

**PRARANCANGAN PABRIK NATRIUM DIFOSFAT
HEPTAHIDRAT (Na_2HPO_4) DARI ASAM
FOSFAT DAN NATRIUM KARBONAT
KAPASITAS 57.000 TON/TAHUN
(Prarancang Reaktor (RE-201))**

(Skripsi)

**Oleh
GHALY UKTA PRADANA
(1415041019)**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRACT

PREDESIGN OF SODIUM DIPHOSPHATE HEPTAHYDRATE (Na_2HPO_4) FROM PHOSPHIC ACID AND SODIUM CARBONATE CAPACITY 57,000 TONS/YEAR (REACTOR DESIGN (RE-201))

By

GHALY UKTA PRADANA

Sodium Diphosphate Heptahydrate is one of the chemical industry products which is used as raw material for textile dyeing, detergent, color making, water treatment, paper industry, and fire protection material. The raw materials used are Phosphoric Acid (H_3PO_4) 4.580,421 kg/h and Sodium Carbonate (Na_2CO_3) 3.452,653 kg/h, by using Crystallization Method and reaction conversion of 85,64%..

The manufacture of sodium diphosphate heptahydrate on a large scale is carried out in the design of a sodium diphosphate heptahydrate plant with a capacity of 57,000 tons / year with Phosphoric Acid as raw material obtained from PT. Petrochemical Gresik and Sodium Carbonate were obtained from China's Tianjin Soda, China. The location of the factory is planned to be established in Gresik Regency, East Java Province. The form of the company is a Limited Liability Company (PT) led by a President Director assisted by a Production Director and a Finance Director using a line and staff organizational structure with a total of 146 labors.

Feasibility analysis of Sodium Diphosphate Heptahydrate Plant Design as follows:

<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	= Rp 1.346.994,856.459,-
<i>Working Capital Investment (WCI)</i>	= Rp 237.704.974.669,-
<i>Total Capital Investment (TCI)</i>	= Rp 1.018.735.605.725,-
<i>Break Even Point (BEP)</i>	= 46,72 %
<i>Pay Out Time after Taxes (POT)</i>	= 2,42 years
<i>Return on Investment after Taxes (ROI)</i>	= 26,66 %
<i>Discounted Cash Flow (DCF)</i>	= 36,02 %
<i>Shut Down Point (SDP)</i>	= 28,09 %

Considering the above explanation, it is appropriate that the establishment of this Sodium Diphosphate Heptahydrate plant should be studied further, because it is a profitable factory and has a good future.

ABSTRAK

PRARANCANGAN PABRIK NATRIUM DIFOSFAT HEPTAHIDRAT (Na_2HPO_4) DARI ASAM FOSFAT DAN NATRIUM KARBONAT KAPASITAS 57.000 TON/TAHUN (Prarancangan Reaktor (RE-201))

Oleh

GHALY UKTA PRADANA

Natrium Difosfat Heptahidrat merupakan salah satu produk industri kimia yang digunakan sebagai bahan baku pencelupan tekstil, deterjen, pewarna, pengolahan air, industri kertas, dan bahan proteksi kebakaran. Bahan baku yang digunakan adalah Asam Fosfat (H_3PO_4) 4.580,421 kg/jam dan Natrium Karbonat (Na_2CO_3) 3.452.653 kg/jam, dengan menggunakan Metode Kristalisasi dan konversi reaksi sebesar 85,64%.

Pembuatan Natrium Difosfat Heptahidrat dalam skala besar, dilakukan pada perancangan pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat dengan kapasitas 57.000 Ton/Tahun dengan bahan baku Asam Fosfat diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik dan Natrium Karbonat diperoleh dari PT. Aneka Kimia Inti, Jawa Timur. Lokasi pabrik direncanakan didirikan di Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur. Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) yang dipimpin oleh seorang Direktur Utama dibantu oleh Direktur Produksi dan Direktur Keuangan menggunakan struktur organisasi *line* dan *staff* dengan jumlah karyawan sebanyak 146 orang.

Analisa kelayakan Perancangan Pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat sebagai berikut :

<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	= Rp 1.346.994.856.459,-
<i>Working Capital Investment (WCI)</i>	= Rp 237.704.974.669,-
<i>Total Capital Investment (TCI)</i>	= Rp 1.018.735.605.725,-
<i>Break Even Point (BEP)</i>	= 46,72 %
<i>Pay Out Time after Taxes (POT)</i>	= 2,42 years
<i>Return on Investment after Taxes (ROI)</i>	= 26,66 %
<i>Discounted Cash Flow (DCF)</i>	= 36,02 %
<i>Shut Down Point (SDP)</i>	= 28,09 %

Mempertimbangkan paparan di atas, sudah selayaknya pendirian pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat ini dikaji lebih lanjut, karena merupakan pabrik yang menguntungkan dan mempunyai masa depan yang baik.

**PRARANCANGAN PABRIK NATRIUM DIFOSFAT
HEPTAHIDRAT (Na_2HPO_4) DARI ASAM
FOSFAT DAN NATRIUM KARBONAT
KAPASITAS 57.000 TON/TAHUN
(Prarancang Reaktor (RE-201))**

**Oleh
GHALY UKTA PRADANA
(1415041019)**

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
Sarjana Teknik
Pada
Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas Lampung



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

Judul Skripsi : **PRARANCANGAN PABRIK NATRIUM
DIFOSFAT HEPTAHIDRAT DARI ASAM
FOSFAT DAN NATRIUM KARBONAT
DENGAN KAPASITAS 57.000
TON/TAHUN**

Nama Mahasiswa : **Ghaly Ukta Pradana**

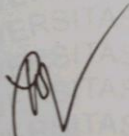
Nomor Pokok Mahasiswa : 1415041019

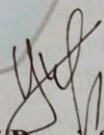
Program Studi : Teknik Kimia

Fakultas : Teknik

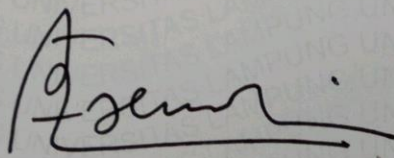


1. Komisi Pembimbing


Panca Nugrahini F, S.T., M.T.
NIP. 197302032000032001


Yuli Darni, S.T., M.T.
NIP. 197407122000032001

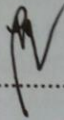
2. Plt. Ketua Jurusan


Dr. Ahmad Zaenudin, SSi., M.T.
NIP. 19720928 1999 031001

MENGESAHKAN

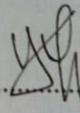
1. Tim Penguji

Ketua : Panca Nugrahini F, S.T., M.T




.....

Sekretaris : Yuli Darni S.T., M.T



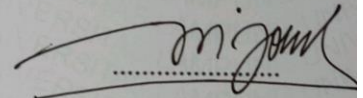
.....

Penguji
Bukan Pembimbing : Simparmin Br. Ginting, S.T., M.T.



