

**PRARANCANGAN PABRIK TRINATRIUM FOSFAT DARI DINATRIUM  
FOSFAT DAN NATRIUM HIDROKSIDA KAPASITAS 38.000  
TON/TAHUN**

**Tugas Khusus**

**(Praperancangan Reaktor (RE-201))**

**Oleh**

**Ferina Safitri**

**1715041011**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS LAMPUNG**

**BANDAR LAMPUNG**

**2023**

## ABSTRACT

### **DESIGN OF TRINATRIUM PHOSPHATE FACTORY FROM DYNATRIUM PHOSPHATE WITH SODIUM HYDROXIDE CAPACITY 38.000 TON/YEAR Reactor Design Special Task - 201 (RE-201)**

By  
**FERINA SAFITRI**

*Trinatirum Phosphate is a chemical industry product that is used as an inorganic chemical in the detergent and soap manufacturing industry. Trisodium Phosphate can be produced in several processes, namely 1) process with phosphoric acid, sodium carbonate and sodium hydroxide, 2) process with phosphoric acid, sodium chloride and sodium hydroxide, and 3) disodium phosphate and disodium phosphate as raw materials. Sodium hydroxide. Provision of factory utility needs in the form of water treatment and supply systems, steam supply systems, refrigeration systems, compressed air supply systems, and power generation systems.*

*The factory's production capacity is planned to be 38,000 tons/year with 330 working days in 1 year. The factory location is planned to be established in the Cikande industrial area, Serang Regency, Banten. The required workforce is 147 people with the form of a Limited Liability Company (PT) business entity led by a Main Director who is assisted by the Director of Production and the Director of Finance with a line and staff organizational structure..*

*From the economic analysis obtained:*

<i>Fixed Capital Investment</i>	(FCI)	= Rp 422.140.145.199
<i>Working Capital Investment</i>	(WCI)	= Rp 74.495.319.741
<i>Total Capital Investment</i>	(TCI)	= Rp 496.635.464.939
<i>Break Even Point</i>	(BEP)	= 30,88%
<i>Shut Down Point</i>	(SDP)	= 14,11%
<i>Pay Out Time before taxes</i>	(POT) <sub>b</sub>	= 1,43 years
<i>Pay Out Time after taxes</i>	(POT) <sub>a</sub>	= 1,72 years
<i>Return on Investment before taxes</i>	(ROI) <sub>b</sub>	= 51,08%
<i>Return on Investment after taxes</i>	(ROI) <sub>a</sub>	= 40,86%
<i>Discounted cash flow</i>	(DCF)	= 48,25%

*Considering the above summary, it is appropriate that the establishment of this Trisodium Phosphate plant should be studied further, because it is a profitable factory and has good prospects.*

## ABSTRAK

### PRARANCANGAN PABRIK TRINATRIUM FOSFAT DARI DINATRIUM FOSFAT DAN NATRIUM HIDROKSIDA KAPASITAS 38.000 TON/TAHUN Tugas Khusus Perancangan Reaktor - 201 (RE-201)

Oleh  
**FERINA SAFITRI**

Trinatrium Fosfat merupakan salah satu produk industri kimia yang digunakan sebagai salah satu bahan kimia anorganik dalam industri pembuatan detergen dan sabun. Trinatrium Fosfat dapat di produksi dengan beberapa proses yaitu 1) proses dengan bahan baku Asam Fosfat, Natrium Karbonat dan Natrium Hidroksida, 2) Proses dengan bahan baku Asam Fosfat, Natrium Klorida, dan Natrium Hidroksida, dan 3) Proses dengan bahan baku Dinatrium Fosfat dan Natrium Hidroksida. Penyediaan kebutuhan utilitas pabrik berupa sistem pengolahan dan penyediaan air, sistem penyediaan *steam*, sistem refrigerasi, sistem penyediaan udara tekan, dan sistem pembangkit tenaga listrik.

Kapasitas produksi pabrik direncanakan 38.000 ton/tahun dengan 330 hari kerja dalam 1 tahun. Lokasi pabrik direncanakan didirikan di kawasan industri Cikande Kabupaten Serang, Banten. Tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 147 orang dengan bentuk badan usaha Perseroan Terbatas (PT) yang dipimpin oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Produksi dan Direktur Keuangan dengan struktur organisasi *line and staff*.

Dari analisis ekonomi diperoleh:

<i>Fixed Capital Investment</i>	(FCI)	= Rp 422.140.145.199
<i>Working Capital Investment</i>	(WCI)	= Rp 74.495.319.741
<i>Total Capital Investment</i>	(TCI)	= Rp 496.635.464.939
<i>Break Even Point</i>	(BEP)	= 30,88%
<i>Shut Down Point</i>	(SDP)	= 14,11%
<i>Pay Out Time before taxes</i>	(POT) <sub>b</sub>	= 1,43 years
<i>Pay Out Time after taxes</i>	(POT) <sub>a</sub>	= 1,72 years
<i>Return on Investment before taxes</i>	(ROI) <sub>b</sub>	= 51,08%
<i>Return on Investment after taxes</i>	(ROI) <sub>a</sub>	= 40,86%
<i>Discounted cash flow</i>	(DCF)	= 48,25%

Mempertimbangkan rangkuman di atas, sudah selayaknya pendirian pabrik Trinatrium Fosfat ini dikaji lebih lanjut, karena merupakan pabrik yang menguntungkan dan mempunyai prospek yang baik.

**PRARANCANGAN PABRIK TRINATRIUM FOSFAT DARI DINATRIUM  
FOSFAT DAN NATRIUM HIDROKSIDA KAPASITAS 38.000  
TON/TAHUN**

**Tugas Khusus  
(Perancangan Reaktor (RE-201))**

**Oleh  
FERINA SAFITRI  
(1715041011)**

**Skripsi**

**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  
2023**

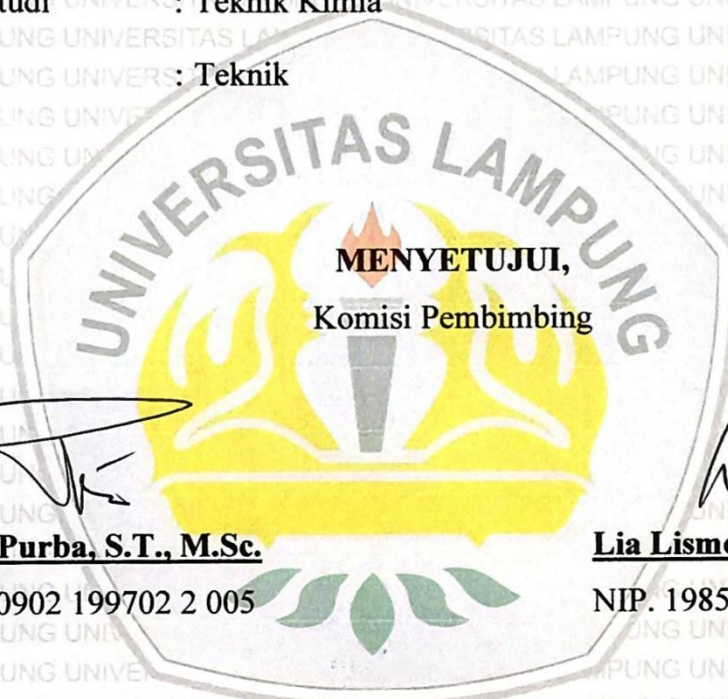
Judul Skripsi : **PRARANCANGAN PABRIK TRINATRIUM FOSFAT  
DARI DINATRIUM FOSFAT DAN NATRIUM  
HIDROKSIDA KAPASITAS 38.000 TON/TAHUN (Tugas  
Khusus Perancangan Reaktor 201 (RE-201))**

Nama Mahasiswa : **Ferina Safitri**

No. Pokok Mahasiswa : 1715041011

Program Studi : Teknik Kimia

Fakultas : Teknik



**Dr. Elida Purba, S.T., M.Sc.**

NIP. 19680902 199702 2 005

**Lia Lismeri, S.T., M.T.**

NIP. 19850312 200812 2 004

**Ketua Jurusan Teknik Kimia**

**Yuli Darni, S.T., M.T.**

NIP. 19740712 200003 2 001



**MENGESAHKAN**

**Tim Penguji**

**Ketua : Dr. Elida Purba, S.T., M.Sc.**

**Sekretaris : Lia Lismeri, S.T., M.T.**

**Penguji**

**Bukan Pembimbing : Taharuddin, S.T., M.Sc.**

**Panca Nugrahini F, S.T., M.T.**

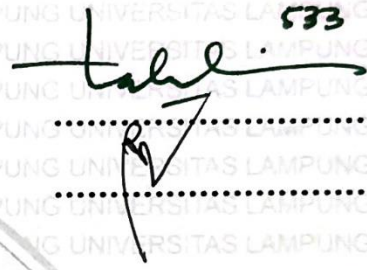
**Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung**

**Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.**

**NIP. 19750928 200112 1 002**

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 26 Mei 2023**



533  






## 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, 21 Juli 2023



Ferina Safitri  
NPM. 1715041011

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Mataram, Lampung Tengah, pada tanggal 14 Februari 1999, sebagai putri kedua dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Parnadi dan Ibu Suharsi.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar Swasta 01 Gula Putih Mataram pada tahun 2011, Sekolah Menengah Pertama Gula Putih Mataram pada tahun 2014, dan Sekolah Menengah Atas Swasta Sugar Group Bandar Mataram pada tahun 2017.

Pada tahun 2017, penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) tahun 2017.

Pada tahun 2020, penulis melakukan Kerja Praktek di P.T. Pindo Deli Pulp and Paper, Karawang dengan Tugas Khusus “Evaluasi Kinerja *Drying Tower* pada *Chlorine Treatment*”. Selain itu, pada tahun 2022, penulis melakukan penelitian dengan judul “Karakteristik Adsorben Pelet Batang Pisang (*Musa Paradisiaca*) Untuk Pemurnian Biogas Dengan Variasi Waktu Kontak Adsorpsi”.

Penulis termasuk mahasiswa yang aktif dalam kegiatan non akademik yang terlibat dalam beberapa organisasi kemahasiswaan. Pada tahun 2017/2018 penulis magang pada Departemen Dana dan Usaha HIMATEMIA FT UNILA. Pada periode berikutnya yaitu 2018/2019 penulis menjadi Staff Divisi CEEC (*Chemical Engineering English Club*) pada Departemen Edukasi HIMATEMIA FT UNILA. Pada periode berikutnya yaitu 2019/2020 penulis menjadi Kepala Divisi CEEC (*Chemical Engineering English Club*) pada Departemen Edukasi HIMATEMIA FT UNILA. Kemudian pada tahun 2019 juga mengikuti Badan Eksekutif



Mahasiswa (BEM) Fakultas Teknik sebagai Staff Dinas Pendidikan dan Keilmuan.

