

**PRARANCANGAN PABRIK DINATRIUM
HIDROGEN FOSFAT DIHIDRAT DARI NATRIUM
KARBONAT DAN ASAM FOSFAT DENGAN
KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Program Studi Teknik Kimia



Oleh :

Nama : Gina Aliyawati

Nama : Alfiatul Fadhilah

No. Mhs : 19521146

No. Mhs : 19521155

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

2023

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL
PRARANCANGAN PABRIK DINATRIUM HIDROGEN FOSFAT
DIHIDRAT DARI NATRIUM KARBONAT DAN ASAM FOSFAT
DENGAN KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN

Saya, yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Gina Aliyawati

Nama : Alfiatul Fadhilah

Nim : 19521146

Nim : 19521155

Yogyakarta, 04 Oktober 2023

Menyatakan bahwa naskah Prarancangan Pabrik ini sudah ditulis sesuai kaidah ilmiah. Apabila terdapat unsur plagiasi, maka kami siap menanggung resiko dan konsekuensi sesuai dengan peraturan yang berlaku. Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Gina Aliyawati

NIM. 19521146



Alfiatul Fadhilah

NIM. 19521155

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRARANCANGAN PABRIK DINATRIUM FOSFAT DIHIDRAT DARI
NATRIUM KARBONAT DAN ASAM FOSFAT DENGAN

KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN

ISLAM

PRARANCANGAN PABRIK

Diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik Kimia

Oleh :

Nama : Gina Aliyawati

Nim : 19521146

Nama : Alfiatul Fadhilah

Nim : 19521155

Yogyakarta, 04 Oktober 2023

Pembimbing,


Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PRARANCANGAN PABRIK DINATRIUM HIDROGEN FOSFAT
DIHIDRAT DARI NATRIUM KARBONAT DAN ASAM FOSFAT
DENGAN KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN

Oleh :

Nama : Gina Aliyawati

Nama : Alfiatul Fadhilah

NIM: 19521146

NIM: 19521155

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu
Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, November 2023

Tim Penguji,

Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc.


Ketua


Dr. Ariany Zulkania, S.T., M.Eng.


Anggota 1

Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.

Anggota 2


 22/11/2023

 22/11/2023

 10/11/23

Mengetahui,
Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universita Islam Indonesia




Sholen Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D.

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi' wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil' alamin, puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala nikmat dan karunia-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Sholawat serta Salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat, karena dengan syafaatnya kita dapat hijrah dari zaman jahiliyah menuju ke zaman ilmu pengetahuan seperti sekarang ini.

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik Kimia yang berjudul “Prarancangan Pabrik Dinatrium Fosfat Dihidrat dari Natrium Karbonat dan Asam Fosfat dengan Kapasitas 35.000 ton/tahun”. Disusun sebagai penerapan dari ilmu Teknik Kimia yang telah didapat selama bangku kuliah dan merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar berkat bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan Rahmat dan Hidayahnya yang senantiasa memberikan kelancaran serta kemampuan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Orang tua saya Ibu Ika Wahyuni, A.md.Ak dan Bapak Harun Al Rasyid, S.Pd., M.Pd dan Keluarga yang selalu memberi dukungan baik moril maupun materil, semangat, serta do'a yang tiada henti-hentinya. (Gina Aliyawati)
3. Orang tua saya Ibu Aswalyah, S.Ag dan Bapak Azwan, S.Ag., M.H dan Keluarga yang selalu memberi dukungan baik moril maupun materil, semangat, serta do'a yang tiada henti-hentinya. (Alfiatul Fadhilah)

4. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
5. Ibu Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia.
6. Bapak Sholeh Ma'mun, ST., MT. ,Ph.D. dan Ibu Venitalitya Alethea Sari Augustia, S.T., M.Eng. selaku Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
7. Bapak Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam proses penyusunan tugas akhir.
8. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
9. Teman-teman kami yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan kerja samanya.
10. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu dalam membantu penyusunan tugas akhir ini dengan tulus dan ikhlas.

Semoga Allah SWT, member keberkahan atas pertolongan dan kebaikan yang telah diberikan kepada kami.

Demikian tugas akhir ini disusun penuli menyadari bahwa laporan ini jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan., oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis demi hasil yang lebih baik dimasa mendatang. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Wassalamu'alaikumwarahmatullahiwabarakatuh

Yogyakarta, 30 September 2023

Penulis

LEMBAR PERSEMBAHAN

Assalamu'alaikum Warahmatullahi' wabarakatuh

Alhamdulillah *rabbil'alamin*, dengan mengucapkan rasa syukur atas rahmat Allah SWT sebagai ungkapan terimakasih atas segala pertolongan dan kemudahan yang diberikan dalam setiap kesulitan sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir prarancangan pabrik ini.

Segala perjuangan saya hingga sampai saat ini, saya persembahkan teruntuk orang-orang terkasih dan juga hebat yang selalu menjadi penyemangat, karna itu menjadi alasan saya untuk tetap kuat dan semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir Prarancangan Pabrik ini. Tiada lembar yang paling indah dalam laporan ini kecuali lembar persembahan. Lembar persembahan ini sebagai ucapan terimakasih, tugas akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua yang sangat saya sayangi yaitu Ibu Ika Wahyuni, A.md. Ak dan Bapak Harun Al Rasyid S.Pd., M.Pd, orang yang paling berjasa di kehidupan saya yang selalu mendukung, menyayangi dengan hangat, memberi doa dan harapan agar saya dapat meraih apa yang saya cita-citakan. Mama, Ayah terimakasih sudah memberikan semua yang terindah dan terbaik untuk anakmu ini.
2. Anggota keluarga saya, serta saudara Kandung saya Syifa Fadhila dan M. Ghibran Mahardika, terimakasih untuk kasih sayang, semangat serta doa yang kalian berikan selama saya menempuh Pendidikan.
3. Kepada Alfiatul Fadhilah sahabat sekaligus partner saya dalam menjalani tugas akhir ini. Terimakasih atas kesabaran yang luar biasa mu ini, mungkin bukan suatu keberuntungan mu ketika mengenal ku tapi saya sangat beruntung bisa mengenal kamu. Terimakasih sudah mau berproses dalam banyak hal dengan saya. Selamat berjuang untuk awal petualangan yang baru.

4. Teman-teman saya Effina Lukita Insan, Siska Oktavani, Anisa Nurfitriani, Diah Ayu Setianingrum, Diya Ayu Putri Utami, Nur Farida Zulfalaila, Firdaus Zaenudin Putra, M. Syafiq Maulana, M. Wisnu Prasetyo, Aditya Rizki Anugrah dan teman-teman Teknik Kimia 2019 lain yang tidak bisa saya sebutkan satu-satu. Terimakasih sudah menjadi bagian dalam cerita yang indah dimasa perkuliahan ini.

(Gina Aliyawati)

LEMBAR PERSEMBAHAN

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi' wabarakatuh

Alhamdulillah *rabbil 'alamin*, dengan mengucapkan rasa syukur atas rahmat Allah SWT sebagai ungkapan terimakasih atas segala pertolongan dan kemudahan yang diberikan dalam setiap kesulitan sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir prarancangan pabrik ini.

Segala perjuangan saya hingga sampai saat ini, saya persembahkan teruntuk orang-orang terkasih dan juga hebat yang selalu menjadi penyemangat, karna itu menjadi kan alasan saya untuk tetap kuat dan semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir Prarancangan Pabrik ini. Tiada lembar yang paling indah dalam laporan ini kecuali lembar persembahan. Lembar persembahan ini sebagai ucapan terimakasih, tugas akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua yang sangat saya sayangi yaitu Ibu Aswaliyah S.Ag. dan Bapak Azwan S.Ag,M.H. Orang yang paling berjasa di kehidupan saya yang selalu mendukung, menyayangi dengan hangat, memberi doa dan harapan agar saya dapat meraih apa yang saya cita-citakan. Mama Papa terimakasih sudah memberikan semua yang terindah dan terbaik untuk anakmu ini.
2. Anggota keluarga saya, (alm) Datuk, (almh) Nyai, Mbah putri serta saudara Kandung saya Apt. Ulyatul Khoiroh S.Farm, Dinda Raudhatul Jannah, Faqih Fathul Falah dan Syakirah Farihatul Ummah. Terimakasih untuk kasih sayang, semangat serta doa yang kalian berikan selama saya menempuh Pendidikan.
3. Untuk seseorang yang selalu mau mendengarkan cerita suka maupun sedih dan memberikan semangat yaitu Utomo Ari Raharjo S.IP. Terimakasih telah hadir untuk semangat dan motivasi yang tak pernah bosan diberikan kepada saya dalam perjalanan menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Kepada Gina Aliyawati sahabat sekaligus partner saya dalam menjalani tugas akhir ini. Terimakasih atas kesabaran yang luar biasa mu ini, mungkin

bukan suatu keberuntungan mu ketika mengenal ku tapi saya sangat beruntung bisa mengenal kamu. Terimakasih sudah mau berproses dalam banyak hal dengan saya. Selamat berjuang untuk awal petualangan yang baru.

5. Teman-teman saya Siska Oktavani, Anisa Nurfitriani, Diah Ayu Setianingrum, Diya Ayu Putri Utami, Nur Farida Zulfalaila, Firdaus Zaenudin Putra, M. Syafiq Maulana, M. Wisnu Prasetyo, Aditya Rizki Anugrah dan teman-teman Teknik Kimia 2019 lain yang tidak bisa saya sebutkan satu-satu. Terimakasih sudah menjadi bagian dalam cerita yang indah dimasa perkuliahan ini.

(Alfiatul Fadhillah)

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DATA LAMBANG	xviii
ABSTRAK	xx
ABSTRACT.....	xxi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penentuan Kapasitas Produksi.....	2
1.2.1 <i>Supply</i>	2
1.2.2 <i>Demand</i>	4
1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku	6
1.2.4 Kapasitas Produksi Dinatrium Fosfat Dihidrat Yang Sudah Berdiri	7
1.3 Tinjauan Pustaka	8
1.3.1 Produksi Dinatrium Fosfat Dihidrat dengan Proses Kristalisasi	9
1.3.2 Produksi Dinatrium Hidrogen Fosfat Dihidrat dengan Proses Netralisasi	10
1.3.3 Pemilihan Proses Produksi Natrium Hidrogen Fosfat Dihidrat.....	12
1.4 Tinjauan Kinetika dan Termodinamika.....	13
1.4.1 Tinjauan Kinetika	13

1.4.2	Tinjauan Termodinamika.....	13
BAB II.....		19
PERANCANGAN PRODUK.....		19
2.1	Spesifikasi Produk.....	19
2.2	Spesifikasi Bahan Baku.....	20
2.3	Pengendalian Kualitas.....	20
2.3.1	Pengendalian Kualitas Bahan Baku.....	21
2.3.2	Pengendalian Kualitas Proses Produksi.....	21
2.3.3	Pengendalian Kualitas Produk.....	22
BAB III.....		23
URAIAN PROSES.....		23
3.1	Diagram Alir Proses dan Material.....	23
3.1.1	Diagram Alir Kualitatif.....	23
3.1.2	Diagram Alir Kualitatif.....	24
3.2	Uraian Proses.....	25
3.2.1	Proses Persiapan Bahan Baku.....	25
3.2.2	Tahap Reaksi.....	25
3.2.3	Pembentukan Kristal Dinatrium Hidrogen Fosfat Dihidrat.....	26
3.2.4	Pengeringan Kristal.....	26
3.2.5	Penyimpanan Kristal.....	27
3.3	Spesifikasi Alat.....	27
3.3.1	Reaktor.....	27
3.3.2	Alat Pendukung dan Pemisah.....	28
3.3.3	Tangki Penyimpanan.....	31
3.3.4	Pompa.....	32
3.3.5	Screw Conveyor.....	34
3.3.6	Bucket Elevator.....	35
3.3.7	Alat Penukar Panas (<i>Heater</i>).....	36
3.4	Neraca Massa.....	37
3.4.1	Neraca Massa Total.....	37
3.4.2	Neraca Massa Alat.....	37

3.5	Neraca Panas	40
3.5.1	Neraca Panas Total	40
3.5.2	Neraca Panas Alat.....	41
BAB IV		45
PERANCANGAN PABRIK.....		45
4.1	Lokasi Pabrik.....	45
4.1.1	Faktor Primer	46
4.1.2	Faktor Sekunder.....	48
4.2	Tata Letak Pabrik (<i>Plant Layout</i>).....	49
4.3	Tata Letak Alat Proses (<i>Machines Layout</i>)	54
4.3.1	Aliran bahan baku dan produk.....	54
4.3.2	Aliran udara	54
4.3.3	Pencahayaan.....	54
4.3.4	Lalu lintas manusia dan kendaraan	54
4.3.5	Pertimbangan ekonomi	55
4.3.6	Jarak antar alat proses	55
4.3.7	<i>Maintenance</i>	55
4.4	Organisasi Perusahaan.....	57
4.4.1	Bentuk Perusahaan.....	57
4.4.2	Struktur Organisasi	58
4.5	Tugas dan Wewenang.....	61
4.6	Jam Kerja Karyawan	64
4.6.1	Karyawan <i>non-shift</i>	64
4.6.2	Karyawan shift.....	65
4.7	Status, Sistem Penggajian, dan Penggolongan Pekerja	66
4.7.1	Jumlah Pekerja.....	66
4.7.2	Penggolongan Jabatan.....	67
4.7.3	Sistem Gaji Pegawai	68
4.8	Catatan.....	70
4.9	Kesejahteraan Pegawai	70
4.9.1	Tunjangan	70

4.9.2	Cuti.....	71
4.9.3	Pakaian Kerja.....	71
4.9.4	Pengobatan.....	71
4.9.5	Badan Penyelenggaraan Jaminan Sosial Tenaga Kerja (BPJSTK) ..	71
BAB V.....		72
UTILITAS.....		72
5.1	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....	72
5.2	Unit Pembangkit steam	83
5.3	Unit Pembangkit Listrik	83
5.4	Unit Penyedia Udara Instrumen	87
5.5	Unit Penyedia Bahan Bakar.....	87
5.6	Unit Pengolahan Limbah.....	87
5.7	Spesifikasi Alat Utilitas.....	88
BAB VI.....		101
EVALUASI EKONOMI.....		101
6.1	Penaksiran Harga Peralatan	102
6.2	Perhitungan Biaya	107
6.2.1	<i>Total Capital Investment</i>	107
6.2.2	<i>Manufacturing Cost</i>	108
6.2.3	<i>General Expenses</i>	108
6.2.4	Analisa Kelayakan	109
6.2.5	Hasil Perhitungan.....	111
6.2.6	Analisa Keuntungan.....	116
6.2.7	Hasil Kelayakan.....	117
6.3	Analisa Risiko Pabrik.....	118
6.3.1	Pengolahan Bahan Baku	118
6.3.2	Proses pembuatan Produk.....	119
6.3.3	Utilitas.....	119
6.3.4	Ekonomi.....	119
BAB VII.....		122
PENUTUP.....		122

7.1	KESIMPULAN	122
7.2	SARAN	123
	DAFTAR PUSTAKA	124
	LAMPIRAN A	126
	LAMPIRAN B	145
	LAMPIRAN C	147

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Impor Dinatrium Fosfat Dihidrat	3
Tabel 1. 2 Ekspor natrium Fosfat Dihidrat.....	4
Tabel 1. 3 Konsumsi Dinatrium Fosfat Dihidrat.....	5
Tabel 1. 4 Data Kapasitas Produksi Dinatrium Fosfat Dihidrat di Dunia.....	7
Tabel 1. 5 Perbandingan Proses Pembuatan Dinatrium Fosfat Dihidrat.....	12
Tabel 1. 6 Data ΔH_f° suhu 298 K.....	14
Tabel 1. 7 Nilai Kapasitas Panas Bahan Baku dan Produk.....	15
Tabel 1. 8 Data ΔG pada suhu 298,15 K.....	17
Tabel 2. 1 Spesifikasi Produk.....	19
Tabel 2. 2 Spesifikasi Bahan Baku	20
Tabel 3. 1 Perbandingan Desain Alat Pemanasan Udara.....	26
Tabel 3. 2 Spesifikasi Reaktor	27
Tabel 3. 3 Spesifikasi <i>Plate and Frame Filter</i> (FP-01)	28
Tabel 3. 4 Spesifikasi <i>Crystallizer</i> (CR-01).....	29
Tabel 3. 5 Spesifikasi <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> (RDVF-01).....	30
Tabel 3. 6 Spesifikasi <i>Rotary Dryer</i> (RD-01)	30
Tabel 3. 7 Spesifikasi Penyimpanan Bahan Baku dan Produk	31
Tabel 3. 8 Spesifikasi Pompa	32
Tabel 3. 9 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i>	34
Tabel 3. 10 Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i>	35
Tabel 3. 11 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i>	36
Tabel 3. 12 Neraca Massa Total.....	37
Tabel 3. 13 Neraca Massa Reaktor (R-01).....	38
Tabel 3. 14 Neraca Massa <i>Plate and Frame Filter</i> (FP-01)	38
Tabel 3. 15 Neraca Massa <i>Crystallizer</i> (CR-01).....	39
Tabel 3. 16 Neraca Massa <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> (RDVF-01).....	39
Tabel 3. 17 Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i> (RD-01)	40
Tabel 3. 18 Neraca Panas Total.....	40
Tabel 3. 19 Neraca Massa Heater – 01	41
Tabel 3. 20 Neraca Panas Reaktor (R-01).....	41
Tabel 3. 21 Neraca Panas <i>Plate and Frame Filter</i> (FP-01)	42
Tabel 3. 22 Neraca Panas <i>Crystallizer</i> (CR-01).....	42
Tabel 3. 23 Neraca Panas <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> (RDVF-01).....	43
Tabel 3. 24 Neraca Panas Heater - 02 (HE-02).....	43
Tabel 3. 25 Neraca Panas <i>Furnace</i> (F-01)	44
Tabel 3. 26 Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i> (RD-01)	44
Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan.....	50
Tabel 4. 2 Jadwal Kerja <i>Shift</i> Karyawan.....	65
Tabel 4. 3 Jumlah Pekerja	66

Tabel 4. 4 Penggolongan Jabatan.....	67
Tabel 4. 5 Rincian Gaji Karyawan.....	68
Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Domestik	74
Tabel 5. 2 Kebutuhan untuk Air Pendingin	75
Tabel 5. 3 Kebutuhan Air untuk Pembangkit steam	77
Tabel 5. 4 Kebutuhan Listrik untuk Alat Proses	84
Tabel 5. 5 Kebutuhan Listrik untuk Alat Utilitas.....	85
Tabel 5. 6 Total Kebutuhan Listrik	87
Tabel 5. 7 Spesifikasi Screen Utilitas	88
Tabel 5. 8 Spesifikasi Tangki Pencampuran Utilitas	89
Tabel 5. 9 Spesifikasi Bak Penampung Utilitas	90
Tabel 5. 10 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Utilitas	91
Tabel 5. 11 Spesifikasi Alat Utilitas	92
Tabel 5. 12 Spesifikasi Pompa Utilitas	93
Tabel 5. 13 Spesifikasi Pompa Utilitas	95
Tabel 5. 14 Spesifikasi Pompa Utilitas	96
Tabel 5. 15 Spesifikasi Pompa Utilitas	98
Tabel 5. 16 Spesifikasi Pompa	99
Tabel 6. 1 Daftar Harga Alat Proses	104
Tabel 6. 2 Daftar Harga Alat Utilitas	105
Tabel 6. 3 <i>Physcial Plant Cost</i>	112
Tabel 6. 4 <i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	112
Tabel 6. 5 <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	112
Tabel 6. 6 <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	113
Tabel 6. 7 <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	113
Tabel 6. 8 <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	114
Tabel 6. 9 <i>Manufacturing Cost (MC)</i>	114
Tabel 6. 10 <i>Working Capital (WC)</i>	114
Tabel 6. 11 <i>General Expense (GE)</i>	115
Tabel 6. 12 Total Biaya Produksi.....	115
Tabel 6. 13 <i>Annual Fixed Cost (Fa)</i>	115
Tabel 6. 14 <i>Annual Variable Cost (Va)</i>	116
Tabel 6. 15 <i>Annual Regulated Cost (Ra)</i>	116
Tabel 6.16 Analisis Resiko Ekonomi.....	120

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Impor Dinatrium Fosfat Dihidrat	3
Gambar 1.2 Grafik Ekspor Dinatrium Fosfat Dihidrat	5
Gambar 1.3 Diagram Pembuatan Dinatrium Fosfat Dihidrat dengan Proses Kristalisasi.....	10
Gambar 1.4 Diagram Pembuatan Dinatrium Fosfat Dihidrat dengan Proses Netralisasi .	11
Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif	23
Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif	24
Gambar 4. 1 Rencana Lokasi Pendirian Pabrik	45
Gambar 4. 2 Layout Pabrik Dinatrium Fosfat Dihidrat	53
Gambar 4. 3 Layout Proses Pabrik Dinatrium Fosfat Dihidrat	56
Gambar 4. 4 Struktur Organisasi.....	60
Gambar 5. 1 Unit Utilitas	82
Gambar 6. 1 Grafik Indeks Harga	103

DATA LAMBANG

T	: <i>Temperature, °F</i>
D	: Diameter, in
h	: Tinggi, in
P	: Tekanan, psia
μ	: Viskositas, cP
ρ	: Densitas, lb/ft ³
Q	: Kebutuhan Kalor, Kj/jam
A	: Luas Penampang, ft ²
V	: Volume, ft ³
t	: Waktu, hr
m	: Massa, lb
Fv	: Laju Volumetrik, ft ³
r	: Jari-jari, in
P	: Daya, Hp
Ts	: Tebal <i>Shell</i> , in
ΔP	: <i>Pressure Drop</i> , psia
ID	: <i>Inside Diameter</i> , in
OD	: <i>Outside Diameter</i> , in
Th	: Tebal <i>Head</i>
Re	: <i>Reynold Number</i>
F	: <i>Allowable stress</i> , psia
E	: Efisiensi pengelasan
Icr	: Sudut jari-jari dalam, in
Ud	: Koefisien transfer panas dalam keadaan kotor, Btu/hr.ft ² °F
Uc	: Koefisien transfer panas dalam keadaan bersih, Btu/hr.ft ² °F
Rd	: Faktor pengotor
Cp	: Kapasitas panas, Btu/hr.ft ² °F
K	: Konduktivitas termal, Btu/hr.ft ² °F
JH	: <i>Heat tranfer factor</i> , Btu/hr.ft ² °F
Hi	: <i>Inside film coefficient</i> , Btu/hr.ft ² °F

H_o : *Outside film coefficient, Btu/hr.ft²°F*

ABSTRAK

Pabrik dinatrium hidrogen fosfat dihidrat merupakan salah satu pabrik kimia yang mampu memberikan prospek yang sangat baik. Pabrik ini direncanakan akan dibangun di Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik dengan kapasitas 35.000 ton/tahun. Pabrik akan beroperasi selama 330 hari dengan total pekerja sebanyak 110 orang. Dinatrium hidrogen fosfat dihidrat dibuat melalui proses kristalisasi dengan mereaksikan natrium karbonat dan asam fosfat di dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dengan suhu 90°C dan tekanan 1 atm. Pabrik dinatrium fosfat dihidrat membutuhkan bahan baku natrium karbonat sebanyak 2.716,59 kg/jam dan asam fosfat sebanyak 2.380,52 kg/jam. Utilitas yang dibutuhkan untuk setiap tahunnya antara lain 10.380,69 kg/jam air pendingin, 56,67 kg/jam *steam*, 5.027,40 kg/jam air domestik, 1.858,40 kg/jam air proses, 15,87 lt/jam bahan bakar, dan 232,69 kw listrik. Dari hasil analisis ekonomi diperoleh hasil keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 199.224.038.337 dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 155.394.749.903. *Break Even Point* (BEP) sebesar 48,46% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 22,59% serta *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 31,05%. *Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 39,36 % dan setelah pajak sebesar 30,70%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak adalah 2,1 tahun sedangkan setelah pajak selama 2,6 tahun. Pabrik ini dinyatakan *low risk* berdasarkan beberapa parameter, yaitu dari sisi kondisi operasi, sifat atau karakteristik bahan baku serta produk, dan evaluasi ekonomi. Berdasarkan hasil analisa tersebut maka pabrik dinatrium hidrogen fosfat dihidrat dengan kapasitas 35.000 ton/tahun layak untuk ditinjau lebih lanjut.

Kata kunci: Asam fosfat, dinatrium fosfat dihidrat, natrium karbonat

ABSTRACT

Disodium hydrogen phosphate dihydrate plant is one chemical plant that is able to provide excellent prospects. The plant is planned to be built in Manyar District, Gresik Regency with a capacity of 35.000 tons / year. The factory would operate for 330 days with a total of 110 workers. Disodium hydrogen phosphate dihydrate is made through a crystallization process by reacting sodium carbonate and phosphoric acid in a Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR) at 90°C and 1 atm pressure. The dinatrium hydrogen phosphate dihydrate factory requires 2,716.59 kg/hour of sodium carbonate as raw material and 2,380.52 kg/hour of phosphoric acid. Utilities needed for each year include 10,380.69 kg/hour of cooling water, 56.67 kg/hour of steam, 5,027.40 kg/hour of domestic water, 1858.40 kg/hour of process water, 15.87 lt/hour of fuel, and 232.69 kw electricity. From the results of the economic analysis, the results obtained before the tax profit of Rp 199.224.038.337 and profit after tax Rp 155.394.749.903. Break Even Point (BEP) of 48.46% and Shut Down Point (SDP) of 22.59% and Discounted Cash Flow Rate (DCFR) of 31.05%. Return On Investment (ROI) before tax of 39.26% and after tax of 30.70%. Pay Out Time (POT) before tax is 2.1 years while after tax for 2.6 years. This plant is declared low risk based on several parameters, namely in terms of operating conditions, the nature or characteristics of raw materials and products, and economic evaluation. Based on the results of this analysis the dinatrium phosphate dihydrate plant with a capacity of 35,000 tons / year is suitable to be reviewed further more.

Key words: *Disodium hydrogen phosphate dihydrate, phosphoric acid, sodium carbonate*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai negara yang berkembang yang memiliki jumlah penduduk yang pesat, Indonesia perlu meningkatkan pembangunan di segala bidang. Pembangunan yang perlu ditingkatkan salah satunya di sektor ekonomi, yang sedang digiatkan pemerintah untuk mencapai kemandirian perekonomian nasional. Untuk mencapai tujuan tersebut, pemerintah menitikberatkan pada pembangunan di bidang industri. Salah satu sub industri yang sangat berperan di Indonesia adalah Industri Kimia. Pembangunan industri kimia di Indonesia diharapkan dapat mengurangi ketergantungan impor bahan kimia dari negara lain. Pertumbuhan jumlah penduduk yang pesat dalam beberapa dekade terakhir mempengaruhi jumlah kebutuhan yang terus melonjak, hal ini menuntut industri untuk selalu berkembang untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

Sebagai salah satu wujud pembangunan tersebut, pembangunan industri kimia di Indonesia diharapkan dapat mengurangi ketergantungan impor bahan kimia dari negara lain. Selain itu sasaran lain yang akan dicapai yaitu dapat memperluas kesempatan kerja, meningkatkan produksi dalam negeri dan menyeimbangkan struktur ekonomi nasional dengan keterkaitan yang kuat dan saling mendukung antar sektor.

Dinatrium hidrogen fosfat dihidrat merupakan salah satu turunan dasar dari natrium hidrogen fosfat atau *sodium hydrogen phosphate*. Bentuk dari dinatrium fosfat dihidrat ini adalah kristal tidak berwarna yang dapat larut didalam air. Umumnya natrium jenis ini digunakan sebagai perantara untuk jenis fosfat lainnya, pengolahan air, bahan tambah dalam deterjen, makanan, obat-obatan USP, ataupun digunakan dalam industri tekstil, kulit dan kertas.(Faith et al, 1957)

Kebutuhan dinatrium hidrogen fosfat dihidrat di Indonesia masih belum dapat terpenuhi setiap tahunnya, hal ini dikarenakan belum adanya pabrik dinatrium hidrogen fosfat dihidrat yang berdiri di Indonesia sehingga sampai saat ini Indonesia masih bergantung dengan impor dari luar negeri. Selain untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, juga merupakan komoditas ekspor yang sangat menguntungkan karena masih banyak negara lain yang membutuhkan produk ini sedangkan pabrik yang bisa memproduksinya masih terbilang sedikit.

Berdasarkan uraian diatas, dengan melihat kebutuhan serta peluang pasar yang ada, maka pendirian pabrik dinatrium fosfat dihidrat ini perlu dipertimbangkan lebih lanjut dalam rangka substitusi impor dinatrium fosfat dihidrat yang selama ini dilakukan Indonesia.

1.2 Penentuan Kapasitas Produksi

Kapasitas didefinisikan sebagai jumlah *output* (produk) maksimum yang dapat dihasilkan suatu fasilitas produksi dalam suatu selang waktu tertentu. Kapasitas produksi dapat didefinisikan sebagai volume atau jumlah produk yang dapat dihasilkan oleh fasilitas produksi atau perusahaan dalam periode tertentu dengan menggunakan sumber daya yang tersedia saat itu.

Adapun untuk pertimbangan penentuan kapasitas produksi suatu pabrik bisa ditinjau dari pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

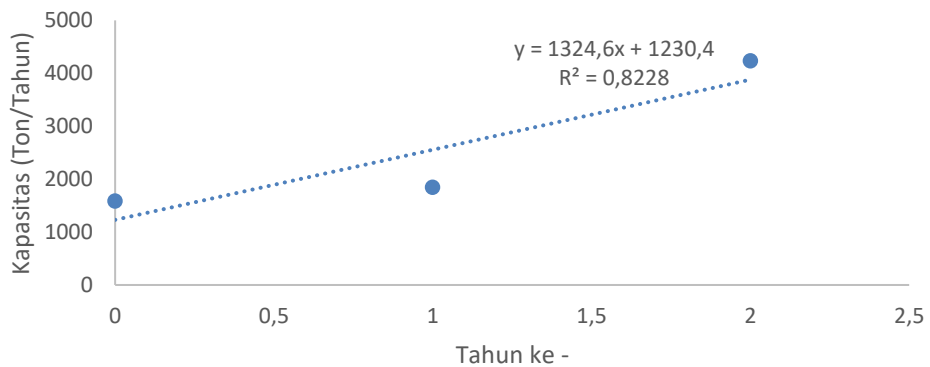
1.2.1 Supply

Supply (kebutuhan) diperoleh dari impor dan produksi dinatrium fosfat dihidrat dalam negeri. Meninjau data statistik yang sudah dipublikasikan oleh Badan Pusat Statistik dan Comtrade UN Data mengenai kebutuhan impor dinatrium fosfat dihidrat dari tahun 2019 sampai 2021 sebagai berikut :

Tabel 1. 1 Impor Dinatrium Hidrogen Fosfat Dihidrat

Tahun	Jumlah Impor (Ton/Tahun)
2019	1.585,32
2020	1.845,24
2021	4.234,53

Sumber : Comtrade UN Data, 2022



Gambar 1.1 Grafik Impor Dinatrium Hidrogen Fosfat Dihidrat

Dari grafik tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa selama 3 tahun terakhir produk dinatrium fosfat dihirat mengalami kenaikan yang baik dari tahun ke tahun, serta dari grafik data tersebut didapatkan regresi linear dari kapasitas pabrik yaitu sebesar $y = 1.324,6x + 1.230,4$.