.....

Muhammad Hanif, S.T., M.T.



.....

2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Prof. Drs. Ir. Suharno, Ph.D. IPU. ASEAN ENG
NIP. 196207171987031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **01 Oktober 2021**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan oleh orang lain dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atas pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana diterbitkan dalam daftar pustaka, selain itu saya menyatakan pada skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandarlampung, 01 Desember 2021



Ghaly Ukta Pradana

NPM.1415041019

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung tanggal 27 Juli 1996, anak pertama dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Uki Basuki, S.K.M., M.Kes. dan Ibu Bertalina, S.K.M., M.Kes.

Penulis menyelesaikan pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 2 Sawah Brebes pada tahun 2008, Sekolah Menengah Pertama Negeri 4 Bandar Lampung pada tahun 2011, dan Sekolah Menengah Atas Negeri 9 Bandar Lampung pada tahun 2014.

Pada bulan Agustus 2014, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Masuk Ujian Mandiri (UM). Selama masa perkuliahan, penulis tergabung dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia (HIMATEMIA) Fakultas Teknik Universitas Lampung sebagai Staff Departemen Minat dan Bakat Divisi Olahraga periode 2015/2016 dan pada periode 2016/2017 menjabat Sebagai Kepala Departemen Kaderisasi.

Pada pertengahan bulan Juli sampai Agustus 2017, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Ceringin Asri, Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran. Pada bulan Agustus 2018, penulis melaksanakan Kerja Praktik di PTPN VII PG Bungamayang dengan Tugas Khusus “Evaluasi Penambahan CaO Pada Stasiun *Diffuser*”. Pada tahun 2018, penulis juga melakukan penelitian dengan

judul “Produksi Dan Karakterisasi *Black Pellet* Dari Pelet Biomassa Secara Torefaksi”. Dimana penelitian tersebut telah dipublikasikan pada tahun 2021.

Motto

“Hari ini Harus Lebih Baik dari Kemarin“

~Ghaly Ukta P~

“Allah Tidak Menyegerakan Sesuatu Kecuali yang Terbaik, Allah Tidak Melambatkan Sesuatu Kecuali yang yang Terbaik”

~Annonymous~

“Karena Sesungguhnya Sesudah Kesulitan Itu Ada Kemudahan”

~QS. Al-Insyirah :5~

“Sesungguhnya Sesudah Kesulitan Itu Ada Kemudahan”

~QS. Al-Insyirah :6~

Sebuah Karya Kecilku...

Dengan rasa syukur dan segala kerendahan hati, kupersembahkan karya kecilku ini kepada:

Papa, Mama, Opa, Oma, Mbah Kung, Mbah Uti

*Terima kasih atas doa, kasih sayang, pengorbanan, dan keikhlasannya.
Terima kasih sudah percaya dan sabar menunggu
aku mengakhiri perjuangan ini.
Ini hanyalah sebuah karya kecil yang tidak bisa dibandingkan dengan
berjuta-juta pengorbanan dan kasih sayang
yang tidak pernah berakhir.*

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah S.W.T yang telah memberikan rahmat dan ridho-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Prarancangan Pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat (Na_2hpo_4) dari Asam Fosfat dan Natrium Karbonat Kapasitas 57.000 Ton/Tahun” dengan baik. Tugas akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh derajat ke sarjanaan (Strata-1) di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Dalam penyusunan dan penulisan tugas akhir ini, penulis banyak memperoleh bimbingan, dukungan, dan dorongan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T. selaku Plt Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung.
2. Ibu Panca Nugrahini F., S.T. M.T., sebagai Dosen Pembimbing I atas segala ilmu, nasehat, motivasi, kesabaran, kritik dan saran, selama pengerjaan tugas akhir ini.
3. Bapak Ibu Yuli Darni, S.T., M.T., sebagai Dosen Pembimbing II atas segala ilmu, nasehat, motivasi, kritik dan saran selama pengerjaan tugas akhir ini.

4. Ibu Simparmin Br. G., S.T., M.T., sebagai Dosen Penguji I, yang telah memberikan ilmu, kritikan, saran, nasehat dan koreksi terhadap tugas akhir saya, sehingga menjadi suatu karya yang lebih baik lagi.
5. dan Bapak Muhammad Hanif, S.T., M.T., sebagai Dosen Penguji II, yang telah memberikan ilmu, kritikan, saran, nasehat dan koreksi terhadap tugas akhir saya, sehingga menjadi suatu karya yang lebih baik lagi.
6. Seluruh Dosen Teknik Kimia Universitas Lampung, atas semua ilmu dan bekal masa depan yang akan selalu bermanfaat.
7. Papa, Mama, Niot, Gendut, alm. Opa dan Oma, alm. Mbah Kung dan Mbah Uti, Pakde, Bude, Uwak, Om, dan Tante serta Sepupu dari Keluarga Umar maupun Keluga Semarak. Terima kasih atas cinta yang tulus, doa, dukungan, bantuan moril dan materiil, serta kesabaran menunggu penulis menyelesaikan perkuliahan ini. Ini hadiah kecil dari penulis untuk semuanya.
8. Naftalia Ariska M. Bangun (Butet) *partner* tugas akhirku, terima kasih sudah mau berjuang dan percaya. Terima kasih sudah selalu sabar menghadapi sikap penulis. Terima kasih tanpa bantuanmu, mungkin penulis tidak bisa menyelesaikan semua ini.
9. Syafira Eka G. *partner* **susah-senang**, terima kasih atas kesabaran, pengertian, bantuan, dan perasaan campur aduknya selama ini.
10. Sobat di Tekkim Eyang, Akai, Botak, Pakow, Kolor, Thor, Genji, dan Wowo serta adik kesayangan Pito. Terima kasih atas bantuan dan dukungannya selama penulis menyelesaikan tugas akhir ini.

11. Teman-teman Teknik Kimia angkatan 2014, terima kasih telah menjadikan penulis bagian dari perjalanan kalian, terima kasih telah memberikan kebaikan, dukungan, dan semangat buat penulis.
12. Kakak-kakak senior dan adik-adik Teknik Kimia yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terima kasih atas bantuannya selama penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
13. Semua pihak-pihak yang telah membantu baik dalam pelaksanaan maupun proses penyelesaian tugas akhir ini, yang tidak dapat disebutkan satu-persatu. Terima kasih banyak.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan ini karena ilmu dan pengetahuan yang masih terbatas. Akhir kata, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan dapat berguna bagi mereka yang memerlukannya.

