

**PRA RANCANGAN PABRIK NATRIUM DIFOSFAT
HEPTAHIDRAT DARI NATRIUM KLORIDA DAN
ASAM FOSFAT DENGAN KAPASITAS 25.000
TON/TAHUN**

PRA RANCANGAN PABRIK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia



Oleh:

Nama : Meuthia Albiyani Maulidia

NIM : 19521206

Nama : Nadia Putri Irmawati

NIM : 19521207

TEKNIK KIMIA

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

YOGYAKARTA

2023

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL
PRARANCANGAN PABRIK NATRIUM DIFOSFAT HEPTAHIDRAT
DARI NATRIUM KLORIDA DAN ASAM FOSFAT DENGAN
KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Meuthia Albiyani Maulidia

NIM : 19521206

Nama : Nadia Putri Irmawati

NIM : 19521207

Yogyakarta, 11 Oktober 2023

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Meuthia Albiyani Maulidia
NIM. 19521206



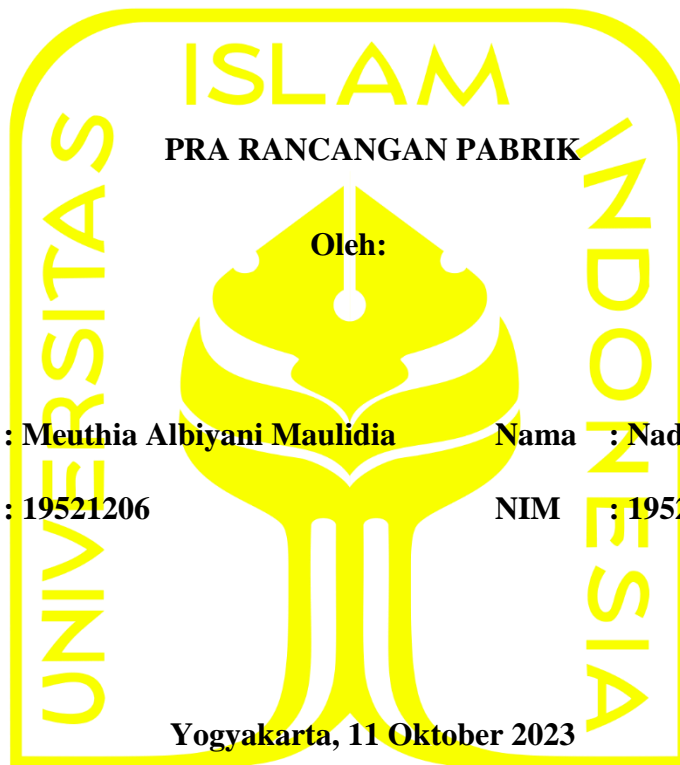
Nadia Putri Irmawati
NIM. 19521207

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK NATRIUM DIFOSFAT HEPTAHIDRAT

DARI NATRIUM KLORIDA DAN ASAM FOSFAT

DENGAN KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN



Nama : Meuthia Albiyani Maulidia

Nama : Nadia Putri Irmawati

NIM : 19521206

NIM : 19521207

Yogyakarta, 11 Oktober 2023

Pembimbing 1  Pembimbing 2

Dr. Suharno Rusdi

Venitalitya Alethea Sari Augustia, S.T., M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK NATRIUM DIFOSFAT HEPTAHIDRAT DARI NATRIUM KLORIDA DAN ASAM FOSFAT DENGAN KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

Oleh:

Nama : Meuthia Albiyani Maulidia
NIM : 19521206

Nama : Nadia Putri Irmawati
NIM : 19521207

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,

Tim Penguji,

Ketua Penguji

Venalitya Alethea Sari Augustia, S.T., M.Eng

Anggota I

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

Anggota II

Lilis Kistriyani, S.T., M.Eng



13/11/2023



13 Nov 2023

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



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

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr., Wb.

Puji syukur kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“PRA RANCANGAN PABRIK NATRIUM DIFOSFAT HEPTAHIDRAT DARI NATRIUM KLORIDA DAN ASAM FOSFAT DENGAN KAPASITAS 25.000 TON PER TAHUN”**.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana (S1) Teknik Kimia di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu menyelesaikan laporan ini secara langsung maupun tidak langsung, yang terhormat :

1. Allah SWT karena atas segala kehendak-Nya, penulis diberi kesabaran dan kemampuan untuk dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua yang selalu mendo'akan kami serta memberikan dukungan serta motivasi kepada kami untuk menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

5. Bapak Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
6. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir.
7. Ibu Venitalitya Alethea Sari Augustia, ST., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir.
8. Teman-teman seperjuangan Angkatan 2019 yang selalu memberikan semangat dan doa.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan penyusunan laporan penelitian.

Penulis berusaha semaksimal mungkin dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini agar dapat bermanfaat bagi pembaca dan penulis pada khususnya. Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis berharap laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya mahasiswa Teknik Kimia.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Yogyakarta, Oktober 2023

Penyusun

LEMBAR PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahillobbil'alamin. Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Tugas akhir ini saya persembahkan kepada:

Kedua orangtua saya, Ayah Mochtar Hi Umar dan Ibu Komariah Andi Burhanuddin juga kedua saudara saya Abang Sowohi Luthfi Yusuf dan Kakak Faiz Burhan Umardhanu yang selalu memberi saya kasih sayang, dukungan moril maupun materiil, dan doa terbesar untuk menyelesaikan tugas akhir.

Rekan saya, Nadia Putri Irmawati yang telah menemani saya sejak penelitian hingga menyelesaikan tugas akhir ini. Terima kasih atas kesetiaan, kesabaran, kegigihan, dan perjuangannya.

Orang terkasih, Rafif Bahmid yang selalu berada di sisi saya dan selalu mendengar keluh kesah juga memberikan dukungan kepada saya.

Teman-teman saya, Alillah, Dewi, Amel, Raudah, Andina, Sri, Mayang, Ayu, Inggis, Noval, Ilham, Farrell, Syauqy, Rafi, Herman dan Aqib yang senantiasa memberi semangat dan juga turut membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini.

Teman-teman seperjuangan REACTOR Teknik Kimia UII 2019.

Meuthia Albiyani Maulidia

LEMBAR PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahirobbil'alamin

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Tugas akhir ini saya persembahkan kepada:

Kedua orang tua saya, Bapak Suratman dan Ibu Arniwaty yang telah memberikan saya kasih sayang, dukungan, dan do'a untuk menyelesaikan tugas akhir saya.

Ketiga saudara saya Risqi Arwan, Ilham Aryan, dan Farhan Putra yang memberikan dukungan dan dorongan secara tidak langsung agar saya segera menyelesaikan tugas akhir ini.

Rekan saya, Meuthia Albiyani Maulidia yang telah menemani saya sejak penelitian hingga menyelesaikan tugas akhir ini. Terima kasih atas kesetiaan, kesabaran, dan kegigihannya.

Teman-teman saya, Aira, Hayya, Sri, Mayang, Ayu, Inggis, Noval, Ilham, Farrell, Syauqy, Rafi, Herman dan Aqib yang senantiasa memberi semangat dan selalu menemani sekaligus membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini.

Teman-teman seperjuangan REACTOR Teknik Kimia UII 2019

Nadia Putri Irmawati

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	i
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik	2
1.3 Tinjauan Pustaka	6
1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika.....	10
BAB II PERANCANGAN PRODUK	13
2.1 Spesifikasi Produk.....	13
2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung.....	15
2.3 Pengendalian Kualitas	17
BAB III PERANCANGAN PROSES.....	19
3.1 Diagram Alir Proses dan Material.....	19
3.2 Uraian Proses.....	21
3.3 Spesifikasi Alat.....	24
3.4 Neraca Massa	46
3.5 Neraca Panas	50
BAB IV PERANCANGAN PABRIK	54
4.1 Lokasi Pabrik.....	54
4.2 Tata Letak Pabrik (<i>Plant Layout</i>).....	57
4.3 Tata Letak Mesin/Alat Proses (<i>Machines Layout</i>)	61
4.4 Organisasi Perusahaan.....	64
BAB V UTILITAS.....	83
5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....	83
5.2 Unit Pembangkit <i>Steam</i>	89
5.3 Unit Pembangkit Listrik	90
5.4 Unit Penyedia Udara Tekan.....	93
5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar	93
5.6 Unit Pengolahan Limbah.....	93
BAB VI EVALUASI EKONOMI	111
6.1 Evaluasi Ekonomi.....	111
6.2 Penaksiran Harga Alat.....	114
6.3 Perhitungan Biaya	116
6.4 Analisa Kelayakan.....	120

6.5	Analisa Resiko Pabrik	125
BAB VII PENUTUP		127
7.1	Kesimpulan.....	127
7.2	Saran.....	128
DAFTAR PUSTAKA		129
LAMPIRAN-1		131
LAMPIRAN-2		144
LAMPIRAN-3		145

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor Natrium Difosfat	3
Tabel 1.2 Kapasitas Produksi Natrium Difosfat Heptahidrat Komersial	5
Tabel 1.3 Perbandingan Proses	9
Tabel 1.4 Data Panas Pembentukan ($\Delta H_f 298$)	10
Tabel 3.1 Neraca Massa Mixer	46
Tabel 3.2 Neraca Massa Reaktor	47
Tabel 3.3 Neraca Massa Evaporator	47
Tabel 3.4 Neraca Massa Crystallizer	48
Tabel 3.5 Neraca Massa Centrifuge	48
Tabel 3.6 Neraca Massa Rotary Dryer	49
Tabel 3.7 Neraca Massa Total	49
Tabel 3.8 Neraca Panas Reaktor	50
Tabel 3.9 Neraca Panas Evaporator	50
Tabel 3.10 Neraca Panas Crystallizer	51
Tabel 3.11 Neraca Panas Rotary Dryer	51
Tabel 3.12 Neraca Panas Heat Exchanger-01	51
Tabel 3.13 Neraca Panas Heat Exchanger-02	52
Tabel 3.14 Neraca Panas Heat Exchanger-03	52
Tabel 3.15 Neraca Panas Condensor	52
Tabel 3.16 Neraca Panas Total	53
Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah Pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat	60
Tabel 4.2 Jadwal Karyawan Shift	77
Tabel 4.3 Penggolongan Jabatan	77
Tabel 4.4 Perincian Jumlah Karyawan dan Gaji	78
Tabel 5.1 Kebutuhan Air Pendingin	84
Tabel 5.2 Kebutuhan Air Proses	85
Tabel 5.3 Kebutuhan Air Domestik	86
Tabel 5.4 Kebutuhan Air Steam	86
Tabel 5.5 Kebutuhan Listrik Alat Proses	91
Tabel 5.6 Kebutuhan Listrik Utilitas	91
Tabel 5.7 Kebutuhan Listrik Total	92
Tabel 5.8 Spesifikasi Screening	95
Tabel 5.9 Spesifikasi Bak Pengendapan Awal	95
Tabel 5.10 Spesifikasi Bak Penggumpal	96
Tabel 5.11 Spesifikasi Tangki Larutan Alum	97
Tabel 5.12 Spesifikasi Bak Pengendapan I	97
Tabel 5.13 Spesifikasi Bak Pengendapan II	98
Tabel 5.14 Spesifikasi Sand Filter	98
Tabel 5.15 Spesifikasi Bak Penampungan Sementara	99
Tabel 5.16 Tangki Klorinasi	99
Tabel 5.17 Spesifikasi Tangki Kaporit	100
Tabel 5.18 Spesifikasi Tangki Air Bersih	100
Tabel 5.19 Spesifikasi Bak Air Pendingin	101

Tabel 5.20 Spesifikasi Cooling Tower.....	101
Tabel 5.21 Spesifikasi Blower Cooling Tower	102
Tabel 5.22 Spesifikasi Mixed Bed	102
Tabel 5.23 Spesifikasi Tangki NaCl	103
Tabel 5.24 Spesifikasi Tangki NaOH	103
Tabel 5.25 Spesifikasi Tangki Demin.....	104
Tabel 5.26 Spesifikasi Dearator	104
Tabel 5.27 Spesifikasi Tangki N ₂ H ₄	105
Tabel 5.28 Spesifikasi Tangki Air Service	105
Tabel 5.29 Spesifikasi Pompa Utilitas	106
Tabel 6.1 Chemical Engineering Cost Index (CEPCI)	114
Tabel 6.2 Physical Plant Cost (PPC).....	116
Tabel 6.3 Direct Plant Cost (DPC).....	117
Tabel 6.4 Fixed Capital Investment (FCI)	117
Tabel 6.5 Working Capital Investment (WCI).....	117
Tabel 6.6 Direct Manufacturing Cost (DMC).....	118
Tabel 6.7 Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	119
Tabel 6.8 Fixed Manufacturing Cost (FMC)	119
Tabel 6.9 Manufacturing Cost.....	119
Tabel 6.10 General Expense	120
Tabel 6.11 Production Cost.....	120
Tabel 6.12 Fixed Cost (Fa)	122
Tabel 6.13 Regulated Cost (Ra).....	123
Tabel 6.14 Variabel Cost (Va)	123

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Impor Natrium Difosfat di Indonesia.....	3
Gambar 1.2 Grafik Konsumsi Deterjen di Indonesia.....	4
Gambar 3.1 Diagram Alir Kualitatif	19
Gambar 3.2 Diagram Alir Kuantitatif	20
Gambar 4.1 Lokasi Pabrik.....	57
Gambar 4.2 Layout Denah Pabrik.....	61
Gambar 4.3 Layout Alat Proses	64
Gambar 4.4 Struktur Organisasi.....	75
Gambar 5.1 Diagram Unit Pengolahan Air.....	88

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN-1	131
LAMPIRAN-2	144
LAMPIRAN-3	145

ABSTRAK

Pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat dirancang dengan kapasitas 25.000 ton/tahun, menggunakan bahan baku Natrium Klorida (NaCl) dengan kemurnian 99% sebesar 5.176,052 kg/jam dan Asam Fosfat (H₃PO₄) dengan kemurnian 54% sebesar 4.729,633 kg/jam. Bahan baku Natrium Klorida (NaCl) diperoleh dari PT. Toya Indo Manunggal Chemical yang berlokasi di Sidoarjo, Jawa Timur. Sedangkan bahan baku asam fosfat (H₃PO₄) diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik yang berlokasi di Gresik, Jawa Timur. Pabrik direncanakan beroperasi secara kontinyu selama 330 hari dalam satu tahun dan akan didirikan di Gresik, Jawa Timur. Pabrik ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan luas tanah keseluruhan 23.075 m². Proses produksi akan dioperasikan menggunakan Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) konversi 95% dengan kondisi operasi 90°C dan tekanan 1 atm. Reaksi pada reaktor berlangsung pada fase cair-cair dan endotermis. Utilitas yang dibutuhkan terdiri dari air 108.583,1 kg/jam dan daya listrik 296,6 kW yang disuplai dari PLN, namun ada generator sebesar 370,75 kW sebagai cadangan jika terjadi pemadaman secara mendadak oleh PLN. Modal tetap (*fixed capital*) yang diperlukan sebesar Rp. 99.187.170.947 dan modal kerja (*working capital*) sebesar Rp. 220.944.783.494. *Return Of Investment* (ROI) sebelum pajak 36% dan setelah pajak 29%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 2,2 tahun dan setelah pajak 2,7 tahun. *Discounted Cash Flow of Return* (DCFR) 13%. *Break Even Point* (BEP) 59%. *Shut Down Point* (SDP) 47%. Dari analisis ekonomi tersebut maka pendirian pabrik ini layak untuk dikaji lebih lanjut. Pabrik natrium difosfat heptahidrat tergolong pabrik risiko rendah (*low risk*).

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

ABSTRACT

The sodium diphosphate heptahydrate plant is designed with a capacity of 25.000 tons/year, using raw materials sodium chloride (NaCl) with 99% purity of 5.176,052 kg/hour and phosphoric acid (H₃PO₄) with 54% purity of 4.729,633 kg/hour. The raw material sodium chloride (NaCl) was obtained from PT. Toya Indo Manunggal Chemical which is located in Sidoarjo, East Java. Meanwhile, the raw material for phosphoric acid (H₃PO₄) was obtained from PT. Petrokimia Gresik which is located in Gresik, East Java. The factory is planned to operate continuously for 330 days a year and will be established in Gresik, East Java. This factory is planned to be a Limited Liability Company (PT) with a total land area of 23.075 m². The production process will be operated using a 95% Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR) with operating conditions of 90°C and 1 atm pressure. The reaction in the reactor takes place in the liquid-liquid phase and is endothermic. The utilities required consist of 108.583,1 kg/hour of water and 296,6 kW of electrical power supplied from PLN, but there is a 370,75 kW generator as a backup in case of a sudden blackout by PLN. The fixed capital required is IDR. 99.187.170.947 and working capital of Rp. 220.944.783.494. Return Of Investment (ROI) before tax 36% and after tax 29%. Pay Out Time (POT) before tax is 2,2 years and after tax is 2,7 years. Discounted Cash Flow of Return (DCFR) 13%. Break Even Point (BEP) 59%. Shut Down Point (SDP) 47%. From this economic analysis, the establishment of this factory is worthy of further study. The sodium diphosphate heptahydrate factory is classified as a low risk factory.

Keywords: *Sodium Chloride, Sodium Diphosphate Heptahydrate, Phosphoric Acid*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki jumlah penduduk terbanyak ke-empat, keberlimpahan jumlah penduduk tersebut harus diikuti dengan kesejahteraan masyarakatnya. Indonesia adalah negara berkembang dengan penunjang perekonomian dari industri pertanian dan pertambangan. Perkembangan industri pada segala bidang meningkat dengan pesat, sehingga mengharuskan Indonesia dapat bersaing dengan negara-negara industri yang lain. UU Perindustrian No. 5 tahun 1984 menyebutkan bahwa industri merupakan kegiatan ekonomi yang mengelola bahan mentah, bahan baku, barang setengah jadi, dan atau barang jadi menjadi barang dengan nilai yang lebih tinggi untuk penggunaan termasuk kegiatan rancangan bangun dan perekayasaan industri. Bahan baku yang diperlukan untuk mendukung industri tersebut semakin banyak, karena pada negara ini terdapat macam-macam industri.

Berdasarkan proses produksinya, industri dibedakan menjaddi dua jenis, yaitu industri hulu dan industri hilir. Industri hulu adalah industri yang hanya mengolah bahan mentah menjadi barang setengah jadi. Industri ini memiliki sifat hanya menyediakan bahan baku untuk kegiatan industri yang lain. Sedangkan industri hilir adalah industri yang mengolah barang setengah jadi menjadi barang jadi sehingga barang tersebut dapat langsung dipakai oleh konsumen.

Salah satu hasil industri yang dibutuhkan ialah Natrium Difosfat yang merupakan senyawa fosfat dan seringkali digunakan sebagai bahan baku maupun bahan pembantu pada industri kimia.

Rumus kimia dari Natrium Difosfat yaitu Na_2HPO_4 . Nama lain yang dimiliki oleh Natrium Difosfat antara lain Disodium Phosphate, Sodium Phosphate Dibasic, Sodium Hydrogenphosphate, Disodium Orthophosphate, Disodium Hydrogen Phosphate. Natrium Difosfat dapat ditemukan dalam bentuk hidrat, salah satunya yaitu Natrium Difosfat Heptahidrat. Produk tersebut memiliki banyak manfaat dan seringkali digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan detergen, pewarna, pengolahan air, industri kertas dan lain lain. Sehingga perancangan pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat sangat penting untuk membantu dalam menyediakan bahan baku industri sebagai komoditi ekspor.

Dampak positif dari adanya pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat bagi Indonesia, yaitu terbentuknya lapangan pekerjaan sehingga angka pengangguran semakin menurun, pabrik-pabrik yang menggunakan bahan baku natrium difosfat sangat terbantu, dan mengurangi kebutuhan impor atau sumber devisa negara menghemat.

1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

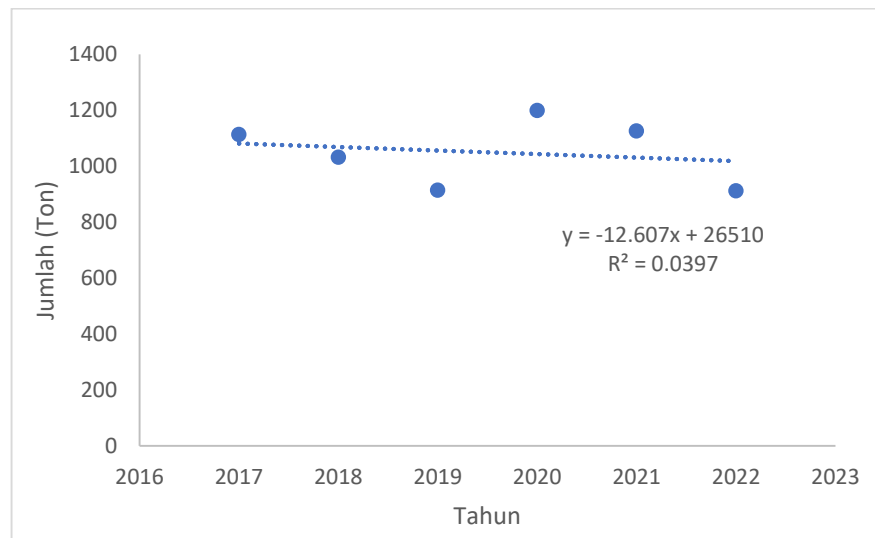
Dalam pemilihan kapasitas pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat berdasarkan dari beberapa pertimbangan, yaitu:

1.2.1 Proyeksi kebutuhan Natrium Difosfat Heptahidrat

Tabel 1.1 *Data Impor Natrium Difosfat*

No	Tahun	Jumlah (Ton)
1	2017	1114,055
2	2018	1032,902
3	2019	914,663
4	2020	1200,536
5	2021	1126,45
6	2022	912,503

Sumber: BPS, 2023



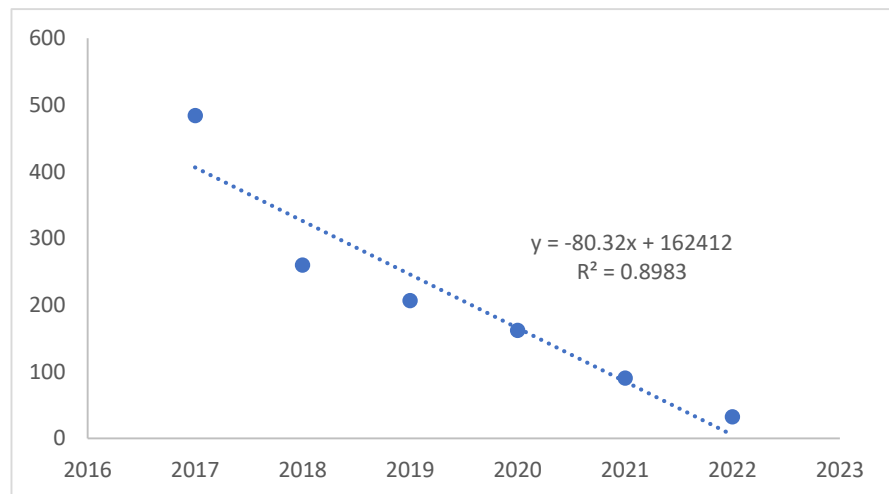
Gambar 1.1 Grafik Impor Natrium Difosfat di Indonesia

Jumlah kebutuhan impor dapat dihitung dengan persamaan linear pada grafik impor natrium difosfat yaitu $y = -12,607x + 26510$ dimana x menunjukkan tahun yang ingin dicari dan y adalah jumlah impor natrium difosfat. Dari persamaan tersebut didapatkan data

hasil proyeksi impor natrium difosfat di Indonesia pada tahun 2030 sebesar 26333,502 ton/tahun.

1.2.2 Data Konsumsi Detergen dari Natrium Difosfat Heptahidrat

Di Indonesia detergen merupakan salah satu produk yang sangat dibutuhkan. Detergen itu sendiri menggunakan salah satu bahan bakunya yaitu natrium difosfat heptahidrat sebesar 15%. Untuk data kebutuhan konsumsi detergen dapat diperoleh dari BPS, 2023. Sehingga diketahui data konsumsi untuk natrium difosfat heptahidrat untuk pembuatan detergen dapat dilihat pada gambar 1.2 sebagai berikut.



Gambar 1.2 Grafik Konsumsi Deterjen di Indonesia

Jumlah data konsumsi dapat dihitung dengan persamaan linear pada grafik di atas yaitu $y = -80,32x + 162.412$ dimana x menunjukkan tahun yang ingin dicari dan y adalah jumlah kebutuhan natrium difosfat heptahidrat. Dari persamaan tersebut didapatkan data hasil

proyeksi data konsumsi natrium difosfat heptahidrat di Indonesia pada tahun 2030 sebesar 161.287 ton/tahun.

1.2.3 Kapasitas Minimal

Apabila mendirikan pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat akan memberikan keuntungan jika pabrik didirikan dengan kapasitas 35.000 ton/tahun sampai 80.000 ton/tahun. (Faith and Keyes, 1965)

Tabel 1.2 Kapasitas Produksi Natrium Difosfat Heptahidrat Komersial

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

(www.chemnet.com/dir.html)

Sehingga dapat diperoleh nilai *supply*:

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

$$Supply = (105.094 + 26.333,5) \text{ ton/tahun}$$

$$Supply = 131.427,5 \text{ ton/tahun}$$

1.2.4 Kapasitas Bahan Baku

Bahan baku Asam Fosfat diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik.