Dimana :

x = tahun ke-

y = jumlah impor dinatrium fosfat dihidrat

Dengan persamaan diatas diperkirakan untuk tahun 2027 kebutuhan impor dinatrium fosfat dihidrat di Indonesia yaitu sebesar 11.827,2 ton/tahun.

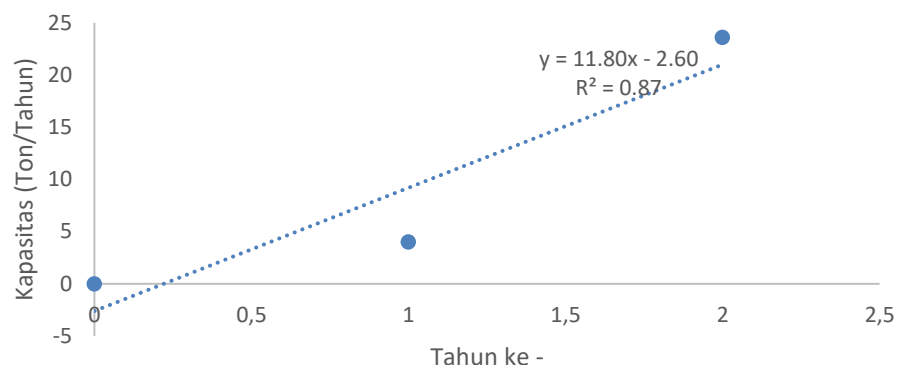
Untuk produksi dinatrium hidrogen fosfat dihidrat, ditinjau dari BPS ditemukan data ekspor dinatrium hidrogen fosfat dihidrat ke beberapa negara yang mana hal ini memungkinkan adanya pabrik yang sudah berdiri di Indonesia, namun berdasarkan sumber-sumber yang telah ditelusuri tidak ditemukan adanya pabrik dinatrium hidrogen fosfat dihidrat yang sudah berdiri, sehingga hal ini dapat ditarik kesimpulan bahwa Indonesia hanya menjual kembali dinatrium hidrogen fosfat dihidrat ke negara lain.

1.2.2 *Demand*

Demand (permintaan) didapatkan dari nilai ekspor dan konsumsi dinatrium hidrogen fosfat dihidrat. Meninjau data statistik yang sudah dipublikasikan oleh Badan Pusat Statistik dan Comtrade UN Data mengenai kebutuhan ekspor dinatrium hidrogen fosfat dihidrat dari tahun 2019 sampai 2021 sebagai berikut :

Tabel 1. 2 Ekspor Dinatrium Hidrogen Fosfat Dihidrat

Tahun	Jumlah Ekspor (Ton/Tahun)
2019	0
2020	4
2021	23,60



Gambar 1.2 Grafik Ekspor Dinatrium Hidrogen Fosfat Dihidrat

Dari grafik tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa selama 3 tahun terakhir jumlah ekspor dinatrium hidrogen fosfat dihirat mengalami kenaikan yang baik dari tahun ke tahun, serta dari grafik data tersebut didapatkan regresi linear dari kapasitas pabrik yaitu sebesar $y = 11,80x - 2,60$.

Dimana :

x = tahun ke-

y = jumlah impor dinatrium hidrogen fosfat dihidrat

Dengan persamaan diatas diperkirakan untuk tahun 2027 kebutuhan ekspor dinatrium fosfat dihidrat di Indonesia yaitu sebesar 91,82 ton/tahun.

Nilai konsumsi dinatrium hidrogen fosfat dihidrat di Indonesia dapat diketahui dari beberapa industri yang menggunakan produk ini sebagai bahan baku. Beberapa industri tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 1. 3 Konsumsi Dinatrium Hidrogen Fosfat Dihidrat

Pabrik	Kapasitas (Ton/Tahun)
PT Lion Wings	240.000
PT Mikie Oleo Nabati Industri	33.000
PT Cahaya Subur prima	150.000

Sumber :P3DN, 2022

Berdasarkan tabel 1.2 diketahui bahwa produksi detergen rata-rata berkisar 503.000 ton, sedangkan kadar dinatrium hidrogen fosfat dihidrat dalam detergen adalah 10%, sehingga dibutuhkan sekitar 50.300 ton dinatrium fosfat dihidrat.

Dalam menentukan kapasitas produksi suatu pabrik perlu memperhatikan peluang kapasitas, untuk menghitung peluang kapasitas harus didapatkan data dari *demand* dan *supply* terlebih dahulu.

- a. *Supply*

$$= \text{Produksi} + \text{Impor}$$

$$= 0 + 11.827,2 \text{ Ton/Tahun}$$

$$= 11.827,2 \text{ Ton/Tahun}$$
- b. *Demand*

$$= \text{Konsumsi} + \text{Ekspor}$$

$$= 50.30 + 91,82 \text{ Ton/Tahun}$$

$$= 50.39 \text{ Ton/Tahun}$$
- c. Peluang kapasitas pabrik = *Demand* – *Supply*

$$= (50.392 - 11.827,2) \text{ Ton/Tahun}$$

$$= 38.56 \text{ Ton/Tahun}$$

Peluang kapasitas produksi dinatrium hidrogen fosfat dihidrat sebesar 38.56 ton/tahun. Untuk pabrik yang akan didirikan dipilih dengan kapasitas 35.000 ton/tahun, adapun alasan pemilihan kapasitas tersebut karena pabrik dinatrium hidrogen fosfat dihidrat ini merupakan pabrik pertama yang ada di Indonesia, untuk menghindari resiko kerugian maka diambil kapasitas dibawah peluang dengan syarat masih dalam rentang kapasitas.

1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi keberlangsungan suatu pabrik sehingga bahan baku perlu diperhatikan. Bahan baku pembuatan dinatrium hidrogen fosfat dihidrat adalah natrium karbonat dan asam fosfat. Kebutuhan bahan baku berupa asam fosfat ini dapat diperoleh

dari dalam negeri maupun luar negeri melalui impor. Adapun yang perolehan dari dalam negeri yang dipenuhi dari PT. Petrokimia Gresik dengan kapasitas produksi 200.000 ton per tahun, sedangkan kebutuhan natrium karbonat diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik dengan kapasitas 300.000 ton per tahun.

1.2.4 Kapasitas Produksi Dinatrium Fosfat Dihidrat Yang Sudah Berdiri

Tabel 1. 4 Data Kapasitas Produksi Dinatrium Hidrogen Fosfat Dihidrat di Dunia

Pabrik	Lokasi	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
Hubei Xingfa Chemicals Group Co.,Ltd	China	10.000
Xuzhou Hengxing Chemical Co., Ltd	China	50.000
Sichuan Kindi May Science and Tech Co.,Ltd	China	20.000
Jiangsu Kolod Food Ingredient Co., Ltd	China	24.000

Untuk pemilihan kapasitas, dipilih berdasarkan kapasitas minimal skala komersial pabrik yang sudah berdiri dengan pertimbangan pabrik tersebut layak didirikan dan dapat memberikan keuntungan. Dari data tersebut dapat ditetapkan bahwa kapasitas pabrik yang akan didirikan pada tahun 2027 adalah sebesar 35.000 ton/tahun. Dengan pertimbangan sebagai berikut :

- a. Kapasitas produksi minimal pabrik dinatrium hidrogen fosfat dihidrat di dunia adalah sebesar 10.000 ton/tahun dan kapasitas maksimal sebesar 50.000 ton/tahun.

- b. Peluang kapasitas produksi dinatrium hidrogen fosfat dihidrat sebesar 38.565 ton/tahun.
- c. Dapat memenuhi kebutuhan dinatrium hidrogen fosfat dihidrat dalam negeri sehingga dapat mengurangi ketergantungan impor dinatrium fosfat dihidrat.
- d. Apabila kebutuhan dalam negeri sudah terpenuhi, sisa produk dapat di ekspor.
- e. Dari aspek bahan baku, kebutuhan natrium karbonat dan asam fosfat dapat terpenuhi untuk mencapai nilai kapasitas tersebut.

1.3 Tinjauan Pustaka

Natrium hidrogen fosfat atau sering dikenal sebagai dinatrium phosphate merupakan salah satu bahan yang dibutuhkan pada sektor industri kimia. *Disodium phosphate* adalah senyawa fosfat yang digunakan sebagai bahan baku ataupun bahan pembantu dalam industri kimia. (Ullmann, 1999). *Disodium phosphate* memiliki nama lain yaitu *sodium phosphate dibasic*, *secondary sodium phosphate*, *sodium hydrogen phosphate* atau *sodium oethophosphate*.

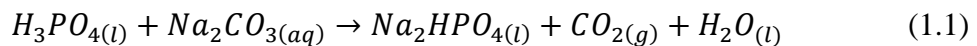
Natrium hidrogen fosfat adalah padatan berwarna putih tidak berbau dan larut dalam air. Natrium hidrogen fosfat umumnya digunakan sebagai senyawa reagen dalam laboratorium dan juga penyangga dalam kimia analisis. Selain itu natrium hidrogen fosfat juga digunakan dalam industri pembuatan detergen dan keramik, sebagai zat pewarna yang tajam, bahan pembuatan kertas tahan api, digunakan juga dalam pengolahan air umpan boiler, industri pupuk, dan lain sebagainya. (Pradyot Patnaik, 2003)

Natrium hidrogen fosfat dihidrat merupakan salah satu turunan dasar dari natrium fosfat atau *sodium phosphate*. Bentuk dari natrium hidrogen fosfat dihidrat ini adalah kristal tidak berwarna yang dapat larut didalam air. Umumnya natrium jenis ini digunakan sebagai perantara untuk jenis fosfat lainnya, pengolahan air, bahan tambah dalam deterjen, makanan, obat-obatan USP, ataupun digunakan dalam industri tekstil, kulit dan kertas. (Faith et al, 1957).

Secara umum pembuatan natrium hidrogen fosfat dihidrat dapat dilakukan dengan 2 proses berdasarkan bahan baku yang akan digunakan, yaitu pembuatan natrium fosfat dihidrat dari batuan fosfat dan dari natrium karbonat yang kemudian akan direaksikan dengan asam seperti: asam sulfat dan asam fosfat. Adapun dalam proses pembuatan natrium hidrogen fosfat dihidrat terdapat 2 cara, yaitu: pembuatan dengan proses kristalisasi dan pembuatan dengan proses netralisasi.

1.3.1 Produksi Dinatrium Fosfat Dihidrat dengan Proses Kristalisasi

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

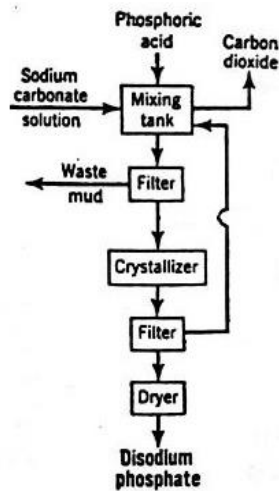


90-95% yield

Pada proses kristalisasi, natrium karbonat (Na_2CO_3) yang dilarutkan direaksikan dengan asam fosfat (60-65% H_3PO_4) dalam sebuah reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) dengan kondisi fase padat-cair pada kisaran suhu $85^\circ C$ - $100^\circ C$ dan tekanan 1 atm.

Kemudian untuk mendapatkan kristal produk, perlu proses kristalisasi dengan *crystallizer* yang kemudian di filtrasi untuk memisahkan kristal dengan cairan, setelah itu kristal dapat dikeringkan dengan menggunakan *dryer* sehingga menghasilkan natrium hidrogen fosfat dihidrat (Na_2HPO_4 yang mengandung 20% air). (Faith et al, 1957)

Berikut merupakan blok diagram proses pembuatan natrium hidrogen fosfat dihidrat dari natrium karbonat dan asam fosfat dengan menggunakan proses kristalisasi:



Gambar 1.3 Diagram Pembuatan Natrium Hidrogen Fosfat Dihidrat dengan Proses Kristalisasi

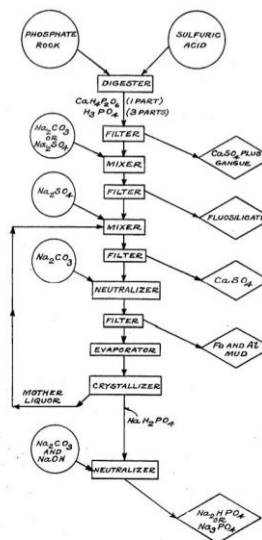
(Sumber : Faith dan Kayes, 1957)

1.3.2 Produksi Dinatrium Hidrogen Fosfat Dihidrat dengan Proses Netralisasi

Bahan baku yang digunakan pada proses ini adalah berupa batuan fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) dan asam sulfat dengan perbandingan 3:1 yang direaksikan pada digester dengan suhu operasi 80°C , sehingga membentuk asam fosfat dan garam kalsium fosfat. Produk digester kemudian diumpankan pada mixer. Pada mixer, campuran kemudian ditambahkan natrium karbonat untuk bereaksi dengan asam fosfat yang menghasilkan monosodium fosfat. Produk mixer kemudian difiltrasi untuk memisahkan senyawa silikat. Larutan monosodium fosfat kemudian ditambahkan dengan asam sulfat untuk mengendapkan senyawa calcinat, sehingga dihasilkan kalsium sulfat.

Larutan monosodium fosfat dinetralisasi dengan penambahan natrium karbonat sehingga didapat endapan besi dan aluminium. Larutan monosodium fosfat dipekatkan pada evaporator sampai dengan kadar 60% secara vakum dengan suhu 66°C. Kemudian larutan monosodium fosfat dikristalisasi pada crystallizer, sehingga dihasilkan kristal monosodium fosfat. Kristal monosodium ini dinetralisasi pada neutralizer dengan penambahan larutan encer natrium karbonat (Na_2CO_3) dan sedikit larutan encer soda caustic (NaOH), sehingga dihasilkan dinatrium phosphate dodecahydrate. Lalu dikeringkan pada dryer sehingga sebagian air akan lepas dan membentuk dinatrium phosphate. Yield yang didapat dengan proses ini adalah 93%-95%.(Coleman, 1934)

Berikut merupakan blok diagram proses pembuatan dinatrium fosfat dihidrat dari natrium karbonat dan asam fosfat dengan menggunakan proses netralisasi :



Gambar 1.4 Diagram Pembuatan Natrium Hidrogen Fosfat Dihidrat dengan Proses Netralisasi

(Sumber : Coleman, 1934)

1.3.3 Pemilihan Proses Produksi Natrium Hidrogen Fosfat Dihidrat

Berikut merupakan perbandingan proses-proses pembuatan natrium hidrogen fosfat dihidrat.

Tabel 1. 5 Perbandingan Proses Pembuatan Natrium Hidrogen Fosfat Dihidrat

Parameter	Proses Kristalisasi	Proses Netralisasi
Bahan Baku Utama	Na_2CO_3 dan H_3PO_4	$(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)$ dan (H_2SO_4)
Bahan Pembantu	-	NaOH dan Na_2CO_3
Suhu Operasi	90°C	80°C
Fase	Cair-Padat	Cair-Cair
Reaktor	CSTR	CSTR
Yield Produk	90-95%	93-95%
Konversi	90%	86%

(sumber : Faith et al, 1957; Coleman, 1934)

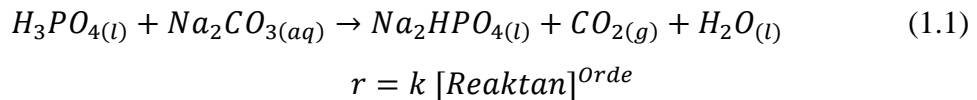
Berdasarkan uraian tabel 1.5 maka dipilih pembuatan natrium hidrogen fosfat dihidrat dengan menggunakan proses kristalisasi dengan pertimbangan sebagai berikut :

- 1) Dari segi bahan baku, proses netralisasi lebih membutuhkan banyak bahan baku dibandingkan dengan proses kristalisasi.
- 2) Dari tahapan prosesnya, alat instalasi kedua pabrik dengan menggunakan proses kristalisasi lebih sederhana karena bahan yang digunakan lebih sedikit dibandingkan dengan proses netralisasi yang lebih kompleks karena banyak tahap prosesnya serta terdapat penambahan bahan baku setiap tahap prosesnya sehingga membutuhkan biaya yang lebih besar.

1.4 Tinjauan Kinetika dan Termodinamika

1.4.1 Tinjauan Kinetika

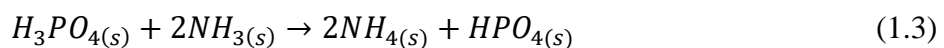
Reaksi natrium hidrogen fosfat memiliki orde satu terhadap reaktan A dan reaktan B, sehingga total orde reaksi adalah dua. Berikut persamaan reaksi natrium karbonat dan asam fosfat :



Berdasarkan hasil pencarian literatur, tidak diperoleh nilai kinetika untuk reaksi pembentukan natrium karbonat dengan asam fosfat, sehingga digunakan dengan pendekatan kinetika dari reaksi pembentukan amonia dan asam fosfat. Alasan pemilihan pendekatan dengan senyawa ini adalah :

- Senyawa mendekati atau menyerupai dengan dinatrium hidrogen fosfat.
- Sama-sama bereaksi dengan asam fosfat.
- Keduanya sama-sama dapat digunakan untuk bahan baku di industri tekstil.

Adapun untuk reaksi diamonium fosfat ialah :



Berdasarkan hasil percobaan (Brahim, dkk. 2020), diperoleh untuk nilai kinetika diamonium fosfat untuk rasio = 1 ialah $8,63 \times 10^{-6} s^{-1} J^{-0,5}$.

1.4.2 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika berfungsi untuk mengetahui sifat reaksi suatu zat bersifat eksotermis atau endotermis serta untuk mengetahui reaksi spontan ataupun non spontan. Penentuan panas reaksi yang berjalan secara eksotermis ataupun endotermis dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan panas pembentukan standar. Adapun untuk menentukan arah

reaksi secara spontan atau non spontan dapat diperoleh dengan menggunakan perhitungan dari energi gibbs.

a. Panas Reaksi ΔH_R

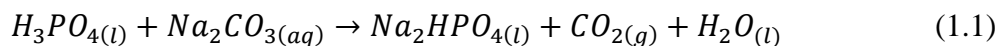
Penentuan sifat reaksi endotermis atau eksotermis dapat ditemukan dengan perhitungan panas pembentukan

Tabel 1. 6 Data ΔH_f° suhu 298 K

Komponen	ΔH_f°	Satuan
Na_2CO_3	-257,13	Kkal/mol
H_3PO_4	-309,32	Kkal/mol
Na_2HPO_4	-457,00	Kkal/mol
CO_2	-94,05	Kkal/mol
H_2O	-68,32	Kkal/mol

(Perry, 2008)

Reaksi yang terjadi :



$$\Delta H_{R(298,15)} = \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \Delta H_f^\circ \text{ reaktan} \quad (1.4)$$

$$= [(-457,00 + (-94,052) + (-68,32)) - (-257,13 + (-309,32))]$$

Kkal/mol

$$= -52,92 \text{ Kkal/mol}$$

$$= -221,42 \text{ kJ/mol}$$

$$= -221,42 \text{ J/mol}$$

Menghitung kapasitas panas

Cp dalam J/mol.K

T dalam K

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3 \quad (1.5)$$

Tabel 1. 7 Nilai Kapasitas Panas Bahan Baku dan Produk

Senyawa	A	B	C	D
Na ₂ CO ₃	189,53	-7,0 x 10 ⁻⁶	2,0 x 10 ⁻⁶	-5,20 x 10 ⁻⁹
H ₃ PO ₄	8,9 x 10 ⁻¹	5,34 x 10 ⁻⁴	-7,43 x 10 ⁻⁷	2,12 x 10 ⁻⁶
Na ₂ HPO ₄	29,00	282 x 10 ⁻³	-2,6 x 10 ⁻⁵	
CO ₂	27,43	4,23 x 10 ⁻²	-1,95 x 10 ⁻⁵	4,00 x 10 ⁻⁹
H ₂ O	92,05	-3,99 x 10 ⁻²	-2,11 x 10 ⁻⁴	5,35 x 10 ⁻⁷

(Yaws, 1999) & (Chase, 1998)

$$\Delta H_{reaktan} = \int_{363.15}^{298.15} \Sigma \Delta C_p i \, dT \quad (1.6)$$

$$\Delta H_{reaktan} = \int_{363.15}^{298.15} \Sigma \Delta C_p \, Na_2CO_3 \, dT + C_p \, H_3PO_4 \, dT$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{reaktan} = \int_{363.15}^{298.15} & [(189,535 + (-7,0 \times 10^{-6})T \\ & + 2,0 \times 10^{-6}T^2 + (-5,20 \times 10^{-9})T^3 \\ & + (8,90 \times 10^{-1} + 5,38 \times 10^{-4}T \\ & + (-7,43 \times 10^{-7})T^2 + 2,12 \times 10^{-6}T^3)] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{reaktan} = \int_{363.15}^{298.15} & [(189,53 + \frac{-7,0 \times 10^{-6}}{2}T^2 + \frac{2,0 \times 10^{-6}}{3}T^2 \\ & + \frac{-5,20 \times 10^{-9}}{4}T^4 + (8,90 \times 10^{-1} \\ & + \frac{5,38 \times 10^{-4}}{2}T^2 + \frac{7,43 \times 10^{-7}}{3}T^3 \\ & + \frac{2,12 \times 10^{-6}}{4}T^4)] \end{aligned}$$

$$\Delta H_{reaktan} = 17415,94 \text{ j/mol}$$

$$= 17,41 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{produk} = \int_{363.15}^{298.15} \Sigma \Delta C_{pi} dT \quad (1.7)$$

$$\Delta H_{produk} = \int_{363.15}^{298.15} \Sigma \Delta C_p Na_2HPO_4 dT + C_p CO_2 dT + H_2O dT$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{produk} = \int_{363.15}^{298.15} & [(29,0 + 282 \times 10^{-3}T + (-2,6 \times 10^{-5})T^2) \\ & + (27,44 + 4,23 \times 10^{-2}T + (-1,95 \times 10^{-5})T^2 \\ & + 4,00 \times 10^{-9}T^3) + (92,05 + 3,99 \times 10^{-2}T \\ & + (-2,11 \times 10^{-4})T^2 + 5,35 \times 10^{-7}T^3)] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{produk} = \int_{363.15}^{298.15} & [(29,0 + \frac{282 \times 10^{-3}}{2}T^2 + (\frac{-2,6 \times 10^{-5}}{3})T^3) \\ & + (27,44 + \frac{4,23 \times 10^{-2}}{2}T^2 + (\frac{-1,95 \times 10^{-5}}{3})T^3 \\ & + \frac{4,00 \times 10^{-9}}{4}T^4) + (92,053 + \frac{3,99 \times 10^{-2}}{2}T^2 \\ & + (\frac{-2,11 \times 10^{-4}}{3})T^3 + \frac{5,35 \times 10^{-7}}{4}T^4)] \end{aligned}$$

$$\Delta H_{produk} = 15212,16 \text{ j/mol}$$

$$= 15,212 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{R(363.15)} = (\Delta H^\circ_{produk} - \Delta H^\circ_{reaktan}) + \Delta H_{R(298.15)} \quad (1.8)$$

$$\Delta H_{R(363.15)} = (15,21 - 17,41) \text{ kJ/mol} + (-221,42) \text{ kJ/mol}$$

$$= -221,41 \text{ kJ/mol}$$

Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil negatif yang menunjukkan reaksi yang berlangsung adalah eksotermis.

b. Energi Gibbs (ΔG)

Penentuan arah reaksi spontan atau tidak dapat ditemukan dengan menggunakan perhitungan energi gibbs. Apabila ΔG bernilai positif maka menunjukkan bahwa reaksi tersebut tidak dapat berlangsung secara spontan, sehingga dibutuhkan energi tambahan dari luar yang cukup besar. Sedangkan ΔG bernilai negatif maka menunjukkan bahwa reaksi tersebut dapat berlangsung secara spontan dan hanya sedikit membutuhkan energi.

Tabel 1. 8 Data ΔG°_f pada suhu 298,15 K

Komponen	ΔG°_f	Satuan
Na_2CO_3	-1048	kJ/mol
H_3PO_4	-1129	kJ/mol
Na_2HPO_4	-1610	kJ/mol
CO_2	-395	kJ/mol
H_2O	-237	kJ/mol

$$\begin{aligned}\Delta G_R &= \Delta G^\circ_f \text{ produk} - \Delta G^\circ_f \text{ reaktan} && (1.9) \\ &= [((-1610) + (-395) + (-237)) - ((-1129) + (-1048))] \text{ kJ/mol} \\ &= -65 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

ΔG_R bernilai -65 kJmol, sehingga reaksi berlangsung secara spontan. Berdasarkan persamaan 14.14 dari Smith Van Ness (1997), nilai konstanta kesetimbangan untuk persamaan (1.1) adalah :

$$\Delta G^\circ = -RT \cdot \ln K \quad (1.10)$$

Dengan nilai $R = 8,31 \text{ J/mol.K}$

Dicari konstanta kesetimbangan pada T=298 K terlebih dahulu

$$\ln K = \frac{\Delta G^\circ}{R \cdot T}$$

$$\ln K = \frac{-65 \text{ kJ/mol}}{-(8,31 \times \frac{10^{-3} \text{ kJ}}{\text{mol}} \cdot \text{K})(298,15 \text{ K})}$$

$$\ln K = 26,23$$

$$K = 2,48 \times 10^{11}$$

Menghitung K₂₉₈ menggunakan persamaan Van't Hoff

$$d(\ln K) = \frac{-\Delta H^\circ R}{RT^2} dT \quad (1.11)$$

$$\int_{K_{298,15}}^{K_{358,15}} d(\ln K) = \int_{T_1}^{T_2} \frac{-\Delta H^\circ R}{RT^2}$$

$$\ln \frac{K_{358,15}}{K_{298,15}} = \frac{-\Delta H^\circ R}{RT^2} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\ln K_{358,15} - \ln K_{298,15} = \frac{-146,11}{8,31 \times 10^{-3}} \left(\frac{1}{358,15} - \frac{1}{298,15} \right)$$

$$\ln K_{358,15} - 26,23 = -9,19$$

$$\ln K_{358,15} = 17,05$$

$$K_{358,15} = 2,53 \times 10^7$$

Harga konstanta sangat besar, maka dapat disimpulkan bahwa reaksi berjalan secara satu arah (*irreversible*).

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

Tabel 2. 1 Spesifikasi Produk

Parameter	Produk
Rumus Kimia	Natrium hidrogen fosfat dihidrat $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Wujud	Solid
Warna	Kristal Putih
Kemurnian	98%
Impuritis	H_2O 2%
pH	8.7-9.4 (0.5 M <i>aq.sol.</i>)
Berat Molekul	177,99
Titik Leleh	92,5°C
Densitas	2,1 g/cm ³
Kelarutan	93 g/L
Sifat Lain	<i>Hygroscopic</i>
Harga	1.900 \$/ton dari Langfang Huinuo Fine Chemical Co.,Ltd

(sumber : merckmillipore.com, fscimage.fishersci.com)

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

Tabel 2. 2 Spesifikasi Bahan Baku

Parameter	Bahan Baku	
	Natrium karbonat	Asam fosfat
Rumus Kimia	Na_2CO_3	H_3PO_4
Wujud	Padat	Cair
Warna	Putih	Bening (Tidak berwarna)
Kemurnian	97%	85%
Impuritis	NaCl 1,5% H ₂ O 1,5%	15% H ₂ O
pH	11,6	< 2
Berat Molekul	15,99 g/mol	98,0 g/mol
Titik Didih	1.600 °C	158 °C
Densitas	2,54 g/cm ³	1,88 g/L
Kelarutan (20°C)	7,4 g/100 g/H ₂ O	Larut dalam air
Sifat Lain	Higroskopis	
Harga	780 \$/ton	192 \$/ton

(Sumber : Labchem.com, *Perry 8^{ed}* ; *Perry 7^{ed}*, finarchemicals.com, dlchem.com, Kirk and Othmer)

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas (*Quality Control*) yang bertujuan untuk mengoordinasikan usaha-usaha penjagaan kualitas, dan perbaikan mutu dari kelompok-kelompok produksi agar sesuai dengan spesifikasi yang telah direncanakan. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang memiliki mutu dan kualitas tinggi sesuai dengan standar dan jumlah produksi yang telah ditetapkan. Pada pabrik dinatrium fosfat dihidrat ini

meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses dan pengendalian kualitas produk.

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas bahan baku bertujuan untuk mengetahui kualitas yang dihasilkan dari bahan baku yang akan digunakan apakah sudah sesuai dengan standar diinginkan. Sehingga sebelum dilakukan atau dimulai tahap proses produksi perlu dilakukan pengecekan terkait pengujian kualitas bahan baku yang berupa natrium karbonat, asam fosfat dan air dengan tujuan agar bahan yang digunakan dalam pembuatan produk sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan dalam pabrik. Pengecekan dapat dilakukan melalui Analisa di laboratorium terkait mutu bahan baku menggunakan *instrument HPLC*. Jika ditemukan bahan baku yang tidak sesuai dengan standar mutu, maka kemungkinan bahan baku tersebut dilakukan proses pengembalian kepada *supplier*.