# MOTTO

*Apapun yang menjadi takdirmu, akan mencari jalannya  
menemukanmu”-Ali bin Abi Thalib*

*“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan  
kesanggupannya”-QS. Al-Baqarah:286*

*“Jangan bandingkan prosesmu dengan orang lain karena tidak  
semua bunga tumbuh mekar secara bersamaan”*

## SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang Mahakuasa dan Maha Penyayang, atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga tugas akhir ini dengan judul “Prarancangan Pabrik Trinatrium Fosfat dari Dinatrium Fosfat dan Natrium Hidroksida dengan Kapasitas 38.000 ton/tahun” dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat guna memperoleh derajat kesarjanaan (S-1) di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari beberapa pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Yuli Darni, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung.
2. Lia Lismeri, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung dan selaku Dosen Pembimbing II, atas semua ilmu, saran, masukan dan pengertiannya dalam penyelesaian tugas akhir
3. Dr. Elida Purba, S.T.,M.Sc., selaku dosen pembimbing I, yang telah memberikan pengarahan, masukan, bimbingan, kritik dan saran selama penyelesaian tugas akhir. Semoga ilmu bermanfaat yang diberikan dapat berguna dikemudian hari.
4. Taharuddin, S.T., M.Sc, selaku Dosen Penguji I, yang telah memberikan saran dan kritik, juga selaku dosen atas semua ilmu yang telah penulis dapatkan.



5. Panca Nugrahini F, S.T., M.T, selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan saran dan kritik, juga selaku Dosen Pembimbing Akademik dan sebagai orang tua pengganti yang sangat berjasa dalam perjalanan perkuliahan penulis.
6. Seluruh Dosen Teknik Kimia Universitas Lampung, atas semua ilmu dan bekal masa depan yang akan selalu bermanfaat.
7. Keluargaku tercinta, Bapak dan Ibu, atas pengorbanan, doa, cinta dan kasih sayang yang selalu mengiringi disetiap langkahku. Mbak Dita, Adek Fathir, Mas Dwino atas kasih sayang, doa, dukungan, kepercayaan, ketulusan, bantuan dan semangat.
8. Partner TA terbaik Muchamad Fida Kamil atas kerjasama, semangat dan bantuannya. Semoga menjadi 'patner' dalam hal lainnya.
9. Teman-teman seperjuangan 2017 di Teknik Kimia yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terimakasih atas bantuannya selama penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Untuk sobat tawa Bungek, Cindoy, dan adik tercintah Niki makasih uda mewarnai hari kuliah ku, semangat cari cuan gais
11. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.

Semoga Allah membalas semua kebaikan mereka terhadap penulis dan semoga skripsi ini dapat berguna.

Bandar Lampung, Juli 2023  
Penulis,

Ferina Safitri

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>COVER</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>ABSTRAK</b> .....	iii
<b>COVER DALAM</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>PERNYATAAN</b> .....	vii
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	viii
<b>MOTTO</b> .....	x
<b>SANWANCANA</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Kegunaan Produk .....	2
C. Ketersediaan Bahan Baku .....	3
D. Analisis Pasar .....	3
E. Kebutuhan Pasar .....	4
F. Kapasitas Pabrik .....	5
G. Lokasi Pabrik .....	7
<b>BAB II PEMILIHAN DAN URAIAN PROSES</b>	
A. Macam-macam Proses Pembuatan Trinatrium Fosfat .....	10
B. Perbandingan Proses .....	13
C. Pemilihan Proses .....	22
D. Deskripsi Proses .....	24
E. Uraian Proses Trinatirum Fosfat .....	27

**BAB III SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK**

A. Spesifikasi Bahan Baku .....	31
B. Spesifikasi Produk Utama .....	32

**BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS**

A. Neraca Massa .....	33
B. Neraca Panas .....	37

**BAB V SPESIFIKASI PERALATAN PROSES DAN UTILITAS**

A. Peralatan Proses .....	42
B. Peralatan Utilitas .....	66

**BAB VI UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH**

A. Unit Pendukung Proses .....	91
1. Unit Penyediaan Air .....	91
2. Unit Penyediaan <i>Steam</i> .....	102
3. Sistem Pembangkit Tenaga Listrik .....	102
4. Unit Refrigerasi.....	103
5. Sistem Penyediaan Bahan Bakar .....	106
6. Unit Penyediaan Udara Instrumen .....	106
B. Pengolahan Limbah .....	107
C. Laboratorium .....	107
D. Instrumentasi dan Pengendalian Proses .....	110

**BAB VII TATA LETAK DAN LOKASI PABRIK**

A. Lokasi Pabrik .....	113
1. Bahan Baku .....	114
2. Pemasaran Produk .....	114
3. Sarana Transportasi .....	115
4. Utilitas .....	115
5. Tenaga Kerja .....	115



6. Kondisi Masyarakat dan Keamanan Sekitar Lokasi .....	116
7. Iklim dan Tanah .....	116
8. Ketersediaan Lahan .....	116
B. Estimasi Areal Pabrik .....	117
C. Tata Letak Pabrik .....	118
1. Area Proses .....	119
2. Area Penyimpanan .....	119
3. Area Laboratorium .....	119
4. Area Utilitas .....	119
5. Area Pemeliharaan dan Bengkel .....	119
6. Area Perkantoran .....	120
7. Area Fasilitas Umum .....	120
8. Area Pengembangan .....	120
9. Pos Keamanan .....	120
D. Tata Letak Peralatan Proses .....	121

## **BAB VIII MANAGEMEN DAN ORGANISASI**

A. Bentuk Perusahaan .....	124
1. Perusahaan Perseorangan .....	125
2. Perusahaan Komanditer .....	125
3. Perseroan Terbatas (PT) .....	125
4. Perusahaan Firma .....	126
B. Struktur Organisasi Perusahaan .....	127
C. Tugas dan Wewenang .....	131
1. Pemegang Saham .....	131
2. <i>Board of Commissioners</i> .....	131
3. <i>Presiden Director</i> .....	132
D. Status Karyawan dan Sistem Penggajian .....	134
1. Status Karyawan .....	134
2. Penggolongan Gaji .....	135
E. Pembagian Jam Kerja Karyawan .....	135
1. Karyawan <i>Reguler</i> .....	135

2. Karyawan <i>Shift</i> .....	136
F. Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karywan .....	137
1. Perincian Jumlah Karyawan.....	137
2. Penggolongan Jabatan .....	139
G. Kesejahteraan Karyawan .....	140
H. Manajemen Produksi .....	145

## **BAB IX INVESTASI DAN EVALUASI EKONOMI**

A. Investasi .....	149
1. <i>Fixed Capital Investment</i> .....	150
2. <i>Working Capital Investment</i> (Modal Kerja) .....	151
3. <i>Total Production Cost</i> (TPC) .....	151
B. Evaluasi Ekonomi .....	156
1. <i>Return On Investment</i> (ROI) .....	156
2. <i>Pay Out Time</i> (POT) .....	157
3. <i>Break Evan Point</i> (BEP) .....	158
4. <i>Shut Down Point</i> (SDP) .....	158
C. Angsuran Pinjaman .....	159
D. <i>Discounted Cash Flow</i> (DCF) .....	159

## **BAB X SIMPULAN DAN SARAN**

A. Simpulan .....	161
B. Saran .....	162

## **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN A (NERACA MASSA)**

### **LAMPIRAN B (NERACA PANAS)**

### **LAMPIRAN C (SPESIFIKASI ALAT)**

### **LAMPIRAN D (INVESTASI EKONOMI)**

### **LAMPIRAN F (TUGAS KHUSUS)**

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar	Halaman
1.1. Grafik Impor Trinatrium Fosfat pada Tahun 2015-2021.....	6
2.1. Diagram Alir Proses .....	30
6.1. Diagram Alir Unit Sistem Refrigerasi .....	103
6.2. Diagram Skema Siklus Refrigerasi.....	104
7.1. Lokasi Didirikan Pabrik.....	117
7.2. Tata Letak Pabrik.....	121
7.3. Tata Letak Alat Proses.....	122
8.1. Struktur Organisasi Perusahaan .....	130
9.1. Grafik Analisa Ekonomi .....	159
9.2. Kurva <i>Cummulative Cash Flow</i> .....	160



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1. Harga Bahan Baku dan Produk.....	3
1.2. Data Kebutuhan Trinatrium Fosfat di Indonesia .....	4
1.3. Industri Detergen dan Sabun di Indonesia.....	4
1.4. Kebutuhan Trinatrium Fosfat pada Beberapa Negara di Dunia .....	5
2.1. Perbandingan Proses .....	23
2.2. Data Entalpi Pembentukan Standar Masing-masing Senyawa.....	24
2.3. Data Energi Bebas Gibbs Standar tiap Komponen.....	25
4.1. Neraca Massa <i>Mixing Tank</i> (MT-101) .....	33
4.2. Neraca Massa <i>Mixing Tank</i> (MT-102) .....	33
4.3. Neraca Massa Reaktor (RE-201) .....	34
4.4. Neraca Massa <i>Evaporator</i> (EV-301/302).....	34
4.5. Neraca Massa <i>Crystallizer</i> (CR-301).....	35
4.6. Neraca Massa <i>Centrifuge</i> (CF-301).....	35
4.7. Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i> (RD-301).....	36
4.8. Neraca Massa <i>Crusher</i> (RC-301) .....	36
4.9. Neraca Massa <i>Screener</i> (VS-301) .....	37
4.10. Neraca Panas <i>Mixing Tank</i> (MT-101).....	37
4.11. Neraca Panas <i>Mixing Tank</i> (MT-102).....	38
4.12. Neraca Panas <i>Heater I</i> (HE-101).....	38