Terdapat 2 *plants* dengan keseluruhan kapasitas sebesar 400.000 ton/tahun. Bahan baku Natrium Klorida diperoleh dari PT. Toya

Indo Manunggal Chemical dengan kapasitas sebesar 250.000 ton/tahun.

Berdasarkan proyeksi impor, konsumsi, dan produksi pada tahun 2030, maka peluang pasar untuk Natrium Difosfat Heptahidrat yaitu:

$$\text{Peluang} = \text{Demand} - \text{Supply}$$

$$\text{Peluang} = (161.287,5 - 131.427,5) \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Peluang} = 29.860,02 \text{ ton/tahun}$$

Dengan pertimbangan kapasitas bahan baku dan data produksi, dapat ditentukan kapasitas perancangan pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat pada tahun 2030 yaitu sebesar 25.000 ton/tahun.

1.3 Tinjauan Pustaka

1.3.1 Natrium Difosfat Heptahidrat

Natrium Difosfat Heptahidrat merupakan salah satu bahan kimia berupa padatan berwarna putih dan memiliki rumus kimia $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Produk ini seringkali digunakan sebagai reagen pada biologi molekuler, biokimia, dan kromatografi dan memiliki kapasitas penyangga yang sangat tinggi. Bahan utama yang terdapat pada Natrium Difosfat Heptahidrat ialah Asam Fosfat dan Natrium Klorida yang direaksikan dalam fase cair-cair dalam suhu 90°C dan tekanan 1 atm.

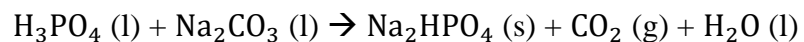
1.3.2 Pemilihan Proses

Macam-macam proses pembuatan Natrium Difosfat Heptahidrat

1. Pembuatan Natrium Difosfat dengan menggunakan bahan baku H_3PO_4 dan Na_2CO_3

Natrium Difosfat sebanyak 1 ton dapat diperoleh dengan cara mereaksikan antara H_3PO_4 dan Na_2CO_3 dengan perbandingan dalam berat 600 lb : 880 lb. Dalam reaktor direaksikan pada suhu $90^\circ C$ dan tekanan 1 atm dalam fase cair-cair.

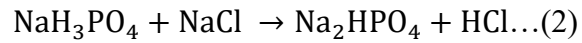
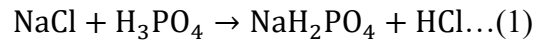
Reaksi yang terjadi adalah:



Produk yang dihasilkan berupa campuran padatan dan cairan yang kemudian disaring agar natrium difosfat berupa bubuk dengan filtrat dan air pencuci terpisah. Produk natrium difosfat bubuk dikristalkan dengan alat kristaliser. Hasil produk kristal natrium difosfat disaring agar kristal dan sisa cairan terpisahkan. Dari penyaring produk natrium difosfat dimasukkan alat untuk mengeringkan produk natrium difosfat. Natrium karbonat yang tidak bereaksi diumpankan kembali sebagai bahan baku dengan terlebih dahulu dipekatkan atau diuapkan (Faith Keyes, 1957)

2. Pembuatan Natrium Difosfat dengan menggunakan bahan baku H_3PO_4 dan $NaCl$.

Reaksi yang terjadi adalah:



Pada proses ini dilakukan dengan melarutkan NaCl dan H₂O dengan menggunakan *mixer*. Campuran tersebut kemudian dimasukkan ke dalam reaktor suhu 90°C dan tekanan 1 atm untuk direaksikan dengan H₃PO₄. Kandungan air pada produk yang keluar dari reaktor diuapkan dengan diumpankan menuju evaporator. Produk evaporator diumpankan kemudian didinginkan dalam kristalisasi. Kristal akan menuju *centrifuge* dan cairan induk dimasukkan kembali pada tangki pencampur. Pada saat kristalisasi, produk natrium difosfat akan mengkristal dan membentuk Natrium Difosfat Heptahidrat. Setelah itu, produk kristal tersebut akan dimasukkan ke dalam pengeringan putar untuk dikeringkan melalui media pengeringan udara.

Tabel 1.3 Perbandingan Proses

Kriteria	Metode I	Metode II
BAHAN		
1. Bahan baku	H ₃ PO ₄ 96% Na ₂ CO ₃ 95%	H ₃ PO ₄ 54% NaCl 99%
2. Bahan pembantu	Tidak ada	Air
PROSES		
1. Reaksi	1 tahap	2 tahap
2. Kondisi operasi	Suhu: 90°C Tekanan: 1 atm	Suhu: 90°C Tekanan: 1 atm
3. Katalisator	Tidak ada	Tidak ada
4. Konversi	90%	95%
HASIL		
Produk samping	Gas CO ₂	HCl

Setelah dibandingkan, dipilihlah proses pembuatan dengan bahan baku H₃PO₄ dan NaCl (Metode II). Hal ini dikarenakan:

- a) Konversi yang dihasilkan lebih tinggi
- b) Mempunyai produk samping HCl yang mana dapat dimanfaatkan kembali
- c) Harga NaCl lebih murah
- d) Dapat menggunakan asam fosfat dengan kemurnian lebih rendah.

1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika

1.4.1 Tinjauan Termodinamika

Reaksi 1



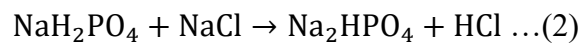
Tabel 1.4 Data Panas Pembentukan (ΔH_f^{298})

Komponen	ΔH_f^{298} (kkal/mol)
NaCl	-98,232
H_3PO_4	-306,2
NaH_2PO_4	-367,7
HCl	-22,063

(Perry, 1999)

$$\begin{aligned}\Delta H_f^{298} &= \Delta H_{298} \text{ produk} - \Delta H_{298} \text{ reaktan} \\ &= 14,669 \text{ kkal/mol} \\ &= 14.669 \text{ kal/mol}\end{aligned}$$

Reaksi 2



Komponen	ΔH_f^{298} (kkal/mol)
NaCl	-98,232
Na_2HPO_4	-417,4
NaH_2PO_4	-367,7
HCl	-22,063

(Perry, 1999)

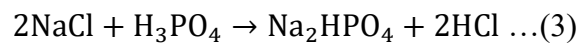
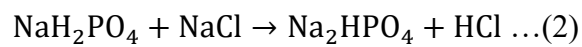
$$\begin{aligned}\Delta H_f^{298} &= \Delta H_{298} \text{ produk} - \Delta H_{298} \text{ reaktan} \\ &= 26,469 \text{ kkal/mol} \\ &= 26.469 \text{ kal/mol}\end{aligned}$$

Harga positif pada ΔH menunjukkan bahwa reaksi bersifat endotermis (membutuhkan panas). Reaksi berlangsung pada kondisi cair-cair dan tidak dipengaruhi oleh besarnya tekanan. Oleh karena itu, dipilih tekanan atmosfer sebagai kondisi tekanan.

1.4.2 Tinjauan Kinetika

Secara kinetika, bertambahnya suhu akan berpengaruh dengan bertambahnya reaksi pada pembentukan Natrium Difosfat. Reaksi ini dijalankan pada tekanan 1 atm agar larutan di dalam reactor tetap dalam kondisi cair.

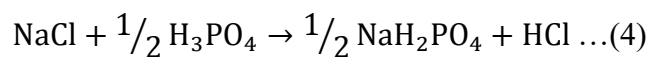
Reaksi:



Reaksi pada pembentukan Natrium Difosfat merupakan reaksi orde dua dan merupakan reaksi non elementer.

(Sarto dan Alamsyah, A.N., 2007)

Reaksi:



$$-r_A = \frac{dC_A}{dt} = kC_{\text{NaCl}}C_{\text{H}_3\text{PO}_4}$$

C_{A0} = konsentrasi awal NaCl, $t = 0$

C_{B0} = konsentrasi awal H_3PO_4 , $t = 0$

C_A = konsentrasi NaCl pada saat $t = t$

C_B = konsentrasi H_3PO_4 pada saat $t = t$

X_A = konversi terhadap NaCl

sehingga,

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

$$C_B = C_{B0} \left(1 - \frac{1}{2}X_A\right)$$

Karena $C_{B0} = C_{A0}$, maka:

$$C_B = C_{A0} \left(1 - \frac{1}{2}X_A\right)$$

$$-r_A = kC_A C_B$$

$$-r_A = kC_{A0}(1 - X_A)C_{A0} \left(1 - \frac{1}{2}X_A\right)$$

$$-r_A = kC_{A0}^2(1 - X_A) \left(1 - \frac{1}{2}X_A\right)$$

Untuk mencari volume reaktor:

$$F_{v0}C_{A0} - (F_{v0}C_A + (-r_A)V) = 0$$

$$V = \frac{F_{v0}(C_{A0} - C_A)}{-r_A}$$

$$= \frac{F_{v0}(C_A - C_{A0}(1 - X_A))}{-r_A}$$

$$= \frac{F_{v0}(C_{A0} - (C_{A0} - C_{A0}X_A))}{-r_A}$$

$$= \frac{F_{v0}C_{A0}X_A}{-r_A}$$

$$= \frac{F_{v0}X_A}{kC_{A0}(1 - X_A)\left(1 - \frac{1}{2}X_A\right)}$$

(Levenspiel, O., 1976)

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

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

2.1 Spesifikasi Produk

a. Hasil Produk

1. Natrium Difosfat Heptahidrat

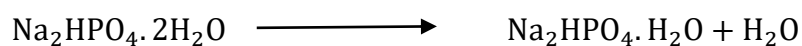
Sifat fisis $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$:

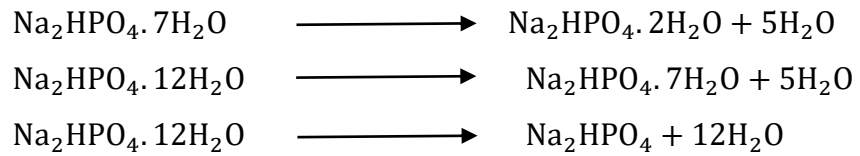
Rumus Kimia	: $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
Bentuk	: Padat
Warna	: Putih
Berat Molekul	: 268,03 g/mol
Titik Lebur	: 250°C
Titik Didih	: 48°C
Densitas pada suhu 15°C	: 2,066 g/cm ³
Kemurnian	: 98%
Impuritas	: 2% H ₂ O

(Patnaik, P., 2003)

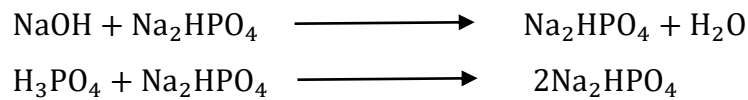
Sifat kimia $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$:

1. Reaksi dehidrasi





2. Reaksi lain



b. Hasil Produk Samping

Sifat fisis HCl :

1. Asam Klorida

Rumus Kimia	: HCl
Bentuk	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Berat Molekul	: 36,46 g/mol
Titik Didih	: 48°C
Titik Beku	: -35°C
Densitas pada suhu 20°C	: 1,18 g/cm ³
Kemurnian	: 50%

(J.T.Baker)

Sifat kimia HCl:

1. Merupakan oksidator kuat
2. Gas berwarna kuning kehijauan dan berbau tajam
3. Merupakan zat beracun (karsinogen)
4. Korosif
5. Larut dalam air, alkohol, eter, dan benzene
6. Tidak mudah terbakar

2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung

1. Asam Fosfat

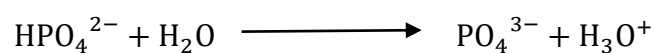
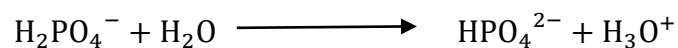
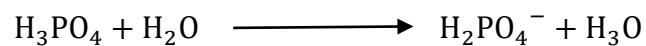
Sifat fisis H_3PO_4 :

Rumus Kimia	: H_3PO_4
Bentuk	: Cair
Warna	: Tidak Berwarna (Transparan)
Berat Molekul	: 98 g/mol
Titik Lebur	: 42°C
Titik Didih	: 213°C
Densitas pada suhu 25°C	: $2,030 \text{ g/cm}^3$
Kemurnian	: 54 %
Impuritas	: 46 % H_2O
Specific gravity	: 1,84 g/mol

(Seidell, Atherton; Linke, Willian F.)

Sifat kimia H_3PO_4 :

Merupakan asam tribasa, pelepasan ion hydrogen yang pertama adalah proses ionisasi paling cepat. Ionisasi kedua adalah sedang, dan ketiga sudah lemah. Hail ini dapat dilihat dari ketetapan penguraian ionisasi:



Asam fosfat lebih kuat dari asam asetat, asam oksalat, dan *boric acid*, tetapi lebih lemah dibandingkan asam nitrat, asam sulfat, dan asam klorida. Asam fosfat dapat dibuat garam dengan mudah melalui satu atau lebih atom hidrogen

Bahan baku asam fosfat dapat diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik yang berlokasi di Gresik, Jawa Timur. Terdapat 2 plants untuk produksi asam fosfat dengan keseluruhan kapasitas sebesar 400.000 ton/tahun.

2. Natrium Klorida

Sifat fisis NaCl :

Rumus Kimia	: NaCl
Bentuk	: Kristal
Warna	: Putih/ Jernih
Berat Molekul	: 58,5 g/mol
Densitas pada suhu 25°C	: 2,17 g/cm ³
Kemurnian	: 99 %
Impuritas	: 1% H ₂ O
Specific gravity	: 1.007 g/ml

(Haynes)

Sifat kimia NaCl :

1. Bersifat higroskopis
2. Larut dalam air dan gliserol tetapi tidak larut dalam alcohol
3. Tidak mudah terbakar.

Natrium Klorida dapat diperoleh dari PT. Toya Indo Manunggal Chemical yang berlokasi di Sidoarjo, Jawa Timur. Kapaitas Natrium Klorida pada PT. Toya Indo Manunggal Chemical sebesar 250.000 ton/tahun.

2.3 Pengendalian Kualitas

Menurut Prawirosentono (2007), pengendalian kualitas adalah kegiatan terpadu mulai dari pengendalian standar kualitas bahan, standar proses produksi, barang setengah jadi, barang jadi, sampai standar pengiriman produk akhir ke konsumen, agar barang (jasa) yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi kualitas yang direncanakan. Pengendalian dan pengawasan adalah kegiatan yang dilaksanakan untuk menjamin agar kegiatan produksi dan operasi yang dilaksanakan sesuai dengan apa yang direncanakan dan jika terjadi penyimpangan, penyimpangan tersebut dapat dikoreksi agar dapat tercapai sesuai dengan yang diharapkan. Sofyan Assauri (2004) menjelaskan untuk melaksanakan pengawasan kualitas dapat ditempuh dengan tiga pendekatan, yaitu pendekatan bahan baku, pendekatan kualitas proses produksi dan pendekatan pengawasan produk akhir.

2.3.1 Pendekatan Bahan Baku

Pada tahap pertama yang dilakukan adalah pendekatan bahan baku. Tujuan dilakukannya pendekatan bahan baku untuk mengetahui spesifikasi dan kelayakan dari bahan baku yang digunakan. Untuk kepastian kualitas bahan baku yang masuk dilakukan pemilihan bahan

baku yang sesuai dengan kualitas pada saat sebelum bahan baku tersebut masuk pada proses pengolahan.

2.3.2 Pendekatan Kualitas Proses Produksi

Pendekatan kualitas proses produksi merupakan pengendalian yang dilakukan untuk meminimalkan kegagalan pada tahap produksi agar proses berjalan dengan baik dan mendapatkan produk dengan mutu serta kapasitas yang sesuai standar pabrik. Apabila setiap proses produksi dapat diperiksa dengan lebih mudah, maka pengawasan kualitas dapat dilakukan dengan baik, dengan pemeriksaan yang mudah, setiap ada penyimpangan segera dapat diketahui sehingga tindakan pembetulan tidak terlambat. Oleh karena sifat dan jenis perusahaan berbeda antara yang sama dengan yang lainnya, maka pengawasan kualitas inipun akan mempunyai beberapa perbedaan pokok.

2.3.3 Pendekatan Pengawasan Produk Akhir

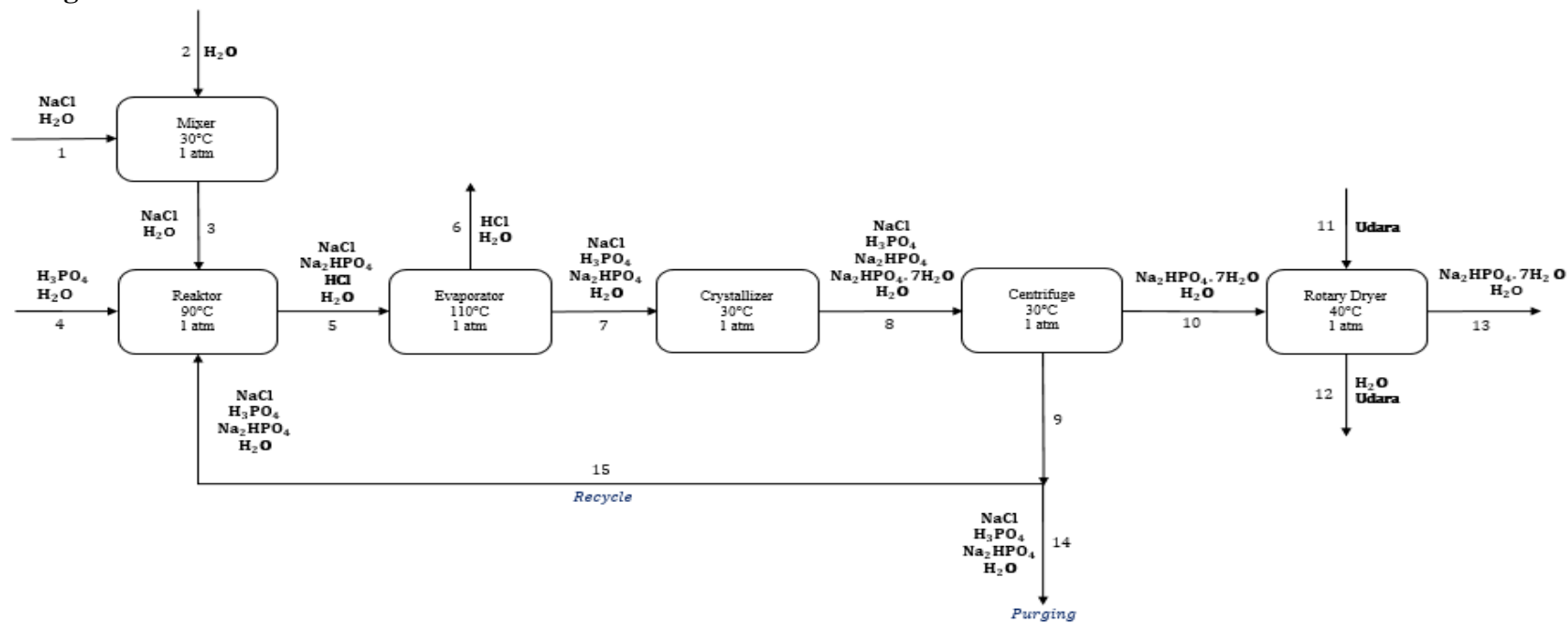
Untuk mengetahui apakah kualitas produk yang dihasilkan sesuai dengan rencana, maka diperlukan adanya pengawasan produk akhir karena meskipun telah dilakukan pengawasan kualitas pada proses produksi tidak menjamin produk akhir yang dihasilkan sempurna. Sebab bagaimanapun juga produk jadi inilah yang akan sampai ke konsumen dan konsumen menilai produk jadi saja. Dengan demikian keberhasilan atau proses akan dilihat pada produk akhir yang dihasilkannya.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

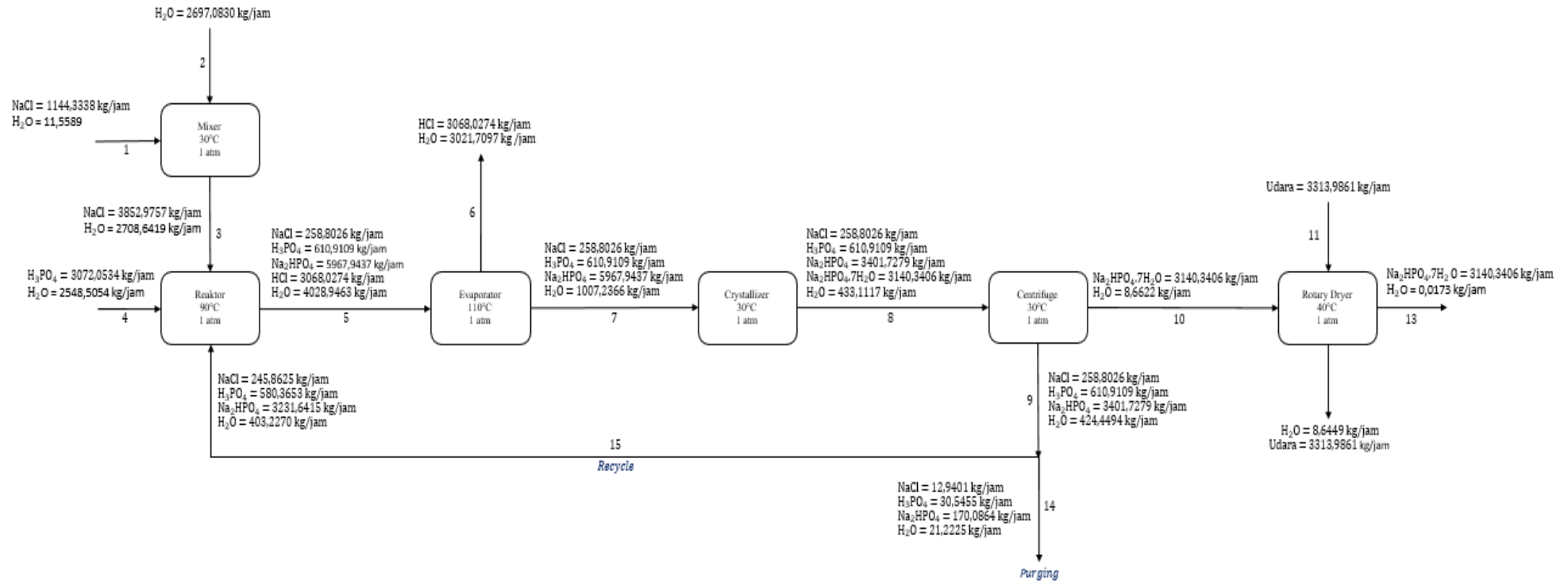
3.1 Diagram Alir Proses dan Material

3.1.1 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3.1 Diagram Alir Kualitatif

3.1.2 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 3.2 Diagram Alir Kuantitatif

3.2 Uraian Proses

Proses pembentukan natrium difosfat melalui 5 tahapan, yaitu

1. Persiapan bahan baku

Bahan baku pembuatan natrium difosfat yaitu asam fosfat (H_3PO_4) dan natrium klorida (NaCl). Kemurnia yang dimiliki NaCl sebesar 99% sedangkan H_3PO_4 sebesar 54%.

a. Pengumpanan Natrium Klorida

Natrium klorida (NaCl) berwujud padat disimpan dalam *hopper* (H-01) pada kondisi 30°C dengan tekanan 1 atm. Natrium klorida padat diangkut menuju *mixer* (M-01) menggunakan *screw conveyor* (SC-01). Pada alat mixer (M-01) natrium klorida dilarutkan menjadi 30% dengan menggunakan pelarut air yang berasal dari unit utilitas menggunakan pompa (PU) di suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Natrium klorida dilarutkan hingga 30% karena pada reaktor nantinya akan terbentuk asam klorida (HCl) yang memiliki titik didih rendah, namun pada reaktor suhunya 90°C sehingga memerlukan banyak air, sebanyak 70% untuk dapat tetap melarutkan NaCl dan tidak mengganggu proses reaksi. Hasil keluaran *mixer* (M-01) yaitu larutan NaCl dialirkan menuju *Heat Exchanger* (HE-01) menggunakan pompa (P-01) untuk dinaikkan suhunya dari 30°C menjadi 90°C . Larutan NaCl pada kondisi suhu 90°C dan tekanan 1 atm siap diumpangkan ke dalam reaktor (R-01) yang beroperasi pada suhu 90°C dan tekanan 1 atm untuk direaksikan dengan asam fosfat (H_3PO_4).

b. Pengumpanan Asam Fosfat

Asam fosfat (H_3PO_4) berbentuk cairan disimpan dalam tangki penyimpanan (T-01) pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Dari tangki penyimpanan, asam fosfat dialirkan menuju *Heat Exchanger* (HE-02) menggunakan pompa (P-02) untuk dinaikkan suhunya dari 30°C menjadi 90°C . Keluaran dari *Heat Exchanger* (HE-02) pada suhu 90°C siap diumpankan ke dalam reaktor (R-01) yang beroperasi pada suhu 90°C dan tekanan 1 atm untuk direaksikan dengan natrium klorida (NaCl).