2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses Produksi

Pengendalian kualitas terhadap proses bertujuan memperoleh keadaan proses agar sesuai dengan prosedur dan berjalan dengan aman. Pengendalian proses dilakukan pengawasan kualitas pada waktu awal proses produksi, pada saat proses produksi maupun setelah proses produksi atau produk yang dihasilkan. Pengendalian dan pengawasan ketika jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room*, menggunakan indikator dengan dilakukan secara otomatis.

Parameter – parameter yang umum dikendalikan dalam suatu proses adalah tekanan (*pressure*), laju aliran (*flow*), suhu (*temperature*) dan level kontrol (*level control*). Sistem kontrol yang harus di atur pada kondisi tertentu diantaranya:

a. Flow control

Flow control merupakan sistem kontrol yang digunakan pada aliran bahan baku, aliran masuk dan aliran keluar pada proses. *Flow control*

memiliki fungsi sebagai system yang mengetahui dan mengendalikan debit aliran dari suatu bahan yang akan masuk ke suatu proses atau alat.

b. *Temperature control*

Temperature control umumnya difungsikan sebagai regulator temperature suatu proses baik proses pemanasan maupun pendinginan. *Temperature control* memiliki batasan nilai suhu atau *set point* sebagai parameter di dalamnya.

c. *Level control*

Pada umumnya *level control* digunakan dalam suatu alat yang berupa kolom atau *vessel*. *Level control* memiliki fungsi untuk mengetahui dan mengendalikan tinggi cairan dalam suatu alat penampung sehingga tidak melebihi batas maksimum yang diizinkan.

2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk

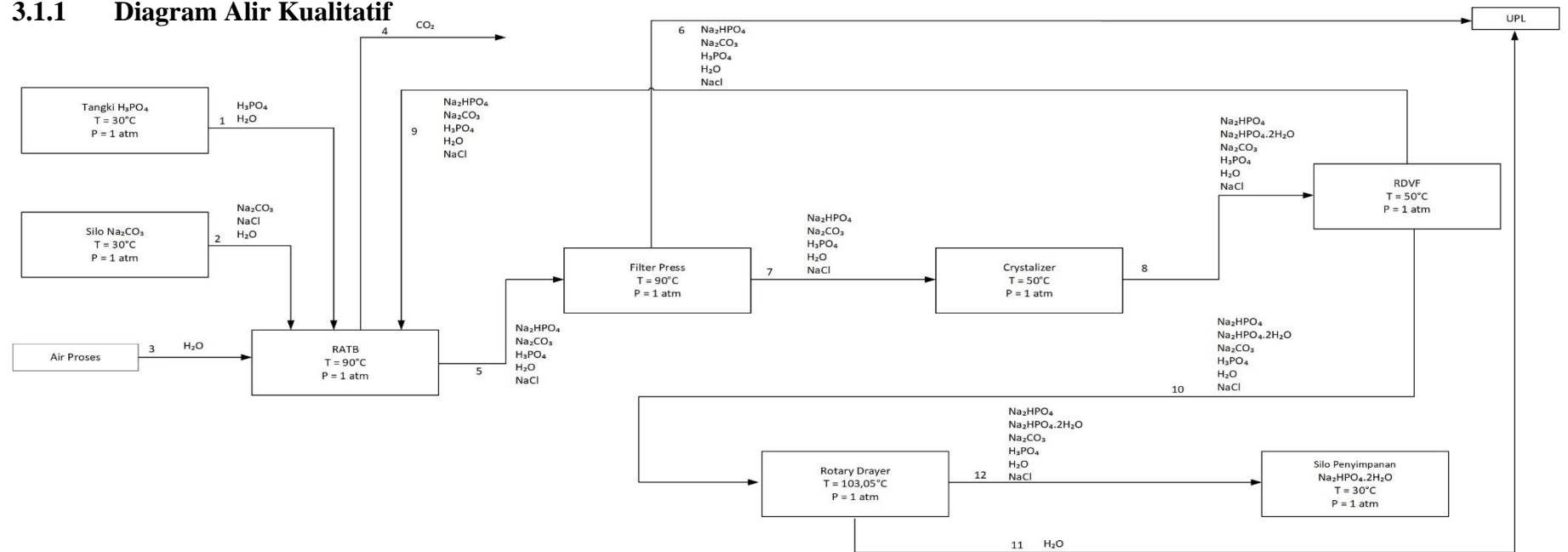
Produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang dipengaruhi oleh proses-proses sebelumnya. Pengendalian kualitas produk berfungsi untuk menjaga kualitas yang akan menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi standar. Agar mendapatkan mutu produk yang berkualitas baik dan sesuai dengan standar, maka diperlukan pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada sehingga didapatkan produk yang berkualitas dan dapat dipasarkan. Penyimpangan kualitas produk yang dapat terjadi dikarenakan kualitas bahan baku yang tidak sesuai standart, kesalahan dalam pengoperasian dan kemungkinan alat yang mengalami kerusakan.

BAB III

URAIAN PROSES

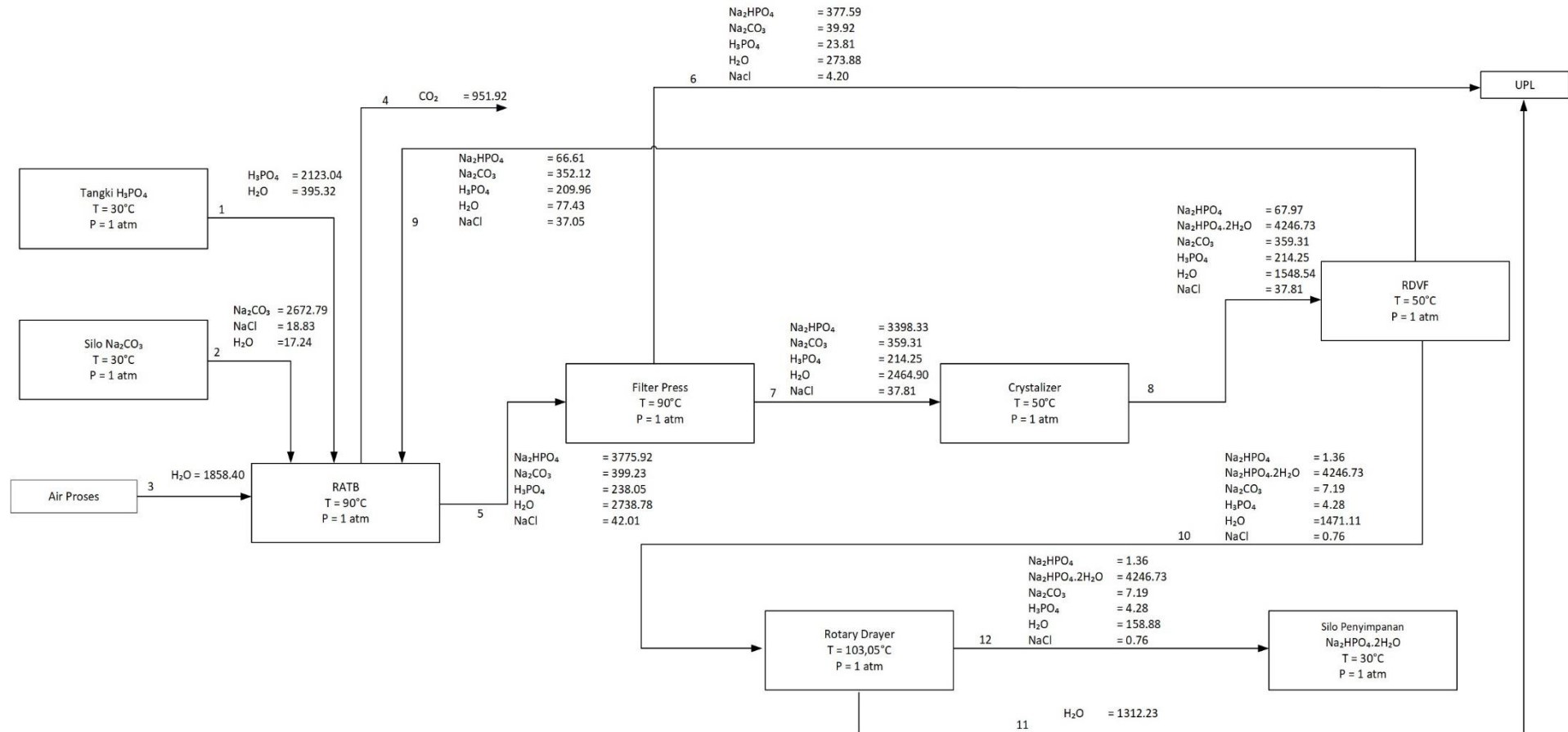
3.1 Diagram Alir Proses dan Material

3.1.1 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif

3.1.2 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif

3.2 Uraian Proses

Terdapat beberapa tahapan dalam proses pembuatan natrium hidrogen fosfat dihidrat dengan menggunakan proses kristalisasi, diantaranya adalah proses persiapan bahan baku, tahap reaksi, pembentukan kristal dinatrium fosfat dihidrat, pengeringan kristal dan pengambilan kristal.

3.2.1 Proses Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan natrium hidrogen fosfat dihidrat adalah natrium karbonat (Na_2CO_3) dan asam fosfat (H_3PO_4). Untuk bahan baku sendiri, keduanya didapatkan dari pabrik yang sama yaitu PT Petrikimia Gresik, Jawa Timur. Natrium karbonat didapatkan dalam fase padat dengan konsentrasi 97% yang ditampung terlebih dahulu di tangki penyimpanan berupa silo (SL-01). Adapun untuk asam fosfat didapatkan dalam fase cair dengan konsentrasi 85% yang ditampung didalam sebuah tangki penyimpanan asam fosfat (T-01). Seluruh bahan yang digunakan dalam pabrik dinatrium fosfat dihidrat disimpan dalam keadaan atmosferik pada suhu 30°C .

Bahan baku natrium karbonat dialirkan dari silo (SL-01) menggunakan *screw conveyor* (SC-01), selanjutnya secara vertikal diangkat dengan menggunakan *bucket elevator* (BE-01) menuju tangki Reaktor (R-01) untuk proses pelarutan dengan penambahan air proses. Asam fosfat dipompa dari tangki penyimpanan menuju HE-01 untuk disesuaikan suhunya dengan suhu reaksi, selanjutnya dialirkan menuju R-01.

3.2.2 Tahap Reaksi

Bahan baku yang telah terlarut kemudian direaksikan dengan asam fosfat didalam Reaktor (R-01) dengan kondisi operasi 90°C dan tekanan 1 atm. Reaktor yang digunakan adalah Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR).

Reaksi yang terjadi adalah :



Produk atas reaktor berupa gas CO₂ akan keluar melalui pipa pembuangan yang akan disalurkan ke unit pengolahan limbah. Hasil utama dalam reaktor yaitu dinatrium fosfat. Larutan natrium hidrogen fosfat kemudian dipompa menuju *Plate and Frame Filter* (FP-01) untuk proses pemisahan impuritis berupa limbah padat pada filtrat.

3.2.3 Pembentukan Kristal Dinatrium Hidrogen Fosfat Dihidrat

Filtrat larutan natrium hidrogen fosfat kemudian diumpankan ke dalam *Crystallizer* (CR-01) untuk pembentukan kristal. Kristal yang terbentuk berupa kristal natrium hidrogen fosfat dihidrat (Na₂HPO₄·2H₂O). Dengan kondisi operasi suhu 50°C dan tekanan 1 atm. Kemudian keluaran *Crystallizer* berupa kristal yang masih mengandung cukup banyak cairan dialirkan menuju *Rotary Drum Vacuum Filter* (RDVF-01) untuk dipisahkan antara padatan dan cairannya. Pada RDVF-01, terdapat dua keluaran yang berupa cairan dan padatan, untuk cairannya akan diumpankan kembali kedalam R-01, sedangkan padatannya dialirkan dengan menggunakan *Screw Conveyor* (SC-02) menuju *Rotary Dryer* (RD-01).

3.2.4 Pengeringan Kristal

Hasil kristal dinatrium fosfat dihidrat dikeringkan dengan menggunakan *Rotary Dryer* (RD-01). Pengeringan menggunakan udara panas yang dialirkan secara berlawanan arah dengan menggunakan alat yaitu *furnace*. Berikut perbandingan alat untuk pemanasan udara.

Tabel 3. 1 Perbandingan Desain Alat Pemanasan Udara

Komponen	<i>Furnace</i>	<i>Heater</i>
Kondisi operasi	Rentang suhu : 100°C - 900°C	Rentang suhu : 0°C - 250°C
Fungsi	Memanaskan udara dengan cara pembakaran	Memanaskan air hingga terbentuk uap panas
Nilai ekonomi	Harga alat cukup mahal	Harga alat lebih terjangkau
Dasar pemilihan	Cocok digunakan pada <i>rotary dryer</i> jenis <i>direct</i> (produk	Cocok digunakan pada <i>rotary drayer</i> jenis <i>indirect</i> (produk

	berkontak langsung dengan udara panas) Pemanasan menjadi lebih efisien	tidak berkontak langsung dengan udara panas).
--	---	---

3.2.5 Penyimpanan Kristal

Kristal yang telah kering kemudian dialirkan dengan menggunakan *Screw Conveyor* yang dilengkapi dengan jaket pendingin untuk menurunkan suhu nya yang sesuai dengan bantuan *Bucket Elevator* (BE-02) menuju tangki silo penyimpanan produk.

3.3 Spesifikasi Alat

3.3.1 Reaktor

Tabel 3. 2 Spesifikasi Reaktor

Parameter	R-01
Fungsi	Melarutkan kristal natrium karbonat serta mereaksikannya dengan asam fosfat membentuk natrium hidrogen fosfat dihidrat
Jenis Reaktor	Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
Jenis Head	<i>Torispherical</i>
Bahan Konstruksi	<i>Stainless Steel SA-167 Grade 11 type 316</i>
Jumlah	1 unit
Kondisi Operasi :	
- Suhu	90 °C
- Tekanan	1 atm
Dimensi Reaktor :	
- Diameter Luar	4,65 m
- Tinggi	6,51 m
- Tebal Shell	1 in
- Tebal Head	1,30 in

Tabel 3.2 Spesifikasi Reaktor (R-01) (Lanjutan)

Dimensi Pengaduk :	
- Jenis	Turbine with 6 Flat Blades
- Bahan Konstruksi	<i>Stainless Steel SA-167 Grade 11 type 316</i>
- Diameter	1,17 m
- Tinggi	4,56 m
- Jarak dari Dasar	1,52 m
- Jumlah Pengaduk	1 buah
- Power Pengaduk	10 HP (NEMA)
Dimensi Baffle :	
- Bahan Konstruksi	<i>Stainless Steel SA-167 Grade 11 type 316</i>
- Lebar Baffle	0,20 m
Jumlah Baffle	4 buah
Harga	US \$ 991.200,00

3.3.2 Alat Pendukung dan Pemisah

a. *Plate and Frame Filter* (FP-01)

Tabel 3. 3 Spesifikasi *Plate and Frame Filter* (FP-01)

Parameter	FP-01
Fungsi	Memisahkan antara padatan dengan cairan pada slurry yang keluar dari Reaktor (R-01)
Jenis Alat	<i>Plate and Frame</i>
Bahan Konstruksi	<i>Stainless Steel 316</i>
Kondisi Operasi :	
- Suhu	90 °C
- Tekanan	1 atm
Spesifikasi	
- Ukuran Plate and Frame	20 x 20 in
- Tebal Frame	8 in
- Jumlah Plate and Frame	10 Buah
- Panjang Alat	2,09 m

Jumlah	8 unit
Harga	US \$ 50.200,00

b. Crystallizer (CR-01)

Tabel 3. 4 Spesifikasi *Crystallizer (CR-01)*

Parameter	CR-01
Fungsi	Membentuk Produk utama berupa kristal natrium hidrogen fosfat dihidrat
Jenis Alat	<i>Swenson-Walker Crystallizer</i>
Bahan Konstruksi	<i>Stainless steel SA-167 grade C</i>
Kondisi Operasi :	
- Suhu	50 °C
- Tekanan	1 atm
Jumlah	
Dimensi Alat :	
- Diameter	1,17 m
- Panjang	11,89 m
Pendingin :	
- Media	
- Suhu Masuk	30 °C
- Suhu Keluar	50 °C
Kecepatan Putaran	5 rpm
Power	1 HP
Harga	US \$ 38.900,00

c. Rotary Drum Vacuum Filter (RDVF-01)

Tabel 3. 5 Spesifikasi *Rotary Drum Vacuum Filter* (RDVF-01)

Parameter	RDVF-01
Fungsi	Memisahkan antara padatan dengan larutan pada <i>slurry</i> keluaran dari <i>Crystallizer</i> (CR-01)
Bahan Konstruksi	
Kondisi Operasi	
- Suhu	50 °C
- Tekanan	1 atm
Jumlah	1 Buah
Dimensi Drum :	
- Diameter Drum	1 m
- Panjang	2 m
- Luas Drum	1 m
Daya Motor Blower	3 HP
Harga	US \$ 147.300,00

d. *Rotary Dryer* (RD-01)

Tabel 3. 6 Spesifikasi *Rotary Dryer* (RD-01)

Parameter	RD-01
Fungsi	Mengeringkan produk kristal natrium hidrogen fosfat dihidrat
Jenis Alat	<i>Direct Contact - Counter Current Rotary Dryer</i>
Kondisi Operasi	
- Suhu Udara Masuk	50 °C
- Suhu Padatan Keluar	103,05°C
- Suhu Udara Keluar	160°C

Tabel 3.6 Spesifikasi Rotary Dryer (RD-01)

- Suhu Padatan Masuk	76,10 °C
- Tekanan	1 atm
Spesifikasi :	
- Panjang	8,20 m
- Diameter	42,28 m
Power	45 HP
Harga	US \$ 173.500,00

3.3.3 Tangki Penyimpanan

Tabel 3. 7 Spesifikasi Penyimpanan Bahan Baku dan Produk

Parameter	T-01	SL-01	SL-02
Fungsi	Menyimpan bahan baku asam fosfat	Menyimpan bahan baku natrium karbonat	Menyimpan produk utama natrium hidrogen fosfat dihidrat
Jenis Alat	Tangki silinder tegak dengan <i>Flat Bottom</i>	Tangki silinder tegak dengan alas berbentuk <i>Connical Bottom</i>	Tangki silinder tegak dengan alas berbentuk <i>Connical Bottom</i>
Jenis Head	<i>Connical Roof</i>	<i>Flat Head</i>	<i>Flat Head</i>
Kondisi Operasi :			
- Suhu	30°C	30°C	30°C
- Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm
	7 hari	7 hari	14 hari

Tabel 3.8 Spesifikasi Penyimpanan Bahan Baku dan Produk (Lanjutan)

Bahan	Stainless Steel	Stainless Steel SA-	Stainless Steel SA-
Konstruksi	SA-167 grade 11 type 316	167 grade 11 type 316	167 grade 11 type 316
Jumlah	1 Unit	2 unit	1 unit
Dimensi :			
- Tinggi	8,13 m	15,93 m	9,53 m
- Diameter	9,14 m	3,66 m	2,18 m
- Tebal Shell	1 in	0,19 in	0,19 in
Course 1	1,37 in	-	-
Course 2	0,87 in	-	-
Course 3	0,44 in	-	-
- Tebal Roof	0,5 in	-	-
- Tebal	0,62 in		
Bottom			
Harga	US \$ 197.800,00	US \$ 248.600,00	US \$ 97.000,00

3.3.4 Pompa

Tabel 3. 8 Spesifikasi Pompa

Parameter	P-01	P-02	P-03
Fungsi	Mengalirkan bahan baku asam fosfat dari tangki penyimpanan (T-01)	Mengalirkan air utilitas menuju reaktor (R-01)	Mengalirkan hasil keluaran slurry dari R-01 menuju FP-01
Jenis Alat	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Reciprocating Pump</i>

Tabel 3.7 Spesifikasi Pompa (Lanjutan)

Kapasitas	7,61 gpm	8,92 gpm	7,95 gpm
Jumlah	1 Buah	1 Buah	1 Buah
Bahan	Stainless Steel SA-	Stainless Steel SA-	Stainless Steel SA-
Konstruksi	167 Type 316	167 Type 316	167 Type 316
Dimensi			
- ID	1,38 in	1,38 in	1,38 in
- OD	1,66 in	1,66 in	1,66 in
- IPS	1,25	1,25	1,25
- Flow Area	1,50 in ²	1,50 in ²	1,50 in ²
Kecepatan	1,63 ft/s	1,91 ft/s	1,70 ft/s
Aliran			
Stroke Length	-	-	163,73 mm
Number	-	-	3
Plunger			
Power Pompa	0,70 kW	0,37 kW	13,06 kW
Power Motor	1,19 kW	0,56 kW	16,18 kW
Harga	US \$ 6.500,00	US \$ 6.500,00	US \$ 36.400,00

Tabel 3.7 Spesifikasi Pompa (Lanjutan)

Parameter	P-04	P-05	P-06
Fungsi	Mengalirkan hasil keluaran <i>slurry</i> FP-01 menuju CR-01	Mengalirkan hasil keluaran <i>slurry</i> dari CR-01 menuju RDVF-01	Mengalirkan hasil keluaran filtrat dari RDVF-01 menuju R-01
Jenis Alat	<i>Reciprocating Pump</i>	<i>Reciprocating Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	7,15 gpm	4,55 gpm	2,31 gpm
Jumlah	1 Buah	1 Buah	1 Buah

Tabel 3.7 Spesifikasi Pompa (Lanjutan)

Bahan	Stainless Steel SA-	Stainless Steel SA-	Stainless Steel SA-
Konstruksi	167 Type 316	167 Type 317	167 Type 318
Dimensi			
- OD	1,38 in	1,05 in	1,66 in
- ID	1,66 in	1,32 in	1,38 in
- IPS	1,25	1	1,25
- Flow Area	1,50 in ²	0,86 in ²	1,50 in ²
Kecepatan			
Aliran	1,53 ft/s	1,91 ft/s	0,49 ft/s
Stroke Length	147,36 mm	281,46 mm	-
Number			
Plunger	3	3	-
Power Pompa	11,76 kW	7,47 kW	0,15 kW
Power Motor	14,56 kW	9,26 kW	0,56 kW
Harga	US \$ 36.400,00	US \$ 35.200,00	US \$ 8.800,00

3.3.5 Screw Conveyor

Tabel 3. 9 Spesifikasi *Screw Conveyor*

Parameter	SC-01	SC-02	SC-03
Fungsi	Mengangkut padatan natrium karbonat dari Tangki Silo ke <i>Bucket Elevator</i>	Mengangkut padatan dari <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> ke <i>Rotary Dryer</i>	Mengangkut padatan produk dari <i>Rotary Dryer</i> ke <i>Bucket Elevator</i>

Tabel 3.9 Spesifikasi *Screw Conveyor*

Jenis Alat	<i>Standart Pitch</i> <i>Single Flight with</i> <i>Conical Hopper</i>	<i>Standart Pitch</i> <i>Single Flight with</i> <i>Conical Hopper</i>	<i>Standart Pitch</i> <i>Single Flight with</i> <i>Conical Hopper</i>
Kapasitas	2,80 ton/jam	1,47 ton/jam	4,42 ton/jam
Jumlah	1 Buah	1 Buah	1 Buah
Panjang	8 ft	8 ft	8 ft
Diameter	3 in	3 in	3 in
Luas	0,58 m ²	0,58 m ²	0,58 m ²
Penampang			
Power	0,50 HP	0,167 Hp	1 HP
Harga	US \$ 7.200,00	US \$ 7.200,00	US \$ 7.200,00

3.3.6 Bucket Elevator

Tabel 3. 10 Spesifikasi *Bucket Elevator*

Parameter	BE-01	BE-01
Fungsi	Mengangkut padatan natrium karbonat menuju Reaktor	Menangkut padatan produk dari <i>Rotary Dryer</i> menuju Silo Penyimpanan
Jenis Alat	<i>Centrifugal Discharge Bucket</i>	<i>Centrifugal Discharge Bucket</i>
Bahan	Stainless Steel SA-167	Stainless Steel SA-167
Konstruksi		
Jumlah	1 Buah	1 Buah
Dimensi		
- Panjang	0,15 m	0,15 m
- Lebar	0,10 m	0,10 m

Tabel 3.10 Spesifikasi *Bucket Elevator* (Lanjutan)

- Tinggi	15,24 m	15,24 m
- Spacing	12 in	12 in
Bucket		
Kecepatan	0,03 ft/menit	0,05 ft/menit
Power Motor	2 HP	3 HP
Harga	US \$ 15.500,00	US \$ 10.800,00

3.3.7 Alat Penukar Panas (*Heater*)

Tabel 3. 11 Spesifikasi *Heater*

Parameter	HE-01		HE-01	
Fungsi	Memanaskan arus umpan T-01 dari suhu 30°C menjadi 90°C		Memanaskan arus <i>recycle Rotary Drum Vacuum Filter</i> dari suhu 50°C menjadi 90°C	
Jenis Alat	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>		<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	
Fluida Panas	Steam		Steam	
Posisi Fluida				
- Panas	Annulus		Annulus	
- Dingin	Inner Pipe		Inner Pipe	
Jumlah	1 Unit		1 Unit	
Spesifikasi :	Inner Pipe	Annulus	Inner Pipe	Annulus
- ID	1,38 in	2,07 in	1,38 in	2,07 in
- OD	1,66 in	2,38 in	1,660 in	2,38 in
- Panjang	-	12 ft	-	12 ft
- <i>Hairpin</i>	-	3 buah	-	1 buah
<i>Count</i>				
- <i>Pressure Drop</i>	0,69	0,19	5×10^{-4}	0,12

Tabel 3.11 Spesifikasi *Heater* (Lanjutan)

Luas Transfer Panas	190,75 ft ²	136,99 ft ²
UD	1,82 Btu/jam.ft ² .F	0,76 Btu/jam.ft ² .F
UC	11,15 Btu/jam.ft ² .F	6,85 Btu/jam.ft ² .F
Calculated		
Dirt Factor (RD)	0,46	1,194
Harga	US \$ 46.400	US \$ 40.700

3.4 Neraca Massa

3.4.1 Neraca Massa Total

Tabel 3. 12 Neraca Massa Total

Komponen	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
Na ₂ CO ₃	2716,59	399,23
NaCl	42,01	42,01
H ₂ O	2345,27	1822,42
H ₃ PO ₄	2380,52	238,05
Na ₂ HPO ₄	671,53	445,56
Na ₂ HPO ₄ .2H ₂ O	0	4246,73
CO ₂	0	961,92
Total	8155,91	8155,91

3.4.2 Neraca Massa Alat

- a) Reaktor

Tabel 3. 13 Neraca Massa Reaktor (R-01)

Komponen	Input (Kg/Jam)				Output (Kg/Jam)	
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 9	Arus 4	Arus 5
Na ₂ CO ₃	2672,79	0	0	43,80	0	399,23
NaCl	18,83	0	0	23,18	0	42,01
H ₂ O	17,24	395,32	1858,40	74,30	0	2738,78
H ₃ PO ₄	0	2123,04	0	257,47	0	238,05
Na ₂ HPO ₄	0	0	0	671,53	0	3775,92
CO ₂	0	0	0	0	961,92	0
Total		8155,91			8155,91	

b) *Plate and Frame Filter (FP-01)*Tabel 3. 14 Neraca Massa *Plate and Frame Filter (FP-01)*

Komponen	Masuk (Kg/Jam)	Keluar (Kg/Jam)	
	Arus 5	Arus 6	Arus 7
Na ₂ CO ₃	399,23	39,92	359,31
NaCl	42,01	4,20	37,81
H ₂ O	2738,78	273,88	2464,90
H ₃ PO ₄	238,05	23,81	214,25
Na ₂ HPO ₄	3775,92	377,59	3398,33
Total	7193,99	7193,99	

c) *Crystallizer*

Tabel 3. 15 Neraca Massa *Crystallizer* (CR-01)

Komponen	Masuk (Kg/Jam)	Keluar (Kg/Jam)
	Arus 7	Arus 8
Na ₂ CO ₃	359,31	359,31
NaCl	37,81	37,81
H ₂ O	2464,90	1548,54
H ₃ PO ₄	214,25	214,25
Na ₂ HPO ₄	3398,33	67,97
Na ₂ HPO ₄ .2H ₂ O	0	4246,73
Total	6474,59	6474,59

d) *Rotary drum Vacuum Filter*

Tabel 3. 16 Neraca Massa *Rotary Drum Vacuum Filter* (RDVF-01)

Komponen	Masuk (Kg/Jam)	Keluar (Kg/Jam)	
	Arus 8	Arus 9	Arus 10
Na ₂ CO ₃	359,31	352,12	7,19
NaCl	37,81	37,05	0,76
H ₂ O	1548,54	77,43	1471,11
H ₃ PO ₄	214,25	209,96	4,28
Na ₂ HPO ₄	67,97	66,61	1,36
Na ₂ HPO ₄ .2H ₂ O	4246,73	0,00	4246,73
Total	6474,59	6474,59	

e) *Rotary Dryer*

Tabel 3. 17 Neraca Massa *Rotary Dryer* (RD-01)

Komponen	Masuk (Kg/Jam)		Keluar (Kg/Jam)	
	Arus 10	Arus 11	Arus 12	Arus 13
Na ₂ CO ₃	7,19	0	0	7,19
NaCl	0,76	0	0	0,76
H ₂ O	1471,11	0	1312,23	158,88
H ₃ PO ₄	4,28	0	0	4,28
Na ₂ HPO ₄	1,36	0	0	1,36
Na ₂ HPO ₄ .2H ₂ O	4246,73	0	0	4246,73
Udara	0	53292,52	53292,52	0
Total	59023,95		59023,95	

3.5 Neraca Panas

3.5.1 Neraca Panas Total

Tabel 3. 18 Neraca Panas Total

Komponen	Input (Kj/jam)	Output (Kj/jam)
<i>Heater 01</i>	103.904,92	103.904,92
<i>Heat Screw Conveyor</i>	49.943,83	49.943,83
<i>Reactor</i>	265.852,95	265.852,95
<i>Filter Plate and Frame</i>	246.852,95	246.852,95
<i>Crystallizer</i>	286.886,94	286.886,94
<i>RDVF</i>	103.804,59	103.804,59
<i>Furnace</i>	12.9441.63,31	12.944.163,31
<i>Heater 02</i>	43.129,22	43.129,22
<i>Rotary dryer</i>	11.265.213,40	1.126.5213,40
Total	25.309.752,10	25.309.752,10