4.13. Neraca Panas <i>Heater</i> II (HE-102).....	38
4.14. Neraca Panas Reaktor (RE-201).....	39
4.15. Neraca Panas <i>Evaporator</i> 1(EV-301).....	39
4.16. Neraca Panas <i>Evaporator</i> 2(EV-302).....	39
4.17. Neraca Panas <i>Barometric Condensor</i> (CN-301).....	40
4.18. Neraca Panas <i>Crystallizer</i> (CR-301).....	40
4.19. Neraca Panas <i>Centrifuge</i> (CF-301).....	40
4.20. Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i> (RD-301).....	41
4.21. Neraca Panas <i>Heater</i> Udara (He-301).....	41
5.1. Spesifikasi Gudang Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> (G-101A).....	42
5.2. Spesifikasi <i>Bag Unloader</i> Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> (BU-101A).....	42
5.3. Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> (BC-101A).....	43
5.4. Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> (BE-101A).....	43
5.5. Spesifikasi Silo Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> (S-101A).....	44
5.6. Spesifikasi <i>Weight Feeder</i> (WF-101A).....	44
5.7. Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (BC-102A).....	45
5.8. Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> (BE-102A).....	45
5.9. Spesifikasi <i>Mixing Tank</i> (MT-101A).....	46
5.10. Spesifikasi Pompa I (PP-101A).....	46
5.11. Spesifikasi <i>Heater</i> (HE-101A).....	47
5.12. Spesifikasi Gudang NaOH (G-101B).....	47
5.13. Spesifikasi <i>Bag Unloader</i> NaOH (BU-101B).....	48
5.14. Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (BE-101B).....	48
5.15. Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> (HE-101).....	49
5.16. Spesifikasi Silo NaOH (S-101B).....	49
5.17. Spesifikasi <i>Weight Feeder</i> (WF-101B).....	50
5.18. Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (BC-102B).....	50
5.19. Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> (BE-102B).....	51
5.20. Spesifikasi <i>Mixing Tank</i> (MT-101B).....	51
5.21. Spesifikasi Pompa II (PP-101B).....	52
5.22. Spesifikasi <i>Heater</i> (PP-101B).....	53
5.23. Spesifikasi Pompa III (PP-201).....	53

5.24. Spesifikasi Reaktor (RE-201).....	54
5.25. Spesifikasi Pompa IV (PP-301).....	55
5.26. Spesifikasi Evaporator Efek I (EV-301).....	55
5.27. Spesifikasi Evaporator Efek II (EV-302).....	56
5.28. Spesifikasi <i>Barometric Condensor</i> (CN-301).....	57
5.29. Spesifikasi Pompa V (PP-302).....	58
5.30. Spesifikasi <i>Crystallizer</i> (CR-301).....	58
5.31. Spesifikasi Pompa VI (PP-303).....	59
5.32. Spesifikasi <i>Centrifuge</i> (CF-301).....	60
5.33. Spesifikasi Pompa VII (PP-304).....	60
5.34. Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (SC-301).....	61
5.35. Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> (BE-301).....	61
5.36. Spesifikasi <i>Rotary Dryer</i> (RD-301).....	62
5.37. Spesifikasi <i>Heater Udara</i> (H-301).....	62
5.38. Spesifikasi <i>Fan</i> (FN-301).....	63
5.39. Spesifikasi <i>Double Roller Crusher</i> (RC-301).....	63
5.40. Spesifikasi <i>Vibrating Screen</i> (VS-301).....	63
5.41. Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (SC-302).....	64
5.42. Spesifikasi <i>Cyclone</i> (C-301).....	64
5.43. Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i> (BE-301).....	65
5.44. Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (SC-303).....	65
5.45. Spesifikasi <i>Gudang Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub></i> (CE-401).....	66
5.46. Spesifikasi <i>Bar Screener</i> (BS-401).....	66
5.47. Spesifikasi <i>Bak Koagulasi</i> (BK-401).....	67
5.48. Spesifikasi Tangki Kaporit (ST-401).....	67
5.49. Spesifikasi Tangki Alum (ST-402).....	68
5.50. Spesifikasi Tangki Soda Kustik (ST-403).....	69
5.51. Spesifikasi Clarifier (CL-401).....	69
5.52. Spesifikasi <i>Sand Filter</i> (SF-401).....	70
5.53. Spesifikasi Tangki Air Filter (ST-404).....	70
5.54. Spesifikasi <i>Hot Basin</i> (HB-401).....	71
5.55. Spesifikasi Tangki Asam Sulfat (ST-405).....	72



5.56. Spesifikasi <i>Cold Basin</i> (CB-401) .....	72
5.57. Spesifikasi <i>Cation Exchanger</i> (CE-401) .....	73
5.58. Spesifikasi <i>Anion Exchanger</i> (AE-401) .....	73
5.59. Spesifikasi <i>Demin Water Tank</i> (ST-408).....	74
5.60. Spesifikasi Tangki Hidrazin (ST-409).....	75
5.61. Spesifikasi <i>Deaerator</i> (DA-401) .....	75
5.62. Spesifikasi <i>Boiler</i> (B-401) .....	76
5.63. Spesifikasi Tangki Bahan Bakar (ST-410).....	77
5.64. Spesifikasi <i>Blower Steam</i> (BS-401).....	77
5.65. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-401).....	78
5.66. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-402).....	78
5.67. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-403).....	79
5.68. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-404).....	79
5.69. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-405).....	80
5.70. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-406).....	80
5.71. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-407).....	81
5.72. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-408).....	81
5.73. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-409).....	82
5.74. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-410).....	83
5.75. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-411).....	83
5.76. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-412).....	84
5.77. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-413).....	84
5.78. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-414).....	85
5.79. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-415).....	85
5.80. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-416).....	86
5.81. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-417).....	86
5.82. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-418).....	87
5.83. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-419).....	87
5.84. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-420).....	88
5.85. Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-421).....	88
5.86. Spesifikasi <i>Compressor</i> (CP-401) .....	89
5.87. Spesifikasi <i>Air Dryer</i> (AD-601) .....	89

5.88. Spesifikasi <i>Blower</i> (BU-401).....	90
5.89. Spesifikasi Generator Listrik (GS-401) .....	90
6.1. Kebutuhan Air Umum .....	92
6.2. Kebutuhan Air Pembangkit Steam .....	93
6.3. Kebutuhan Air Pendingin .....	95
6.4. Kebutuhan Air Proses .....	95
6.5. Kebutuhan Air Hydrant .....	96
6.6. Kebutuhan Air Total .....	96
6.7. Tingkatan Kebutuhan Informasi dan Sistem Pengendalian.....	111
6.8. Pengendalian Variabel Utama Proses .....	112
7.1. Perincian luas area Pabrik Trinatirum Fosfat .....	117
8.1. Jadwal Kerja Masing-masing Regu .....	137
8.2. Jumlah Operator Berdasarkan Jenis Alat.....	138
8.3. Penggolongan Tenaga Kerja.....	139
9.1. <i>Fixed Capital Investment</i> .....	150
9.2. <i>Manufacturing Cost</i> .....	152
9.3. <i>General Expenses</i> .....	153
9.4. Biaya Administrasi .....	154
9.5. <i>Minimum Acceptable Percent Return on Investment</i> .....	156
9.6. <i>Acceptable Payout Time</i> untuk Tingkat Resiko Pabrik .....	157
9.7. Hasil Uji Kelayakan Ekonomi .....	160

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik**

Indonesia sebagai negara berkembang dengan jumlah penduduk yang sangat besar dan pertumbuhan jumlah penduduk yang pesat mengakibatkan kebutuhan masyarakat terus bertambah, sehingga perlu meningkatkan pembangunan di segala bidang untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Salah satu upaya pemerintah ialah mempersiapkan sektor industri yang juga mampu bersaing dengan negara lain dengan memanfaatkan potensi yang dimiliki Indonesia. Diharapkan dengan adanya pembangunan di bidang industri ini, Indonesia dapat memenuhi kebutuhan masyarakat, meningkatkan ekspor luar negeri, memperluas lapangan kerja dan mengatasi masalah perekonomian nasional.

Salah satu bahan kimia anorganik yang digunakan dalam industri pembuatan deterjen dan sabun adalah Trinatrium Fosfat ( $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ). Setiap tahun kebutuhan deterjen dan sabun di Indonesia mengalami peningkatan. Hal tersebut dikarenakan meningkatnya jumlah penduduk setiap tahunnya. Oleh karena itu, cukup tepat untuk mendirikan pabrik Trinatrium Fosfat di Indonesia.

Berdasarkan uraian diatas, perlu didirikannya pabrik Trinatrium Fosfat di Indonesia agar dapat memenuhi kebutuhan dalam negri dan luar negeri, selain itu dapat memberikan beberapa pengaruh positif, salah satunya membuka lapangan kerja baru untuk mengurangi tingkat pengangguran.

## 1.2 Kegunaan Produk

Trinatrium fosfat dapat digunakan dalam industri diantaranya :

1. Sebagai *Antiseptic cleaner* yang baik dalam industri pengolahan pangan.
2. Sebagai bahan baku utama (*builder*) detergen yang berfungsi untuk menurunkan kesadahan air sehingga dapat meningkatkan daya bersih detergen.
3. Sebagai pembersih barang pecah belah dan campuran pembersih tangan dan wajah.
4. Sebagai bahan pencelupan tekstil.
5. Sebagai pencegah terjadinya korosi logam
6. Sebagai Reagen dalam pengolahan air umpan *boiler*, yang digunakan sebagai sumber alkalinity untuk mencegah korosi dan terbentuknya kerak.
7. Kristal Trinatrium fosfat dodecahydrate dijual sebagai bahan pembersih dan penghilang cat.

(Kirk dan Othmer, 1982).

### 1.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan Trinatrium Fosfat ini adalah Natrium Hidroksida dan Dinatrium Fosfat. Berikut ini adalah perusahaan-perusahaan yang menghasilkan bahan baku yang diperlukan dalam pembuatan Trinatrium Fosfat

- Natrium Hidroksida (NaOH) didapat dari PT. Sulfondo Adiusaha, Serang-Banten
- Dinatrium Fosfat ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) didapat dari PT. Darnait Esa Artha, Tangerang Selatan-Banten

### 1.4 Analisa Pasar

#### 1.4.1 Harga Bahan Baku dan Produk

Berikut ini adalah harga bahan baku dan harga Trinatrium Fosfat pada tahun terakhir.

**Tabel 1. 1 Harga Bahan Baku dan Produk**

No	Bahan	Harga (US \$/kg)	Harga (Rp/kg)
1	Dinatrium fosfat	0,5	7.632,80
2	Natrium hidroksida	0,48	7.327,49
3	Trinatrium Fosfat	1,15	17.555,44

Sumber : Alibaba.com

\*Kurs 1 USD \$ = Rp 15.265,6

### 1.4.2 Kebutuhan Pasar

Kebutuhan Trinatrium Fosfat di Indonesia terus mengalami peningkatan seiring meningkatnya kebutuhan detergen dan sabun setiap tahunnya.

Berikut adalah data kebutuhan Trinatrium Fosfat di Indonesia pada beberapa tahun terakhir.