2. Pembentukan produk

Keluaran dari *Heat Exchanger* (HE-02) berupa larutan asam fosfat (H_3PO_4) dialirkan menuju reaktor (R-01) untuk direaksikan dengan larutan natrium klorida (NaCl) keluaran dari *Heat Exchanger* (H-01). Reaktor (R-01) yang digunakan ialah tipe Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) pada kondisi suhu 90°C dan tekanan 1 atm, dilengkapi dengan pengaduk agar mempercepat reaksi dan jaket pemanas agar suhu reaksi stabil. Sifat reaksi endotermis yang melepaskan panas.

Hasil reaksi berupa natrium difosfat (Na_2HPO_4) dan asam klorida (HCl) yang akan diumpankan menuju *evaporator* (EV-01) tipe *long tube vertical evaporator* dengan kondisi operasi suhu 110°C dan tekanan 1 atm. Hasil keluaran atas *evaporator* (EV-01) berupa uap yang mengandung air dan asam klorida (HCl). Asam klorida (gas) yang merupakan produk samping *evaporator* (EV-01) dengan suhu 110°C dan tekanan 1 atm diubah

fasenya menjadi cair dengan menggunakan *condenser* (CD-01). Hasil keluaran *condenser* (CD-01) yaitu asam klorida (cair) kemudian diumpankan ke tangki (T-02). Sedangkan hasil keluaran bawah *evaporator* (EV-01) berupa natrium difosfat diumpankan menuju *crystallizer* (CR-01) dengan menggunakan pompa (P-04) untuk dikristalkan.

3. Pengkristalan produk

Natrium difosfat hasil keluaran bawah *evaporator* (EV-01) pada kondisi operasi suhu 110°C dan tekanan 1 atm akan dikristalkan menjadi Natrium Difosfat Heptahidrat dengan menggunakan alat *crystallizer* (CR-01) jenis *Swanson Walker* dengan kondisi operasi suhu 30°C dan tekanan 1 atm.

4. Pengeringan produk

Produk hasil dari *Crystallizer* (CR-01) diumpankan menuju *Centrifuge* (CF-01) dengan kondisi operasi suhu 30°C dan tekanan 1 atm untuk memisahkan filtrat dan kristal. Sebesar 95% filtrat dikembalikan lagi ke reaktor (R-01) (recycle) dan 5% menuju UPL. Sedangkan kristal yang keluar dari *Centrifuge* (CF-01) diumpankan menuju *Rotary Dryer* (RD-01) menggunakan *Belt Conveyor* (BC-01) kemudian diangkut menggunakan *Bucket Elevator* (BE-01) untuk dilakukan pengeringan produk.

5. Pengambilan produk

Hasil keluaran dari *rotary dryer* (RD-01) berupa Natrium Difosfat Heptahidrat ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) akan disimpan di dalam silo (S-01) dengan menggunakan *belt conveyor* (BC-02) kemudian *bucket elevator* (BE-02).

3.3 Spesifikasi Alat

3.3.1 *Mixer*

Kode	: M-01
Fungsi	: Untuk melarutkan NaCl
Jumlah	: 1 alat
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless steel SA-167 grade 11 type 316</i>
Tekanan Operasi	: 1 atm
Suhu Operasi	: 30°C
Diameter <i>Shell</i>	: 1,038 m
Tinggi <i>Shell</i>	: 1,557 m
Volume <i>Shell</i>	: 0,878 m ³
Volume <i>Head</i>	: 0,087 m ³
Volume <i>Mixer</i>	: 0,833 m ³
Tinggi <i>Mixer</i>	: 2,018 m
Tinggi <i>Head</i> (OA)	: 0,23 m
Tebal <i>Shell</i>	: 0,188 in
Tebal <i>Head</i>	: 0,188 in
Jenis <i>Impeller</i>	: <i>Turbine impeller with 6 blades</i>
Diameter Pengaduk	: 0,3114 m
Jarak Pengaduk	: 0,346 m
Lebar Pengaduk	: 0,062 m

Lebar <i>Baffle</i>	: 0,087 m
Jumlah Pengaduk	: 1 buah
Kecepatan Pengadukan	: 755,61 rpm
Power Pengadukan	: 100 Hp
Harga	: \$164,901

3.3.2 Reaktor

Kode	: R-01
Fungsi	: Mereaksikan NaCl (natrium klorida) dan H ₃ PO ₄ (asam fosfat)
Jumlah	: 1
Jenis	: <i>Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR)</i>
Tekanan Operasi	: 1 atm
Suhu Operasi	: 90°C
Bahan Reaktor	: <i>Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304</i>
Diameter <i>Shell</i>	: 2,251 m
Tinggi <i>Shell</i>	: 3,377 m
Volume <i>Shell</i>	: 8,959 m ³
Volume <i>Head</i>	: 0,004 m ³
Volume Reaktor	: 8,963 m ³
Tinggi Reaktor	: 4,246 m
Tinggi <i>Head</i> (OA)	: 0,434 m
Tebal <i>Shell</i>	: 0,250 in
Tebal <i>Head</i>	: 0,250 in

Jenis <i>Head</i>	: <i>Torisheral flanged and dished head</i>
Jenis <i>Impeller</i>	: <i>Turbine with 6 flat blades</i>
Diameter Pengaduk	: 0,75 m
Jarak Pengaduk	: 0,98 m
Tinggi Pengaduk	: 2,93 m
Lebar Pengaduk	: 0,19 m
Lebar <i>Baffle</i>	: 0,13 m
Jumlah <i>Baffle</i>	: 4 buah
Jumlah Turbin	: 6 buah
Jumlah <i>Impeller</i>	: 2 buah
Kecepatan Pengadukan	: 155 rpm
Power Pengadukan	: 25 Hp
Harga	: \$60,121

3.3.3 *Evaporator*

Kode	: EV-01
Fungsi	: Memekatkan larutan natrium difosfat (Na_2HPO_4) dengan menguapkan air (H_2O) dan asam klorida (HCl)
Jenis	: <i>Long tube vertical evaporator natural circulation</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless steel SA-167 grade 11 type 316</i>
Jumlah	: 1 buah
Tekanan Operasi	: 1 atm
Suhu Operasi	: 110°C
Diameter Alat	: 4, m

Tinggi Alat	: 0,184 m
Tebal <i>Shell</i>	: 0,187 in
Tebal <i>Head</i>	: 0,187 in
Tinggi <i>Head</i> (OA)	: 34,42 in

Dimensi *Heat Exchanger*:

- *Shell Side*

- Fluida Panas	: <i>Steam</i>
- ID <i>Shell</i>	: 8 in
- <i>Passes</i>	: 1
- <i>Baffle Space</i>	: 8 in

- *Tube Side*

- Fluida Dingin	: Umpan campuran natrium difosfat, natrium klorida, dan air
- Jumlah <i>Tube</i>	: 1
- OD <i>Tube</i>	: 1 in
- BWG	: 16
- ID <i>Tube</i>	: 0,87 in
- Panjang <i>Tube</i>	: 24 ft
- <i>Pressure Drop</i>	: 0,973 psi

Harga : \$7,500

3.3.4 *Crystallizer*

Kode : CR-01

Fungsi : Mengkristalkan larutan Na_2HPO_4

Jumlah	: 1 alat
Jenis	: <i>Swenson Walker Crystalizer</i>
Tekanan Operasi	: 1 atm
Suhu Operasi	: 30°C
Bahan <i>Crystalizer</i>	: <i>Stainless steel SA-240 grade C type 347</i>
Diameter <i>Shell</i>	: 3,02 m
Tinggi <i>Shell</i>	: 1,51 m
Volume <i>Shell</i>	: 0,057 m ³
Volume <i>Head</i>	: 0,005 m ³
Volume <i>Crystalizer</i>	: 5,249 m ³
Tinggi <i>Crystalizer</i>	: 2,076 m
Tinggi <i>Head</i> (OA)	: 0,566 m
Tebal <i>Shell</i>	: 0,188 in
Tebal <i>Head</i>	: 0,188 in
Jenis <i>Impeller</i>	: <i>Turbine with 6 flat blades</i>
Diamter Pengaduk	: 0,503 m
Jarak Pengaduk	: 0,654 m
Tinggi Pengaduk	: 1,963 m
Lebar Pengaduk	: 0,126 m
Lebar <i>Baffle</i>	: 0,086 m
Jumlah <i>Baffle</i>	: 4 buah
Jumlah Turbin	: 6 buah
Jumlah <i>Impeller</i>	: 1 buah

Kecepatan Pengadukan	: 195 rpm
Power Pengadukan	: 15 Hp
Waktu Tinggal	: 43 menit
Harga	: \$161,400

3.3.5 *Centrifuge*

Kode	: CF-01
Fungsi	: Memisahkan $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dengan <i>mother liquor</i> nya
Jenis	: <i>Helical conveyor</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel SA-240 Grade C Type 347</i>
Jumlah	: 1 buah
Tekanan Operasi	: 1 atm
Suhu Operasi	: 30°C
Waktu Tinggal	: 60 menit
Panjang Alat	: 72 in
Diameter <i>Bowl</i> (Db)	: 24 in
Daya Penggerak <i>Bowl</i> (pb)	: 125 Hp
Panjang <i>Conveyor</i>	: 1,829 m
Daya Penggerak <i>Conveyor</i>	: 0,167 Hp
Harga	: \$23,600

3.3.6 *Rotary Dryer*

Kode	: RD-01
Fungsi	: Mengeringkan kristal $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Jenis	: <i>Single shell direct heat rotary dryer</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Jumlah	: 1 buah
Tekanan Operasi	: 1 atm
Suhu Operasi	: 40°C
Waktu Tinggal	: 27,4 menit
Diameter Alat	: 1,581 m
Panjang Alat	: 6,324 m
Tebal <i>Shell</i>	: 0,188 in
Kecepatan Putar	: 5 rpm
Daya Putar	: 60 Hp
Harga	: \$102,600

3.3.7 *Condensor*

Kode	: CD-01
Fungsi	: Mengubah fase dari gas menjadi cair
Jenis	: Prisma tegak segiempat
Bahan	: <i>Stainless steel</i>

Diameter *Heat Exchanger*:

- *Shell Side*
 - Aliran Fluida : *Hot fluid*
 - *ID Shell* : 0,387 m
 - *Passes* : 1

- *Tube Side*

- Aliran Fluida : *Cold fluid*
- Panjang : 7,315 m
- OD : 0,025 m
- ID : 0,023 m
- BWG : 18

Harga : \$97,600

3.3.8 Tangki Penyimpanan Asam Fosfat

Kode : T-01

Fungsi : Menyimpan bahan baku asam fosfat (H_3PO_4)

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

Bahan Konstruksi : *Stainless steel SA-240 type 316*

Jumlah : 1

Tekanan : 1 atm

Temperatur : 30°C

Volume : 2272,982 m³

Diameter Tangki : 18,288 m

Tinggi Tangki : 9,973 m

Tebal Head : 0,5 in

Tinggi Head : 2,657 m

Harga : \$1,038,700

3.3.9 Tangki Penyimpanan Asam Klorida

Kode	: T-02
Fungsi	: Menyimpan produk samping asam klorida (HCl)
Jenis	: Tangki silinder vertikal dengan atap berbentuk <i>conical roof</i> dan alas berbentuk datar (<i>flat bottom</i>)
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless steel SA-240 type 316</i>
Jumlah	: 1
Tekanan	: 1 atm
Temperatur	: 30°C
Volume	: 1899,339 m ³
Diameter Tangki	: 21,336 m
Tinggi Tangki	: 10,989 m
Tebal Head	: 0,5 in
Tinggi Head	: 3,673 m
Harga	: \$924,700

3.3.10 Hopper

Kode	: H-01
Fungsi	: Tempat menampung bahan baku NaCl sebelum masuk <i>mixer</i> (M-01) selama 7 hari
Jenis	: Silinder vertical dengan alas berbentuk kerucut (<i>conical bin</i>)
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless steel SA 316 AISI</i>
Jumlah	: 1

Tekanan	: 1 atm
Temperatur	: 30°C
Volume Alat	: 1,067 m ³
Diameter Alat	: 1,0817 m
Tinggi Alat	: 1,2035 m
Tebal Alat	: 0,1875 in
Harga	: \$230,000

3.3.11 Silo

Kode	: S-01
Fungsi	: Tempat penampungan produk akhir berupa Natrium Difosfat Heptahidrat ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) sebelum dimasukkan ke gudang penyimpanan untuk packing
Jenis	: <i>Silinder vertical</i> dengan alas berbentuk kerucut
Bahan Kostruksi	: <i>Carbon steel SA 283 Grade C</i>
Jumlah	: 1
Tekanan	: 1 atm
Temperatur	: 40°C
Volume Alat	: 1192,885 m ³
Diameter Alat	: 8,8865 m
Tinggi Alat	: 21,954 m
Tebal Alat	: 0,4375 in
Harga	: \$10,000

3.3.12 Pompa

Kode	: P-01
Fungsi	: Mengalirkan umpan NaCl dari <i>Mixer</i> (M-01) ke reaktor (R-01)
Jenis	: <i>Single Stage Centrifugal Pump</i>
Bahan Kostruksi	: <i>Stainless steel</i>
Jumlah	: 1
Impeller	: <i>Mixed flow impellers</i>
Kapasitas	: 9,2494 gpm
Power Motor	: 0,333 Hp
Efisiensi Pompa	: 40%
Efisiensi Motor	: 80%
Pipa: nominal	: 2 in
ID Pompa	: 2,067 in
OD Pompa	: 2,38 in
Luas Alir Pipa	: 3,35 in ²
<i>Schedule Number</i>	: 40
Harga	: \$8,500

3.3.13 Pompa

Kode	: P-02
Fungsi	: Mengalirkan umpan asam fosfat (H ₃ PO ₄) dari tangki penyimpanan (T-01) ke Reaktor (R-01)

Jenis	: <i>Single Stage Centrifugal Pump</i>
Bahan Kostruksi	: <i>Stainless steel</i>
Jumlah	: 1
<i>Impeller</i>	: <i>Mixed flow impellers</i>
Kapasitas	: 16,9328 gpm
<i>Power Motor</i>	: 0,75 Hp
Efisiensi Pompa	: 45%
Efisiensi Motor	: 80%
Pipa: nominal	: 2,5 in
ID Pompa	: 2,469 in
OD Pompa	: 2,88 in
Luas Alir Pipa	: 4,79 in ²
<i>Schedule Number</i>	: 40
Harga	: \$9,600

3.3.14 Pompa

Kode	: P-03
Fungsi	: Mengalirkan hasil dari reaktor (R-01) ke evaporator (EV-01)
Jenis	: <i>Single Stage Centrifugal Pump</i>
Bahan Kostruksi	: <i>Stainless steel</i>
Jumlah	: 1
<i>Impeller</i>	: <i>Mixed flow impellers</i>
Kapasitas	: 19,8491 gpm

<i>Power Motor</i>	: 1 Hp
Efisiensi Pompa	: 40%
Efisiensi Motor	: 80%
Pipa: nominal	: 3 in
ID Pompa	: 3,068 in
OD Pompa	: 3,5 in
Luas Alir Pipa	: 7,38 in ²
<i>Schedule Number</i>	: 40
Harga	: \$11,300

3.3.15 Pompa

Kode	: P-04
Fungsi	: Mengalirkan hasil dari <i>evaporator</i> (EV-01) ke <i>crystalizer</i> (CR-01)
Jenis	: <i>Single Stage Centrifugal Pump</i>
Bahan Kostruksi	: <i>Stainless steel</i>
Jumlah	: 1
<i>Impeller</i>	: <i>Mixed flow impellers</i>
Kapasitas	: 6,6523 gpm
Power Motor	: 0,75 Hp
Efisiensi Pompa	: 45%
Efisiensi Motor	: 80%
Pipa: nominal	: 1,5 in
ID Pompa	: 1,61 in

OD Pompa : 1,9 in
Luas Alir Pipa : 2,04 in²
Schedule Number : 40
Harga : \$7,100

3.3.16 Pompa

Kode : P-05
Fungsi : Mengalirkan asam klorida (HCl) hasil *condenser* (CD-01) ke tangki penyimpanan (T-02)
Jenis : *Single Stage Centrifugal Pump*
Bahan Kostruksi : *Stainless steel*
Jumlah : 1
Impeller : *Radial flow impellers*
Kapasitas : 18,098 gpm
Power Motor : 1 Hp
Efisiensi Pompa : 45%
Efisiensi Motor : 80%
Pipa: nominal : 2 in
ID Pompa : 2,067 in
OD Pompa : 2,38 in
Luas Alir Pipa : 3,35 in²
Schedule Number : 40
Harga : \$8,500

3.3.17 Pompa

Kode	: P-06
Fungsi	: Mengalirkan hasil dari <i>crystallizer</i> (CR-01) menuju <i>centrifuge</i> (CF-01)
Jenis	: <i>Reciprocating Pump</i>
Bahan Kostruksi	: <i>Stainless steel</i>
Jumlah	: 1
<i>Impeller</i>	: <i>Radial flow impellers</i>
Kapasitas	: 6,521 gpm
Power Motor	: 0,25 Hp
Efisiensi Pompa	: 40%
Efisiensi Motor	: 82%
Pipa: nominal	: 1,5 in
ID Pompa	: 1,61 in
OD Pompa	: 1,9 in
Luas Alir Pipa	: 2,04 in ²
<i>Schedule Number</i>	: 40
Harga	: \$8,500

3.3.18 Pompa

Kode	: P-07
Fungsi	: Mengalirkan hasil dari <i>centrifuge</i> (CF-01) (<i>recycle</i>) menuju reaktor (R-01)
Jenis	: <i>Single Stage Centrifugal Pump</i>

Bahan Kostruksi	: <i>Stainless steel</i>
Jumlah	: 1
<i>Impeller</i>	: <i>Mixed flow impellers</i>
Kapasitas	: 8,4012 gpm
<i>Power Motor</i>	: 0,5 Hp
Efisiensi Pompa	: 45%
Efisiensi Motor	: 80%
Pipa: nominal	: 2 in
ID Pompa	: 2,067 in
OD Pompa	: 2,38 in
Luas Alir Pipa	: 3,35 in ²
<i>Schedule Number</i>	: 40
Harga	: \$11,300

3.3.19 *Screw Conveyor*

Kode	: SC-01
Fungsi	: Untuk mengalirkan padatan natrium klorida (NaCl) dari <i>hopper</i> (H-01) menuju <i>mixer</i> (M-01)
Jenis	: <i>Helicoid flight</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA-283 grade C</i>
Jumlah	: 1
Tekanan	: 1 atm
Temperatur	: 30°C

Diameter <i>Screw</i>	: 0,23 m
Panjang <i>Conveyor</i>	: 4,57 m
Diameter <i>Shaft</i>	: 0,05 m
Daya Motor	: 0,43 Hp
Harga	: \$3,800

3.3.20 *Belt Conveyor*

Kode	: BC-01
Fungsi	: Untuk mengalirkan padatan $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dari <i>centrifuge</i> (CF-01) menuju <i>rotary dryer</i> (RD-01)
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA-135 grade A</i>
Jumlah	: 1
Tekanan	: 1 atm
Temperatur	: 30°C
Lebar Alat	: 0,36 m
Panjang Alat	: 2,67 m
Tinggi Alat	: 1,09 m
Daya Motor	: 0,33 Hp
Harga	: \$5,800

3.3.21 *Belt Conveyor*

Kode	: BC-02
Fungsi	: Untuk mengalirkan padatan $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dari <i>rotary dryer</i> (RD-01) menuju silo (SL-01)

Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA-135 grade A</i>
Jumlah	: 1
Tekanan	: 1 atm
Temperatur	: 40°C
Lebar Alat	: 0,36 m
Panjang Alat	: 2,67 m
Tinggi Alat	: 1,09 m
Daya Motor	: 0,33 Hp
Harga	: \$5,800

3.3.22 *Bucket Elevator*

Kode	: BE-01
Fungsi	: Untuk mengalirkan padatan $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dari <i>belt conveyor</i> (BC-01) menuju <i>rotary dryer</i> (RD-01)
Jenis	: <i>Spaced bucket centrifugal-discharge elevators</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Jumlah	: 1
Tekanan	: 1 atm
Temperatur	: 30°C
Lebar Alat	: 0,108 m
Panjang Alat	: 0,152 m
Tinggi Alat	: 7,62 m
Daya Motor	: 3 Hp
Harga	: \$13,700

3.3.23 *Bucket Elevator*

Kode	: BE-02
Fungsi	: Untuk mengalirkan padatan $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dari <i>belt conveyor</i> (BC-02) setelah <i>rotary dryer</i> (RD-01) menuju silo (SL-01)
Jenis	: <i>Spaced bucket centrifugal-discharge elevators</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Jumlah	: 1
Tekanan	: 1 atm
Temperatur	: 40°C
Lebar Alat	: 0,108 m
Panjang Alat	: 0,152 m
Tinggi Alat	: 7,62 m
Daya Motor	: 3 Hp
Harga	: \$13,700

3.3.24 *Heat Exchanger*

Kode	: HE-01
Fungsi	: Memanaskan fluida dari mixer (M-01) sebelum masuk reaktor (R-01) dari suhu 30°C menjadi 90°C
Jenis	: <i>Double pipe Heat Exchanger</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless steel SA-167 Grade 11 Type 316</i>
Jumlah	: 1

Dimensi:

- Ukuran *Annulus*

- IPS No. : 4 in
- OD : 4,5 in
- *Schedule No.* : 40
- ID : 4,026 in
- *Flow Area* : 3,14 in²
- *Surface per in Fit* : 1,178 ft²/ft

- Ukuran *Tube*

- IPS No. : 3 in
- OD : 3,5 in
- *Schedule No.* : 40
- ID : 3,068 in
- *Flow Area* : 7,88 in²
- *Surface per in Fit* : 0,917 ft²/ft

A : 10,762 ft²

Uc : 107,646 Btu/jam. ft².°F

Ud : 88,576 Btu/jam. ft².°F

Rd : 0,002

Harga : \$2,300

3.3.25 *Heat Exchanger*

Kode : HE-02

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

Jenis : *Double pipe heat exchanger*

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

Jumlah : 1

Dimensi :

- Ukuran *Annulus*

- IPS No. : 4 in
- OD : 4,5 in
- *Schedule No.* : 40
- ID : 4,026 in
- *Flow Area* : 3,14 in²
- *Surface per in Fit* : 1,178 ft²/ft

- Ukuran *Tube*

- IPS No. : 3 in
- OD : 3,5 in
- *Schedule No.* : 40
- ID : 3,068 in
- Flow Area : 7,88 in²
- *Surface per in Fit* : 0,917 ft²/ft

A : 15,385 ft²

Uc : 211,81 Btu/jam. ft².°F

Ud	: 148,783 Btu/jam. ft ² .°F
Rd	: 0,002
Harga	: \$1,300

3.3.26 *Heat Exchanger*

Kode	: HE-03
Fungsi	: Memanaskan fluida dari centrifuge (CF-01) sebelum masuk reaktor (R-01) dari suhu 30°C menjadi 90°C
Jenis	: <i>Double pipe Heat Exchanger</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless steel SA-167 Grade 11 Type 316</i>
Jumlah	: 1

Dimensi :

- *Ukuran Annulus*

- IPS No.	: 4 in
- OD	: 4,5 in
- <i>Schedule No.</i>	: 40
- ID	: 4,026 in
- <i>Flow Area</i>	: 3,14 in ²
- <i>Surface per in Fit</i>	: 1,178 ft ² /ft

- *Ukuran Tube*

- IPS No.	: 3 in
- OD	: 3,5 in
- <i>Schedule No.</i>	: 40

- ID : 3,068 in
- *Flow Area* : 7,88 in²
- *Surface per in Fit* : 0,917 ft²/ft
- A : 9,385 ft²
- Uc : 56,063 Btu/jam. ft².°F
- Ud : 50,41 Btu/jam. ft².°F
- Rd : 0,002
- Harga : \$1,300

3.4 Neraca Massa

3.4.1 Neraca Massa Alat

1. Mixer

Tabel 3.1 Neraca Massa *Mixer*

No	Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
		Arus 1	Arus 2	Arus 3
1	NaCl	1.144,3338		1.144,3338
2	H ₂ O	11,5589		11,5589
3	H ₂ O		2.697,0830	2.697,0830
Subtotal		1.155,8927	2.697,0830	3.852,9757
Total		3.852,9757		3.852,9757

2. Reaktor

Tabel 3.2 Neraca Massa Reaktor

No	Komponen	<i>Input (kg/jam)</i>			<i>Output (kg/jam)</i>
		Arus 3	Arus 4	Arus 15	Arus 5
1	NaCl	1.144,3338		245,8624	258,8026
2	H ₃ PO ₄		3.072,0534	580,3653	610,9109
3	Na ₂ HPO ₄			3231,6415	5.967,9437
4	HCl				3.068,0274
5	H ₂ O	2.708,6419	2.548,5054	403,2270	4.028,9463
Subtotal		3.852,9757	5.620,5588	4.461,0963	13.934,6308
Total		13.934,6308			13.934,6308