3.5.2 Neraca Panas Alat

a) Heater – 01

Tabel 3. 19 Neraca Massa Heater – 01

Komponen	Input (Kj/jam)		Output (Kj/jam)	
	Arus 2		Arus 2	
H ₃ PO ₄	7.044,39		91.577,02	
H ₂ O	941,05		12.327,90	
Q Pemanas	95.919,48		0	
Total	103.904,92		103.904,92	

b) Reaktor

Tabel 3. 20 Neraca Panas Reaktor (R-01)

Komponen	Input (Kj/jam)				Output (Kj/jam)	
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 9	Arus 4	Arus 5
Na ₂ CO ₃	47.366,36	0	0	776,22	7.075,02	0
NaCl	254,77	0	0	313,70	568,46	0
H ₂ O	504,00	11.556,23	54.325,38	2.172,07	8.0061,02	0
H ₃ PO ₄	0	91.577,02	0	0,00	9.157,70	0
Na ₂ HPO ₄	0	0	0	26.620,10	149.680,66	0
CO ₂	0	0	0	0	0	18.546,62
ΔH Reaksi	0	0	0	0	763,46	0
Q terserap	30.387,11	0	0	0	0	0
Total	265.852,95			265.852,952		

c) *Plate and Frame Filter*

Tabel 3. 21 Neraca Panas *Plate and Frame Filter* (FP-01)

Komponen	Input (Kj/jam)	Output (Kj/jam)	
	Arus 5	Arus 6	Arus 7
Na ₂ CO ₃	7.075,02	707,50	6.367,52
NaCl	568,46	56,85	511,62
H ₂ O	8.0371,10	8.037,11	72.333,99
H ₃ PO ₄	9157,70	915,77	8.241,93
Na ₂ HPO ₄	149.680,66	14.968,07	134.712,59
Total	246.852,95	246.852,95	

d) *Crystallizer*

Tabel 3. 22 Neraca Panas *Crystallizer* (CR-01)

Komponen	Input (kJ/Jam)	Output (kJ/jam)
	Arus 7	Arus 8
Na ₂ CO ₃	5.877,71	2.449,05
NaCl	471,86	195,42
H ₂ O	66.725,39	17.387,44
H ₃ PO ₄	7.607,94	3.169,97
Na ₂ HPO ₄	124.350,09	1.036,25
Na ₂ HPO ₄ .2H ₂ O	0	79.566,45
Qkristalisasi	81.853,96	0
Qserap	0	183082,35
Total	286.886,94	286.886,94

e) *Rotary Drum Vacuum Filter*

Tabel 3. 23 Neraca Panas *Rotary Drum Vacuum Filter* (RDVF-01)

Komponen	Input (Kj/jam)	Output (Kj/jam)	
	Arus 8	Arus 9	Arus 10
Na ₂ CO ₃	2.449,05	2.400,07	48,98
NaCl	195,42	191,51	3,91
H ₂ O	17.387,44	869,37	16.518,07
H ₃ PO ₄	3.169,97	3.106,57	63,40
Na ₂ HPO ₄	1.036,25	1.015,53	20,73
Na ₂ HPO ₄ .2H ₂ O	79.566,45	0	79.566,45
Total	103.804,59	103.804,59	

f) *Heater-02*

Tabel 3. 24 Neraca Panas Heater - 02 (HE-02)

Komponen	Input (Kj/jam)	Output (Kj/jam)
	Arus 9	Arus 9
Na ₂ CO ₃	2.400,07	6.240,17
NaCl	191,51	501,39
H ₂ O	869,37	2.272,14
H ₃ PO ₄	3.106,57	8.077,09
Na ₂ HPO ₄	10.15,52	2.640,37
Q Pemanas	12.148,11	0,00
Total	19.731,16	19.731,16

g) *Furnace*

Tabel 3. 25 Neraca Panas *Furnace* (F-01)

Komponen	Input (Kj/jam)	Output (Kj/jam)
	Arus 11	Arus 12
N ₂	431.293,53	11.403.178,28
O ₂	51.424,79	1.410.263,97
H ₂ O	4.782,25	13.0721,06
Q Pemanasan	12.456.662,73	0
Total	12.944.163,31	12.944.163,31

h) *Rotary Dryer*

Tabel 3. 26 Neraca Panas *Rotary Dryer* (RD-01)

Komponen	Input (Kj/jam)	Output (Kj/jam)
	Arus 10	Arus 13
Padatan	1.694.835,78	3.431.234,30
Udara	9.570.377,63	7.833.979,10
Total	11.265.213,40	11.265.213,40

i) *Heat Screw Conveyor*

Tabel 3.26 Neraca Panas *Heat Screw Conveyor* (SC-01)

Komponen	Input (Kj/jam)	Output (Kj/jam)
	Arus 2	Arus 2
Na ₂ CO ₃	3.703,28	48.142,58
NaCl	43,28	568,46
H ₂ O	94,10	1.232,78
Qsteam	46.103,17	0
Total	49.943,83	49.943,83

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Lokasi merupakan salah satu kegiatan awal yang harus ditentukan sebelum perusahaan mulai beroperasi. Penentuan dan pemilihan lokasi suatu pabrik merupakan salah satu faktor yang sangat penting karena lokasi pabrik yang terencana dengan baik akan menentukan efisiensi dan efektivitas kegiatan produksi dan juga akan menjaga kelangsungan dan keberhasilan suatu pabrik serta berhubungan dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Lokasi pabrik juga harus menjamin biaya transportasi dan produksi seminimal mungkin. Dengan pertimbangan tersebut, perancangan pabrik dinatrium fosfat dihidrat dengan kapasitas 35.000 ton/tahun ini direncanakan akan didirikan di kawasan industri Gresik, Jawa Timur. Lokasi pabrik dapat dilihat pada gambar 4.1 :



Gambar 4. 1 Rencana Lokasi Pendirian Pabrik

(sumber : Google Earth)

Ada beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam menentukan lokasi pabrik yang dirancang secara teknis dan menguntungkan secara ekonomis. Faktor-faktor yang berpengaruh dalam penentuan lokasi pabrik antara lain :

4.1.1 Faktor Primer

Faktor Primer adalah faktor yang mempengaruhi tujuan utama dari pabrik. Tujuan utama tersebut meliputi proses produksi dan distribusi. Faktor-faktor primer yang berpengaruh secara langsung dalam pemilihan lokasi pabrik meliputi:

a. Ketersediaan Bahan Baku

Lokasi pabrik sebaiknya berada di daerah yang dekat dengan sumber bahan baku sehingga transportasi dapat berjalan lancar dengan biaya yang minimal. Ketersediaan bahan baku untuk pembuatan produk relatif mudah karena bahan baku natrium karbonat dan asam fosfat dapat diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik yang berada di kawasan industri Gresik, Jawa Timur.

b. Pemasaran Produk

Pemasaran merupakan salah satu hal yang sangat mempengaruhi studi kelayakan proses. Dengan pemasaran yang tepat akan menghasilkan keuntungan dan menjamin kelangsungan proyek, natrium hidrogen fosfat dihidrat merupakan salah satu bahan yang penting dalam industri pembuatan detergen, industri tekstil sebagai pemucat, dan sebagai pengolah air boiler. Pemasaran dan pendistribusian produk mudah dijangkau karena tersedianya sarana transportasi yang memadai baik jalur darat maupun jalur laut.

c. Utilitas

Utilitas merupakan unit pendukung produksi yang menunjang kegiatan operasi pabrik sehingga dapat berjalan lancar selama 24 jam. Utilitas pabrik menyangkut kebutuhan penyediaan air, listrik, dan energy.

Penyediaan air dalam pabrik terbagi atas : air pendingin, air steam, air proses dan air konsumsi. Direncanakan keempat jenis air ini akan

diperoleh dari Sungai Kali Mireng yang nantinya akan di proses menggunakan metode pengolahan air yang telah dirancang.

Adapun untuk penyediaan listrik dan energi diharapkan dapat memenuhi dan menjaga keberlangsungan aliran listrik dan energi di pabrik, maka selain menggunakan listrik yang disuplai dari PLN Gresik, disediakan generator listrik dengan bahan bakar diesel oil sebagai cadangan saat terjadi pemadaman. Diesel oil ini diperoleh dari PT. Pertamina.

d. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan modal utama pendirian suatu pabrik. Untuk memenuhinya dapat diperoleh dari sekitar lokasi pabrik. Sebagian dari tenaga kerja yang dibutuhkan pabrik ini adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah dan sebagian lain sarjana sesuai dengan kebutuhan. Faktor kedisiplinan dan pengalaman kerja pada tenaga kerja juga menjadi prioritas dalam perekrutan tenaga kerja, sehingga tenaga kerja yang diterima saat perekrutan merupakan tenaga kerja yang berkualitas dan bekerja sebagaimana mestinya.

e. Transportasi

Transportasi yang dapat digunakan untuk pembelian bahan baku dan pendistribusian produk hasil produksi dapat melalui dua jalur, yaitu jalur darat dan jalur laut. Dengan adanya fasilitas jalan raya dan pelabuhan laut yang memadai, maka pemilihan lokasi di Gresik sangat tepat dan diharapkan dapat memperlancar kegiatan produksi serta pemasaran, baik pemasaran internasional maupun domestik.

f. Keadaan Geografis dan Iklim

Daerah Gresik, Jawa Timur merupakan suatu daerah yang terletak di daerah kawasan industri. Daerah Gresik dan sekitarnya telah direncanakan oleh pemerintah sebagai salah satu pusat pengembangan wilayah produksi industri. Temperatur udara normal daerah tersebut sekitar 22-33°C,

sehingga operasi pabrik dapat berjalan dengan lancar. Bencana alam seperti gempa bumi, tanah longsor dan banjir jarang terjadi sehingga operasi pabrik dapat berjalan lancar.

4.1.2 Faktor Sekunder

Faktor sekunder secara tidak langsung berperan dalam proses operasional pabrik, akan tetapi berpengaruh dalam kelancaran proses operasional dari pabrik itu sendiri. Faktor-faktor sekunder meliputi :

a. Kebijakan Pemerintah

Pendirian pabrik perlu memperhatikan beberapa faktor kepentingan yang terkait didalamnya, kebijaksanaan pengembangan industri, dan hubungannya dengan pemerataan kesempatan kerja, kesejahteraan pekerja, dan hasil-hasil pembangunan. Disamping itu, pabrik yang didirikan juga harus berwawasan lingkungan, artinya keberadaan pabrik tersebut tidak boleh mengganggu atau merusak lingkungan sekitarnya.

b. Lingkungan Masyarakat Sekitar

Sikap masyarakat sekitar cukup terbuka dengan berdirinya pabrik baru. Hal ini disebabkan akan terdianya lapangan pekerjaan bagi mereka, sehingga terjadi peningkatan kesejahteraan masyarakat setelah pabrik-pabrik didirikan. Selain itu, pendirian pabrik ini tidak akan mengganggu keselamatan dan keamanan masyarakat di sekitarnya karena dampak dan faktor-faktornya sudah dipertimbangkan sebelum pabrik berdiri.

c. Sarana dan Prasarana Sosial

Sarana dan prasarana sosial harus tersedia seperti jalan, transportasi, tempat ibadah, sekolah, rumah sakit, bank, hiburan, perumahan, serta adanya penyediaan bengkel industri sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup.

4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Tata letak pabrik merupakan suatu perencanaan dan pengintegrasian dari komponen-komponen produksi pabrik, sehingga terjadi hubungan yang efisien dan efektif antara karyawan, peralatan dan proses material dari bahan baku menjadi produk dan sarana prasarana seperti utilitas, taman, mushola, tempat parkir, dan lain-lain. Desain tata letak pabrik harus seefisien mungkin baik dari segi fungsi maupun ekonomi agar dapat memperkirakan biaya secara akurat sebelum mendirikan pabrik serta dapat berjalan maksimal. Untuk memperoleh kondisi yang diinginkan tersebut, maka ada hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik, yaitu:

- a. Urutan proses produksi.
- b. Pengembangan lokasi baru atau penambahan perluasan lokasi yang belum dikembangkan pada masa yang akan datang.
- c. Distribusi ekonomis pada pengadaan air, *steam* proses, tenaga listrik dan bahan baku.
- d. Pemeliharaan dan perbaikan.
- e. Unit utilitas dan sumber tenaga ditempatkan terpisah dari area proses sehingga dapat menjamin operasi berjalan dengan aman.
- f. Kepuasan dan keselamatan kerja sehingga memberikan suasana kerja yang nyaman, aman tertib dan rapi sehingga kinerja menjadi lebih baik. Keselamatan merupakan faktor penting yang ada dalam tata letak pabrik. Jalan dalam pabrik pun harus cukup lebar dan memperhatikan faktor keselamatan manusia, sehingga lalu lintas dalam pabrik dapat berjalan dengan baik.
- g. Bangunan yang meliputi luas bangunan, kondisi bangunan, dan konstruksinya yang memenuhi syarat.
- h. Fleksibilitas dalam perencanaan tata letak pabrik dengan mempertimbangkan kemungkinan perubahan dari proses atau mesin, sehingga perubahan-perubahan yang dilakukan tidak memerlukan biaya tinggi.

- i. Masalah pembuangan limbah cair.
- j. Penyediaan service area seperti kantin, tempat parkir, ruang ibadah, dan lain-lain diatur sedemikian rupa sehingga tetap terjangkau dari tempat kerja.

Dalam literatur (Peters and Timmerhaus, 2004), pengaturan tata letak pabrik memberikan beberapa keuntungan, seperti

- a. Mengurangi jarak transportasi bahan baku dan produksi, sehingga mengurangi *material handling*.
- b. Memberikan ruang gerak yang lebih leluasa perbaikan mesin dan peralatan yang rusak atau *diblowdown*.
- c. Mengurangi ongkos produksi.
- d. Meningkatkan keselamatan kerja.
- e. Mengurangi kerja seminimum mungkin.
- f. Meningkatkan pengawasan operasi dan proses agar lebih baik.

Secara garis besar, tata letak pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu :

1. Daerah Adminitrasi/perkantoran
2. Daerah Laboratorium dan Ruang Kontrol
3. Daerah Proses dan Perluasan
4. Daerah Pergudangan
5. Daerah Utilitas dan *Power Station*
6. Daerah Fasilitas Umum
7. Daerah Pemeliharaan
8. Daerah Pengolahan Limbah

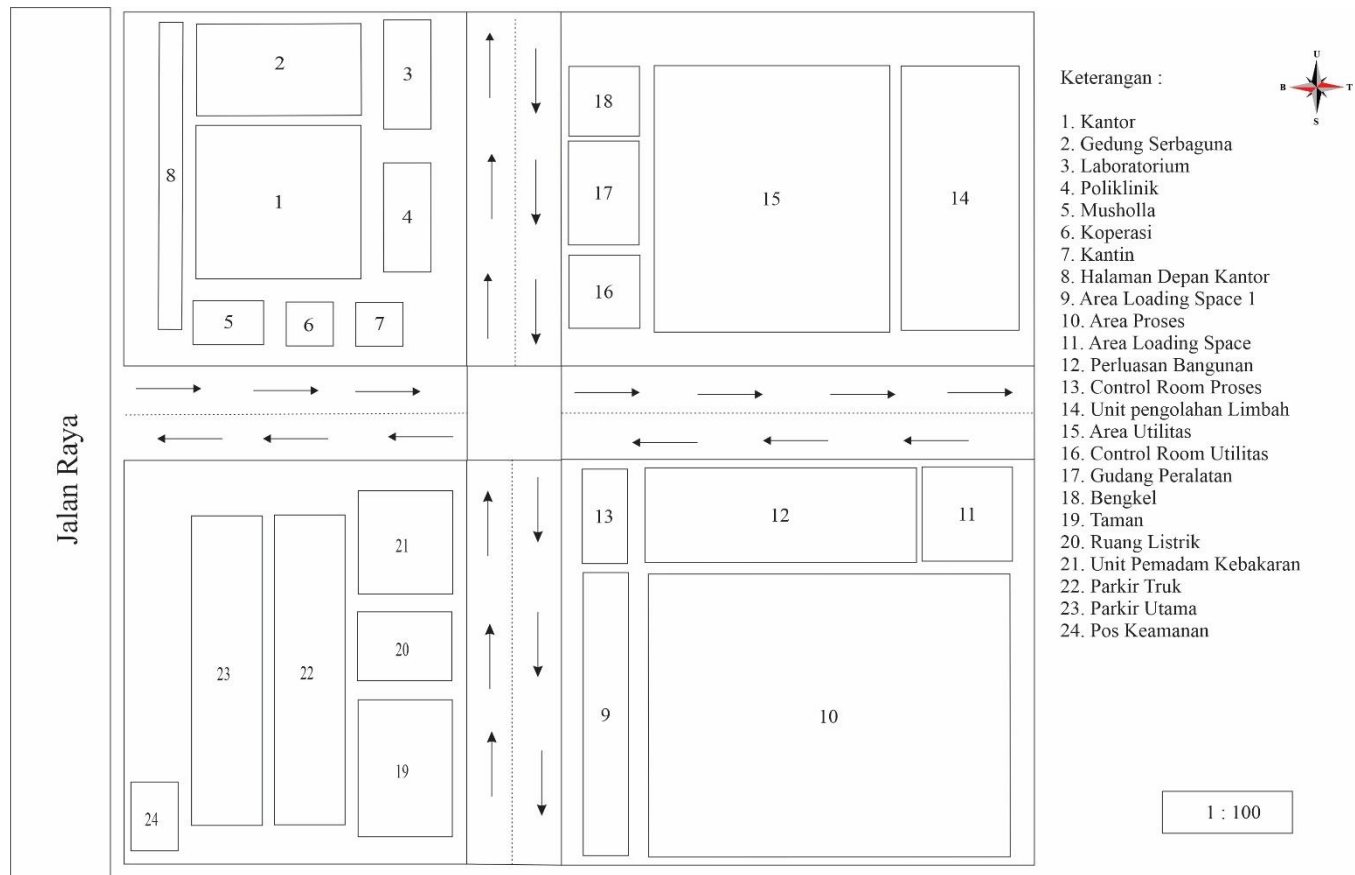
Rincian luas area pabrik dinatrium fosfat dihidrat ditunjukkan seperti pada Tabel 4.1 sedangkan untuk sketsa tata letak pabrik yang akan dibangun di Kabupaten Gresik dapat dilihat pada Gambar 4.2

Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan

No.	Lokasi	Bangunan			Tanah		
		Panjang, m	Lebar, m	Luas, m ²	Panjang, m	Lebar, m	Luas, m ²
1	Kantor	35	35	1225	38,5	38,5	1347,5
2	Gedung Serbaguna	35	21	735	38,5	23,1	808,5
3	Laboratorium	10	25	250	11	27,5	275
4	Poliklinik	10	25	250	11	27,5	275
5	Musholla	15	10	150	16,5	11	165
6	Koperasi	10	10	100	11	11	110
7	Kantin	10	10	100	11	11	110
8	Halaman Depan Kantor	5	70	350	5,5	77	385
9	Area Loading Space 1	10	60	600	11	66	660
10	Area Proses	80	60	4800	88	66	5280
11	Area Loading Space 2	20	20	400	22	22	440
12	Perluasan Bangunan	60	20	1200	66	22	1320
13	Control Room Proses	10	20	200	11	22	220
14	Unit Pengolahan Limbah	25	56	1400	27,5	61,6	1540
15	Area Utilitas	50	56	2800	55	61,6	3080
16	Control Room Utilitas	15	15	225	16,5	16,5	247,5
17	Gudang Peralatan	15	22	330	16,5	24,2	363
18	Bengkel	15	15	225	16,5	16,5	247,5

Tabel 4.1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan (Lanjutan)

No.	Lokasi	Bangunan			Tanah		
		Panjang, m	Lebar, m	Luas, m ²	Panjang, m	Lebar, m	Luas, m ²
19	Taman	20	20	400	22	22	440
20	Ruang Listrik Unit	20	10	200	22	11	220
21	Pemadam Kebakaran	20	15	300	22	16,5	330
22	Parkir Truk	15	45	675	16,5	49,5	742,5
23	Parkir Utama	15	45	675	16,5	49,5	742,5
24	Pos Keamanan	10	10	100	11	11	110
25	Jalan			2000	0	0	2200
	Luas Bangunan			17690	Luas Tanah		19459



Gambar 4. 2 Layout Pabrik Dinatrium Fosfat Dihidrat

4.3 Tata Letak Alat Proses (*Machines Layout*)

Konstruksi yang ekonomis dan operasi yang efisien dari suatu unit proses akan tergantung kepada bagaimana peralatan proses itu disusun. Faktor-faktor yang dapat dipertimbangkan dalam penyusunan tata letak alat proses adalah:

4.3.1 Aliran bahan baku dan produk

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

4.3.2 Aliran udara

Aliran udara di dalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara perlu pada suatu tempat berupa penumpukan dan akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja, selain itu perlu memperhatikan arah hembusan angin agar dapat menjaga keselamatan para tenaga kerja yang bekerja di ketinggian dan agar gas buangan pabrik tidak mengarah ke area perumahan warga.

4.3.3 Pencahayaan

Penerangan seluruh pabrik harus memadai dan sesuai standar pabrik, terpenting pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi perlu dijaga agar tidak terjadi ledakan atau percikan pada penerangan di tempat-tempat proses tersebut berlangsung, hal ini bertujuan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan dalam pabrik.

4.3.4 Lalu lintas manusia dan kendaraan

Dalam perancangan *lay out* peralatan, perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah.

Apabila terjadi gangguan pada alat proses maka harus cepat dan tanggap untuk diperbaiki agar tidak terlalu mengganggu proses produksi yang sedang berjalan, selain itu keamanan para pekerja selama bertugas perlu diprioritaskan.

4.3.5 Pertimbangan ekonomi

Biaya produksi diminimalisasi dengan cara menempatkan peralatan sedemikian rupa sehingga alat transportasi yang digunakan lebih efisien akan tetapi tetap mengedepankan keamanan produksi.

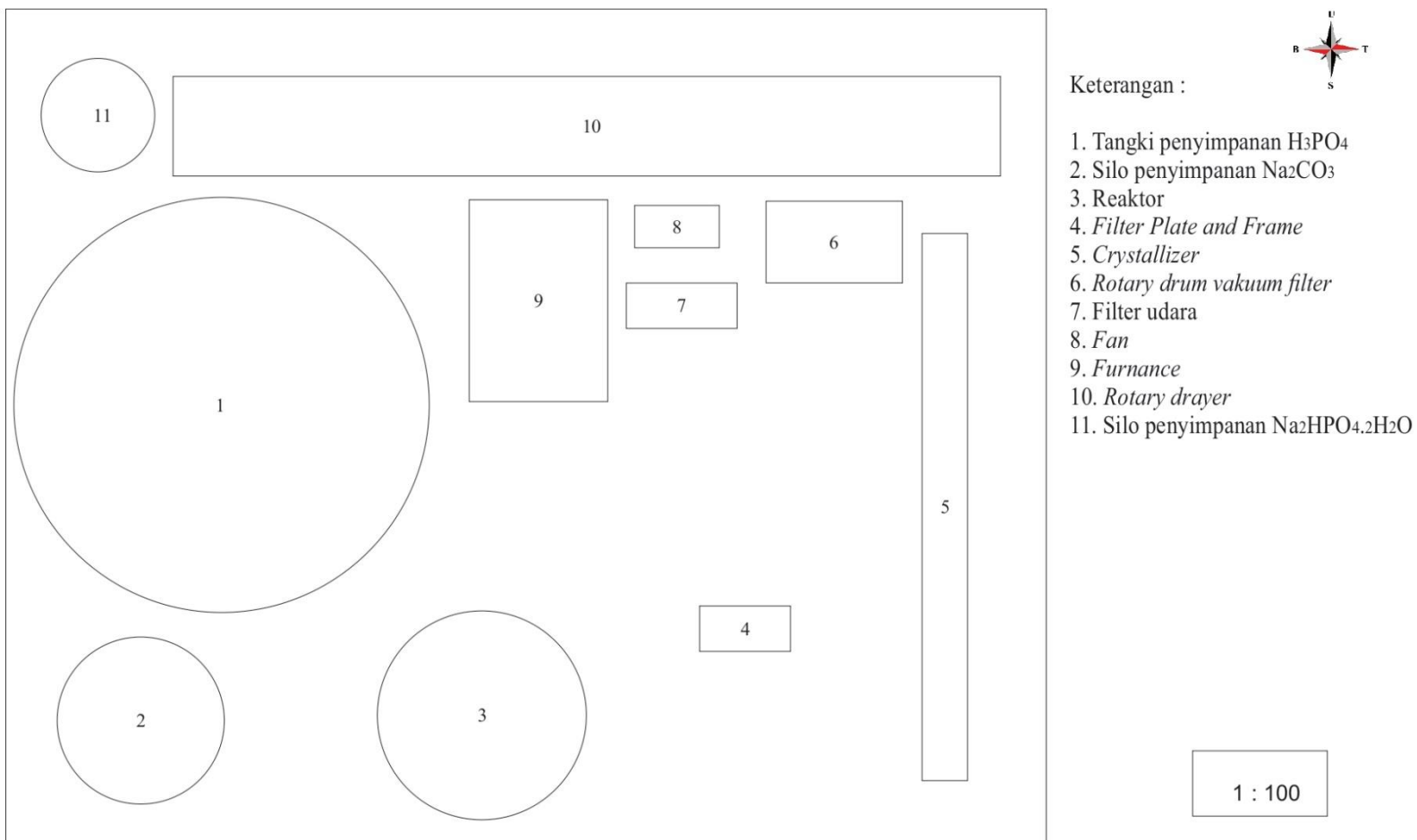
4.3.6 Jarak antar alat proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi tinggi, sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut, tidak membahayakan alat-alat proses lainnya.

4.3.7 Maintenance

Maintenance bertujuan untuk menjaga sarana dan fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktivitas dan perbaikan alat agar produksi menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi produk yang diharapkan. Penjadwalan dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat berproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

Adapun *layout* tata letak alat proses yang terdapat pada pabrik natrium hidrogen fosfat dihidrat, yaitu :



Gambar 4. 3 Layout Proses Pabrik Dinatrium Fosfat Dihidrat

4.4 Organisasi Perusahaan

4.4.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik dinatrium fosfat dihidrat dengan kapasitas 35.000 ton/tahun yang akan didirikan direncanakan mempunyai bentuk perusahaan berupa Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turun mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih.

Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam perseroan terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap-tiap saham. Alasan dipilihnya bentuk perusahaan perseroan terbatas adalah didasarkan atas beberapa faktor, antara lain sebagai berikut :

- 1) Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
- 2) Tanggung jawab pemegang saham terbatas sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pengurus perusahaan.
- 3) Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan adalah pemegang saham, sedangkan pengurus perusahaan adalah direksi beserta staff yang diawasi oleh dewan komisaris.
- 4) Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak berpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta staff, dan karyawan perusahaan.
- 5) Efisiensi manajemen. Pemegang saham dapat memilih orang sebagai dewan komisaris beserta direktur yang cakap dan berpengalaman.

- 6) Lapangan usaha lebih luas. Suatu perusahaan perseroan terbata dapat menarik modal yang besar dari masyarakat, sehingga dapat memperluas usaha.

4.4.2 Struktur Organisasi

Organisasi merupakan suatu wadah atau alat dimana orang-orang yang mempunyai satu visi melakukan kegiatan untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Struktur organisasi adalah gambaran secara sistematis tentang tugas dan tanggung jawab serta hubungan antara bagian-bagian dalam perusahaan. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat bermacam-macam sesuai dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini adalah sebagai berikut :

1. Pemegang Saham
2. Dewan Komisaris
3. Direktur Utama
4. Direktur
5. Kepala Bagian
6. Kepala Seksi
7. Karyawan dan Operator

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi, direktur Keuangan dan Pemasaran, serta Direktur Administrasi dan SDM. Dimana Direktur Teknik dan Produksi membawahi bidang produksi, teknik, penelitian dan laboratorium, serta K3 dan lingkungan. Direktur Keuangan dan Pemasaran membawahi bidang keuangan, penjualan, dan pemasaran. Direktur

Administrasi dan SDM membawahi bidang administrasi, SDM, dan umum.

Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa kepala seksi (Supervisor) dan masing-masing kepala seksi akan membawahi dan mengawasi beberapa karyawan atau staff perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi. Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut :

1. Menjelaskan wewenang pembatasan tugas, tanggung jawab dan wewenang.
2. Sebagai bahan orientasi pejabat
3. Penempatan pegawai yang lebih tepat
4. Penyusunan program pengembangan manajemen
5. Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku apabila terbukti kurang lancar

Secara keseluruhan struktur organisasi perusahaan dapat dilihat pada Gambar 4.4



Gambar 4. 4 Struktur Organisasi

4.5 Tugas dan Wewenang

1. Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS)

Pemegang saham adalah pemilik perusahaan dan atau beberapa orang yang mendirikan perusahaan dengan modal yang dikumpulkan bersama. RUPS merupakan rapat umum yang dilakukan pemegang saham yang memiliki kekuasaan tertinggi. Dalam RUPS dihadiri oleh pemegang saham, dewan komisaris, dan dilaksanakan minimal satu kali dalam setahun untuk terus memantau dan mengevaluasi jalannya perusahaan. Akan tetapi apabila terjadi hal mendesak, RUPS dapat dilaksanakan sesuai dengan ketentuan forum. Tugas dan wewenang dari pemegang saham antara lain :

- a. Mengangkat dan memberhentikan dewan komisaris.
- b. Mengangkat dan memberhentikan direktur dewan direksi.
- c. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta perhitungan untung rugi perusahaan.

2. Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan orang yang melaksanakan tugas sehari-hari pemegang saham yang dipilih oleh seluruh anggota pemegang saham melalui Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Biasanya anggota dewan komisaris adalah orang atau badan hukum yang memiliki saham mayoritas atau memiliki pengalaman dalam perusahaan. Tugas dan wewenang dewan komisaris antara lain :

- a. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya pemasaran.
- b. Mengawasi tugas-tugas direksi.
- c. Membantu direksi dalam tugas-tugas penting.

3. Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan. Direktur utama bertanggungjawab kepada dewan

komisaris terhadap segala kebijakan perusahaan yang telah diambil.