Bandarlampung, Oktober 2021

Penulis,

Ghaly Ukta Pradana

DAFTAR ISI

COVER	i
ABSTRACT	ii
ABSTRAK	iii
COVER DALAM	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
PERNYATAAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	x
SAWACANA	xii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR TABEL	xx
DAFTAR GAMBAR	xxvi
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kegunaan Produk.....	3
1.3 Kapasitas Perancangan.....	4
1.4 Ketersediaan Bahan Baku	9
1.5 Lokasi Pabrik	10

II. DESKRIPSI PROSES

2.1	Macam-Macam Proses.....	13
2.2	Pemilihan Proses.....	14
2.2.1	Berdasarkan Kelayakan Ekonomi.....	14
2.2.2	Berdasarkan Kelayakan Teknis.....	18
2.3	Uraian Proses.....	24
2.3.1	Persiapan Bahan Baku.....	24
2.3.2	Pembentukan Produk.....	25
2.3.3	Pengkristalan Produk.....	25
2.3.4	Pengeringan Produk.....	25
2.3.5	Pengemasan.....	26

III. SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK

3.1	Spesifikasi Bahan Baku.....	27
3.2	Spesifikasi Produk.....	28
3.2.1	Produk Utama.....	28
3.2.2	Produk Samping.....	29

IV. NERACA MASSA DAN NERACA PANAS

4.1	Neraca Massa.....	31
4.2	Neraca Energi.....	34

V. SPESIFIKASI ALAT

5.1	Spesifikasi Alat Proses.....	39
5.2	Spesifikasi Alat Utilitas.....	67
5.2.1	Unit Pengolahan Air.....	67
5.2.2	Unit Pembangkit <i>Steam</i>	98

5.2.3 Unit Instrumen Udara	99
5.2.4 Unit Pembangkit Listrik.....	102
5.2.5 Unit <i>Refrigerant</i>	103
VI. UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH	
6.1 Unit Pendukung Proses	107
6.1.1 Unit Penyediaan Air	107
6.1.2 Unit Penyediaan Tenaga Listrik	120
6.1.3 Unit Penyediaan Bahan Bakar	126
6.1.4 Unit Penyediaan Udara Tekan	126
6.1.5 Unit Penyediaan <i>Steam</i>	127
6.1.6 Unit Penyediaan <i>Ammonia Refrigerant</i>	128
6.2 Unit Pengolahan Limbah	131
6.3 Unit Laboratorium	133
6.4 Instrumentasi dan Pengendalian Proses	136
VII. LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	
7.1 Lokasi Pabrik	139
7.2 Tata Letak Pabrik.....	141
7.2.1 Estimasi Area Pabrik.....	141
7.2.2 Tata Letak Peralatan Proses	146
VIII. SISTEM MANAJEMEN DAN OPERASI PERUSAHAAN	
8.1. Bentuk Perusahaan.....	150
8.2. Struktur Organisasi Perusahaan	153
8.3. Tugas dan Wewenang	156
8.3.1 Pemegang Saham	156

8.3.2 Dewan Komisaris.....	157
8.3.3 Dewan Direksi	157
8.3.4 Kepala Bagian.....	160
8.4. Status Karyawan dan Sistem Penggajian.....	164
8.4.1 Karyawan Tetap.....	164
8.4.2 Karyawan Harian	164
8.4.3 Karyawan Borongan	164
8.5. Pembagian Jam Kerja Karyawan	165
8.5.1 Karyawan Reguler	165
8.5.2 Karyawan <i>Shift</i>	166
8.6. Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan.....	167
8.6.1 Penggolongan Jabatan.....	167
8.6.2 Perincian Jumlah Karyawan	169
8.6.3 Penggolongan dan Gaji.....	172
8.7. Kesejahteraan Karyawan	172
8.8. Cuti.....	173
8.9. Pengobatan	173
8.10. Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Kesehatan	173
8.11. Kesehatan dan Keselamatan Kerja	174

IX. INVESTASI DAN EVALUASI EKONOMI

9.1 Investasi	176
9.2 Evaluasi Ekonomi	180
9.3 <i>Discounted Cash Flow(DCF)</i>	184

X. KESIMPULAN DAN SARAN

10.1 Kesimpulan	185
10.2 Saran	185

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A (NERACA MASSA)

LAMPIRAN B (NERACA PANAS)

LAMPIRAN C (SPESIFIKASI ALAT)

LAMPIRAN D (UTILITAS)

LAMPIRAN E (INVESTASI EKONOMI)

LAMPIRAN F (TUGAS KHUSUS)

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1 Data Impor Natrium Difosfat Heptahidrat di Indonesia	4
1.2 Data Impor Natrium Difosfat Heptahidrat di Beberapa Negara 5 Tahun Terakhir.....	6
1.3 Data Produksi Natrium Difosfat Heptahidrat.....	8
2.1 Harga Bahan Baku dan Produk	14
2.2 Data ΔH standar	19
2.3 Data ΔG standar	19
2.4 Data Konstanta Kapasitas Bahan	20
2.5 Perbandingan Jenis-Jenis Proses.....	23
4.1 Neraca Massa Pada <i>Mixing Tank</i> (MT-101)	31
4.2 Neraca Massa Pada <i>Reaktor</i> (RE-201)	31
4.3 Neraca Massa di <i>Evaporator</i> (EV-301)	32
4.4 Neraca Massa di <i>Crystalizer</i> (CR-301)	32
4.5 Neraca Massa Pada <i>Centrifuge</i> (CF-301)	33
4.6 Neraca Massa Pada <i>Rotary Dryer</i> (RD-301)	33
4.7 Neraca Energi pada <i>Mixing Tank</i> (MT-101).....	34
4.8 Neraca Energi pada <i>Heater 1</i> (HE-101)	34
4.9 Neraca Energi pada <i>Heater 2</i> (HE-102).....	35

4.10 Neraca Energi pada <i>Reaktor</i> (RE-201)	35
4.11 Neraca Energi pada <i>Evaporator</i> 1 (EV-301)	36
4.12 Neraca Energi pada <i>Evaporator</i> 2 (EV-302)	36
4.13 Neraca Energi pada <i>Crystallizer</i> (CR-301)	36
4.14 Neraca Energi pada <i>Centrifuge</i> CR-301)	37
4.15 Neraca Energi pada <i>Rotary Dryer</i> (RD-301)	37
4.16 Neraca Energi pada <i>Air Heater</i> (AH-301)	37
4.17 Neraca Energi pada <i>Cooling Screw Conveyor</i> (SC-301)	38
5.1.1 Spesifikasi Storage Tank H ₃ PO ₄ (ST-101).....	39
5.1.2 Spesifikasi <i>Solid Storage</i> Na ₂ CO ₃ (SS-101)	40
5.1.3 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (SC-101).....	40
5.1.4 Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> (BE-101)	41
5.1.5 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (SC-102).....	42
5.1.6 Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> (BE-102)	42
5.1.7 Spesifikasi <i>Hopper Feeder</i> (HF-101).....	42
5.1.8 Spesifikasi <i>Mixing Tank</i> (MT-101).....	43
5.1.9 Spesifikasi Pompa Proses (PP-101)	44
5.1.10 Spesifikasi <i>Heater</i> (HE-101).....	45
5.1.11 Spesifikasi Pompa Proses (PP-102)	46
5.1.12 Spesifikasi Pompa Proses (PP-103)	47
5.1.13 Spesifikasi <i>Heater</i> (HE-102).....	48
5.1.14 Spesifikasi Pompa Proses (PP-104)	49
5.1.15 Spesifikasi Spesifikasi <i>Reaktor</i> (RE-201).....	50
5.1.16 Spesifikasi <i>Blower</i> (BL-301).....	51

5.1.17 Spesifikasi Pompa Proses (PP-301)	52
5.1.18 Spesifikasi Evaporator (EV-301)	52
5.1.19 Spesifikasi Pompa Proses (PP-302)	53
5.1.20 Spesifikasi Evaporator (EV-302)	54
5.1.21 Spesifikasi Pompa Proses (PP-303)	54
5.1.22 Spesifikasi Crystallizer (CR-301)	55
5.1.23 Spesifikasi Centrifuge (CF-301)	56
5.1.24 Spesifikasi Pompa Proses (PP-304)	57
5.1.25 Spesifikasi Pompa Proses (PP-305)	57
5.1.26 Spesifikasi Screw Conveyor (SC-301).....	58
5.1.27 Spesifikasi <i>Rotary Dryer</i> (RD-301)	59
5.1.28 Spesifikasi <i>Fan</i> (F-301).....	60
5.1.29 Spesifikasi <i>Air Heater</i> (AH-301)	60
5.1.30 Spesifikasi <i>Fan</i> (F-302).....	61
5.1.31 Spesifikasi <i>Cooling Screw Conveyor</i> (SC-302)	62
5.1.32 Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> (BE-301)	62
5.1.33 Spesifikasi <i>Solid Storage</i> Produk (SS-301)	63
5.1.34 Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (BC-301).....	64
5.1.35 Spesifikasi <i>Warehouse</i> (WH-301).....	64
5.1.36 Spesifikasi Gudang Bahan Baku Na_2CO_3 (G-101)	65
5.2.1.1 Spesifikasi Bak Sedimentasi (BS-401).....	67
5.2.1.2 Spesifikasi <i>Storage Tank</i> $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (ST-401)	67
5.2.1.3 Spesifikasi <i>Storage Tank</i> NaOH (ST-402).....	68
5.2.1.4 Spesifikasi <i>Storage Tank</i> Cl_2 (ST-403)	69

5.2.1.5 Spesifikasi <i>Clarifier</i> (CF-401).....	70
5.2.1.6 Spesifikasi Sand Filter (SF-401)	71
5.2.1.7 Spesifikasi <i>Filtered Water Tank</i> (FWT-401)	72
5.2.1.8 Spesifikasi <i>Domestic Water Tank</i> (DOWT-401)	73
5.2.1.9 Spesifikasi <i>Hot Basin</i> (HB-401)	74
5.2.1.10 Spesifikasi <i>Cooling Tower</i> (CT-401).....	74
5.2.1.11 Spesifikasi <i>Storage Tank</i> Dispersant (ST-404)	75
5.2.1.12 Spesifikasi <i>Cold Basin</i> (CB-401)	76
5.2.1.13 Spesifikasi <i>Storage Tank inhibitor</i> (ST-405).....	76
5.2.1.14 Spesifikasi <i>Cation Exchanger</i> (CE-401)	77
5.2.1.15 Spesifikasi <i>Anion Exchanger</i> (AE-401).....	78
5.2.1.16 Spesifikasi <i>Storage Tank</i> H ₂ SO ₄ (ST-406)	79
5.2.1.17 Spesifikasi <i>Demin Water Tank</i> (DWT-401)	80
5.2.1.18 Spesifikasi <i>Deaerator</i> (DA-401)	81
5.2.1.19 Spesifikasi Tangki <i>Hidrazin</i> (ST-407).....	82
5.2.1.20 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-401).....	83
5.2.1.21 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-402).....	83
5.2.1.22 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-403).....	84
5.2.1.23 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-404).....	85
5.2.1.24 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-405).....	86
5.2.1.25 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-406).....	86
5.2.1.26 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-407).....	87
5.2.1.27 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-408).....	88
5.2.1.28 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-409).....	88

5.2.1.29 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-410).....	89
5.2.1.30 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-411).....	90
5.2.1.31 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-412).....	91
5.2.1.32 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-413).....	91
5.2.1.33 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-414).....	92
5.2.1.34 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-415).....	93
5.2.1.35 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-416).....	93
5.2.1.36 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-417).....	94
5.2.1.37 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-418).....	95
5.2.1.38 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-419).....	95
5.2.1.39 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-420).....	96
5.2.1.40 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-421).....	97
5.2.2.1 Spesifikasi Boiler (BO – 401).....	98
5.2.2.2 Spesifikasi <i>Steam Blower</i> (SB-401).....	98
5.2.3.1 Spesifikasi <i>Cyclone</i> (CN-401)	99
5.2.3.2 Spesifikasi <i>Air Dryer</i> (AD – 401).....	99
5.2.3.3 Spesifikasi <i>Air Compressor</i> (AC-401).....	100
5.2.3.4 Spesifikasi <i>Blower</i> 401 (BL-401)	100
5.2.3.5 Spesifikasi <i>Blower</i> 402 (BL-402)	100
5.2.3.6 Spesifikasi <i>Blower</i> 403 (BL-403)	101
5.2.3.7 Spesifikasi <i>Blower</i> 404 (BL-404)	101
5.2.4.1 Spesifikasi Generator 401 (GS-401).....	102
5.2.4.2 Spesifikasi Tangki Bahan Bakar (ST-408)	102
5.2.5.1 Spesifikasi Ammonia Compressor (AC-402)	103

5.2.5.2 Spesifikasi <i>Ammonia Blower</i> 403 (AB-401)	104
5.2.5.3 Spesifikasi <i>Expansion Valve</i> (EV-401)	104
5.2.5.4 Spesifikasi Pompa Amoniak (AP-401).....	104
5.2.5.5 Spesifikasi Pompa Amoniak (AP-402).....	105
6.1 Kebutuhan Air Umum.....	108
6.2 Kebutuhan Air Pembangkit <i>Steam</i>	109
6.3 Kebutuhan Air Pendingin	111
6.4 Kebutuhan Penerangan untuk Area dalam Bangunan.....	120
6.5 Kebutuhan Penerangan untuk Area Luar Bangunan	122
6.6 Kebutuhan Listrik untuk Alat Proses	123
6.7 Kebutuhan Listrik untuk Alat Utilitas.....	124
6.8 Kebutuhan Ammoniak Refrigerant	131
6.9 Tingkatan Kebutuhan Informasi dan Sistem Pengendalian.	137
7.1 Perincian Luas Area Pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat	145
8.1 Jadwal Kerja Masing-masing Regu	166
8.2 Perincian Tingkat Pendidikan	167
8.3 Jumlah Operator Berdasarkan Jenis Alat Proses.....	169
8.4 Jumlah Operator Berdasarkan Jenis Alat Utilitas	170
8.5 Perincian Jumlah Karyawan Berdasarkan Jabatan.....	170
9.1 <i>Total Capital Investment</i> (TCI) Pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat	177
9.2 <i>Total Production Cost</i> (TPC) Pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat	179
9.3 <i>Minimum acceptable percent return on investment</i>	181
9.4 <i>Acceptable payout time</i> untuk tingkat resiko pabrik	182
9.5 Hasil Uji Kelayakan Ekonomi	184

