 dan 13.00 – 16.00

Istirahat : 12.00 – 13.00 Jumat:

Jam Kerja : 07.00 – 11.30 dan 13.30 – 17.00

Istirahat : 11.30 – 13.30 hari Sabtu dan Minggu libur

### b. Jam kerja karyawan shift Jadwal kerja karyawan shift dibagi menjadi :

- Shift Pagi : 07.00 – 15.00

- Shift Sore : 15.00 – 23.00

- Shift Malam : 23.00 – 07.00

Karyawan shift ini dibagi menjadi 4 regu, yaitu 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat yang dilakukan secara bergantian. Setiap regu mendapatkan giliran 6 hari kerja dan satu hari libur untuk setiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan oleh pemerintah, regu yang bertugas tetap masuk. Jadwal kerja masing-masing regu disajikan dalam tabel 4.15 sebagai berikut :

**Tabel 4.19 Jadwal kerja**

Hari/Regu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	P	P	S	S	M	M	L	P	P	S	S	M	M	L
2	S	S	M	M	L	P	P	S	S	M	M	L	P	P
3	M	M	L	P	P	S	S	M	M	L	P	P	S	S
4	L	P	P	S	S	M	M	L	P	P	S	S	M	M

Keterangan:

P = *Shift* Pagi M = *Shift* Malam S = *Shift* Siang L = Libur

#### **4.7 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 dan kegiatam yang ada dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Sehubungan dengan hal tersebut, maka perusahaan menyediakan fasilitas yang bermanfaat dalam lingkungan perusahaan yang berhubungan dengan kepentingan para karyawan.

Adapun fasilitas yang diberikan perusahaan adalah:

a. Poliklinik

Untuk meningkatkan efisiensi produksi, faktor kesehatan karyawan merupakan hal yang sangat berpengaruh. Oleh karena itu perusahaan menyediakan pakaian kerja

Untuk menghindari kesenjangan antar karyawan, perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahun.

b. Makan dan minum

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

c. Koperasi

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

d. Tunjangan Hari Raya (THR)

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

e. Jamsostek

Merupakan asuransi pertanggung jawaban jiwa dan asuransi kecelakaan.

f. Masjid dan Kegiatan kerohanian

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

g. Hak Cuti

1) Cuti Tahunan

Diberikan kepada karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.

2) Cuti Massal

Setiap tahun diberikan cuti massal untuk karyawan bertepatan dengan hari raya Idul Fitri selama 4 hari kerja.

## 4.8 Evaluasi Ekonomi

Dalam prarancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan ( *estimation* ) tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi dari suatu pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya keuntungan yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan. Dalam evaluasi ekonomi ini faktor - faktor yang ditinjau adalah:

1. *Return on Investment*
2. *Pay Out Time*
3. *Discounted Cash Flow*
4. *Break Even Point*
5. *Shut Down Point*

Sebelum dilakukan analisa terhadap kelima faktor tersebut, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal sebagai berikut:

1. Penentuan modal industri ( *Total Capital Investment* )

Meliputi:

- h. Modal tetap ( *Fixed Capital Investment* )

*Fixed Capital Investment* adalah banyaknya pengeluaran – pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas – fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya.

i. Modal kerja ( *Working Capital Investment* )

*Working Capital Investment* adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

2. Penentuan biaya produksi total ( *Total Production Cost* )

Meliputi:

a. Biaya pembuatan ( *Manufacturing Cost* )

*Manufacturing cost* merupakan jumlah *direct*, *indirect* dan *fixed manufacturing cost*, yang bersangkutan 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 produks.

b. Biaya pengeluaran umum ( *General Expenses* )

*General expense* atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran–  
pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak  
termasuk *Manufacturing cost*.

1) 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* )

4.8.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan pabrik untuk kebutuhan proses produksi  
akan berubah setiap saat tergantung pada kondisi ekonomi yang  
mempengaruhinya. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti  
setiap tahun sangatlah sulit, sehingga diperlukan suatu metode atau  
cara untuk memperkirakan harga alat pada tahun tertentu dan perlu  
diketahui terlebih dahulu harga indeks peralatan operasi pada tahun  
tersebut.

Pabrik beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari,  
dan tahun evaluasi pada tahun 2024. Di dalam analisa ekonomi harga  
– harga alat maupun harga – harga lain diperhitungkan pada tahun  
analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari index  
pada tahun analisa.