Tugas dan wewenang direktur utama antara lain :

- a. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan, sehingga komunikasi antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen dapat berlangsung dengan baik.
- b. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
- c. Mengkoordinasi kerja sama antara bagian produksi dan bagian umum.

Dalam pelaksanaannya, Direktur Utama membawahi Direktur Operasi & Produksi dan Direktur Administrasi & Umum.

4. Kepala Bagian

Kepala bagian bertanggung jawab kepada direktur utama. Tugas umum kepala bagian adalah mengkoordinasi, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan kerja sesuai bidangnya. Berdasarkan bidangnya, kepala bagian terdiri dari :

- a. Kepala Bagian Proses dan Utilitas

Tugas dari Kepala Bagian proses dan Utilitas ialah mengatur dan menjaga kelancaran unit proses dan unit utilitas agar *rate production* pabrik tercapai dengan mengatur jalannya proses produksi. Dalam pelaksanaannya, Kepala Bagian Proses dan Utilitas membawahi Seksi Proses dan Seksi Utilitas.

- b. Kepala Bagian Perencanaan dan Pengendalian Pemeliharaan

Tugas dari Kepala Bagian Perencanaan dan Pengendalian Pemeliharaan adalah mengatur dan menjaga jumlah pasokan listrik agar selalu mencukupi kebutuhan pabrik serta secara rutin melakukan uji kelayakan terhadap setiap instrumen dalam area pabrik. Kepala Bagian Perencanaan dan Pengendalian Pemeliharaan membawahi

seksi Pemeliharaan dan Bengkel dan Seksi Listrik dan Instrumensi.

c. Kepala Bagian Teknologi

Tugas dari Kepala Bagian Teknologi ialah bertanggungjawab atas penyediaan mesin untuk keberlangsungan proses terkait peralatan dan kebutuhan listrik untuk kelancaran produksi. Melakukan pengecekan terkait perawatan mesin proses.

d. Kepala Bagian Administrasi Keuangan

Tugas dari Kepala Bagian Administrasi Keuangan ialah menghitung aliran dana keluar dan masuk perusahaan. Kepala Bagian Administrasi Keuangan membawahi seksi Keuangan, Pelaporan Keuangan dan Manajemen dan Seksi Akuntansi Biaya.

e. Kepala Bagian Pengembangan Sumber Daya Manusia

Tugas dari Kepala Bagian Pengembangan Sumber Daya Manusia adalah menjaga kualitas SDM dalam perusahaan melalui pelatihan kerja dan lain-lain, sehingga dapat tetap menjaga eos kerja dari setiap pegawai.

f. Kepala Bagian Umum

Tugas dari Kepala Bagian Umum ialah mengatur kegiatan-kegiatan penunjang dalam pabrik setiap menjaga kebersihan kantor, keamanan dan lain-lain. Kepala Bagian Umum membawahi Seksi pelayanan Umum, dan Seksi Keamanan.

g. Kepala Bagian IT

Tugas dari Kepala Bagian IT adalah mengatur dan menjaga aliran informasi, dan menjaga kualitas peralatan penunjang dalam pabrik seperti komputer, alat kontrol dan lain-lain.

5. Kepala Seksi

Kepala Seksi adalah pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para Kepala Bagian masing-masing. Setiap Kepala Seksi bertanggungjawab terhadap Kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

- a. Kepala Seksi proses
- b. Kepala Seksi Utilitas
- c. Kepala Seksi Bengkel dan Pemeliharaan
- d. Kepala Seksi Operasi dan pemeliharaan
- e. Kepala Seksi Administrasi Pemasaran
- f. Kepala Seksi Administrasi Penjualan
- g. Kepala Seksi Pengolahan energi
- h. Kepala Seksi Pengendalian Kualitas
- i. Kepala Seksi Keamanan
- j. Kepala Seksi Pelayanan Umum
- k. Kepala Seksi akuntansi Biaya
- l. Kepala Seksi Pelapor Keuangan & Manajemen
- m. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja
- n. Kepala Seksi Keuangan

4.6 Jam Kerja Karyawan

Pabrik dinatrium fosfat dihidat akan beroperasi 330 hari selama satu tahun dalam 24 jam sehari. Sisa hari yang bukan merupakan hari hibur digunakan untuk perbaikan, perawatan atau *shut down*. Berdasarkan jam kerjanya, karyawan perusahaan dapat digolongkan menjadi 2 golongan yaitu karyawan *non-shift* (harian) dan karyawan *shift*.

4.6.1 Karyawan *non-shift*

Karyawan *non-shift* adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk para karyawan non shift adalah direktur, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi serta seluruh yang tugasnya berada di kantor. Karyawan non

shift dalam satu minggu bekerja selama 5 hari dengan jam kerja sebagai berikut :

Senin – Kamis : 08.00 – 16.00 WIB (Istirahat 12.00 – 13.00)

Jum'at : 08.00 – 16.00 (Istirahat 11.30 – 13.30)

Sabtu – Minggu : Hari libur, termasuk hari libur nasional.

4.6.2 Karyawan shift

Karyawan shift adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah kewanatan dan kelancaran produksi sehingga tidak dapat ditinggalkan. Yang termasuk karyawan shift ini adalah operator produksi, bagian dari bagian teknik, bagian gudang dan bagian utilitas, pengendalian, laboratorium, termasuk petugas keamanan yang menjaga keamaan selama proses produksi berlangsung. Para karyawan akan bekerja secara bergantian sehari semalam. Karyawan shift dibagi dalam 3 shift dengan pengaturan sebagai berikut :

Shift Pagi : 07.00 – 15.00 WIB

Shift Sore : 15.00 – 23.00 WIB

Shift Malam : 23.00 – 07.00 WIB

Jadwal kerja terbagi menjadi empat regu (A,B,C,D) dimana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat dan dilakukan secara bergantian. Tiap regu akan mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hri libur tiap-tiap shift dan mauk lagi untuk shift berikutnya. Berikut adalah jadwal kerja shift karyawan :

Tabel 4. 2 Jadwal Kerja *Shift* Karyawan

Regu	Hari														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	I	I	I	■	II	II	II	■	III	III	III	■	I	I	I
B	■	II	II	II	■	III	III	III	■	I	I	I	■	II	II
C	II	■	III	III	III	■	I	I	I	■	II	II	II	■	III
D	III	III	■	I	I	I	■	II	II	II	■	III	III	III	■

Tabel 4.3 Jadwal Kerja *Shift* Karyawan (Lanjutan)

Regu	Hari
------	------

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A	I	I	I	■	II	II	II	■	III	III	III	■	I	I	I
B	■	II	II	II	■	III	III	III	■	I	I	I	■	II	II
C	II	■	III	III	III	■	I	I	I	■	II	II	II	■	III
D	III	III	■	I	I	I	■	II	II	II	■	III	III	III	■

Keterangan:

1,2,3,dst : hari

A,B,C,D : regu

I,II,III : shift

■ : Libur

4.7 Status, Sistem Penggajian, dan Penggolongan Pekerja

4.7.1 Jumlah Pekerja

Tabel 4. 3 Jumlah Pekerja

No	Jabatan	Jumlah
1	Dewan Komisaris	1
2	Direktur Utama	1
3	Direktur Operasi dan Produksi	1
4	Direktur Administrasi dan Umum	1
5	Ka. Bag. Prose dan Utilitas	1
6	Ka. Bag. Perencanaan dan Pengendalian	1
7	Ka. Bag. Teknologi	1
8	Ka. Bag. Administrasi Keuangan	1
9	Ka. Bag. PSDM	1
10	Ka. Bag. Umum	1
11	Ka. Bag. IT	1
12	Ka. Sek. Proses	1
13	Ka. Sek. Utilitas	1
14	Ka. Sek. Bengkel dan Pemeliharaan	1
15	Ka. Sek. Operasi dan Pemeliharaan	1
16	Ka. Sek. Administrasi Pemasaran	1
17	Ka. Sek. Administrasi Pembelian	1
18	ka. Sek. Pengolahan Energi	1
19	Ka. Sek. Keamanan	1

Tabel 4.4 Jumlah Pekerja (Lanjutan)

No	Jabatan	Jumlah
20	Ka. Sek. Pelayanan Umum	1
21	Ka. Sek. Akuntansi Biaya	1
22	Ka. Sek. Pengendalian Kualitas	1
23	Ka. Sek. Pelapor Keuangan dan Manajemen	1
24	Ka. Sek. Keuangan	1
25	Ka. Sek. Kesehatan dan Keselamatan Kerja	1
26	Karyawan Pemasaran	5
27	Karyawan K3	6
28	Karyawan Kas/Anggaran	5
29	Karyawan Proses dan Utilitas	36
30	Karyawan Pemeliharaan	5
31	Perawat	4
32	Satpam	8
33	Supir	10
34	<i>Cleaning Service</i>	10
Total		114

4.7.2 Penggolongan Jabatan

Dalam mendirikan suatu pabrik harus adanya penggolongan jabatan, karena hal ini akan berkaitan dengan keberlangsungan pabrik untuk bersaing di pasaran. Berikut rincian penggolongan jabatan.

Tabel 4. 4 Penggolongan Jabatan

Jabatan	Pendidikan
Dewan Komisaris	S-2
Direktur Utama	S-2
Kepala Bagian	S-1
Kepala Seksi	S-1
Perawat	D-3/D-4/S-1
Karyawan	D-3/S-1
Satpam	SLTA
Supir	SLTA
<i>Cleaning Service</i>	SLTA

4.7.3 Sistem Gaji Pegawai

a. Gaji harian

Merupakan gaji yang diberikan kepada karyawan tidak tetap

b. Gaji bulanan.

Merupakan gaji yang diberikan kepada pegawai tetap dengan jumlah sesuai peraturan perusahaan.

c. Gaji lembur

Merupakan gaji yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok yang sudah ditentukan.

Perincian gaji sesuai dengan jabatan adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 5 Rincian Gaji Karyawan

Jabatan	Jumlah	Gaji Per Bulan (Rp)	Gaji Per Bulan (Rp)
Dewan Komisaris	1	90.000.000	90.000.000
Direktur Utama	1	35.000.000	35.000.000
Direktur Operasi dan Produksi	1	35.000.000	35.000.000
Direktur Administrasi dan Umum	1	35.000.000	35.000.000
Ka. Bag. Prose dan Utilitas	1	20.000.000	20.000.000
Ka. Bag. Perencanaan dan Pengendalian	1	20.000.000	20.000.000
Ka. Bag. Teknologi	1	20.000.000	20.000.000
Ka. Bag. Administrasi Keuangan	1	20.000.000	20.000.000
Ka. Bag. PSDM	1	20.000.000	20.000.000
Ka. Bag. Umum	1	20.000.000	20.000.000
Ka. Bag. IT	1	15.000.000	15.000.000
Ka. Sek. Proses	1	15.000.000	15.000.000

Tabel 4.5 Rincian Gaji Karyawan (Lanjutan)

Jabatan	Jumlah	Gaji Per Bulan (Rp)	Gaji Per Bulan (Rp)
Ka. Sek. Utilitas	1	15.000.000	15.000.000
Ka. Sek. Bengkel dan Pemeliharaan	1	15.000.000	15.000.000
Ka. Sek. Operasi dan Pemeliharaan	1	15.000.000	15.000.000
Ka. Sek. Administrasi Pembelian	1	15.000.000	15.000.000
Ka. Sek. Pengolahan Energi	1	15.000.000	15.000.000
Ka. Sek. Keamanan	1	15.000.000	15.000.000
Ka. Sek. Pelayanan Umum	1	15.000.000	15.000.000
Ka. Sek. Akuntansi Biaya	1	15.000.000	15.000.000
Ka. Sek. Pengendalian Kualitas	1	15.000.000	15.000.000
Ka. Sek. Pelapor Keuangan dan Manajemen	1	15.000.000	15.000.000
Ka. Sek. Keuangan	1	15.000.000	15.000.000
Ka. Sek. Kesehatan dan Keselamatan Kerja	1	15.000.000	15.000.000
Karyawan Pemasaran	4	10.000.000	40.000.000
Karyawan K3	5	10.000.000	50.000.000
Karyawan Kas/Anggaran	4	10.000.000	40.000.000
Karyawan Proses dan Utilitas	33	8.500.000	280.500.000
Karyawan Pemeliharaan	5	6.500.000	32.500.000
Perawat	6	6.000.000	36.000.000
Satpam	8	5.000.000	40.000.000
Supir	10	5.000.000	50.000.000
<i>Cleaning Service</i>	10	5.000.000	50.000.000
Total	110	606.000.000	1.159.000.000

4.8 Catatan

a. Cuti Tahunan

Karyawan mempunyai hak cuti tahunan selama 12 hari setiap tahun. Bila dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan, maka hak tersebut akan hilang untuk tahun itu dan akan diakumulasikan.

b. Hari Libur Nasional

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

c. Kerja Lembur (Overtime)

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

d. Sistem Gaji Karyawan

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

4.9 Kesejahteraan Pegawai

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan kepada karyawan, diantaranya sebagai berikut :

4.9.1 Tunjangan

- a. Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
- b. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang.
- c. Tunjangan lembur untuk karyawan yang bekerja di luar jam kerja diberikan berdasarkan jumlah jam kerja.

4.9.2 Cuti

- a. Cuti sakit diberikan kepada setiap karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.
- b. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu tahun.

4.9.3 Pakaian Kerja

Pakaian kerja yang diberikan kepada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya.

4.9.4 Pengobatan

- a. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja ditanggung perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku.
- b. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang tidak diakibatkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

4.9.5 Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Tenaga Kerja (BPJSTK)

BPJSTK diberikan perusahaan apabila jumlah karyawan lebih dari 10 orang dengan gaji karyawan Rp. 1.000.000,00 per bulan. Fasilitas untuk kemudahan bagi karyawan dalam melaksanakan aktivitas selama di pabrik antara lain :

- a. Penyediaan mobil dan bus untuk transportasi antar jemput karyawan.
- b. Kantin, untuk memenuhi kebutuhan makan karyawan terutama makan siang.
- c. Sarana peribadatan seperti masjid.
- d. Pakaian seragam kerja dan peralatan-peralatan keamanan seperti safety helmet, safety shoes dan kacamata, serta tersedia pula alat-alat keamanan lain seperti masker, ear plug, sarung tangan tahan api.
- e. Fasilitas kesehatan seperti tersedianya poliklinik yang dilengkapi dengan tenaga medis dan paramedis.

BAB V

UTILITAS

Untuk mendukung proses dalam suatu pabrik diperlukan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan.

Unit utilitas merupakan unit penunjang bagi unit-unit yang lain dalam pabrik atau sarana penunjang untuk menjalankan suatu pabrik dari tahap awal sampai produk akhir. Unit utilitas ini meliputi :

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
2. Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)
3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
4. Unit Penyediaan Udara Instrumen (*Instrument Air System*)
5. Unit Penyediaan Bahan Bakar
6. Unit Pengolahan Limbah

Dalam perancangan pabrik natrium hidrogen fosfat dihidrat, kebutuhan air diambil dari sungai terdekat, yaitu Sungai Kali Mireng. Kebutuhan air didapatkan dari sumber air terdekat di sekitar lokasi pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi persyaratan untuk digunakan didalam industri kimia. Pengolahan air dapat meliputi pengolahan secara fisik, secara kimiawi dan penambahan bahan kimia tertentu.

5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

a. Unit Penyediaan Air

Dalam memenuhi kebutuhan air suatu industri, pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air. Dalam perancangan dinatrium fosfat dihidrat ini, sumber air yang digunakan berasal dari air sungai Kali Mireng

yang merupakan sungai terdekat dengan pabrik. Pertimbangan menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah :

- a) Sungai adalah sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi dan kecil kemungkinan akan mengalami kekeringan sehingga penyediaan air akan selalu terjaga.
- b) Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif lebih murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya lebih besar.

b. Kebutuhan Air

1. Air Domestik

Sumber air untuk sanitas berasal dari air sungai yang sudah melalui proses pengolahan. Air ini dimaksudkan untuk memenuhi kebutuhan sanitasi seperti kebutuhan karyawan, kantor, dan lain-lain. Adapun syarat kimia, fisik serta bakteriologis air sanitasi yang harus dipenuhi antara lain :

a. Syarat Fisik :

- Suhu dibawah suhu udara luar.
- Warna jernih.
- Tidak berasa.
- Tidak berbau.

b. Syarat Kimia :

- Tidak mengandung zat organik dan zat anorganik.
- Tidak beracun.

c. Syarat Bakteriologi :

- Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri patogen.

Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan Air	<i>Flowrate</i> , kg/jam
Perkantoran untuk 160 orang karyawan (100 L/hari)	689,3333333
Perumahan untuk	193,87
Kantin (15 L/orang/hari)	341,22
Poliklinik (8 L/orang/hari)	20,68
Mushola (20 L/orang/hari)	1551
Lingkungan dan Taman (1000 L/hari)	43,08
Laboratorium	2188,21
Total	5027,40

Perancangan dibuat *overdesign* sebesar 20% dari total kebutuhan air umum untuk keamanan atau cadangan. Sehingga total kebutuhan air umum menjadi 6032,88 kg/jam.

2. Air untuk pemadam kebakaran (Hydran Water) dan Servis

Air pemadam kebakaran sangat diperlukan untuk keadaan darurat jika terjadi kebakaran. Kebutuhan air ini bersifat situasional dan tidak kontinyu karena bersifat insidental. Diasumsikan kebutuhan air hidran sebesar 5000 L/hari, kemudian untuk kebutuhan servis diperkirakan membutuhkan air sebesar 20% dari total kebutuhan air umum yaitu sebesar 1005,4795 kg/jam, sehingga total kebutuhan air untuk pemadam kebakaran dan servis sebesar 1041,3823 kg/jam.

3. Air pendingin

Sumber air pendingin diperoleh dari air sungai yang sudah melalui proses pengolahan. Air pendingin mengolah unit air melalui proses pendinginan untuk dapat digunakan sebagai air dalam proses pendingin pada alat penukar panas (Heat Exchanger) dari alat yang membutuhkan pendingin seperti pada *crystallizer*.

Pada umumnya, digunakan air sebagai media pendingin dikarenakan berbagai faktor, antara lain :

- Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah yang besar.
- Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.
- Dapat menyerap sejumlah panas per satuan volume yang tinggi.
- Tidak terdekomposisi

Air pendingin pada pabrik ini dibutuhkan pada kondisi suhu 30 °C dengan rincian sebagai berikut.

Tabel 5. 2 Kebutuhan untuk Air Pendingin

Alat	Flowrate, kg/jam
<i>Crystallizer-01</i>	5.196,63
<i>Screw Conveyor-03</i>	3.454,06
Total	8.650,69

Pada perancangannya dibuat overdesign sebesar 20% dari total kebutuhannya untuk kemanan, sehingga totalnya menjadi 10380,82 kg/jam.

4. Air untuk pembangkit *steam* (*Boiler Feed Water*)

Air umpan boiler yang digunakan sudah melalui proses pengolahan secara kimiawi terlebih dahulu sebelum digunakan. Air yang digunakan untuk menghasilkan *steam* untuk kelangsungan proses.

Air yang digunakan sebagai umpan boiler terlebih dahulu dilakukan pengolahan secara kimiawi. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut:

a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi didalam boiler disebabkan karena air mengandung larutan-larutan asam dan gas-gas yang terlarut, seperti O_2 , CO_2 , H_2S , dan NH_3 .

b. Zat yang menyebabkan kerak (*scale fouling*)

Pembentukan kerak disebabkan karena adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbohidrat dan silika.

c. Zat yang dapat menyebabkan *foaming*

Air yang diperoleh dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada boiler karena adanya zat-zat organik, anorganik dan zat-zat yang tak larut dalam jumlah yang besar. Efek pembusaan terjadi pada alkalinitas yang tinggi.

Pabrik ini juga memerlukan demineralized water sebagai boiler feed water untuk kebutuhan steam sebagai pemanas pada heat exchanger dengan rincian sebagai berikut.

Tabel 5. 3 Kebutuhan Air untuk Pembangkit steam

Alat	Flowrate, kg/jam
Heater-01	34,78
Heater-02	9,49
Heating Screw Conveyor	207,35
Make Up (10%)	25,16
Deaerator (10%)	25,16
Blowdown Boiler (5%)	20,13
Total	322,08

5. Air untuk kebutuhan proses

Sumber air proses yang akan digunakan diambil dari air sungai. Air sungai mengalami pengolahan agar memenuhi syarat untuk digunakan sebagai air proses. Air proses merupakan air pada area proses produksi. Adapun hal yang harus diperhatikan dalam pengolahan air sungai, diantaranya :

- a. Partikel makroba maupun mikroba yang terdapat pada air sungai.
- b. Kesadahan yang dapat menimbulkan kerak pada alat proses.
- c. Beberapa logam larut dalam air seperti besi, aluminium dapat menimbulkan korosi.

Pada proses yang terjadi pada pabrik ini, dibutuhkan air untuk proses pelarutan Na_2CO_3 di reaktor (R-01). Air yang digunakan merupakan demineralized water dengan kualitas seperti umpan boiler agar dapat memenuhi kebutuhan operasi proses. Kebutuhan air tersebut adalah sebanyak 1858,40 kg/jam. Dengan overdesign sebesar

20% untuk keamanan diperoleh kebutuhan air untuk proses sebanyak 2230,08 kg/jam.

Air sungai dari sumber yang digunakan sebelumnya harus diolah terlebih dahulu agar kualitasnya memenuhi kondisi yang diharapkan yaitu tidak ada pengotor atau bersih. Berikut adalah beberapa tahapan pengolahan air.

a) Screening

Air dari sumber diambil secara langsung menggunakan pipa. Air ini kemudian disaring dengan menggunakan screener untuk menyaring pengotor berukuran besar seperti sampah maupun makhluk hidup yang terbawa pada air sungai ini. Proses ini bertujuan untuk menghindari kemungkinan terjadinya penyumbatan dan korosi pada pipa dan pompa.

b) Ekualisasi dan Sedimentasi

Air yang telah disaring menggunakan screener akan masuk ke bak ekualisasi. Proses ini dimaksudkan untuk menyamakan debit air yang masuk ke proses selanjutnya. Proses dilanjutkan dengan proses sedimentasi yang berfungsi untuk mengendapkan kotoran pengotor yang berupa padatan tersuspensi. Proses pemisahan ini berlangsung dengan memanfaatkan gaya gravitasi dimana padatan yang lebih berat dari cairan akan turun kebawah dan mengendap.

c) Klasifikasi

Klasifikasi merupakan tahapan lanjutan dari sedimentasi dimana air yang diolah tidak kehilangan seluruh padatan tersuspensi yang terkandung di dalamnya. Sehingga padatan tersebut perlu diolah lagi pada proses ini. Proses ini terbagi menjadi tiga yaitu koagulasi, flokulasi, dan pengendapan. Proses koagulasi adalah proses pemurnian air dengan menambahkan koagulan yang berfungsi untuk menggumpalkan padatan sehingga terbentuk flok-flok atau terjadi proses flokulasi. Lalu padatan tersebut akan mengendap dan terpisah

dari air. Koagulan yang digunakan sendiri adalah garam organik, yaitu aluminium sulfat atau tawas.

d) Filtrasi

Filtrasi merupakan proses penyingkapan *suspended matter* dalam air. Proses ini dilakukan dengan mengalirkan air melalui lapisan berpori. Penyaring yang digunakan adalah *sand filter* yang mengandung pasir silika, karbon aktif, dan antrasit. Pasir silika berfungsi untuk menyingkapan *suspended matter* atau air, sedangkan karbon aktif digunakan untuk mengadsorb klorin atau oksida lain. Selain itu, karbon aktif juga berfungsi untuk menghilangkan bau, rasa dan pengotor lainnya yang ada dalam air.

e) Demineralisasi

Demineralisasi merupakan proses menghilangkan ion-ion yang terkandung dalam air agar tidak berbentuk scale dalam boiler. Proses ini dijalankan dalam alat penukar ion yang berisi resin-resin penukar ion. Ion-ion positif ditukar dengan resin kation, sedangkan ion-ion negatif ditukar dengan resin anion. Proses terjadi selama demineralisasi adalah sebagai berikut :

1. *Cation Exchanger*

Cation exchanger merupakan alat penukar ion positif dengan resin kation. Ion positif contohnya adalah Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ .

2. *Anion Exchanger*

Anion exchanger merupakan alat penukar ion negatif dengan resin anion. Ion negatif contohnya adalah SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , NO_2^- . Air yang keluar dari *anion exchanger* merupakan air bebas mineral atau disebut air demin (*demin water*) yang akan digunakan untuk air umpan boiler. Prosesnya berjalan secara kontinu. Hal ini mengakibatkan menurunnya kemampuan resin untuk menukar ion seiring berjalannya waktu dan resin akan mencapai keadaan jenuh. Oleh karena itu, perlu dilakukan regenerasi resin. Larutan yang

digunakan untuk mengaktifkan kembali resin kation yaitu larutan NaCl, sedangkan untuk regenerasi resin anion digunakan larutan NaOH.

f) Deaerasi

Deaerasi adalah proses menghilangkan *dissolved gas* (O₂ dan CO₂), pemisahan logam seperti mangan (Mn) dan besi (Fe), dan penghilangan bau, rasa, serta warna pada air demin. Kandungan O₂ dan CO₂ yang terkandung dalam air dapat menyebabkan korosi pada pipa atau boiler dan kandungan mineral dalam air juga dapat menimbulkan kerak. Proses deaerasi dilakukan secara mekanis dengan mencampurkan air dengan udara.

g) Boiler

Boiler adalah alat yang menghasilkan *steam* atau uap yang digunakan sebagai pemanas pada alat-alat pabrik selama proses produksi. Proses yang terjadi di dalam boiler adalah pemanasan air yang keluar dari deaerator secara terus menerus pada tekanan dan suhu tertentu menggunakan bahan bakar. Bahan bakar yang umum digunakan adalah batu bara, minyak, dan listrik. Air umpan *boiler* tidak seluruhnya dipanaskan menjadi *steam*, sebagian air akan digunakan sebagai *blowdown* yang berfungsi untuk mengurangi jumlah *suspended solid* dalam *boiler* yang dapat mengakibatkan terjadinya *fouling* pada alat.

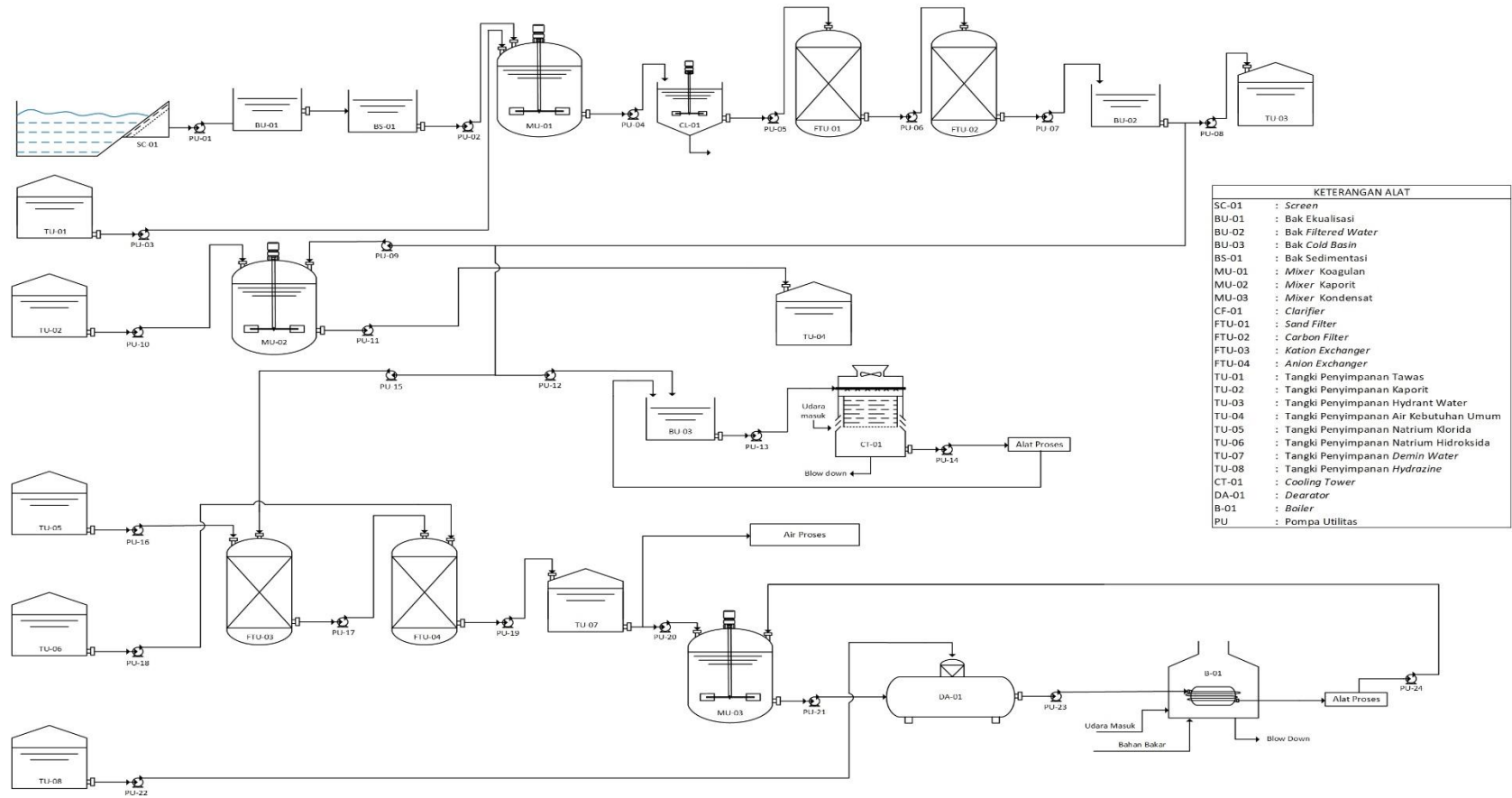
h) Cooling Tower

Cooling tower adalah alat yang berfungsi untuk mendinginkan kembali air pendingin yang sudah digunakan pada alat-alat proses menjadi 30°C. Air pendingin yang sudah digunakan sebagai pendingin pada proses tidak dibuang ke lingkungan tetapi disirkulasikan dan didinginkan kembali agar dapat menghemat pengambilan *make up water* dari sumber dan mengurangi proses pengolahan air. Air pendingin bersuhu tinggi dikontakkan dengan udara kering yang masuk dari bagian samping *cooling tower*. Proses ini mengakibatkan sebagian

air menguap dengan mengambil panas dari badan air itu sendiri. Pengambilan panas untuk penguapan ini mengakibatkan suhu air pendingin menurun sehingga air pendingin dapat disirkulasikan kembali menuju alat-alat proses.