3. Evaporator

Tabel 3.3 Neraca Massa Evaporator

No	Komponen	<i>Input (kg/jam)</i>	<i>Output (kg/jam)</i>	
		Arus 5	Arus 6	Arus 7
1	NaCl	258,8026		258,8026
2	H ₃ PO ₄	610,9109		610,9109
3	Na ₂ HPO ₄	5.967,9437		5.967,9437
4	HCl	3.068,0274	3.068,0274	
5	H ₂ O	4.028,9463	3.021,7097	1.007,2366
Subtotal		13.934,6308	6.089,7371	7.844,8937
Total		13.934,6308	13.934,6308	

4. Crystallizer

Tabel 3.4 Neraca Massa *Crystallizer*

No.	Komponen	<i>Input (kg/jam)</i>	<i>Output (kg/jam)</i>
		Arus 7	Arus 8
1	NaCl	258,8026	258,8026
2	H ₃ PO ₄	610,9109	610,9109
3	Na ₂ HPO ₄	5.967,9437	3.401,7279
4	Na ₂ HPO ₄ ·7H ₂ O		3.140,3406
5	H ₂ O	1.007,2366	433,1117
Subtotal		7.844,8937	7.844,8937
Total		7.844,8937	7.844,8937

5. Centrifuge

Tabel 3.5 Neraca Massa *Centrifuge*

No	Komponen	<i>Input (kg/jam)</i>	<i>Output (kg/jam)</i>	
		Arus 8	Arus 9	Arus 10
1	NaCl	258,8025	258,8026	
2	H ₃ PO ₄	610,9109	610,9109	
3	Na ₂ HPO ₄	3.401,7279	3.401,7279	
4	Na ₂ HPO ₄ ·7H ₂ O	3.140,3406		3.140,3406
5	H ₂ O	433,1117	424,4495	8,6622
Subtotal		7.844,8937	4.695,8909	3.149,0029
Total		7.844,8937	7.844,8937	

6. Rotary Dryer

Tabel 3.6 Neraca Massa Rotary Dryer

No	Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
		Arus 10	Arus 11	Arus 12	Arus 13
1	Na ₂ HPO ₄ ·7H ₂ O	3.140,3406			3.140,3406
2	H ₂ O	8,6622		8,6449	0,0173
3	Udara		3.313,986	3.313,986	
Subtotal		3.149,0029	3.313,986	3.322,6311	3.140,358
Total		6.462,989		6.462,989	

3.4.2 Neraca Massa Total

Tabel 3.7 Neraca Massa Total

No	Komponen	Input (kg/jam)				Output (kg/jam)			
		1	2	4	11	6	12	13	14
1	NaCl	1.144,3338							12,9401
2	H ₃ PO ₄			3.072,0534					30,5455
3	Na ₂ HPO ₄								170,0864
4	HCl					3.068,027			
5	H ₂ O	11,5589	2.697,083	2.548,5054		3.021,7097	8,6449	0,0173	21,2225
6	Na ₂ HPO ₄ ·7H ₂ O				3.313,986		3.313,986	3.140,3406	
SUBTOTAL		1.155,8927	2.697,083	5.620,5588	3.313,986	6.089,7371	3.322,6311	3.140,358	234,7945
TOTAL		12.787,5207				12.787,5207			

3.5 Neraca Panas

3.5.1 Neraca Panas Alat

1. Reaktor (R-01)

Tabel 3.8 Neraca Panas Reaktor

Komponen Energi	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q ₁	1203212,383	-
Q ₂	-	1782618,389
Q _{Reaksi}	-	7245520,74
Q _{pemanas}	7824926,7	12807513,090
Total	9028139,13	9028139,13

2. Evaporator (EV-01)

Tabel 3.9 Neraca Panas Evaporator

Komponen Energi	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q ₁	2392047,91	-
Q ₂	-	1996705,2718
Q ₃	-	395342,6409
Q _{uap}	-	512267,1910
Q _{steam in}	678439,4802	-
Q _{steam out}	-	166172,2892
Total	3070487,393	3070487,393

3. *Crystallizer* (CR-01)

Tabel 3.10 Neraca Panas *Crystallizer*

Komponen Energi	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q ₁	631831,92	-
Q ₂	-	15750,40
Q _{pendingin}	-	616081,52
Total	631831,92	631831,92

4. *Rotary Dryer* (RD-01)

Tabel 3.11 Neraca Panas *Rotary Dryer*

Komponen Energi	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q ₁	17408,10418	-
Q ₂	-	17774,68908
Q _{pemanas}	366,5849	-
Total	17774,68908	17774,68908

5. *Heat Exchanger* (HE-01)

Tabel 3.12 Neraca Panas *Heat Exchanger-01*

Komponen Energi	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q ₁	410296,1895	-
Q ₂	-	981260,0680
Q _{steam}	570963,8784	-
Total	981260,0680	981260,0680

6. *Heat Exchanger (HE-02)*

Tabel 3.13 Neraca Panas *Heat Exchanger-02*

Komponen Energi	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q ₁	495430,6958	-
Q ₂	-	1094595,7533
Q _{steam}	599165,0575	-
Total	1094595,7533	1094595,7533

7. *Heat Exchanger (HE-03)*

Tabel 3.14 Neraca Panas *Heat Exchanger-03*

Komponen Energi	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q ₁	10373,4376	-
Q ₂	-	134204,4901
Q _{steam}	123831,0525	-
Total	134204,4901	134204,4901

8. *Condensor (CD-01)*

Tabel 3.15 Neraca Panas *Condensor*

Komponen Energi	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q ₁	697828,9177	-
Q ₂	-	4815989,17

Tabel 3.15 ... (lanjutan)

Komponen Energi	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
<i>Q_{pendingin}</i>	-	-4118160.252
Total	697828,9177	697828,9177

3.5.2 Neraca Panas Total

Tabel 3.16 Neraca Panas Total

Alat	Q Masuk (kJ/Jam)	Q Keluar (kJ/Jam)
Reaktor (R-01)	15495216,67	15495216,67
Evaporator (EV-01)	3070487,393	3070487,393
<i>Crystallizer</i> (CR-01)	631831,92	631831,92
<i>Rotary Dryer</i> (RD-01)	17774,68908	17774,68908
<i>Heat Exchanger</i> (HE-01)	981260,068	981260,068
<i>Heat Exchanger</i> (HE-02)	1094595,753	1094595,753
<i>Heat Exchanger</i> (HE-03)	134204,4901	134204,4901
<i>Condensor</i> (CD-01)	697828,9177	697828,9177
Total	22123199.9	22123199.9

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik merupakan salah satu faktor penting yang dilakukan untuk mendirikan suatu pabrik demi kelangsungan operasi pabrik. Beberapa pertimbangan yang menjadi dasar dalam menentukan lokasi pabrik, antara lain: letak pabrik dengan sumber bahan baku, area pemasaran, transportasi, tenaga kerja, kondisi sosial masyarakat, dan kemungkinan perluasan area dimasa mendatang. Pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat kapasitas 25.000 ton per tahun direncanakan akan dibangun disekitar daerah Gresik, Jawa Timur, dapat dilihat pada gambar 4. 1. lokasi pabrik. Beberapa pertimbangannya sebagai berikut:

1. Faktor Primer

Faktor ini mempengaruhi secara langsung tujuan utama pabrik, diantaranya:

a. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama untuk kelangsungan suatu pabrik. Bahan baku direncanakan diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik untuk bahan baku H_3PO_4 (Asam Fosfat) dan dari PT. Toyo Indo Manunggal Chemical untuk bahan baku NaCl (Natrium Klorida). Kedua perusahaan tersebut berada di Gresik, Jawa Timur, Indonesia.

b. Letak Pabrik dengan Daerah Pemasaran

Pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat ditujukan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri serta kebutuhan luar negeri. Untuk mendukung

tujuan tersebut diperlukan daerah kawasan industri yang memiliki posisi strategis sehingga mempermudah pemasaran terutama untuk memenuhi kebutuhan industri-industri di Indonesia. Sehingga dipilih lokasi yang dekat dengan pelabuhan agar dapat memasarkan produk ke segala penjuru Indonesia dengan mudah.

c. Sarana dan Transportasi

Di daerah Gresik tersedia sarana dan prasarana transportasi yang memadai sehingga dapat mendukung proses distribusi produk maupun bahan baku. Distribusi tersebut dapat dilakukan dengan jalur darat maupun jalur laut.

d. Tenaga Kerja

Diperlukan tenaga kerja yang terampil demi berlangsungnya proses produksi yang optimal. Di daerah Jawa Timur terdapat banyak pusat Pendidikan sehingga kebutuhan akan tenaga kerja terpenuhi. Selain itu tenaga kerja juga dapat didatangkan dari daerah-daerah lain disekitarnya.

e. Kondisi Tanah dan Daerah

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

f. Utilitas

Utilitas yang dibutuhkan meliputi kebutuhan air, listrik, dan sarana lainnya. Air yang dibutuhkan untuk proses produksi diambil dari sungai

Bengawan Solo yang diolah melalui beberapa tahapan. Sedangkan untuk kebutuhan listrik diperoleh dari PT. PLN Persero.

2. Faktor Sekunder

a. Kebijakan pemerintah

Kebijakan pemerintah harus diperhatikan. Karena berkaitan dengan pengembangan industri, kesejahteraan pekerja, hasil produksi, serta kebijakan lainnya yang harus dituruti pabrik, yaitu ikut serta menjaga lingkungan.

b. Perluasan Pabrik

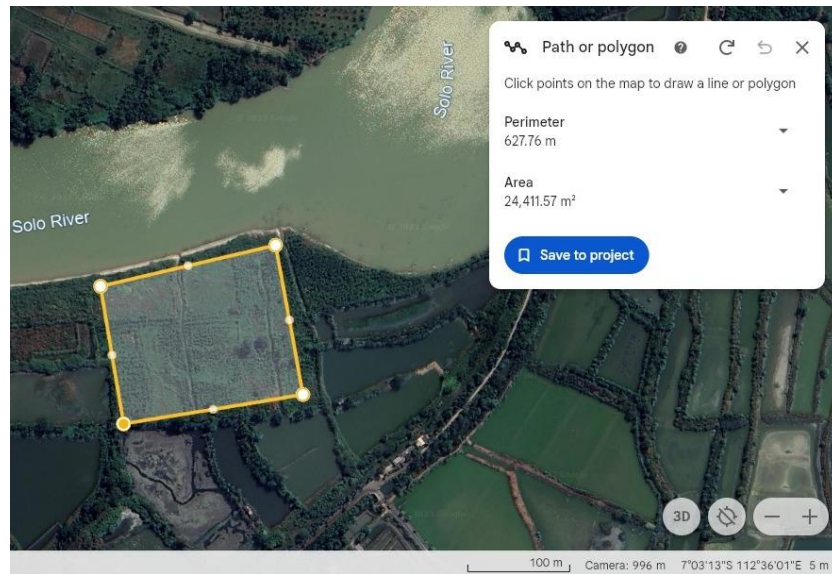
Ketika permintaan pasar semakin meningkat maka akan dilakukan perluasan pabrik sehingga menambah kapasitas produksi. Di Gresik itu sendiri memiliki daerah yang cukup luas sehingga memungkinkan jika akan melakukan perluasan pabrik.

c. Kondisi Pabrik

Pada keberlangsungan proses produksi, kondisi lokasi pabrik juga harus diperhatikan. Daerah Gresik telah ditetapkan menjadi kawasan industri sehingga memiliki lingkungan yang cocok untuk mendirikan pabrik.

d. Warga

Mendirikan pabrik di daerah Gresik merupakan suatu tindakan yang tepat, karena warga daerah Gresik termasuk warga yang mampu dalam keterlibatan perkembangan industri.



Gambar 4.1 Lokasi Pabrik

4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Tata letak pabrik merupakan salah satu bagian terbesar dari suatu perancangan fasilitas (*facility design*). *Facilities design* terdiri dari lokasi pabrik (*plant location*) dan perancangan gedung (*building design*) dimana diketahui bahwa antara tata letak pabrik (*plant layout*) dengan penanganan material (*material handling*) saling berkaitan erat (Fred Meyers, 1993). Tujuan umum perencanaan tata letak pabrik adalah untuk memberikan kombinasi yang tepat dan optimal terhadap fasilitas produksi dan fasilitas perkantoran dalam pabrik tersebut. Perencanaan tata letak yang tepat dapat memberikan efisiensi terhadap lahan untuk pendirian pabrik dan kenyamanan karyawan.

Untuk memperoleh kondisi yang maksimal, maka hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik, yaitu:

1. Adanya kemungkinan perluasan pabrik, seperti penambahan unit baru sebagai pengembangan pabrik di masa mendatang, sehingga tidak menimbulkan kesulitan di masa yang akan datang.
2. Unit utilitas dan sumber tenaga ditempatkan terpisah dari area proses sehingga dapat menjamin operasi berjalan dengan aman.
3. Keselamatan merupakan faktor penting yang ada dalam tata letak pabrik. Jalan-jalan dalam pabrik harus cukup lebar dan memperhatikan faktor keselamatan manusia, sehingga lalu lintas dalam pabrik dapat berjalan dengan baik.
4. Penyediaan *service area* seperti kantin, tempat parkir, ruang ibadah, dan lain-lain diatur sedemikian rupa sehingga tetap terjangkau dari tempat kerja.

Secara garis besar layout pabrik dibagi menjadi beberapa bagian utama, yaitu:

1. Daerah Administrasi atau Perkantoran

Daerah administrasi sebagai pusat kegiatan administrasi perusahaan untuk mengatur kelancaran operasi dan kegiatan administrasi.

2. Daerah Fasilitas Umum

Daerah fasilitas umum merupakan fasilitas penunjang aktivitas pabrik dalam memenuhi kepentingan karyawan.

3. Daerah Proses

Daerah proses adalah tempat yang menjadi pusatnya proses produksi. Alat-alat proses dan pengendali ditempatkan disini. Daerah ini biasanya terletak di bagian belakang daerah administrasi.

4. Daerah Laboratorium dan Ruang Kontrol

Laboratorium dan ruang control sebagai pusat pengendalian proses, kualitas, dan kuantitas bahan yang akan diproses, serta produk yang akan dijual. Daerah laboratorium merupakan pusat kontrol kualitas bahan baku, produk, dan limbah proses. Daerah kontrol merupakan pusat untuk mengontrol jalannya proses sesuai kondisi yang diinginkan.

5. Daerah Pemeliharaan

Daerah pemeliharaan adalah tempat penyimpanan suku cadang alat proses dan untuk melakukan perbaikan, pemeliharaan, atau perawatan semua peralatan yang dipakai dalam proses. Selain proses, daerah ini juga memperbaiki saran penunjang dalam pabrik.

6. Daerah Utilitas

Utilitas merupakan unit pendukung dalam proses. Unit ini sebagai penyediaan air, *steam*, listrik. Tidak hanya bagi proses, tetapi bagi semua bangunan di pabrik.

7. Daerah Pengolahan Limbah

Daerah pengolahan limbah adalah daerah yang harus ada dalam industri, karena untuk meminimalisir kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh limbah buangan pabrik yang tanpa diolah dengan baik. Hal tersebut dapat merugikan makhluk hidup sekitar.

Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah Pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat

No	Nama Bangunan	Keterangan		Luas (m ²)
		Panjang (m)	Lebar (m)	
1	Pos Kemanan	10	5	50
2	Kantor Utama	20	10	200
3	Parkir Karyawan	15	15	225
4	Parkir Tamu	15	10	150
5	<i>Power Plant</i>	40	25	1.000
6	Masjid	15	10	150
7	Area Mess	20	20	400
8	Kantin	10	10	100
9	Kantor Teknik dan Produksi	20	10	200
10	Gedung Serba Guna	20	10	200
11	Laboratorium	20	10	200
12	Area Timbang Truk	20	20	400
13	Area Parkir Truk	20	20	400
14	Poliklinik	10	10	100
15	Perpustakaan	15	10	150
16	Unit Pemadam Kebakaran	15	10	150
17	<i>Control Room</i>	15	10	150
18	<i>Control Utilitas</i>	15	10	150
19	Bengkel	15	10	150
20	Unit Pengolahan Limbah	15	10	150
21	Gudang Peralatan	20	15	300
22	Area Proses	80	50	4.000
23	Area Utilitas	40	25	1.000
24	Taman	10	10	100
25	Daerah Perluasan	90	20	1.800
26	Jalan	50	40	2.000

Tabel 4.1 ... (lanjutan)

Luas Bangunan	9.200
Luas Tanah	13.875
Total	23.075



Gambar 4.2 *Layout* Denah Pabrik

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

Tata letak proses dibuat sesuai dengan urutan kerja dan fungsi alat. Tujuannya untuk mendapatkan efisiensi, keselamatan, dan kemudahan kerja bagi karyawan. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam merencanakan tata letak proses yang efisien antara lain:

1. Aliran Bahan Baku dan Produk

Jalan aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan dari segi ekonomi dan memberikan keamanan bagi karyawan serta kelancaran produksi.

2. Aliran Udara

Jalannya aliran udara di area proses harus diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara atau tidak mengalirnya udara yang berujung mengakibatkan akumulasi bahan kimia sehingga mengancam keselamatan pekerja.

3. Pencahayaan

Penerangan untuk alat proses harus memadai, terkhusus pada tempat yang berisiko tinggi diperlukan cahaya yang lebih besar pula untuk keselamatan.

4. Lalu Lintas Manusia

Perencanaan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat menjangkau seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Sehingga jika terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu, keamanan pekerja dalam menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

5. Pertimbangan Ekonomi

Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik, diusahakan dapat meminimalisir biaya operasi dengan tetap menjamin kelancaran serta

keamanan proses produksi sehingga dapat memberikan keuntungan dari sisi ekonomi.

6. Lalu Lintas Alat Berat

Sebaiknya diberikan jarak yang cukup lebar antara alat proses, agar dapat memudahkan seandainya ada alat berat yang digunakan untuk memperbaiki alat yang mengalami gangguan.

7. Tata Letak Alat Proses

Tujuan dari adanya tata letak proses adalah terjaminnya kelancaran proses produksi, dapat mengefektifkan penggunaan luas bahan, biaya material *handling* menjadi rendah dan menyebabkan menurunnya pengeluaran untuk hal yang tidak penting, pendistribusian utilitas yang mudah.

8. Jarak antar Alat Proses

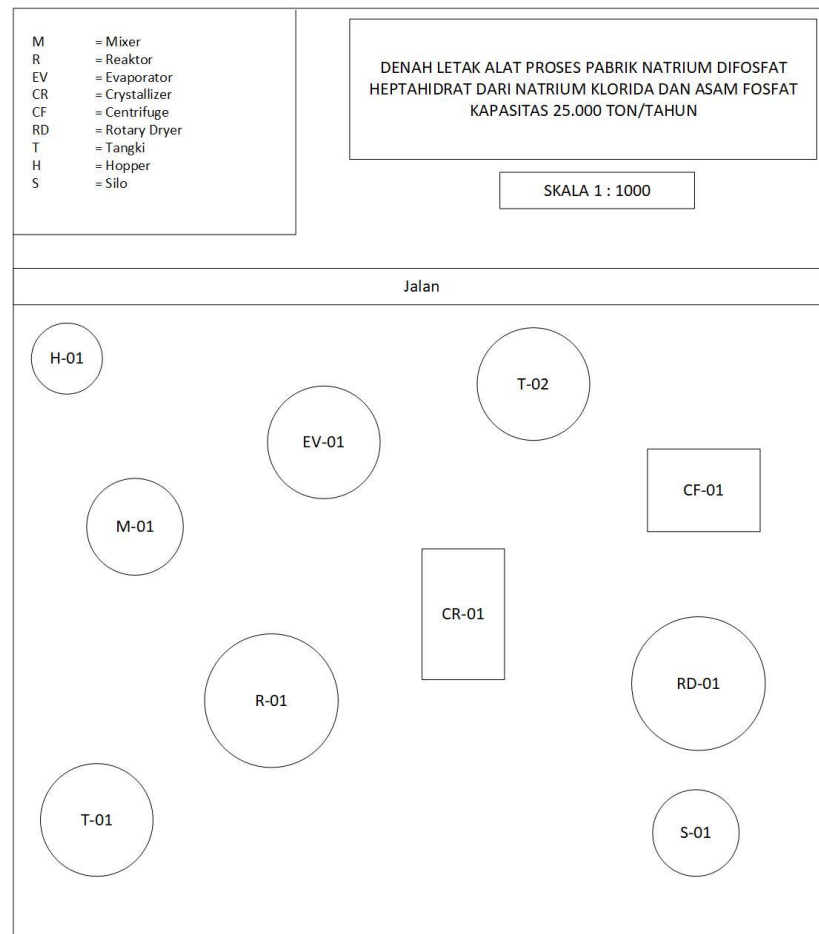
Untuk alat proses yang memiliki tekanan operasi ataupun suhu operasi yang tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat-alat lainnya.

9. Kemudahan dalam Pengoperasian

Peralatan yang membutuhkan perhatian lebih dari operator harus diletakkan dekat ruang kontrol. *Valve*, tempat pengambilan sampel dan instrument harus diletakkan pada posisi dan ketinggian yang mudah dijangkau oleh operator.

10. Perluasan

Pabrik diharapkan mempunyai perluasan wilayah yang akan datang. Hal ini mengantisipasi apabila pabrik ingin memperluas produksinya, tetapi lahan tidak tersedia.



Gambar 4.3 *Layout* Alat Proses

4.4 Organisasi Perusahaan

Keefektifan dalam meningkatkan kemampuan perusahaan dalam memproduksi dan mendistribusikan produknya sangat berkaitan erat dengan organisasi perusahaan. Agar tercipta sumber daya manusia yang baik, maka dilakukan pengaturan organisasi perusahaan yang baik serta teratur.

4.4.1 Bentuk Hukum Badan Usaha

Pada prarancangan pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat direncanakan bentuk perusahaannya adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas atau sering disebut dengan *Naamloze Vennootschap* (NV), adalah suatu persekutuan untuk menjalankan perusahaan yang memiliki modal usaha yang terbagi atas beberapa saham. Pemegang saham bertanggungjawab terbatas pada hutang-hutang perusahaan sebesar modal yang disetorkan. Sandra Dewi (2018) mengemukakan karakteristik suatu PT sebagai berikut:

- 1) Sebagai asosiasi modal.
- 2) Kekayaan dan utang PT terpisah dari kekayaan dan utang pemegang saham.
- 3) Pemegang saham: a) bertanggungjawab hanya pada apa yang disetorkan atau tanggung jawab terbatas (*limited liability*); b) tidak bertanggungjawab atas kerugian perseroan (PT) melebihi saham yang telah diambilnya; dan c) tidak bertanggungjawab secara pribadi atas perikatan yang dibuat atas nama perseroan.
- 4) Adanya pemisahan fungsi antara pemegang saham dan pengurus atau direksi.
- 5) Memiliki komisaris yang berfungsi sebagai pengawas.
- 6) Kekuasaan tertinggi berada pada Rapat Umum Pemegang Saham atau RUPS.

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan PT didasarkan pada beberapa faktor, yaitu:

1. Modal yang didapatkan mudah. Modal didapat dengan cara menjual saham perusahaan.
2. Pemegang saham memiliki tanggung jawab yang terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
3. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin. Perusahaan tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi, beserta staffnya, ataupun karyawan perusahaan.
4. Pergerakan di pasar global mudah dilakukan.
5. Mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan.

4.4.1 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi membantu perusahaan untuk menempatkan setiap individu yang memiliki potensi dan kompeten sesuai dengan keahliannya. Selain itu juga untuk mempermudah dalam membagi tugas dan tanggung jawab tiap individu dalam menjalankan perusahaan. Manfaat yang diperoleh suatu perusahaan apabila menerapkan struktur organisasi dengan tepat adalah:

1. Komunikasi dan kolaborasi dapat terjalin dengan baik.
2. Mengurangi konflik antar karyawan.
3. Efisiensi operasional.
4. Produktivitas karyawan dapat meningkat.

Salah satu sistem yang baik untuk diterapkan pada struktur organisasi perusahaan adalah sistem line dan staff. Sistem tersebut yang akan diterapkan pada pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat. Karena sistem garis dan staff merupakan suatu organisasi dimana arus wewenang langsung dari wewenang tertinggi ke karyawan melalui beberapa pejabat pada bermacam-macam tingkat manajemen. Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staff, yaitu:

1. Sebagai garis (line) adalah orang-orang yang melakukan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staff adalah orang-orang yang melaksanakan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini memiliki fungsi dalam memberikan saran-saran kepada unit operasional.

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

- a. Pemegang saham
- b. Dewan komisaris
- c. Direktur utama
- d. Direktur
- e. Kepala bagian
- f. Kepala seksi

g. **Karyawan dan operator**

Tanggung jawab, tugas, dan wewenang tertinggi dipegang oleh dewan komisaris, yaitu puncak pimpinan. Sedangkan kekuasaan tertinggi terdapat pada rapat umum pemegang saham.