**Tabel 1. 2 Data Kebutuhan Trinatrium Fosfat di Indonesia**

<b>Tahun</b>	<b>Kapasitas (Ton)</b>
2016	22.468,43
2017	23.165,29
2018	23.530,51
2019	24.020,35
2020	24.565,50
2021	25.070,1

Sumber : Badan Pusat Statistik, 2016 - 2021

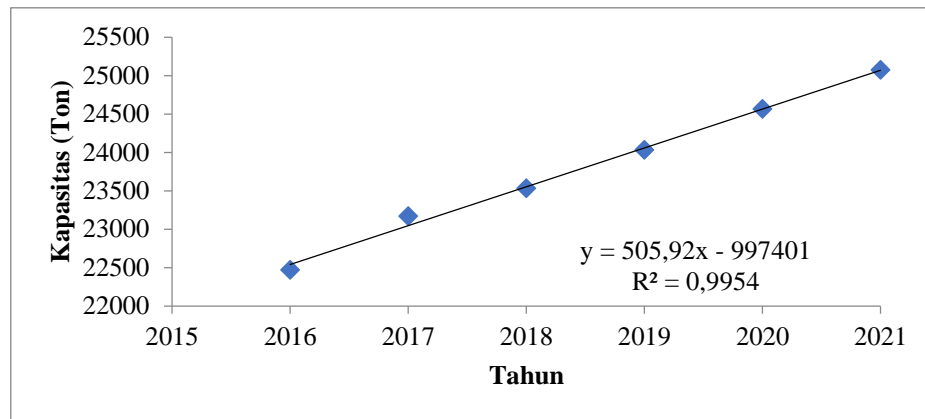
Berikut merupakan data pabrik detergen di Indonesia yang dapat dijadikan target pasar dari pabrik Trinatrium Fosfat yang akan dibangun :

**Tabel 1. 3 Industri Detergen dan Sabun di Indonesia**

<b>Nama Perusahaan</b>	<b>Lokasi</b>	<b>Kapasitas (Ton)</b>
PT. Unilever Indonesia	Cikarang dan Surabaya	15.000
PT. Colgate Palmolive	Jakarta	8.000
PT. Catur Wangsa Indah	Tasikmalaya	8.000
PT. Wings Surya	Surabaya	10.000
PT. Johnson & Son Indo	Jakarta	8.500







Gambar 1. 1 Grafik Impor Trinatrium Fosfat pada Tahun 2015 – 2021

Dengan menggunakan persamaan linear seperti gambar 1.1 maka diperkirakan kebutuhan Trinatrium Fosfat Indonesia pada tahun 2027 adalah sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Trinatrium Fosfat (y)} &= 505,92x - 997401 \\ &= 28.098,84 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Dengan persamaan yang di atas didapatkan prediksi kebutuhan Trinatrium Fosfat di Indonesia sebesar 28.098,84 Ton/Tahun, sedangkan Indonesia belum memiliki pabrik Trinatrium Fosfat, maka dengan kata lain kebutuhan Trinatrium Fosfat di Indonesia yang belum dapat terpenuhi adalah sebesar 28.098,84 Ton/Tahun. Selain di Indonesia, Trinatrium Fosfat juga dibutuhkan di beberapa negara lain sebesar 77.095,82 Ton/Tahun. Oleh karena itu, pabrik Trinatrium Fosfat ini juga diharapkan dapat membantu perekonomian Indonesia dengan mengekspor produk tersebut ke beberapa negara di luar negeri. Maka, kapasitas produksi Pabrik Trinatrium Fosfat yaitu sebesar **38.000 Ton/Tahun** atau sekitar 80% dari kebutuhan di Indonesia dan 20% untuk diekspor ke luar negeri karena beberapa pertimbangan yaitu:

1. Pendirian pabrik ini dapat mengurangi ketergantungan impor Trinatrium Fosfat di Indonesia.
2. Dari aspek bahan baku, kebutuhan natrium hidroksida sudah dapat terpenuhi untuk mencapai nilai kapasitas tersebut.
3. Tidak mungkin memonopoli pasar, yang nantinya akan menggugurkan produsen lain.
4. Diprediksi semakin banyaknya persaingan yang akan tumbuh pada tahun 2027.

## **1.5 Lokasi Pabrik**

Pemilihan dan penentuan lokasi pabrik merupakan salah satu faktor yang sangat penting. Secara geografis, penentuan lokasi pabrik sangat mempengaruhi kegiatan industri. Oleh karena itu, pemilihan dan penentuan lokasi pabrik harus mempertimbangkan biaya produksi dan biaya distribusi yang minimum, sehingga akan memperoleh profit yang maksimal. Lokasi pabrik Trinatrium Fosfat ini direncanakan akan didirikan di Kawasan Industri Cikande, Kecamatan Cikande yang terletak di Kabupaten Serang, Banten. Penetapan lokasi ini berdasarkan faktor sebagai berikut.

### **1. Ketersediaan bahan baku**

Sumber bahan baku merupakan faktor yang sangat penting dalam pemilihan lokasi suatu pabrik, sebab lokasi pabrik yang dekat dengan sumber bahan baku akan mengurangi biaya transportasi maupun

penyimpanan. Bahan baku utama dalam pembuatan Trinatrium Fosfat ini Dinatrium Fosfat dan Natrium Hidroksida. Lokasi ini sangat tepat karena dekat dengan PT. Sulfindo Adiusaha yang menghasilkan Natrium Hidroksida dengan kapasitas produksi sekitar 215.000 ton/tahun.

## 2. Pemasaran produk

Seperti sudah dijelaskan sebelumnya bahwa Trinatrium Fosfat digunakan sebagai *cleaning compound*, *paint remover*, dan *water softener*. Di Indonesia terutama Pulau Jawa banyak industri yang menggunakan zat tersebut seperti industri pembuatan detergen, industri cat, dan juga untuk pengolahan air umpan boiler. Lokasi pabrik ini juga sangat strategis untuk pemasaran karena dekat dengan pemasaran dan akses transportasi yang baik dengan adanya jalan tol.

## 3. Ketersediaan Utilitas

Ketersediaan utilitas berupa air dan listrik adalah faktor penunjang yang paling penting. Kebutuhan air sebagai proses produksi dan keperluan rumah tangga dapat dipenuhi dengan lokasi pabrik dekat dengan Sungai Ciujung. Sedangkan kebutuhan tenaga listrik diperoleh dari PT. PLN (Persero) Rayon Cikande dan sebagai cadangan tenaga listrik dipersiapkan generator diesel.

## 4. Ketersediaan Tenaga Kerja

Tenaga yang terampil dan terdidik dapat dipenuhi karena banyak sekolah-sekolah kejuruan yang mendidik tenaga – tenaga terampil yang siap bekerja.

5. Faktor – faktor lain

Daerah karawang adalah kawasan industri sehingga hal-hal yang sangat dibutuhkan bagi kelangsungan proses produksi suatu pabrik telah tersedia dengan baik, seperti energi dan keamanan, lingkungan, serta faktor sosial.

## **BAB II**

### **PEMILIHAN DAN URAIAN PROSES**

#### **2.1 Macam – Macam Proses Pembuatan Trinatrium Fosfat**

Proses pembuatan Trinatrium Fosfat dapat dilakukan dengan 3 proses sebagai berikut:

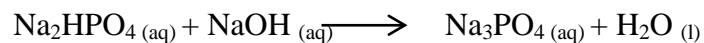
##### **1. Menggunakan bahan baku Asam Fosfat, Natrium Karbonat dan Natrium Hidroksida**

Reaksi pembuatan Trinatrium Fosfat menggunakan bahan baku Asam Fosfat, Natrium Karbonat dan Natrium Hidroksida dapat berlangsung dengan 2 tahap, yaitu :

###### 1. Tahap Pembuatan Dinatrium Fosfat



###### 2. Tahap Pembentukan Trinatrium Fosfat



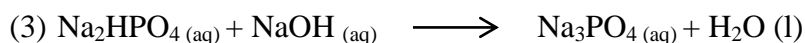
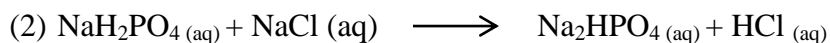
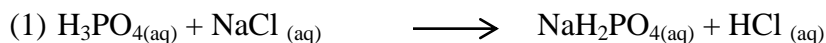
Pada proses ini, untuk tahap awal dilakukan netralisasi asam Fosfat dan Natrium Karbonat agar diperoleh konsentrasi yang sesuai. Proses selanjutnya yaitu pembentukan Dinatrium Fosfat dari Natrium Karbonat dan Asam Fosfat pada temperatur 80-100°C dan tekanan 1 atm, dengan konversi reaksi sebesar



95,6%. Selanjutnya Dinatrium Fosfat bereaksi dengan Natrium Hidroksida membentuk Trinatrium Fosfat pada temperatur 90°C dan tekanan 1 atm dengan konversi reaksi 99,4%. Kemudian dilanjutkan dengan proses kristalisasi dan pengeringan Trinatrium Fosfat. Proses kristalisasi dilakukan dengan pendinginan sampai suhu 55°C sehingga terbentuk kristal putih Trinatrium Fosfat yang berbentuk kristal triagonal (Faith Keyes, 1975).

## **2. Menggunakan bahan baku Asam Fosfat, Natrium Klorida, dan Natrium Hidroksida**

Reaksi yang terjadi terdiri dari 3 tahap, yaitu pembentukan Mononatrium Fosfat dari Asam Fosfat dan Natrium Klorida (1), kemudian dilanjutkan dengan pembentukan Dinatrium Fosfat dari Natrium Dihidrogen Fosfat dan Natrium Klorida (2), terakhir untuk menghasilkan Trinatrium Fosfat, Dinatrium Fosfat direaksikan dengan Natrium Hidroksida (3) :



Untuk berlangsungnya reaksi (1) dan (2) diperlukan solven organik yaitu *primary amine* N1923 sebagai *extractant* untuk menghilangkan HCl dari larutan produk (Zhou dkk, 1989).

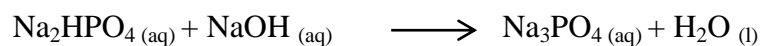
Konversi reaksi (1) sebesar 98% dapat tercapai ketika konsentrasi awal  $\text{H}_3\text{PO}_4$  sebesar 2,35 M; rasio  $\text{NaCl} : \text{H}_3\text{PO}_4 = 1,7$ ; dan rasio *extractant* :  $\text{H}_3\text{PO}_4$  antara 0,5 – 1,0. Konversi reaksi (2) dapat tercapai lebih dari 98% dengan

konsentrasi mula-mula  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  2,5 M dan rasio *extractant* :  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  antara 1,4 – 1,5.