Berikut ini merupakan diagram alir pengolahan air yang ditunjukkan dalam Gambar 4.6.

UNIT PENGOLAHAN AIR INDUSTRI



Gambar 5. 1 Unit Utilitas

5.2 Unit Pembangkit steam

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan steam pada proses produksi, yaitu dengan menyediakan ketel uap (*boiler*) dengan kapasitas sebesar 322,08 kg/jam. Kebutuhan steam pada pabrik dinatrium fosfat dihidrat ini digunakan untuk alat-alat penukar panas. Untuk memenuhi kebutuhan ini digunakan boiler dengan jenis *water tube boiler*.

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve system* dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis. Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan boiler terlebih dahulu diatur kadar silika, O₂, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Selai itu juga perlu diatur pH nya yaitu sekitar 10,5-11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosivitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran batubara yang keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 170°C, kemudian diumpankan ke *boiler*.

Di dalam *boiler*, api yang keluar dari alat-alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam *boiler* menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 4 bar, baru kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

5.3 Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan listrik pada pabrik pembuatan dinatrium fosfat dihidrat diperoleh melalui 2 sumber yaitu Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan generator diesel. Generator diesel berfungsi sebagai tenaga cadangan ketika PLN terjadi gangguan.

Total kebutuhan listrik untuk keseluruhan proses adalah kW. Dengan faktor daya sebesar 80% maka kebutuhan listrik total sebesar kW. Kebutuhan listrik keseluruhan diperoleh dari PLN, namun disediakan generator sebagai cadangan dengan kekuatan kW jika sewaktu-waktu listrik padam atau pasokan listrik kurang.

Spesifikasi Generator :

Tipe : AC Generator

Generator

Kapasitas : 250 kW

Berikut merupakan rincian kebutuhan listrik, diantaranya sebagai berikut :

a. Kebutuhan listrik untuk alat proses

Tabel 5. 4 Kebutuhan Listrik untuk Alat Proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
<i>Bucket Elevator-01</i>	BE-01	2,00	1.491,40
<i>Bucket Elevator-02</i>	BE-02	3,00	2.237,10
Pompa-01	P-01	1,50	1.118,55
Pompa-02	P-02	0,75	559,30
Pompa-03	P-03	21,70	16.179,70
Pompa-04	P-04	19,53	14.561,70
Pompa-05	P-05	12,41	9.256,00
Pompa-06	P-06	0,75	559,27
<i>Screw Conveyor-01</i>	SC-01	0,50	372,85
<i>Screw Conveyor-02</i>	SC-02	0,17	126,77
<i>Screw Conveyor-03</i>	SC-03	1,00	745,70
Reaktor	R-01	10,00	7.457,00
<i>Crystallizer</i>	CR-01	1,00	745,70
Blower RDVF	RDVF-01	3,00	2.237,10

<i>Rotary Dryer</i>	RD	45,00	33.556,49
Total		121,56	91.204,63

Power yang dibutuhkan = 91.204,63 Watt = 90,65 kW

b. Kebutuhan Listrik Utilitas

Tabel 5. 5 Kebutuhan Listrik untuk Alat Utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Mixer Kaporit-01	MU-01	5,00	3728,50
Mixer Kaporit-02	MU-02	3,00	2237,10
Mixer Kaporit	MU-03	0,50	372,85
Cooling Tower	CT-01	5,00	3728,50
Clarifier	CL-01	20,00	14914,00
Pompa Utilitas -01	PU-01	2,00	1491,40
Pompa Utilitas -02	PU-02	1,50	1118,55
Pompa Utilitas -03	PU-03	1,00	745,70
Pompa Utilitas -04	PU-04	1,00	745,70
Pompa Utilitas -05	PU-05	2,00	1491,40
Pompa Utilitas -06	PU-06	1,50	1118,55
Pompa Utilitas -07	PU-07	1,50	1118,55
Pompa Utilitas -08	PU-08	1,50	1118,55
Pompa Utilitas -09	PU-09	1,50	1118,55
Pompa Utilitas -10	PU-10	1,00	745,70
Pompa Utilitas -11	PU-11	1,00	745,70
Pompa Utilitas -12	PU-12	2,00	1491,40
Pompa Utilitas -13	PU-13	1,00	745,70
Pompa Utilitas -14	PU-14	1,00	746,70
Pompa Utilitas -15	PU-15	1,00	747,70
Pompa Utilitas -16	PU-16	1,00	748,70
Pompa Utilitas -17	PU-17	1,00	749,70

Tabel 5.5 Kebutuhan Listrik untuk Alat Utilitas (Lanjutan)

Pompa Utilitas -18	PU-18	1,00	750,70
Pompa Utilitas -19	PU-19	1,00	751,70
Pompa Utilitas -20	PU-20	1,00	752,70
Pompa Utilitas -21	PU-21	1,00	753,70
Pompa Utilitas -22	PU-22	1,00	754,70
Pompa Utilitas -23	PU-23	1,00	755,70
Total		62,00	46288,39

Power yang dibutuhkan = 46233,39 Watt = 46,23 kW

Kebutuhan Motor Penggerak Total = 136,88 kW

c. Kebutuhan Listrik Instrumentasi atau Alat Kontrol

Power yang dibutuhkan alat kontrol diperkirakan 25% dari total kebutuhan listrik menggerakkan motor.

$P = 34,22 \text{ kW}$

d. Kebutuhan Listrik untuk Penerangan

Power yang dibutuhkan untuk alat penerangan diperkirakan 15% dari total kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor.

$P = 20,53 \text{ kW}$

e. Kebutuhan Listrik untuk Peralatan Kantor

Power yang dibutuhkan untuk kantor seperti (AC, Komputer, dan lain-lain) diperkirakan 15% dari total kebutuhan listrik untuk menggerakkan listrik.

$P = 20,53 \text{ kW}$

f. Kebutuhan Listrik untuk Bengkel, Laboratorium, dan lain-lain

Power yang dibutuhkan untuk bengkel, laboratorium, dan lain-lain diperkirakan 15% dari total kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor.

$P = 20,53 \text{ kW}$

Total Kebutuhan listrik pabrik dapat dilihat berdasarkan tabel berikut :

Tabel 5. 6 Total Kebutuhan Listrik

No	Keperluan	Kebutuhan
1	Alat Proses	90,65
2	Alat Utilitas	46,23
3	Penerangan	20,53
4	Peralatan kantor	20,53
5	Laboratorium dan Bengkel	20,53
6	Instrumental/alat kontrol	34,22
Total		232,60

Kebutuhan listrik disuplai dari PLN, namun sebagai cadangan terdapat sebuah generator mandiri sebagai cadangan jika terjadi pemadaman listrik oleh PLN secara mendadak.

5.4 Unit Penyedia Udara Instrumen

Udara tekan diperlukan untuk penggerak alat-alat kontrol yang bekerja secara pneumatic. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 10,20 m³/jam.

5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan boiler. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar (Industrial Diesel Oil) sebanyak 15 L/jam yang diperoleh dari PT. Pertamina. Sedangkan bahan bakar yang dipakai pada boiler adalah fuel oil sebanyak 0,37 kg/jam yang juga diperoleh dari PT. Pertamina.

5.6 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dari proses ini berupa limbah padat, dan limbah cair. Sebelum dibuang ke lingkungan, limbah-limbah tersebut diolah terlebih dahulu hingga memenuhi baku mutu lingkungan. Hal ini

dilakukan agar limbah tersebut tidak mencemari lingkungan. Limbah tersebut diantaranya :

1. Limbah gas

Limbah gas yang dihasilkan pada pabrik ini adalah karbon dioksida hasil reaksi di reaktor. Adapun treatment untuk penanganan limbah CO₂ :

- Disediakan cerobong asap (*stack*) untuk mengurangi dampak pencemaran terhadap pemukiman warga.
- Melakukan penanaman pohon agar meminimalisir dari dampak polusi udara.
- Efisiensi bahan bakar dengan pengaturan flow udara, instalasi *stack* gas, dan insulasi yang baik.

2. Limbah padat

Limbah padat dihasilkan dari produk padat reaktor yang kemudian dipisahkan dengan filtrasi. Limbah padat tersebut nantinya akan diolah lebih lanjut melalui pihak ketiga (*off-site treatment*).

5.7 Spesifikasi Alat Utilitas

Tabel 5. 7 Spesifikasi Screen Utilitas

Parameter	SC-01
Fungsi	Menyaring pengotor berukuran besar seperti sampah, tumbuhan, dan hewan yang terbawa oleh air sungai sebelum dikirim menuju unit pengolahan air
Bahan Konstruksi	Aluminium
Jenis Alat	Bar Rack Screem
Jarak antar Screen	30 mm
Kemiringan Screen	45°
Diameter	1 m
Jumlah	1 Unit

Tabel 5. 8 Spesifikasi Tangki Pencampuran Utilitas

Parameter	MU-01	MU-02	MU-03
Fungsi	Mencampurkan air keluar BS-01 dengan koagulen berupa alum	Mencampurkan air keluar B-02 dengan disinfektan berupa larutan kaporit 5%	Mencampurkan kondensat steam dengan make-up water
Jenis Alat	Tangki silinder tegak, <i>torispherical head</i> dan <i>bottom</i>	Tangki silinder tegak, <i>torispherical head</i> dan <i>bottom</i>	Tangki silinder tegak, <i>torispherical head</i> dan <i>bottom</i>
Bahan	<i>Carbon Steel</i>	<i>Carbon Steel</i>	<i>Carbon Steel</i>
Tinggi (m)	2,89	2,25	0,71
Diameter (m)	1,83	1,51	0,46
Volume (m ³)	8,64	3,38	0,13
Jenis Impeller	<i>Marine Propeller 3 blade</i>	<i>Marine Propeller 3 blade</i>	<i>Marine Propeller 3 blade</i>
Power Motor	5 HP	3 HP	0,5 HP
Jumlah	1	1	1

Tabel 5. 9 Spesifikasi Bak Penampung Utilitas

Parameter	B-01	B-02	B-03	BS-01
Fungsi	Mengendapkan kotoran kasar yang terbawa oleh air sungai	Menampung air sungai hasil keluaran filter	Menampung air dingin hasil proses di CT-01 dan make-up water	Mengendapkan kotoran kasar yang terbawa oleh air sungai
Jenis Alat	Bak Persegi	Bak Persegi	Bak Persegi	Bak Persegi
Bahan	Beton Bertulang	Beton Bertulang	Beton Bertulang	Beton Bertulang
Spesifikasi				
Lebar (m)	5,10	5,10	4,03	5,10
Tinggi (m)	3	3	4	3
Jumlah	1	1	1	1

Tabel 5. 10 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Utilitas

Parameter	FTU-01	FTU-02	FTU-03	FTU-04
Fungsi	Menyaring pengotor yang tersisa pada air setelah proses pengendapan.	Menyaring pengotor berupa senyawa organik terlarut, klorit, dan oksida	Menghilangkan seluruh kation yang terdapat di dalam air seperti kalsium, magnesium, natrium, dll	Menghilangkan kesadahan air proses yang disebabkan anion pada air umpan boiler
Jenis Alat	Kolom vertikal dengan bahan isian pasir dan kerikil	Kolom bertikal dengan isian berupa karbon aktif	Tangki silinder tegak, <i>torispherical head</i> dan <i>bottom</i>	Tangki silinder tegak, <i>torispherical head</i> dan <i>bottom</i>
Bahan	<i>Carbon Steel</i>	<i>Carbon Steel</i>	<i>Carbon Steel</i>	<i>Carbon Steel</i>
Tinggi (m)	1,84	2,44	4,78	4,08
Diameter (m)	1,84 m	2,44	2,39	2,04

Volume (m ³)	4,88	11,97	10,71	6,68
Jumlah	1	1	1	1

Tabel 5. 11 Spesifikasi Alat Utilitas

Parameter	CT-01	CL-01	DA-01	B-01
Fungsi	Mendinginkan kembali umpan air pendingin yang telah digunakan dengan mengontakkannya terhadap udara sebagai media pendingin	Menghilangkan suspended solid yang ada pada air menggunakan proses koagulasi, flokulasi dan sedimentasi	Menghilangkan gas-gas terlarut dalam air, seperti O ₂ dan CO ₂ , sehingga meminimalkan terjadinya korosi pada boiler.	Memproduksi steam jenuh untuk memenuhi kebutuhan proses produksi
Jenis Alat	Induced draft fan	Tangki Silinder berpengaduk	Tangki <i>Silinder Horizontal</i>	<i>Fire tube boiler</i>

Tabel 5.11 Spesifikasi Alat Utilitas (Lanjutan)

Jenis pengaduk	-	<i>Marine Propeller 3 blade</i>	-	-
Tinggi (m)	1,32	3	0,19	0,45
Diameter (m)	-	4,63	1,15	0,89
Panjang (m)	1,28		-	-
Lebar (m)	1,28		1,38	-
Power Motor	5 HP	20 Hp	-	-
Jumlah	1	1	1	1

Tabel 5. 12 Spesifikasi Pompa Utilitas

Parameter	PU-01	PU-02	PU-03	PU-04	PU-05
Fungsi	Mengalirkan air dari SC-02 ke BU-01	Mengalirkan air dari Bak Sedimentasi ke Mixer Koagulan	Mengalirkan air dari Tangki Tawas ke Mixer Koagulan	Mengalirkan air dari Mixer Koagulan ke Clarifier	Mengalirkan air dari Clarifier ke Sand Filter
Jenis Alat	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>
Impeller	<i>Mixed Flow Impeller</i>	<i>Mixed Flow Impeller</i>	<i>Mixed Flow Impeller</i>	<i>Mixed Flow Impeller</i>	<i>Mixed Flow Impeller</i>
Jumlah	1	1	1	1	1
Bahan	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>
Dimensi					
- ID (in)	3,07	3,07	0,62	3,07	3,07
- OD (in)	3,50	3,50	0,84	3,50	3,50
- IPS	3	3	0,5	3	3
- Flow Area	7,38	7,38	0,304	7,38	7,38

Tabel 5.12 Spesifikasi Pompa Utilitas (Lanjutan)

Kecepatan Aliran (ft/s)	3,73	3,73	1,22	3,73	3,73
Power Pompa	1,6119 HP	0,88 HP	0,65 HP	0,81 HP	1,23 HP
Power Motor	2 HP	1,50 HP	1 HP	1 HP	2 HP

Tabel 5. 13 Spesifikasi Pompa Utilitas

Parameter	PU-06	PU-07	PU-08	PU-09	PU-10
Fungsi	Mengalirkan air dari <i>Sand Filter ke Carbon Filter</i>	Mengalirkan air dari <i>Carbon Filter ke Bak Filtered Water</i>	Mengalirkan air dari <i>Bak Filtered Water ke Tangki Penyimpanan Hydrant</i>	Mengalirkan air dari <i>Bak Filtered ke Mixer Kaporit</i>	Mengalirkan air dari <i>Tangki Kaporit ke Mixer Kaporit</i>
Jenis Alat	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>
Impeller	<i>Mixed Flow Impeller</i>	<i>Mixed Flow Impeller</i>	<i>Mixed Flow Impeller</i>	<i>Mixed Flow Impeller</i>	<i>Mixed Flow Impeller</i>

Tabel 5.13 Spesifikasi Pompa Utilitas (Lanjutan)

Jumlah	1	1	1	1	1
Bahan	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>
Dimensi					
- ID (in)	3,07	3,07	3,07	3,07	0,62
- OD (in)	3,50	3,50	3,50	3,50	0,84
- IPS	3	3	3	3	0,50
- Flow Area	7,38	7,38	7,38	7,38	0,30
Kecepatan Aliran (ft/s)	3,73	3,73	3,73	3,73	3,73
Power Pompa	1,11 HP	0,92 HP	0,93 HP	0,83 HP	0,76 HP
Power Motor	1,50 HP	1,50 HP	1,50 HP	1,50 HP	1 HP

Tabel 5. 14 Spesifikasi Pompa Utilitas

Parameter	PU-11	PU-12	PU-13	PU-14	PU-15
Fungsi	Mengalirkan air dari <i>Mixer Kaporit</i> ke Tangki Air Domestik	Mengalirkan air dari Bak <i>Filtered Water</i> ke <i>Cold Basin</i>	Mengalirkan air dari <i>Cold Basin</i> ke <i>Cooling Tower</i>	Mengalirkan air dari <i>Cooling Tower</i> ke <i>Cold Basin</i>	Mengalirkan air dari Bak <i>Filtered Water</i> ke <i>Kation Exchanger</i>
Jenis Alat	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>
Impeller	<i>Mixed Flow Impeller</i>	<i>Mixed Flow Impeller</i>	<i>Mixed Flow Impeller</i>	<i>Mixed Flow Impeller</i>	<i>Mixed Flow Impeller</i>
Jumlah	1	1	1	1	1
Bahan	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>
Dimensi					
- ID (in)	2,46	3,07	3,07	3,07	1,38
- OD (in)	2,88	3,50	3,50	3,50	1,66
- IPS	2,50	3	3	3	1,25
- Flow Area	4,79	7,38	7,38	7,38	2,04

Tabel 5.14 Spesifikasi Pompa Utilitas (Lanjutan)

Kecepatan Aliran (ft/s)	2,09	3,73	2,33	2,33	2,12
Power Pompa	0,51 HP	1,33 HP	0,56 HP	0,69 HP	0,64 HP
Power Motor	1 HP	2 HP	1 HP	1 HP	1 HP

Tabel 5. 15 Spesifikasi Pompa Utilitas

Parameter	PU-16	PU-17	PU-18	PU-19	PU-20
Fungsi	Mengalirkan air dari Tangki Penyimpanan NaCl ke <i>Kation Exchanger</i>	Mengalirkan air dari Tangki <i>Kation Exchanger</i> ke Tangki <i>Anion Exchanger</i>	Mengalirkan air dari Tangki NaOH ke <i>Anion Exchanger</i>	Mengalirkan air dari Tangki <i>Anion Exchanger</i> ke Tangki <i>Demin Water</i>	Mengalirkan air dari Tangki <i>Demin Water</i> ke <i>Mixer Kondensat</i>
Jenis Alat	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>
Impeller	<i>Mixed Flow Impeller</i>	<i>Mixed Flow Impeller</i>	<i>Mixed Flow Impeller</i>	<i>Mixed Flow Impeller</i>	<i>Mixed Flow Impeller</i>
Jumlah	1	1	1	1	1

Tabel 5.15 Spesifikasi Pompa Utilitas (Lanjutan)

Bahan	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>
Dimensi					
- ID (in)	3,07	1,38	2,47	1,38	2,07
- OD (in)	3,50	1,66	2,88	1,66	2,38
- IPS	3	1,25	2,50	1,25	2
- Flow	7,38	2,04	4,79	2,04	3,35
Area					
Kecepatan					
Aliran (ft/s)	2,40	2,12	2,31	2,12	2,48
Power					
Pompa	0,58 HP	0,65 HP	0,60 HP	0,62 HP	0,60 HP
Power					
Motor	1 HP	1 HP	1 HP	1 HP	1 HP

Tabel 5. 16 Spesifikasi Pompa

Parameter	PU-21	PU-22	PU-23
Fungsi	Mengalirkan air dari Mixer Kondensat ke Tangki Deaerator	Mengalirkan air dari Tangki <i>Deaerator</i> ke <i>Boiler</i>	Mengalirkan air dari <i>Boiler</i> ke <i>Mixer</i> Kondensat
Jenis Alat	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump
Impeller	Mixed Flow Impeller	Mixed Flow Impeller	Mixed Flow Impeller
Jumlah	1	1	1
Bahan	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>
Dimensi			
- ID (in)	0,36	1,38	0,36
- OD (in)	0,54	1,66	0,54
- IPS	0,25	1,25	0,25
- Flow	0,10	2,04	0,14
Area			
Kecepatan Aliran (ft/s)	0,78	2,12	0,90
Power Pompa	0,63 HP	0,69 HP	0,70 HP
Power Motor	1 HP	1 HP	1 HP

BAB VI

EVALUASI EKONOMI

Evaluasi ekonomi sangat diperlukan dalam perancangan pabrik yang bertujuan untuk mendapatkan perkiraan tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, selain itu juga untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan menguntungkan dan layak didirikan atau tidak layak didirikan. Berikut merupakan faktor-faktor yang dapat ditinjau dalam evaluasi ekonomi :

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

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

- a. Penentuan Modal Industri (*Total Capital Investmen*) yang terdiri dari :
 1. Modal Tetap (*Fixed Capital Investmen*)
 2. Modal Kerja (*Working Capital Investmen*)
- b. Penentuan Biaya Produksi (*Total Production Cost*) yang terdiri dari :
 1. Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*)
 2. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expenses*)
- c. Pendapatan Modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap :

1. Biaya Tetap (*Fixed Cost/Fa*)
2. Biaya Variabel (*Variable Cost/Va*)

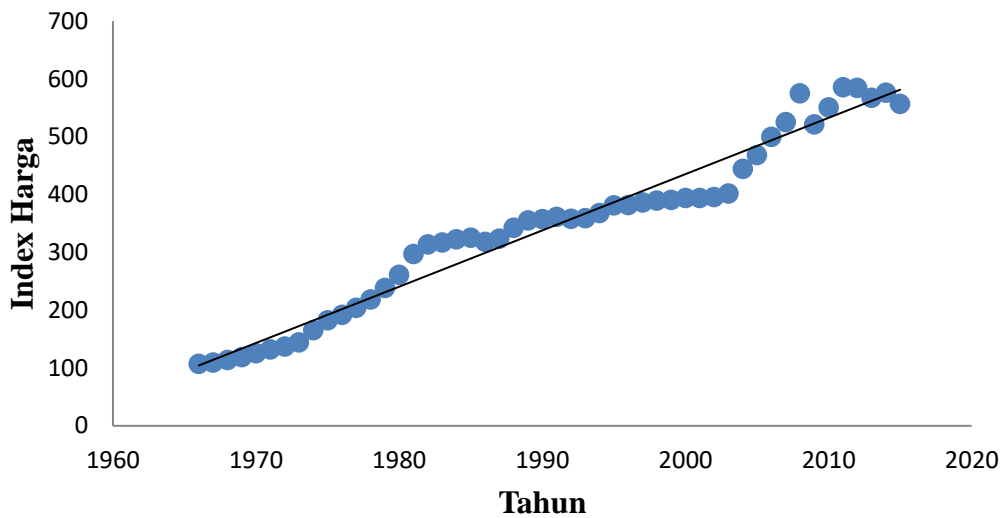
3. Biaya Pengembangan (*Regulated Cost/Ra*)

Evaluasi ekonomi pabrik sodium siklamat ini memiliki basis perhitungan sebagai berikut :

Kapasitas Produksi	: 35.000 ton per tahun
Waktu operasi dalam setahun	: 330 hari
Tahun pendirian pabrik	: 2027
Kurs 1 USD ke Rupiah	: Rp. 15.376
Upah pekerja asing	: 20\$/ manhours
Upah Pekerja Indonesia	: 25.000 Rp/manhourse
% tenaga asing	: 5 %
% tenaga indonesia	: 95 %

6.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan proses tiap alat dipengaruhi oleh kondisi ekonomi yang sedang terjadi. Artinya harga peralatan tidak tetap untuk tiap tahunnya, harga bisa mengalami kenaikan atau pun penurunan tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Estimasi harga alat dapat dilakukan dengan menentukan indeks alat tersebut pada tahun tertentu. Analisa harga alat dilakukan pada tahun 2023 untuk pembelian alat pada tahun pembangunan yaitu 2027. Untuk mendapatkan harga pada tahun analisa, maka dicari indeks pada tahun analisa. Harga indeks tahun 2027 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1963 sampai 2022 (sumber: personalpages.manchester.ac.uk). Berikut merupakan grafik hubungan antara tahun dengan indeks harga :



Gambar 6. 1 Grafik Indeks Harga

Dengan asumsi kenaikan indeks linear, berdasarkan data diatas maka didapatkan persamaan berikut :

$$y = 9,74 \times -19.033$$

Dimana :

y = indeks harga

x = tahun pembelian

Dari persamaan tersebut didapat indeks harga pada tahun 2027 adalah 704,46. Untuk memperkirakan harga alat, terdapat dua persamaan pendekatan yang dapat digunakan. Harga alat pada tahun pabrik didirikan dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio indeks harga .

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

Dimana :

Ex = Harga alat pada tahun x

Ey = Harga alat pada tahun y

Nx = Indeks harga pada tahun x

N_y = Indeks harga pada tahun y

(Aries dan Newton, 1955)

Dan apabila terdapat suatu alat dengan kapasitas tertentu yang tidak ada spesifikasinya dalam referensi, maka harga alat dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan

$$E_b = E_a \left[\frac{C_b}{C_a} \right]^{0,6}$$

Dimana :

E_b = Harga alat b

E_a = Harga alat a

C_b = Kapasitas alat b

C_a = Kapasitas alat a

(Peters, et al, 2001)

Harga eksponen tergantung dari jenis alat yang akan dicari harganya. Harga eksponen untuk berbagai macam jenis alat dapat dilihat pada *Peter and Timmerhaus, "Plant Design and Economic for Chemical Engineering", 3th edition*. Untuk alat yang tidak diketahui harga eksponennya maka diambil harga x sebesar 0,6. Berikut daftar harga alat proses dan alat utilitas dapat dilihat pada Tabel 6.1 dan tabel 6.2 Dibawah ini :

Tabel 6. 1 Daftar Harga Alat Proses

No	Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga (\$)	Total Harga (\$)
1	Tangki H ₃ PO ₄	T-01	1	197.800	239.800
2	Silo Na ₂ CO ₃	SL-01	2	248.600	602.773
3	Silo Na ₂ HPO ₄ .2H ₂ O	SL-02	1	97.000	117.596
4	Reaktor	R-01	1	991.200	991.200
5	Filter Press	FP-01	2	50.200	121.718
6	Crystallizer	CR-01	1	38.900	47.160

Tabel 6.1 Daftar Harga Alat Proses (Lanjutan)

7	<i>Rotary Drum Vacuum Filter</i>	RDVF-01	1	147.300	178.577
8	<i>Rotary Dryer</i>	RD-01	1	173.500	210.340
9	<i>Screw Conveyor</i>	SC-01	1	7.200	8.729
10		SC-02	1	7.200	8.729
11		SC-03	1	7.200	8.729
12	<i>Bucket Elevator</i>	BE-01	1	15.500	18.791
13		BE-02	1	10.800	13.093
14	<i>Centrifugal Pumps</i>	P-01	1	6.500	6.500
15		P-02	1	6.500	6.500
16	<i>Reciprocating Pump</i>	P-03	1	36.400	36.400
17		P-04	1	36.400	36.400
18		P-05	1	35.200	35.200
19	<i>Centrifugal Pump</i>	P-06	1	6.500	6.500
20	<i>Filter Bag</i>	FB-01	1	107.100	129.841
21	<i>Furnance</i>	F-01	1	329.800	399.828
22	<i>Blower</i>	B-01	1	6.600	8.001
23	<i>Heater</i>	HE-01	1	46.400	56.252
24		HE-02	1	40.700	49.342
Total			26	2.798.300	3.389.386

Tabel 6. 2 Daftar Harga Alat Utilitas

No	Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga (\$)	Total Harga (\$)
1	<i>Screening</i>	SC-01	1	5.900	7.153
2	Bak Ekualisasi	B-01	1	35.000	42.432
3	Bak <i>Filtered Water</i>	B-02	1	35.000	42.432
4	Bak <i>Cold Basin</i>	B-03	1	35.000	42.432

Tabel 6.2 Daftar Harga Alat Utilitas (Lanjutan)

5	<i>Tangki Tawas</i>	TU-01	1	36.700	44.493
6	<i>Tangki Kaporit</i>	TU-02	1	35.800	43.402
7	<i>Tangki Hydrant Water</i>	TU-03	1	45.800	55.525
8	<i>Tangki Air Kebutuhan Umum</i>	TU-04	1	46.700	56.616
9	<i>Tangki Natrium Klorida</i>	TU-05	1	10.700	12.972
10	<i>Tangki Natrium Hidroksida</i>	TU-06	1	4.800	5.819
11	<i>Tangki Demin Water</i>	TU-07	1	46.700	56.616
12	<i>Tangki Hydrazine</i>	TU-08	1	15.800	19.155
13	<i>Bak Sedimentasi</i>	BS-01	1	35.400	42.917
14	<i>Mixer Koagulan</i>	MU-01	1	31.400	38.067
15	<i>Mixer Kaporit</i>	MU-02	1	18.500	22.428
16	<i>Mixer Kaporit</i>	MU-03	1	2.700	3.273
17	<i>Clarifier</i>	L-01	1	44.500	53.949
18	<i>Sand Filter</i>	FTU-01	1	312.297	378.609
19	<i>Carbon Filter</i>	FTU-02	1	312.297	378.609
20	<i>Cation Exchanger</i>	FTU-03	1	24.600	29.823
21	<i>Anion Exchanger</i>	FTU-04	1	24.600	29.823
22	<i>Cooling Tower</i>	CT-01	1	22.330	27.071
23	<i>Deaerator</i>	DA-01	1	3.800	4.607
24	<i>Boiler</i>	BO-01	1	213.500	258.833
25	<i>Kompresor</i>	COMP-01	1	54.000	65.466
26	<i>Pompa 1</i>	PU-01	1	12.800	15.518
27	<i>Pompa 2</i>	PU-02	1	12.800	15.518
28	<i>Pompa 3</i>	PU-03	1	4.900	5.940
29	<i>Pompa 4</i>	PU-04	1	12.800	15.518
30	<i>Pompa 5</i>	PU-05	1	12.800	15.518

Tabel 6.2 Daftar Harga Alat Utilitas (Lanjutan)

31	Pompa 6	PU-06	1	12.800	15.518
32	Pompa 7	PU-07	1	12.800	15.518
33	Pompa 8	PU-08	1	12.800	15.518
34	Pompa 9	PU-09	1	12.800	15.518
35	Pompa 10	PU-10	1	4.900	5.940
36	Pompa 11	PU-11	1	12.400	15.033
37	Pompa 12	PU-12	1	12.800	15.518
38	Pompa 13	PU-13	1	12.800	15.518
39	Pompa 14	PU-14	1	12.800	15.518
40	Pompa 15	PU-15	1	8.800	10.669
41	Pompa 16	PU-16	1	12.800	15.518
42	Pompa 17	PU-17	1	8.800	10.669
43	Pompa 18	PU-18	1	12.400	15.033
44	Pompa 19	PU-19	1	8.800	10.669
45	Pompa 20	PU-20	1	11.000	13.336
46	Pompa 21	PU-21	1	4.500	5.456
47	Pompa 22	PU-22	1	8.800	10.669
48	Pompa 23	PU-23	1	4.500	5.456
Total			48	1.697.225	2.057.605

6.2 Perhitungan Biaya

6.2.1 Total Capital Investment

Capital Investment merupakan jumlah pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas – fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya. *Capital investment* terdiri dari:

- a. *Fixed Capital Investment* Biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik.