Harga indeks tahun 2024 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 2019 sampai 2020, dicari dengan persamaan regresi linier.

**Tabel 4.20 Harga Indeks**

No	Tahun (Xi)	Indeks (Yi)
1	2018	609,176
2	2019	619,054
3	2020	628,932
4	2021	638,81
5	2022	648,688
6	2023	658,566
7	2024	668,444

Persamaan yang diperoleh adalah  $y = 9,878x - 293,08$ . Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2024 adalah 668,444.

Harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan juga dengan referensi Peters & Timmerhaus, pada tahun 1990 dan Aries & Newton, pada tahun 1955). Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan:

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y} \quad (\text{Aries \& Newton, 1955})$$

Dalam hubungan ini:

Ex : Harga pembelian pada tahun 2020

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi Nx:Index harga pada tahun 2020

Ny : Index harga pada tahun referensi

#### 4.8.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi = 35.000 ton/tahun Satu tahun operasi =330 hari

Umur pabrik = 10 tahun pabrik didirikan pada tahun =2024

Kurs mata uang = 1 US\$ = Rp 14.400,- Harga bahan baku terdiri dari:

**Tabel 4.21 Harga bahan baku**

No	Bahan Baku	Harga (Rp/Ton)
1	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (Asam Fosfat)	6.750.000
2	NaCl (Natrium klorida)	750.000

(sumber alibaba.com)

Perhitungan pekerja berdasarkan pada:

- 95% pekerja Indonesia
- 5% pekerja asing

Upah pekerja Indonesia = Rp 25.000,00/orang/jam

- Upah pekerja asing = US\$ 40/orang/jam

- 1 *man hour* asing = 3 *man hour* Indonesia

#### 4.8.3 Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)

**Tabel 4.22 Harga Alat dalam Proses Produksi**

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Parameter Harga	Ukuran	Harga \$
					Total
<i>Hooper NaCl</i>	H-01	1	Volume,gall	4500	46411,66
Tangki Asam Fosfat	T-01	1	Volume,gall	3900	72112,12
Reaktor	R-01	1	Volume,gall	2500	284990,8
<i>Evaporator</i>	EV-01	1	Area	20	130358,8
<i>Crystallizer</i>	CR-01	1	Volume,gall	1500	234773,4
<i>Centrifuge</i>	CF-01	1	inch	24	178220,8
<i>Rotary Dryer</i>	RD-01	1	ft	22	93055,39
<i>Heater</i>	HE-01	1	Luas Perpindahan Panas(ft <sup>2</sup> )	100	3944,991
<i>Heater</i>	HE-02	1	Luas Perpindahan Panas(ft <sup>2</sup> )	40	2784,7
<i>Heater</i>	HE-03	1	Luas Perpindahan Panas(ft <sup>2</sup> )	4	1276,321
<i>Bucket Elevator</i>	BE-01	1	panjang	12	10442,62
<i>Bucket Elevator</i>	BE-02	1	panjang	12	10442,62
<i>Belt Conveyor</i>	BC-01	1	panjang	14	32140,08
<i>Belt Conveyor</i>	BC-02	1	panjang	14	87311,94
<i>Screw Conveyor</i>	SC-01	1	panjang	12	3944,991
Tangki HCl	T-02	1	Volume,gall	4000	87021,87
Pompa	P-01	2	Diameter, in	1,25	13459,38
Pompa	P-02	2	Diameter, in	2	20653,19
Pompa	P-03	2	Diameter, in	2	20653,19
Pompa	P-04	2	Diameter, in	1,5	26918,77
Pompa	P-05	2	Diameter, in	2	41306,38
Pompa	P-06	2	Diameter, in	0,5	17636,43
<i>Boiler</i>	B-01	1	lb/hours	150	23437,89
Silo	S-01	1	Volume,gall	9000	72518,23
<i>Condensor</i>	CD-01	1	Luas Perpindahan Panas(ft <sup>2</sup> )	2300	272.400,00
Total		31			1515817

Total *Purchased Equipment Cost* (PEC) = US\$6.466.981,97

= Rp93.124.540.402

- a. Biaya Pengiriman = 15% x PEC  
= US \$970.047,30
- b. Pajak Masuk = 5% x PEC  
= US \$646.698,20
- c. Transportasi ke Lokasi= 5% x PEC  
= US \$646.698,20

*Delivered Equipment Cost (DEC)* = Biaya pengiriman + Pajak Masuk +  
Transportasi ke Lokasi Sehingga:

$$DEC = \text{US\$ } 314.212$$

1. Biaya instalasi

- a. Material = 11% x PEC  
= US \$711.368,02
- b. Labor = 32% x PEC  
= US \$2.069.434,23
- c. Pekerja asing = 5% x Labor  
= US \$103.471,71
- d. Pekerja Indonesia = 95% x Labor  
= Rp. 1.639.131.795

2. Biaya Pemipaan

- a. Material = 17% x PEC  
= US\$ 452.465,53
- b. Labor = 36% x PEC  
= US\$ 37.705,46
- c. Pekerja asing = 5% x Labor  
= US \$103.471,71

d. Pekerja Indonesia	= 95% x Labor
	= Rp.4.914.906.299
3. Biaya Instrumentasi	
a. Material	= 12% x PEC
	= US \$1.552.075,67
b. Labor	= 3% x PEC
	= US \$388.018,92
c. Pekerja asing	= 5% x Labor
	= US \$19.400,95
d. Pekerja Indonesia	= 95% x Labor
	= Rp. Rp921.544.931,07
4. Biaya Insulasi	
a. Material	= 3% x PEC
	= US \$194.009,46
b. Labor	= 5% x PEC
	= US \$323.349,10
c. Pekerja asing	= 5% x Labor
	= US \$16.167,45
d. Pekerja Indonesia	= 95% x Labor
	= Rp767.954.109,22
5. Biaya instalasi Listrik	
a. Material	= 8% x PEC
	= US \$776.037,84
6. <i>Building Cost</i>	= 45% x PEC
	= US\$ \$457.222,22

7. *Land & Yarn Improvement Cost* = 15% x PEC  
= US \$416.111,11

**Tabel 4.23 Harga Alat Utilitas**

No.	Nama Alat	Kode	Sumber	Jumlah alat	Harga Alat (US\$)
1	Bak Pengendap	BP	marshal	1	51.791
2	Tangki Kesadahan	TK	marshal	1	67.871
3	<i>Clarifier</i>	CL	marshal	1	67.871
4	<i>Sand Filter</i>	SD	marshal	1	7.848
5	Bak Penampung	BPG	marshal	1	51.791
6	Tangki Klorinator	TKL	marshal	1	1.530
7	<i>Cation Exchanger</i>	CE	marshal	1	17.960
8	<i>Anion Exchanger</i>	AE	marshal	1	7.782
9	Deaerator	DE	marshal	1	13.226
10	Tangki <i>Feed Boiler</i>	TFB	marshal	1	6.714
11	<i>Boiler</i>	B	matche.com	1	2.066.547
12	<i>Screener</i>	SC	matche.com	1	9.776
13	<i>Cooling Tower</i>	CT	matche.com	1	1.818
14	Pompa Utilitas-01	PU-01	matche.com	2	6.479
15	Pompa Utilitas-02	PU-02	matche.com	2	6.479
16	Pompa Utilitas-03	PU-03	matche.com	2	3.637
17	Pompa Utilitas-04	PU-04	matche.com	2	3.637
18	Pompa Utilitas-05	PU-05	matche.com	2	3.637
19	Pompa Utilitas-06	PU-06	matche.com	2	3.637
20	Pompa Utilitas-07	PU-07	matche.com	2	3.637
21	Pompa Utilitas-08	PU-08	matche.com	2	5.570
22	Pompa Utilitas-09	PU-09	matche.com	2	5.570
23	Pompa Utilitas-10	PU-10	matche.com	2	5.570
24	Pompa Utilitas-11	PU-11	matche.com	2	5.570
25	Pompa Utilitas-12	PU-12	matche.com	2	5.570
26	Pompa Utilitas-13	PU-13	matche.com	2	5.570
27	Pompa Utilitas-14	PU-14	matche.com	2	5.570
28	Pompa Utilitas-15	PU-15	matche.com	2	1.023
29	Pompa Utilitas-16	PU-16	matche.com	2	1.023
Total					1.796.514

8. Biaya Utilitas

a. Harga alat Utilitas (UEC)

= US\$ \$4.951.165,40

*Utility Equipment Cost*

b. Instalasi

• Material = 18% x UEC

= US\$ 891.209

• Labor = 12% x UEC

= US\$ 594.439

• Pekerja asing = 5% x Labor

= US\$ 29.721

• Pekerja Indonesia = 95% x Labor

= Rp. 11.139.260.885

• *Physical Plant Cost* (PPC) = US\$ \$14.354.790

9. *Engineering and Construction* = 18% x PPC

= US\$ 2.583.862,232

*Direct Plant Cost* (DPC) = US \$17.225.748,21

10. *Contractor's Fee* = 8% x DPC

= US \$3.100.634,68

11. *Contingency* = 25% x DPC

= US\$ 1.722.574,82

**Fixed Capital (FC) = US \$19.637.352,96**

**SALES**

Kapasitas Produksi = 35000 Ton/Tahun

Annual Sales = US\$ Rp88.704.966.980 Tahun (2024)

Harga Produk = US\$ 1,071

Harga produk diperoleh dengan menempatkan harga sebesar US\$ 2,5 karena menyesuaikan dengan harga yang beredar dipasar, dan masih tergolong pabrik yang baru.

1. *Direct Manufacturing Cost* (DMC)

a. *Raw Material* (Bahan Baku)

**Tabel 4.24 Harga Bahan Baku**

Bahan	Kebutuhan	Harga satuan (Rp)	Biaya (Rp)	
	kg/tahun		Rp/jam	Rp/th
Asam Fosfat	22.779.360,44	10.300	29.624.673	234.627.412.547
Natrium Klorida	14.834.054,66	2.500	4682466,75	37085136660

b. Gaji Buruh

Jumlah Buruh ditentukan dengan menentukan kebutuhan operator untuk tiap alat (Timmerhaus, 2003)

**Tabel 4.25 Gaji Buruh**

<b>Alat Proses</b>	<b>Juml</b>	<b>Operator/unit/shift</b>	<b>Operator/shift</b>
Reaktor	1	0,5	0,5
Evaporator	1	0,5	0,5
<i>Crystallizer</i>	1	0,5	0,5
<i>Centrifuge</i>	1	0,25	0,25
<i>Mixer</i>	1	0,1	0,1
Tangki	3	0,1	0,3
pompa	6	0,01	0,06
<i>Rotary Dryer</i>	1	0,5	0,5
<i>Condensor</i>	1	0,2	0,2
<b>Alat Utilitas</b>	<b>Juml</b>	<b>Operator/unit/shift</b>	<b>Operator/shift</b>
Tangki klorinasi	1	0,1	0,1
Tangki Denim	1	0,1	0,1
<i>sand Filter</i>	1	0,1	0,1
<i>Tangki penggumpalan</i>	1	0,1	0,1
clarifier	1	0,1	0,1
<i>Cation Anion ex</i>	2	0,1	0,2
<i>Boiler</i>	1	0,1	0,1
pompa	12	0,1	0,12
<i>Cooling tower</i>	1	0,1	0,11
Jumlah			5

Jumlah Operator/Shift = 5

Jumlah Shift = 4

Jumlah Operator = 20

Upah Minimum Regional (UMR) Gresik = Rp 4.197,030/Bulan

Gaji Operator = Rp. 4.200.00/Bulan

c. Biaya Gaji Buruh = Rp. 1.008.000.000 / Tahun

1) *Supervision* = 15% x Biaya Gaji Buruh  
= Rp. 1.437.600

2) *Maintenance* = 6% x FC

= Rp. 2.817.006.981

3) *Plant Supplies* = 15% x *Maintenance*

= Rp. 422.551.047

4) *Royalties and Patens*= 5% x *Sales*

= Rp. 4.176.000.000

5) *Utilitas*

**Tabel 4.26 Harga Bahan Utilitas**

Komponen	Kebutuhan Per Tahun	Harga Satuan (IDR)	Harga Total (US\$)
Alum	172.531,9417	1.000	172.531.941
CaOH	122,97	143,3004294	797.180,4474
Kaporit	0,0297	1047,195445	1.339.597.712,4710
Silika Gel	77,38133	700	24.644.712,4701
NaOH	266,97	330,6932985	46.
HCl	79.102,57	30	2.826.527,55
Resin Kation	3527291,45	3,73941372	15.767.059,11
Resin Anion	1388871,009	8,077133635	13.409.883,78
<i>Fuel Oil</i>	8.666,93	636.9188182	49.896.598
Lisrtik	96105,18	0,1	11.616,17
TOTAL			82.102.696,70

Total Biaya Utilitas = Rp. 18.349.286.771,3702

*Direct Manufacturing Cost* = US\$ 155.964.357

## 2. *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

d. *Payroll Overhead* = 15% x Biaya Gaji Buruh

= Rp. 151.200.000

e. *Laboratory* = 10% x Biaya Gaji Buruh

= Rp. 100.800.000

f. *Plant Overhead* = 50% x Biaya Gaji Buruh  
= Rp. 504.000.000

g. *Packaging, Shipping* = 2% x Sales  
= Rp. 54.435.138.301

***Indirect Manufacturing Cost = Rp. 55.191.138.300***

### 3. *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

1. *Depreciation* = 10% x FC  
= US \$99.833,33

2. *Property Taxes* = 2% x FC  
= US\$ 510.986

3. *Insurances* = 1% x FC  
= US\$ 255.986

***Fixed Manufacturing Cost = US\$ 3.321.409***

*Manufacturing Cost (MC) = DMC + IMC + FMC*

***Manufacturing Cost (MC) = US Rp22.067.955***  
**= Rp317.778.550.715**  
= US\$ 255.986

*Fixed Manufacturing Cost = US\$ 3.321.409*

### 4.8.4 *Working Capital*

#### 1. *Raw Material Inventory (RMI)*

Lama Penyimpanan = 1 Bulan x *Raw Material*

*Raw Material Inventory (RMI) = US\$ 5.149.771*

#### 2. *In Process Inventory (IPI)*

Lama Proses = 1 Hari x *Raw Material*

*In Process Inventory* = US\$ 187.264

3. *Product Inventory (PI)*

Lama Penyimpanan Produk

= 1 Bulan x MC *Product Inventory (PI)* = US\$ 13.619.026

4. *Extended Credit (EC)*

Cadangan kredit utk customer selama

= 1 Bulan x *Sales Extended Credit (EC)* = US\$ 17.024.174

5. *Avaiable Cash (AC)* = 1 Bulan x MC

= US\$ 13.619.026

***Working Capital (WC)* = US\$ 49.599.261**

4.8.6 *General Expense*

1. *Administration* = 3% x *Sales*

= US\$ 6.128.703

2. *Sales Promotion* = 3% x *Sales*

= US\$ 6.128.703

3. *Research* = 4% x *Sales*

= US\$ 8.171.604

4. *Finance* = 15% x WC + 12% x FC

= US\$ 10.505.805

***General Expense (GE)* = US\$ 30.934.815**

**= Rp. 412.144.542.247**

## 4.9 Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak, maka dilakukan suatu analisa atau evaluasi kelayakan. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

### 4.9.1 *Return on Investment (ROI)*

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

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

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

***Pay Out Time (POT)*** adalah:

1. Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Capital Investment* dengan *profit* sebelum dikurangi depresiasi.
2. Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.

Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan

kembali.

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Keuntungan Tahunan} + \text{Depresiasi})}$$

#### 4.9.3 Break Even Point (BEP)

*Break Even Point* (BEP) adalah :

1. Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).
2. Titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP kita dapat menentukan harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapat keuntungan.

Kapasitas produksi pada saat sales sama dengan total cost. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP

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

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

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

*Shut Down Point (SDP)* adalah:

- Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan.

Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi ( tidak menghasilkan *profit* ).

- Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.
- Level produksi di mana 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.

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

#### 4.9.5 *Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)*

*Discounted Cash Flow Rate Of Return ( DCFR )* adalah:

1. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat

dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.

2. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
3. 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 :

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

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Pabrik natrium difosfat heptahidrat digolongkan pabrik beresiko tinggi, hal ini didasarkan atas pertimbangan bahan baku yang bersifat asam walaupun kondisi operasinya bertekanan rendah.

Hasil analisis kelayakan ekonomi adalah sebagai berikut:

1) Keuntungan yang diperoleh:

Keuntungan sebelum pajak Rp 88.704.966.980/tahun, dan keuntungan setelah pajak sebesar RP 42.578.384.150/tahun.

2) *Return On Investment* (ROI):

Presentase ROI sebelum pajak sebesar 31.37%, dan ROI setelah pajak sebesar 15.06%. Syarat setelah pajak untuk pabrik kimia dengan resiko tinggi adalah 11% - 44% (Aries & Newton, 1995).

3) *Pay Out Time* (POT):

POT sebelum pajak selama 2,4 tahun dan POT setelah pajak selama 4 tahun. Syarat POT setelah pajak untuk pabrik kimia dengan resiko tinggi minimal adalah  $2 \leq x \leq 5$  tahun (Aries & Newton, 1955).

4) *Break Event Point* (BEP) pada 42.05%, dan Shut Down Point (SDP) pada 18.03%. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40–60%.

5) *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 15.31%. Syarat minimum DCFR adalah di atas suku bunga pinjaman bank yaitu sekitar 1,5 x suku

bunga pinjaman bank (  $1,5 \times 10,5\% = 15,75\%$  ) atau lebih dari 1,5 dianggap pabrik yang akan dioperasikan menarik.

Dari hasil analisis ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat dengan kapasitas 35.000 ton/tahun ini layak untuk dikaji lebih lanjut.

## **5.2 Saran**

Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep – konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimia diantaranya sebagai berikut:

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik – pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
3. Produk natrium difosfat heptahidrat dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. Mc Graw Hill Handbook Co., Inc: New York
- Bird, R., Byron, and Friends. 1994. *Transport Phenomena*. John Willey and Sons Inc. Singapore
- Brown, G.G. 1978. *Unit Operation*. John Wiley and Sons Inc. New York
- Brownell, L.E. and Young, E.H. 1979. *Process Equipment Design*. John Wiley and Sons Inc. New York
- Coleman, J.H. 1934. *Making Disodium Phosphate*. United States Patent, US 1961127 A
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F. 1983. *Chemical Engineering 1st edition, Vol. 6*. Pergason Press. Oxford
- Faith, W.L., Keyes, D.B., & Donald, B. 1957. *Industrial Chemical*. John Wiley and Sons Inc. London
- Fogler, H.S., 1999. *Elements of Chemical Reaction Engineering*, 3rd ed. Prentice Hall. New Jersey
- Geankoplis, C.J and J.F. Richardson. 1989. *Design Transport Process and Unit Operation*. Pegamon Press. Singapore
- Himmelblau, D.M. 1996. *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering*. Prentice Hall International. London
- Kern, D.Q. 1950. *Process Heat Transfer*. Mc Graw Hill International Book Company Inc. New York
- Myerson, A.S. 2002. *Handbook of Industrial Crystallization*, 2nd ed. Butterworth-Heinneman
- Perry, R.H. and Green, D.W. 1997. *Perry's Chemical Engineer's Handbook*, 7th ed. Mc Graw Hill Book Co., Inc. New York
- Perry, R.H. and Green, D.W. 2008. *Perry's Chemical Engineer's Handbook*, 8th ed. Mc Graw Hill Book Co., Inc. New York

- Peters, M.S. and Timmerhaus, K.D. 2003. *Plant Design and Economic for Chemical Engineering*, 5th ed. Mc Graw Hill International Book Company Inc. New York
- Powel, S. 1954. *Water Conditioning for Industry*, 1st ed. Mc Graw Hill Book Co., Inc. London
- Rase, H.F. 1977. *Chemical Reactor Design for Process Plant*. John Wiley and Sons. New York
- Sarto, dan Alamsyah, A.N. Kinetika Reaksi Pembuatan Di-Kalium Phosphate dari Asam Phosphate dan Kalium Kabonat. Jurnal Teknik Kimia UGM. Yogyakarta. Indonesia
- Sherwood, T. 1977. *The Properties od Gasses and Liquid*. 3th ed. Mc Graw Hill Book Co., Inc. New York
- Smith, J.M, Ness, H.C.V, & Abbot, M.M. 2001. *Chemical Engineering Thermodynamic*, 6th ed. Mc Graw Hill Book Co., Inc. New York
- Ullman's. 1999. *Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Vol A1. Wilhelm Fifth Completely Revised Edition of Germany
- Ulrich, G.G. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Wiley and Sons. New York
- Wallas, S.M. 1990. *Chemical Process Equipment*. Butterworth Heinnemann. Wanshington
- Yaws, C.L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. Mc Graw Hill Book Co., Inc. New York