Bahan baku dan solven organik berkontak di dalam reaktor pada temperatur  $40^\circ\text{C}$ . Solven organik yang terikat dengan HCl dari reaktor 1 dan 2 diregenerasi dengan cara *stripping* menggunakan gas *ammonium hydroxide* ( $\text{NH}_3$ ) untuk menghasilkan *ammonium chloride* ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) sebagai produk samping. Sedangkan reaksi (3) berlangsung pada temperatur  $90^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm, dengan konversi reaksi 99,4% (USPatent No.48965).

### 3. Menggunakan bahan baku Dinatrium Fosfat dan Natrium Hidroksida

Proses ini menggunakan bahan baku Dinatrium Fosfat dan Natrium Hidroksida yang dibeli langsung dari produsen. Reaksi berlangsung pada temperature  $90^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm, dengan konversi reaksi 99,4% (Faith Keyes, 1975). Bahan baku Dinatrium Fosfat dan Natrium Hidroksida dalam bentuk padatan, sedangkan reaksi berlangsung pada fase cair-cair sehingga Dinatrium Fosfat dan Natrium Hidroksida dilarutkan terlebih dahulu dalam mixing tank sampai didapatkan larutan  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  dan NaOH. Reaksi pembuatan Trinatrium Fosfat yang terjadi sebagai berikut :



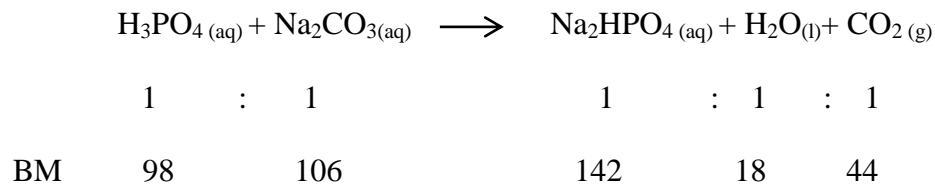
## 2.2 Perbandingan Proses

Perbandingan antara ketiga proses diatas untuk mendapatkan proses mana yang terbaik dilakukan berdasarkan perbandingan berbagai parameter meliputi teknis, ekonomi dan lingkungan.

### 2.2.1 Kelayakan Ekonomi

#### a. Berdasarkan reaksi menggunakan bahan baku Asam Fosfat dan Natrium Karbonat

##### Reaksi pada Reaktor I:



Konversi: 95,6%

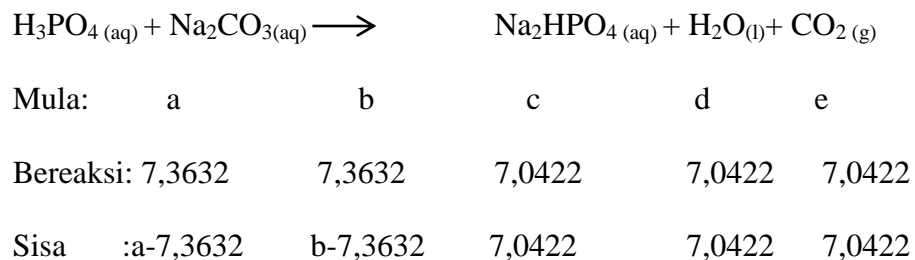
Produk yang terbentuk pada reaksi di atas adalah  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ .

Jika pada reaksi tersebut  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  yang terbentuk sebanyak 1 kg, maka :

Mol  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  yang terbentuk

$$= \frac{\text{massa}}{\text{BM}} = \frac{1000 \text{ gr}}{142 \text{ gr/mol}} = 7,0422 \text{ mol}$$

Berdasarkan perbandingan stoikiometri, maka :



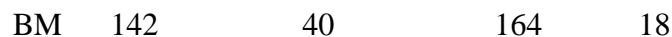
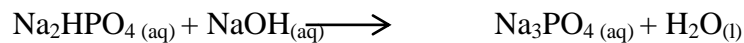
Dengan konversi sebesar 95,6%, maka dibutuhkan reaktan sebanyak :

$$a = \frac{100\%}{95,6\%} \times 7,0422 \text{ mol} = 7,3632 \text{ mol}$$

$$a = b = 7,3632 \text{ mol}$$

- Mol  $\text{H}_3\text{PO}_4$  yang bereaksi = Mol  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  yang terbentuk  
= 7,3632 mol
- Massa  $\text{H}_3\text{PO}_4$  yang bereaksi = 7,3632 mol  $\times$  98 gr/mol  
= 721,5936 gr = **0,7216 kg**
- Mol  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  yang bereaksi = mol  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  yang terbentuk  
= 7,3632 mol
- Massa  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  yang bereaksi = 7,3632 mol  $\times$  106 gr/mol  
= 780,4992 gr = **0,7805 kg**

### Reaksi Pada Reaktor II:



Konversi: 99,4%

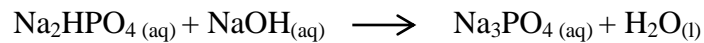
Produk yang terbentuk pada reaksi di atas adalah  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .

Jika pada reaksi tersebut  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  yang terbentuk sebanyak 1 kg, maka :

Mol  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  yang terbentuk

$$= \frac{\text{massa}}{\text{BM}} = \frac{1000 \text{ gr}}{164 \text{ gr/mol}} = 6,0976 \text{ mol}$$

Berdasarkan perbandingan stoikiometri, maka :



Mula :	a	b	c	d
Bereaksi :	6,1344	6,1344	6,0976	6,0976
Sisa:	a-6,1344	b -6,1344	6,0976	6,0976

Dengan konversi sebesar 99,4%, maka dibutuhkan reaktan sebanyak :

$$a = \frac{100\%}{99,4\%} \times 6,0976 \text{ mol} = 6,1344 \text{ mol}$$

$$a = b = 6,1344 \text{ mol}$$

- Mol  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  yang bereaksi = Mol  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  yang terbentuk  
= 6,1344 mol
- Massa  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  yang bereaksi = 6,1344 mol  $\times$  142 gr/mol  
= 871,0848 gr = **0,8711 kg**
- Mol NaOH yang bereaksi = mol  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  yang terbentuk  
= 6,1344 mol
- Massa NaOH yang bereaksi = 6,1344 mol  $\times$  40 gr/mol  
= 245,376 gr = **0,2454 kg**

Harga:

$$\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Rp } 11.754,-/\text{kg}$$

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Rp } 4.998,-/\text{kg}$$

$$\text{NaOH} = \text{Rp } 7.327,48,-/\text{kg}$$

$$\text{Na}_3\text{PO}_4 = \text{Rp } 17.555,44,-/\text{kg}$$

Jadi, untuk menghasilkan 1 kg  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  dibutuhkan biaya bahan baku sebesar:

$$\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Rp } 11.754,-/\text{kg} \times 0,7216 \text{ kg} = \text{Rp } 8.481,-$$

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Rp } 4.998,-/\text{kg} \times 0,7805 \text{ kg} = \text{Rp } 3.900,-$$

$$\text{NaOH} = \text{Rp } 7.327,48,-/\text{kg} \times 0,2454 \text{ kg} = \text{Rp } 1.798,-$$

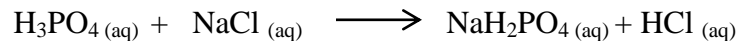
Jadi, selisih harga = harga produk – harga bahan baku

$$= \text{Rp } 17.555,44 - (\text{Rp } 8.481 + \text{Rp } 3.900 + \text{Rp } 1.798)$$

$$= \text{Rp } 3.377,-$$

**b. Berdasarkan reaksi menggunakan bahan baku Asam Fosfat dan**

**Natrium Klorida**



Konversi: 98%

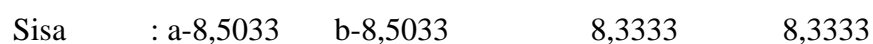
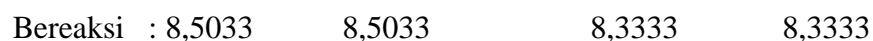
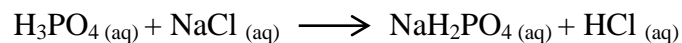
Produk yang terbentuk pada reaksi di atas adalah  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ .

Jika pada reaksi tersebut  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  yang terbentuk sebanyak 1 kg, maka :

Mol  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  yang terbentuk

$$= \frac{\text{massa}}{\text{BM}} = \frac{1000 \text{ gr}}{120 \text{ gr/mol}} = 8,3333 \text{ mol}$$

Berdasarkan perbandingan stoikiometri, maka :



Dengan konversi sebesar 98%, maka dibutuhkan reaktan sebanyak :

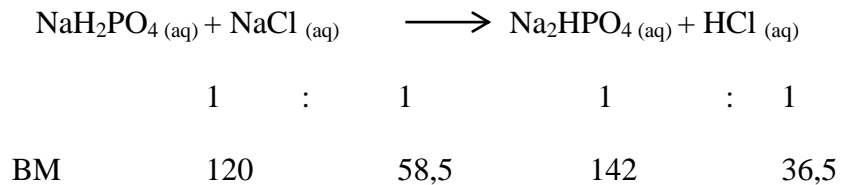


$$a = \frac{100\%}{98\%} \times 8,3333 \text{ mol} = 8,5033 \text{ mol}$$

$$a = b = 8,5033 \text{ mol}$$

- Mol  $\text{H}_3\text{PO}_4$  yang bereaksi = Mol  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  yang terbentuk  
= 8,5033 mol
- Massa  $\text{H}_3\text{PO}_4$  yang bereaksi = 8,5033 mol  $\times$  98 gr/mol  
= 833,32 gr = **0,83332 kg**
- Mol NaCl yang bereaksi = mol  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  yang terbentuk  
= 8,5033 mol
- Massa NaCl yang bereaksi = 8,5033 mol  $\times$  58,5 gr/mol  
= 497,5 gr = **0,4975kg**

### Reaksi Pada Reaktor II:



Konversi : 98%

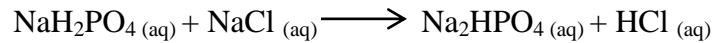
Produk yang terbentuk pada reaksi di atas adalah  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ .

Jika pada reaksi tersebut  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  yang terbentuk sebanyak 1 kg, maka :

Mol  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  yang terbentuk

$$= \frac{\text{massa}}{\text{BM}} = \frac{1000 \text{ gr}}{142 \text{ gr/mol}} = 7,0423 \text{ mol}$$

Berdasarkan perbandingan stoikiometri, maka :



Mula :	a	b	c	d
Bereaksi :	7,186	7,186	7,0423	7,0423
Sisa:	a-7,186	b-7,186	7,0423	7,0423

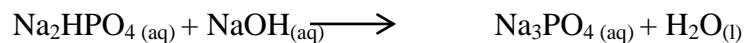
Dengan konversi sebesar 98%, maka dibutuhkan reaktan sebanyak :

$$a = \frac{100\%}{98\%} \times 7,0423 \text{ mol} = 7,186 \text{ mol}$$

$$a = b = 7,186 \text{ mol}$$

- Mol  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  yang bereaksi = Mol  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  yang terbentuk  
= 7,186 mol
- Massa  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  yang bereaksi = 7,186 mol  $\times$  120 gr/mol  
= 862,32 gr = **0,8623 kg**
- Mol NaCl yang bereaksi = mol  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  yang terbentuk  
= 7,186 mol
- Massa NaCl yang bereaksi = 7,186 mol  $\times$  58,5 gr/mol  
= 420,381 gr = **0,4203kg**

### Reaksi Pada Reaktor III:



1 : 1 1 : 1

BM 142 40 164 18

Konversi: 99,4%

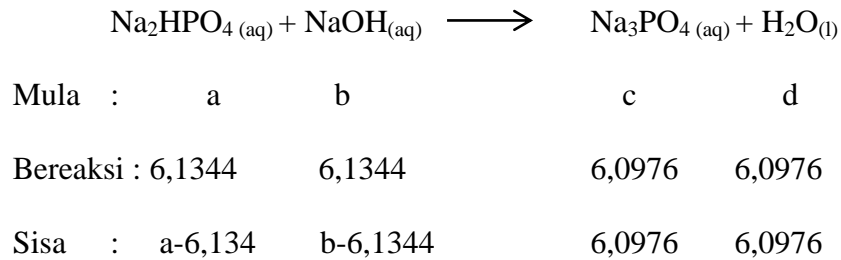
Produk yang terbentuk pada reaksi di atas adalah  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .

Jika pada reaksi tersebut  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  yang terbentuk sebanyak 1 kg, maka :

Mol  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  yang terbentuk

$$= \frac{\text{massa}}{\text{BM}} = \frac{1000 \text{ gr}}{164 \text{ gr/mol}} = 6,0976 \text{ mol}$$

Berdasarkan perbandingan stoikiometri, maka :



Dengan konversi sebesar 99,4%, maka dibutuhkan reaktan sebanyak :

$$a = \frac{100\%}{99,4\%} \times 6,0976 \text{ mol} = 6,1344 \text{ mol}$$

$$a = b = 6,1344 \text{ mol}$$

- Mol  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  yang bereaksi = Mol  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  yang terbentuk  
= 6,1344 mol
- Massa  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  yang bereaksi = 6,1344 mol  $\times$  142 gr/mol  
= 871,0848 gr = **0,8711 kg**
- Mol NaOH yang bereaksi = mol  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  yang terbentuk  
= 6,1344 mol
- Massa NaOH yang bereaksi = 6,1344 mol  $\times$  40 gr/mol  
= 245,376 gr = **0,2454 kg**

Harga:

$\text{H}_3\text{PO}_4$  = Rp 11.754,-/kg

$$\text{NaCl} = \text{Rp } 2.928,-/\text{kg}$$

$$\text{NaOH} = \text{Rp } 7.328,-/\text{kg}$$

$$\text{Na}_3\text{PO}_4 = \text{Rp } 17.556,-/\text{kg}$$

Jadi, untuk menghasilkan 1 kg  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  dibutuhkan biaya bahan baku sebesar:

$$\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Rp } 11.754,-/\text{kg} \times 0,8332 \text{ kg} = \text{Rp } 9.793,-$$

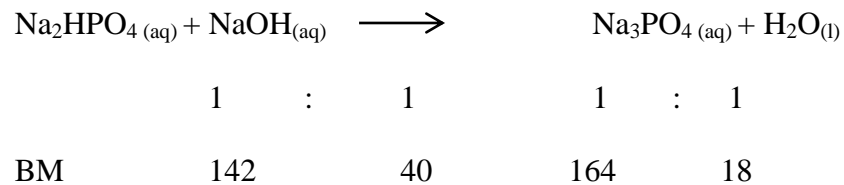
$$\text{NaCl} = \text{Rp } 2.928,-/\text{kg} \times (0,4975 + 0,4203) \text{ kg} = \text{Rp } 2.687,-$$

$$\text{NaOH} = \text{Rp } 7.328,-/\text{kg} \times 0,2454 \text{ kg} = \text{Rp } 1.798,-$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi, selisih harga} &= \text{harga produk} - \text{harga bahan baku} \\ &= \text{Rp } 17.556 - (\text{Rp } 9.793 + \text{Rp } 2.687 + \text{Rp } 1.798) \\ &= \text{Rp } 3.278,- \end{aligned}$$

**c. Berdasarkan reaksi menggunakan bahan baku Dinatrium Fosfat dan Natrium Hidroksida**

**Reaksi Pada Reaktor:**



Konversi: 99,4%

(Sumber : Faith Keyes, 1975)

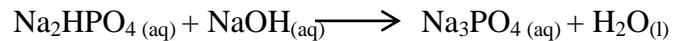
Produk yang terbentuk pada reaksi di atas adalah  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .

Jika pada reaksi tersebut  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  yang terbentuk sebanyak 1 kg, maka :

Mol  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  yang terbentuk

$$= \frac{\text{massa}}{\text{BM}} = \frac{1000 \text{ gr}}{164 \text{ gr/mol}} = 6,0976 \text{ mol}$$

Berdasarkan perbandingan stoikiometri, maka :



Mula	:	a	b	c	d
Bereaksi	:	6,1344	6,1344	6,0976	6,0976
Sisa	:	a-6,1344	b-6,1344	6,0976	6,0976

Dengan konversi sebesar 99,4%, maka dibutuhkan reaktan sebanyak :

$$a = \frac{100\%}{99,4\%} \times 6,0976 \text{ mol} = 6,1344 \text{ mol}$$

$$a = b = 6,1344 \text{ mol}$$

- Mol  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  yang bereaksi = Mol  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  yang terbentuk  
= 6,1344 mol
- Massa  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  yang bereaksi = 6,1344 mol  $\times$  142 gr/mol  
= 871,0848 gr = **0,8711 kg**
- Mol NaOH yang bereaksi = mol  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  yang terbentuk  
= 6,1344 mol
- Massa NaOH yang bereaksi = 6,1344 mol  $\times$  40 gr/mol  
= 245,376 gr = **0,2454 kg**

Harga:

$$\text{Na}_2\text{HPO}_4 = \text{Rp } 7.633,-/\text{kg}$$

$$\text{NaOH} = \text{Rp } 7.328,-/\text{kg}$$

$$\text{Na}_3\text{PO}_4 = \text{Rp } 17.556,-/\text{kg}$$

Jadi, untuk menghasilkan 1 kg  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  dibutuhkan biaya bahan baku sebesar:

$$\text{Na}_2\text{HPO}_4 = \text{Rp } 7.633,-/\text{kg} \times 0,8711 \text{ kg} = \text{Rp } 6.649,-$$

$$\text{NaOH} = \text{Rp } 7.328,-/\text{kg} \times 0,2454 \text{ kg} = \text{Rp } 1.798,-$$

Jadi, selisih harga = harga produk – harga bahan baku

$$= \text{Rp } 17.556- (\text{Rp } 6.649 + \text{Rp } 1.798)$$

$$= \text{Rp } 9.109,-$$

### 2.2.2 Kelayakan Teknis

Untuk mengetahui kondisi operasi dalam proses produksi Trinatirum Fosfat, maka harus mempertimbangkan beberapa faktor yaitu salah satunya adalah faktor kelayakan proses secara teknis. Faktor ini mempertimbangkan beberapa hal seperti tekanan operasi dan suhu operasi

No.	Keterangan	Jenis Proses		
		1	2	3
1.	Bahan baku utama	Natrium Karbonat, Asam Fosfat, Natrium Hidroksida	Natrium Klorida, Asam Fosfat, Natrium Hidroksida	Dinatrium Fosfat, Natrium Hidroksida
2.	Kondisi operasi	Reaksi 1 dan 2 : T = 90 °C P=1,5 atm	Reaksi 1 dan 2 : T = 40°C Reaksi 3 : T = 90 °C P=1,5 atm	Reaksi : T = 90 °C P = 1 atm
3.	Konversi	Reaksi 1 : 95,6% Reaksi 2 : 99,4%	Reaksi 1 : 98% Reaksi 2 : 98% Reaksi 3 : 99,4%	Reaksi : 99,4%

### 2.3 Pemilihan Proses

Berdasarkan penjelasan di bagian sebelumnya, maka dipilihlah proses pembuatan Trinatirum Fosfat ketiga, yaitu dengan menggunakan bahan baku

Dinatrium Fosfat dan Natrium Hidroksida, dengan pertimbangan sebagai berikut :

- a. Biaya bahan baku proses ketiga lebih murah, sehingga keuntungan yang didapat lebih besar.
- b. Pada proses ketiga, tidak ada proses pembuatan Dinatrium Fosfat karena langsung didapat dari produsen, sehingga jumlah bahan baku dan alat yang digunakan lebih sedikit sehingga biaya yang dibutuhkan lebih murah.

Kesimpulan tentang perbandingan ketiga reaksi tersebut dapat dilihat pada table 2.1 berikut :

Tabel 2. 1 Perbandingan Proses

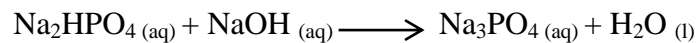
No.	Keterangan	Jenis Proses		
		1	2	3
1.	Bahan baku utama	Natrium Karbonat, Asam Fosfat, Natrium Hidroksida	Natrium Klorida, Asam Fosfat, Natrium Hidroksida	Dinatrium Fosfat, Natrium Hidroksida
2.	Harga bahan baku	Rp. 14.116,-	Rp. 14.278,-	Rp.8.447-
3.	Kondisi operasi	Reaksi 1 dan 2 : T = 90 °C P=1,5 atm	Reaksi 1 dan 2 : T = 40°C Reaksi 3 : T = 90 °C P=1,5 atm	Reaksi : T = 90 °C P = 1 atm
4.	Konversi	Reaksi 1 : 95,6% Reaksi 2 : 99,4%	Reaksi 1 : 98% Reaksi 2 : 98% Reaksi 3 : 99,4%	Reaksi : 99,4%



## 2.4 Deskripsi Proses

### 2.4.1 Dasar Reaksi

Proses ini menggunakan bahan baku Dinatrium Fosfat dan Natrium Hidroksida. Reaksi berlangsung pada temperatur 90°C. Bahan baku Dinatrium Fosfat dan Natrium Hidroksida dalam bentuk padatan, sedangkan reaksi berlangsung pada fase cair-cair sehingga bahan baku dilarutkan terlebih dahulu dalam *mixing tank* sampai didapatkan larutan Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> dan NaOH. Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



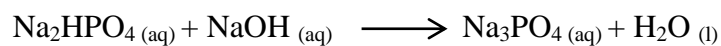
### 2.4.2 Tinjauan Termodinamika

Reaksi dapat berjalan eksotermis atau endotermis bisa ditentukan dengan meninjau panas pembentukan standar ( $\Delta H_f$ ) pada 298 °C.

Tabel 2. 2 Data Entalpi Pembentukan Standar

Komponen	$\Delta H_f$ (kcal/mol)
NaOH <sub>(s)</sub>	-101,96
NaOH <sub>(aq)</sub>	-112,193
H <sub>2</sub> O <sub>(g)</sub>	-57,7979
H <sub>2</sub> O <sub>(l)</sub>	-68,3174
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4 (aq)</sub>	-423,61
Na <sub>3</sub> PO <sub>4(aq)</sub>	-471,9

Sumber: Tabel 2-220 Perry's 8<sup>th</sup> ed



$$\Delta H_f = \sum n.\Delta H_f \text{ produk} - \sum n.\Delta H_f \text{ reaktan}$$

$$= (-471,9 + (-68,3174)) - ((-423,61) + (-112,193))$$

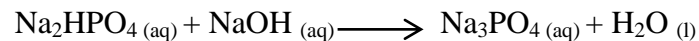
$$= \mathbf{-4,4144 \text{ kcal/mol (eksoterm)}}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan *enthalpy* pembentukan standar bernilai negatif, maka reaksi pembentukan Trinitratum Fosfat bersifat eksotermis. Reaksi bersifat *reversible* atau *irreversible* dapat ditentukan dengan meninjau *energy Gibbs* ( $\Delta G^\circ$ ).

Tabel 2. 3 Data Energi Bebas Gibbs

Komponen	$\Delta G^\circ_f$ (kcal/mol)
NaOH <sub>(s)</sub>	-90,60
NaOH <sub>(aq)</sub>	-100,18
H <sub>2</sub> O <sub>(g)</sub>	-54,6351
H <sub>2</sub> O <sub>(l)</sub>	-56,6899
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4 (aq)</sub>	-385,53
Na <sub>3</sub> PO <sub>4(aq)</sub>	-431,3

Sumber: Tabel 2-220 Perry's 8<sup>th</sup> ed



$$\Delta G_f = \sum n \cdot \Delta G_f \text{ produk} - \sum n \cdot \Delta G_f \text{ reaktan}$$

$$= (-431,3 + (-56,6899)) - ((-385,53) + (-100,18))$$

$$= \mathbf{-2,2799 \text{ kcal/mol (spontan)}}$$

Perubahan entalpi reaktan dari 363,15 K menjadi 298,15 K dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\Delta H_R = \Delta H^\circ_R + \left( \int_{T_1}^{T_2} C_{P_i} dT \right) \quad (\text{Smith, 6 ed, pers 4.21})$$

$$\text{Dengan : } \int_{298,15}^{363,15} \Delta C_p dT = \int_{T_1}^{T_2} (\Delta A + \Delta B T + \Delta C T + \frac{\Delta D}{T^2}) dT$$

$$\int_{298,15}^{363,15} \Delta C_p dT = \Delta A (T_2 - T_1) + \frac{\Delta B}{2} (T_2^2 - T_1^2) + \frac{\Delta C}{3} (T_2^3 - T_1^3) + \Delta D \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$= 1.670.185.99 \text{ kcal/mol Na}_2\text{HPO}_4$$

$$= 6.988.058,168 \text{ kJ/kmol Na}_2\text{HPO}_4$$

$$= 6.988,06 \text{ kJ/mol Na}_2\text{HPO}_4$$

Sehingga :

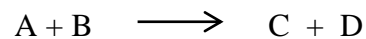
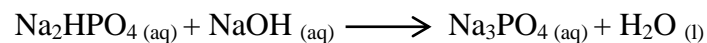
$$\begin{aligned} \Delta H_{R(363,15 K)} &= \Delta H_{R(298,15 K)} + \int_{298,15}^{363,15} C_{Pi} dT \\ &= -18.469,85 + 6.988,06 = -11.481,79 \text{ kJ/kmol} \end{aligned}$$

### 2.4.3 Tinjauan Kinetika

Secara umum derajat kelangsungan reaksi ditentukan oleh :

1. Konstanta kecepatan reaksi
2. Orde reaksi
3. Konsentrasi reaktan

Reaksi:



$$-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = k C_A \cdot C_B$$

$$-r_A = k \cdot C_A \cdot C_B$$

$$-r_A = k (C_{A0} - (1 - X_A)) (C_{B0} - (1 - X_A))$$

$$-r_A = k (C_{A0} - C_{A0}X_A) (C_{B0} - C_{B0}X_A)$$

(Levenspiel, 1999)

Sehingga didapatkan nilai konstanta

$$k = 20.744,71 \exp (-2467,13/T) L/mol.jam$$

(*Chemical Engineering Research Vol A2*)

Dimana :

T = Temperatur (K)

Dari persamaan harga konstanta kecepatan reaksi diketahui bahwa pembentukan Trinitirum Fosfat dipengaruhi oleh temperatur. Semakin tinggi temperatur, maka harga k akan semakin besar dan meningkatkan tumbukan antar molekul.

Reaksi ini berlangsung dalam reaktor CSTR (*Continuous Stirred-Tank Reactor*) dengan kondisi operasi :

Temperatur = 90 °C

Tekanan = 1 atm

(Faith Keyes, 1975)

## 2.5 Uraian Proses

Proses pembuatan Trinitirum Fosfat secara garis besar dibagi menjadi 3 tahap proses yaitu :

1. Persiapan bahan baku
2. Tahap proses
3. Pemurnian dan penyimpanan produk

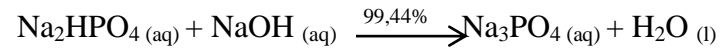
## 1. **Persiapan Bahan Baku**

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan Trinitirum Fosfat adalah Dinatrium Fosfat dan Natrium Hidroksida. Untuk keperluan ini digunakan bahan baku Dinatrium Fosfat 98%, dan Natrium Hidroksida 98%. Bahan baku Dinatrium Fosfat dialirkan ke tangki pelarutan yang dilengkapi dengan pengaduk. Konsentrasi larutan Dinatrium Fosfat yang keluar dari tangki pelarutan 17,22% (Faith-Keyes,1975). Pelarutan Dinatrium Fosfat dilakukan pada temperatur 30°C dan tekanan 1 atm. Untuk bahan baku Natrium Hidroksida diperoleh dari PT. Pindo Deli Pulp & Paper Mill, Karawang dialirkan ke tangki pelarutan yang dilengkapi dengan pengaduk. Konsentrasi larutan Natrium Hidroksida yang keluar dari tangki pelarutan 54,34%. Pelarutan Natrium Hidroksida dilakukan pada temperatur 30°C dan tekanan 1 atm. Kemudian hasil dari tangki pelarutan dialirkan ke *pre-heater* untuk dipanaskan terlebih dahulu hingga 90 °C, selanjutnya dipompakan ke reactor.

## 2. **Tahapan proses**

Reaktor yang digunakan adalah *Continous Stirred Tank Reactor* (CSTR) yang dilengkapi dengan pengaduk dan jaket pendingin dikarenakan reaksi eksotermis untuk menjaga suhu reaksi agar tidak berubah. Sebagai media pendingin digunakan air dengan suhu masuk 30°C, kondisi operasi reaktor pada suhu 90°C dan tekanan 1 atm.

Dalam reaktor terjadi reaksi :

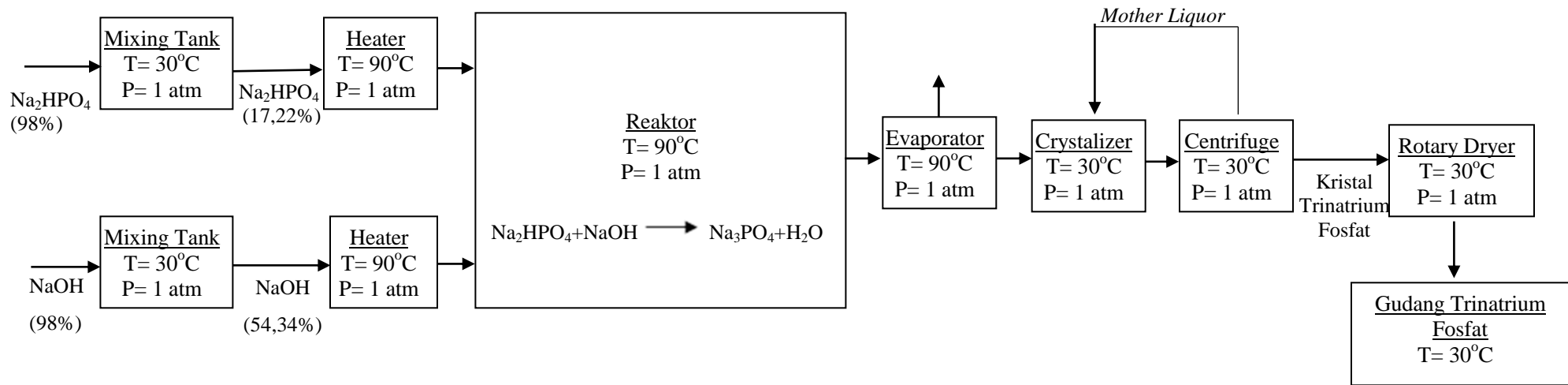


Selanjutnya, produk utama larutan Trinitirum Fosfat akan dialirkan ke *Evaporator* untuk dihilangkan sebagian besar kandungan airnya. Evaporator larutan Trinitirum Fosfat dilakukan pada temperatur 90°C dan tekanan 1 atm. Kemudian dikristalisasi di *Crystallizer* (CR-01) sehingga terbentuk kristal Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Kristalisasi dilakukan pada temperatur 30°C dan tekanan 1 atm.

### 3. Pemurnian dan Penyimpanan Produk

*Mother Liquor* dan kristal yang terbentuk dipisahkan melalui *Centrifuge*, *Mother liquor* yang terbentuk di-*recycle* ke *Crystallizer* (CR-01), sedangkan kristal Trinitirum Fosfat dipindahkan menggunakan *Screw Conveyor* menuju *Rotary Dryer* untuk dikeringkan. Pada *Rotary Dryer*, terjadi proses pengeringan kristal dengan bantuan udara pengering bersuhu 65°C secara berlawanan arah. Produk kristal Trinitirum Fosfat kemudian masuk ke gudang melalui *Belt Conveyor*.

Diagram alir proses dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut ini:



## BAB III

### SPEKIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK

#### 3.1. Bahan Baku

##### 3.1.1. Natrium Hidroksida (PT. Pindo Deli Pulp and Paper Mill, Jawa Barat)

Rumus molekul	: NaOH
Berat molekul	: 40 g/mol
Wujud	: Padat
Kemurnian	: 98%
<i>Heat of solution</i>	: 10,18 kcal/kmol
Densitas (30°C)	: 2.130 kg/m <sup>3</sup>
$\Delta H_f$	: -112,193 kcal/mol
Kelarutan dalam air	: 119 g/100 ml (30°C)
<i>Specific heat</i> ( $C_p$ )	: 1.111,99 kcal/kmol
Titik didih	: 1.388°C
Titik leleh	: 318°C
Titik lebur	: 323°C



### 3.1.2. Dinatrium Fosfat (PT. Darnait Esa Artha, Banten)

Rumus molekul	: $\text{Na}_2\text{HPO}_4$
Berat molekul	: 142 gr/mol
Wujud	: Padat ( <i>tabular crystal</i> )
Kemurnian	: 98%
<i>Heat of solution</i>	: 5,21 kcal/kmol
Densitas (30°C)	: 1.700 kg/m <sup>3</sup>
$\Delta\text{Hf}$	: -423,61kcal/mol
Kelarutan dalam air	: 20,8 g/100 ml (30°C)
<i>Specific heat</i> ( $C_p$ )	: 433 kcal/kmol
Titik didih	: 158°C
Titik lebur	: 250°C

(Sumber : Perry's, Ed.7<sup>th</sup>, 1999)

## 3.2. Produk

### 3.2.1. Produk Utama

#### Trinatrium Fosfat

Rumus molekul	: $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
Berat molekul	: 380,2 g/mol
Wujud	: Padat (kristal triagonal)
Kemurnian	: 98%
Titik leleh	: 256°C
Densitas	: 2.507 kg/m <sup>3</sup>
$\Delta\text{Hf}$	: -471,9kcal/mol
<i>Specific heat</i> ( $C_p$ )	: 6.279 kcal/kmol
Titik lebur	: 1.583°C

(Sumber : Perry's, Ed.7<sup>th</sup>, 1999)

## **BAB X**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **10.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis ekonomi yang telah dilakukan terhadap Prarancangan Pabrik Trinatrium Fosfat dari Dinatrium Fosfat dan Natrium Hidroksida dengan kapasitas 38.000 ton/tahun dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Ditinjau dari segi pengadaan bahan baku, transportasi, pemasaran, dan lingkungan, maka pabrik Trinatrium Fosfat direncanakan berdiri di daerah Kawasan Industri Cikande, Kecamatan Cikande yang terletak di Kabupaten Serang, Banten.
2. Berdasarkan hasil analisis teknis dan ekonomi, maka pabrik Trinatrium Fosfat ini layak untuk didirikan dengan hasil perhitungan analisis ekonomi sebagai berikut :
  - a. *Percent Return on Investment* (ROI) sebelum pajak yaitu 51,08% dan setelah pajak yaitu 40,86%

- b. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak yaitu 1,43 tahun dan 1,72 tahun setelah pajak.
- c. *Break Even Point* (BEP) sebesar 30,88%. Nilai *Shut Down Point* (SDP) sebesar 14,11%, yaitu dengan batasan kapasitas produksi tersebut pabrik harus berhenti berproduksi karena jika beroperasi dibawah nilai SDP maka pabrik akan mengalami kerugian
- d. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCF) sebesar 48,25%, lebih besar dari suku bunga bank sekarang sehingga investor akan lebih memilih untuk berinvestasi ke pabrik ini daripada ke bank.

## **10.2. Saran**

Pabrik Trinatrium Fosfat dari Dinatrium Fosfat dan Natrium Hidroksida dengan kapasitas 38.000 ton/tahun sebaiknya dikaji lebih lanjut, baik dari segi proses maupun dari segi ekonominya.

## DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2021. Peta Provinsi Banten. <https://www.google.co.id/maps/cikande>, 2016.

Diakses pada 20 November 2021.

Anonim. 2021. Data Hidrologi, DAS Aliran Sungai Cidanau dan Ciujung.

<https://www.dsdap.bantenprov.go.id>. Diakses pada 20 Juni 2023.

Bachus, L and Custodio, A. 2003. *Know and Understand Centrifugal Pumps*. Bachus

Company, Inc. Oxford: UK.

Banchero, Julius T., and Walter L. Badger. 1988. *Introduction to Chemical*

*Engineering*. McGraw Hill : New York.

Bank Indonesia. 2022. *Nilai Kurs*. [www.bi.go.id](http://www.bi.go.id). Diakses 4 Desember 2022.

Brown. G. George., 1950, *Unit Operation 6<sup>ed</sup>*, Wiley&Sons, USA.

Brownell. L. E. and Young. E. H., 1959, *Process Equipment Design 3<sup>ed</sup>*, John Wiley &

Sons, New York.

Coulson. J. M. and Ricardson. J. F., 1983, *Chemical Engineering vol 6*, Pergamon Press

Inc, New York.

Coulson J.M., and J. F. Richardson. 2005. *Chemical Engineering 4<sup>th</sup> edition*.  
Butterworth-Heinemann : Washington.

Duh, Y.S., Hsu, C.C., Kao, C.S. and Yu, S.W., 1996, *Applications of reaction calorimetry in reaction kinetics and assessment of thermal hazards, Thermochim Acta*, 285: 67±79.

Faith W.L., Keyes D. B., Clark R.L., 1965, Industrial Chemicals.

Fogler, H. Scott. 2006. *Elements of Chemical Reaction Engineering 4<sup>th</sup> edition*.  
Prentice Hall International Inc. : United States of America.

Geankoplis. Christie. J., 1993, *Transport Processes and unit Operation 3<sup>th ed</sup>*, Allyn &  
Bacon Inc, New Jersey.

Google Map. 2021. Area Sungai Cidanau – Banten. Diakses pada 20 Desember 2021.

Himmeblau. David., 1996, *Basic Principles and Calculation in Chemical Engineering*,  
Prentice Hall Inc, New Jersey.

Hugot, E. 1986.*Handbook of Cane Sugar Engineering*. New York: Elsevier Science  
Publishing Company INC.

Jordan Konidis, 1984. Design of Direct Heated Rotary Dryers. Concordia University,  
Montreal.

Kern, Donald Q. 1965. *Process Heat Transfer*. Mcgraw-Hill Co.: New York.

Kirk, R.E and Othmer, D.F., 2006, "Encyclopedia of Chemical Technologi", 4<sup>nd</sup> ed., vol. 17., John Wiley and Sons Inc., New York.

Levenspiel. O., 1972, *Chemical Reaction Engineering 2nd edition*, John Wiley and Sons Inc, New York.

Ludwig E.E., 2006. Applied Process Design 4 Chemical & Petrochemical Plants, Vol. 3, e<sup>th</sup> Ed., Gulf Professional Publishing, Boston.

Mc Cabe. W. L. and Smith. J. C., 1985, *Operasi Teknik Kimia*, Erlangga, Jakarta.

Megyesy. E. F., 1983, *Pressure Vessel Handbook*, Pressure Vessel Handbook Publishing Inc, USA.

Metcalf and Eddy, 1991, *Wastewater Engineering Treatment, Disposal, Reuse*, Mc Graw-Hill Book Company, New York.

MSDS Cumene Hydroperoxide.Science Lab.com, Diakses pada 21 September 2021

MSDS Phenol.Science Lab.com, Diakses pada 21 September 2021

MSDS Acetone.Science Lab.com, Diakses pada 21 September 2021

MSDS Amonium Bisulfate.Science Lab.com, Diakses pada 21 September 2021

Perry, Robert H., and Don W. Green. 1999. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 7<sup>th</sup> edition*. McGraw Hill : New York.

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

Peter. M. S. and Timmerhause. K. D., 1991, *Plant Design an Economic for Chemical Engineering 3<sup>ed</sup>*, Mc Graww-Hill Book Company, New York.

Powell, S. T., 1954, "Water Conditioning for Industry", Mc Graw Hill Book Company, New York.

Rase.1977.*Chemical Reactor Design for Process Plant, Vol. 1<sup>st</sup>, Principles and Techniques*.John Wiley and Sons : New York

Santosa, Galih. 2022. *Hydrant Water*. GalihSantosa.adhiatma.blog. Diakses pada 26 Maret 2022.

Smith. J. M. and Van Ness. H. C., 1975, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics 3<sup>ed</sup>*, McGraww-Hill Inc, New York.

Smith, J.M., H.C. Van Ness, and M.M. Abbott. 2001. *Chemical Engineering Thermodynamics 6<sup>th</sup> edition*. McGraw Hill : New York.

Timmerhaus, Klaus D., Max S. Peters, and Ronald E. West. 1991. *Plant Design an Economic for Chemical Engineering 3<sup>th</sup> edition*. McGraww-Hill Book Company: New York.

Timmerhaus, Klaus D., Max S. Peters, and Ronald E. West. 2002. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers 5<sup>th</sup> edition*. McGraw-Hill : New York.

Treyball. R. E., 1983, *Mass Transfer Operation 3<sup>ed</sup>*, McGraw-Hill Book Company, New York.

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

US Patent Office, No. 1,689,547 “*Method for Making Tri-Sodium Phosphate*”

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

Wallas. S. M., 1988, *Chemical Process Equipment*, Butterworth Publishers, Stoneham USA.

Wang, L, K.2008. *Gravity Thickener, Handbook of Enviromental Engineering, Vol. 6<sup>th</sup>*. The Humana Press Inc. : New Jersey

Waryono. 2014. *DAS Cidanau*. <https://staff.blog.ui.ac.id/tarsoen.waryono>, diakses pada 20 Agustus 2016

Wilson, E. T.2005.*Clarifier Design*. Mc Graw Hill Book Company : London

Yaws, C. L., 1999, *Chemical Properties Handbook*, Mc Graw Hill Book Co., New York

[www.kemenperin.go.id](http://www.kemenperin.go.id), Diakses pada 20 Mei 2022

[www.alibaba.com](http://www.alibaba.com), Diakses pada 15 April 2022

[www.bps.go.id](http://www.bps.go.id), Diakses pada 15 April 2022



[www.data.un.org](http://www.data.un.org), Diakses pada 16 April 2022.