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Grafik Impor Natrium Difosfat Heptahidrat di Indonesia	5
1.2 Grafik Impor Natrium Difosfat Heptahidrat di Beberapa Negara 5 Tahun Terakhir.....	7
1.3 Lokasi Pabrik di Daerah Gresik, Jawa Timur	11
6.1 Diagram <i>Cooling Water System</i>	114
6.2 Siklus <i>liquefaction</i>	130
7.1 Tata Letak Pabrik	145
7.2 Tata Letak Alat Proses	148
7.3 Peta Kabupaten Gresik.....	148
7.4 Area Pabrik Di Kabupaten Gresik	149
8.1 Struktur Organisasi Perusahaan	155
9.1 Grafik Analisa Ekonomi	183
9.2 Kurva <i>Cummulative Cash Flow</i>	184

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan sumber daya alam yang melimpah, dengan kelebihan tersebut perlu dilakukan pengolahan yang tepat agar potensi tersebut dapat dimanfaatkan dengan maksimal guna memenuhi kebutuhan dalam negeri. Untuk melakukan hal tersebut negara Indonesia didukung dengan berbagai sektor, mulai dari sektor pendidikan, kesehatan, pertanian, kelautan, energi, dan industri yang selalu berkembang. Salah satu sektor yang cukup penting ialah sektor industri, Indonesia telah memiliki cukup banyak pabrik atau industri yang berperan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri secara mandiri, seperti industri bahan bakar, bahan material, tekstil, makanan, minuman, dan lain sebagainya.

Di akhir tahun 2015, Indonesia dan negara asean lainnya sudah menerapkan Masyarakat Ekonomi Asean (MEA), kondisi dimana nantinya memungkinkan suatu negara menjual jasa atau barang ke sesama negara Asia Tenggara lain nya dengan mudah. Dalam hal ini, sektor Industri dalam negeri dituntut untuk bisa bersaing dengan Industri luar yang akan memasarkan produk atau jasa nya ke Indonesia.

Meskipun Indonesia memiliki banyak industri untuk memenuhi kebutuhannya sendiri, namun ada beberapa kebutuhan yang sampai saat ini masih impor bahkan dengan jumlah yang besar. Salah satu dari produk bahan kimia yang diimpor ialah Natrium Difosfat, bahan kimia ini sering digunakan dalam bahan baku maupun bahan tambahan dalam industri kimia. Natrium Difosfat yaitu *Sodium Phospate Dibasic*, *Sodium Orhofosfate*, *Sodium Hidrogen Phospate*, atau *Secondary Sodium Phospate*. Rumus kimia dari natrium difosfatnya itu sendiri adalah Na_2HPO_4 yang umumnya dikenal dengan nama *Sodium Phospate*. 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, industri kertas, bahan pelindung api dan lain sebagainya.

Dengan semakin berkembangnya pertambahan industri kimia di Indonesia, terutama industri tekstil yaitu kertas dan detergen, maka semakin meningkat pula kebutuhan akan bahan baku untuk memproduksi produk-produk tersebut. Sehingga dengan adanya perancangan pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat sangatlah penting di Indonesia. Untuk membantu dalam menyediakan bahan untuk industri 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 karbonat. Kebutuhan asam fosfat dan natrium karbonat sebagai bahan baku ini dapat dipenuhi dengan diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik yang berlokasi di Gresik, Jawa Timur, dengan kapasitas produksi asam fosfat sebesar 400.000 ton/tahun dan natrium karbonat diperoleh dari China's Tianjin Soda yang berlokasi di Kota

Tianjin, Cina, dengan kapasitas produksi asam fosfat sebesar 800.000 ton/tahun

Harga produk dan bahan baku dapat dilihat sebagai berikut:

Asam Fosfat = US\$ 600/MT

Natrium Karbonat = US\$ 247/MT

Sumber: www.alibaba.com

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

1. Mengurangi kebutuhan impor serta sebagai sumber devisa negara
2. Terbantunya pabrik-pabrik di Indonesia yang bahan bakunya menggunakan Natrium Difosfat Heptahidrat
3. Terbukanya lapangan pekerjaan untuk masyarakat sehingga angka pengangguran semakin mengecil

1.2 Kegunaan Produk

Natrium Difosfat heptahidrat dapat digunakan sebagai :

- a. Bahan baku detergen
- b. Bahan pelunak air.
- c. Bahan pelindung api.
- d. Bahan pencelup tekstil.
- e. Bahan penyamakan kulit.
- f. Bahan industri-industri kertas.

1.3 Kapasitas Perancangan

Kapasitas perancangan dapat diartikan sebagai jumlah maksimum output yang dapat diproduksi dalam satuan waktu tertentu. Pabrik akan berusaha untuk mendapatkan kapasitas produksi optimum, kapasitas produksi yang direncanakan sebesar 57.000 ton/tahun dengan beberapa pertimbangan antara lain :

1. Kebutuhan Natrium Difosfat Heptahidrat didalam negeri

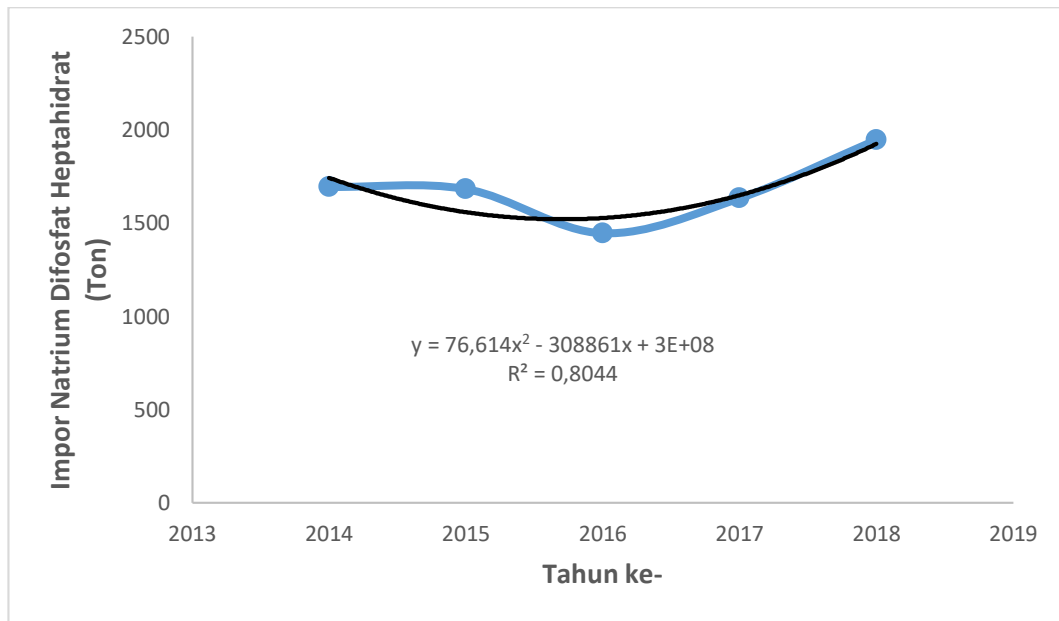
Di Indonesia belum terdapat pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat, maka kebutuhan Natrium Difosfat Heptahidrat Indonesia saat ini dipasok dengan impor. Kebutuhan Natrium Difosfat Heptahidrat di Indonesia dapat dikatakan cukup kecil. Tabel 1.1 menunjukkan data Natrium Difosfat Heptahidrat beberapa tahun terakhir.

Tabel 1.1. Data Impor Natrium Difosfat Heptahidrat di Indonesia

Tahun	Kapasitas (Ton)
2014	1.694,96
2015	1.683,10
2016	1.446,82
2017	1.634,50
2018	1.946,95

Sumber : UNdata, 2014-2018

Dari Tabel 1.1 diperoleh grafik sebagai berikut :



Gambar 1.1 Grafik Impor Natrium Difosfat Heptahidrat di Indonesia

Berdasarkan Gambar 1.1. dari regresi diperoleh persamaan :

$$Y = 76,61x^2 - 308.861,24x + 311.287.757,07 \quad (1.1)$$

Untuk pendirian pabrik pada tahun 2024 diperkirakan kebutuhan Natrium Difosfat Heptahidrat mencapai :

$$Y = 76,61x^2 - 308.861,24x + 311.287.757,07$$

$$Y = 76,61(2024)^2 - 308.861,24(2024) + 311.287.757,07$$

$$Y = 7.680,97 \text{ ton/tahun}$$

Dengan demikian kebutuhan Natrium Difosfat Heptahidrat di Indonesia pada tahun 2024 sebesar 7.680,974 ton.

2. Kebutuhan Natrium Difosfat Heptahidrat diluar negeri

Selain untuk memenuhi kebutuhan di Indonesia, pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat yang akan didirikan ini juga bertujuan untuk memenuhi

kebutuhan diluar negeri. Kebutuhan Natrium Difosfat Heptahidrat di beberapa negara terlihat pada Tabel 1.2.

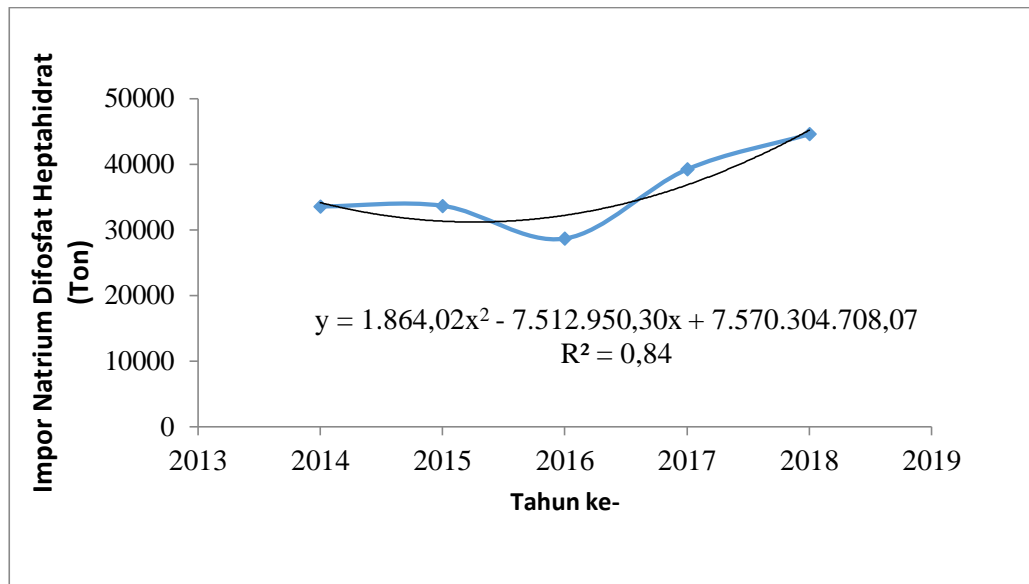
Tabel 1.2. Data Impor Natrium Difosfat Heptahidrat di Beberapa Negara 5 Tahun Terakhir

Tahun	Denmark	Perancis	Jerman	Kenya	Malaysia
2014	636900	1952414	1781239	0	4551568
2015	607957	4657632	1717210	0	2395532
2016	600731	1495545	1757507	0	2361981
2017	648737	1666645	1997532	3171889	3749932
2018	1580380	2022166	2183063	3107927	2632540

Tahun	Belanda	Philipina	Polandia	Thailand	Amerika Serikat	Kapasitas (Ton)
2014	2557122	2217692	3000523	7625520	9240702	33563,68
2015	1719955	1904820	4341733	6582870	9738324	33666,03
2016	2182696	2522025	3422252	3156978	11161658	28661,37
2017	2697978	2787397	3921091	7508347	11064987	39214,54
2018	1804023	2860193	6318689	10879621	11197482	44586,08

Sumber: UNdata, 2011 – 2015

Dari Tabel 1.2. diperoleh grafik sebagai berikut :



Gambar 1.2. Grafik Impor Natrium Difosfat Heptahidrat di Beberapa Negara 5 Tahun Terakhir

Berdasarkan Gambar 1.2. dari regresi diperoleh persamaan :

$$Y = 1.864,02x^2 - 7.512.950,3x + 7.570.304.708,07 \quad (1.2)$$

Untuk pendirian pabrik pada tahun 2024 (tahun ke-11) diperkirakan

kebutuhan Natrium Difosfat Heptahidrat diberbagai negara mencapai :

$$Y = 1.864,02x^2 - 7.512.950,3x + 7.570.304.708,07$$

$$Y = 1.864,02(2024)^2 - 7.512.950,3(2024) + 7.570.304.708,07$$

$$Y = 192.896,39 \text{ ton/tahun.}$$

Dengan demikian kebutuhan Natrium Difosfat di berbagai negara pada tahun 2024 sebesar 192.896,39 ton.

3. Data Produksi Natrium Difosfat Heptahidrat

Pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat yang sudah beroperasi diberbagai negara dan kapasitas produksi setiap tahunnya adalah sebagai berikut:

Tabel 1.3. Data Produksi Natrium Difosfat Heptahidrat

Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
Aditya Birla Chimacal	Thailand	37.500
Guinzho Zeropus Chemical Co.,Ltd	China	20.000
Weifang Dahe Snow-Melting Priducts Co.,Ltd	China	30.000
India's Chemical Fertilizers	India	4.594
Mitsui Chemicals	Thailand	13.000
Total		105.094

Sumber: www.icis.com

Berdasarkan data yang diperoleh produksi Natrium Difosfat Heptahidrat 5 tahun terakhir belum berdiri pabrik baru dan produksi dari pabrik yang sudah ada tidak mengalami peningkatan, sehingga perkiraan total produksi pada tahun 2024 adalah 105.094 ton/tahun.

4. Kapasitas produksi Pabrik

Kapasitas produksi suatu pabrik ditentukan berdasarkan data kebutuhan produk, data impor, serta data produksi yang telah ada, sebagaimana dapat dilihat dari berbagai sumber. Berdasarkan data-data ini, kemudian ditentukan besarnya kapasitas produksi. Adapun persamaan kapasitas produksi adalah sebagai berikut:

$$KP = DK + DI - DP \quad (1.3)$$

Dimana:

KP = Kapasitas Produksi Pada Tahun 2024

DK = Data Kebutuhan Pada Tahun 2024

DI = Data Impor Pada Tahun 2024

DP = Data Produksi Pada Tahun 2024

Maka,

$$KP = DK + DI - DP$$

$$\begin{aligned} KP &= 192.896,39 \text{ Ton} + 7.680,974 \text{ Ton} - 105.094 \text{ Ton} \\ &= 95.483,36 \text{ Ton/Tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan pertimbangan di atas dan berbagai persaingan yang akan tumbuh pada tahun 2024 maka kapasitas pabrik metil laktat yang direncanakan sebesar 60 % dari Kapasitas Produksi tahun 2024 yakni 57.290,02 Ton \approx 57.000 Ton/Tahun.

1.4. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan Baku	Produsen	Kapasitas (ton/tahun)
Asam Fosfat*	PT. Petrokimia Gresik	400.000
Natrium Karbonat**	China's Tianjin Soda	800.000

Sumber : *www.petrokimia-gresik.com; ** www.tjsoda.com

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan Natrium Difosfat Heptahidrat adalah asam fosfat dan natrium klorida. Sehingga dengan kapasitas rancangan 57.000 ton/tahun diperkirakan bahan baku akan dapat terpenuhi. Kapasitas sebesar ini ditetapkan dengan harapan:

1. Dapat memenuhi kebutuhan Natrium Difosfat Heptahidrat dalam negeri.
2. Dapat membuka kesempatan berdirinya pabrik lain yang menggunakan Natrium Difosfat Heptahidrat sebagai bahan bakunya.

3. Natrium Difosfat Heptahidrat dapat menjadi komoditas ekspor bagi Indonesia.

1.5. Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik merupakan salah satu faktor penting dalam pendirian suatu pabrik demi kelangsungan operasi pabrik. Pertimbangan yang menjadi dasar dalam menentukan lokasi pabrik, antara lain: letak pabrik dekat dengan sumber bahan baku, area pemasaran, transportasi, tenaga kerja, kondisi sosial masyarakat, dan kemungkinan perluasan area pabrik dimasa mendatang. Pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat ini direncanakan akan didirikan di Gresik, Jawa Timur. Pemilihan ini dimaksudkan untuk mendapatkan keuntungan secara teknis dan ekonomis berdasarkan pertimbangan:

1. Faktor Utama

Faktor utama ini mempengaruhi secara langsung tujuan utama pabrik yang meliputi produksi dan distribusi produk. Faktor utama ini meliputi:

a. Penyediaan Bahan baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan suatu pabrik sehingga bahan baku sangat diprioritaskan. Bahan baku Asam Fosfat direncanakan diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik yang terletak di Gresik, sedangkan bahan baku Natrium Karbonat diperoleh dari PT. Aneka Kimia Inti yang terletak di Surabaya. Letak antara pabrik dan sumber bahan baku yang dekat diharapkan agar mempermudah ketesedian, kelancaran, dan berkesinambungan bahan baku.

b. Letak Pabrik dengan Daerah Pemasaran

Pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat ditujukan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan kebutuhan luar negeri. Untuk mendukung tujuan tersebut diperlukan daerah kawasan industri yang mempunyai posisi strategis sehingga mempermudah pemasaran terutama untuk memenuhi kebutuhan industri-industri di Indonesia.



Gambar 1.3. Lokasi Pabrik di Daerah Gresik, Jawa Timur

Sumber: Google Earth, 2020

c. Sarana dan Transportasi

Di daerah Gresik tersedia sarana dan prasarana transportasi yang memadai sehingga dapat mendukung proses distribusi produk maupun bahan baku. Transportasi yang dapat digunakan dapat melalui jalur darat dengan tersedianya jalan tol Trans Jawa, melalui jalur laut dengan tersedianya Pelabuhan Tanjung Perak serta melalui jalur udara dengan tersedianya Bandara Udara Djuanda.

d. Tenaga Kerja

Tenaga kerja tidak mudah didapatkan di setiap daerah tapi biasanya banyak berada di daerah yang dekat dengan pusat-pusat pendidikan. Di daerah Jawa Timur banyak terdapat pusat pendidikan sehingga kebutuhan akan tenaga kerja akan terpenuhi. Selain itu tenaga kerja juga dapat didatangkan dari daerah-daerah lain disekitarnya.

e. Kondisi Tanah dan Daerah

Kondisi tanah yang relatif masih luas dan merupakan tanah datar dengan kondisi iklim yang relatif stabil sepanjang tahun sangat menguntungkan untuk pendirian pabrik ini.

2. Faktor Penunjang

Gresik adalah kawasan industri sehingga berbagai sarana dan prasarana seperti tersedianya air, listrik, dan sarana lainnya yang berkaitan dengan kebutuhan industri lebih mudah diperoleh.

BAB X

KESIMPULAN DAN SARAN

10.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis ekonomi yang telah dilakukan terhadap Prarancangan Pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat dari Asam Fosfat dan Natrium Karbonat dengan kapasitas 57.000 ton/tahun dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

1. *Percent Return on Investment* (ROI) sesudah pajak adalah 26,66%
2. *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak adalah 2,42 tahun
3. *Break Even Point* (BEP) sebesar 46,72 %, dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 28,09%, yakni batasan kapasitas produksi sehingga pabrik harus berhenti berproduksi karena merugi.
4. *Discounted cash flow rate of return* (DCF) sebesar 36,02%, lebih besar dari suku bunga bank saat ini, sehingga investor akan lebih memilih untuk menanamkan modalnya ke pabrik ini daripada ke bank.

10.2. Saran

Berdasarkan pertimbangan hasil analisis ekonomi di atas, maka dapat diambil kesimpulan bahwa Prarancangan Pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat dari Asam Fosfat dan Natrium Karbonat dengan kapasitas 57.000 ton/tahun layak untuk dikaji lebih lanjut dari segi proses maupun ekonominya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba. 2021. www.alibaba.com. Diakses 20 Juli pukul: 10.00 WIB.
- Anonimous G, 2021. www.matches.com. Diakses pada tanggal 05 Agustus 2021 pukul 13.30 WIB.
- Badan Pusat Statistik. 2019. *Statistic Indonesia*. www.bps.go.id. Indonesia. Diakses 18 November 2020 pukul 14.00 WIB.
- Berrios, M., dkk. 2020. *A Kinetic Study of the Esterification of Free Fatty Acid (FFA) in Sunflower Oil*. Departement de Quimica Inorganica e Ingenieria Quimica, Universidad de Cordoba, Campus Universitario de Rabanales, Edificio Marie Curie, 14071 Cordoba, Spain. (Fuel 86 (2007) 2383-2388)
- Branan, Carl. 2002. *Rules Of Thumb for Chemical Engineers - Third Edition*. Amsterdam: Gulf Professional Publishing an imprint of Elsevier Science.
- Brown G.George. 1950.*Unit Operation 6^{ed}*. Wiley & Sons. USA.
- Brownell Lloyd E. and Young Edwin H. 1959. *Process Equipment Design*. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Cheremisinoff, Nicholas P. 2002. *Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies*. Washington, D.C.

- Coulson J.M., and Richardson J.F. 1983. *Chemical Engineering Volume 2 5th Edition Particle Technology and Separation Process*. Butterworth-Heinemann. Washington.
- Couper, J.R. and Penney W.R., 2005. *Chemical Process Equipment Selection and Design 2nd Edition*. Elsevier Inc. USA.
- David, R. Lide. 2004. *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. National Institutes of Standards and Technology.
- Evans, Alan W. 1972. *On The Theory Of The Valuation And Allocation Of Time*. *Scottish Journal of Political Economy*, Volume 19, Issue 1 p. 1-17.
- Geankoplis, Christie J. 1993. *Transport Processes and Unit Operation 3rd Edition*. Allyn & Bacon Inc. New Jersey.
- Google Maps. 2020. www.google.com/maps. Diakses 26 Juli 2021 pukul: 15.13 WIB.
- Hesse, H.C and Rushton, J.H. 1981. *Process Equipment Design*. D. Van Nostrand Co. New Jersey.
- Himmelblau, David. 1996. *Basic Principles and Calculation in Chemical Engineering 6th Edition*. Prentice Hall Inc. New Jersey.
- Herlambang, Arie. 2014. *Evaluasi Potensi Sumber Daya Air untuk Pengembangan Industri di Kota Bintang, Kalimantan Timur*. Balai Teknologi Lingkungan, BPPT.

- Holman, J.P. 2002. *Heat Transfer*, Mc.Graw-Hill, Inc. Amerika Serikat
- Igor. J. Karassik, Joseph P. Messina, Paul Cooper, Charles C. Heald. 2001. *Pump Handbook. Third Edition*. McGraw-Hill Book Co. New York.
- International Monetary Fund. www.imf.org. Diakses pada tanggal 23 Juli 2021 pukul 12.42 WIB.
- Joshi, M.V. 1981. *Process Equipment Design. 2 ed.* Bombay, Delhi: McGraw-Hill Book Company, Inc.
- Kern, Donald Q. 1965. *Process Heat Transfer*.Mc-Graw-Hill. New York.
- Kirk, R.E and Othmer. 1983.*Encyclopedia of Chemical Technology*. International Student Edition. Mc.Graw-Hill Kogasuka Company Ltd, Tokyo.
- Kister, H. Z., 1992. *Distillation Design*.McGraw-Hill, California.
- Laval, Alfa. 2001. *Pump Handbook*. USA.
- Lebanoff, Val S and Robert R Ross. 1992. *Centrifugal Pumps Design & Application, Second Edition*. Gulf Publishing Company, Houston,TX.
- Magyesy, eugene F. 1983.*Pressure Vessel Handbook*. Publishing. Inc.
- Mc. Cabe W.L. and Smith J.C., 1985. *Operasi Teknik Kimia*. Erlangga. Jakarta.
- Michael. 2020. *Indonesia Salary Benchmark*. Michael Page Indonesia Salary Benchmark.

Perry, Robert H and Don W. Green. 2008. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 8th edition*. McGraw Hill. New York.

Pertamina. 2021. pertamina.com. Diakses 10 Juli 2021 pukul: 11.30 WIB.

PLN. 2021. web.pln.co.id. Diakses 10 Juli 2021 pukul: 14.00 WIB.

Powell, S. 1954. *Water Conditioning for Industry*. McGraw Hill Book Company. New York.

Portland Water Bureau. 2020. Triannual Water Quality Analysis. <http://www.portlandoregon.gov/water/waterquality>. City of Portland, Oregon.

Pubchem. 2021. pubchem.ncbi.nlm.nih.gov. Diakses 11 Januari 2021 pukul: 10.40.

Rase, H.F and Holmes JR. 1977. *Chemical Reactor Design for Process Plant, Volume One : Principles and Techniques*. John Wiley and Sons, Inc., New York.

Richard M. Felder, Ronald W. Rousseau. 1976. *Elementary Principles of Chemical Process*, 3th edition, John Wiley and Sons. New York.

Seidell, Atherton. 1917. *Solubilities of Inorganic and Organic Substances, 4th Corrected*. D.Van Nostrand Company., New York.

Severn, WH, Degler, HE, and Miles, JC. 1954. *Steam, Air and Gas Power, 5th Edition*. John Wiley and Sons, Inc., New York

Sinnot, R.K. 2003. *Chemical Engineering Design*. Elsevier. UK.

Smith, J.M., H.C. Van Ness, and M.M. Abbott. 2006. *Chemical Engineering Thermodynamics 7th edition*. McGraw Hill : New York.

Timmerhaus, Klaus D., Max S. Peters, and Ronald E. West. 1991. *Plant Design an Economic for Chemical Engineering 3th edition*. Mc-Graw Hill Book Company. New York.

Treyball, R.E. 1981. *Mass Transfer Operation 3rd edition*. McGraw-Hill, Kogakusha, Ltd., Tokyo.

Ulrich.G.D. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Wiley & Sons Inc. New York.

Vilbrandt, F.C. and Dryden, C.E. 1959. *Chemical Engineering Plant Design, 4th edition*. McGraw Hill International Book Company, Kogakusha Ltd, Tokyo.

Walas, Stanley M. 1990. *Chemical Process Equipment*. Butterworth-Heinemann. Washington.

Yaws, Carl L. 1996. *Handbook of Chemical Compound Data for Process Safety*. Gulf Publishing Company. Huston, Texas.