4.4.2 Tugas dan Wewenang

4.4.2.1 Pemegang Saham

Pemegang saham merupakan orang-orang yang mengumpulkan modal guna kepentingan pendirian pabrik dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut pemegang saham berwenang:

1. Mengangkat dan memberhentikan dewan komisaris,
2. Mengangkat dan memberhentikan direktur,
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

4.4.2.2 Dewan Komisaris

Dewan komisaris adalah pelaksana tugas sehari-hari daripada pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggungjawab terhadap pemilik saham. Tugas-tugas dewan komisaris, yaitu:

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarah pemasaran,
2. Mengawasi tugas-tugas direktur,

3. Membantu direktur dalam tugas-tugas penting.

4.4.2.3 Dewan Direksi

Direktur utama adalah pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan memiliki tanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur utama memiliki tanggung jawab kepada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang diambil sebagai pimpinan perusahaan. Tugas direktur utama antara lain:

1. Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya secara berkala atau pada masa akhir pekerjaannya pada pemegang saham,
2. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen,
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham,
4. Mengkoordinir kerja sama antara bagian produksi (direktur produksi) dan bagian keuangan dan umum (direktur keuangan dan umum).

Direktur utama dibantu oleh 2 direktur, yaitu:

- b. Direktur produksi
 1. Bertanggungjawab pada direktur dalam bidang teknik, produksi, dan rekayas produksi,

2. Mengkoordinir, mengatur, mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.
- c. Direktur keuangan dan umum
1. Bertanggungjawab kepada direktur utama dalam bidang pemasaran, keuangan, dan pelayanan umum,
 2. Mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

4.4.2.4 Staff Ahli

Staf ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang memiliki tugas membantu dewan direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf ahli bertanggungjawab kepada direktur utama sesuai dengan keahliannya masing-masing. Tugas dan wewenang staf ahli yaitu:

1. Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan,
2. Mengadakan evaluasi teknik dan ekonomi perusahaan,
3. Memberikan saran dalam bidang hukum,
4. Memberikan proses dari pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi,
5. Mempertinggi efisiensi kerja.

4.4.2.5 Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan

bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staf direktur. Kepala bagian bertanggungjawab kepada direktur utama. Kepala bagian terdiri dari:

1. Kepala Bagian Produksi

Bertanggungjawab kepada direktur Teknik dan produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi.

Kepala bagian produksi membawahi:

a. Seksi Proses

Tugas seksi proses meliputi:

1. Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.
2. Mengawasi jalannya proses produksi.

b. Seksi Pengadalan

Tugas seksi pengendalian meliputi:

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

c. Seksi Laboratorium

Tugas seksi laboratorium meliputi:

1. Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu.
2. Mengawasi dan menganalisa produk.

3. Mengawasi kualitas buangan pabrik.

2. Kepala Bagian Teknik

Bertanggungjawab kepada direktur produksi dalam bidang peralatan dan utilitas, pemeliharaan, dan K3 serta mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian teknik membawahi:

a. Seksi Pemeliharaan

Tugas seksi pemeliharaan antara lain:

1. Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik.
2. Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

b. Seksi Utilitas

Tugas seksi utilitas antara lain:

1. Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan air, bahan bakar, listrik, dan pengelolaan limbah.

c. Seksi Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Tugas seksi keselamatan dan kesehatan kerja antara lain:

1. Mengatur, menyediakan, dan mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan keselamatan kerja.
2. Melindungi pabrik dari bahaya kebakaran.

3. Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran

Tugas kepala bagian pembelian dan pemasaran adalah bertanggungjawab kepada direktur administrasi, keuangan, dan umum dalam bidang pengadaan bahan baku dan pemasaran hasil produksi. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian pembelian dan pemasaran membawahi:

a. Seksi Pembelian

Tugas seksi pembelian antara lain:

1. Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan.
2. Mengetahui harga pemasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gedung.

b. Seksi Pemasaran

Tugas seksi pemasaran antara lain:

1. Merencanakan strategi penjualan hasil produksi.
2. Mengatur distribusi barang dari gedung.

4. Kepala Bagian Administrasi, Keuangan, dan Umum

Tugas kepala bagian administrasi, keuangan, dan umum adalah bertanggungjawab kepada direktur administrasi, keuangan, dan umum dalam bidang administrasi dan keuangan, personalia dan humas, serta keamanan. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian administrasi, keuangan, dan umum membawahi:

a. Seksi Administrasi dan Keuangan

Tugas seksi administrasi dan keuangan antara lain:

1. Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan serta masalah pajak.

b. Seksi Personalia

Tugas seksi personalia antara lain:

1. Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja, pekerjaan, dan lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
2. Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis.
3. Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

c. Seksi Humas

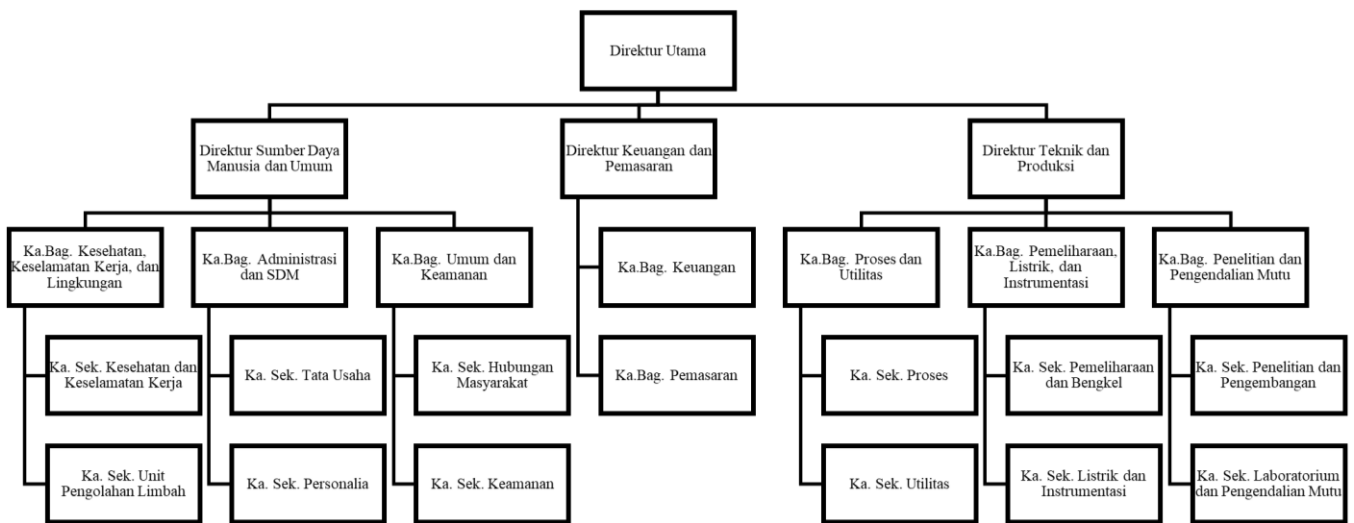
Tugas seksi humas antara lain:

1. Mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

d. Seksi Keamanan

Tugas seksi keamanan antara lain:

1. Mengawasi keluar masuknya orang-orang, baik karyawan maupun bukan karyawan di lingkungan pabrik.
2. Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan.
3. Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.



Gambar 4.4 Struktur Organisasi

4.4.3 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

Sistem kepegawaian pada pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat ini terdapat dua bagian, yaitu Jadwal kerja kantor (non-shift) dan jadwal

kerja pabrik (shift). Sedangkan gaji karyawan berdasarkan pada jabatan, tingkat Pendidikan, pengalaman kerja, dan resiko kerja.

A. Pembagian Jam Kerja

1. Jadwal non-shift

Karyawan non-shift adalah karyawan yang tidak berhubungan langsung dengan proses produksi, seperti bagian administrasi, bagian Gudang, dan lain-lain. Dalam satu minggu terdapat 40 jam kerja kantor dengan perincian jam kerja non-shift sebagai berikut:

Senin – Kamis : 07.00 – 16.00 (Istirahat 12.00 – 13.00)

Jum'at : 07.00 – 16.00 (Istirahat 11.00 – 13.00)

Sabtu : 07.00 – 12.00

Minggu : Libur, termasuk hari libur nasional

2. Jadwal shift

Karyawan shift adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang memiliki hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gedung, bagian keamanan dan bagian-bagian yang harus selalu siaga untuk menjaga keselamatan dan keamanan pabrik. Para karyawan shift bekerja secara bergantian dalam sehari semalam. Karyawan shift dibagi dalam tiga shift dengan pengaturan sebagai berikut:

Shift I : 08.00 – 16.00

Shift II : 16.00 – 24.00

Shift III : 24.00 – 08.00

Jadwal kerja terbagi menjadi empat minggu dan empat kelompok.

Setiap kelompok kerja mendapatkan hari libur satu kali dari tiga kali

shift. Jadwal karyawan shift sebagai berikut:

Tabel 4.2 Jadwal Karyawan *Shift*

Shift/ Hari	1	2	3	4	5	6	7	8
Pagi	A	A	D	D	C	C	B	B
Sore	B	B	A	A	D	D	C	C
Malam	C	C	B	B	A	A	D	D
Libur	D	D	C	C	B	B	A	A

4.4.4 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji

1. Penggolongan Jabatan

Tabel 4.3 Penggolongan Jabatan

No	Jabatan	Pendidikan Minimum
1	Direktur Utama	S-2 (Teknik Kimia/ Teknik Mesin/Teknik Elektro)
2	Kepala Bagian Produksi	S-1 (Teknik Kimia/ Teknik Mesin/Teknik Elektro)
3	Kepala Bagian Teknik	S-1 (Teknik Kimia/ Teknik Mesin/Teknik Elektro)
4	Kepala Bagian Pemasaran	S-1 (Ekonomi)
5	Kepala Seksi	S-1 (Teknik Kimia/ Teknik Mesin/Teknik Elektro)

Tabel 4.3 ... (lanjutan)

No	Jabatan	Pendidikan Minimum
6	Kepala Seksi Keuangan	S-1 (Ekonomi)
7	Medis	Dokter
8	Sekretaris	S-1
9	Karyawan	D-3
10	Paramedis	D-3
11	Operator	STM/ SMU sederajat
12	Lain-lain	SMA/ sederajat

2. Perincian Jumlah Karyawan dan Gaji

Tabel 4.4 Perincian Jumlah Karyawan dan Gaji

No	Jabatan	Jumlah	Gaji Per Bulan (Per Orang), Rp.	Total Gaji (Per Tahun), Rp.
1	Direktur Utama	1	45.000.000	540.000.000
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	40.000.000	480.000.000
3	Staff Ahli	1	18.000.000	216.000.000
4	Sekretaris	1	18.000.000	216.000.000
5	Direktur Keuangan dan Pemasaran	1	35.000.000	420.000.000
6	Direktur Sumber Daya Manusia dan Umum	1	35.000.000	420.000.000
7	Ka. Bag. Proses dan Pemasaran	1	15.000.000	180.000.000
8	Ka. Bag. Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi	1	15.000.000	180.000.000
9	Ka. Bag. Penelitian, Pengembangan, dan Pengendalian Mutu	1	15.000.000	180.000.000
10	Ka. Bag. Keuangan	1	15.000.000	180.000.000
11	Ka. Bag. Pemasaran	1	15.000.000	180.000.000

Tabel 4.4 ... (lanjutan)

No	Jabatan	Jumlah	Gaji Per Bulan (Per Orang), Rp.	Total Gaji (Per Tahun), Rp.
12	Ka. Bag. Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan	1	15.000.000	180.000.000
13	Ka. Bag. Administrasi dan Sumber Daya Manusia	1	15.000.000	180.000.000
14	Ka. Bag. Umum dan Keamanan	1	15.000.000	180.000.000
15	Ka. Sek. Proses	1	12.000.000	144.000.000
16	Ka. Sek. Utilitas	1	12.000.000	144.000.000
17	Ka. Sek. Pemeliharaan dan Bengkel	1	12.000.000	144.000.000
18	Ka. Sek. Listrik dan Instrumentasi	1	12.000.000	144.000.000
19	Penelitian dan Pengembangan	1	12.000.000	144.000.000
20	Ka. Sek. Laboratorium dan Pengendalian Mutu	1	12.000.000	144.000.000
21	Ka. Sek. Kesehatan dan Keselamatan Kerja	1	12.000.000	144.000.000
22	Ka. Sek. Unit Pengolahan Limbah	1	12.000.000	144.000.000
23	Ka. Sek. Tata Usaha	1	12.000.000	144.000.000
24	Ka. Sek. Personalia	1	12.000.000	144.000.000
25	Ka. Sek. Hubungan Masyarakat	1	12.000.000	144.000.000
26	Ka. Sek. Keamanan	1	12.000.000	144.000.000
27	Karyawan Proses	4	8.000.000	384.000.000
28	Karyawan Utilitas	4	8.000.000	384.000.000

Tabel 4.4 ... (lanjutan)

No	Jabatan	Jumlah	Gaji Per Bulan (Per Orang), Rp.	Total Gaji (Per Tahun), Rp.
29	Karyawan Pemeliharaan dan Bengkel	4	8.000.000	384.000.000
30	Karyawan Listrik dan Instrumentasi	4	8.000.000	384.000.000
31	Karyawan Penelitian dan Pengembangan	8	8.000.000	768.000.000
32	Karyawan Laboratorium dan Pengendalian Mutu	8	8.000.000	768.000.000
33	Karyawan Kesehatan dan Keselamatan Kerja	6	8.000.000	576.000.000
34	Karyawan Unit Pengolahan Limbah	4	8.000.000	384.000.000
35	Karyawan Tata Usaha	5	7.000.000	420.000.000
36	Karyawan Personalia	5	7.000.000	420.000.000
37	Karyawan Hubungan Masyarakat	5	7.000.000	420.000.000
38	Karyawan Keamanan	8	7.000.000	672.000.000
39	Operator	48	7.000.000	4.032.000.000
40	Dokter	2	15.000.000	360.000.000
41	Perawat	4	5.000.000	240.000.000
42	Sopir	6	4.000.000	288.000.000
43	<i>Cleaning Service</i>	10	4.000.000	480.000.000
Total		161	582.000.000	16.824.000.000

3. Sistem Gaji Karyawan

Sistem gaji perusahaan dibagi menjadi 3 golongan, yaitu:

a. Gaji Harian

Gaji harian merupakan gaji yang diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

b. Gaji Bulanan

Gaji bulanan merupakan gaji yang diberikan kepada karyawan tetap dengan jumlah sesuai dengan aturan perusahaan.

c. Gaji Lembur

Gaji lembur merupakan gaji yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok.

4.4.5 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan yang diberikan perusahaan pada karyawan anatar lain:

1. Tunjangan

a) Tunjangan berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.

b) Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang karyawan.

c) Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.

2. Cuti

a) Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam setahun.

- b) Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

3. Pakaian Kerja

- a) Pakaian kerja diberikan kepada karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya.

4. Pengobatan

- a) Pelayanan kesehatan berupa biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit akibat kecelakaan kerja.
- b) Fasilitas asuransi tenaga kerja, meliputi tunjangan kecelakaan kerja dan tunjangan kematian yang diberikan kepada keluarga tenaga kerja yang meninggal dunia karena kecelakaan sewaktu bekerja.

BAB V

UTILITAS

Utilitas merupakan unit pendukung proses yang menjadi suatu bagian penting dalam menunjang berlangsungnya proses pada suatu pabrik. Unit-unit pendukung proses tersebut antara lain:

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

5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Unit yang berfungsi sebagai penyedia dan pengolahan air yaitu:

1. Air pendingin

Air pendingin diperlukan untuk proses pendinginan pada alat yang membutuhkan pendinginan dari suhu tinggi ke suhu rendah. Dalam hal ini, air pendingin diproduksi oleh *cooling tower*. Unit air pendingin mengolah air proses pendinginan dari suhu 110°C menjadi 30°C. Air pendingin yang keluar dari media perpindahan panas di area proses akan disirkulasikan dan didinginkan kembali di *cooling tower*. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penyediaan air pendingin adalah:

- a) Kesadahan air yang dapat menyebabkan terjadinya *scale* (kerak) pada system perpipaan
- b) Mikroorganisme seperti bakteri, plankton yang dapat menyebabkan *fouling*
- c) Minyak yang dapat menyebabkan terganggunya *film corrosion inhibitor*, menurunkan *heat transfer coefficient*, dan dapat menjadi makanan mikroba sehingga menimbulkan endapan
- d) Besi yang dapat menyebabkan korosi

Air pendingin yang digunakan ialah air Sungai Bengawan Solo yang dekat dengan lokasi pabrik.

Kebutuhan air pendingin untuk pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat terlampir pada tabel 5.1 sebagai berikut

Tabel 5.1 Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
<i>Cryztallizer</i>	CR-01	9607,13
Condensor	CD-01	73397,726
Total		83004,856

Perencanaan dibuat *over design* sebanyak 20% sehingga menjadi 99605,83 kg/jam. Pada saat berlangsungnya proses, air pendingin mengalami *blowdown* pada unit *cooling tower* sehingga diperlukannya air *make up*. Setelah dilakukan perhitungan diketahui air make up yang dibutuhkan sebesar 1128,87 kg/jam.

2. Air proses

Perancangan pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat menggunakan air sungai sebagai sumber air. Air yang digunakan adalah air sungai yang diperoleh dari Sungai Bengawan Solo yang tidak jauh dari pabrik. Pertimbangan menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah:

- a) Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
- b) Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana, dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.
- c) Jumlah air sungai lebih banyak dibandingkan dari air sumur.
- d) Letak sungai berada tidak jauh dari lokasi pabrik.

Air proses ini digunakan sebagai pelarut pada mixer. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan air sungai sebagai air proses adalah partikel-partikel besar (makhluk hidup sungai dan konstituen lain) dan partikel-partikel kecil (ganggang dan mikroorganisme sungai). Kebutuhan air proses untuk pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat terlampir pada tabel 5.2 sebagai berikut

Tabel 5.2 Kebutuhan Air Proses

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Mixer	M-01	3623.23639
Total		3623.23639

Perencanaan dibuat *over design* sebanyak 20% sehingga menjadi 4347.884 kg/jam

3. Air Domestik

Untuk suatu pabrik atau kantor, kebutuhan air untuk satu orang sebesar 100 liter per hari (Sularso,2001). Jumlah karyawan pada pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat sebanyak 156 orang. Kebutuhan air domestik untuk pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat terlampir pada tabel 5.3 sebagai berikut

Tabel 5.3 Kebutuhan Air Domestik

No	Keterangan	Kebutuhan Air, kg/jam
1	Air Karyawan	650
2	Air Kantor	145,83
3	Air Perumahan	1000
Total		1795,833

4. Air Steam

Kebutuhan air *steam* pada pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat terlampir pada tabel 5.4

Tabel 5.4 Kebutuhan Air Steam

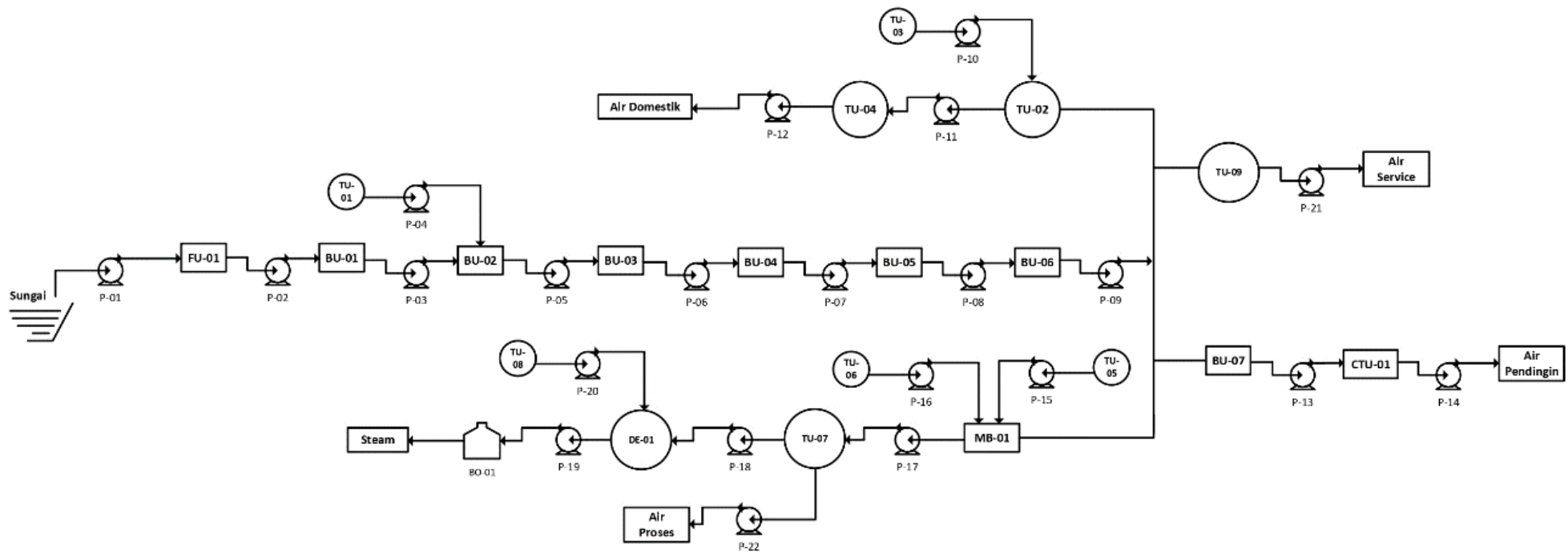
Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Reaktor	R-01	3428,87
Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Evaporator	EVP-01	245,98
Heater 01	HE-01	94,706
Heater-02	HE-02	143,560
Heater-03	HE-03	47,002
Total		3960,12

Perancangan dibuat *over design* sebanyak 20% sehingga menjadi 4752,14 kg/jam. Pada saat berlangsungnya proses, air pembangkit *steam* 85% dimanfaatkan kembali, sehingga diperlukan 15% air *make-up*, dikarenakan terjadinya *blowdown* pada *boiler* sebesar 10% dan penggunaan *steam trap* sebesar 5%, sehingga air *make-up* yang dibutuhkan sebanyak 950,43 kg/jam.

5. Air Layanan Umum (*Service Water*)

Perkiraan kebutuhan air untuk penggunaan layanan umum atau *service water* seperti bengkel, laboratorium, masjid, kantin, pemadam kebakaran, dan lain lain sebesar 350 kg/jam.

Kebutuhan air yang diperlukan untuk pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat diperoleh dari Sungai Bengawan Solo yang letaknya tidak jauh dari lokasi pendirian pabrik. Agar air sungai dapat dimanfaatkan untuk keperluan pabrik maka perlu melewati beberapa proses. Gambar unit pengolahan air dapat dilihat pada gambar 5.1



Gambar 5.1 Diagram Unit Pengolahan Air

Keterangan:

1. PU-01-22 = Pompa
2. FU-01 = *Screening*
3. BU-01 = Bak Pengendapan Awal
4. BU-02 = Bak Penggumpal
5. BU-03 = Bak Pengendapan I
6. BU-04 = Bak Pengendapan II
7. BU-05 = *Sand Filter*
8. BU-06 = Bak Penampung Sementara
9. TU-01 = Tangki Alum
10. TU-02 = Tangki Klorinasi
11. TU-03 = Tangki Kaporit
12. TU-04 = Tangki Air Bersih
13. BU-07 = Bak Air pendingin
14. CTU-01 = *Cooling Tower*
15. MB-01 = *Mixed Bed*
16. TU-05 = Tangki NaCl
17. TU-06 = Tangki NaOH
18. TU-07 = Tangki Air Demin
19. TU-08 = Tangki N₂H₄
20. DE-01 = Dearator
21. BO-01 = *Boiler*
22. TU-09 = Tangki Air *Service*

5.2 Unit Pembangkit *Steam*

Unit ini terdiri dari deaerator untuk proses deaerasi dan *boiler*. Proses deaerasi berfungsi untuk membebaskan air bebas mineral (*demin water*) dari komponen udara. *Demin water* yang sudah terbebas dari komponen udara kemudian ditampung dalam deaerator. Pembentukan *steam* terjadi dalam *boiler*.

Air ini memiliki persyaratan untuk kelangsungan operasi boiler, beberapa persyaratan tersebut antara lain:

- a) Bebas dari zat penyebab korosi seperti asam dan gas-gas terlarut
- b) Bebas dari zat penyebab kerak yang disebabkan oleh kesadahan yang tinggi. Biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika
- c) Bebas dari zat penyebab timbulnya buih (busa) seperti zat-zat organik dan anorganik minyak
- d) Kandungan logam dan impuritis seminimal mungkin

Jumlah air yang digunakan sebagai umpan *boiler* sebesar 4752,145 kg/jam

Penyediaan air untuk pabrik menggunakan air sungai dan perlu memiliki kualitas air yang bagus sebagaimana telah diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Pengolahan air sungai yang diperoleh dari Sungai Bengawan Solo meliputi *screening*, pengendapan, penggumpalan, klorinasi, demineralisasi dan deaerasi. Hal ini dilakukan untuk menghindari *fouling* yang terjadi pada alat-alat penukar panas.

5.3 Unit Pembangkit Listrik

Unit yang berfungsi sebagai penyedia listrik untuk digunakan sebagai tenaga penggerak pada alat-alat proses, peralatan utilitas, dan hal-hal lainnya yang membutuhkan listrik. Diperoleh dari PT. PLN. Kebutuhan listrik pada pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat dapat dilihat pada Tabel 5.5 Kebutuhan

Listrik Alat Proses, Tabel 5.6 Kebutuhan Listrik Utilitas, dan Tabel 5.7 Kebutuhan Listrik Total sebagai berikut

Tabel 5.5 Kebutuhan Listrik Alat Proses

Alat	Daya	
	Hp	Watt
Pompa-01	0,33	248,567
Pompa-02	0,75	559,275
Pompa-03	1	745,7
Pompa-04	0,75	559,275
Pompa-05	1	745,7
Pompa-06	0,5	372,85
Pompa-07	0,5	372,85
Mixer-01	100	74570
Reaktor-01	25	18642,5
Crystalizer-01	0,25	186,425
Centrifuge-01	0,167	124,283
Rotary Dryer-01	40	29828
TOTAL	170,25	126955,425

Tabel 5.6 Kebutuhan Listrik Utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
<i>Blower Cooling Tower</i>	BO-01	7,5	5592,75
Kompressor	K-01	3,5	2609,95
Pompa-01	PU-01	2	1491,4
Pompa-02	PU-02	5	3728,5
Pompa-03	PU-03	3	223,1
Pompa-04	PU-04	0,05	37,285
Pompa-05	PU-05	1,5	1118,55
Pompa-06	PU-06	1,5	1118,55

Tabel 5.6 ... (lanjutan)

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Pompa-07	PU-07	1,5	1118,55
Pompa-08	PU-08	1,5	1118,55
Pompa-09	PU-09	1,5	1118,55
Pompa-10	PU-10	0,05	37,285
Pompa-11	PU-11	0,05	37,285
Pompa-12	PU-12	0,05	37,285
Pompa-13	PU-13	1,5	1118,55
Pompa-14	PU-14	0,75	559,275
Pompa-15	PU-15	0,05	37,285
Pompa-16	PU-16	0,05	37,285
Pompa-17	PU-17	0,083	62,142
Pompa-18	PU-18	0,167	124,283
Pompa-19	PU-19	0,167	124,283
Pompa-20	PU-20	0,05	37,285
Pompa-21	PU-21	0,05	37,285
Pompa-22	PU-22	0,125	93,23
Total		31,567	23632,476

Tabel 5.7 Kebutuhan Listrik Total

No	Keperluan	Kebutuhan (Kw)
1	Power Plant dan Utilitas	165,647
2	Alat Kontrol	41,412
3	Penerangan	24,847
4	Peralatan Kantor	24,847
5	Bengkel, Laboratorium	24,847
6	Perumahan	15
Total		296,6

5.4 Unit Penyedia Udara Tekan

Unit penyedia udara tekan digunakan untuk menjalankan instrumentasi seperti menggerakkan *control valve* dan membersihkan peralatan pabrik. Sumber udara diperoleh dari lingkungan pabrik, hanya saja udara tersebut sudah dinaikkan tekanannya dengan kompresor. Udara tekan akan didistribusikan melalui pipa-pipa. Kebutuhan udara tekan diperkirakan sebesar 37,3824 m³/jam dengan tekanan 5,5 atm.

5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit penyedia bahan bakar berfungsi untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada generator sebagai cadangan listrik dan alat lainnya. Total kebutuhan bahan bakar yang digunakan adalah sebesar 399,089 kg/jam.

5.6 Unit Pengolahan Limbah

Limbah berupa cairan, gas, maupun padat memiliki kandungan zat yang dapat membahayakan alam dan lingkungan hidup sekitar. Oleh karena itu, pada pabrik sangat diperlukan unit pengolahan limbah pabrik untuk meminimalisir pencemaran tersebut. Sumber-sumber limbah tersebut antara lain:

1. Limbah laboratorium

Pada limbah ini, mengandung bahan kimia yang telah digunakan untuk analisa mutu pada bahan baku, mutu produk dan dipergunakan untuk penelitian dan pengembangan proses

2. Limbah pencucian peralatan pabrik

Kotoran-kotoran atau kerak yang melekat pada peralatan pabrik mengandung zat kimia yang bisa merusak lingkungan

3. Limbah domestik

Limbah ini merupakan seluruh buangan yang berasal dari kamar mandi serta limbah dari kantin yang berupa limbah padat dan limbah cair. Kualitas air limbah yang dihasilkan diharapkan dapat memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan oleh PERMEN LHK Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik yang meliputi 7 parameter yaitu pH, BOD, *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solids* (TSS), minyak dan lemak, ammonia, dan *Total Coliform*.

4. Limbah proses

Limbah ini merupakan limbah dari zat-zat yang terbuang, bocor ataupun tumpah pada saat proses pabrik.

Limbah-limbah yang menghasilkan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) perlu dilakukan penyimpanan khusus sebagaimana telah diatur dalam PERMEN LHK Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2021 Pasal 52 Tentang Standar Penyimpanan Limbah B3 antara lain limbah B3 yang disimpan terlindung dari hujan dan tertutup, memiliki lantai kedap air, dilengkapi dengan simbol dan label limbah B3, dikemas dengan menggunakan kemasan dari bahan logam atau plastic, kemasan mampu mengungkung limbah B3 untuk tetap berada di dalam kemasan, memiliki penutup yang kuat untuk mencegah terjadinya tumpahan pada saat dilakukan pemindahan

dan/atau pengangkutan, kondisi kemasan tidak bocor, tidak berkarat dan tidak rusak. Selain itu, limbah B3 cair yang dibuang harus mengikuti persyaratan sesuai dengan baku mutu limbah cair yang sudah diatur oleh PERMEN LHK RI.

5.7 Spesifikasi Alat Utilitas

5.7.1 Perencanaan Pengolahan Air

1. *Screening*/Saringan (FU-01)

Tabel 5.8 Spesifikasi *Screening*

Spesifikasi Umum <i>Screening</i> (FU-01)	
Nama Alat	: <i>Screening</i>
Kode	: (FU-01)
Fungsi	: Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar
Dimensi:	
Diameter lubang saringan	: 1 cm
Panjang saringan	: 10 ft
Lebar saringan	: 8 ft
Jumlah air yang diolah	: 133311,5611 kg/jam

2. Bak Pengendapan Awal/Sedimentasi (BU-01)

Tabel 5.9 Spesifikasi Bak Pengendapan Awal

Spesifikasi Umum Bak Pengendapan Awal (BU-01)	
Nama Alat	: Bak Pengendapan Awal/Sedimentasi
Kode	: (BU-01)
Fungsi	: Mengendapan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai
Bentuk	: Bak persegi
Bahan	: Beton bertulang
Volume	: 912,626 m ³
Waktu tinggal	: 6 jam
<i>Over design</i>	: 20%

Dimensi :	
Tinggi	: 6,11 m
Panjang	: 12,221 m
Lebar	: 12,221 m
Kapasitas bak pengendapan	: 152,104 m ³ /jam

3. Bak Penggumpal (BU-02)

Tabel 5.10 Spesifikasi Bak Penggumpal

Spesifikasi Umum Bak Penggumpal (BU-02)	
Nama Alat	: Bak Penggumpal
Kode	: (BU-02)
Fungsi	: Mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan untuk menggumpalkan kotoran
Volume	: 144,376 m ³
Waktu pengendapan	: 1 jam
<i>Over design</i>	: 20%
Dimensi :	
Diameter	: 5,687 m
Tinggi	: 5,687 m
Bentuk	: Silinder tegak
Jenis Pengaduk :	
Jenis pengaduk	: <i>Marine propeller 3 blade</i>
Diameter <i>impeller</i>	: 1,896 m
Jarak <i>impeller</i>	: 1,422 m
Jarak cairan dalam tangki	: 5,1182 m
Jumlah <i>baffle</i>	: 4 buah
Lebar <i>baffle</i>	: 0,189 m
Jumlah <i>impeller</i>	: 1 buah
<i>Power motor</i>	: 0,25 Hp

4. Tangki Larutan Alum (T-01)

Tabel 5.11 Spesifikasi Tangki Larutan Alum

Spesifikasi Umum Tangki Larutan Alum (TU-01)	
Nama Alat	: Tangki Larutan Alum (tawas)
Kode	: (TU-01)
Fungsi	: Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5 %
Keb 5% larutan alum	: 1,0308 kg/jam
Waktu penyimpanan	: 2 minggu
Konsentrasi alum dalam air	: 425 ppm
Bentuk	: Silinder tegak
<i>Over design</i>	: 20%
<i>Volume alum</i>	: 1,237 m ³
Diameter	: 0,924 m
Tinggi	: 1,847 m

5. Bak Pengendapan I (BU-03)

Tabel 5.12 Spesifikasi Bak Pengendapan I

Spesifikasi Umum Bak Pengendapan I (BU-03)	
Nama Alat	: Bak Pengendapan I
Kode	: (BU-03)
Fungsi	: Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang tebawa dari air sungai dengan proses flokulasi (menghilangkan flokulasi)
Bentuk	: Bak persegi
Bahan	: Beton bertulang
<i>Volume</i>	: 549,097 m ³
Waktu tinggal	: 4 jam
<i>Over design</i>	: 20%
Dimensi :	
Tinggi	: 5,159 m
Panjang	: 10,317 m
Lebar	: 10,317 m
Kapasitas bak pengendapan	: 137.274 m ³ /jam

6. Bak Pengendapan II (BU-04)

Tabel 5.13 Spesifikasi Bak Pengendapan II

Spesifikasi Umum Bak Pengendapan II (BU-04)	
Nama Alat	: Bak Pengendapan II
Kode	: (BU-04)
Fungsi	: Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari sungai dengan proses flokulasi (memberi kesempatan untuk proses flokulasi O ₂)
Bentuk	: Bak persegi
Bahan	: Beton bertulang
Volume	: 521,642 m ³
Waktu tinggal	: 4 jam
Over design	: 20%
Dimensi :	
Tinggi	: 5,071 m
Panjang	: 10,142 m
Lebar	: 10,142 m
Kapasitas bak pengendapan	: 130,411 m ³ /jam

7. Sand Filter (BU-05)

Tabel 5.14 Spesifikasi Sand Filter

Spesifikasi Umum Sand Filter (BU-05)	
Nama Alat	: Bak Saringan Pasir
Kode	: (BU-05)
Fungsi	: Menyaring partikel-partikel halus yang ada dalam air sungai
Kecepatan penyaringan	: 5 gpm/ft ²
Diameter partikel	: 0,0394 in
Material	: <i>Spheres</i>
Tinggi lapisan pasiran	: 0,8319 m
Dimensi :	
Volume	: 8,868 m ³
Tinggi	: 1,304 m
Panjang	: 2,608 m
Lebar	: 2,608 m

8. Bak Penampungan Sementara (BU-06)

Tabel 5.15 Spesifikasi Bak Penampungan Sementara

Spesifikasi Umum Bak Penampungan Sementara (BU-06)	
Nama Alat	: Bak Penampungan Sementara
Kode	: (BU-06)
Fungsi	: <i>raw water</i> setelah di saring di <i>sand filter</i>
Bentuk	: Bak persegi
Bahan	: Beton bertulang
<i>Volume</i>	: 130,230 m ³
Waktu tinggal	: 1 jam
<i>Over design</i>	: 20%
Dimensi :	
Tinggi	: 3,194 m
Panjang	: 6,387 m
Lebar	: 6,387 m
Kapasitas bak penampungan	: 108,583 m ³ /jam

5.7.2 Pengolahan Air Sanitasi

1. Tangki Klorinasi (TU-02)

Tabel 5.16 Tangki Klorinasi

Spesifikasi Umum Tangki Klorinasi (TU-02)	
Nama Alat	: Tangki Klorinasi
Kode	: (TU-02)
Fungsi	: Mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga
Waktu tinggal	: 1 jam
Bentuk	: Tangki silinder berpengaduk
<i>Over design</i>	: 20%
Dimensi :	
<i>Volume</i>	: 2,155 m ³
Diameter	: 1,4002 m
Tinggi	: 1,4002 m
Kapasitas	: 1,796 m ³ /jam

2. Tangki Kaporit (TU-03)

Tabel 5.17 Spesifikasi Tangki Kaporit

Spesifikasi Umum Tangki Kaporit (TU-03)	
Nama Alat	: Tangki Kaporit
Kode	: (TU-03)
Fungsi	: Menampung kebutuhan kaporit selama 1 bulan yang akan dimasukkan kedalam tangki klorinasi (TU-02)
Waktu tinggal	: 1 bulan
Bentuk	: Silinder tegak
Kebutuhan kaporit	: 0,0129 kg
Kebutuhan kaporit (30 hari)	: 9,2961 kg
Dimensi :	
<i>Volume</i>	: 0,0047 m ³
Diameter	: 0,1882 m
Tinggi	: 0,1882 m

3. Tangki Air Bersih (TU-04)

Tabel 5.18 Spesifikasi Tangki Air Bersih

Spesifikasi Umum Tangki Air Bersih (TU-04)	
Nama Alat	: Tangki Air Bersih
Kode	: (TU-04)
Fungsi	: Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga
Waktu tinggal	: 24 jam
Bentuk	: Tangki silinder berpengaduk
<i>Over design</i>	: 20%
Dimensi :	
<i>Volume</i>	: 51,72 m ³
Diameter	: 4,0389 m
Tinggi	: 4,0389 m
Kapasitas	: 1,7958 m ³ /jam

5.7.3 Pengolahan Air Pendingin

1. Bak Air Pendingin (BU-07)

Tabel 5.19 Spesifikasi Bak Air Pendingin

Spesifikasi Umum Bak Air Pendingin (BU-07)	
Nama Alat	: Bak Air Pendingin
Kode	: (BU-07)
Fungsi	: Menampung kebutuhan air pendingin dan proses
Bentuk	: Bak persegi panjang
Bahan	: Beton bertulang
<i>Volume</i>	: 2901,16 m ³
Waktu tinggal	: 24 jam
<i>Over design</i>	: 20%
Dimensi :	
Tinggi	: 8,985 m
Panjang	: 17,970 m
Lebar	: 17,970 m
Kapasitas bak penampungan	: 100,735 m ³ /jam

2. *Cooling Tower* (CTU-01)

Tabel 5.20 Spesifikasi *Cooling Tower*

Spesifikasi Umum <i>Cooling Tower</i> (CTU-01)	
Nama Alat	: <i>Cooling Tower</i>
Kode	: (CTU-01)
Fungsi	: Mendinginkan air pendingin setelah digunakan
Luas tower	: 15,827 m ²
<i>Mass velocity liquid</i>	: 1303,593 lb/jam.ft ²
Kebutuhan udara	: 33918,592 ft ³ /min
Dimensi:	
Tinggi	: 1,741 m
Panjang	: 3,978 m
Lebar	: 3,978 m
Difusi Unit:	
H1	: 44,1 Btu/lb
H2	: 57,6 Btu/lb
Tinggi Diffusi:	
Tinggi unit diffuse	: 0,9933 m
Jumlah <i>spray</i>	: 10 buah
Kecepatan volumetrik udara	: 869,062 lb/jam.ft ²

3. *Blower Cooling Tower* (BL-01)

Tabel 5.21 Spesifikasi *Blower Cooling Tower*

Spesifikasi Umum <i>Blower Cooling Tower</i> (BL-01)	
Nama Alat	: <i>Blower Cooling Tower</i>
Kode	: (BL-01)
Fungsi	: Menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang akan didinginkan
Kebutuhan udara	: 33918,592 ft ³ /min
Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 1 atm

5.7.4 Pengolahan Air *Steam*

1. *Mixed Bed* (MB-01)

Tabel 5.22 Spesifikasi *Mixed Bed*

Spesifikasi Umum <i>Mixed Bed</i> (MB-01)	
Nama Alat	: <i>Mixed Bed</i>
Kode	: (MB-01)
Fungsi	: Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation-kation seperti Ca dan Mg
Jenis	: Tangki Silinder Tegak
Resin	: Zeolit
Dimensi :	
Diameter tangki	: 0,61 m
Tinggi tangki	: 0,914 m
Tinggi <i>bed</i>	: 0,762 m
Volume <i>bed</i>	: 0,222 m ³
Volume bak	: 78461,494 grain
Tebal	: 0,1875 in
Jumlah	: 1

2. Tangki NaCl (TU-05)

Tabel 5.23 Spesifikasi Tangki NaCl

Spesifikasi Umum Tangki NaCl (TU-05)	
Nama Alat	: Tangki NaCl
Kode	: (TU-05)
Fungsi	: Menampung larutan NaCl yang akan digunakan untuk meregenerasi <i>kation exchanger</i>
Bentuk	: Tangki Silinder
<i>Overdesign</i>	: 20%
Dimensi :	
Volume	: 0,7118 m ³
Diameter	: 0,968 m
Tinggi	: 0,968 m

3. Tangki NaOH (TU-06)

Tabel 5.24 Spesifikasi Tangki NaOH

Spesifikasi Umum Tangki NaOH (TU-06)	
Nama Alat	: Tangki NaOH
Kode	: (TU-06)
Fungsi	: Menampung larutan NaOH yang akan digunakan untuk meregenerasi <i>Anion Exchanger</i> .
Bentuk	: Tangki silinder
<i>Overdesign</i>	: 20%
Dimensi :	
Volume	: 3,141 m ³
Diameter	: 1,588 m
Tinggi	: 1,588 m

4. Tangki Demin (TU-07)

Tabel 5.25 Spesifikasi Tangki Demin

Spesifikasi Umum Tangki Demin (TU-07)	
Nama Alat	: Tangki Air Demin
Kode	: (TU-07)
Fungsi	: Menampung air bebas mineral sebagian air proses dan air
Waktu tinggal	: 24 jam
Bentuk	: Silinder tegak
<i>Overdesign</i>	: 20%
Dimensi :	
Volume	: 164,234 m ³
Diameter	: 5,937 m
Tinggi	: 5,937 m

5. Dearator (DE-01)

Tabel 5.26 Spesifikasi Dearator

Spesifikasi Umum Dearator (DE-01)	
Nama Alat	: Dearator
Kode	: (DE-01)
Fungsi	: Menghilangkan gas CO ₂ dan O ₂ yang terikat dalam <i>feed water</i>
Waktu tinggal	: 2 Jam
Bentuk	: Tangki silinder tegak
<i>Overdesign</i>	: 20%
Dimensi :	
Volume	: 13,686 m ³
Diameter	: 2,593 m
Tinggi	: 5,186 m
Kapasitas	: 11,4051 m ³ /jam

6. Tangki N₂H₄ (T-08)

Tabel 5.27 Spesifikasi Tangki N₂H₄

Spesifikasi Umum Tangki N₂H₄	
Nama Alat	: Tangki N ₂ H ₄
Kode	: (T-08)
Fungsi	: Menyimpan larutan N ₂ H ₄
Waktu tinggal	: 4 bulan
Bentuk	: Silinder tegak
<i>Overdesign</i>	: 20%
Dimensi :	
Volume	: 13,912 m ³
Diameter	: 2,607 m
Tinggi	: 5,214 m

5.7.5 Pengolahan Air Service

1. Tangki Air Service (TU-09)

Tabel 5.28 Spesifikasi Tangki Air Service

Spesifikasi Umum Tangki Air Service (TU-09)	
Nama Alat	: Tangki Air Service
Kode	: (TU-09)
Fungsi	: Menampung air bertekanan untuk keperluan layanan umum
Bentuk	: Tangki silinder
<i>Overdesign</i>	: 20%
Dimensi :	
Volume	: 10,08 m ³
Diameter	: 2,3417 m
Tinggi	: 2,3417 m

5.7.6 Pompa Utilitas

Tabel 5.29 Spesifikasi Pompa Utilitas

Parameter	PU-01	PU-02	PU-03	PU-04	PU-05
Fungsi	Mengalirkan air dari Sungai menuju Screening	Mengalirkan air dari Screening (SF-01) menuju Bak Pengendapan Awal (BU-01)	Mengalirkan air dari Bak Pengendapan Awal (BU-01) menuju Bak Penggumpal (BU-02)	Mengalirkan larutan alum dari Tangki alum (TU-01) menuju Bak penggumpal (BU-02)	Mengalirkan air dari Bak Penggumpal (BU-02) menuju Bak Pengendap I (BU-03)
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Bahan	<i>Comercial steel</i>				
Impeller	<i>Mixed flow impellers</i>	<i>Axial flow impellers</i>	<i>Axial flow impellers</i>	<i>Radial flow impellers</i>	<i>Axial flow impellers</i>
Kapasitas, gpm	688,924	654,478	621,754	0,0064	590,666
<i>Rate</i> Volumetrik, ft ³ /jam	1,5349	5249,471	1,385	0,0000142	1,316
Kecepatan Aliran, ft/s	2,804	0,347	3,990	0,036	3,79
Dimensi Pipa					
IPS, in	10	8	8	0,13	8
<i>Flow Area</i> , in ²	78,8	50	50	0,058	50
OD, in	10,75	8,63	8,63	0,41	8,63
ID, in	10,02	7,98	7,98	0,269	7,98
Head Pompa					
Efisiensi Motor	62%	61%	60%	40%	59%
Power Pompa, Hp	1,33	2,69	2,46	0.000002	1,17
Power Motor, Hp	2	5	3	0,05	1,5

Tabel 5.29 ... (lanjutan)

Parameter	PU-06	PU-07	PU-08	PU-09
Fungsi	Mengalirkan air dari Bak pengendap I menuju Bak Pengendap II	Mengalirkan air dari Bak pengendap II menuju Sand Filter (BU-05)	Mengalirkan air dari Sand Filter (BU-05) menuju Bak Penampungan Sementara (BU-06)	Mengalirkan air dari Bak Penampungan Sementara (BU-06) menuju Area Kebutuhan Air
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>			
Bahan	<i>Comercial steel</i>			
Impeller	<i>Axial flow impellers</i>	<i>Axial flow impellers</i>	<i>Axial flow impellers</i>	<i>Axial flow impellers</i>
Kapasitas, gpm	561,133	561,133	561,133	561,133
Rate Volumetrik, ft ³ /jam	1,2502	1,2502	1,2502	1,2502
Kecepatan Aliran, ft/s	3,6005	3,6005	3,6005	3,6005
Dimensi Pipa				
IPS, in	8	8	8	8
Flow Area, in ²	50	50	50	50
OD, in	8,63	8,63	8,63	8,63
ID, in	7,98	7,98	7,98	7,981
Head Pompa				
Efisiensi Motor	58%	58%	58%	58%
Power Pompa, Hp	1,08	1,08	0,82	0,84
Power Motor, Hp	1,5	1,5	1,5	1,5

Tabel 5.29 ... (lanjutan)

Parameter	PU-10	PU-11	PU-12	PU-13
Fungsi	Mengalirkan kaporit dari Tangki kaporit (TU-03) menuju Tangki Klorinasi (TU-02)	Mengalirkan air dari Tangki Klorinasi (TU-01) menuju Tangki Air Bersih (TU-02)	Mengalirkan air dari Tangki Air Bersih (TU-02) menuju Kebutuhan Domestik	Mengalirkan air dari Bak Air Pendingin (BU-05) menuju Cooling Tower (CTU-01)
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>			
Bahan	<i>Comercial steel</i>			
Impeller	<i>Radial flow impellers</i>	<i>Mixed flow impellers</i>	<i>Mixed flow impellers</i>	<i>Axial flow impellers</i>
Kapasitas, gpm	0,00002044	9,281	9,281	520,574
Rate Volumetrik, ft ³ /jam	0,000000046	0,0207	0,0207	1,1598
Kecepatan Aliran, ft/s	0,0001155	1,992	1,992	3,3402
Dimensi Pipa				
IPS, in	0,13	1,25	1,25	8
Flow Area, in ²	0,06	1,5	1,5	50
OD, in	0,41	1,66	1,66	8,63
ID, in	0,27	1,38	1,38	7,98
Head Pump				
Efisiensi Motor	40%	40%	40%	56%
Power Pompa, Hp	0,0000000013	0,01	0,01	1,03
Power Motor, Hp	0,05	0,05	0,05	1,5

Tabel 5.29 ... (lanjutan)

Parameter	PU-14	PU-15	PU-16	PU-17
Fungsi	Mengalirkan air dari Cooling Tower (CTU-01) menuju Kebutuhan Air Pendingin	Mengalirkan NaCl dari Tangki NaCl(TU-03) menuju Mixed Bed (MB-01)	Mengalirkan NaOH dari Tangki NaOH(TU-04) menuju Mixed Bed (MB-01)	Mengalirkan air dari Mixed Bed (MB-01) menuju Tangki Air Demin (TU-05)
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>			
Bahan	<i>Comercial steel</i>			
<i>Impeller</i>	<i>Axial flow impellers</i>	<i>Radial Flow impellers</i>	<i>Radial Flow impellers</i>	<i>Mixed flow impellers</i>
Kapasitas, gpm	520,574	0,515	0,1604	29,47
Rate Volumetrik, ft ³ /jam	1,16	0,00115	0,0004	0,066
Kecepatan Aliran, ft/s	3,34	0,866	0,495	2,819
Dimensi Pipa				
IPS, in	8	0,38	0,25	2
<i>Flow Area</i> , in ²	50	0,19	0,1	3,35
OD, in	8,63	0,68	0,54	2,38
ID, in	7,98	0,49	0,36	2,07
Head Pompa				
Efisiensi Motor	56%	40%	40%	50%
Power Pompa, Hp	0,47	0,0004	0,00012	0,05
Power Motor, Hp	0,75	0,05	0,05	0,08

Tabel 5.29 ... (lanjutan)

Parameter	PU-18	PU-19	PU-20	PU-21	PU-22
Fungsi	Mengalirkan air dari Tangki Air Demin (TU-07) menuju Tangki Dearator (DE-01)	Mengalirkan air dari Tangki Dearator (DE-01) menuju Boiler	Mengalirkan N2H4 dari Tangki N2H4(TU-06) menuju Tangki Dearator (DE-01)	Mengalirkan air dari Tangki Air Service (TU-07) menuju Kebutuhan air service	Mengalirkan air dari Tangki Air Demin (TU-07) untuk air proses
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Bahan	<i>Comercial steel</i>				
<i>Impeller</i>	<i>Mixed flow impellers</i>	<i>Mixed flow impellers</i>	<i>Radial Flow impellers</i>	<i>Radial flow impellers</i>	<i>Mixed flow impellers</i>
Kapasitas, gpm	29,47	29,47	0,00177	1,808	29,47
<i>Rate</i> Volumetrik, ft ³ /jam	0,066	0,066	0,000004	0,004	0,066
Kecepatan Aliran, ft/s	2,819	2,819	0,009987	1,089	2,819
Dimensi Pipa					
IPS, in	2	2	0,13	0,75	2
<i>Flow Area</i> , in ²	3,35	3,35	0,06	0,53	3,35
OD, in	2,38	2,38	0,41	1,05	2,38
ID, in	2,07	2,07	0,27	0,82	2,067
Head Pompa					
Efisiensi Motor	50%	50%	40%	40%	48%
Power Pompa, Hp	0,1	0,11	0,000003	0,0021	0,1
Power Motor, Hp	0,17	0,17	0,05	0,05	0,125

BAB VI

EVALUASI EKONOMI

6.1 Evaluasi Ekonomi

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

- a) *Return On Investment* (ROI)
- b) *Pay Out Time* (POT)
- c) *Discounted Cash Flow* (DCF)
- d) *Break Even Point* (BEP)
- e) *Shut Down Point* (SDP)

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

1. Penentuan Modal Industri (*Total Capital Investment*), meliputi

a) Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)

Fixed capital investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya.

b) Modal Kerja (*Working Capital Investment*)

Working capital investment adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

2. Penentuan Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*), meliputi

a) Biaya Produksi Langsung (*Direct Manufacturing Cost*)

Pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b) Biaya Produksi Tak Langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)

Pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.

c) Biaya Tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)

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

3. Biaya Pengeluaran Umum (*General Cost*)

Pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi Perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

a) Pendapatan Modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap

- 1) Biaya tetap (*Fixed cost*)
- 2) Biaya variabel (*Variable cost*)
- 3) Biaya mengambang (*Regulated cost*)

4. Analisa Kelayakan Ekonomi

a) *Return On Investment* (ROI)

Return on investment merupakan perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasikan.

b) *Pay Out Time* (POT)

Pay out time adalah jumlah tahun yang telah berselang sebelum didapatkan sesuatu penerimaan melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.

c) *Discounted Cash Flow* (DCF)

Discounted cash flow merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun didasarkan pada jumlah investasi yang tidak kembali pada setiap tahun selama umur ekonomi. *Rated of return based on discounted cash flow* adalah laju bunga maksimal dimana suatu pabrik atau proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

d) *Break Even Point (BEP)*

Break event point adalah terjadinya titik impas dimana tingkat penjualan atau pendapatan yang diperoleh dan modal yang digunakan untuk menghasilkan laba berada dalam posisi yang sama.

e) *Shut Down Point (SDP)*

Shut down point adalah titik atau kondisi saat penentuan suatu aktivitas produksi harus berhenti. Penyebabnya antara lain *variable cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan profit). Hal tersebut diakibatkan karena biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal dari pada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*.

6.2 Penaksiran Harga Alat

Setiap tahunnya, harga peralatan akan mengalami perubahan sesuai dengan kondisi ekonomi yang ada. Oleh karena itu, untuk mengetahui harga pada peralatan dapat dilihat dari indeks harga. Indeks harga tersebut disebut dengan *Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI)*.

Tabel 6.1 *Chemical Engineering Cost Index (CEPCI)*

No	Tahun (Xi)	Indeks (Yi)
1	1991	361,3
2	1992	358,2
3	1993	359,2
4	1994	368,1
5	1995	381,1
6	1996	381,7
7	1997	386,5
8	1998	389,5

Tabel 6.1 ... (lanjutan)

No	Tahun (Xi)	Indeks (Yi)
9	1999	390,6
10	2000	394,1
11	2001	394,3
12	2002	395,6
13	2003	402
14	2004	444,2
15	2005	468,2
16	2006	499,6
17	2007	525,4
18	2008	575,4
19	2009	521,9
20	2010	550,8
21	2011	585,7
22	2012	584,6
23	2013	567,3
24	2014	576,1
25	2015	556,8

Penentuan harga alat dapat ditentukan berdasarkan tahun referensi dikalikan dengan rasio indeks harga (Aries & Newton, 1955).

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

Dimana:

Ex = Harga pembelian pada tahun 2030

Ey = Harga pembelian pada tahun referensi

Nx = Indeks harga pada tahun 2030

Ny = Indeks harga pada tahun referensi

Dari hasil data nilai CEPI kemudian dilakukan perhitungan dengan metode regresi linear untuk mengetahui nilai CEPI pada tahun referensi dan tahun

pembelian. Setelah itu diperoleh nilai CEPI pada tahun referensi 2014 adalah 576,1 dan pada tahun pembelian yaitu 2030 adalah 683,8.

6.3 Perhitungan Biaya

1. Dasar Perhitungan

- a) Kapasitas Pabrik = 25.000 Ton/Tahun
- b) Umur Pabrik = 10 Tahun
- c) Tahun Pendirian Pabrik = 2030
- d) Indeks Harga pada Tahun 2030 = 683,8
- e) Upah Buruh Asing = \$20/man hour
- f) Upah Buruh Indonesia = Rp20.000/man hour
- g) UMR Gresik = Rp6.000.000
- h) Kurs Dollar = \$1 = Rp15.018

2. Total Capital Investment

Total Capital Investment merupakan total biaya yang dikeluarkan untuk mendirikan pabrik. *Total Capital Investment* terdiri dari:

a) Fixed Capital Investment

Fixed Capital Investment merupakan total biaya yang dikeluarkan untuk mendirikan fasilitas pabrik.

Tabel 6.2 *Physical Plant Cost (PPC)*

No	Jenis	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment Cost</i>	Rp63.581.519.838	\$4.233.688
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	Rp15.895.379.959	\$1.058.421
3	<i>Installation Cost</i>	Rp10.585.535.539	\$704.844

Tabel 6.2 ... (lanjutan)

No	Jenis	Harga (Rp)	Harga (\$)
4	Pemipaan	Rp31.940.560.486	\$2.126.818
5	Instrumentasi	Rp15.932.949.703	\$1.060.923
6	Insulasi	Rp271.545.984	\$18.081
7	Listrik	Rp6.358.151.984	\$423.368
8	Bangunan	Rp27.600.000.000	\$1.837.794
9	<i>Land and Yard Improvement</i>	Rp.41.625.000.000	\$2.771.673
Total		Rp213.790.461.476	\$14.235.615

Tabel 6.3 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	Jenis	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Engineering and Construction</i>	Rp12.716.303.968	\$846.737
2	<i>Direct Plant Cost</i>	Rp76.297.823.805	\$5.080.425
Total		Rp89.014.127.773	\$5.927.162

Tabel 6.4 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	Jenis	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Plant Cost</i>	Rp76.297.823.805	\$5.080.425
2	<i>Contractor's Fee</i>	Rp3.814.891.190	\$254.021
3	<i>Contingency</i>	Rp19.074.455.951	\$1.270.106
Total		Rp99.187.170.947	\$6.604.552

b) *Working Capital Investment*

Working Capital Investment merupakan total biaya yang dikeluarkan untuk menjalankan operasi suatu pabrik dalam rentan waktu tertentu.

Tabel 6.5 *Working Capital Investment (WCI)*

No	Jenis	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp29.220.756.845	\$1.945.716
2	<i>Inprocess Inventory</i>	Rp17.059.192.744	\$1.135.916
3	<i>Product Inventory</i>	Rp73.110.826.044	\$4.868.213

Tabel 6.5 ... (lanjutan)

No	Jenis	Harga (Rp)	Harga (\$)
4	<i>Extended Credit</i>	Rp28.443.181.818	\$1.893.939
5	<i>Available Cash</i>	Rp73.110.826.044	\$4.868.213
Total		Rp220.944.783.494	\$14.711.997

3. *Manufacturing Cost*

Manufacturing Cost merupakan jumlah *direct*, *indirect*, dan *fixed manufacturing cost* yang terikat dalam pembuatan suatu produk.

a) *Direct Manufacturing Cost*

Direct Manufacturing Cost merupakan total biaya yang dikeluarkan untuk pembuatan suatu produk

Tabel 6.6 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No	Jenis	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	Rp688.774.982.776	\$45.863.296
2	<i>Labor</i>	Rp16.824.000.000	\$1.120.255
3	<i>Supervision</i>	Rp1.682.400.000	\$112.025
4	<i>Maintenance</i>	Rp5.951.230.257	\$396.273
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp892.684.539	\$59.440
6	<i>Royalty and Patents</i>	Rp9.386.250.000	\$625.000
7	<i>Utilities</i>	Rp11.239.571.816	\$748.406
Total		Rp734.751.119.387	\$48.924.698

b) *Indirect Manufacturing Cost*

Indirect Manufacturing Cost merupakan total biaya pengeluaran tidak langsung akibat dari pembuatan suatu produk.

Tabel 6.7 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	Jenis	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp2.523.600.000	\$168.038
2	<i>Laboratory</i>	Rp1.682.400.000	\$112.025
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp8.412.000.000	\$560.127
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp46.931.250.000	\$3.125.000
Total		Rp59.216.250.000	\$3.943.018

c) *Fixed Manufacturing Cost*

Fixed Manufacturing Cost merupakan total biaya tertentu yang dikeluarkan pada saat beroperasi ataupun tidak beroperasi. Pengeluaran memiliki sifat tetap dan tidak tergantung pada waktu maupun tingkat jumlah produksi.

Tabel 6.8 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	Jenis	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp7.934.973.676	\$528.364
2	<i>Property Taxes</i>	Rp991.871.709	\$66.045
3	<i>Insurance</i>	Rp991.871.709	\$66.045
Total		Rp9.918.717.095	\$660.455

Tabel 6.9 *Manufacturing Cost*

No	Jenis	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	DMC	Rp734.751.119.387	\$48.892.177
2	IMC	Rp59.549.250.000	\$3.945.192
3	FMC	Rp9.918.717.095	\$660.455
Total		Rp803.397.686.482	\$53.495.650

4. *General Expense*

General Expense merupakan pengeluaran secara umum yang berkaitan dengan fungsi perusahaan dan tidak termasuk *manufacturing cost*

Tabel 6.10 *General Expense*

No	Jenis	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Administration</i>	Rp24.126.572.594	\$1.606.510
2	<i>Sales Expense</i>	Rp40.210.954.324	\$2.677.517
3	<i>Research</i>	Rp28.147.668.027	\$1.874.262
4	<i>Finance</i>	Rp6.402.639.089	\$426.331
Total		Rp98.887.834.034	\$6.584.620

Tabel 6.11 *Production Cost*

No	Jenis	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Manufacturing Cost</i>	Rp804.219.086.482	\$53.495.650
2	<i>General Expense</i>	Rp98.887.834.034	\$6.578.108
Total		Rp903.106.920.516	\$60.073.759

6.4 Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan bertujuan untuk mengetahui layak atau tidaknya suatu pabrik didirikan. Evaluasi kelayakan tersebut terdiri dari:

1. *Return on Investment (ROI)*

Return on Investment (ROI) merupakan presentase penurunan atau kenaikan nilai investasi dalam jangka waktu tertentu

$$ROI = \frac{\textit{Profit}}{\textit{Fixed Capital Investment}} \times 100\%$$

Pada industri kimia, batasan minimum ROI pada industri *low risk* yaitu 11% dan *high risk* yaitu 44% (Aries & Newton, 1955). Melalui PP No. 30 Tahun 2020 Pasal 5 ayat (3), tariff PPh Badan untuk Perseroan Terbatas (PT) yaitu 20% berlaku mulai dari tahun 2022.

- a) Hasil Penjualan = Rp938.625.000.000
- b) Biaya Produksi = Rp903.106.920.516
- c) Keuntungan Sebelum Pajak = Hasil Penjualan – Biaya Produksi
= Rp35.518.079.484
- d) Pajak = 20% × Keuntungan Sebelum Pajak
= Rp7.103.615.896
- e) Keuntungan Setelah Pajak = Keuntungan Sebelum Pajak – Pajak
= Rp28.414.463.587
- f) ROI Sebelum Pajak = $\frac{\text{Keuntungan Sebelum Pajak}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100\%$
= 36%
- g) ROI Setelah Pajak = $\frac{\text{Keuntungan Setelah Pajak}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100\%$
= 29%

2. Pay Out Time (POT)

Pay Out Time (POT) merupakan jumlah tahun yang diperlukan untuk mengembalikan *Fixed Capital Investment* berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Pada industri kimia, batas maksimum POT sebelum pajak untuk *low risk* yaitu 5 tahun dan *high risk* yaitu 2 tahun.

1. POT Sebelum Pajak

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{\text{Profit Before Taxes}} \times 100\%$$

$$POT = 2,3 \text{ tahun}$$

2. POT Setelah Pajak

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{\text{Profit Before Taxes}} \times 100\%$$

$$POT = 2,7 \text{ tahun}$$

3. Break Even Point (BEP)

Break Even Point (BEP) merupakan suatu titik impas dimana jumlah seluruh pendapat sama dengan jumlah seluruh pengeluaran. Suatu pabrik akan mengalami kerugian jika dibawah standar BEP dan akan mendapat keuntungan jika beroperasi diatas standar BEP. Pada umumnya, BEP berkisar 40%-60% dari kapasitas.

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

Dimana,

Fa = *Fixed Cost*

Ra = *Regulated Cost*

Va = *Variable Cost*

Sa = *Sales Price*

Tabel 6.12 *Fixed Cost (Fa)*

No	Jenis	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Depresiasi	Rp7.934.973.676	\$528.364
2	<i>Property Taxes</i>	Rp991.871.709	\$66.064
3	Asuransi	Rp991.871.709	\$66.064
Total		Rp9.918.717.095	\$660.455

Tabel 6.13 *Regulated Cost (Ra)*

No	Jenis	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Gaji Karyawan	Rp16.824.000.000	\$1.120.256
2	<i>Payroll Overhead</i>	Rp2.523.600.000	\$168.038
3	<i>Supervision</i>	Rp1.682.400.000	\$112.000
4	<i>Plant Overhead</i>	Rp8.412.000.000	\$560.128
5	<i>Laboratory</i>	Rp1.682.400.000	\$112.026
6	<i>General Expense</i>	Rp98.887.834.034	\$6.584.621
7	<i>Maintenance</i>	Rp5.951.230.257	\$396.273
8	<i>Plant Supplies</i>	Rp892.684.539	\$59.441
Total		Rp136.856.148.830	\$9.112.808

Tabel 6.14 *Variable Cost (Va)*

No	Jenis	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	Rp688.774.982.776	\$45.863.296
2	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp46.931.250.000	\$3.125.000
3	<i>Utilities</i>	Rp11.239.571.816	\$748.407
4	<i>Royalty and Patent</i>	Rp9.386.250.000	\$625.000
Total		Rp756.332.054.592	\$50.361.703

Dengan data-data di atas dan *sales price* (*Sa*) sebesar Rp938.625.000.000, maka diperoleh presentasi nilai BEP sebesar 58%

4. *Shut Down Point* (SDP)

Shut Down Point (SDP) merupakan suatu keadaan dimana level produksi pada pabrik akan lebih mahal dari biaya untuk menutup pabrik tersebut dan membayar sejumlah *fixed cost*

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

$$SDP = 47\%$$

5. *Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR)*

Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR) merupakan metode yang digunakan untuk menentukan *present value* untuk *cash flow* di masa depan.

Metode ini mempertimbangkan nilai uang tiap tahun dan investasi yang tidak kembali. Persamaan yang digunakan dalam perhitungan DCFRR yaitu:

$$(FC + WC)(1 + i)^n = CF \times [(1 + i)^{n-2} + \dots + (1 + i) + 1] + SV + WCI$$

Dimana,

$$R = S$$

$$FC = \text{Fixed Capital}$$

$$WC = \text{Working Capital}$$

$$SV = \text{Salvage Value}$$

$$CF = \text{Annual Cash Flow}$$

$$I = \text{Discounted Cash Flow Rate}$$

$$n = \text{Umur Pabrik}$$

$$\text{Salvage Value} = 10\% \times FCI$$

$$= \text{Rp}7.934.973.676$$

$$\text{Cash Flow} = \text{Annual Profit} + \text{Depreciation} + \text{Finance}$$

$$= \text{Rp}39.840.370.488$$

Setelah dilakukan perhitungan *trial and error* menggunakan metode *goal seek Microsoft Excel*, maka:

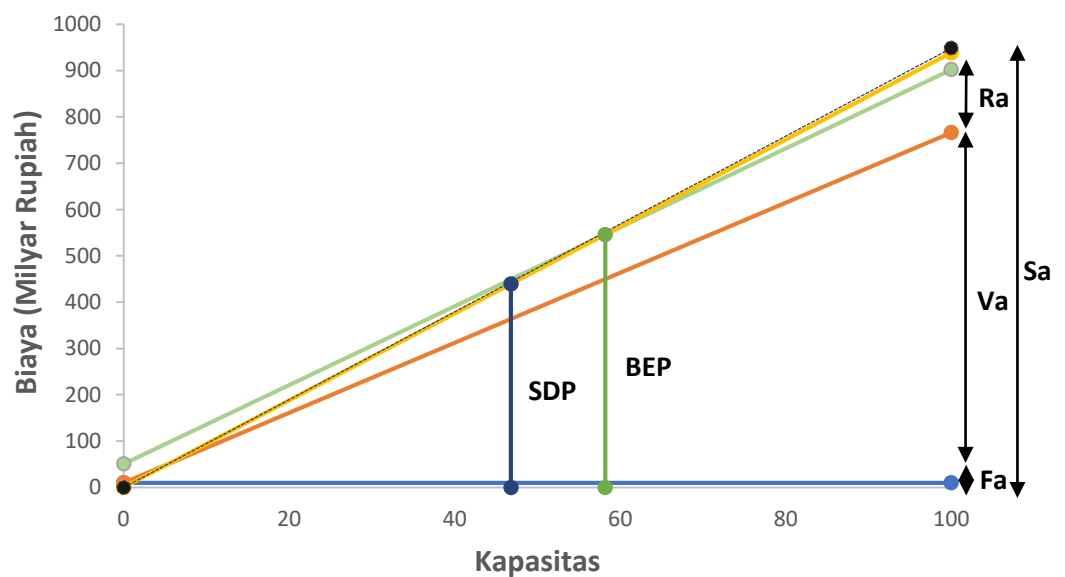
$$R = \text{Rp}1.121.224.124.796$$

$$S = \text{Rp}1.121.224.124.796$$

$$i = 0,133538671$$

$$\text{error} = 0$$

Sehingga diperoleh nilai DCFRR yaitu sebesar 13% dengan bunga Bank Indonesia pada Oktober 2023 sebesar 6% dan suku bunga pada tahun 2030 sebesar 9%



Gambar 6.1 Grafik BEP dan SDP

6.5 Analisa Resiko Pabrik

Dalam pendirian suatu pabrik perlu diperhatikan apakah pabrik beresiko tinggi (*high risk*) atau beresiko rendah (*low risk*). Resiko pabrik dapat dilihat dari berbagai parameter. Pada pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat beberapa parameter yang dapat dipertimbangkan antara lain:

- a. Kondisi operasi yang digunakan relatif rendah. Suhu tertinggi pada proses terdapat pada Evaporator (EVP-01) dengan suhu 110°C dan tekanan yang digunakan tekanan atmosferis 1 atm
- b. Bahan baku NaCl memiliki karakterisasi tidak mudah terbakar dan tidak termasuk dalam golongan yang berbahaya. Bahan baku H₃PO₄ memiliki karakteristik tidak mudah terbakar
- c. Produk Natrium Difosfat Heptahidrat memiliki karakterisasi tidak mudah terbakar dan tidak termasuk dalam golongan berbahaya dan hanya menimbulkan iritasi ringan

Dari pertimbangan tersebut, maka pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat memiliki resiko rendah (*low risk*).

BAB VII

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil laporan prarancangan pabrik kimia Natrium Difosfat Heptahidrat, sebagai berikut:

1. Pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat dari Natrium Klorida dan Asam Fosfat direncanakan didirikan di Indonesia dengan maksud dan tujuan untuk mengurangi ketergantungan impor luar negeri, menyediakan lapangan pekerjaan, dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi.
2. Pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat digolongkan pabrik yang berisiko rendah (*low risk*) yang ditinjau dari karakteristik bahan baku dan produk, serta ditinjau dari kondisi operasi yang memiliki tekanan dan suhu rendah.

Hasil analisis kelayakan ekonomi adalah sebagai berikut:

- a. *Return On Investment (ROI)*, nilai minimum ROI untuk pabrik dengan risiko rendah yaitu 11%.
 - ROI sebelum pajak = 36%
 - ROI setelah pajak = 29%
- b. *Pay Out Time*, nilai maksimal POT untuk pabrik dengan risiko rendah yaitu 5 tahun.
 - POT sebelum pajak = 2,3 tahun
 - POT setelah pajak = 2,7 tahun

- c. *Break Event Point* (BEP) = 58%, nilai BEP berikisar antara 40% - 60%
- d. *Shut Down Point* (SDP) = 47%, nilai SDP berada diatas 20%
- e. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFRR) = 13%, dengan bunga Bank Indonesia pada Oktober 2023 sebesar 6% dan suku bunga pada tahun 2030 sebesar 9%, nilai DCFRR harus diatas 1,5 kali dari suku bunga bank.

Dari hasil analisis ekonomi diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik Natrium Difosfat Heptahidrat dari natrium klorida dan asam fosfat layak untuk dikaji lebih lanjut.

7.2 Saran

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

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

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2022). *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*.
www.bps.go.id. Indonesia. Diakses pada tanggal 29 Desember 2022.
- Brown, G.G. (1978). *Unit Operation*. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Brownell, L.E., and Young, E.H. (1959). "Process Equipment Design", New York:
John Wiley & Sons, Inc.
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F. (1983). *Chemical Engineering 1st edition*.
Oxford: Pergason Press
- Dewi, S. (2018). "Pengaturan Perseroan Terbatas Terhadap Kasus-Kasus Di
Berbagai Negara Dalam Hal Tanggung Jawab Terbatas Atau Limited
Liability" *Ensklopedia Of Journal*, 1(1).
- Faith, W.L., et al. (1957). *Industrial Chemical*. London: John Wiley and Sons Inc.
- Geankoplis, C.J., and Richardson, J.F. (1989). *Design Transport Process and Unit
Operation*. Singapore: Pegamon Press.
- Kern, D.Q. (1950). *Process Heat Transfer*. New York: Mc Graw Hill International
Book Company Inc.
- Levenspiel, O. (1979). *Chemical Reaction Engineering Third Edition*. New York:
John Wiley & Sons Inc

- Minh, D.P., et al. (2015). "Production of Sodium Dihydrogen Phosphate Using Sodium Chloride and Orthophosphoric Acid" *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 54(50), p.12467-12473
- Perry, R.H. and Green, D.W. (2008). *Perry's Chemical Engineer's Handbook*, 8th ed. New York: Mc Graw Hill Book Co.
- Prawirosentono, S. (2007). *Filosofi Baru Tentang Mutu Terpadu*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Sofyan, A. (2004). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia
- Wallas, S.M. (1990). *Chemical Process Equipment*. Butterworth Heinemann. Wanshington.
- Yaws. (1999). "Chemical Properties Handbook :Physical, Thermodynamic, Enviromental, Transport Safety, and Health Related Properties For Organic and Inorganic Chemcials". New York: The McGraw Hill Companies Inc.