- b. *Working Capital Investment* Biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

6.2.2 *Manufacturing Cost*

Manufacturing Cost merupakan jumlah *Direct*, *Indirect* dan *Fixed Manufacturing Cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk. Menurut Aries and Newton, 1955 *Manufacturing Cost* meliputi:

- a. *Direct Cost*

Merupakan pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

- b. *Indirect Cost*

Merupakan pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.

- c. *Fixed Cost*

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

6.2.3 *General Expenses*

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

- a. *Administrasi*

Biaya yang termasuk dalam administrasi adalah *management salaries, legal fees and auditing*, dan biaya peralatan kantor. Besarnya biaya administrasi diperkirakan 2-3% hasil penjualan atau 3-6% dari *manufacturing cost*.

b. Sales

Pengeluaran yang dilakukan berkaitan dengan penjualan produk, misalnya biaya distribusi dan iklan. Besarnya biaya *sales* diperkirakan 3-12% harga jual atau 5-22% dari *manufacturing cost*. Untuk produk standar kebutuhan *sales expense* kecil dan untuk produk baru yang perlu diperkenalkan *sales expense* besar.

c. Riset

Penelitian diperlukan untuk menjaga mutu dan inovasi ke depan. Untuk industri kimia, dana riset sebesar 2,8% dari hasil penjualan.

6.2.4 Analisa Kelayakan

1. *Return on Investment (ROI)*

ROI merupakan perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasikan. Secara matematis ROI dapat dihitung dengan membandingkan keuntungan tahunan dengan modal investasi dalam satuan persen. Nilai ROI didapatkan menggunakan rumus:

$$ROI \text{ sebelum pajak} = \frac{\text{Keuntungan sebelum pajak}}{\text{Fixed capital}} \times 100\%$$

$$ROI \text{ setelah pajak} = \frac{\text{Keuntungan setelah pajak}}{\text{Fixed capital}} \times 100\%$$

2. *Pay Out Time (POT)*

POT merupakan jumlah tahun dimana modal investasi dapat dikembalikan dari keuntungan yang dihitung sebelum dilakukan pengurangan dengan depresiasi. Jika suatu pabrik memiliki nilai prediksi POT terlalu tinggi, maka pabrik tersebut tidak menarik bagi investor. Nilai POT didapatkan dengan menggunakan rumus :

$$POT \text{ sebelum pajak} = \frac{\text{Fixed capital}}{\text{Keuntungan sebelum pajak} + 0,1x (\text{Fixed capital})}$$

$$POT \text{ setelah pajak} = \frac{\text{Fixed capital}}{\text{Keuntungan setelah pajak} + 0,1x (\text{Fixed capital})}$$

3. Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

DCFR merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun didasarkan pada jumlah investasi yang tidak kembali selama umur ekonomi. Rate of return based on discounted flow adalah laju bunga maksimal dimana suatu pabrik atau proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik. Batasan DCFR sendiri adalah 1,5 kali bunga bank. Batasan nilai DCFR didapatkan dengan menggunakan rumus :

$$\text{Batasan DCFR} = 1,5 \times \text{suku bunga bank}$$

Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam penentuan DCFR :

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

Dimana :

FC : Fixed Capital

WC : Working Capital

SV : Salvage Value

C : Cash Flow

Σ : Profit After Taxer + depresiasi + finance

n : Umur Pabrik = 10 tahun

i : Nilai DCFR

4. Break Even Point (BEP)

BEP merupakan titik impas produksi dimana menunjukkan tingkat jumlah biaya dan penghasilan dengan nilai yang sama titik ini melambangkan kondisi pabrik dimana tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian. Pabrik akan mengalami keuntungan jika pabrik beroperasi diatas titik impas (BEP), begitu juga sebaliknya pabrik akan mengalami kerugian jika pabrik beroperasi dibawah *BEP*. *BEP* digunakan untuk menganalisa performa pabrik, sehingga tidak memiliki batasan pasti.

Semakin kecil nilai BEP, maka kemungkinan pabrik untung dengan produksi yang sedikit akan semakin besar. Nilai BEP dihitung dengan menggunakan rumus :

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

Dengan :

Fa (*Fixed Cost*) : Total biaya depresiasi, pajak proserti, dan asuransi

Ra (*Regulated Cost*) : Total biaya gaji karyawan, *payroll overhead*, supervisi, plant overhead, laboratorium, general expense, *maintenance*, dan *plant supplies*

Va (*Variable Cost*) : Total biaya bahan baku, *packaging*, *shipping*, *royalti*

Sa (*Sales*) : Biaya penjualan

5. *Shut Down Point (SDP)*

SDP adalah titik penentuan suatu operasi pabrik atau aktivitas produksi dihentikan. Hal ini dapat terjadi jika nilai *variable cost* yang terlalu tinggi, atau faktor lainnya seperti sistem manajemen yang buruk sehingga tidak dapat menghasilkan suatu *profit*. Nilai SDP didapatkan dengan menggunakan rumus :

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

6.2.5 Hasil Perhitungan

Hasil rancangan perhitungan rencana pendirian pabrik dinatrium fosfat dihidrat disajikan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 6. 3 *Physcial Plant Cost*

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Purchased Equipment Cost	86.617.475.563	5.633.144
2.	Delivered Equipment Cost	21.654.368.891	1.408.286
3.	Instalation Cost	42.912.583.549	2.2790.808
4.	Piping	33.838.729.823	2.2200.693
5.	Instrumentasi	27.047.818.117	1.759.048
6.	Insulasi	7.814.877.585	508.238
7.	Listrik	12.126.446.579	788.640
8.	Bangunan	58.612.500.000	3.811.848
9.	Land & Yard Improvement	49.500.000.000	3.219.219
Physical Plant Cost (PPC)		340.124.800.108	22.119.924

Tabel 6. 4 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Teknik dan Konstruksi	68.024.960.022	4.423.985
Total (DPC+PPC)		408.149.760.130	26.543.909

Tabel 6. 5 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Total DPC + PPC	408.149.760.130	26.543.909
2.	Kontraktor	36.733.478.412	2.388.952
3.	Biaya tak terduga	61.222.464.019	3.981.586
Total (DPC+PPC)		560.105.702.561	32.914.447

Tabel 6. 6 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Raw Material</i>	152.063.781.654	9.889.426
2.	<i>Labor</i>	13.908.000.000	904.503
3.	<i>Supervision</i>	2.086.200.000	135.675
4.	<i>Maintenance</i>	50.610.570.256	3.291.444
5.	<i>Plant Supplies</i>	12.700.360.322	825.964
6.	<i>Royalty and Patents</i>	12.916.176.000	840.000
7.	<i>Utilities</i>	51.438.865.057	3.345.313
Total		295.723.953.290	19.232.327

Tabel 6. 7 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Payroll Overhead</i>	2.086.200.000	135.675
2.	<i>Laboratory</i>	1.390.800.000	90.450
3.	<i>Plant Overhead</i>	6.954.000.000	452.251.50

Tabel 6.7 *Indirect Manufacturing Cost (IMC) (Lanjutan)*

4.	<i>Packaging and Shipping</i>	32.290.440.000	2.100.000
Total		42.721.440.000	2.778.377

Tabel 6. 8 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Depreciation</i>	40.488.456.205	2.633.155
2.	<i>Property Taxes</i>	5.061.057.026	329.144
3.	<i>Insurance</i>	5.061.057.026	329.144
	Total	20.610.570.256	3.291.445

Tabel 6. 9 *Manufacturing Cost (MC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	295.723.953.290	19.232.327
	<i>Indirect Manufacturing</i>		
2.	<i>Cost</i>	42.721.440.000	2.778.377
3.	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	50.610.570.256	3.291.445
	Total	389.055.963.546	25.302.148

Tabel 6. 10 *Working Capital (WC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Raw Material Inventory</i>	3.225.595.368	209.775
2.	<i>Inproses Inventory</i>	589.478.732	38.336
3.	<i>Product inventory</i>	35.368.723.958	2.300.195
4.	<i>Extended Credit</i>	58.709.890.909	3.818.181
5.	<i>Available Cash</i>	35.368.723.958	2.300.195
	Total	133.262.412.927	8.666.684

Tabel 6. 11 *General Expense (GE)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Administration</i>	11.671.678.906	759.064
2.	<i>Sales Expene</i>	19.452.798.177	1.265.107
3.	<i>Research</i>	13.616.958.724	885.575
4.	<i>Finance</i>	12.787.362.309	831.622
Total		57.528.798.117	3.741.369

Tabel 6. 12 Total Biaya Produksi

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Manufacturing Cost</i>	389.055.963.546	25.302.148
2.	<i>General Expense</i>	57.528.798.117	3.741.369
Total		446.584.761.663	29.043.518

Tabel 6. 13 *Annual Fixed Cost (Fa)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Depreciation</i>	40.488.456.304	2.633.155
2.	<i>Property Taxes</i>	5.061.057.025	329.144
3.	<i>Insurance</i>	5.061.057.025	329.144
Total		50.610.570.256	3.291.444

Tabel 6. 14 *Annual Variable Cost (Va)*

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Raw Material</i>	152.063.781.654	9.889.426
2.	<i>Packaging & Shipping</i>	12.916.176.000	840.000
3.	<i>Utilities</i>	51.438.865.057	3.345.312
4.	<i>Royalties and Patents</i>	130.699.400.000	8.500.000
Total		347.118.222.711	22.574.739

Tabel 6. 15 *Annual Regulated Cost (Ra)*

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Labor Cost	13.908.000.000	904.503
2.	Playroll Overhead	2.086.200.000	135.675
3.	Suervision	2.086.200.000	135.675
4.	Plant Overhead	6.954.000.000	452.252
5.	Laboratory	1.390.800.000	90.450
6.	General Expense	57.528.798.118	3.741.369
7.	Maintenance	50.610.570.256	3.291.444
8.	Plant Supplies	12.700.360.322	825.964
Total		147.264.928.696	9.577.334

6.2.6 Analisa Keuntungan

Annual Sales (Sa) = Rp. 645.808.800.000,00

Total Cost = Rp. 446.584.761.633,00

Keuntungan Sebelum Pajak = Rp. 199.224.038.337,00

Pajak Pendapatan = 22% menurut Dirjen Pajak, 2022

Keuntungan Setelah Pajak = Rp. 155.394.749.903,00

6.2.7 Hasil Kelayakan

a. *Return of Investment (ROI)*

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

ROI sebelum pajak = 39,36%

ROI setelah pajak = 30,70%

b. *Pay Out Time (POT)*

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

POT sebelum pajak = 2,1 Tahun

POT setelah pajak = 2,6 Tahun

c. *Break Even Point (BEP)*

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

BEP = 48,46%

d. *Shut Down Point (SDP)*

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

SDP = 22,59%

e. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*

Umur Pabrik = 10 tahun

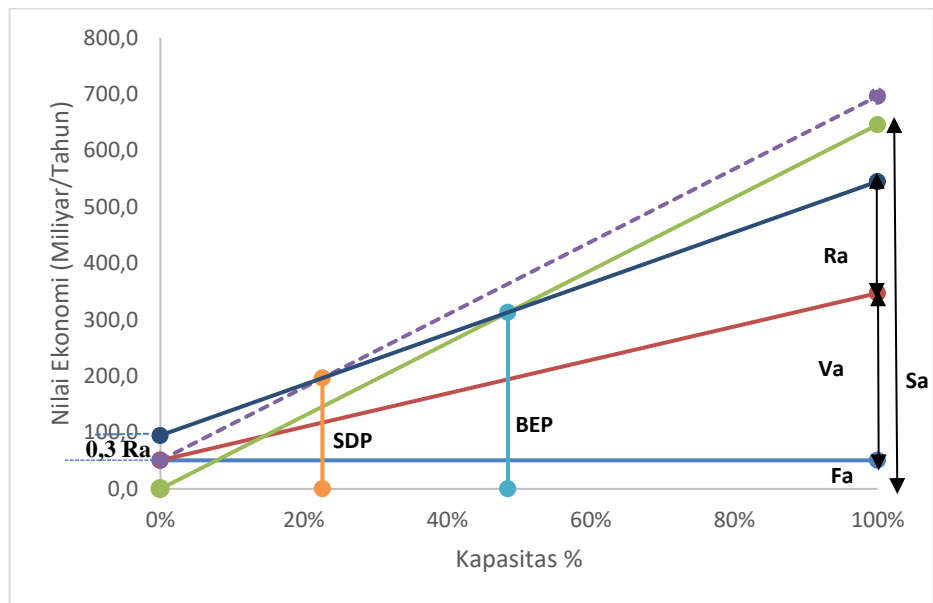
Fixed Capital Investment = Rp. 506.105.702.560

Working Capital = Rp. 133.262.412.927

Salvage Value (SV) = Rp. 50.610.570.256

$$\begin{aligned}
 \text{Cash Flow (CF)} &= \text{Keuntungan setelah pajak} + \\
 &\quad \text{Depresiasi} + \text{Finance} \\
 &= \text{Rp. 208.670.568.417}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan perhitungan trial & error, diperoleh nilai DCFR = 31,05%



Gambar 6.2 Grafik Evaluasi Ekonomi

6.3 Analisa Risiko Pabrik

Analisis risiko dilakukan untuk mendapatkan perbandingan antara pabrik dengan resiko besar dan kecil. Selain itu, analisis risiko dilakukan untuk mencari solusi atas segala risiko yang ditemukan. Pengendalian risiko dilakukan terhadap seluruh bahaya yang kemungkinan terjadi dan mempertimbangkan tingkat risiko untuk menentukan prioritas dalam pengendaliannya

6.3.1 Pengolahan Bahan Baku

Terdapat beberapa sumber bahaya dalam proses pengolahan bahan baku, antara lain adalah terjadinya tabrakan pada saat transportasi bahan dengan skala risiko rendah dan kemungkinan pekerja menghirup bahan

dengan skala risiko sedang. Untuk mengendalikan hal ini, diperlukan pengendalian risiko berupa driver yang dipilih harus berpengalaman dan harus berhati-hati pada saat mengemudi. Pekerja juga harus menggunakan alat pelindung diri (APD) selama berada dikawasan pabrik, khususnya dalam hal ini adalah penggunaan masker.

6.3.2 Proses pembuatan Produk

Pada proses pembuatan produk terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan, antara lain adalah suhu operasi yang berkisar antara 30°C hingga 130°C, dan tekanan dalam proses yang berkisar 1 atm. Dilihat dari angka suhu dan tekanan, pabrik ini memiliki tingkat risiko rendah.

6.3.3 Utilitas

Pada bagian utilitas, suhu berkisar antara 30°C hingga 170 °C dengan tekanan 1 atm. Angka ini menunjukkan bahwa bagian utilitas pabrik memiliki tingkat resiko rendah.

6.3.4 Ekonomi

Berdasarkan evaluasi ekonomi yang telah dilakukan, didapatkan bahwa nilai *Break Event Point (BEP)* adalah 48,46% dengan *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak 2,1 tahun dan setelah pajak 2,6 tahun, serta *Return Of Investment (ROI)* sebelum pajak 39,36 % dan setelah pajak 30,70%. Nilai BEP menyatakan bahwa pabrik tidak melakukan produksi besar untuk mendapatkan keuntungan dan dilihat dari nilai POT, dapat dinyatakan bahwa pabrik merupakan pabrik risiko rendah karena nilai POT sebelum pajak diantara 2-5 tahun.

Berdasarkan berbagai evaluasi risiko yang telah dilakukan pada pabrik sodium siklambat ini, dapat disimpulkan bahwa pabrik memiliki tingkat risiko rendah.

Tabel 6.16 Analisis Resiko

No	Komponen	<i>Explosive</i>	<i>Flammable</i>	<i>Toxic</i>	<i>Corrosive</i>	<i>Irritant</i>	<i>Oxidizing</i>	<i>Radioactive</i>	Keterangan	<i>Low Risk</i>	<i>High Risk</i>
BAHAN BAKU											
1.	Asam Fosfat (H ₃ PO ₄)	-	-	-	✓	✓	-	-	<ul style="list-style-type: none"> • Korosif terhadap kulit dan mata • <i>Irritant</i> terhadap kulit, mata, dan saluran pernapasan • <i>Permeator</i> terhadap kulit • Reaktif terhadap <i>oxidizing agent</i>, <i>combustible</i> 		✓
2.	Natrium Karbonat (Na ₂ CO ₃)	-	-	-	-	✓	-	-	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Irritant</i> terhadap kulit dan mata • Higroskopis • Reaktif terhadap asam 		✓
3.	Air (H ₂ O)	-	-	-	-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Non-hazardous</i> 	✓	
PRODUK											
4.	Disodium Fosfat Dihidrat (Na ₂ HPO ₄)	-	-	-	-	✓	-	-	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Irritant</i> terhadap kulit dan mata • Higroskopis • Reaktif terhadap asam organik kuat 	✓	
KONDISI OPERASI											
5.	Tekanan								<ul style="list-style-type: none"> • Suhu Tertinggi : 160°C 	✓	
6.	Suhu								<ul style="list-style-type: none"> • Tekanan Tertinggi : 1 atm 	✓	

Berdasarkan beberapa parameter diatas yaitu dari sisi kondisi operasi dan sifat atau karakteristik bahan baku serta produk, pabrik ini tergolong memiliki resiko yang rendah (*Low risk*).

BAB VII

PENUTUP

7.1 KESIMPULAN

Prarancangan pabrik dinatrium fosfat dihidrat dari asam fosfat dan natrium karbonat dengan kapasitas 35.000 ton/tahun, dapat disimpulkan bahwa :

1. Pendirian pabrik dinatrium fosfat dihidrat dengan kapasitas 35.000 ton/tahun yang memiliki tujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, mengurangi ketergantungan impor, memberikan lapangan kerja serta meningkatkan pertumbuhan ekonomi.
2. Prarancangan pabrik dinatrium fosfat dihidrat digolongkan sebagai pabrik yang beresiko rendah karena prosesnya berlangsung pada kondisi operasi (suhu dan tekanan) standar.
3. Pabrik dinatrium fosfat dihidrat akan didirikan pada tahun 2027 di Provinsi Jawa Timur, Kabupaten Gresik, Kecamatan Manyar dengan mempertimbangkan ketersediaan bahan baku, kemudahan pemasaran, ketersediaan listrik serta air, dan tersedia ketanaga kerja.
4. Berdasarkan hasil Analisa ekonomi adalah sebagai berikut :
 - a. Keuntungan sebelum pajak = Rp. 199.224.038.337,00
Keuntungan setelah pajak = Rp. 155.394.749.903,00
Pajak Pendapatan = 22%
 - b. *Return On Investment* (ROI) :
ROI sebelum pajak = 39,36%
ROI setelah pajak = 30,70%
Syarat ROI sebelum pajak = lebih dari 11% dan kurang dari 44%
 - c. *Pay Out Time* (POT) :
POT sebelum pajak = 2,1 Tahun
POT setelah pajak = 2.6 Tahun

Standar kelayakan	=	Maksimal 5 tahun pabrik resiko rendah
d. <i>Break Event Point</i> (BEP)	=	48,46%
Standar Kelayakan	=	rentang antara 40%-60%
e. <i>Shut Down Point</i> (SDP)	=	22,59%
f. <i>Discount Cash Flow</i>	=	31,05 %
Standar Kelayakan	=	>9% (Nilai Batasan DCFR)

Berdasarkan hasil Analisa ekonomi diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik dinatrium fosfat dihidrat dari natrium karbonat dan asam fosfat dengan kapasitas 35.000 ton/tahun layak untuk ditinjau lebih lanjut.

7.2 SARAN

Dalam perancangan pabrik kimia memerlukan pemahaman serta pengetahuan konsep-konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian pabrik tersebut, diantaranya sebagai berikut :

1. Optimasi pemilihan alat proses atau alat penunjang bahan baku sehingga akan mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia juga tak lepas dari produksi limbah, maka dari itu diharapkan pada masa mendatang pabrik-pabrik kimia akan ada yang lebih ramah terhadap lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S. and Newton, R.D., 1955, *Chemical Engineering Cost Estimation*, Mc. Graw Hill Book Co., New York.
- Badan Pusat Statistik, *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*, vol. I 2005-2009, Jakarta.
- Brahim, K, dkk., 2020, *Thermochemistry and Kinetics of The Aspect of Diammonium Hydrogen Phosphate Precipitation in Phosphoric Acid Solution. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry.*
- Brown, G.G., 1978, *Unit Operation*, John Wiley and Sons Inc., Wiley Eastern Limited, Charles E. Tuttle co, New York.
- Brownell, L. E., and Young E. H., 1959, *Process Equipment Design*, John Wiley and Sons, New York.
- Faith, W.L., Lowenheim, F.A., Moran, M.K., 1975, *Faith, Keyes, and Clark's Industrial Chemicals*, 4th ed., John Willey and Sons, New York.
- Kern, D.Q., 1950, *Process Heat Transfer*, Mc. Graw Hill Kogakusha Ltd, Tokyo.
- Kirk, R.E., and Othmer, D.F., 1964, *Encyclopedia of Chemical Technology*, 2nd ed., vol. 5, Intersci.Pub.Ad.of John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Ludwig, E.E., 2001, *Applies Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*, 3rd ed., vol. 1, 2, 3, Gulf Pub. Co., Houston.
- Mc Cabe, W.L., Smith, J.C, dan Harriott, P., 1985, *Unit Operation of Chemical Engineer*, 3rd ed., Mc. Graw Hill Book Co., New York.
- Perry, R.H., and Green , D., 1984, *Perry's Chemical Engineers Handbook* , 8th ed.,Mc. Graw Hill Book Co., New York.
- Peter, M.S., and Timmerhaus, K.D., 1991, *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 4th ed., Mc. Graw Hill Kogakusha Ltd., Tokyo.
- Powell, S.T., 1954, *Water Conditioning for Industry*, 1st ed., Mc. Graw Hill, New York.
- Richardson, J. F., and J. H. Harker. 2002. *Coulson and Richardson's Chemical Engineering*, Volume 2, 5th ed., Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford.
- Smith, R., 2005, *Chemical Process Design and Integration*, John Wiley and Sons Ltd., USA.

Towler, G., and Sinnott, R., 2008, *Chemical Engineering Design Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design*, Elsevier Inc., UK.

Treyball, R.E., 1984, *Mass Transfer Operation*, 3rd ed., Mc. Graw Hill Kogakusha Ltd., Tokyo.

United States Patent, Patent Number 1,825,965, Date of Patent Oct. 6, 1931.
Production of Dinatrium Phosphates

United States Patent, Patent Number 1,961,127, Date of Patent June. 5, 1934.
Making Dinatrium Phosphates

United States Patent, Patent Number 2,390,400, Date of Patent Dec. 4, 1945.
Production of Sodium Phosphates.

United States Patent, Patent Number 2,468,455, Date of Patent Apr. 26, 1949.
Production of Dinatrium Phosphates Dihydrate.

Ullmann, *Encyclopedia of Industry Chemistry*, 6th ed., Wiley Vch, New York.

Walas, S.M., 1990, *Chemical Process Equipment*, Butterworth-Heinemann, USA.

White, F.M., *Fluid Mechanics*, 4th ed., Mc. Graw Hill, New York.

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

LAMPIRAN A
REAKTOR-01

Kode :R-01

Fungsi :Tempat terjadinya reaksi antara natrium karbonat (Na_2CO_3) dan asam fosfat (H_3PO_4) menjadi dinatrium fosfat dengan produk samping berupa air (H_2O) dan karbon dioksida (CO_2)

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)

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

Suhu Operasi : 90 °C

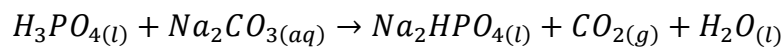
Tekanan : 1 atm

Fase Reaksi : Padat – Cair

Waktu Tinggal :

Konversi terhadap Reaksi : 90%

Reaksi dinatrium fosfat :



1. Neraca Massa

Komponen	Massa (Kg/jam)	Fraksi Massa (xi)	ρ_i (Kg/m ³)	$\rho_i \cdot x_i$ (kg/m ³)
Na_2CO_3	2.716,59	0,36	1.613,01	585,47
NaCl	42,01	0,01	1.953,67	10,97
H_2O	2.345,27	0,31	965,63	302,58
H_3PO_4	2.380,52	0,32	1.821,36	579,31
Total	7.484,39	1	6.353,67	1.478,33

Diperoleh nilai Densitas Campuran (ρ) = 1478,33 kg/m³

2. Design Equation

a) Menghitung Kecepatan Alir Volumetrik

$$Fv = \frac{\text{Massa campuran}}{\rho \text{ campuran}}$$
$$= 5,44 \text{ m}^3/\text{jam}$$

b) Menghitung Konsentrasi Umpan Mula-Mula

$$C_{a0} = \frac{na}{Fv}$$
$$= 4,46 \text{ kmol/m}^3$$

$$C_{b0} = \frac{nb}{Fv}$$
$$= 4,71 \text{ kmol/m}^3$$

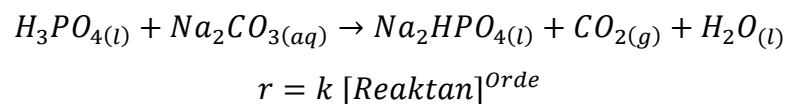
c) Menghitung Konsentrasi Umpan

$$C_a = C_{a0} \times (1 - X)$$
$$= 0,44 \text{ kmol/m}^3$$

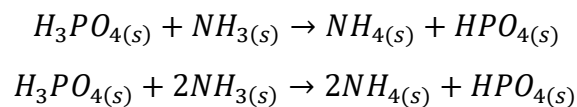
$$C_b = C_{b0} \times (1 - X)$$
$$= 0,47 \text{ kmol/m}^3$$

d) Menghitung Kinetika Reaksi

Reaksi dinatrium fosfat memiliki orde satu terhadap reaktan A dan reaktan B, sehingga total orde reaksi adalah dua. Berikut persamaan reaksi natrium karbonat dan asam fosfat :



Berdasarkan hasil pencarian literatur, tidak diperoleh nilai kinetika untuk reaksi pembentukan natrium karbonat dengan asam fosfat, sehingga digunakan dengan pendekatan kinetika dari reaksi pembentukan amonia dan asam fosfat. Adapun untuk reaksi diamonium fosfat ialah :

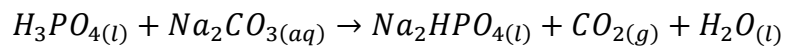


Berdasarkan hasil percobaan (Brahim, dkk. 2020), diperoleh untuk nilai kinetika diamonium fosfat untuk rasio = 1 ialah $8,63 \times 10^{-6} s^{-1} J^{-0,5}$

e) Menghitung Waktu Tinggal Reaktor

Persamaan laju reaksi : $-r_A = k \cdot C_A \cdot C_B$

Persamaan Reaksi :



Neraca Massa Komponen :

$$R_{in} - R_{out} - R_{gen} = R_{acc}$$

$$F_{A0} - F_A - (-r_A)V = 0$$

Dimana :

$$F_A = F_{A0} - F_{A0} \cdot X_A$$

$$F_{A0} \cdot X_A = -r_A \cdot V$$

$$V = \frac{F_{A0} \cdot X_A}{-r_A}$$

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

Persamaan 1 dan 2 digabungkan :

$$C_A = C_{A0}(1 - X_A)$$

$$C_B = C_{B0} - C_{A0}X_A$$

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

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

$$-r_A = k \times C_{A0}(1-X_A) \times C_{A0} \cdot \left(\frac{C_{B0}}{C_{A0}} - X_A\right)$$

$$-r_A = k \times C_{A0}^2(1-X_A) \times \left(\frac{C_{B0}}{C_{A0}} - X_A\right)$$

$$M = \frac{C_{B0}}{C_{A0}}$$

$$Fv = \frac{F_{A0}}{C_{A0}}$$

$$V = \frac{F_{A0} \cdot X_A}{k \times C_{A0}^2 (1-X_A) \times (M - X_A)}$$

$$V = \frac{Fv \cdot X_A}{k \times C_{A0} (1-X_A) \times (M - X_A)}$$

$$\frac{V}{Fv} = \frac{X_A}{k \times C_{A0} (1-X_A) \times (M - X_A)}$$

$$\tau = \frac{V}{Fv}$$

$$\tau = \frac{X_A}{k \times C_{A0} (1-X_A) \times (M - X_A)}$$

Diketahui :

$$k = 0,57 \text{ jam}^{-1}$$

$$Fv = 5,44 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$C_{a0} = 4,46 \text{ kmol/m}^3$$

$$C_{b0} = 4,71 \text{ kmol/m}^3$$

$$X \text{ (Konversi)} = 90\%$$

$$M = 1,05$$

Sehingga, didapatkan nilai waktu tinggal :

$$\tau = 18,19 \text{ jam}^{-1}$$

3. Menentukan Volume Reaktor

$$V = Fv * \tau$$

$$V = 98,96 \text{ m}^3$$

$$V = 98959,63 \text{ liter}$$

4. Optimasi Reaktor

Untuk menentukan jumlah reaktor optimum, perlu dilakukan optimasi dengan algoritma perhitungan dengan cara trial & error nilai konversi akumulatif dengan menyamakan waktu tinggal di setiap reaktor hingga diperoleh konversi total sebesar 90%.

$$X = 1 - \frac{1}{(1+\tau k)^N}$$

Dimana :

X_n : Konversi reaktor ke-n

N : Jumlah reaktor

τ : Waktu tinggal

k : Kinetika

a). Optimasi 1 reaktor

V : 118,75 m³/jam

X_0 : 0

X_1 : 0,9

τ_1 : 18,19 jam

b). Optimasi 2 reaktor

V : 136m³/jam

X_1 : 0,68

X_2 : 0,9

τ_2 : 4,37 jam

c). Optimasi 3 reaktor

V : 100,17 m³/jam

X_1 : 0,53

X_2 : 0,78

X_2 : 0,9

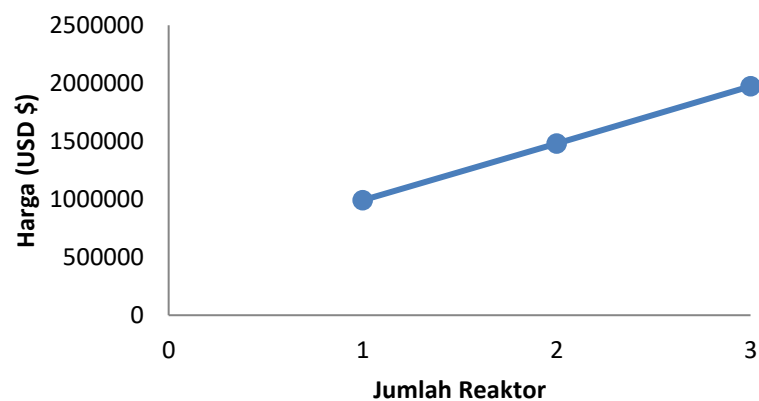
τ_3 : 2,33 jam

N	Volume (m ³ /jam)
1	118,75
2	136,93
3	164,45

n	X0	X1	X2	X3
1	0	0,9		
2	0	0,68	0,9	
3	0	0,53	0,78	0,9

Untuk mengetahui jumlah reaktor dilakukan optimasi, dengan menggunakan data harga reaktor yang diambil dari website matche dengan pertimbangan jumlah reaktor serta harga minimal, dipilih Stainless teel tipe 316 sebagai bahan material pembuatan reaktor.

n	Volume Shell (Gallon)	Profit Harga \$	Biaya \$
1	31.370,84	991.200	991.200
2	18.086,34	740.300	1.480.600
3	14.480,78	658.000	1.974.000



Dari grafik diatas dapat diambil kesimpulan bahwa pada reaktor dengan jumlah 1 buah memberikan harga paling rendah yaitu \$991.200, ditinjau dari waktu tinggal dan volume reaktornya kecil. Sehingga

diambil kesimpulan bahwa jumlah reaktor yang dipakai 1 buah, dengan pertimbangan volume reaktor dan harga yang diperoleh yang kecil.