LAMPIRAN-1

PERANCANGAN REAKTOR

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Fungsi : Mereaksikan Natrium Klorida (NaCl) dan Asam Fosfat (H_3PO_4) menjadi Natrium Difosfat dan Asam Klorida (HCl)

Bahan : *Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304*

Kondisi Operasi : Suhu = 90°C
Tekanan = 1 atm
Waktu tinggal = 0,9 jam atau 54 menit

Perancangan Reaktor

1. Menghitung Neraca Massa

No	Rumus Molekul	Input (kg/jam)			Output (kg/jam)
		Arus 3	Arus 4	Arus 9	Arus 5
1	NaCl	5176,052		245,8624	258,8026
2	H_3PO_4		3072,053	580,3653	610,9109
3	Na_2HPO_4			3231,642	5967,944
4	HCl				3068,028
5	H_2O	52,2834	2543,273	408,4596	4081,229
Subtotal		3905,259	5615,326	4466,329	13986,914
Total		13986,9142			13986,9142

2. Menghitung Panas Reaktor

Komponen Energi	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
Q ₁	1203212,383	-
Q ₂	-	1782618,389
Q _{Reaksi}	-	7245520,74
Q _{pemanas}	7824926,7	-
Total	9028139,13	9028139,13

Panas reaksi:

$$\Delta H_f = \Delta H_f \text{ produk} - \Delta H_f \text{ reaktan}$$

Diketahui:

$$\begin{aligned} \Delta H_f \text{ produk} &= \Delta H_f \text{ Na}_2\text{HPO}_4 + (2 \times \Delta H_f \text{ NaCl}) \\ &= -122964856,9 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_f \text{ reaktan} &= \Delta H_f_{298} \text{ NaCl} + (2 \times \Delta H_f \text{ H}_3\text{PO}_4) \\ &= -88914022,82 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

$$\Delta H_f = \Delta H_f_{298} \text{ produk} - \Delta H_f_{298} \text{ reaktan}$$

$$\Delta H_f = 34050834,06 \text{ kJ/kg}$$

Reaksi bersifat endotermis (membutuhkan panas) sehingga digunakan media pemanas berupa *boiler* dengan suhu masuk dan suhu keluar sebesar 200°C.

<i>Enthalpy of Saturated Steam and Water (kJ/kg)</i>	
H _v 200°C	2793,2
H _l 200°C	852,45
λ	1940,75

(Geankoplis, 1979)

Maka kebutuhan pemanas,

$$m = \frac{Q_{\text{pemanas}}}{\lambda}$$

$$m = 2921,082 \text{ kg/jam}$$

3. Menghitung Volume Reaktor

Komponen	Densitas (kg/m ³)	Input				Densitas Campuran
		Fm (kmol/jam)	Fraksi mol	Fw (kg/jam)	Fraksi massa	
NaCl	1903.3465	70,0656	0,2359	4098,838	0,2930	557,7720
H ₂ O	965.6261	166,8897	0,5619	3004,016	0,2147	207,3907
H ₃ PO ₄	1885	37,2695	0,1254	3652,419	0,2611	492,2321
Na ₂ HPO ₄	1679	22,7580	0,0766	3231,642	0,2310	387,9287
HCl	227.0893	0	0	0	0	0
Total		296,9829	1	13986,914	1	1645,3236

$$F_v = 8,5010 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Waktu Tinggal} = 54 \text{ menit}$$

$$C_{a0} = 8,2420 \text{ kmol/m}^3$$

$$C_{b0} = 4,3841 \text{ kmol/m}^3$$

$$\text{Rasio Mol (M)} = 1,8799$$

$$\text{Konstanta Kecepatan Reaksi (k)} = 5 \text{ m}^3/\text{kmol. jam}$$

(Doan Pham Minh, dkk. 2015)

$$V = \frac{F_v \cdot X_A}{k \cdot C_{a0} \cdot (1 - X_A) \cdot (1 - \frac{1}{2} X_A)}$$

$$V = 7,466 \text{ m}^3$$

a. Volume Desain Reaktor

Digunakan *safety factor* 20% (Peter and Timmerhaus, 1991)

$$V \text{ reaktor} = 1,2 \times V_t$$

$$V \text{ reaktor} = 8,9586 \text{ m}^3$$

b. Diameter dan Tangki Reaktor

Rasio tinggi tangki dengan diameter tangka lebih kecil dari dua ($H_s/D_s < 2$)

sehingga dipilih $H/ID = 1,5$.

4. Tekanan Desain Reaktor

$$P \text{ operasi} = 1 \text{ atm} = 14,7 \text{ psi}$$

$$P \text{ hidrostatis} = 3541,3230 \text{ kg/m}^2 = 5,2590 \text{ psi}$$

$$P \text{ total} = 19,9590 \text{ psi}$$

5. Menentukan Tebal Shell

$$t_s = \frac{P \cdot r_i}{f \cdot E - 0,6P} + C$$

(Persamaan 13.1, Brownell, 1959)

$$\text{Allowable stress (f)} = 17000 \text{ psia}$$

Sambungan yang dipilih ialah *double welded butt joint*

$$\text{Efisiensi sambungan (E)} = 80\%$$

$$\text{Corrosion allowance (C)} = 0,125 \text{ in/10yr}$$

$$\text{Jari jari reactor (r}_i) = 42,3194 \text{ in}$$

$$\text{Tekanan (P)} = 19,9590$$

Maka diperoleh nilai $t_s = 0,1901 \text{ in}$

Sehingga t_s standar yang digunakan ialah 1/4 in atau 0,2500 in (Brownell, 1959)

6. Menghitung Tebal Head

Jenis head yang dipilih adalah *Torispherical Flanged and Dished Head*. Pada jenis head ini digunakan untuk tekanan operasi hingga 15 bar ataupun digunakan untuk tekanan operasi atmosferis, selain itu harganya pun cukup ekonomis.

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

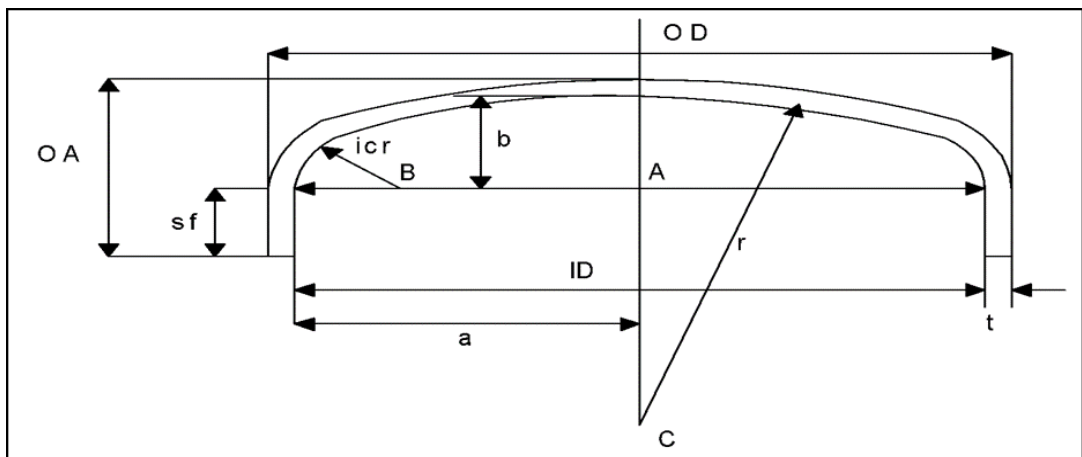
Maka diperoleh nilai $W = 2,25$

$$th = \frac{P.rc.W}{2.f.E-0,2P} + C$$

Maka diperoleh nilai $th = 0,1981$ in

Sehingga berdasarkan tabel 5.8 (Brownell, 1959) digunakan nilai th standar 1/4 in atau 0,25 in.

7. Menghitung Tinggi Reaktor



Berdasarkan tabel 5.8 (Brownell, 1959) diperoleh $sf = 2$ in

$$\begin{aligned}
ID &= OD - 2ts \\
&= 89,625 \text{ in} \\
a &= ID/2 \\
&= 44,8125 \text{ in} \\
AB &= 42,3125 \text{ in} \\
BC &= 87,5 \text{ in} \\
AC &= \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} \\
&= 75,1537 \text{ in} \\
b &= 14,8462 \text{ in} \\
OA \text{ (h head)} &= sf + b + th \\
&= 17,0962 \text{ in} \\
h \text{ reaktor} &= 2 h \text{ head} + h \text{ shell} \\
&= 163,0354 \text{ in} \\
&= 4,2456 \text{ m}
\end{aligned}$$

8. Spesifikasi Pengaduk

$$\text{Volume cairan} = 8,9567 \text{ m}^3$$

$$T \text{ cairan} = 90^\circ\text{C}$$

$$\mu = 34,3403 \text{ cP}$$

$$P = 19,9590 \text{ psi}$$

Dipilih pengaduk dengan tipe turbin karena:

- a. Hp turbin tidak dipengaruhi viskositas Reynold 500-1000
- b. Pencampuran sangat baik hingga skala mikro

$$Dt/Di = 3$$

$$\begin{aligned}
ZL/D_i &= 3,9 \\
Z_i/D_i &= 1,3 \\
w_b/D_i &= 17 \\
L/D_i &= 0,25 \\
D_t &= 88,6388 \text{ in} \\
\text{Jumlah } baffle &= 4
\end{aligned}$$

Maka diperoleh,

$$\begin{aligned}
\text{Diameter pengaduk (D}_i\text{)} &= D_t/3 \\
&= 29,5462 \text{ in} \\
&= 0,7504 \text{ m} \\
&= 2,4621 \text{ ft} \\
\text{Tinggi cairan dalam reactor (ZL)} &= D_i * 3,9 \\
&= 115,2304 \text{ in} \\
&= 2,9268 \text{ m} \\
&= 9,6025 \text{ ft} \\
\text{Jarak pengaduk dari dasar tangka (Z}_i\text{)} &= D_i * 1,3 \\
&= 38,4101 \text{ in} \\
&= 0,9756 \text{ m} \\
&= 3,2008 \text{ ft} \\
\text{Lebar } baffle \text{ (w}_b\text{)} &= D_i * 0,17 \\
&= 5,0228 \text{ in} \\
&= 0,1275 \text{ m} \\
&= 0,4185 \text{ ft}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Lebar pengaduk (L)} &= D_i \cdot 0,25 \\
&= 7,3865 \text{ in} \\
&= 0,1876 \text{ m} \\
&= 0,6155 \text{ ft}
\end{aligned}$$

9. Menghitung Jumlah *Impeller*

WELH (*Water Equivalent Liquid High*) = tinggi bahan \times sg

$$sg = \frac{\rho \text{ cairan}}{\rho \text{ air}}$$

$$\text{Maka diperoleh WELH} = 3,8353 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
\text{Jumlah Pengaduk} &= \text{WELH}/D \\
&= 1,7035 \\
&= 2 \text{ pengaduk}
\end{aligned}$$

10. Menghitung Putaran Pengaduk

$$N = \frac{600}{\pi D} \sqrt{\frac{\text{WELH}}{2D}}$$

Maka diperoleh $N = 124,06$ rpm atau 2,07 rps. Sehingga kecepatan pengaduk standar yang digunakan yaitu sebesar 155 rpm atau 2,5833 rps (Wallas). Jenis motor yang dipilih adalah *fixed speed belt* karena tipe tersebut mudah dalam pemasangan dan perbaikan.

11. Mengitung *Power* Pengaduk

$$Re = \frac{\rho \cdot N \cdot Di^2}{\mu}$$

Diperoleh nilai $Re = 600,5614$

Berdasarkan Fig. 477 (G.G.Brown, 1978) halaman 507 $Po = Np = 4$.

$$Pa = Np \cdot \rho \cdot Ni^3 Di^5$$

Diperoleh nilai $Pa = 13848,3204$ watt atau 18,57 hp

Berdasarkan Fig. 4.2 (Ulrich, 1984) efisiensi motor $\eta = 80\%$

Daya motor = Pa / η

$$= 23,21 \text{ hp}$$

Sehingga power standar NEMA yang digunakan adalah 25 hp (Rase dan Barrow, 1957).

Perancangan Jacket Pemanas

Suhu masuk reaktor (T_1) = $90^\circ\text{C} = 194^\circ\text{F}$

Suhu keluar reaktor (T_2) = $30^\circ\text{C} = 86^\circ\text{F}$

Suhu panas masuk (t_1) = $200^\circ\text{C} = 392^\circ\text{F}$

Suhu panas keluar (t_2) = $200^\circ\text{C} = 392^\circ\text{F}$

Fluida Panas ($^\circ\text{F}$)	Fluida Dingin ($^\circ\text{F}$)	ΔT ($^\circ\text{F}$)
392	194	198
392	86	306

1. Menghitung ΔT_{LMTD}

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

$$\Delta T_{LMTD} = 248,0944^{\circ}\text{F}$$

2. Menghitung Luas Transfer Panas

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

Berdasarkan Tabel 8 (Kern), untuk fluida dingin (viskositas > 2 Cp) dan *stream*, maka nilai UD = 100-500 Btu/ft².°F.jam. Diambil nilai UD sebesar 500 Btu/ft².°F.jam sehingga memperoleh nilai:

$$A = 109,4618 \text{ ft}^2$$

$$A = 10,1690 \text{ m}^2$$

3. Menghitung Luas Selubung Reaktor

$$A = OD \times H + \left(\frac{\pi}{4} \times OD^2\right)$$

$$A = 124,5835 \text{ ft}^2$$

$$A = 11,5741 \text{ m}^2$$

Luas transfer panas < luas selubung reaktor sehingga menggunakan jaket pemanas (Kern)

4. Menghitung Konduktivitas Termal

$$ts = \frac{pr}{(fE-0,6P)} + C$$

Komponen	Massa (kg/jam)	xi	k (W/(m.K))	k (Btu/ft.hr.°F)	k camp (Btu/ft.hr.°F)
NaCl	5791.50	0.3700	6.1357	3,5451	1,3119
H2O	4081,230	0.2917	0.6685	0,3862	0,1127
H3PO4	4729,633	0.3381469 65	12.4	7,1645	2,4226
Total	13986,91	1	19.2042	11,0960	3,8473

5. Menghitung Dimensi Jaket Pemanas

a. Ukuran Jaket Pemanas

Jarak antara dinding luar tangka dan dinding bagian dalam jaket yaitu 2 in.

$$ID = \text{Diameter dalam jaket} = OD \text{ tangki} + 2jw$$

$$ID = 94 \text{ in}$$

b. Tebal Dinding Jaket

$$ts = \frac{pr}{(fE-0,6P)} + C$$

$$ts = 0,1940 \text{ in}$$

Sehingga ts standar yang digunakan ialah 1/4 in atau 0,25 in

c. Tebal Bottom

$$OD = (2 \times r) + (2 \times \text{tebal shell})$$

$$OD = 94,5 \text{ in}$$

Sehingga OD standar yang digunakan ialah 96 in. Diperoleh:

$$icr = 5\frac{7}{8} \text{ in}$$

$$R = 96$$

$$Ts = 0,25$$

$$E = 80\%$$

$$C = 0,125$$

$$f = 17000$$

$$th = \frac{0,885p_i r}{2(fE-0,1p_i)} + C$$

$$th = 0,1866 \text{ in}$$

Maka th standar yang digunakan ialah 1/4 in atau 0,25 in. Dipilih sf = 2 in

$$ID = OD \text{ standar} - 2*ts$$

$$= 95,5 \text{ in}$$

$$a = 47,75 \text{ in}$$

$$AB = 41,875 \text{ in}$$

$$BC = 90,125 \text{ in}$$

$$AC = 79,81 \text{ in}$$

$$b = 16,19 \text{ in}$$

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

$$\text{Tinggi head total (OA)} = 18,44 \text{ in}$$

d. Luas Permukaan Transfer Panas Jaket

Luas permukaan tangka untuk tebal *head* < 1 in.

$$De = OD + \frac{OD}{42} + 2 \cdot sf + \frac{2}{3} icr \text{ (Persamaan 5.12 Brownell)}$$

$$De = 106,2023 \text{ in}$$

$$De = 8,8501 \text{ ft}$$

$$A = OD \times H + \left(\frac{\pi}{4} \times OD^2\right)$$

$$A = 28005,12 \text{ in}^2$$

$$A = 194,48077 \text{ ft}^2$$

6. Menentukan Koefisien Perpindahan Panas Antara Reaktor dan Jaket

Dari persamaan 20.10 (Kern)

$$\frac{hi \cdot Di}{k} = 0,36 \left(\frac{L^2 N \rho}{\mu} \right)^{2/3} \left(\frac{Cp \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14}$$

dengan $\mu = \mu_w$, sehingga $\frac{\mu}{\mu_w} = 1$

Diperoleh $hi = 190,0456 \text{ Btu/jam. ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$

7. Menentukan $hi0$

$$hi0 = hi \frac{ID}{OD}$$

(Persamaan 6.5, Kern)

$$hi0 = 173,6601 \text{ Btu/jam. ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

8. Menghitung $h0$

$$h0 = j_H \frac{k}{De} \left(\frac{Cp\mu}{k} \right)^{\frac{1}{3}} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{-0,14}$$

$$h0 = 13,6093 \text{ Btu/jam. ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

9. Menghitung Uc

$$Uc = \frac{hi0 \cdot h0}{hi0 + h0}$$

$$Uc = 12,6203 \text{ Btu/jam. ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

10. Menghitung Ud

Berdasarkan Tabel 12 Kern *fouling factor* (Rd) = 0,001 ft/hr. $^\circ\text{F}/\text{Btu}$ sehingga

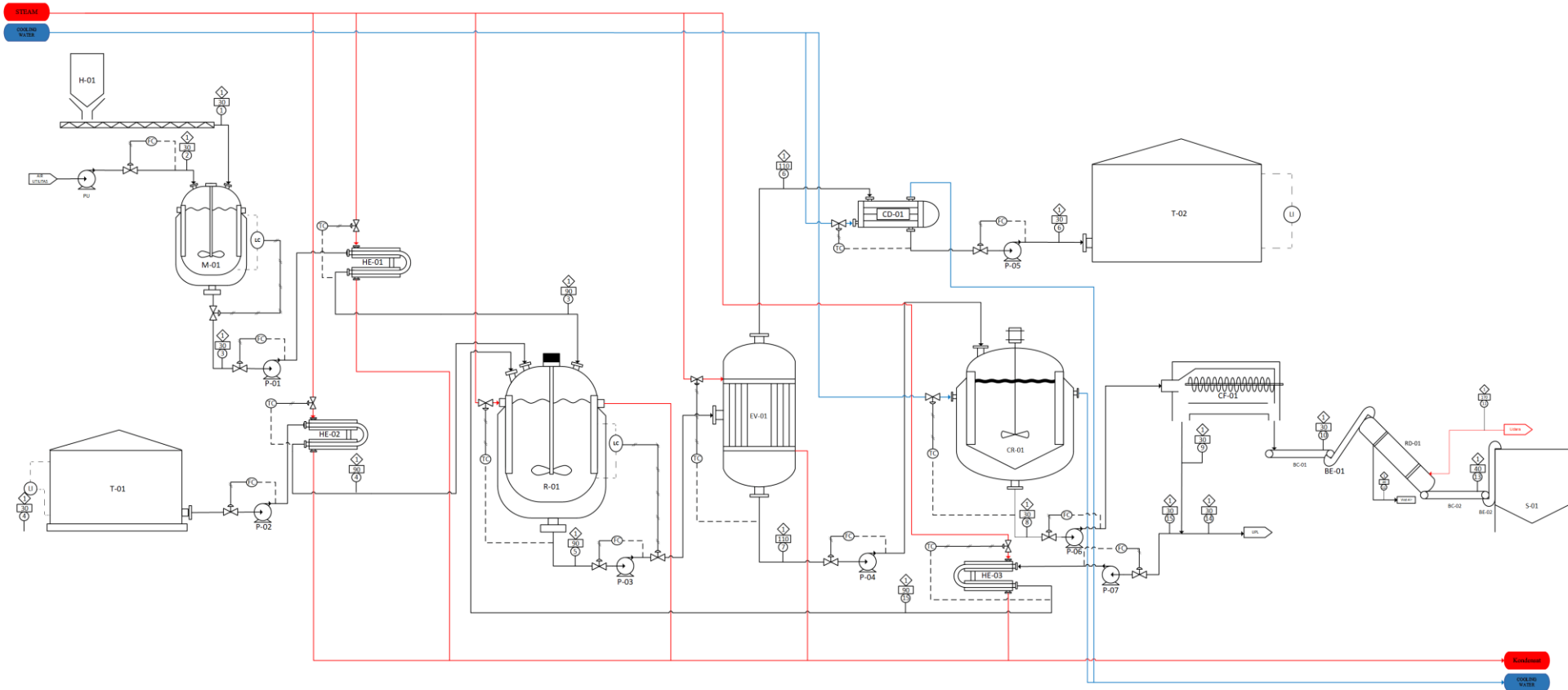
$$hD = 1/Rd$$

$$Ud = \frac{Uc \cdot hD}{Uc + hD}$$

$$Ud = 12,4630 \text{ Btu/jam. ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

PRA RANCANGAN PABRIK NATRIUM DIFOSFAT HEPTAHIDRAT DARI NATRIUM Klorida DAN ASAM FOSFAT DENGAN KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN



KOMPOSISI	Nomor Arus (kg/jam)														
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 6	Arus 7	Arus 8	Arus 9	Arus 10	Arus 11	Arus 12	Arus 13	Arus 14	Arus 15
NaCl	1.144,3338		3.852,9757		258,8026		258,8026	258,8026	258,8026					12,9401	245,8625
H ₂ O	11,5589	2.697,0830		2.548,5054	4.028,9463	3.021,7097	1.007,2366	433,1117	424,4494	8,6622		8,6449	0,0173	21,2225	403,2270
H ₃ PO ₄				3.072,0534	610,9109		610,9109	610,9109	610,9109					30,5455	580,3653
Na ₂ HPO ₄					5.967,9437		5.967,9437	3.401,7279	3.401,7279					170,0864	3.231,6415
HCl					3.068,0274	3.068,0274									
Na ₂ HPO ₄ ·7H ₂ O								3.140,3406		3.140,3406			3.140,3406		
Udara										3.149,0029	3.313,9861	3.313,9861			4.461,0963
TOTAL	1.155,8927	2.697,0830	3.852,9757	5.620,5588	13.934,6308	6.089,0274	7.844,8937	7.844,8937	4.695,8909	3.149,0029	3.313,9861	3.322,6311	3.140,3580	234,7945	4.461,0963

Keterangan Instrumen	
FC	Flow Control
LC	Level Control
LI	Level Indicator
TC	Temperature Control

Keterangan Instrumen Simbol	
	Tekanan (atm)
	Temperature (°C)
	Nomor Arus
	Control Valve
	Sinyal Pneumatic
	Sinyal Elektrik
	Pipung

Keterangan Alat	
M	Mixer
EV	Evaporator
CD	Condensor
RD	Rotary Dryer
BC	Belt Conveyor
SC	Screw Conveyor
R	Reaktor
BE	Belt Elevator
T	Tangki
P	Pompa
HE	Heat Exchanger
H	Hopper
CR	Crystalizer
CF	Centrifuge
S	Silo



JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2023

PRA RANCANGAN PABRIK NATRIUM DIFOSFAT HEPTAHIDRAT DARI NATRIUM Klorida DAN ASAM FOSFAT DENGAN KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

DISUSUN OLEH :

Meuthia Albiyani Maulidia (19521206)
 Nadia Putri Irmawati (19521207)

DOSEN PEMBIMBING :

Dr. Suharno Rusli, Ph.D.
 Venitalia Aetha Sari Agustina, S.T., M.Eng.

LAMPIRAN-3

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN


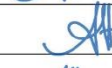






1. Nama Mahasiswa : Meuthia Albiyani Maulidia
No. MHS : 19521206
2. Nama Mahasiswa : Nadia Putri Irmawati
No. MHS : 19521207

Judul Prarancangan :

**PRARANCANGAN PABRIK KIMIA NATRIUM DIFOSFAT
HEPTAHIDRAT DARINATRIUM KLORIDA DAN ASAM FOSFAT
DENGAN KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN**

Mulai Masa Bimbingan : 9 April 2023

Batas Akhir Bimbingan : 6 Oktober 2023

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	06/02/2023	Membahas tentang judul TA	
2.	20/03/2023	Konsultasi tentang kapasitas pabrik	
3.	27/03/2023	Konsultasi tentang kapasitas, proses, spesifikasi, dan diagram pabrik	
4.	24/05/2023	Konsultasi tentang neraca massa mixer dan reaktor	
5.	14/06/2023	Konsultasi tentang neraca massa tiap alat	
6.	14/07/2023	Konsultasi tentang purging dan data-data di buku yaws	
7.	13/09/2023	Merevisi neraca massa dan konsultasi tentang purging	
8.	10/10/2023	Konsultasi dan revisi naskah	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 9 Oktober 2023

Pembimbing,



Venitalitya Althea Sari Augustia, S.T., M.Eng.

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN


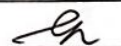



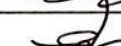

1. Nama Mahasiswa : Meuthia Albiyani Maulidia
No. MHS : 19521206
2. Nama Mahasiswa : Nadia Putri Irmawati
No. MHS : 19521207

Judul Prarancangan *) :

PRARANCANGAN PABRIK KIMIA NATRIUM DIFOSFAT HEPTAHIDRAT
DARI NATRIUM KLORIDA DAN ASAM FOSFAT

Mulai Masa Bimbingan : 9 April 2023

Batas Akhir Bimbingan : 6 Oktober 2023

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	14/02/2023	Konsultasi tentang kapasitas pabrik	
2.	28/08/2023	Membahas tentang diagram alir kualitatif	
3.	12/09/2023	Konsultasi neraca massa dan suhu tiap alat	
4.	27/09/2023	Konsultasi tentang PEPD	
5.	29/09/2023	Konsultasi spesifikasi alat-alat kecil	
6.	3/10/2023	Konsultasi tentang utilitas	
7.	4/10/2023	Konsultasi tentang evaluasi ekonomi	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 10 Oktober 2023

Pembimbing,



Dr. Suharno Rusdi