5. Menghitung Dimensi Reaktor

Perancangan reaktor dibuat dengan faktor keamanan sebesar 20%, sehingga volume reaktor menjadi:

$$\text{Volume reaktor} = 1,2 \times 98,96 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Volume reaktor} = 118,75 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Reaktor berbentuk silinder vertical terdiri dari dinding (*shell*) dan tutup atas serta bawah (*head*) yang berbentuk *torispherical*.

Ditetapkan: $D = H$ Dimana:

D = Diameter reaktor

H = Tinggi Reaktor

$$\text{Volume Head Torispherical} = 0,000049 \text{ d}^3$$

Dipilih Perbandingan $D : H = 1 : 1$

Sehingga:

$$V \text{ reaktor} = \text{Volume silinder} + 2 \text{ Volume Head}$$

$$V \text{ reaktor} = 1/4 \pi D^2 H + 2 \times 0,000049$$

Sehingga didapatkan nilai :

$$D : 4,65 \text{ m}$$

$$H : 4,65 \text{ m}$$

6. Menghitung Tekanan Desain Reaktor

$$P \text{ reaksi} = 1 \text{ atm}$$

$$= 14,7 \text{ psi}$$

$$P \text{ hidrostatik} = \rho \text{ campuran} \times g \times h$$

$$= 89,70 \text{ psi}$$

$$P \text{ operasi} = P \text{ hidrostatik} + P \text{ reaksi}$$

$$= 104,39 \text{ psi}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{desain}} &= 1,2 \times P_{\text{operasi}} \\
 &= 125,27 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

7. Menghitung Tebal Dinding Reaktor

$$t_s = \frac{P_d r_i}{fE - 0,6P_d} + C$$

(Brownell & Young, 1959. Pers. 13.1, hal.254)

t_s = Tebal shell (in)

F = Allowable stress (18.75 psi)

r_i = Jari-jari dalam storage (91,63 in)

E = Efisiensi pengelasan (80% (Double wild butt joint))

C = Faktor Korosi (0,12 in)

P = Tekanan design (125,27 psi)

$$t_s = \frac{125,27 \text{ psi} \times 91,62 \text{ in}}{(18,75 \text{ psi} \times 80\%) - (0,6 \times 125,27 \text{ psi})} + 0,12 \text{ in}$$

$$t_s = 0,8941 \text{ in}$$

Berdasarkan Tabel 5.7 Brownell & Young, 1959), ukuran standar tebal shell yang mendekati hasil perhitungan adalah 1 in atau 0,0227 m.

$$\begin{aligned}
 \text{Standarisasi OD} &= ID + 2 \cdot T_s \\
 &= 183,25 \text{ in} + (2 \times 1 \text{ in}) \\
 &= 185,42 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\text{Diambil OD standar} = 192 \text{ in}$$

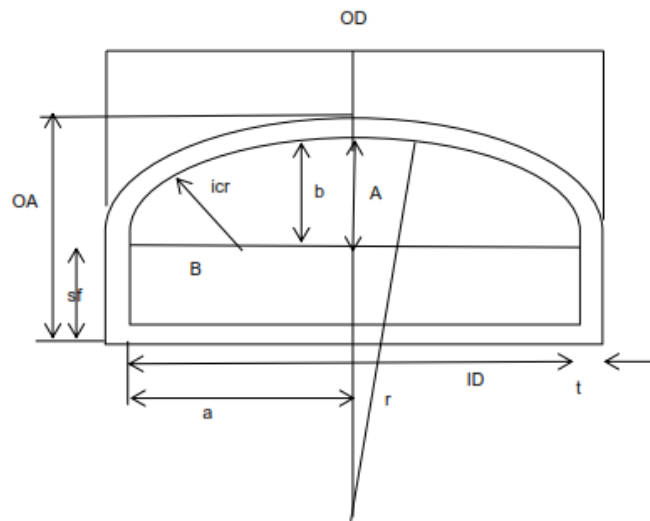
$$\text{icr} = 11,50 \text{ in}$$

$$r = 170 \text{ in}$$

8. Perancangan Head Tangki

Bentuk : Torispherical Head

Dasar pemilihan : Tekanan yang beroperasi berada pada tekanan relative rendah, serta harga yang cukup ekonomis.



Keterangan :

- OD = Diameter luar (in)
- ID = Diameter dalam (in)
- th = Tebal *Head*
- Pd = Tekanan desain (psig)
- f = *Maximum allowable stress* (psia)
- E = Efisiensi sambungan
- C = *Corroton allowance*
- OA = *Overall dimension* (in)
- b = *Depth of dish inside* (in)
- sf = *Straight flange* (in)
- rc = *Radius of dish* (in)
- icr = *Inside corner radius* (in)
- Tebal *Head*

Digunakan persamaan 13.10 Brownell and Young, 1959 :

$$th = \frac{P \cdot rc \cdot w}{2fE - 0,2P} + C$$

Keterangan :

W = Faktor intensifikasi stress

Dimana

$$W = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{rc}{icr}} \right)$$

$$W = 1,7112$$

Sehingga diperoleh nilai th

$$th = \frac{125,27 \text{ psi} \times 170 \text{ in} \times 1,71}{(2 \times 18.75 \text{ psi} \times 0,8) - (0,2 \times 125,27 \text{ psi})} + 0,12 \text{ in}$$

$$th = 1,34 \text{ in}$$

Berdasarkan Tabel 5.7 (Brownell & Young, 1959) digunakan tebal head standar : $1 \frac{3}{8} \text{ in} = 1,37 \text{ in}$

Kemudian, dengan ukuran th tersebut, didapatkan :

$$\text{Tebal head (th)} = \text{tebal bottom (tb)} = 1 \frac{3}{8} \text{ in} = 1,37 \text{ in}$$

- Tinggi Head

Berdasarkan Tabel 5.6 (Brownell & Young, 1959), untuk $th = 1 \frac{3}{8} \text{ in}$, diperoleh nilai sf dengan range 1,5 sampai 4,5 in.

Diambil nilai $sf = 2 \text{ in}$

$$\text{Tinggi head (OA)} = tb + b + sf$$

Dimana:

$$\begin{aligned} AB &= \frac{ID}{2} - icr \\ &= (183,25 \text{ in}/2) - 11,50 \text{ in} \\ &= 80,13 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BC &= r - icr \\ &= 170 \text{ in} - 11,50 \text{ in} \\ &= 158,50 \text{ in} \end{aligned}$$

$$b = r - \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2}$$

$$b = 170 \text{ in} - \sqrt{(158,50 \text{ in})^2 - (80,15 \text{ in})^2}$$

$$b = 33,24 \text{ in}$$

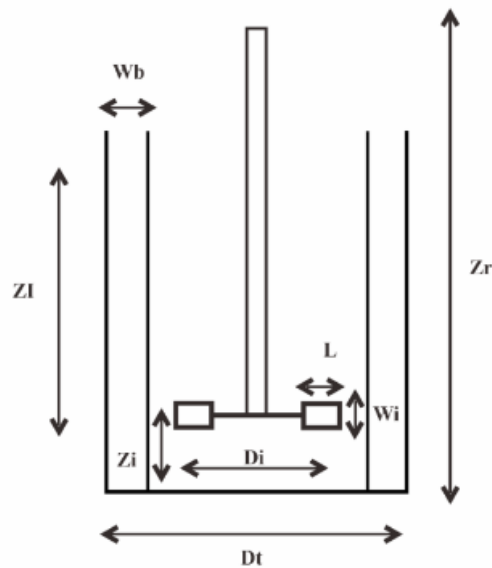
$$\begin{aligned} \text{Maka tinggi head (OA)} &= th + b + sf \\ &= 1,37 \text{ in} + 33,24 \text{ in} + 2 \text{ in} \\ &= 36,62 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi cairan di shell (HL,s)} &= HL - OA \\ &= 183,25 \text{ in} - 36,62 \text{ in} \\ &= 146,63 \text{ in} \\ &= 3,72 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi total tangka (Htotal)} &= H + (2 \times (OA)) \\ &= 183,25 \text{ in} + (2 \times (36,62 \text{ in})) \\ &= 256,49 \text{ in} \\ &= 6,52 \text{ m} \end{aligned}$$

9. Perancangan Pengaduk

Penentuan jenis pengaduk dipilih berdasarkan viskositas fluida yang diaduk (Holland, F.A dan F.S., 1996). Nilai viskositas campuran dalam reaktor pada suhu 90°C adalah 2,42 cP. Maka, jenis pengaduk yang dipilih adalah *Flat bladed Turbin Impeller* dengan alasan pengadukan cocok digunakan pada larutan dengan viskositas <3000 cP dan pengaduk dapat bekerja cepat yaitu dengan kecepatan hingga 1800 rpm (Geankoplis, 1978).



Berdasarkan Tabel 3.4-1 (Geankoplis, 1978) diperoleh data :

Inside Diameter (D_t)	=	4,65 m
Diameter Turbin (D_i)	= $D_t/3$	= 1,55 m
Jarak Pengaduk dari dasar tangka (Z_i)	= $D_i \times 1,3$	= 2,01 m
Tinggi Pengaduk (Z_l)	= $D_i \times 3,9$	= 6,05 m
Lebar Baffle (W)	= $D_i \times 0,17$	= 0,26 m
Lebar Pengaduk (L)	= $D_i \times 0,25$	= 0,39 m

- Menghitung Jumlah Pengaduk

$$N_t = WELH/ID$$

Keterangan :

WELH : Water Equivalent Liquid Height

$$H_{L,S} \times sp$$

ID : Diameter dalam reactor

Spesifik gravity (sg) : $\rho_{larutan} / \rho_{air}$

$$: 1.478,33 \text{ kg/m}^3 / 1.000 \text{ kg/m}^3$$

$$: 1,48$$

$$\text{WELH} = 6,05 \text{ m} \times 1,48$$

$$= 8,94 \text{ m}$$

$$Nt = WELH/ID$$

$$Nt = \frac{8,94 \text{ m}}{4,65 \text{ m}} = 1,92$$

Maka, digunakan jumlah pengaduk sebanyak 2 buah.

10. Menghitung Power Pengaduk

- Menghitung Jumlah Putaran

$$N = \frac{600}{\pi \times Di(ft)} \times \sqrt{\frac{WELH}{2 \times Di(m)}}$$

$$N = \frac{600}{3,14 \times 5,09 \text{ ft}} \sqrt{\frac{8,94}{2 \times 1,55 \text{ m}}}$$

$$N = 63,57 \text{ rpm}$$

- Menghitung Daya Pengaduk

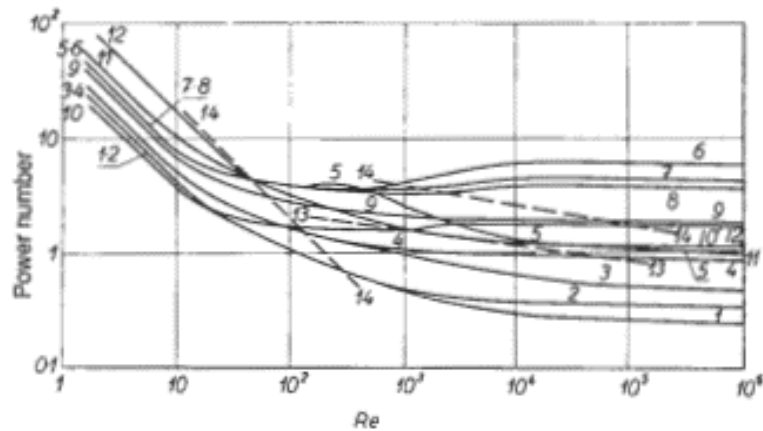
Digunakan persamaan 3.4-1, Geankoplis, 1993, hal. 144

$$NRe = \frac{\rho \text{ campuran} \times N \times Di^2}{\mu \text{ campuran}}$$

$$NRe = \frac{1.478,33 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1,06 \text{ rps} \times 1,55^2 \text{ m}}{2,4 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot \text{s}}$$

$$= 1.562.088,86$$

Dengan nilai Reynold sebesar 1.562.088,86 diperoleh nilai Np =



Berdasarkan grafik tersebut, untuk pengaduk jenis Turbin with 6 Blade, diperoleh nilai NP = 9

Untuk menghitung power pengaduk digunakan rumus :

$$P = \frac{N^3 \times Di^2 \times \rho \times Np}{550 \times gc}$$

$$P = \frac{1,06^3 rps \times 5,09^2 ft \times 92,29 \frac{lb}{ft^3} \times 9}{550 \times 32,20 \frac{lbm}{ft} \cdot \frac{lb}{ft \cdot sec^2}}$$

$$P = 8,55 \text{ Hp}$$

Diketahui efisiensi motor elektrik untuk P = 8,55 Hp menurut figure 14-38 adalah 86%

$$P_{motor} = \frac{Pa}{\eta}$$

$$P_{motor} = \frac{8,55}{86\%} = 9,95 \text{ Hp}$$

Menurut standar NEMA (Rase and Barroe, 1957) daya motor standar yang mendekati hasil perhitungan adalah 10 Hp atau setara dengan 7,42 kWatt.

11. Neraca Panas Reaktor

Komponen	Input (Kj/jam)	Output (Kj/jam)
Na ₂ CO ₃	48.142,58	7.075,02
NaCl	568,46	568,46
H ₂ O	68.557,68	80.061,02
H ₃ PO ₄	91.577,02	9.157,70
Na ₂ HPO ₄	26.620,10	149.680,66
CO ₂	0	18.546,62
ΔH Reaksi	30.387,11	0
Q terserap	0	763,46
Total	265.852,95	265.852,95

12. Merancang Jacket Pendingin

- Menghitung ΔT_{LMTD}

Suhu masuk Reaktor (T₁) = 194 °F

Suhu keluar Reaktor (T₂) = 194 °F

Suhu pendingin masuk (t₁) = 86 °F

Suhu pendingin keluar (t₂) = 122 °F

Inisial	Fluida Panas (°F)		Fluida Dingin (°F)	ΔT
ΔT ₂	194	Lower Temp	86	108
ΔT ₁	194	Higher Temp	122	72

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{(\Delta T_2 - \Delta T_1)}{\ln \frac{(\Delta T_2)}{(\Delta T_1)}}$$

$$\Delta T_{LMTD} = 88,79 \text{ } ^\circ\text{F}$$

- Menghitung Luas Transfer Panas

Untuk fluida panas Light organics (viskositasnya <1 cP) dan fluida dingin air, nilai UD = 75 – 150 BTU/ft². °F.jam

Harga UD = 150 BTU/ ft². °F.jam

Q = 6,99 × 10⁵ kkal/jam

$$= 2,78 \times 10^6 \text{ BTU/jam}$$

$$A = \frac{Q}{U_D \cdot \Delta T_{LMTD}}$$

$$A = \frac{2776000 \text{ btu/jam}}{150 \times 88,79}$$

$$= 744,46 \text{ ft}^2$$

- Menghitung Luas Selubung Reaktor

$$L = \pi \times D \times H$$

$$L = 3,114 \times 15,99 \text{ ft} \times 15,27 \text{ ft}$$

$$= 767,21 \text{ ft}^2$$

Luas transfer panas < luas selubung tangka, sehingga menggunakan Jacket Pendingin.

- Menentukan Dimensi Jacket Pendingin Reaktor

$$\text{Panas spesifik (C)} = 1 \text{ Btu/lb}^\circ\text{F}$$

$$\text{Diameter reaktor (ID)} = 4,65 \text{ m}$$

$$\text{Diameter impeller (Di)} = 5,09 \text{ ft}$$

$$\text{Rotasi pengadukan} = 1,06 \text{ rps}$$

Untuk pendingin jacket dan pengaduk digunakan persamaan :

$$\frac{h_j D_t}{k} = 0.76 \left(\frac{D_a^2 n \rho}{\mu} \right)^{2/3} \left(\frac{C_p \mu}{k} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.24}$$

(Peter Harriot, per.5.1)

$$\frac{h_j D_t}{k} = 0.76 \left(\frac{L^2 N \rho}{\mu} \right)^{2/3} \left(\frac{C_p \mu}{k} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.24}$$

- Menentukan hi

Sifat fisis fluida :

$$\text{Densitas } (\rho) = 92,29 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Viskositas } (\mu) = 5,85 \text{ lb/ft.jam}$$

$$\text{Konduktivitas termal (k)} = 0,72 \text{ Btu/ft.hr. }^\circ\text{F}$$

$$\text{Kapasitas panas (Cp)} = 12,21 \text{ Btu/lb.F}$$

$$\frac{h_j D_t}{k} = 0.76 \left(\frac{L^2 N \rho}{\mu} \right)^{2/3} \left(\frac{C_p \mu}{k} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.24}$$

$$h_i = 31,20 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{F}$$

- Menentukan hio

$$ID = 183,25 \text{ in} = 15,27 \text{ ft}$$

$$OD = 192 \text{ in} = 16,00 \text{ ft}$$

$$h_{io} = h_i \frac{ID}{OD}$$

$$h_{io} = 29,78 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{F}$$

- Menentukan ho

Sifat fisis air pendingin :

$$\text{Suhu (T)} = 298 \text{ K}$$

$$\text{Densitas } (\rho) = 63,86 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Viskositas } (\mu) = 1,98 \text{ lb/ft.jam}$$

$$\text{Konduktivitas (k)} = 0,35 \text{ Btu/ft.jam. } ^\circ\text{F}$$

$$\text{Kapasitas panas (cP)} = 5,01 \text{ Btu/lb. } ^\circ\text{F}$$

$$\frac{h_j D_t}{k} = 0.76 \left(\frac{L^2 N \rho}{\mu} \right)^{2/3} \left(\frac{C_p \mu}{k} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0.24}$$

$$h_o = 4,95 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{F}$$

- Menentukan Uc

$$U_c = \frac{h_o \cdot h_{io}}{h_o + h_{io}}$$

$$U_c = \frac{(4,95 \times 29,78) \frac{\text{Btu}}{\text{jam}} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{F}}{(4,95 + 29,78) \frac{\text{Btu}}{\text{jam}} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{F}}$$

$$U_c = 4,24 \frac{\text{Btu}}{\text{jam}} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{F}$$

- Menentukan Ud

Diambil : $R_d = 0,003 \text{ ft/hr.F/Btu}$ (Kern, table 12, hal.845)

$$\frac{1}{U_d} = \frac{1}{U_c} + R_d$$

$$U_d = 4,19 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{F}$$

- Menentukan Tinggi Jaket

$$h_j = \frac{\left(A - \frac{1}{4}\pi \cdot D_R^2\right)}{\pi \cdot D_R}$$

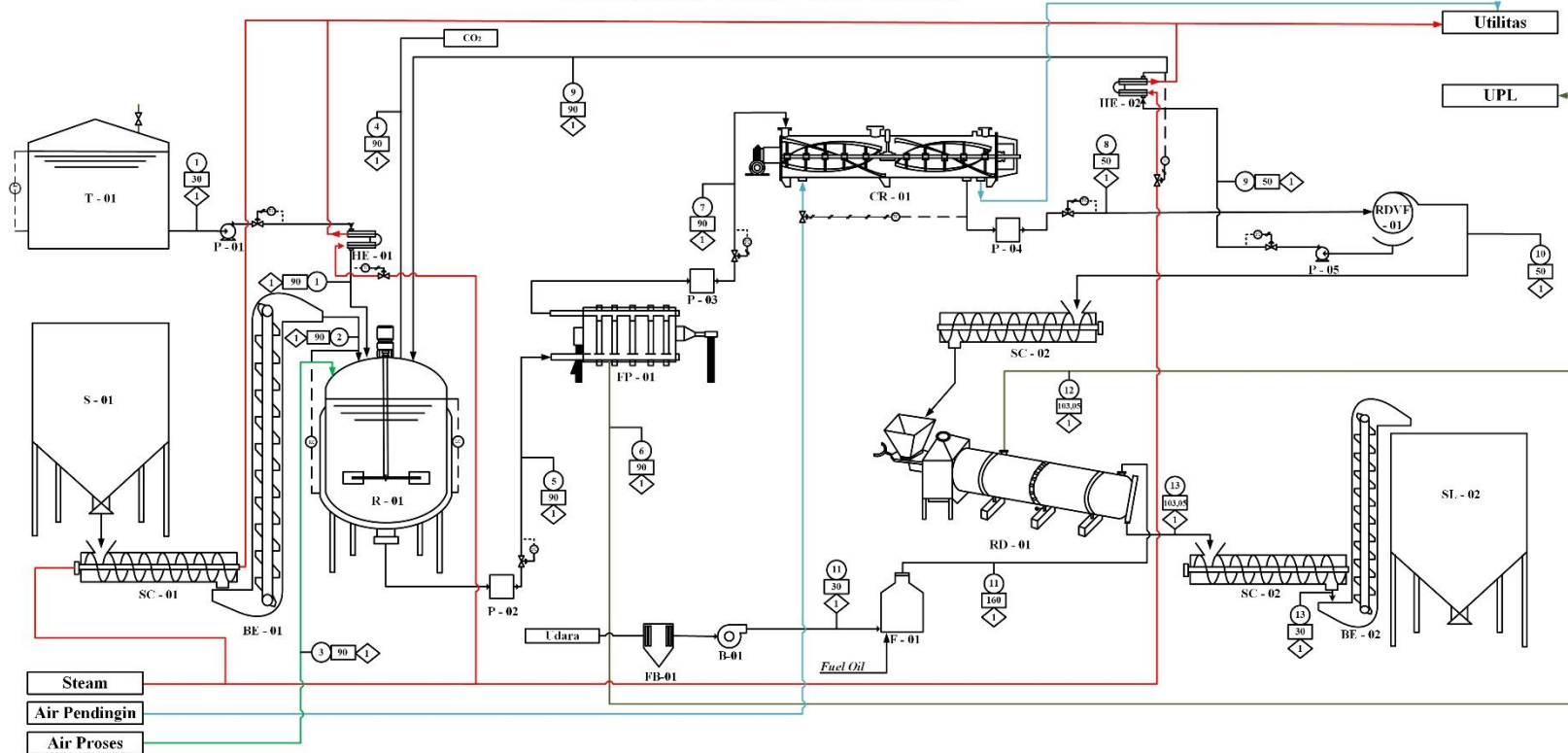
$$h_j = \frac{(744,46 \text{ ft}^2) - \left(\frac{1}{4} \times 3,14\right) \times (15,27 \text{ ft})^2}{3,14 \times 15,27 \text{ ft}}$$

$$h_j = 11,71 \text{ ft}$$

$$= 3,57 \text{ m}$$

LAMPIRAN B
PEFD

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK DINATRIUM HIDROGEN FOSFAT DIHIDRAT DARI NATRIUM KARBONAT DAN ASAM FOSFAT
KAPASITAS : 35.000 TON/TAHUN



Komponen	Nomor Arus (Kg/jam)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Na ₂ CO ₃		2.672,79			399,23	39,92	359,31	359,31	352,12	7,19			7,19
NaCl		18,83			42,01	4,20	37,81	37,81	37,05	0,76			0,76
H ₂ O	395,32	17,24	1.858,40		2.738,78	273,88	2.464,90	1.548,54	77,43	1.471,11		1.312,23	158,88
H ₃ PO ₄	2.123,04				238,05	23,81	214,25	214,25	209,96	4,28			4,28
Na ₂ HPO ₄					3.775,92	377,59	3.398,33	67,97	66,61	1,36			1,36
Na ₂ HPO ₄ ·2H ₂ O								4.246,73		4.246,73			4.246,73
CO ₂				961,92									
Udara											53.292,52	53.292,52	
Total	2.518,37	2.708,86	1.858,40	961,92	7.193,99	719,40	6.474,59	6.474,59	743,17	5.731,42	53.292,52	54.604,75	4.419,19

KETERANGAN SIMBOL

- ⊖ : Flow Controller
- ⊕ : Flow Indicator
- ⊖ : Level Indicator
- ⊖ : Temperature Controller
- ⊖ : Temperature Indicator
- ⊖ : Nomor Arus
- ⊖ : Suhu, °C
- ⊖ : Tekanan, atm
- ⊖ : Sinyal Listrik
- ⊖ : Sinyal Pneumatik
- ⊖ : Piping
- ⊖ : Gate Valve
- ⊖ : Global Valve
- ⊖ : Steam Masuk
- ⊖ : Steam Pendingin
- ⊖ : UPL (Unit Pengolahan Limbah)

KETERANGAN ALAT

- B : Blower
- BE : Bucket Elevator
- CR : Crystallizer
- F : Furnace
- FB : Filter Bag
- FP : Plate and Frame Filter
- HIE : Heater
- P : Pump
- RDVF : Rotary Drum Vacuum Filter
- RD : Rotary Dryer
- R : Reactor
- SC : Screw Conveyor
- SL : Silo
- T : Tank

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PROCESS ENGINEERING DIAGRAM FLOW
PRA RANCANGAN PABRIK DINATRIUM
HIDROGEN FOSFAT DIHIDRAT DENGAN
KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN

DISUSUN OLEH :
GINA ALIYAWATI (19921146)
ALFATUL FADHILAH (19921195)

DOSEN PEMBIMBING :
Dr. KHAMDAN CAHYARI, S.T., M.Sc.

LAMPIRAN C
KARTU KONSULTASI BIMBINGAN

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Gina Aliyawati
No. MHS : 19521146

2. Nama Mahasiswa : Alfiatul Fadhilah
No. MHS : 19521155

Judul Prarancangan *) :

PRARANCANGAN PABRIK DINATRIUM FOSFAT DIHIDRAT DARI NATRIUM KARBONAT DAN ASAM FOSFAT DENGAN KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN.

Mulai Masa Bimbingan : 10 Oktober 2022

Batas Akhir Bimbingan : 8 April 2023

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	5 Okt 2022	Pengenalan dan diskusi mengenai perancangan	HP
2.	27 Okt 2022	Konsultasi mengenai judul dan data kapasitas perancangan	HP
3.	16 Nov 2022	Konsultasi mengenai data kapasitas perancangan	HP
4.	14 Des 2022	Persetujuan luaran tahap 1, diskusi mengenai tunjauan proses, tinjauan termodinamika	HP
5.	15 Jan 2023	Diskusi terkait kinetika dan spesifikasi produk	HP
6.	29 Mar 2023	Diskusi mengenai diagram alir kualitatif	HP
7.	5 Apr 2023	Diskusi mengenai diagram alir kualitatif	HP

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 8 April 2023

Pembimbing,



Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc.

*) **Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Gina Aliyawati
No. MHS : 19521146
2. Nama Mahasiswa : Alfiatul Fadhilah
No. MHS : 19521155

Judul Prarancangan *) :

PRARANCANGAN PABRIK DINATRIUM FOSFAT DIHIDRAT DARI NATRIUM KARBONAT DAN ASAM FOSFAT DENGAN KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN.

Mulai Masa Bimbingan : 9 April 2023

Batas Akhir Bimbingan : 6 Oktober 2023

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	26 Mei 2023	Diskusi mengenai neraca massa dan data kinetik	HL
2.	8 Juni 2023	Diskusi mengenai kinetik	HL
3.	14 Juni 2023	Diskusi mengenai kinetik dan reaktor	HL
4.	6 Juli 2023	Diskusi mengenai perhitungan alat besar	HL
5.	20 Juli 2023	Diskusi mengenai perhitungan alat besar	HL
6.	7 Agust 2023	Diskusi mengenai PEFD	HL
7.	29 Agust 2023	Diskusi mengenai perhitungan alat kecil	HL
8.	19 Sept 2023	Diskusi mengenai utilitas	HL
9.	26 Sept 2023	Diskusi mengenai utilitas dan evaluasi ekonomi	HL
10.	2 Okt 2023	Diskusi mengenai naskah	HL
11.	4 Okt 2023	Diskusi mengenai kinetika	HL

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 4 Oktober 2023

Pembimbing,



Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc.

*) Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok