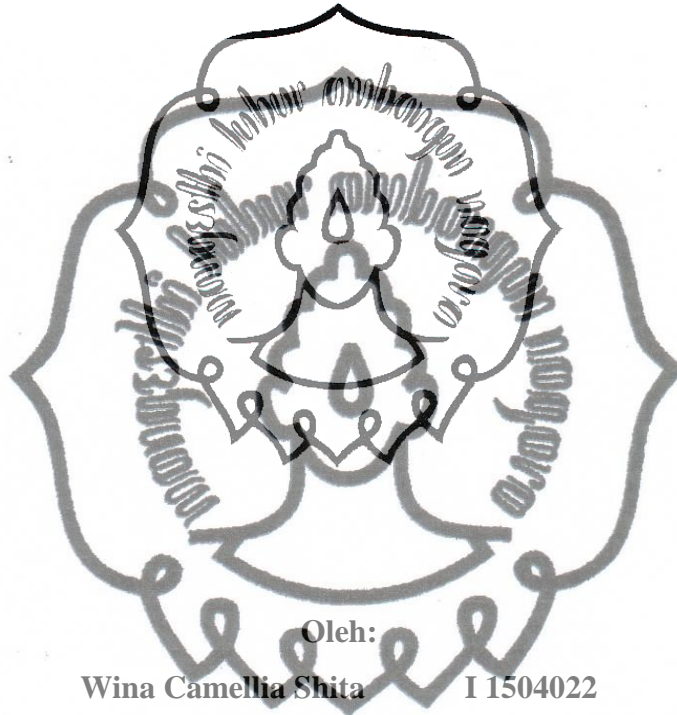


LAPORAN TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK TRISODIUM PHOSPHATE
DENGAN PROSES NETRALISASI ASAM PHOSPHAT
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN



Dosen Pembimbing:
Enny Kriswiyanti Artati S.T, M.T

PROGRAM STUDI S-1 NON REGULER TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2012

commit to user

Halaman Pengesahan

TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK TRISODIM PHOSPHATE DENGAN
PROSES NETRALISASI ASAM PHOSPHAT
KAPASITAS 50.000 TON / TAHUN

Oleh :

WINA CAMELLIA S

NIM. I 1504022

Dosen pembimbing

Eony Kriswiyanti Artati S.T., M.T.

NIP. 19721126 20000 3 2001

Dipertahankan di depan Tim Penguji :

1. Ir. Paryanto, M.S.
NIP. 19580425 198601 1 001
2. Dwi Ardiana S, S.T., M.T.
NIP. 19730131 199802 2 001

1.
2.

Disahkan

Kemahasiswaan Studi S1 Non Regular
Teknik Kimia



Eony Kriswiyanti Artati S.T., M.T.

NIP. 19721126 20000 3 2001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir dengan judul Prarancangan Pabrik Trisodium Phosphate Dengan Proses Netralisasi Asam Phosphat Kapasitas 50.000 Ton/Tahun dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas Akhir merupakan salah satu tugas yang harus ditempuh sebagai persyaratan menyelesaikan Program Studi S1 Non Reguler Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Sunu Herwi Pranolo selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia FT UNS
2. Ibu Enny Kriswiyanti Artati S.T, M.T selaku dosen pembimbing Tugas Akhir
3. Bapak, Ibu, dan teman-temanku tercinta yang selalu memberi semangat untuk selalu terus maju, selalu berkarya, pantang menyerah, dan selalu berdoa.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih kurang sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak sangat kami harapkan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penyusun maupun bagi pembaca.

Surakarta, Maret 2012

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Tabel	viii
Daftar Gambar	xi
Intisari	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2. Kapasitas Rancangan	2
1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik	6
1.4. Tinjauan Pustaka	7
1.4.1 Macam-Macam Proses	7
1.4.2 Kegunaan Produk	9
1.4.3 Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk	9
1.4.4 Tinjauan Proses	16
BAB II DESKRIPSI PROSES	17
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	17
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku	17
2.1.2 Spesifikasi Produk	18
2.2. Konsep Proses	19
2.2.1 Dasar Reaksi	19
2.2.2 Kondisi Operasi	19

2.2.3	Mekanisme Reaksi	19
2.2.4	Tinjauan Kinetika.....	20
2.2.5	Tinjauan Termodinamika.....	23
2.3.	Diagram Alir Proses dan Langkah Proses	25
2.3.1	Diagram Alir Kualitatif.....	25
2.3.2	Diagram Alir Kuantitatif.....	25
2.3.3	Diagram Alir Proses.....	25
2.3.2	Langkah Proses	25
2.4.	Diagram Neraca Massa dan Panas	32
2.4.1	Neraca Massa	32
2.4.2	Neraca Panas	39
2.5.	Tata Letak Pabrik dan Peralatan Proses.....	45
2.5.1	Tata Letak Pabrik.....	45
2.5.2	Tata Letak Peralatan Proses.....	49
BAB III	SPESIFIKASI ALAT PROSES.....	53
BAB IV	UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM.....	69
4.1.	Unit Pendukung Proses	69
4.1.1	Unit Pengadaan Air.....	70
4.1.2	Unit Pengadaan <i>Steam</i>	80
4.1.3	Unit Penyediaan Udara Tekan	83
4.1.4	Unit Pengadaan Listrik	83
4.1.5	Unit Pengadaan Bahan Bakar	89
4.2.	Laboratorium.....	90
4.2.1	Laboratorium Fisik.....	92
4.2.2	Laboratorium Analitik	92

4.2.3	Laboratorium Penelitian dan Pengembangan	92
4.2.4	Prosedur Analisa Bahan Baku dan Produk	93
4.2.5	Analisa Air	94
4.3	Unit Pengolahan Limbah	95
BAB V	MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	98
5.1	Bentuk Perusahaan.....	98
5.2	Struktur Organisasi	99
5.3.	Tugas dan Wewenang	104
5.4.	Pembagian Jam Kerja Karyawan	111
5.5	Status Karyawan dan Sistem Upah	113
5.6	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji	114
5.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	118
5.8	Kesehatan dan Keselamatan Kerja.....	121
5.9	Manajemen Produksi	122
BAB VI	ANALISA EKONOMI.....	126
6.1	Penafsiran Harga Peralatan	126
6.2.	Dasar Perhitungan.....	129
6.3.	Penentuan Total Capital Investment	130
6.4.	Hasil Perhitungan.....	131
6.5	Analisa Kelayakan	142
6.6	Pembahasan.....	144
6.7	Kesimpulan	144
Daftar Pustaka.....		xiii
Lampiran		

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Perkembangan Impor Trisodium phosphate di Indonesia.....	3
Tabel 1.2. Perkembangan Impor Trisodium phosphate di Indonesia.....	5
Tabel 2.1 Neraca Massa di Mixer 01	33
Tabel 2.2 Neraca Massa di Mixer 02	33
Tabel 2.3 Neraca Massa di Reaktor 01	34
Tabel 2.4 Neraca Massa di Filter	34
Tabel 2.5 Neraca Massa di Reaktor 02	35
Tabel 2.6 Neraca Massa di Evaporator	35
Tabel 2.7 Neraca Massa di Kristaliser	36
Tabel 2.8 Neraca Massa di <i>Centrifuge</i>	36
Tabel 2.9 Neraca Massa di <i>Rotary dryer</i>	37
Tabel 2.10 Neraca Massa di <i>Screen</i>	37
Tabel 2.11 Neraca Massa di Tangki 03	37
Tabel 2.12 Neraca Massa Total (arus masuk)	38
Tabel 2.13 Neraca Massa Total (arus keluar)	38
Tabel 2.14 Neraca Panas di Mixer 01	39
Tabel 2.15 Neraca Panas di Heat Exchanger 01	39
Tabel 2.16 Neraca Panas di Mixer 02	40
Tabel 2.17 Neraca Panas di Heat Exchanger 02	40
Tabel 2.18 Neraca Panas di Heat Exchanger 03	40
Tabel 2.19 Neraca Panas di Reaktor 01	41
Tabel 2.20 Neraca Panas di Filter	41
Tabel 2.21 Neraca Panas di Heat Exchanger 04	42

Tabel 2.22 Neraca Panas di Reaktor 02.....	42
Tabel 2.23 Neraca Panas di Evaporator	42
Tabel 2.24 Neraca Panas di Kristaliser	43
Tabel 2.25 Neraca Panas di Centrifuge.....	43
Tabel 2.26 Neraca Panas di Rotary Dryer	43
Tabel 2.27 Neraca Panas Total	44
Tabel 3.1 Daftar Pompa	64
Tabel 4.1 Kebutuhan air proses.....	73
Tabel 4.2 Kebutuhan air pendingin.....	74
Tabel 4.3 Kebutuhan Air untuk Steam.....	75
Tabel 4.4 Jumlah Total Kebutuhan Air.....	80
Tabel 4.5 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses dan Utilitas	85
Tabel 4.6 Jumlah Lumen Berdasarkan luas bangunan.....	87
Tabel 4.7 Total Kebutuhan Listrik Pabrik.....	88
Tabel 5.1 Jadwal kerja masing-masing regu.....	113
Tabel 5.2 Perincian Jumlah Karyawan Proses	115
Tabel 5.3 Perincian Jumlah Karyawan Utilitas.....	116
Tabel 5.4 Perincian Jumlah Karyawan Total	117
Tabel 5.5 Perincian Jumlah Gaji Karyawan.....	120
Tabel 6.1 Indeks Harga Alat	127
Tabel 6.2 Harga Pembelian Alat	131
Tabel 6.3 Fixed Capital Invesment	132
Tabel 6.4 Working Capital Investment	133
Tabel 6.5 Direct Manufacturing Cost	134
Tabel 6.6 Indirect Manufacturing Cost.....	134

Tabel 6.7	Fixed Manufacturing Cost	135
Tabel 6.8	Manufacturing Cost	135
Tabel 6.9	General Expense	136
Tabel 6.10	Analisis Kelayakan	142



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Grafik Jumlah Impor Trisodium phosphate vs Tahun	4
Gambar 2.1	Diagram Alir Kualitatif.....	26
Gambar 2.2	Diagram Alir Kuantitatif.....	27
Gambar 2.3	Diagram Alir Proses.....	28
Gambar 2.4	Tata Letak Pabrik.....	48
Gambar 2.5	Tata Letak Peralatan Proses	52
Gambar 4.1.	Diagram Alir Pengolahan Air Sungai.....	71
Gambar 4.2.	Bagan Unit Pengolahan Limbah padat	96
Gambar 4.3.	Skema Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)	97
Gambar 5.1.	Struktur Organisasi Perusahaan	103
Gambar 6.1.	<i>Chemical Engineering Cost Index</i>	128
Gambar 6.2.	Grafik Analisa Kelayakan.....	143

INTISARI

Wina Camellia Shita, 2012, Prarancangan Pabrik *Trisodium Phosphate* dengan Proses Netralisasi Asam Phosphat Kapasitas 50.000 ton/tahun, Program Studi S1 Non Reguler Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Trisodium Phosphate adalah senyawa kimia dengan rumus kimia Na_3HPO_4 . Pada "keadaan atmosfer" *Trisodium Phosphate* berwarna putih, tidak mudah terbakar, dan tidak beracun. Ia digunakan sebagai bahan utama pembuatan detergen, pasta gigi, sabun, dan produk pembersih rumah tangga lainnya, selain itu *Trisodium Phosphate* digunakan sebagai bahan pembantu yang digunakan di proses pengolahan air untuk proses seperti *utility*, PDAM. Prarancangan pabrik *Trisodium Phosphate* dengan proses Netralisasi Asam Phosphat ini menggunakan bahan baku Asam Phosphat yang diperoleh dari PT Petrokimia Gresik, Natrium Karbonat yang diperoleh Negara Cina Sinchuan Pengshan Xingda Chemical Co, Ltd, Natrium Hidroksida yang diperoleh dari PT Soda Waru Indonesia. Produk utama yang dihasilkan adalah *Trisodium Phosphate* dengan kemurnian 98% berat. Pabrik *Trisodium Phosphate* ini direncanakan akan didirikan pada tahun 2016 dan beroperasi pada tahun 2016 di kawasan industri Gresik, Jawa Timur dengan kapasitas 50.000 ton/tahun dengan bahan baku Asam Phosphat 17113,86309 ton/tahun, Natrium Karbonat 14419,02708 ton/tahun, Natrium Hidroksida 5155,181483 ton/tahun.

Trisodium Phosphat dibuat dari *Disodium Phosphate* yang direaksikan dengan Natrium Hidroksida, *Disodium Phosphate* dibuat dari Asam Phosphat yang direaksikan dengan Natrium. Reaksi ini berlangsung pada fasa cair-cair pada suhu 90°C dan tekanan 1. Reaksi ini bersifat *irreversibel* dan *eksotermis* serta dijalankan di dalam reaktor alir tangki berpengaduk.

Unit pendukung proses sangat diperlukan untuk mendukung kelancaran berlangsungnya proses tersebut. Unit pendukung proses dalam prarancangan pabrik *Trisodium Phosphate* ini terdiri dari unit penyediaan air, unit penyediaan *steam*, unit penyediaan tenaga listrik, unit penyediaan udara tekan, unit penyediaan bahan bakar, dan unit pengolahan limbah. Selain itu juga tersedia laboratorium yang fungsinya antara lain untuk menganalisis kualitas bahan baku, produk, air dan limbah buangan agar sesuai dengan spesifikasi yang dikehendaki. Laboratorium juga berfungsi melakukan riset untuk pengembangan pabrik.

Bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT), dengan struktur organisasi *line and staff*. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja yang terdiri dari karyawan *shift* dan *non-shift*. Jumlah karyawan keseluruhan adalah 170 orang. Karyawan *shift* berjumlah 120 orang sedangkan karyawan *non-shift* berjumlah 50 orang.

Dari hasil analisis ekonomi diperoleh, ROI (*Return on Investment*) sebelum dan sesudah pajak sebesar 24,93 % dan 21,193 %, POT (*Pay Out Time*) sebelum dan sesudah pajak selama 2,86 dan 3,2 tahun, BEP (*Break Event Point*) 43,33 %, dan SDP 13,8 %. Sedangkan DCF (*Discounted Cash Flow*) sebesar 22,58 %. Jadi dari segi ekonomi pabrik tersebut layak untuk didirikan dengan resiko pabrik rendah.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Pembangunan industri sebagai bagian dari usaha ekonomi jangka panjang diarahkan untuk menciptakan struktur ekonomi yang lebih baik dan seimbang, yaitu struktur ekonomi yang dititikberatkan pada industri maju dengan didukung pertanian yang tangguh. Indonesia dewasa ini tengah memasuki era globalisasi dalam segala bidang yang menuntut tangguhannya sektor industri dan bidang-bidang yang saling menunjang. Hal ini tentunya memacu kita untuk lebih meningkatkan dalam melakukan terobosan-terobosan baru sehingga produk yang dihasilkan mempunyai daya saing, efektif, dan efisien. Produk yang dihasilkanpun harus tetap ramah terhadap lingkungan.

Salah satu produk yang dibutuhkan saat ini adalah *Trisodium phosphate* ($\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$). *Trisodium phosphate* merupakan bahan yang sangat penting dalam dunia industri dan rumah tangga. Dalam industri, *Trisodium phosphate* digunakan sebagai *antiseptic cleaner* yang sangat baik dalam industri pengolahan pangan. Dalam rumah tangga, *Trisodium phosphate* digunakan sebagai pembersih barang pecah belah dan campuran pembersih tangan dan wajah. Selain digunakan sebagai pembersih, *Trisodium phosphate* juga baik digunakan untuk mengendapkan magnesium, besi dan kalsium pada pengolahan air pada utilitas. Dalam *boiler water treatment*, *Trisodium phosphate* dapat digunakan untuk mencegah pembentukan kerak.

commit to user

PENDAHULUAN
Wina Camellia S





Selain itu dalam dunia perdagangan, *Trisodium phosphate* banyak dimanfaatkan untuk industri pembuatan detergen sebagai bahan baku utama. Kebutuhan detergen di Indonesia tiap tahun mengalami peningkatan. Hal ini dikarenakan kenaikan jumlah penduduk tiap tahunnya. Dengan meningkatnya jumlah penduduk, maka kebutuhan detergen akan meningkat pula. Demikian halnya dengan meningkatnya tingkat kesadaran penduduk dalam menjaga kebersihan, salah satunya dalam mencuci menggunakan detergen.

Pemenuhan kebutuhan *Trisodium phosphate* di Indonesia, saat ini masih diimpor dari luar negeri. Untuk mengurangi ketergantungan pada *Trisodium phosphate* impor, maka cukup tepat untuk mendirikan pabrik *Trisodium phosphate* di Indonesia. Disamping itu asam fosfat sebagai bahan baku dapat diperoleh di Indonesia sendiri. Maka berdasarkan pertimbangan tersebut, pabrik *Trisodium phosphate* dapat didirikan di Indonesia sehingga kebutuhan dalam negeri dapat terpenuhi, menghemat devisa negara dan membuka lapangan kerja sehingga mengurangi tingkat pengangguran.

1.2 Kapasitas Perancangan

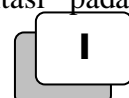
Dalam penentuan kapasitas perancangan pabrik *Trisodium phosphate* diperlukan beberapa pertimbangan yaitu kebutuhan produk dan ketersediaan bahan baku.

1.1.1 Prediksi Kebutuhan *Trisodium phosphate* di Indonesia

Kebutuhan *Trisodium phosphate* dalam negeri masih dicukupi melalui impor. Perancangan pabrik *Trisodium phosphate* ini berorientasi pada

commut to user

PENDAHULUAN
Wina Camellia S





pemenuhan kebutuhan *Trisodium phosphate* dalam negeri sehingga dapat mengurangi nilai impor.

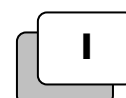
Data perkembangan impor *Trisodium phosphate* di Indonesia disajikan dalam tabel 1.1.

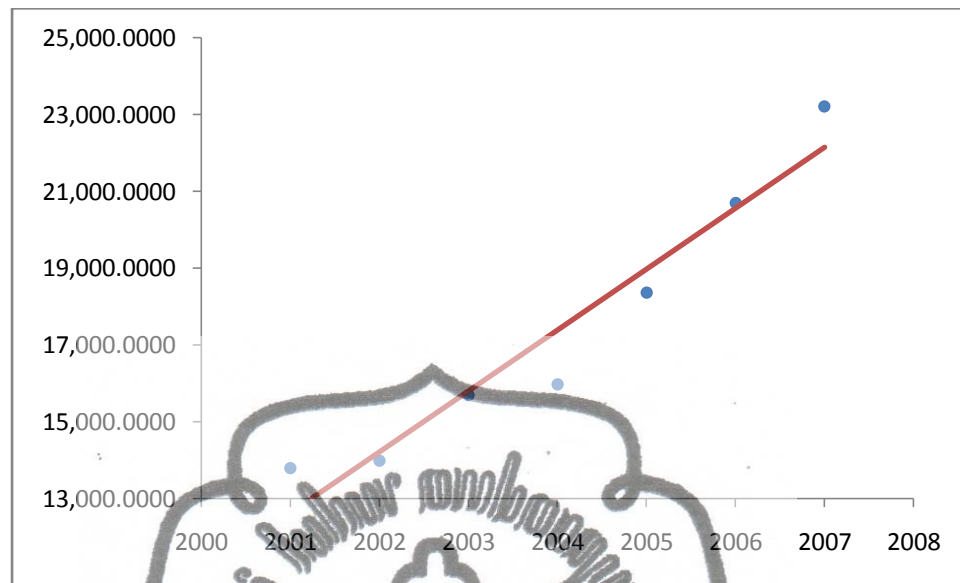
Tabel 1.1. Perkembangan Impor *Trisodium phosphate* di Indonesia

Tahun	Tahun ke-	Jumlah (ton)
1999	1	13.789,8960
2000	2	13.986,5832
2001	3	15.698,2365
2002	4	15.969,3256
2003	5	18.356,7521
2004	6	20.698,3120
2005	7	23.215,5691
2006	8	13.789,8960
2007	9	13.986,5832
2008	10	15.698,2365

(BPS, 2009)

Data impor *Trisodium phosphate* di Indonesia disajikan dalam Grafik 1.1.





Gambar 1.1 Grafik Jumlah Impor *Trisodium phosphate* vs Tahun

Berdasarkan gambar 1.1 dapat diketahui bahwa permintaan *Trisodium phosphate* terus meningkat. Peningkatan tersebut menjadi pertimbangan dalam pendirian pabrik *trisodium phosphate*.

Bila direncanakan pabrik akan didirikan pada tahun 2017, maka dapat diprediksi dengan menggunakan persamaan diatas, kebutuhan impor *Trisodium phosphate* Indonesia pada tahun tersebut 38.000 ton.

1.1.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan *Trisodium phosphate* adalah asam fosfat, natrium karbonat, dan natrium hidroksida. Asam fosfat diperoleh dari PT Petrokimia Gresik dengan kapasitas 171.450 ton/tahun. Pabrik yang memproduksi natrium hidroksida adalah PT Soda Waru Indonesia, Pasuruan dengan kapasitas 67.500 ton/tahun, sedangkan kebutuhan natrium karbonat





diperoleh dari impor Negara Cina Sinchuan Pengshan Xingda Chemical Co, Ltd.

1.1.3 Kapasitas Pabrik yang Sudah Berdiri

Faith and Keyes dalam "*Industrial Chemical*" menyebutkan bahwa kapasitas yang disyaratkan secara ekonomi menguntungkan untuk *Trisodium phosphate* adalah 35.000 - 80.000 ton/tahun.

Data pabrik *Trisodium phosphate* di luar negeri beserta kapasitasnya disajikan dalam tabel 1.2.

Tabel 1.2 Tabel Pabrik *Trisodium phosphate* di Luar Negeri Beserta Kapasitasnya

Negara	Perusahaan	Kapasitas (ton/tahun)
Cina	Sinchuan Chuanxi Xingda Chemical Co, Ltd.	80.000
Cina	Sinchuan Pengshan Pioneer Chemical Co, Ltd.	70.000
Cina	Thernphos Xuzhou Chemical Co, Ltd.	65.000
Cina	Shifang City Changjiang Chemical Co, Ltd.	50.000
Cina	Ningbo Bayee Chemical Co, Ltd.	35.000
Jerman	Dow Buna Sow Leuna	45.000

(Sumber : Mc. Ketta, JJ, and Wiliam, A. Cunningham)

Berdasarkan pertimbangan diatas, serta dengan prediksi kebutuhan *Trisodium phosphate* pada tahun 2016 dan untuk memenuhi kebutuhan *Trisodium phosphat* dalam negeri, maka untuk perancangan tahap pertama diharapkan dapat memenuhi kebutuhan domestik sebesar 36.800 ton / tahun, kapasitas yang disyaratkan secara ekonomi menguntungkan untuk *Trisodium phosphate* adalah 35.000 - 80.000 ton/tahun, maka direncanakan kapasitas 50.000 ton/ tahun.

commit to user

PENDAHULUAN
Wina Camellia S





1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik sangat penting dalam menentukan kelangsungan hidup suatu pabrik. Pada dasarnya ada 2 faktor yang menentukan dalam pemilihan lokasi pabrik yaitu:

1. Faktor Primer

- Letak pabrik terhadap bahan baku dan daerah pemasaran.
- Tersedianya tenaga kerja
- Tersedianya utilitas (sumber air dan tenaga listrik)

2. Faktor Sekunder

- Harga tanah dan gedung
- Kemungkinan perluasan pabrik
- Iklim
- Komunikasi

Dalam perancangan ini lokasi yang dipilih adalah di daerah Gresik, Jawa Timur, dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Persediaan bahan baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan suatu pabrik, sehingga pengadaan bahan baku sangat diperhatikan. Lokasi di Gresik sangat tepat karena dekat dengan PT Petrokimia Gresik yang menghasilkan asam fosfat dengan kapasitas 171.450 ton/tahun dan PT Soda Waru yang menghasilkan natrium hidroksida dengan kapasitas 67.500 ton/tahun sebagai bahan baku pembuatan *trisodium phosphate*.





2. Pemasaran produk

Lokasi pabrik di Gresik sangat strategis untuk pemasaran *Trisodium phosphate* karena dekat dengan pelabuhan sehingga jalur distribusi pemasaran dan pengiriman akan lebih mudah.

3. Penyediaan air

Air diperoleh dari sungai Gresik dimana dilakukan proses pengolahan awal terlebih dahulu.

4. Tersedianya tenaga kerja

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

5. Faktor-faktor lain

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

1.4 Tinjauan Pustaka

1.4.1 Macam-macam Proses

Macam pembuatan *Trisodium phosphate* ada 2 macam yaitu

- Pembuatan *Trisodium phosphate* dengan proses netralisasi asam phosphat.





Pada proses ini kondisi operasi pada kisaran 1 atm dan suhu 90 °C di kedua reaktor yang dijalankan. *Trisodium phosphate* bisa dibentuk dari hasil keluaran kristaliser mencapai suhu 56,5 °C

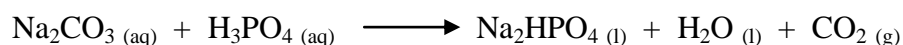
- Pembuatan *Trisodium phosphate* dengan penambahan katalis basa di reaktor 2

Pada proses ini memerlukan penambahan beberapa katalis di reaktor 2 untuk pembentukan *trisodium phosphate*. Proses selanjutnya sama dengan Pembuatan *Trisodium phosphate* dengan proses netralisasi asam phosphat.

Dengan mengetahui 2 macam proses tersebut ditetapkan pembuatan *Trisodium phosphate* dengan proses netralisasi asam phosphate, karena proses ini lebih hemat tanpa penggunaan bahan tambahan katalis di reaktor 2 sehingga dapat menekan biaya bahan baku.

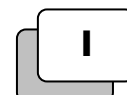
Pembuatan *Trisodium phosphate* dengan proses netralisasi asam pada dasarnya adalah proses dengan netralisasi asam phosphat direaktor 1 dan 2 yang dilanjutkan pengkristalan dan pengeringan. Karena atom hidrogen ketiga dari asam phosphat tidak mampu disubstitusi oleh atom natrium dari soda abu, reaksi pembentukan *Trisodium phosphate* dijalankan dengan langkah reaksi sebagai berikut:

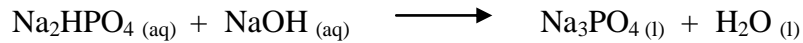
1. Pembentukan disodium phosphat dari asam phosphat dan natrium karbonat.



2. Pembentukan *Trisodium phosphate* dengan pemberian natrium hidroksida pada larutan disodium phosphat.

commit to user





(Faith Keyes, 1959)

1.4.2 Kegunaan produk

Trisodium phosphate dapat digunakan untuk:

1. Bahan baku pembuatan detergen.
2. *Antiseptic cleaner* yang baik dalam industri pengolahan pangan.
3. Pengolahan air.

(Faith Keyes, 1959)

1.4.3 Sifat-sifat fisis dan kimia

1.4.3.1 Bahan Baku

1. Na_2CO_3

Nama : natrium karbonat, soda abu, kalsium soda

Rumus molekul: Na_2CO_3

Berat molekul : 106 kg/kmol

Sifat fisis : - berwujud padat

- berwarna putih

- higroskopis

- larut dalam air tetapi tidak larut dalam alkohol

- tidak mudah terbakar

- titik leleh = 851°C

- Cp pada tekanan konstan = $26,41 \text{ kJ/}^\circ\text{Cmol}$

commit to user

PENDAHULUAN
Wina Camellia S





- panas pelarutan Na_2CO_3 , $\Delta H_s = 5,57$ kkal/mol
- panas pembentukan Na_2CO_3 , $\Delta H_f = -276,62$ kkal/mol

(Perry. RH, 1999)

Sifat kimia :

1. Semua karbonat akan cepat bereaksi dengan asam kuat membentuk garam karbonat.



2. Reaksi antara natrium karbonat dan kalsium hidroksida akan menghasilkan kalsium karbonat dan natrium hidroksida.

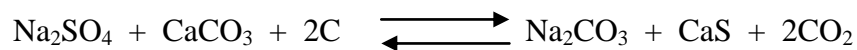


3. Proses pembentukan natrium karbonat dapat melalui tiga tahapan:

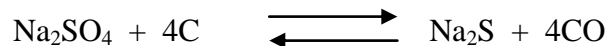
- a. Konversi natrium klorida menjadi natrium sulfat dengan pemanasan.



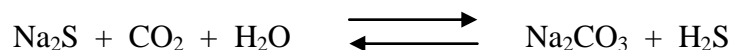
- b. Reaksi antara natrium sulfat dan kalsium karbonat dilakukan pada temperatur tinggi menghasilkan natrium karbonat.



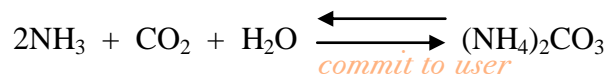
- c. Reduksi natrium sulfat menjadi natrium sulfida.



Natrium sulfat dicampur dengan karbon dioksida dan steam.



4. Reaksi pembentukan dari amonia.

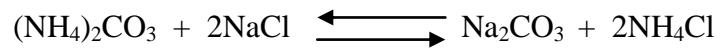


commit to user





Ammonium karbonat yang dihasilkan pada reaksi 1 direaksikan dengan natrium klorida menghasilkan natrium karbonat.



(Perry. RH, 1999)

2. H_3PO_4

Nama : *ortho phosphoric acid*

Rumus molekul : H_3PO_4

Berat molekul : 98 kg/kmol

Sifat fisis : - wujud cair

- tidak berwarna, transparan

- larut dalam alkohol dan air

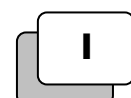
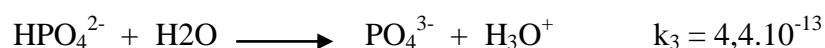
- titik didih = 213°C

- titik leleh = $42,35^\circ\text{C}$

(Perry. RH, 1999)

Sifat kimia :

- Merupakan asam tribasa, pelepasan ion hidrogen yang pertama adalah ionisasi yang paling hemat. Ionisasi kedua adalah sedang dan yang ketiga sudah lemah. Hal ini bisa dilihat dari ketetapan penguraian ionisasi:





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

- b. Pada saat pemanasan, disodium phosphat akan membentuk sodium pyrophosphat:



- c. Pada saat pemanasan, sodium dihidrogen phosphat akan membentuk sodium metaphosphat.



- d. Pembentukan sodium phosphat dengan penambahan natrium hidroksida.



- e. Phosphorus pentasulfida dihidrolisa akan menghasilkan asam phosphat.



(Perry. RH, 1999)

3. NaOH

Nama : natrium hidroksida, soda api

Rumus molekul : NaOH

Berat molekul : 40 kg/kmol

Sifat fisis : - berwujud padat

- berwarna putih

- titik leleh = 318,4°C

- titik didih = 1390°C

commit to user

PENDAHULUAN
Wina Camellia S





- larut dalam air

- larut dalam alkohol, eter, dan gliserin

(Perry. RH, 1999)

Sifat kimia :

- a. Pemanasan pada temperatur 1000°C dengan pencampuran karbon akan membentuk metallic sodium:



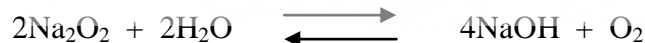
- b. Natrium hidroksida jika mengalami ionisasi akan terjadi:



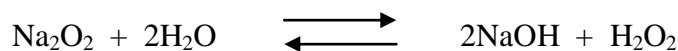
- c. Pada pembentukannya, jika natrium ditambah air akan menghasilkan natrium hidroksida dan hidrogen.



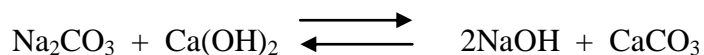
- d. Natrium hidroksida juga dapat dihasilkan dari reaksi antara sodium peroksida dengan air pada temperatur tinggi:



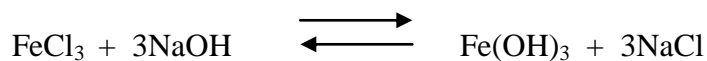
Pada temperatur rendah akan terbentuk hidrogen peroksida:



- e. Reaksi antara natrium karbonat dengan kalsium hidroksida akan menghasilkan natrium hidroksida dan kalsium karbonat:



- f. Natrium hidroksida mempunyai karakteristik alkali kuat, reaksi dengan alkali besi akan menghasilkan hidroksida besi dan natrium klorida:



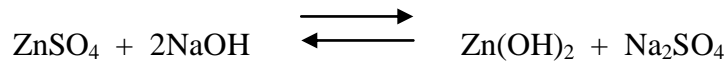
commit to user

PENDAHULUAN
Wina Camellia S





Jika bereaksi dengan Zn akan terbentuk:



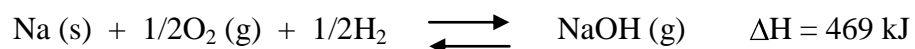
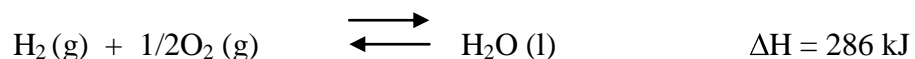
- g. Reaksi natrium hidroksida dengan beberapa elemen bebas, baik metal maupun non metal seperti:



- h. Kalor reaksi pada elektrolisis garam bisa didapatkan dari kalor pembentukan komponen menyeluruh:



Reaksi dipecah menjadi reaksi pembentukan:



(Perry. RH, 1999)

1.4.3.2 Produk

$\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

Nama : trisodium phosphate

Rumus molekul : $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

Berat molekul : 380,16 kg/kmol





- Sifat fisis : - tidak berwarna
- bentuk kristal trigonal
 - larut dalam air dan tidak larut dalam karbon disulfida
 - titik leleh = 73,4°C (pada P = 1 atm)
 - pH = 12 (larutan 1%)

(Faith Keyes, 1959)

Sifat kimia :

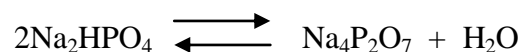
- a. Pemanasan dengan temperatur di atas 100°C, maka hidrat akan kehilangan 11 molekul air sehingga akan dihasilkan *Trisodium phosphate* monohidrat:



- b. *Trisodium phosphate* dihasilkan dari reaksi antara natrium hidroksida dengan disodium hidrogen fosfat:



- c. Disodium hidrogen fosfat pada saat pemanasan akan kehilangan air membentuk sodium pyrophosphat:



- d. Sodium dihidrogen fosfat pada saat pemanasan akan membentuk sodium metaphosphat:



(Perry. RH, 1999)





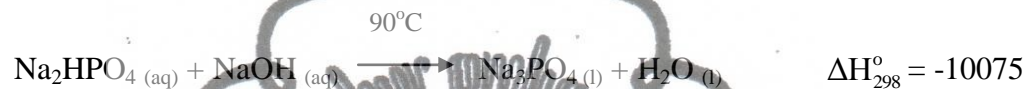
1.4.4 Tinjauan proses

Reaksi pembuatan *Trisodium phosphate* dijalankan dengan dua tingkatan:

1. Pembuatan disodium phosphat



2. Pembentukan *trisodium phosphate*



Proses selanjutnya adalah pengkristalan dan pengeringan. Kristalisasi dilakukan dengan pendinginan larutan sampai temperatur 56.5°C untuk mendapatkan *trisodium phosphate*, lalu dikeringkan.

(Perry, RH, 1999)





BAB II

DESKRIPSI PROSES

2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

2.1.1 Spesifikasi bahan baku

1. Natrium karbonat

Wujud : padat dan higroskopis

Warna : putih

Titik lebur : 851°C

Kemurnian : 95% (minimal)

Kandungan air : 4,78% (maksimal)

Impuritas : 0,22% (maksimal)

SiO_2 = 0,2%

Na_2SO_4 = 0,02%

(Shanghai Sunivo Supply Management Co., LTD)

2. Asam phosphat

Wujud : cairan

Warna : tidak berwarna

Density (30°C) : 1,65 – 1,72

Kemurnian : 74% (minimal)

Kandungan air : 25,98% (maksimal)

Impuritas : 0,02% (maksimal)

Fe_2O_3 = 0,005 %

Al_2O_3 = 0,005%



(PT. Petrokimia Gresik)

3. Natrium hidroksida

Wujud : cair

Kemurnian : 50% (minimal)

Kandungan air : 49,95% (maksimal)

Impuritas : 0,05%



(PT. Soda Waru Pasuruan, Jawa Timur)

2.1.2 Spesifikasi produk

Trisodium phosphate ($\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$)

Bentuk : kristal

Kemurnian : 98% (minimal)

Impuritas : 2% (maksimal) terdiri dari



(Shanghai Sunivo Supply Management Co., LTD)

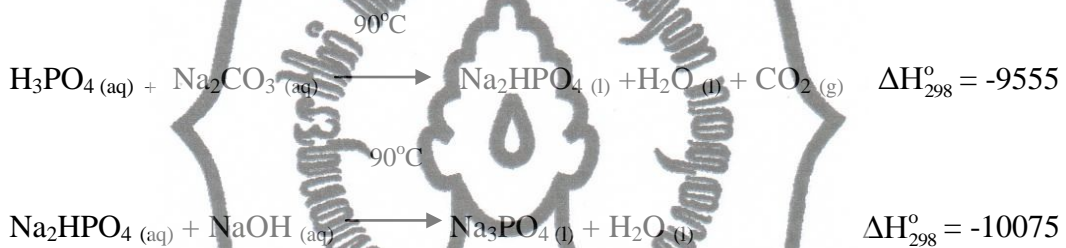
commit to user



2.2 Konsep Proses

2.2.1 Dasar reaksi

Proses ini menggunakan bahan baku natrium karbonat, asam fosfat, dan natrium hidroksida. Reaksi berlangsung pada temperatur 90°C. Bahan baku natrium karbonat dalam wujud padat, sedangkan reaksi berlangsung pada fase cair-cair sehingga natrium karbonat dilarutkan terlebih dulu dalam mixing tank sampai dihasilkan larutan Na₂CO₃ 30%. Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



2.2.2 Kondisi Operasi

Kondisi operasi dipilih pada temperatur 90°C karena pada temperatur ini diperoleh konversi total Asam fosfat 95,6%. Reaksi ini berlangsung pada tekanan 1 atm. Untuk menjaga kesempurnaan reaksi, maka natrium karbonat diberi sedikit berlebih dari perbandingan mol teoritis (H₃PO₄ : Na₂CO₃ = 1 : 1,05).

(www.uspatent.com)

2.2.3 Mekanisme Reaksi

Reaksi pembuatan *Trisodium phosphate* dengan proses netralisasi asam fosfat mengikuti tahap-tahap reaksi sebagai berikut:

1. Pembentukan larutan *Disodium phosphate* dengan mereaksikan asam fosfat dengan natrium karbonat



2. Pembentukan larutan *Trisodium phosphate* dengan menambahkan soda api pada larutan *Disodium phosphate*.
3. Pengkristalan produk TSP dari suhu 130 hingga 56,5 °C

2.2.4 Tinjauan kinetika

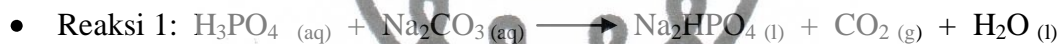
Secara umum derajat kelangsungan reaksi ditentukan oleh:

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

Hal ini dapat dilihat dari persamaan laju reaksi sebagai berikut:



Secara kinetika, persamaan reaksi diatas dapat ditulis sebagai berikut :



Harga Konstanta kecepatan reaksi dapat dihitung dari data waktu tinggal sebesar 45 menit temperatur 90 °C

(www.uspatent.com)

- Dengan sifat reaksi :
- homogen
 - irreversibel
 - eksotermis
 - orde dua
 - konversi Asam Phosphat = 95,6 %

Reaksi berlangsung dalam reaktor alir tangki berpengaduk dengan kondisi operasi :

- Temperatur = 90 °C
- Tekanan = 1 atm

commit to user

(Faith Keyes, 1975)



Reaksi 1 adalah reaksi elementer, mekanisme reaksi yang terjadi dianggap adalah tumbukan antara satu molekul A dan satu molekul B, dan jumlah tumbukan antara A dan B proporsional dengan kecepatan reaksi, jadi persamaan k berkurangnya A (H_3PO_4)

(Faith Keyes, 1975)

$$\begin{aligned}-r_A &= k C_a C_b \\ &= k (Ca_0(1-x)) (Cb_0 - Ca_0 x) \\ &= k (Ca_0 - Ca_0 x) (Cb_0 - Ca_0 x) \\ &= k (Ca_0 Cb_0 - Ca_0^2 x - Ca_0 Cb_0 x + Ca_0^2 x^2)\end{aligned}$$

Perbandingan jumlah mol H_3PO_4 dan Na_2CO_3 sebesar 1:1,05, maka

$$\frac{Ca_0}{Cb_0} = \frac{1}{1,05}$$

Konversi H_3PO_4 sebesar 95,6%

$$V = \frac{Fa_0 * x_a}{-r_A}$$

$$V = \frac{Ca_0 * v_0 * x_a}{k (Ca_0 Cb_0 - Ca_0^2 x - Ca_0 Cb_0 x + Ca_0^2 x^2)}$$

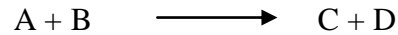
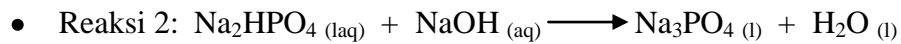
$$th_0 * v_0 = \frac{Ca_0 * v_0 * x_a}{k (Ca_0 Cb_0 - Ca_0^2 x - Ca_0 Cb_0 x + Ca_0^2 x^2)}$$

$$th_0 * v_0 = \frac{0,624 * x_a * v_0}{k (Ca_0 1,05 Ca_0 - Ca_0^2 x - Ca_0 1,05 Ca_0 x + Ca_0^2 x^2)}$$

$$th_0 * v_0 = \frac{0,64 * x_a * v_0}{k (0,64^2 * 1,05 - 0,64^2 * 0,956 + 0,64^2 * 0,956^2 - 0,64^2 * 0,956 * 1,05)}$$

$$k = 8,025 L / kmol \cdot menit$$

commit to user



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

$$k = 0,007263 + 0,687164 \frac{A}{B} 10^{T/(124,16048 - 1,653554)} \text{ L/gmol.Jam}$$

(Chemical Engineering Research Volume A-2)

Dengan sifat reaksi : - homogen
- irreversibel
- eksotermis
- orde dua
- konversi $\text{Na}_2\text{HPO}_4 = 99,4 \%$

Reaksi berlangsung dalam reaktor alir tangki berpengaduk dengan kondisi operasi :

- Temperatur = 90°C
- Tekanan = 1 atm

(Faith Keyes, 1975)

dimana:

A = konsentrasi Na_2HPO_4

B = konsentrasi NaOH

T = temperatur (K)

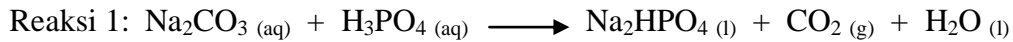
Dari persamaan harga konstanta kecepatan reaksi diketahui bahwa pembentukan *Trisodium phosphate* dipengaruhi oleh temperatur. Semakin tinggi temperatur, harga k makin besar dan meningkatkan tumbukan antar molekul.

commit to user



2.2.5 Tinjauan Termodinamika

Reaksi dapat berjalan eksotermis atau endotermis dapat ditentukan dengan meninjau panas pembentukan standar (ΔH_f) pada 298°C.



$$\Delta H_{298}^\circ = H \text{ produk} - H \text{ reaktan}$$

$$= (-423610 - 94050 - 68315) - (-276620 - 299800)$$

$$= -9555 \text{ kcal/kmol}$$



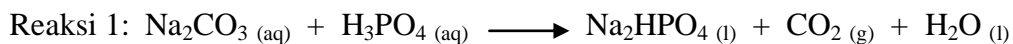
$$\Delta H_{298}^\circ = H \text{ produk} - H \text{ reaktan}$$

$$= (-477500 - 68315) - (-423610 - 112130)$$

$$= -10075 \text{ kcal/kmol}$$

Dari perhitungan didapatkan enthalpi pembentukan standar bernilai negatif, maka reaksi pembentukan *Trisodium phosphate* bersifat eksotermis.

Reaksi bersifat dapat balik (reversible) atau searah (irreversible) dapat ditentukan dengan meninjau konstanta kesetimbangan.



$$\Delta G_{298}^\circ = \Delta G^\circ \text{ produk} - \Delta G^\circ \text{ reaktan}$$

$$= (-385.530 - 94.260 - 56.687) - (-251.360 - 265.700)$$

$$= -19417 \text{ kal/mol}$$

$$\Delta G_{298}^\circ = -RT \ln K_{298}$$

$$-19417 = -1,987 \times 298 \times \ln K_{298}$$

$$\ln K_{298} = 32,79200711$$

commit to user



$$K_{298} = 1,74336 \times 10^{14}$$

Reaksi dijalankan pada temperatur 90°C sehingga harga K pada 90°C dapat dihitung:

$$\ln \left(\frac{K_{363}}{K_{298}} \right) = \left(\frac{\Delta H_{f298}}{R} \right) \left(\frac{1}{363} - \frac{1}{298} \right)$$

$$\ln \frac{K_{363}}{1,74336 \times 10^{14}} = \left(\frac{-9555}{1,987} \right) \left(\frac{1}{363} - \frac{1}{298} \right) \leftarrow 0,00060088$$

$$\ln K_{363} = 35,68151105$$

$$K_{363} = 3,13533 \times 10^{15}$$

Dari perhitungan didapat nilai $K \gg 1$, maka reaksi pembentukan *Disodium phosphate* bersifat irreversible.



$$\begin{aligned} \Delta G_{298}^{\circ} &= \Delta G^{\circ} \text{ produk} - \Delta G^{\circ} \text{ reaktan} \\ &= (-431.300 - 56.687) - (-385.530 - 100.190) \\ &= -2267 \text{ kal/mol} \end{aligned}$$

$$\Delta G_{298}^{\circ} = -RT \ln K_{298}$$

$$-2.267 = -1,987 \times 298 \times \ln K_{298}$$

$$\ln K_{298} = 3,82857703$$

$$K_{298} = 45,99703905$$

Reaksi dijalankan pada temperatur 90°C sehingga harga K pada 90°C dapat dihitung:

$$\ln \left(\frac{K_{363}}{K_{298}} \right) = \left(\frac{\Delta H_{f298}}{R} \right) \left(\frac{1}{363} - \frac{1}{298} \right)$$



$$\ln \frac{K_{363}}{45,99703905} = \left(\frac{-10075}{1,987} \right) \leftarrow 0,00060088$$

$$\ln K_{363} = 6,87533289$$

$$K_{363} = 9,68 \times 10^2$$

Dari perhitungan didapat nilai $K \gg 1$, maka reaksi pembentukan *Trisodium phosphate* bersifat irreversible.

2.3. Diagram Alir Proses dan Langkah Proses

2.3.1 Diagram Alir Kualitatif

Diagram alir kualitatif dapat dilihat pada gambar 2.1

2.3.2 Diagram Alir Kuantitatif

Diagram alir kuantitatif dapat dilihat pada gambar 2.2

2.3.3 Diagram Alir Proses

Diagram alir proses dapat dilihat pada gambar 2.3

2.3.4 Langkah Proses

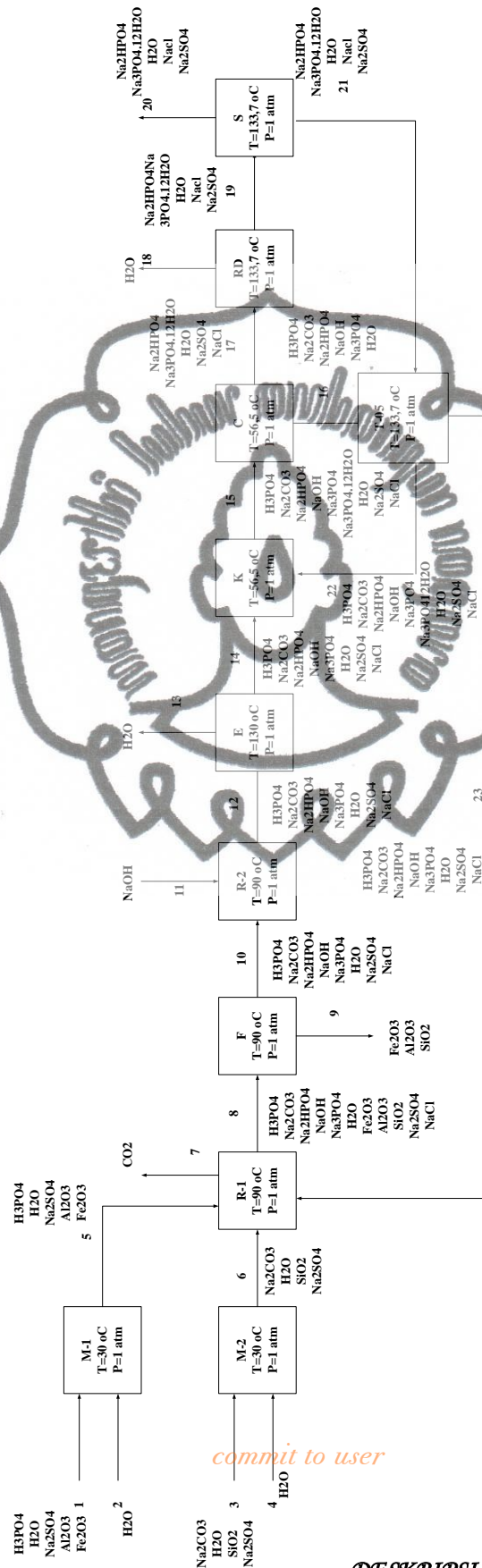
Proses pembuatan *Trisodium phosphate* secara garis besar dibagi menjadi 6 tahap proses yaitu:

1. Persiapan bahan baku
2. Pembentukan larutan DSP
3. Pembentukan larutan TSP
4. Pengkristalan produk TSP
5. Pengeringan TSP
6. Pengambilan hasil

commit to user



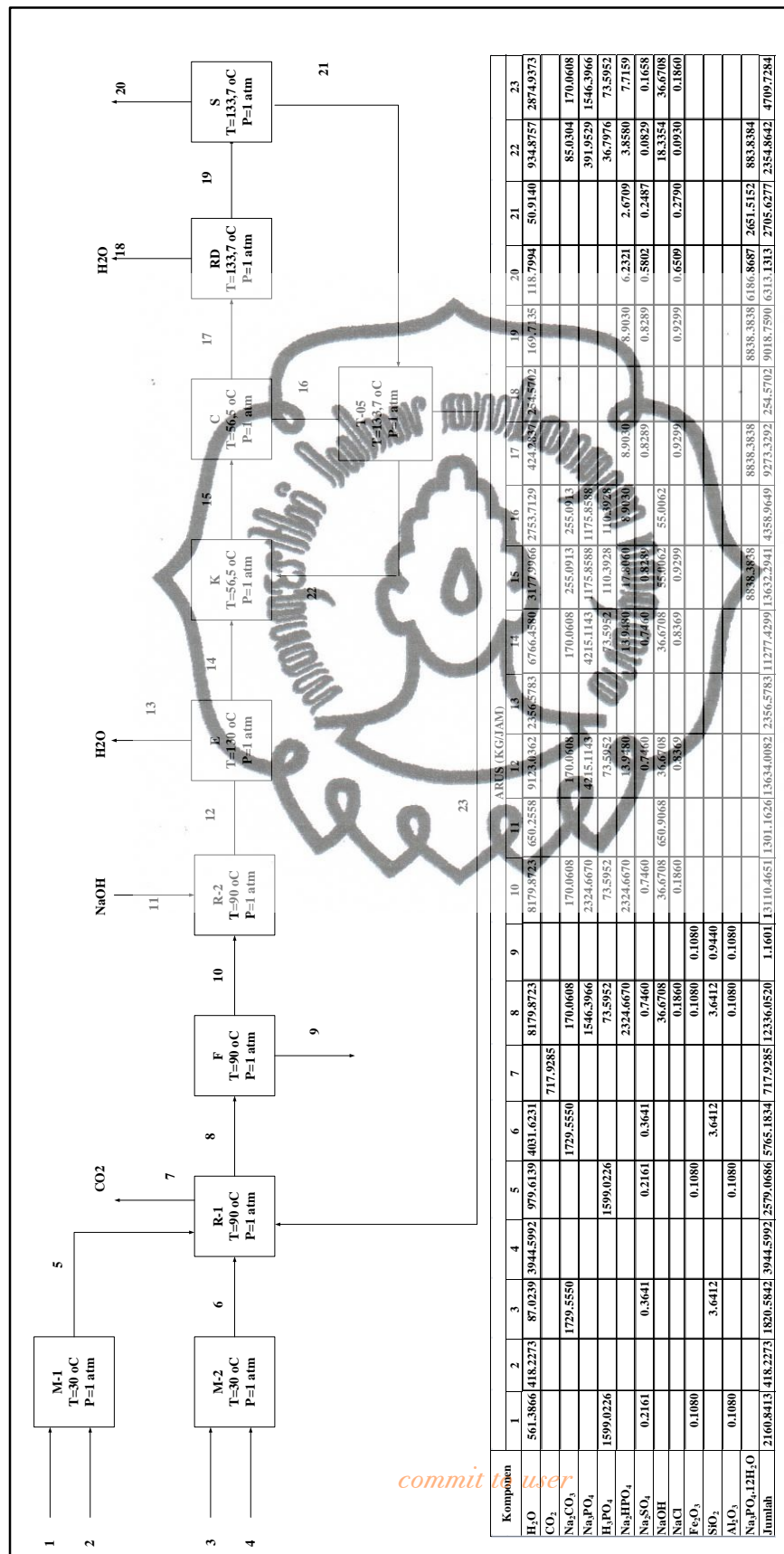
**Prarancangan Pabrik Trisodium Phosphate
Dengan Proses Netralisasi Asam Phosphate
Kapasitas 50.000 ton/tahun**



Gambar 2.1 Diagram Alir Kualitatif pembuatan Trisodium Phosphate



**Prarancangan Pabrik Trisodium Phosphate
Dengan Proses Netralisasi Asam Phosphate
Kapasitas 50.000 ton/tahun**



Gambar 2.2 Diagram Alir Kuantitatif pembuatan Trisodium Phosphate



Gambar 2.3 *campus to user* Diagram Alir Proses Pembuatan Trisodium Phosphate



1. Persiapan bahan baku

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan *Trisodium phosphate* adalah natrium karbonat, asam fosfat, dan natrium hidroksida. Untuk keperluan ini digunakan natrium karbonat 30%, asam fosfat 62%, dan natrium hidroksida 50%. Bahan baku asam fosfat disimpan dalam tangki penyimpanan asam fosfat (T-01) pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm, kemudian diencerkan dalam (M-01) sampai kadarnya menjadi 62% dari kadar mula-mula 74%. Asam fosfat dipompa (P-02) menggunakan pompa jenis sentrifugal ke *heat exchanger* (HE-01) untuk dipanaskan sampai suhu 90°C, kemudian dialirkan ke reaktor 1 (R-01).

Bahan baku natrium karbonat diangkut dari gudang menggunakan *screw conveyor* (SC-01), selanjutnya secara vertikal diangkut menggunakan *bucket elevator* (BE-01) menuju *feed bin* (FB-01) sebagai tempat penyimpanan sementara. *Feed bin* berupa silinder tegak terbuka dengan dasar berbentuk conis dilengkapi dengan *weight feeder* untuk mengatur laju umpan ke tangki pelarutan (M-02). Natrium karbonat dari *feed bin* (FB) dilarutkan pada tangki pelarutan (M-02) yang dilengkapi dengan pengaduk. Konsentrasi larutan natrium karbonat yang keluar dari tangki pelarutan 30% berat Na_2CO_3 . natrium karbonat dipompa (P-03) menggunakan pompa jenis sentrifugal ke *heat exchanger* (HE-02) untuk dipanaskan sampai suhu 90°C, kemudian dialirkan ke reaktor 1 (R-01).

Bahan baku natrium hidroksida yang disimpan dalam tangki penyimpanan natrium hidroksida (T-02) kemudian dipompa (P-04) menuju HE-03 untuk dipanaskan sampai temperatur 90°C kemudian dialirkan ke reaktor 2 (R-02).



2. Pembentukan *Disodium phosphate*

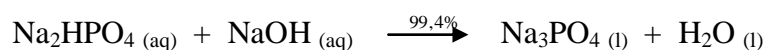
Larutan asam phosphat dialirkan ke dalam reaktor (R-01) direaksikan dengan natrium karbonat. Reaktor yang digunakan adalah *mixed flow reactor* yang dilengkapi dengan pengaduk dan jaket pendingin. Sebagai media pendingin digunakan air dengan suhu masuk 30°C. Kondisi operasi reaktor pada suhu 90°C dan tekanan 1 atm. Reaksi yang terjadi dalam reaktor 1 adalah:



Hasil reaksi berupa gas CO₂ akan keluar melalui pipa pembuangan. Hasil utama pada reaktor 1 yaitu *Disodium phosphate* selanjutnya dipisahkan dari impuritasnya dalam *filter* (F). Kotoran berupa cake dibuang melalui saluran pembuangan.

3. Pembentukan *Trisodium phosphate*

Larutan *Disodium phosphate* keluar dari *filter* selanjutnya kemudian dialirkan ke (R-02) dengan menggunakan pompa P-05 untuk direaksikan dengan natrium hidroksida 50%. Reaktor 2 juga dilengkapi dengan jaket pendingin dan pengaduk. Kondisi operasi reaktor pada suhu 90°C dan tekanan 1 atm. Dalam reaktor 2 terjadi reaksi:



4. Pengkristalan *Trisodium phosphate*

Trisodium phosphate e dari Reaktor 2 (R-02) dipompa menuju evaporator (E-01) untuk dipekatkan. Larutan jenuh keluar evaporator dengan suhu 130°C selanjutnya dipompa (P-07) menuju kristaliser (K-01). Proses kristalisasi dilakukan pada suhu 56,5°C menggunakan *agitated cooling crystallizer*. Mother



liquor dan kristal yang terbentuk dipompa (P-07) menuju Centrifuge (C-01) untuk dipisahkan. *Mother liquor* yang terbentuk ditampung dalam tangki penampung, kemudian direcycle ke reaktor 1 dan kristaliser.

5. Pengeringan produk TSP

Kristal yang telah dipisahkan dari *centrifuge* selanjutnya dikeringkan dalam *Rotary dryer* (RD) untuk menguapkan airnya. Sebagai media panas dalam *Rotary dryer* digunakan udara panas keluaran *Air preheater*.

6. Pengambilan hasil

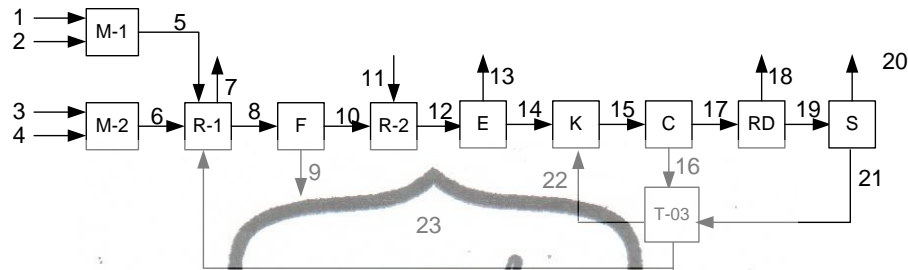
Kristal TSP yang telah kering dimasukkan dalam *Screen* (S-01), kristal yang tidak memenuhi spesifikasi ukuran dikembalikan ke tangki (T-03). Kristal yang telah memenuhi spesifikasi diangkut secara vertikal menggunakan *bucket elevator* (BE-01) menuju *Silo* (Si), kemudian disalurkan ke gudang menggunakan *belt conveyor* (BC-03) untuk disimpan dalam Gudang (G-02).

commit to user



2.4 Neraca Massa dan Neraca Panas

2.4.1 Neraca massa



Keterangan:

- M = Mixer
- R = Reaktor
- F = Filter
- E = Evaporator
- K = Kristaliser
- C = Centrifuge
- RD = Rotary Dryer
- S = Screen
- T = Tangki

commit to user



Tabel 2.1 Neraca Massa di Mixer 01

Neraca Massa di Mixer 01						
Komponen	Input				Output	
	arus 1		Arus 2		Arus 5	
	Kg/jam	Fraksi	Kg/jam	Fraksi	Kg/jam	Fraksi
H ₃ PO ₄	1599,0226	0,7400	0,0000	0,0000	1599,0226	0,6200
H ₂ O	561,3866	0,2598	418,2273	1,0000	979,6139	0,3798
Na ₂ SO ₄	0,2161	0,0001	0,0000	0,0000	0,2161	0,0001
Al ₂ O ₃	0,1080	0,0001	0,0000	0,0000	0,1080	0,0000
Fe ₂ O ₃	0,1080	0,0001	0,0000	0,0000	0,1080	0,0000
jumlah	2160,8413	1,0000	418,2273	1,0000	2579,0686	1,0000
		2579,0686			2579,0686	

Tabel 2.2 Neraca Massa di Mixer 02

Neraca Massa di Mixer 02						
Komponen	Input				Output	
	arus 3		Arus 4		Arus 6	
	Kg/jam	Fraksi	Kg/jam	Fraksi	Kg/jam	Fraksi
Na ₂ CO ₃	1729,5550	0,9500	0,0000	0,0000	1729,5550	0,3000
H ₂ O	87,0239	0,0478	3944,5992	1,0000	4031,6231	0,6993
SiO ₂	3,6412	0,0020	0,0000	0,0000	3,6412	0,0006
Na ₂ SO ₄	0,3641	0,0002	0,0000	0,0000	0,3641	0,0001
jumlah	1820,5842	1,0000	3944,5992	1,0000	5765,1834	1,0000
		5765,1834			5765,1834	

commit to user



Tabel 2.3 Neraca Massa di Reaktor 01

Neraca Massa di R-01										
Komponen	Input						Output			
	Arus 5		Arus 6		Arus 23		Arus 7		Arus 8	
	Kg/jam	Fraksi	Kg/jam	Fraksi	Kg/jam	Fraksi	Kg/jam	Fraksi	Kg/jam	Fraksi
H ₃ PO ₄	1599,0226	0,6200	0,0000	0,0000	73,5952	0,0156	0,0000	0,0000	73,5952	0,0060
Na ₂ CO ₃	0,0000	0,0000	1729,5550	0,3000	170,0608	0,0361	0,0000	0,0000	170,0608	0,0138
Na ₂ HPO ₄	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	7,7159	0,0016	0,0000	0,0000	2324,6670	0,1884
NaOH	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	36,6708	0,0078	0,0000	0,0000	36,6708	0,0030
Na ₃ PO ₄	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1546,3966	0,3283	0,0000	0,0000	1546,3966	0,1254
H ₂ O	979,6139	0,3798	4031,6231	0,6993	2874,9373	0,6104	0,0000	0,0000	8179,8723	0,6631
Fe ₂ O ₃	0,1080	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1080	0,0000
Al ₂ O ₃	0,1080	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1080	0,0000
SiO ₂	0,0000	0,0000	3,6412	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	3,6412	0,0003
Na ₂ SO ₄	0,2161	0,0001	0,3641	0,0001	0,1658	0,0000	0,0000	0,0000	0,7460	0,0001
NaCl	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1860	0,0000	0,0000	0,0000	0,1860	0,0000
CO ₂	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	717,9285	1,0000	0,0000	0,0000
jumlah	2579,0686	1,0000	5765,1834	1,0000	4709,7284	1,0000	717,9285	1,0000	12336,0520	1,0000
			13053,9804						13053,9804	

Tabel 2.4 Neraca Massa di Filter

Neraca Massa di Filter						
Komponen	Input		Output			
	Arus 8		Arus 9		Arus 10	
	Kg/jam	Fraksi	Kg/jam	Fraksi	Kg/jam	Fraksi
H ₃ PO ₄	73,5952	0,0060	0,0000	0,0000	73,5952	0,0060
Na ₂ CO ₃	170,0608	0,0138	0,0000	0,0000	170,0608	0,0138
Na ₂ HPO ₄	2324,6670	0,1884	0,0000	0,0000	2324,6670	0,1885
NaOH	36,6708	0,0030	0,0000	0,0000	36,6708	0,0030
Na ₃ PO ₄	1546,3966	0,1254	0,0000	0,0000	1546,3966	0,1254
H ₂ O	8179,8723	0,6631	0,0000	0,0000	8179,8723	0,6633
Fe ₂ O ₃	0,1080	0,0000	0,1080	0,0280	0,0000	0,0000
Al ₂ O ₃	0,1080	0,0000	0,1080	0,0280	0,0000	0,0000
SiO ₂	3,6412	0,0003	3,6412	0,9440	0,0000	0,0000
Na ₂ SO ₄	0,7460	0,0001	0,0000	0,0000	0,7460	0,0001
NaCl	0,1860	0,0000	0,0000	0,0000	0,1860	0,0000
jumlah	12336,0520	1,0000	3,8573	1,0000	12332,1947	1,0000
	12336,0520		12336,0520			

commit to user



Tabel 2.5 Neraca Massa di Reaktor 2

Neraca Massa di R-02										
Komponen	Input						Output			
	Arus 5		Arus 6		Arus 23		Arus 7		Arus 8	
	Kg/jam	Fraksi	Kg/jam	Fraksi	Kg/jam	Fraksi	Kg/jam	Fraksi	Kg/jam	Fraksi
H ₃ PO ₄	1599,0226	0,6200	0,0000	0,0000	73,5952	0,0156	0,0000	0,0000	73,5952	0,0060
Na ₂ CO ₃	0,0000	0,0000	1729,5550	0,3000	170,0608	0,0361	0,0000	0,0000	170,0608	0,0138
Na ₂ HPO ₄	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	7,7159	0,0016	0,0000	0,0000	2324,6670	0,1884
NaOH	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	36,6708	0,0078	0,0000	0,0000	36,6708	0,0030
Na ₃ PO ₄	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1546,3966	0,3283	0,0000	0,0000	1546,3966	0,1254
H ₂ O	979,6139	0,3798	4031,6231	0,6993	2874,9373	0,6104	0,0000	0,0000	8179,8723	0,6631
Fe ₂ O ₃	0,1080	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1080	0,0000
Al ₂ O ₃	0,1080	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1080	0,0000
SiO ₂	0,0000	0,0000	3,6412	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	3,6412	0,0003
Na ₂ SO ₄	0,2161	0,0001	0,3641	0,0001	0,1658	0,0000	0,0000	0,0000	0,7460	0,0001
NaCl	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1860	0,0000	0,0000	0,0000	0,1860	0,0000
CO ₂	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	717,9285	1,0000	0,0000	0,0000
jumlah	2579,0686	1,0000	5765,1834	1,0000	4709,7284	1,0000	717,9285	1,0000	12336,0520	1,0000
	13053,9804						13053,9804			

Tabel 2.6 Neraca Massa di Evaporator

Neraca Massa di Evaporator						
Komponen	Input		Output			
	Arus 12		Arus 13		Arus 14	
	Kg/jam	Fraksi	Kg/jam	Fraksi	Kg/jam	Fraksi
H ₃ PO ₄	73,5952	0,0054	0,0000	0,0000	73,5952	0,0065
Na ₂ CO ₃	170,0608	0,0125	0,0000	0,0000	170,0608	0,0151
Na ₂ HPO ₄	13,9480	0,0010	0,0000	0,0000	13,9480	0,0012
NaOH	36,6708	0,0027	0,0000	0,0000	36,6708	0,0033
Na ₃ PO ₄	4215,1143	0,3092	0,0000	0,0000	4215,1143	0,3738
H ₂ O	9123,0362	0,6691	2356,5783	1,0000	6766,4580	0,6000
Na ₂ SO ₄	0,7460	0,0001	0,0000	0,0000	0,7460	0,0001
NaCl	0,8369	0,0001	0,0000	0,0000	0,8369	0,0001
jumlah	13634,0082	1,0000	2356,5783	1,0000	11277,4299	1,0000
	13634,0082		13634,0082			

commit to user



Tabel 2.7 Neraca Massa di Kristaliser

Neraca Massa di Kristaliser						
Komponen	Input				Output	
	arus 14		Arus 22		Arus 15	
	Kg/jam	Fraksi	Kg/jam	Fraksi	Kg/jam	Fraksi
H ₃ PO ₄	73,5952	0,0065	36,7976	0,0156	110,3928	0,0081
Na ₂ CO ₃	170,0608	0,0151	85,0304	0,0361	255,0913	0,0187
Na ₂ HPO ₄	13,9480	0,0012	3,8580	0,0016	17,8060	0,0013
NaOH	36,6708	0,0033	18,3354	0,0078	55,0062	0,0040
Na ₃ PO ₄	4215,1143	0,3738	391,9529	0,1664	1175,8588	0,0863
Na ₃ PO ₄ 12H ₂ O	0,0000	0,0000	883,8384	0,3753	8838,3838	0,6483
H ₂ O	6766,4580	0,6000	934,8757	0,3970	3177,9966	0,2331
Na ₂ SO ₄	0,7460	0,0001	0,0829	0,0000	0,8289	0,0001
NaCl	0,8369	0,0001	0,0930	0,0000	0,9299	0,0001
jumlah	11277,4299	1,0000	2354,8642	1,0000	13632,2941	1,0000
	13632,2941				13632,2941	

Tabel 2.8 Neraca Massa di Centrifuge

Neraca Massa di Centrifuge						
Komponen	Input		Output			
	arus 15		Arus 16		Arus 17	
	Kg/jam	Fraksi	Kg/jam	Fraksi	Kg/jam	Fraksi
H ₃ PO ₄	110,3928	0,0081	110,3928	0,0253	0,0000	0,0000
Na ₂ CO ₃	255,0913	0,0187	255,0913	0,0585	0,0000	0,0000
Na ₂ HPO ₄	17,8060	0,0013	8,9030	0,0020	8,9030	0,0010
NaOH	55,0062	0,0040	55,0062	0,0126	0,0000	0,0000
Na ₃ PO ₄	1175,8588	0,0863	1175,8588	0,2698	0,0000	0,0000
Na ₃ PO ₄ 12H ₂ O	8838,3838	0,6483	0,0000	0,0000	8838,3838	0,9531
H ₂ O	3177,9966	0,2331	2753,7129	0,6317	424,2837	0,0458
Na ₂ SO ₄	0,8289	0,0001	0,0000	0,0000	0,8289	0,0001
NaCl	0,9299	0,0001	0,0000	0,0000	0,9299	0,0001
jumlah	13632,2941	1,0000	4358,9649	1,0000	9273,3292	1,0000
	13632,2941		13632,2941			

commit to user



Tabel 2.9 Neraca Massa di Rotary Dryer

Neraca Massa di Rotary Dryer						
Komponen	Input		Output			
	arus 17		Arus 18		Arus 19	
	Kg/jam	Fraksi	Kg/jam	Fraksi	Kg/jam	Fraksi
Na ₂ HPO ₄	8,9030	0,0010	0,0000	0,0000	8,9030	0,0010
Na ₃ PO ₄ .12H ₂ O	8838,3838	0,9531	0,0000	0,0000	8838,3838	0,9800
H ₂ O	424,2837	0,0458	254,5702	1,0000	169,7135	0,0188
NaCl	0,9299	0,0001	0,0000	0,0000	0,9299	0,0001
Na ₂ SO ₄	0,8289	0,0001	0,0000	0,0000	0,8289	0,0001
jumlah	9273,3292	1,0000	254,5702	1,0000	9018,7590	1,0000
	9273,3292				9273,3292	

Tabel 2.10 Neraca Massa di Screen

Neraca Massa di Screen						
Komponen	Input		Output			
	arus 19		Arus 20		Arus 21	
	Kg/jam	Fraksi	Kg/jam	Fraksi	Kg/jam	Fraksi
Na ₂ HPO ₄	8,9030	0,0010	6,2321	0,0010	2,6709	0,0010
Na ₃ PO ₄ .12H ₂ O	8838,3838	0,9800	6186,8687	0,9800	2651,5152	0,9800
H ₂ O	169,7135	0,0188	118,7994	0,0188	50,9140	0,0188
NaCl	0,9299	0,0001	0,6509	0,0001	0,2790	0,0001
Na ₂ SO ₄	0,8289	0,0001	0,5802	0,0001	0,2487	0,0001
jumlah	9018,7590	1,0000	6313,1313	1,0000	2705,6277	1,0000
	9018,7590				9018,7590	

Tabel 2.11 Neraca Massa di Tangki 03

Neraca Massa di T-03								
Komponen	Input				Output			
	arus 16		Arus 21		Arus 22		Arus 23	
	Kg/jam	Fraksi	Kg/jam	Fraksi	Kg/jam	Fraksi	Kg/jam	Fraksi
H ₃ PO ₄	110,3928	0,0253	0,0000	0,0000	36,7976	0,0156	73,5952	0,0156
Na ₂ CO ₃	255,0913	0,0585	0,0000	0,0000	85,0304	0,0361	170,0608	0,0361
Na ₂ HPO ₄	8,9030	0,0020	2,6709	0,0010	3,8580	0,0016	7,7159	0,0016
NaOH	55,0062	0,0126	0,0000	0,0000	18,3354	0,0078	36,6708	0,0078
Na ₃ PO ₄	1175,8588	0,2698	0,0000	0,0000	391,9529	0,1664	1546,3966	0,3283
Na ₃ PO ₄ .12H ₂ O	0,0000	0,0000	2651,5152	0,9800	883,8384	0,3753	0,0000	0,0000
H ₂ O	2753,7129	0,6317	50,9140	0,0188	934,8757	0,3970	2874,9373	0,6104
Na ₂ SO ₄	0,0000	0,0000	0,2487	0,0001	0,0829	0,0000	0,1658	0,0000
NaCl	0,0000	0,0000	0,2790	0,0001	0,0930	0,0000	0,1860	0,0000
jumlah	4358,9649	1,0000	2705,6277	1,0000	2354,8642	1,0000	4709,7284	1,0000
		7064,5926				7064,5926		

commit to user



Tabel 2.12 Neraca Massa Total (arus masuk)

No	komponen	input				
		1	2	3	4	11
1	H ₂ O	561,3866	418,2273	87,0239	3944,5992	650,2558
2	CO ₂					
3	Na ₂ CO ₃			1729,5550		
4	Na ₃ PO ₄					
5	H ₃ PO ₄	1599,0226				
6	Na ₂ HPO ₄					
7	Na ₂ SO ₄	0,2161		0,3641		
8	NaOH					650,9068
9	NaCl					
10	Fe ₂ O ₃	0,1080				
11	SiO ₂			3,6412		
12	Al ₂ O ₃	0,1080				
13	Na ₃ PO ₄ .12H ₂ O					
Jumlah		2160,8413	418,2273	1820,5842	3944,5992	1301,1626
		9646,0655				

Tabel 2.13 Neraca Massa Total (arus keluar)

No	komponen	output				
		7	9	13	18	20
1	H ₂ O			2356,5783	254,57021	118,7994
2	CO ₂	717,9285				
3	Na ₂ CO ₃					
4	Na ₃ PO ₄					
5	H ₃ PO ₄					
6	Na ₂ HPO ₄					6,2321
7	Na ₂ SO ₄					0,5802
8	NaOH					
9	NaCl					0,6509
10	Fe ₂ O ₃		0,1080			
11	SiO ₂		0,9440			
12	Al ₂ O ₃		0,1080			
13	Na ₃ PO ₄ .12H ₂ O					6186,8687
Jumlah		717,9285	1,1601	2356,5783	254,5702	6313,1313
		9646,0655				

commit to user



2.4.1. Neraca Panas

Suhu referensi = 25°C

Basis perhitungan = 1 jam operasi

2.4.2.1. Neraca Panas Tiap Alat

Tabel 2.14 Neraca Panas di Mixer 01

Neraca panas di Mixer (M - 01)		
	Input (kcal/jam)	Output (kcal/jam)
Q_1	6750,4816	
Q_2	2094,0589	
Q_5		54367,7339
ΔH_s	45523,1933	
Total	54367,7339	54367,7339

Tabel 2.15 Neraca Panas di Heat Exchanger 01

Neraca panas di Heat Exchanger - 01		
	Input (kcal/jam)	Output (kcal/jam)
Q_{5i}	54367,7339	
Q_{5o}		122296,4226
H	67928,6013	
Total	122296,4226	122296,4226

commit to user



Tabel 2.16 Neraca Panas di Mixer 02

Neraca panas di Mixer - 02		
	Input (kcal/jam)	Output (kcal/jam)
Q_3	2797,1737	113430,9520
Q_4	19750,5572	
Q_6		
ΔH_s	90883,2211	
Total	113430,9520	113430,9520

Tabel 2.17 Neraca Panas di Heat Exchanger 02

Neraca panas di Heat Exchanger - 02		
	Input (kcal/jam)	Output (kcal/jam)
Q_{6i}	113430,9520	294107,6336
Q_{6o}		
H	180676,7366	
Total	294107,6336	294107,6336

Tabel 2.18 Neraca Panas di Heat Exchanger 03

Neraca panas di Heat Exchanger - 03		
	Input (kcal/jam)	Output (kcal/jam)
Q_{23i}	70400,7768	229328,1677
Q_{23o}		
H	158927,3909	
Total	229328,1677	229328,1677

commit to user



Tabel 2.19 Neraca Panas di Reaktor 01

Neraca panas di Reaktor - 01		
	Input (kcal/jam)	Output (kcal/jam)
Q_{50}	122296,4226	
Q_{60}	294107,6336	
Q_{230}	229328,1677	
Q_{Po}		221669,5443
Q_{Pi}	44278,3109	
Q_7		9976,1301
Q_8		614269,5602
ΔH_{298}°	155904,6998	
Total	845915,2346	845915,2346

Tabel 2.20 Neraca Panas di Filter

Neraca panas di Filter		
	Input (kcal/jam)	Output (kcal/jam)
Q_8	614269,5602	
Q_9		47,9952
Q_{10}		614221,5650
Total	614269,5602	614269,5602

commit to user



Tabel 2.21 Neraca Panas di Heat Exchanger 04

Neraca panas di Heat Exchanger - 04		
	Input (kcal/jam)	Output (kcal/jam)
Q_{11i}	5591,9466	
Q_{11o}		72854,1637
H	67262,2171	
Total	72854,1637	72854,1637

Tabel 2.22 Neraca Panas di Reaktor 02

Neraca panas di Reaktor - 02		
	Input (kcal/jam)	Output (kcal/jam)
Q_{10}	614221,5650	
Q_{11o}	72854,1637	
Q_{12}		696266,0418
Q_{Pi}	38628,5765	
Q_{Po}		193385,4018
ΔH_{298}^0	163947,1384	
Total	889651,4436	889651,4436

Tabel 2.23 Neraca Panas di Evaporator

Neraca panas di Evaporator		
	Input (kcal/jam)	Output (kcal/jam)
Q_{12}	696266,0418	
Q_{13}		249329,0493
Q_{14}		877781,9778
H	430844,9853	
Total	1127111.0270	1127111.0270

commit to user



Tabel 2.24 Neraca Panas di Kristaliser

Neraca panas di Kristaliser		
	Input (kcal/jam)	Output (kcal/jam)
Q ₁₄	877781,9778	141748.1895
Q ₂₂	29207.1125	
Q ₁₅		
Q _{Pi}	270911,6738	1356259,2170
Q _{Po}		
ΔH _s	320106,6424	
Total	1498007,4065	1498007,4065

Tabel 2.25 Neraca Panas di Centrifuge

Neraca panas di C		
	Input (kcal/jam)	Output (kcal/jam)
Q ₁₅	141748.1895	66611,2536
Q ₁₆		
Q ₁₇		
Total	141748,1895	141748,1895

Tabel 2.26 Neraca Panas di Rotary Dryer

Neraca panas di RD		
	Input (kcal/jam)	Output (kcal/jam)
Q ₁₇	75136,9359	135549.3089
Q ₁₈		
Q ₁₉		
Q _{ud}	132293.0084	71880.6354
Total	207429.9443	207429.9443



Tabel 2.27 Neraca Panas Total

ALAT	PANAS MASUK (kJ/jam)	PANAS KELUAR (kJ/jam)
mixer 1	54367,7339	
mixer 2	113.430,9520	
reaktor 1		845915,2346
filter		614269,5602
reaktor 2	889651,4436	
HE1		
HE2		
HE3		
HE4	72854,1637	
Evaporator		1.127.111
Kristaliser	1664421,4729	
Centrifuge		
Rotary Dryer		207.430
Total	2794725,766	2.794.725,7661

commit to user





2.5 Tata Letak Pabrik dan Peralatan Proses

2.5.1 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah suatu pengaturan yang optimal dari perangkat fasilitas-fasilitas dalam pabrik, tempat kedudukan dari bagian-bagian dalam pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat terjadinya proses produksi, tempat penyimpanan bahan baku dan produk, yang ditinjau dari segi hubungan satu sama lain. Pabrik *Trisodium phosphate* terletak di Gresik, Jawa Timur. Selain peralatan yang tercantum dalam “*flow engineering sheet*”, beberapa bangunan fisik yang lain seperti : kantor, bengkel, poliklinik, laboratorium, kantin, pemadam kebakaran, pos keamanan/penjagaan, dan sebagainya hendaknya ditempatkan pada bagian tersendiri, sehingga kelancaran proses tidak terganggu ditinjau dari segi lalu lintas bahan baku, barang, kontrol dan keselamatan kerja. Tata letak yang tepat sangat berpengaruh terhadap efisiensi, keselamatan dan kelancaran dari para pekerja dan keselamatan proses.

Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan tata letak pabrik agar tercapai kondisi yang optimal adalah sebagai berikut :

1. Perluasan pabrik dan kemungkinan penambahan bangunan

Perluasan pabrik harus diperhitungkan sejak awal supaya masalah kebutuhan tempat tidak timbul di masa yang akan datang. Sejumlah areal khusus sudah dipersiapkan untuk areal perluasan pabrik, penambahan peralatan pabrik, dll.

commit to user



2. Faktor keamanan

Faktor keamanan yang perlu diperhatikan terutama untuk bahaya kebakaran. Sumber api dan panas dari bahan yang mudah terbakar dan meledak harus dipisahkan dalam perancangan tata letak. Pengelompokan unit-unit proses yang satu dengan yang lain agar tidak sulit dalam pengisolasian bahaya kebakaran yang terjadi. Penempatan alat-alat pemadam kebakaran (hidrant) dan penampungan air yang cukup disediakan di tempat-tempat yang rawan terjadinya kebakaran.

3. Luas area yang tersedia

Kemampuan penyediaan area dibatasi oleh harga tanah. Pemakaian tempat disesuaikan dengan area yang tersedia. Apabila harga tanah sangat mahal, maka diperlukan efisiensi dalam pemakaian ruang sehingga konstruksi pabrik dibuat bertingkat dan pemakaian ruang diatur secara cermat.

4. Instalasi dan utilitas

Pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, listrik, pemanas, pendingin dapat mempermudah sistem kerja dan perawatannya.

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

1. Daerah administrasi/perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol

Daerah administrasi merupakan daerah pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium dan ruang



kontrol merupakan pusat pengendalian proses, tempat pengujian kualitas dan kuantitas bahan baku yang akan diproses dan produk yang akan dijual dan pusat pengendalian proses guna kelancaran produksi.

2. Daerah proses

Daerah ini merupakan daerah tempat alat proses diletakkan dan tempat berlangsungnya proses.

3. Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi

Gudang merupakan tempat penyimpanan sementara peralatan yang mendukung berlangsungnya proses. Bengkel merupakan tempat untuk memperbaiki peralatan pabrik yang rusak, sedangkan garasi adalah tempat penyimpanan kendaraan operasional pabrik serta beberapa peralatan pendukung lainnya seperti forklift, dump truck, dll

4. Daerah utilitas

Unit-unit utilitas yang mendukung berlangsungnya proses diletakkan di daerah ini.

5. Daerah penyimpanan bahan baku dan produk

Bahan baku dan produk disimpan dalam tangki penyimpanan di luar unit proses.

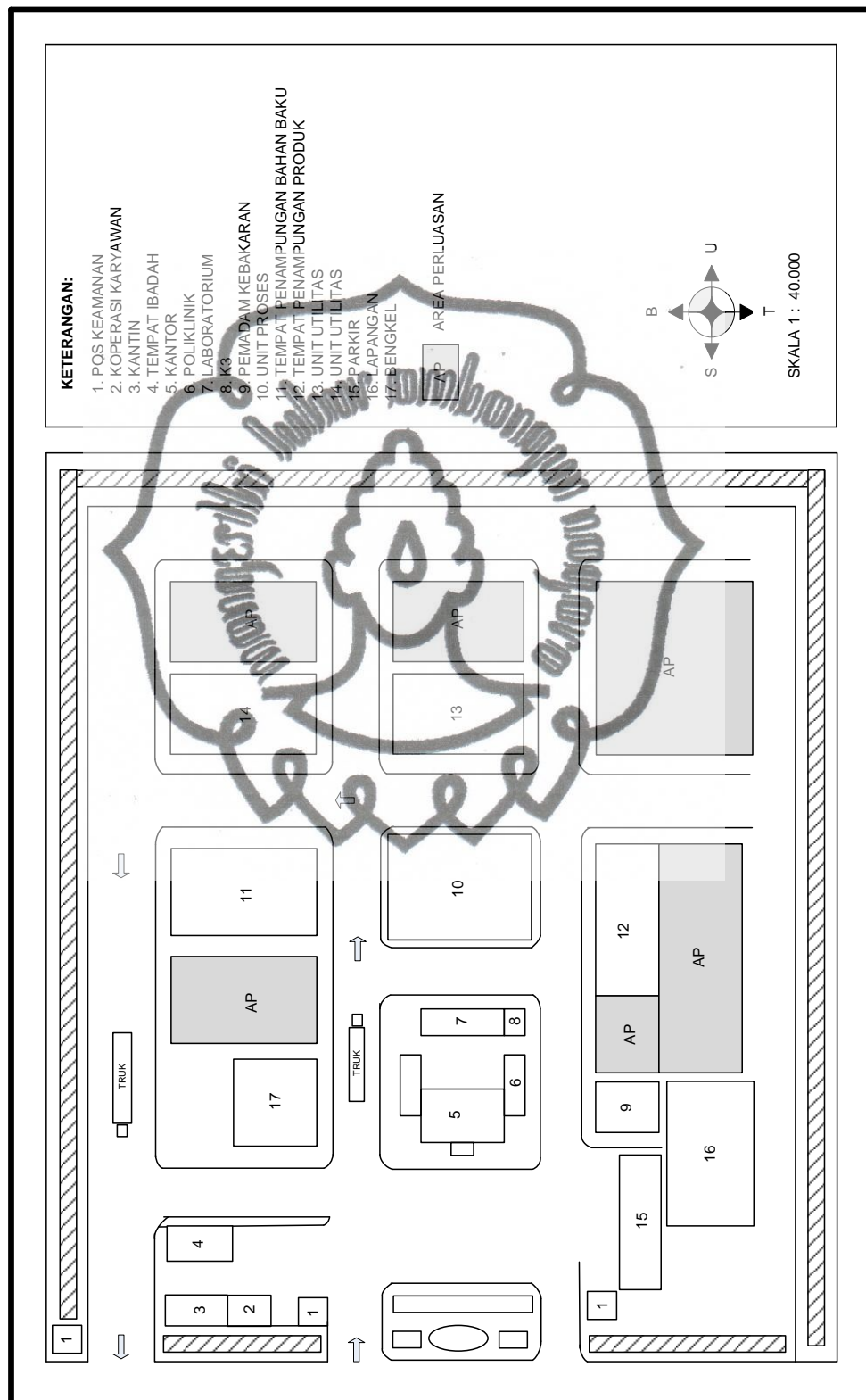
6. Daerah pengolahan limbah

Daerah pengolahan limbah adalah daerah tempat pengolahan limbah hasil proses produksi.

commit to user
Tata letak pabrik *Trisodium Phosphates* disajikan dalam gambar 2.6



**Prarancangan Pabrik Trisodium Phosphate
Dengan Proses Netralisasi Asam Phosphate
Kapasitas 50.000 ton/tahun**



Gambar 2.6 Tata letak pabrik Trisodium Phosphates

commit to user



2.5.2 Tata Letak Peralatan Proses

Tata letak peralatan proses adalah tempat kedudukan dari alat-alat yang digunakan dalam proses produksi. Tata letak alat-alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

- Kelancaran proses produksi dapat terjamin
 - Dapat mengefektifkan penggunaan lahan
 - Biaya material handling menjadi rendah dan menyebabkan turunnya/terhindarnya pengeluaran untuk kapital yang tidak penting. Jika tata letak peralatan proses sedemikian rupa sehingga urutan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu untuk membeli alat angkut yang biayanya mahal.
 - Karyawan mendapatkan kepuasan kerja
- Jika karyawan mendapatkan kepuasan dalam bekerja, maka akan mengakibatkan meningkatnya semangat kerja yang menyebabkan meningkatnya produktifitas kerja.

Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam perancangan tata letak peralatan proses, yaitu :

1. Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat sangat berpengaruh pada keuntungan ekonomis yang besar dan sebagai penunjang kelancaran dan keamanan produksi. Evaluasi pipa juga harus diperhatikan, untuk pipa di atas tanah perlu dipasang pada ketinggian 3 meter atau lebih,

commit to user



sedangkan pemasangan pipa pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga lalu lintas pekerja tidak terganggu.

2. Aliran udara

Aliran udara di dalam dan di sekitar unit proses perlu diperhatikan agar akumulasi bahan-bahan kimia berbahaya dapat dihindari sehingga keselamatan para pekerja terjamin. Arah hembusan anginpun perlu diperhatikan.

3. Lalu lintas manusia

Dalam perancangan tata letak peralatan, perlu diperhatikan agar seluruh peralatan proses dapat dicapai oleh para pekerja, sehingga apabila terjadi gangguan ataupun kerusakan akan mudah diperbaiki, selain itu keselamatan para pekerja dalam bertugas sangat diprioritaskan.

4. Cahaya

Penerangan seluruh bagian pabrik harus memadai, terutama pada tempat-tempat proses yang dimungkinkan berisiko tinggi terjadinya bahaya, perlu diberikan penerangan tambahan.

5. Jarak antar alat proses

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

commit to user



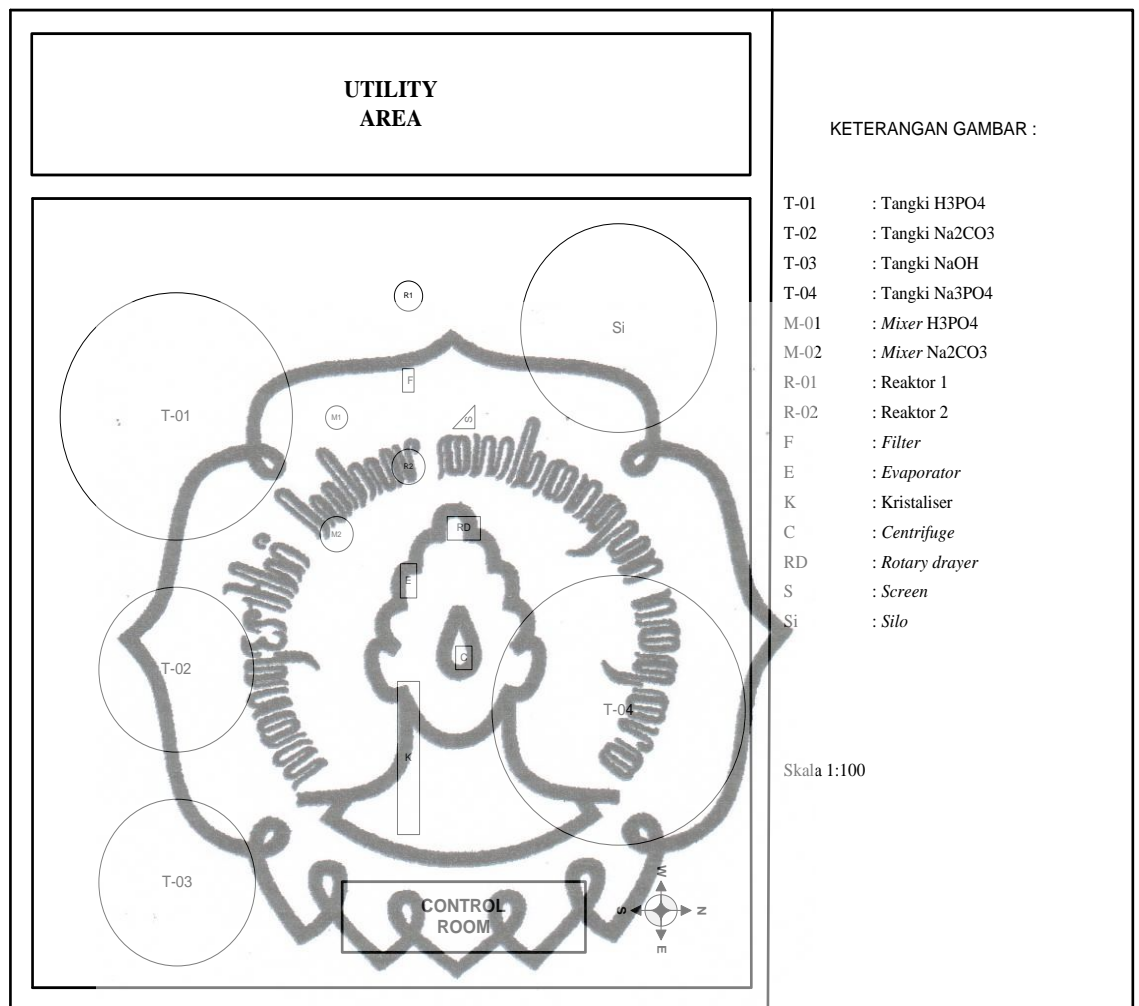
6. Pertimbangan ekonomi

Penempatan peralatan proses pabrik diusahakan sedemikian rupa sehingga biaya operasi dapat ditekan dan kelancaran serta keamanan produksi pabrik terjamin, sehingga dari segi ekonomi dapat menguntungkan.

Tata letak peralatan proses pada pabrik *Trisodium Phosphates* disajikan dalam gambar 2.7



commit to user



Gambar 2.7 Tata letak peralatan proses pabrik *Trisodium phosphate*

commit to user



BAB III

SPESIFIKASI PERALATAN PROSES

3.1 Tangki Penyimpan Asam Phosphat

Kode	: T-01
Tugas	: Menyimpan bahan baku asam phosphat selama 3 bulan
Tipe	: Silinder vertikal dengan <i>flat bottom</i> dan <i>conical roof</i>
Bahan	: Carbon Steel SA-285 Grade B
Jumlah	: 1 Buah
Kapasitas	: 115.395 ft ³
Kondisi penyimpanan	

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30°C

Dimensi

Diameter : 70 ft

Tinggi : 30 ft

Tebal *shell*

Course ke-1 : 1,75 in

Course ke-2 : 1,5 in

Course ke-3 : 1,31264 in

commit to user



Course ke-4 : 1,375 in

Course ke-5 : 2 in

Tebal head : $\frac{7}{16}$ in

Tinggi head : 2,85687 ft

Sudut q : 4,66877°

Tinggi total : 32,8569 ft

3.2 Tangki Penyimpan Natrium Hidroksida

Kode : T-02

Tugas : Menyimpan bahan baku Natrium Hidroksida
selama 1 bulan

Tipe : Silinder vertikal dengan *flat bottom* dan *conical roof*

Bahan : Carbon Steel SA-285 Grade B

Jumlah : 1 Buah

Kapasitas : 66764,3 ft³

Kondisi penyimpanan

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30°C

Dimensi

Diameter : 45 ft

Tinggi : 42 ft

commit to user



Tebal *shell*

Course ke-1 : 1,3125 in

Course ke-2 : 1,1875 in

Course ke-3 : 1,07889 in

Course ke-4 : 1 in

Course ke-5 : 0,875 in

Course ke-6 : 0,875 in

Course ke-7 : 0,75 in

Tebal *head* : 0,625 in

Tinggi *head* : 3,16892 ft

Sudut ϕ : 8,02093 °

Tinggi total : 45,1689 ft

3.3 Tangki Pengenceran Asam Phosphat

Kode : M-01

Fungsi : Tempat melarutkan Asam Phosphat dengan air

Jenis : Silinder vertikal dengan *head* dan bottom berbentuk
torispherical

Bahan Konstruksi : Carbon Steel SA-283 Grade C

Jumlah : 1 Buah

Tekanan operasi : 16,4326 psi

Tekanan desain : 18,0758 psi
commit to user



Kapasitas *mixer* : 10,1239 ft³

Dimensi tangki

Diameter (D)	: 0,6715	m
Tinggi <i>mixer</i>	: 39,8399	in
Tinggi cairan di dalam <i>mixer</i>	: 31,8863	in
Tebal silinder	: 3/16	in
Tebal <i>head</i>	: 7/16	in
Tinggi <i>head</i>	: 9,0628	in
Pengaduk		
Kecepatan putar pengaduk	: 60 rpm	
Power pengaduk	: 1,8673 Hp = 2 Hp	

3.4 Tangki Pengenceran Natrium Karbonat

Kode	: M-02
Fungsi	: Tempat melarutkan Natrium Karbonat dengan air
Jenis	: Silinder vertikal dengan <i>head</i> dan <i>bottom</i> berbentuk <i>torispherical</i>
Bahan Konstruksi	: Carbon Steel SA-283 Grade C
Jumlah	: 1 Buah
Tekanan operasi	: 16,7368 psi
Tekanan desain	: 20,0841 psi
Kapasitas <i>mixer</i>	: 34,6326 ft ³

commit to user





Dimensi tangki

Diameter (D)	: 1,0118	m
Tinggi mixer	: 57,9598	in
Tinggi cairan di dalam mixer	: 48,0452	in
Tebal silinder	: 3/16	in
Tebal head	: 7/16	in
Tinggi head	: 9,0628	in
Pengaduk		
Kecepatan putar pengaduk	: 75 rpm	
Power pengaduk	: 25 Hp	

3.5 Reaktor

3.5.1 Kode : R-01

Fungsi	: Tempat terjadinya reaksi antara Asam phosphat dengan Natrium Karbonat
Tipe	: Reaktor alir berpengaduk
Bahan konstruksi	: Carbon Steel SA-283 Grade C
Jumlah	: 1 buah
Tekanan desain	: 20,8734 psi
Kapasitas reaktor	: 370,9210 ft ³
ID	: 87,8056 in
OD	: 88,5556 in

commit to user



Tinggi head	: 16,6658 in
Tinggi silinder	: 88,5556 in
Tinggi reaktor	: 121,1371 in
Tinggi cairan dalam reaktor	: 105,9047 in
Tebal silinder	: 3/8 in
Tebal head	: 0,2875 in
Kecepatan putar pengaduk	: 102,2404 rpm
Power pengaduk	: 2 Hp
Tinggi jaket	: 6,8219 ft
Tebal jaket	: 0,1875 ft

3.5.2 Kode

: R- 02

Fungsi

: Tempat terjadinya reaksi antara Disodium
phosphat dengan Natrium Hidroksida

Tipe

: Reaktor alir berpengaduk

Bahan konstruksi

: Carbon Steel SA-283 Grade C

Jumlah

: 1 buah

Tekanan desain

: 20,5883 psi

Kapasitas reaktor

: 337,0340 ft³

ID

: 85,0458 in

OD

: 85,0458 in

Tinggi head

: 16,4799 in

commit to user



Tinggi reaktor : 118,0057 in

Tinggi cairan dalam reaktor : 102,5761 in

Tebal silinder : 102,5761 in

Tebal *head* : 0,25 in

Kecepatan putar pengaduk : 63,5631 rpm

Power pengaduk : 4 Hp

Tinggi jaket : 62,6504 in

Tebal jaket : 0,1875 ft

3.6 Rotary Vacuum Filter

Kode : F-01

Tugas : Memisahkan padatan produk keluaran reaktor
dari cairan

Bentuk : Tangki Silinder Horisontal

Jumlah : 1 Buah

Bahan Konstruksi : Carbon Steel 283 grade C

Kondisi Operasi

Suhu : 90°C

Tekanan : 0,5 psia

Dimensi

Diameter : 14,67487105m

Panjang : 22,01230657 m

commit to user



Rpm : 0,7369 Rpm
Jumlah putaran : 1,357070594 siklus per menit
Power Motor : 2 HP

3.7 Evaporator

Kode : E-01
Tugas : Memekatkan produk keluaran Reaktor 2 dengan menguapkan kandungan H₂O
Jenis : *Vertical-tube evaporator*
Jumlah : 1 Buah
Suhu Operasi : 130°C
Suhu Steam : 200°C
Bahan Konstruksi : *Stainless steel SA 353*

Dimensi *Displacement Vapor*

Diameter : 8,7514 ft
Tebal *shell* : 0,1875 in

Dimensi *head*

Tipe : *Torispherical dished head*
Tebal *head* : 0,1875 in
Tinggi *head* : 1,7693 ft

commit to user





3.8. *Crystalizer*

Kode	: K-01
Fungsi	: Mengkristalkan <i>Trisodium Phosphate</i> dari larutannya dengan mendinginkan larutan sampai diperoleh kristal <i>Trisodium Phosphate</i>
Jenis	: <i>Swenson- Walker Crystallizer</i>
Jumlah	: 1 Unit besar = 4 Unit kecil
Volume Total	: 1,7 m ³
Bahan	: <i>Stainless Steel SA 240 tipe 316 grade M</i>
Dimensi kristaliser	
Lebar	: 0,6096 m = 24 in
Tinggi	: 0,6604 m = 26 in
Panjang total	: 12,192 m
Tebal dinding	: $\frac{3}{16}$ in = 0,005 m
Kondisi Operasi	
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 56,5 °C
Pengaduk	
Jenis	: <i>Spiral agitator</i>
Kecepatan	: 7 Rpm
Power	: 2 HP
Diameter	: 0,6091 m



Pendingin

Media : Air

Jumlah : 7041,71 kg/jam

3.9. Centrifuge

Kode : C-01

Tugas : memisahkan kristal *Trisodium Phosphate* dari
mother liquor nya yang terbentuk dalam
crystallizer

Jenis : *Continuous Conveyor Centrifugal Filter*

Jumlah : 1 Buah

Kapasitas : 9,27ton/jam

Kondisi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 56,5°C

Motor

Kecepatan putar : 1000 rpm

Power : 2 hp

commit to user



3.10. Dryer-01

Kode	: RD-01
Fungsi	: mengurangi kadar cairan (air) hingga didapatkan kristal <i>Trisodium Phosphate</i>
Jenis	: <i>Rotary Dryer</i>
Kondisi operasi	
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 133,7 °C
Spesifikasi	
Panjang	: 10,5328 m
Diameter	: 1,33 m
Kecepatan putar	: 4,3854 rpm
Kemiringan	: 0,02 ft/ft
Jumlah <i>flight</i>	: 4
Waktu tinggal	: 0,4067jam

3.11. Pompa

Resume dari hasil perancangan pompa disajikan dalam tabel 3.1

commit to user





**Prarancangan Pabrik Trisodium Phosphate
Dengan Proses Netralisasi Asam Phosphate
Kapasitas 50.000 ton/tahun**

Kode	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06	P-07	P-08
Fungsi	Mengalirkan larutan dari T-01 ke M-01	Mengalirkan larutan dari M-01 ke R-01	Mengalirkan larutan dari M-02 ke R-01	Mengalirkan larutan dari M-02 ke R-02	Mengalirkan larutan dari T-02 ke R-02	Mengalirkan larutan dari R-02 ke E-02	Mengalirkan larutan dari E-02 ke Kristaliser	Mengalirkan larutan T-04 ke R-01 dan K
Tipe	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump
Jumlah	1	1	1	1	1	1	1	1
Kapasitas, gpm	0,77974	0,930661	3,9118759	1,299499	3,1532	4,3885	3,7879	1,9629
Power pompa, HP	1	1	3	1	5	3	5	5
Power motor, HP	1,5	1,5	3	1,5	15	5	7,5	5
Efisiensi pompa, %	23%	23%	19%	15%	13%	21%	16%	14%
Efisiensi motor, %	75%	75%	83%	75%	82%	81%	85%	85%
NPSH required, ft	0,24047	0,27058	0,704	0,338027	0,6104	0,7609	0,6869	0,445
NPSH available	6,4721	16,47946	35,156	39,70743	381,6139	480,9	25,2616	4,9038
Spesifikasi								
NPS, in	0,405	0,54	0,84	0,54	0,84	1,05	0,84	0,675
SN, in	40	40	40	40	40	40	40	40
ID, in	0,364	0,364	0,622	0,364	0,622	0,824	0,622	0,493
OD, in	0,405	0,54	0,84	0,54	0,84	1,05	0,84	0,675
A inside, ft ²	0,00072	0,00072	0,00211	0,00072	0,0021	0,0037	0,0021	0,0013

Tabel 3.1 Daftar Pompa

commit to user



Tabel 3.1 Daftar Pompa

Kode	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06	P-07	P-08	P-09
Fungsi	Mengalirkan larutan dari T-01 ke M-01	Mengalirkan larutan dari M-01 ke R-01	Mengalirkan larutan dari M-02 ke R-01	Mengalirkan larutan dari T-02 ke M-03	Mengalirkan larutan dari M-03 ke R-02	Mengalirkan larutan dari F ke R-02	Mengalirkan larutan dari R-02 ke E	Mengalirkan larutan dari E ke Kristaliser	Mengalirkan larutan dari T-04 ke R-01 dan K
Tipe	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump	Centrifugal Pump
Jumlah	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kapasitas, gpm	0,77974	0,930661	3,91187759	1,299499	1,2995	3,1532	4,3885	3,7879	1,9629
Power pompa, HP	1	1	3	1	3	5	3	5	5
Power motor, HP	1,5	1,5	3	1,5	5	15	5	7,5	5
Efisiensi pompa, %	23 %	23%	19%	15%	19%	13%	21%	16%	14%
Efisiensi motor, %	75 %	75%	83%	75%	83%	82%	81%	85%	85%
NPSH required, ft	0,24047	0,27058	0,704	0,338027	0,338027	0,6104	0,7609	0,6869	0,4450
NPSH available	6,4721	16,47946	35,156	39,70743	2,7016	381,6139	480,90	25,2616	4,9038
Spesifikasi									
NPS, in	0,405	0,54	0,84	0,54	0,84	0,84	1,05	0,84	0,675
SN	40	40	40	40	40	40	40	40	40
ID, in	0,364	0,364	0,622	0,364	0,622	0,622	0,824	0,622	0,493
OD, in	0,405	0,54	0,84	0,54	0,84	0,84	1,05	0,84	0,6750
A inside, ft ²	0,00072	0,00072	0,00211	0,00072	0,00211	0,0021	0,0037	0,0021	0,0013

3.12. Heater-01

Kode : HE - 01

Fungsi : Memanaskan bahan baku dari *mixer* 01 ke reaktor 01

Tipe : *Shell & Tube 1-1 Heat Exchanger*

Spesifikasi

Beban Panas = 7137,6556 Btu/jam = 7530,6549 kJ/jam

Luas Tr. Panas = 577,0072 ft² = 53,60572298 m²

Panjang = 2 ft = 0,6096 m

commit to user



Shell Side

Fluida	= (Shell side, Fluida Panas, steam)	
Tekanan	= 1,9594 atm	= 28,80372279 psi
Suhu	= 248°F	= 120°C
Kapasitas	= 6414,6296 lbm./jam = 2909,6305 kg/jam	
Material	= Cast steel	
ΔP	= 0,00106616 psi	

Tube Side

Fluida	= (Tube side, Fluida dingin, Keluaran M- 01)	
Tekanan	= 1 atm	= 28,80372279 psi
Suhu	= 86 ~ 194 F	= 30 ~ 90 °C
Kapasitas	= 5685,8147 lbm./jam = 2579,0686 kg/jam	
Material	= Stainless steel SA 167 type 316	
ΔP	= 0,003813517 psi	
Rd	= 0,003	

3.13.Heater-02

Kode	: HE-02
Fungsi	: Memanaskan Produk Keluaran Mixer 2
Tipe	: Shell & Tube 1-1 Heat Exchanger
Spesifikasi	

Beban Panas	= 6286,4696 Btu/jam = 6632,6026 kJ/jam	
Luas Tr. Panas	= 645,2700 ft ²	= 59,94754462m ²
Panjang	= 2 ft	= 0,6096 m

Shell Side

Fluida	= (Shell side, Fluida Panas, steam)	
Tekanan	= 1,9594 atm	= 28,80372279 psi
Suhu	= 248 oF	= 120 oC
Kapasitas	= 6413,7319 lbm./jam = 2909,2233 kg/jam	

commit to user





Material = *Cast steel*
 ΔP = 0,00142402 psi

Tube Side

Fluida = (*Tube side*, Fluida dingin, Keluaran M-02)
 Tekanan = 1 atm = 28,80372279 psi
 Suhu = 86 ~ 194 F = 30 ~ 90 C
 Kapasitas = 12709,9233 lbm./jam = 5765,1834 kg/jam
 Material = *Stainless steel* SA 167 type 316
 ΔP = 0,00131956 psi
 Rd = 0,003

3.14.Heater-03

Kode : HE-03
 Fungsi : Memanaskan Produk Keluaran T-03
 Tipe : *Shell & Tube 1-1 Heat Exchanger*
 Spesifikasi

Beban Panas = 51950,3607 Btu/jam = 54810,7475 kJ/jam
 Luas Tr. Panas = 15,1844 ft² = 1,41067 m²
 Panjang = 1 ft = 0,3048 m

Shell Side

Fluida = (*Shell side*, Fluida Panas, steam)
 Tekanan = 1,9594 atm = 28,80372279 psi
 Suhu = 248 oF = 120 oC
 Kapasitas = 70,8724 lbm./jam = 32,1472 kg/jam
 Material = *Cast steel*
 ΔP = 0,000000092736 psi

commit to user





Tube Side

Fluida	= (Tube side, Fluida dingin, Keluaran M-02)	
Tekanan	= 1 atm	= 28,80372279 psi
Suhu	= 133,5 ~ 194 F	= 56,5 ~ 90 C
Kapasitas	= 15574,6009 lbm./jam = 7064,5926 kg/jam	
Material	= Stainless stell SA 167 type 316	
ΔP	= 0,52907718 psi	
Rd	= 0,0025	

3.15.Heater -04

Kode	: HE-04	
Fungsi	: Memanaskan bahan baku dari T-02	
Tipe	: Shell & Tube 1-1 Heat Exchanger	
Spesifikasi		
Beban Panas	= 16503,8234 Btu/jam= 17412,5239 kJ/jam	
Luas Tr. Panas	= 155,9019 ft ²	= 14,48376 m ²
Panjang	= 1,5 ft	= 0,4572 m

Shell Side

Fluida	= (Shell side, Fluida Panas, steam)	
Tekanan	= 1,9594 atm	= 28,80372279 psi
Suhu	= 248 oF	= 120 oC
Kapasitas	= 6424,5975 lbm./jam= 2914,1111 kg/jam	
Material	= Cast steel	
ΔP	= 0,00338681 psi	

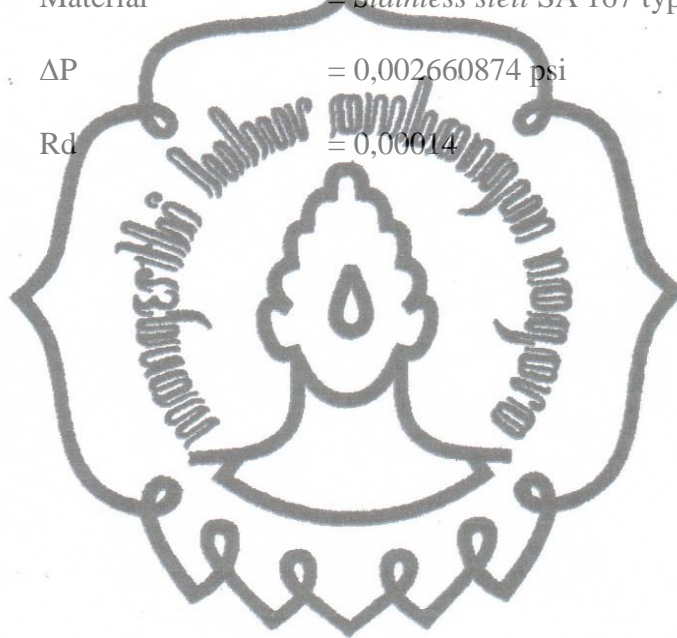
commit to user





Tube Side

Fluida	= (Tube side, Fluida dingin, Keluaran M-02)	
Tekanan	= 1 atm	= 28,80372279 psi
Suhu	= 86 ~ 194 F	= 30 ~ 90 C
Kapasitas	= 2869,9781 lbm./jam = 1301,8135 kg/jam	
Material	= Stainless stell SA 167 type 316	
ΔP	= 0,002660874 psi	
Rd	= 0,00014	





BAB IV

UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

4.1 Unit Pendukung Proses

Unit pendukung proses atau yang lebih dikenal dengan sebutan utilitas merupakan bagian penting untuk menunjang proses produksi dalam pabrik. Utilitas di pabrik *trisodium Phosphate* yang dirancang antara lain meliputi unit pengadaan air (air proses, air pendingin, air konsumsi, sanitasi, dan air umpan *boiler*), unit pengadaan *steam*, unit pengadaan udara tekan, unit pengadaan listrik, dan unit pengadaan bahan bakar.

1. Unit pengadaan air

Unit ini bertugas menyediakan dan mengolah air untuk memenuhi kebutuhan air sebagai berikut :

- a. Air proses
- b. Air Pendingin
- c. Air umpan *boiler*
- d. Air konsumsi umum dan sanitasi

2. Unit pengadaan *steam*

Unit ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan *steam* sebagai media pemanas *mixer*, reaktor, *evaporator* dan *heat exchanger*.



3. Unit pengadaan udara tekan

Unit ini bertugas untuk menyediakan udara tekan untuk kebutuhan instrumentasi *pneumatic*, untuk penyediaan udara tekan di bengkel dan untuk kebutuhan umum yang lain.

4. Unit pengadaan listrik

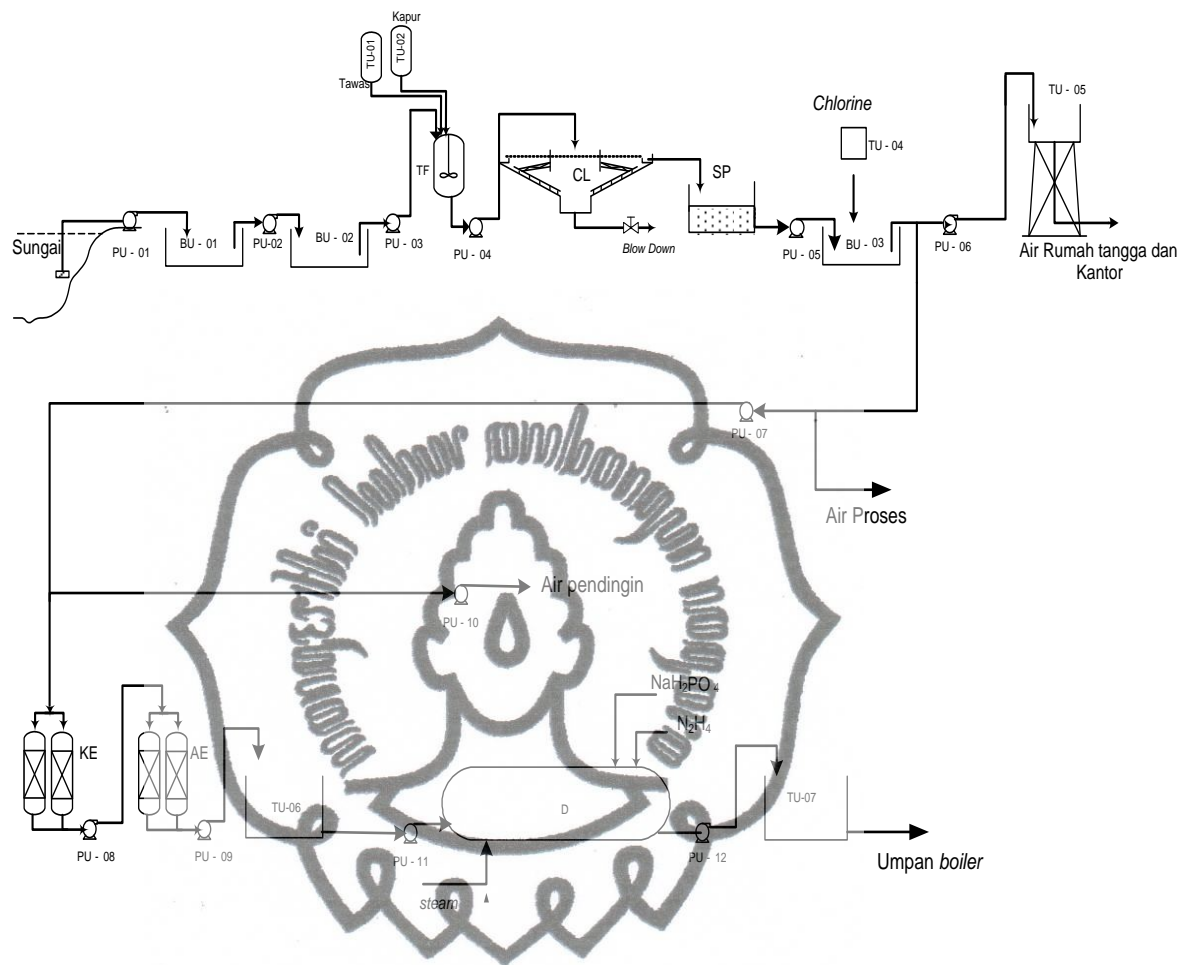
Unit ini bertugas menyediakan listrik sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses, keperluan pengolahan air, peralatan-peralatan elektronik atau listrik AC, maupun untuk penerangan. Listrik di-supply dari PLN dan dari generator sebagai cadangan bila listrik dari PLN mengalami gangguan.

5. Unit pengadaan bahan bakar

Unit ini bertugas menyediakan bahan bakar untuk kebutuhan *boiler* dan generator.

4.1.1 Unit Pengadaan Air

Air yang digunakan adalah air sungai yang diperoleh dari Sungai Gresik yang tidak jauh dari lokasi pabrik. Untuk menghindari fouling yang terjadi pada alat-alat penukar panas maka perlu diadakan pengolahan air sungai. Pengolahan dilakukan secara fisis dan kimia. Pengolahan tersebut antara lain meliputi screening, pengendapan, penggumpalan, klorinasi, demineralisasi, dan deaerasi. Diagram alir dari pengolahan air sungai dapat dilihat pada gambar 4.1



Keterangan :

AE	: Anion Exchanger	BU	: Bak Utilitas
CL	: Clarifier	D	: Deaerator
CE	: Cation Exchanger	PU	: Pompa Utilitas
SP	: Saringan Pasir	TU	: Tangki Utilitas
TF	: Tangki Flokulator		

Gambar 4.1 Diagram Alir Pengolahan Air Sungai

(Powel, 1954)

commit to user



Tahapan pengolahan adalah :

Air sungai dialirkan dari sungai ke kolam penampungan dengan menggunakan pompa. Sebelum masuk pompa, air dilewatkan pada *traveling screen* untuk menyaring partikel dengan ukuran besar. Pencucian dilakukan secara kontinyu. Setelah dipompa kemudian dialirkan ke *strainer* yang mempunyai saringan *stainless steel* 0,4 mm dan mengalami pencucian balik secara periodik. Air sungai kemudian dialirkan ke flokulator. Di dalam flokulator ditambahkan larutan tawas 5%, larutan kapur 5%. Dari flokulator air sungai kemudian dialirkan ke dalam *clarifier* untuk mengendapkan gumpalan partikel-partikel halus. Endapan kemudian dikeluarkan sebagai *blowdown*, melalui bagian bawah *clarifier*. Air sungai kemudian dialirkan ke saringan pasir untuk menghilangkan partikel-partikel yang masih lolos di *clarifier*. Air sungai yang sudah bersih kemudian dialirkan ke bak penampung air bersih. Dari bak penampung air bersih sebagian dipompa ke bak penampung air proses untuk didistribusikan ke alat proses dan sebagian dipompa untuk digunakan sebagai air pendingin.

4.1.1.1 Air proses

Air proses yang digunakan adalah air sungai yang diperoleh dari Sungai Gresik yang tidak jauh dari lokasi pabrik. Alasan digunakannya air sungai sebagai air proses adalah karena faktor-faktor sebagai berikut :

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

commit to user



Air proses ini digunakan sebagai pelarut pada *mixer*, sebagai air pencuci pada *Rotary Vacuum Filter* dan *Centrifuge*. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan air sungai sebagai air proses adalah :

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

Tabel 4.1 Kebutuhan air proses

No	Kode Alat	Nama Alat	Kebutuhan (kg/jam)
1	M-01	<i>Mixer 1</i>	418,2273483
2	M-02	<i>Mixer 2</i>	3944,5911

Total kebutuhan air proses = 4362,826507 kg/jam

Densitas air pada 30oC adalah = 994,3965 kg/m³ (Geankoplis, 2003)

4.1.1.2 Air Pendingin

Air pendingin yang digunakan adalah air sungai yang diperoleh dari Sungai Gresik yang tidak jauh dari lokasi pabrik. Alasan digunakannya air sungai sebagai media pendingin adalah karena faktor-faktor sebagai berikut :

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



Air pendingin ini digunakan sebagai media pendingin pada *reactor 1*, *reactor 2*, dan *crystalizer*. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan air sungai sebagai pendingin adalah :

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

Tabel 4.2 Kebutuhan air pendingin

Kode	Nama alat	Kebutuhan (kg/jam)
R – 01	Reaktor 1	6718,5086
R – 02	Reaktor 2	14034,8024
K – 01	Kristaliser	76065,2667
Total		96818,5776

Jadi total kebutuhan air untuk pendingin = 96818,5776 kg/jam

Kebutuhan air pendingin sebesar 96818,5776 kg/jam adalah waktu *start up* pada waktu pabrik berjalan kontinyu hanya dibutuhkan *make up* air sebesar 9681,8578 kg/jam.

4.1.1.3 Air umpan boiler

Untuk kebutuhan umpan *boiler* sumber air yang digunakan adalah air sungai. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan *boiler* adalah sebagai berikut :

- Kandungan yang dapat menyebabkan korosi

commit to user



Korosi yang terjadi di dalam *boiler* disebabkan karena air mengandung larutan - larutan asam dan gas - gas yang terlarut.

b. Kandungan yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*)

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

c. Kandungan yang dapat menyebabkan pembusaan (*foaming*)

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

Kebutuhan air untuk *steam* dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Kebutuhan Air untuk *Steam*

EV-01	4358,3175	kg/jam	9608,346803	lb/jam
HE-01	2989,1352	kg/jam	6589,847462	lb/jam
HE-02	2909,2233	kg/jam	6413,673738	lb/jam
HE-03	32,1472	kg/jam	70,87173932	lb/jam
HE-04	2914,1111	kg/jam	6424,449264	lb/jam
Jumlah	13202,9343	kg/jam	29107,1890	lb/jam

Jumlah air yang digunakan adalah sebesar 13202,9343 kg/jam = 29107,1890 m³/jam. Jumlah air ini hanya pada awal *start up* pabrik. Untuk kebutuhan selanjutnya hanya menggunakan air *make up* saja. Jumlah air untuk keperluan *make up* air umpan *boiler* sebesar 2640,5869 kg/jam.



Pengolahan air umpan boiler

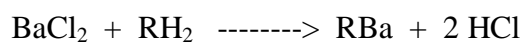
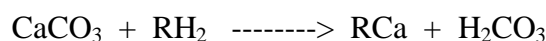
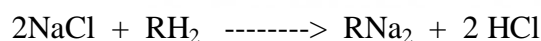
Air yang berasal dari sungai belum memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai umpan boiler, sehingga harus menjalani proses pengolahan terlebih dahulu. Air umpan boiler harus memenuhi persyaratan tertentu agar tidak menimbulkan masalah-masalah seperti :

- Pembentukan kerak pada boiler
- Terjadinya korosi pada boiler
- Pembentukan busa di atas permukaan dalam drum boiler

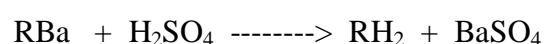
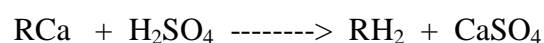
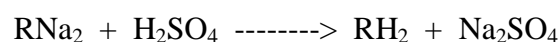
Tahapan pengolahan air agar dapat digunakan sebagai air umpan boiler meliputi :

1. Kation Exchanger

Kation exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion positif yang terlarut dalam air lunak. Alat ini berupa silinder tegak yang berisi tumpukan butir-butir resin penukar ion. Resin yang digunakan adalah jenis C-300 dengan notasi RH_2 . Adapun reaksi yang terjadi dalam kation exchanger adalah:



Apabila resin sudah jenuh maka pencucian dilakukan dengan menggunakan larutan H_2SO_4 2%. Reaksi yang terjadi pada waktu regenerasi adalah:



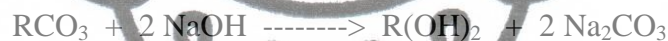
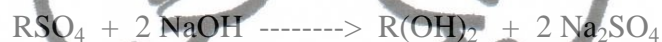


2. Anion Exchanger

Alat ini hampir sama dengan *kation exchanger* namun memiliki fungsi yang berbeda yaitu mengikat ion-ion negatif yang ada dalam air lunak. Dan resin yang digunakan adalah jenis C - 500P dengan notasi $R(OH)_2$. Reaksi yang terjadi di dalam *anion exchanger* adalah:



Pencucian resin yang sudah jenuh digunakan larutan NaOH 4%. Reaksi yang terjadi saat regenerasi adalah:



3. Deaerasi

Merupakan proses penghilangan gas - gas terlarut, terutama oksigen dan karbon dioksida dengan cara pemanasan menggunakan *steam*. Oksigen terlarut dapat merusak baja. Gas – gas ini kemudian dibuang ke atmosfer.

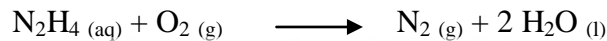
4. Tangki Umpan Boiler

Unit ini berfungsi menampung air umpan *boiler* dengan waktu tinggal 24 jam. Ke dalam tangki ini ditambahkan bahan-bahan yang dapat mencegah korosi dan kerak, antara lain:



a. Hidrazin (N_2H_4)

Zat ini berfungsi untuk menghilangkan sisa-sisa gas terlarut terutama gas oksigen sehingga dapat mencegah korosi pada *boiler*. Adapun reaksi yang terjadi adalah:



b. NaH_2PO_4

Zat ini berfungsi untuk mencegah timbulnya kerak dengan kadar 12 - 17 ppm.

4.1.1.4 Air konsumsi umum dan sanitasi

Sumber air untuk keperluan konsumsi dan sanitasi juga berasal dari air sungai. Air ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan air minum, laboratorium, kantor, perumahan, dan pertamanan. Air konsumsi dan sanitasi harus memenuhi beberapa syarat, yang meliputi syarat fisik, syarat kimia, dan syarat bakteriologis.

Syarat fisik :

- Suhu di bawah suhu udara luar
- Warna jernih
- Tidak mempunyai rasa dan tidak berbau

Syarat kimia :

- Tidak mengandung zat organik
- Tidak beracun

Syarat bakteriologis :

Tidak mengandung bakteri – bakteri, terutama bakteri yang *pathogen*.

commit to user



Jumlah air sungai untuk air konsumsi dan sanitasi

- a. Air untuk karyawan kantor

Kebutuhan air untuk karyawan = 50 kg/orang/hari

Sehingga untuk 180 orang diperlukan air sebanyak

$$= 50 \text{ kg/orang/hari} \times 180 \text{ orang}$$

$$= 10320 \text{ kg/hari}$$

- b. Laboratorium

Karyawan Laboratorium = 3 orang

Dianggap 1 orang membutuhkan 200 kg/hari,

Maka Kebutuhan Air = 600 kg/hari

- c. Kantin

Dianggap Pengguna fasilitas kantin 100 org/hari, 1 org membutuhkan 30

kg air/hari = 3000 Kg/hari

- d. Air Hidran/Taman

Dianggap 10% dari Air kantor, Laboratorium dan lain-lain

Maka Kebutuhan Air = 1032 Kg/hari

- e. Air Poliklinik

Dokter dan Paramedis = 5 orang

Dianggap 1 orang membutuhkan 200 kg/hari

Maka Kebutuhan Air = 2400 kg/hari

Jumlah air sungai untuk air konsumsi dan sanitasi = 17352 kg/hari

$$= 723,0000 \text{ kg/jam}$$



Tabel 4.4 Jumlah Total Kebutuhan Air

Komponen	Jumlah kebutuhan
	Kg/jam
Air konsumsi dan sanitasi	723
Air pendingin <i>make up</i>	9681,8578
Air proses	4362,826507
Air <i>make up</i> umpan boiler	2640,5869
Total	17408,271

Untuk keamanan dipakai 10. % lebih, maka :

Total kebutuhan = 19149,0982 kg/jam

4.1.2 Unit Pengadaan Steam

Steam yang diproduksi pada pabrik trisodium Phosphate ini digunakan sebagai media pemanas *evaporator*, reaktor dan *heat exchanger*. Untuk memenuhi kebutuhan steam digunakan 1 buah boiler. Steam yang dihasilkan dari boiler ini merupakan *saturated steam* yang memiliki suhu 180 °C dan tekanan 9,8959 atm.

Jumlah steam yang dibutuhkan sebesar 13202,9343 kg/jam. Untuk menjaga kemungkinan kebocoran steam pada saat distribusi dan *make up blowdown* pada boiler maka, jumlah steam dlebihkan sebanyak 10 %. Jadi jumlah steam yang dibutuhkan adalah 14523,2278 kg/jam .

Perancangan boiler :

Dirancang untuk memenuhi kebutuhan steam

commit to user



$$\begin{aligned} \text{Steam yang dihasilkan : } T &= 356 \text{ }^{\circ}\text{F} \\ P &= 215 \text{ psia} \\ \lambda_{\text{steam}} &= 2013,2 \text{ BTU/lbm} \end{aligned}$$

Untuk tekanan > 200 psia, digunakan *boiler* jenis *water tube boiler*.

- Menentukan luas penampang perpindahan panas

Daya yang diperlukan *boiler* untuk menghasilkan *steam* dihitung dengan persamaan :

$$\text{Daya} = \frac{ms.(h - h_f)}{970,3 \times 34,5}$$

Dengan :

ms = massa *steam* yang dihasilkan (lb/jam)

h = entalpi *steam* pada P dan T tertentu (BTU/lbm)

h_f = entalpi umpan (BTU/lbm)

dimana : $ms = 32017,9079 \text{ lb/jam}$

$h = 271,7455 \text{ BTU/lbm}$

Umpan air terdiri dari 20 % make up water dan 80 % kondensat. Make up water adalah air pada suhu 30 °C dan kondensat pada suhu 180 °C.

$$h_f = 200,49293 \text{ BTU/lbm}$$

Jadi daya yang dibutuhkan adalah sebesar = 68,1504 hp

ditentukan luas bidang pemanasan adalah = 12 ft²/hp (Severn, p 126)

$$\text{Total heating surface} = 817,8047 \text{ ft}^2$$

- Perhitungan kapasitas *Boiler*

$$Q = ms.(h - h_f) \quad (\text{Severn, p.171})$$

commit to user



$$= 32017,908 \text{ lb/jam} \times (271,7455 \text{ btu/lbm} - 200,49293 \text{ btu/lbm})$$

$$= 2281358,1929 \text{ Btu/jam}$$

- Perhitungan Kebutuhan Bahan Bakar

Digunakan bahan bakar solar dengan :

heating value (h) = 18800 Btu/lb Btu/gallon

Eff. bahan bakar = 80% Btu/ft³

Eff. Boiler = 80%

Densitas = 54,3188 lb/ft³

- solar yang dibutuhkan

$$\begin{aligned} m &= Q / (\text{eff.} \cdot h) \\ &= 189,6076 \text{ lb/jam} \\ &= 3,4906 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 0,0988 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 98,8440 \text{ L/jam} \end{aligned}$$

Spesifikasi boiler yang dibutuhkan

Kode	: B-01
Fungsi	: Memenuhi kebutuhan <i>steam</i>
Jenis	: <i>Water tube boiler</i>
Jumlah	: 1 buah
Tekanan <i>steam</i>	: 69,06 psi
Suhu <i>steam</i>	: 150 °C
Bahan bakar	: solar
Kebutuhan bahan bakar	: 98,8440 L/jam



4.1.3 Unit Pengadaan Udara Tekan

Kebutuhan udara tekan untuk prarancangan pabrik *trisodium Phosphate* diperkirakan sebesar 100 m³/jam, tekanan 100 psi dan suhu 35 °C. Alat untuk menyediakan udara tekan berupa kompresor yang dilengkapi dengan dryer yang berisi *silica gel* untuk menyerap kandungan air sampai maksimal 84 ppm.

Spesifikasi kompresor yang dibutuhkan :

Kode	: KU-01
Fungsi	: Memenuhi kebutuhan udara tekan
Jenis	: <i>Single Stage Reciprocating Compressor</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 100 m ³ /jam
Tekanan suction	: 14,7 psi (1 atm)
Tekanan discharge	: 100 psi (6,8 atm)
Suhu udara	: 35 °C
Efisiensi	: 80 %
Daya kompresor	: 15 HP
Tegangan	: 220/380 volt
Frekuensi	: 50 Hz

4.1.4 Unit Pengadaan Listrik

Kebutuhan tenaga listrik di pabrik *trisodium Phosphate* ini dipenuhi oleh PLN dan generator pabrik. Hal ini bertujuan agar pasokan tenaga listrik dapat berlangsung kontinyu meskipun ada gangguan pasokan dari PLN. Generator yang digunakan adalah generator arus bolak-balik dengan pertimbangan :

commit to user



- a. Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar
- b. Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai kebutuhan

Kebutuhan listrik di pabrik ini antara lain terdiri dari :

1. Listrik untuk keperluan proses dan utilitas
2. Listrik untuk penerangan
3. Listrik untuk AC
4. Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi
5. Listrik untuk alat-alat elektronik

Besarnya kebutuhan listrik masing – masing keperluan di atas dapat diperkirakan sebagai berikut :

4.1.4.1 Listrik untuk keperluan proses dan utilitas

Kebutuhan listrik untuk keperluan proses dan keperluan pengolahan air ditunjukkan oleh tabel 4.5.



Tabel 4.5 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses dan Utilitas

Nama Alat	Jumlah	HP	Total HP
P-01	1	1,50	1,50
P-02	1	3,00	3,00
P-03	1	1,50	1,50
P-04	1	5,00	5,00
P-05	1	3	0,25
P-06	1	5,00	5,00
P-07	1	5,00	5,00
P-08	1	5,00	5,00
RD-01	1	9,00	9,00
F-01	1	2,00	2,00
PU-01	1	0,25	0,25
PU-02	1	0,50	0,50
PU-03	1	0,50	0,50
PU-04	1	0,25	0,25
PU-05	1	0,50	0,50
PU-06	1	0,25	0,25
PU-07	1	0,25	0,25
PU-08	1	0,50	0,50
PU-09	1	0,25	0,25
PU-10	1	0,25	0,25
PU-11	1	0,50	0,50
PU-12	1	0,75	0,75
PU-13	1	0,25	0,25
PU-14	1	0,25	0,25
PU-15	1	0,25	0,25
PU-16	1	0,25	0,25
PU-17	1	0,50	0,50
K-01	1	2,00	2,00
R	2	6,00	12,00
M	2	60,00	120,00
HE	4	4,00	16,00
Jumlah			193,5



Jadi jumlah listrik yang dikonsumsi untuk keperluan proses dan utilitas sebesar 193,5 HP. Diperkirakan kebutuhan listrik untuk alat yang tidak terdiskripsikan sebesar $\pm 20 \%$ dari total kebutuhan. Maka total kebutuhan listrik adalah 232,20 HP atau sebesar 173,15 kWh.

4.1.4.2 Listrik untuk penerangan

Untuk menentukan besarnya tenaga listrik digunakan persamaan :

$$L = \frac{a.F}{U.D}$$

dengan :

- L : Lumen per outlet
- a : Luas area, ft²
- F : foot candle yang diperlukan (tabel 13 Perry 6th ed)
- U : Koefisien utilitas (tabel 16 Perry 6th ed)
- D : Efisiensi lampu (tabel 16 Perry 6th ed)



Tabel 4.6 Jumlah Lumen Berdasarkan luas bangunan

Bangunan	Luas, m ²	Luas, ft ²	F	U	D	Lumen
Pos keamanan	25,24120854	271,69	20	0,42	0,75	17250,000
Parkir	128,7340024	1385,65	10	0,49	0,75	37704,696
Musholla	128,7340024	1385,65	20	0,55	0,75	67182,912
Kantin	79,36709405	854,28	20	0,51	0,75	44668,210
Kantor	210,6017974	2266,84	35	0,60	0,75	176310,069
Poliklinik	40,04944229	431,08	20	0,56	0,75	20527,530
Ruang kontrol	22,23678665	239,35	40	0,56	0,75	22795,139
Laboratorium	61,156365	658,27	40	0,56	0,75	62691,964
Proses	373,0728431	4015,63	30	0,59	0,75	272245,763
Utilitas	200,4356027	2157,42	10	0,59	0,75	48755,218
Ruang generator	91,9033416	989,22	10	0,51	0,75	25861,837
Bengkel	91,9033416	989,22	40	0,51	0,75	103447,349
Garasi	85,01125228	915,03	10	0,51	0,75	23922,386
Gudang	158,3078883	1703,97	5	0,51	0,75	22274,124
Pemadam	50,62612997	544,92	20	0,51	0,75	28492,647
Tangki bahan baku	84,65995412	911,25	10	0,51	0,75	23823,529
Tangki produk	115,3767687	1241,88	10	0,51	0,75	32467,320
Jalan dan taman	2595,636967	27938,52	5	0,55	0,75	338648,779
Area perluasan	53,1918324	572,54	5	0,57	0,75	6696,353
Jumlah	4596,24662	49472,38				1.375.765,827

Jumlah lumen :

* untuk penerangan dalam ruangan = 936.425,149 lumen

* untuk penerangan bagian luar ruangan = 439.340,68 lumen

Untuk semua area dalam bangunan direncanakan menggunakan lampu

fluorescent 40 Watt dimana satu buah lampu *instant starting daylight*

40 W mempunyai 1920 lumen (Tabel 18 Perry 6th ed.).



$$\text{Jadi jumlah lampu dalam ruangan} = \frac{936.425,149}{1920}$$

$$= 488 \text{ buah}$$

Untuk penerangan bagian luar ruangan digunakan lampu mercury 100

Watt, dimana lumen output tiap lampu adalah 3000 lumen (Perry 6th ed.).

$$\text{Jadi jumlah lampu luar ruangan} = \frac{439.340,68}{3000} = 147 \text{ buah}$$

$$\text{Total daya penerangan} = (40 \text{ W} \times 488 + 100 \text{ W} \times 147)$$

$$= 34220 \text{ W}$$

$$= 34,222 \text{ kW}$$

4.1.4.3 Listrik untuk AC

Diperkirakan menggunakan tenaga listrik sebesar 15.000 Watt atau 15 kW

4.1.4.4 Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi

Diperkirakan menggunakan tenaga listrik sebesar 10.000 Watt atau 10 kW.

Tabel 4.7 Total Kebutuhan Listrik Pabrik

No.	Kebutuhan Listrik	Tenaga listrik, kW
1.	Listrik untuk keperluan proses dan utilitas	173,15
2.	Listrik untuk keperluan penerangan	34,222
3.	Listrik untuk AC	15
4.	Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi	10
	Total	229,373



Generator yang digunakan sebagai cadangan sumber listrik mempunyai efisiensi 80 %, sehingga generator yang disiapkan harus mempunyai output sebesar 737,48 kW.

Dipilih menggunakan generator dengan daya 800 kW, sehingga masih tersedia cadangan daya sebesar 62,52 kW.

Spesifikasi generator yang diperlukan :

Jenis	: AC generator
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 800 kW
Tegangan	: 220/360 Volt
Efisiensi	: 80 %
Bahan bakar	: IDO

4.1.5 Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit pengadaan bahan bakar mempunyai tugas untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar *boiler* dan generator. Jenis bahan bakar yang digunakan adalah IDO (*Industrial Diesel Oil*). IDO diperoleh dari Pertamina dan distributornya. Pemilihan IDO sebagai bahan bakar didasarkan pada alasan :

1. Mudah didapat
2. Lebih ekonomis
3. Mudah dalam penyimpanan

Bahan bakar solar yang digunakan mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

Specific gravity : 0,8691
commit to user



Heating Value : 18800 Btu/lb

Efisiensi bahan bakar : 80%

Densitas : 54,3187 lb/ft³

a. Kebutuhan bahan bakar untuk *boiler*

Kapasitas *boiler* = 20.235.371,6821 BTU/jam

Kebutuhan bahan bakar = 98,8440 L/jam

b. Kebutuhan bahan bakar untuk generator

Bahan bakar = $\frac{\text{Kapasitas alat}}{\text{eff} \cdot \rho \cdot h}$

Kapasitas generator = 800 kW

= 2.729.710 Btu/jam

Kebutuhan bahan bakar = 94,62 L/jam

4.2 Laboratorium

Laboratorium memiliki peranan sangat besar di dalam suatu pabrik untuk memperoleh data – data yang diperlukan. Data – data tersebut digunakan untuk evaluasi unit-unit yang ada, menentukan tingkat efisiensi, dan untuk pengendalian mutu.

Pengendalian mutu atau pengawasan mutu di dalam suatu pabrik pada hakekatnya dilakukan dengan tujuan mengendalikan mutu produk yang dihasilkan agar sesuai dengan standar yang ditentukan. Pengendalian mutu dilakukan mulai bahan baku, saat proses berlangsung, dan juga pada hasil atau produk.



Pengendalian rutin dilakukan untuk menjaga agar kualitas dari bahan baku dan produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Dengan pemeriksaan secara rutin juga dapat diketahui apakah proses berjalan normal atau menyimpang. Jika diketahui analisa produk tidak sesuai dengan yang diharapkan maka dengan mudah dapat diketahui atau diatasi.

Laboratorium berada di bawah bidang teknik dan perekayasaan yang mempunyai tugas pokok antara lain :

- a. Sebagai pengontrol kualitas bahan baku dan pengontrol kualitas produk
- b. Sebagai pengontrol terhadap proses produksi
- c. Sebagai pengontrol terhadap mutu air pendingin, air umpan *boiler*, dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi

Laboratorium melaksanakan kerja 24 jam sehari dalam kelompok kerja shift dan non-shift.

1. Kelompok shift

Kelompok ini melaksanakan tugas pemantauan dan analisa – analisa rutin terhadap proses produksi. Dalam melaksanakan tugasnya, kelompok ini menggunakan sistem bergilir, yaitu sistem kerja shift selama 24 jam dengan dibagi menjadi 3 shift. Masing – masing shift bekerja selama 8 jam.

2. Kelompok non-shift

Kelompok ini mempunyai tugas melakukan analisa khusus yaitu analisa yang sifatnya tidak rutin dan menyediakan reagen kimia yang diperlukan di laboratorium. Dalam rangka membantu kelancaran pekerjaan kelompok shift,



kelompok ini melaksanakan tugasnya di laboratorium utama dengan tugas antara lain :

- a. Menyediakan reagent kimia untuk analisa laboratorium
- b. Melakukan analisa bahan pembuangan penyebab polusi
- c. Melakukan penelitian atau percobaan untuk membantu kelancaran produksi

Dalam menjalankan tugasnya, bagian laboratorium dibagi menjadi :

1. Laboratorium fisik
2. Laboratorium analitik
3. Laboratorium penelitian dan pengembangan

4.2.1 Laboratorium Fisik

Bagian ini bertugas mengadakan pemeriksaan atau pengamatan terhadap sifat – sifat bahan baku dan produk. Pengamatan dilakukan untuk mengetahui kandungan air.

4.2.2 Laboratorium Analitik

Bagian ini mengadakan pemeriksaan terhadap bahan baku dan produk mengenai sifat – sifat kimianya.

Analisa yang dilakukan antara lain :

- kadar kandungan kimiawi dalam produk
- kandungan logam

4.2.3 Laboratorium Penelitian dan Pengembangan

Bagian ini bertujuan untuk mengadakan penelitian, misalnya :

- diversifikasi produk

commit to user



- perlindungan terhadap lingkungan

Disamping mengadakan penelitian rutin, laboratorium ini juga mengadakan penelitian yang sifatnya non rutin, misalnya penelitian terhadap produk di unit tertentu yang tidak biasanya dilakukan penelitian guna mendapatkan alternatif lain terhadap penggunaan bahan baku.

4.2.4 Prosedur Analisa Bahan Baku dan Produk

4.2.4.1. X-Ray Diffractometer (XRD)

X-Ray Diffractometer (XRD) dapat digunakan untuk analisa kualitatif hampir semua material padat. Kerja alat ini adalah dengan menganalisa komponen dalam padatan dan ditentukan kadarnya dalam sampel melalui grafik yang ditampilkan. (Datrow & Clark, 2008)

4.2.4.2 Analisis kandungan air

Untuk menganalisa kandungan air dalam padatan salah satu caranya adalah dengan menggunakan alat *Water Content Analyzer*. Dengan alat ini dapat diketahui kandungan air dan berat kering dari berbagai macam produk dan material. Pada pabrik digunakan untuk mengontrol kualitas padatan yang mengandung air. Kerja alat ini adalah dengan menempatkan sampel produk pada ruang pengeringan dalam alat dan dengan menekan tombol start maka analisis akan segera dilakukan. Sampel diukur dalam 3 macam pilihan berat yaitu 50 g, 110 g, atau 310 g. Data yang ditampilkan berupa grafik. (Adam, 2010)

4.2.4.3 Spektrometri

Spektrometri adalah teknik yang digunakan untuk mengukur jumlah (konsentrasi) suatu zat berdasarkan interaksi antara radiasi dan benda sebagai

commit to user



fungsi panjang gelombang. Instrument yang digunakan disebut spektrometer.
(Wahyu Riyadi, 2008)

4.2.5. Analisa Air

Air yang dianalisis antara lain:

1. Air proses
2. Air Pendingin
3. Air konsumsi umum dan sanitasi
4. Air umpan boiler

Parameter yang diuji antara lain warna, pH, kandungan klorin, tingkat kekeruhan, total kesadahan, jumlah padatan, total alkalinitas, sulfat, silika, dan konduktivitas air.

Alat-alat yang digunakan dalam laboratorium analisa air ini antara lain:

1. pH meter, digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman/kebasaan air.
2. *Spektrofotometer*, digunakan untuk mengetahui konsentrasi suatu senyawa terlarut dalam air.
3. *Spectroscopy*, digunakan untuk mengetahui kadar silika, sulfat, hidrazin, turbiditas, kadar fosfat, dan kadar sulfat.
4. Peralatan titrasi, untuk mengetahui jumlah kandungan klorida, kesadahan dan alkalinitas.
5. *Conductivity meter*, untuk mengetahui konduktivitas suatu zat yang terlarut dalam air.



Air umpan *boiler* yang dihasilkan unit demineralisasi juga diuji oleh laboratorium ini. Parameter yang diuji antara lain pH, konduktivitas dan kandungan silikat (SiO_2), kandungan Mg^{2+} , Ca^{2+} .

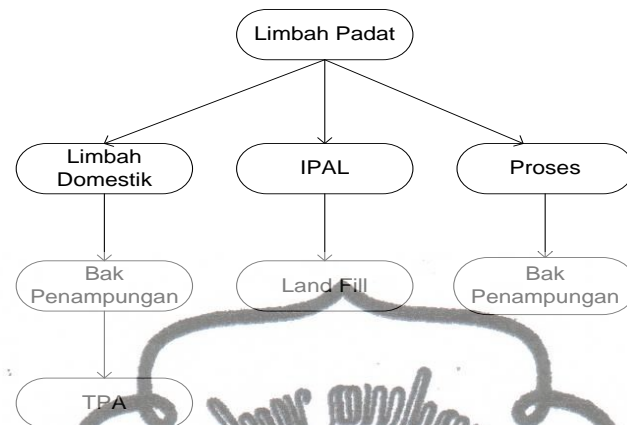
4.3 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dari pabrik *trisodium Phosphate* berupa bahan buangan padatan

Pengolahan limbah ini didasarkan pada jenis buangannya :

Pengolahan bahan buangan padatan

Limbah padat yang dihasilkan berasal dari limbah domestik, IPAL, dan limbah padat dari proses. Limbah domestik berupa sampah – sampah dari keperluan sehari – hari seperti kertas dan plastik, sampah tersebut ditampung di dalam bak penampungan dan selanjutnya dikirim ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Limbah yang berasal dari IPAL diurug didalam tanah yang dindingnya dilapisi dengan clay (tanah liat) agar bila limbah yang dipendam termasuk berbahaya tidak menyebar ke lingkungan sekitarnya. Limbah padat yang berasal dari proses (cake) hasil keluaran filter di tampung dalam bak, karena jumlahnya kecil dan tidak berbahaya maka cake tersebut di pendam dalam tanah setelah melalui proses pengepresan.



Gambar 4.2 Bagan Unit Pengolahan Limbah padat

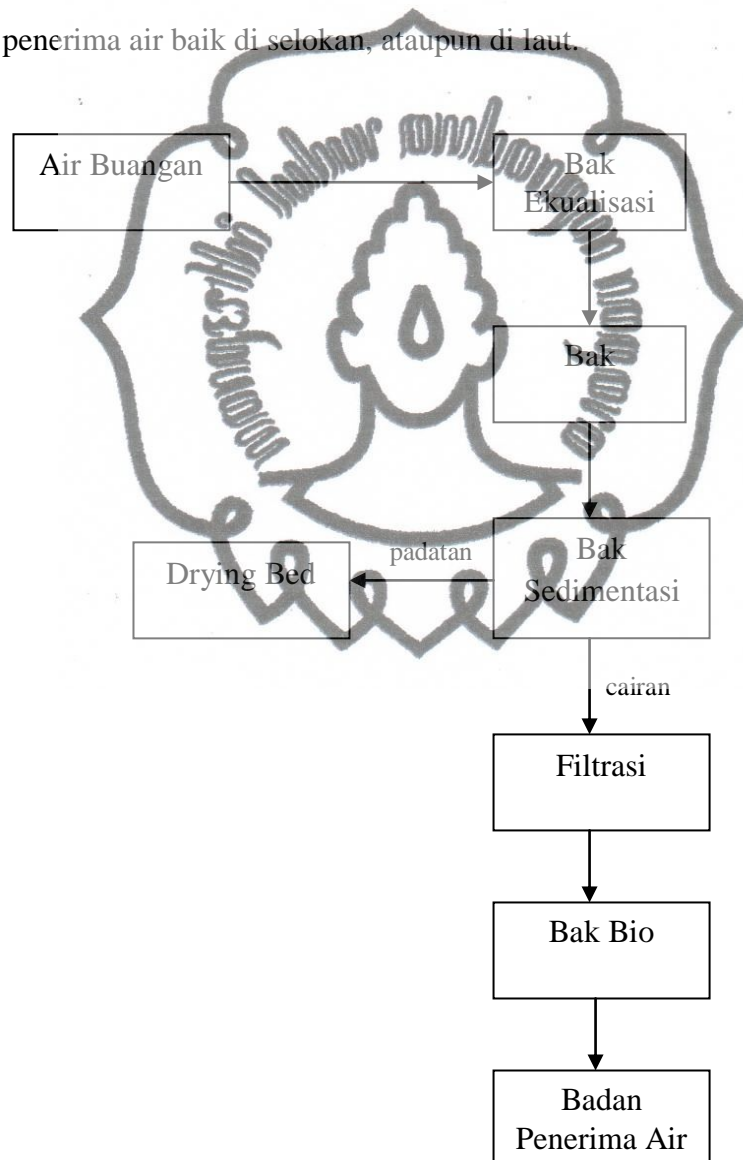
4.3.1. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

Instalasi pengolahan air limbah adalah suatu instalasi untuk mengolah limbah cair baik yang berasal dari limbah domestik maupun limbah proses. Limbah dari berbagai sumber sebelum masuk ke IPAL dilewatkan melalui bak ekualisasi untuk menyamakan beban dalam pengolahan dengan jalan melakukan pengadukan pada limbah sehingga menjadi homogen, dari bak ekualisasi limbah masuk ke bak netralisasi untuk menetralkan pH, karena pH yang netral selain tidak mengganggu lingkungan juga dapat berguna untuk mempermudah proses pengendapan pada bak sedimentasi, penetralan pH dilakukan dengan jalan penambahan NaOH/H₂SO₄, setelah netral limbah dialirkan ke bak sedimentasi untuk mengendapkan kandungan solid yang terdapat di dalamnya dengan bantuan koagulan, dari bak sedimentasi selanjutnya dilakukan penyaringan dengan menggunakan media penyaring berbutir seperti kerikil, pasir, dan juga ditambahkan karbon aktif untuk menghilangkan bau. Limbah setelah melalui

commit to user



proses filtrasi dimasukkan ke dalam bak Bio Control yang bertujuan untuk menguji apakah limbah tersebut sudah benar – benar tidak mencemari lingkungan, pengujian dilakukan dengan memasukkan ikan ke dalam bak Bio Control, bila ikan tersebut tetap hidup normal maka proses pengolahan air limbah dapat dikatakan sudah berhasil dan air yang dihasilkan selanjutnya akan dibuang ke badan penerima air baik di selokan, ataupun di laut.



Gambar 4.3 Skema Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

commit to user



BAB V

MANAJEMEN PERUSAHAAN

5.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik amonium klorida yang akan didirikan, direncanakan mempunyai :

Bentuk : Perseroan Terbatas (PT)
Lapangan Usaha : Industri Trisodium Phosphate
Lokasi Perusahaan : Gresik, Jawa Timur

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini didasarkan atas beberapa faktor yaitu :

1. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris.
4. Kelangsungan Perusahaan lebih terjamin, karena tidak berpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.
5. Efisiensi dari manajemen

Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup cakap dan berpengalaman.

commit to user



6. Lapangan usaha lebih luas

Suatu Perseroan Terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usaha.

(Widjaja, 2003)

Ciri-ciri Perseroan Terbatas :

1. Perseroan Terbatas didirikan dengan akta dari notaris dengan berdasarkan Kitab Undang-Undang Hukum Dagang.
2. Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-sahamnya.
3. Pemiliknya adalah para pemegang saham.
4. Perseroan Terbatas dipimpin oleh suatu Direksi yang terdiri dari para pemegang saham.

Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada Direksi dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

5.2 Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan salah satu faktor penting yang dapat menunjang kelangsungan dan kemajuan perusahaan, karena berhubungan dengan komunikasi yang terjadi dalam perusahaan demi tercapainya kerjasama yang baik antar karyawan. Untuk mendapatkan sistem organisasi yang baik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman, antara lain:

- a) Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
- b) Tujuan organisasi harus dipahami oleh setiap orang dalam organisasi

commut to user



- c) Tujuan organisasi harus diterima oleh setiap orang dalam organisasi
- d) Adanya kesatuan arah (*unity of direction*)
- e) Adanya kesatuan perintah (*unity of command*)
- f) Adanya keseimbangan antara wewenang dan tanggung jawab
- g) Adanya pembagian tugas (*distribution of work*)
- h) Adanya koordinasi
- i) Struktur organisasi disusun sederhana
- j) Pola dasar organisasi harus relatif permanen
- k) Adanya jaminan jabatan (*unity of tenure*)
- l) Balas jasa yang diberikan kepada setiap orang harus setimpal dengan jasanya
- m) Penempatan orang harus sesuai keahliannya

(Zamani, 1998)

Dengan berpedoman pada azas tersebut maka diperoleh struktur organisasi yang baik yaitu *Sistim Line and Staff*. Pada sistem ini garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Untuk kelancaran produksi, perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh staf ahli kepada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan.



Ada 2 kelompok orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf ini, yaitu:

1. Sebagai garis atau lini yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staf yaitu orang-orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya dalam hal ini berfungsi untuk memberi saran-saran kepada unit operasional.

(Zamani, 1998)

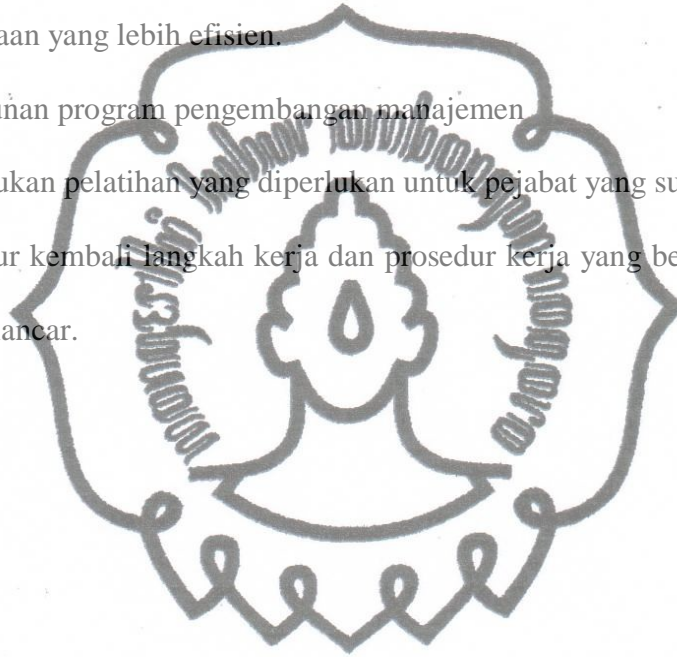
Dewan Komisaris mewakili para pemegang saham (pemilik perusahaan) dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya. Tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Produksi dan Direktur Keuangan-Umum. Direktur Produksi membawahi bidang produksi dan teknik, sedangkan direktur keuangan dan umum membawahi bidang pemasaran, keuangan, dan bagian umum. Kedua direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang akan bertanggung jawab atas bagian dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh seorang kepala regu dimana setiap kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas masing - masing seksi. (Widjaja, 2003)

commit to user



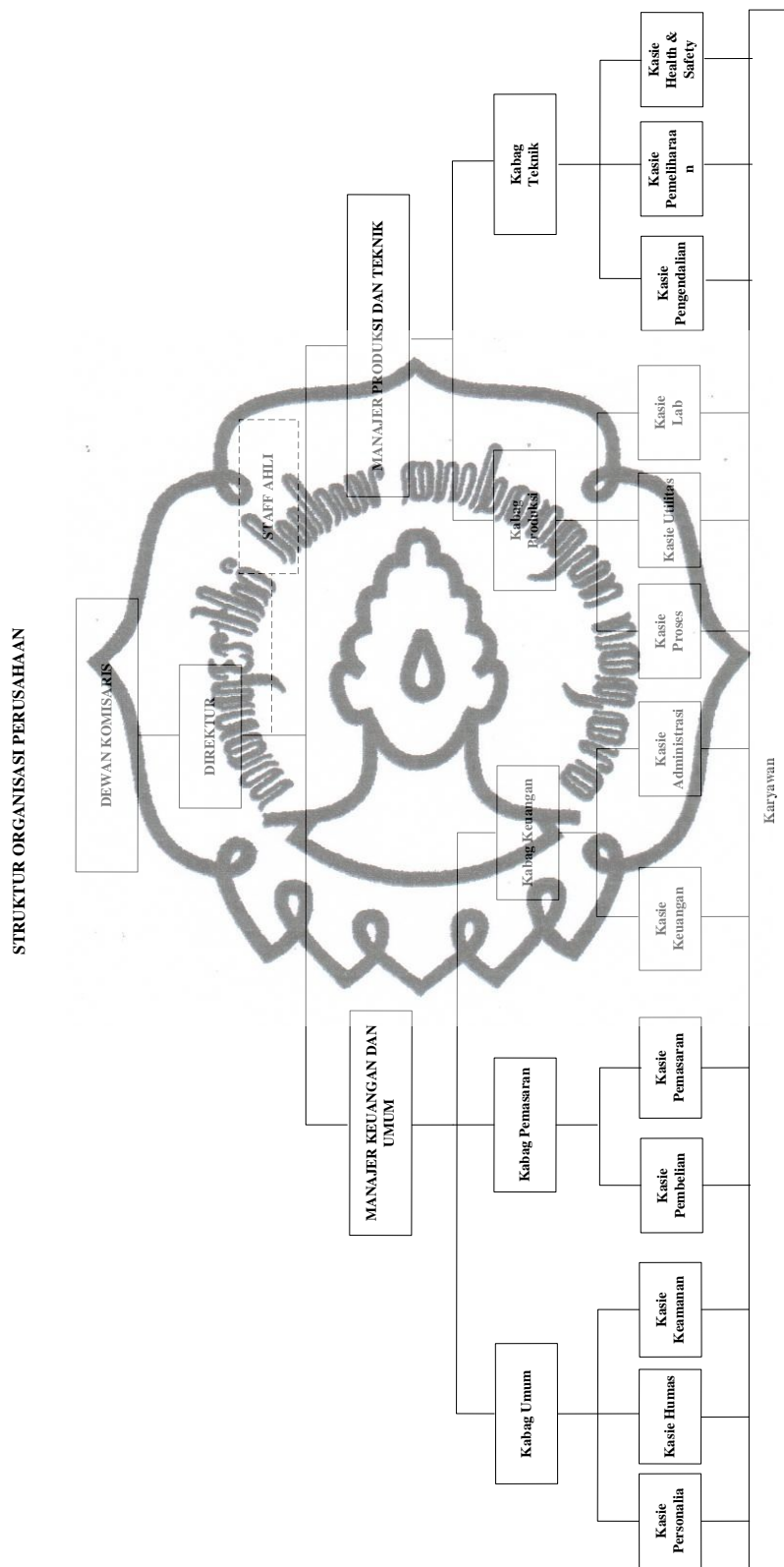
Manfaat adanya struktur organisasi adalah sebagai berikut :

- a. Menjelaskan, membagi, dan membatasi pelaksanaan tugas dan tanggung jawab setiap orang yang terlibat di dalamnya
- b. Penempatan tenaga kerja yang tepat
- c. Pengawasan, evaluasi dan pengembangan perusahaan serta manajemen perusahaan yang lebih efisien.
- d. Penyusunan program pengembangan manajemen
- e. Menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada
- f. Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.





**Prarancangan Pabrik Trisodium Phosphate
Dengan Proses Netralisasi Asam Phosphate
Kapasitas 50.000 ton/tahun**



Gambar 5.1. Bagan Struktur Organisasi

commit to user



5.1 Tugas dan Wewenang

5.3.1 Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk PT (Perseroan Terbatas) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS).

Pada RUPS tersebut, para 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.

(Widjaja, 2003)

5.3.2 Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab kepada pemilik saham.

Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber - sumber dana dan pengarahannya
2. Mengawasi tugas - tugas direksi
3. Membantu direksi dalam tugas - tugas penting

(Widjaja, 2003)



5.3.3 Dewan Direksi

Direksi Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab kepada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur utama membawahi direktur produksi dan direktur keuangan-umum.

Tugas direktur umum antara lain :

1. Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggung jawabkan 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).

Tugas dari direktur produksi antara lain :

1. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang produksi, teknik, dan rekayasa produksi.
2. Mengkoordinir, mengatur, serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

Tugas dari direktur keuangan antara lain:

commit to user



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

(Djoko, 2003)

5.3.4 Staf Ahli

Staf ahli terdiri dari tenaga - tenaga ahli yang bertugas membantu direktur dalam menjalankan tugasnya, baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf ahli bertanggung jawab kepada direktur utama sesuai dengan bidang keahlian masing - masing.

Tugas dan wewenang staf ahli meliputi :

1. Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan.
2. Memberi masukan - masukan dalam perencanaan dan pengembangan perusahaan.
3. Memberi saran - saran dalam bidang hukum.

5.3.5 Penelitian dan Pengembangan (Litbang)

Litbang terdiri dari tenaga - tenaga ahli sebagai pembantu direksi dan bertanggung jawab kepada direksi. Litbang membawahi 2 departemen, yaitu Departemen Penelitian dan Departemen Pengembangan

Tugas dan wewenangnya meliputi :

1. Memperbaiki mutu produksi
2. Memperbaiki dan melakukan inovasi terhadap proses produksi
3. Meningkatkan efisiensi perusahaan di berbagai bidang

commit to user



5.3.6 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 bertanggung jawab kepada direktur Utama.

Kepala bagian terdiri dari:

1. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi serta mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala bagian produksi membawahi seksi proses, seksi pengendalian, dan seksi laboratorium.

Tugas seksi proses antara lain :

- Mengawasi jalannya proses produksi
- Menjalankan tindakan seperlunya terhadap kejadian-kejadian yang tidak diharapkan sebelum diambil oleh seksi yang berwenang.

Tugas seksi pengendalian :

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

Tugas seksi laboratorium, antara lain:

- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu
- Mengawasi dan menganalisa mutu produksi
- Mengawasi hal - hal yang berhubungan dengan buangan pabrik

commit to user



d. Membuat laporan berkala kepada Kepala Bagian Produksi.

2. Kepala Bagian Teknik

Tugas kepala bagian teknik, antara lain:

a. Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang peralatan dan utilitas

b. Mengkoordinir kepala - kepala seksi yang menjadi bawahannya

Kepala Bagian teknik membawahi seksi pemeliharaan; seksi utilitas, dan seksi keselamatan kerja-penanggulangan kebakaran.

Tugas seksi pemeliharaan, antara lain :

a. Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik

b. Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik

Tugas seksi utilitas, antara lain :

Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, air, *steam*, dan tenaga listrik.

Tugas seksi keselamatan kerja antara lain :

a. Mengatur, menyediakan, dan mengawasi hal - hal yang berhubungan dengan keselamatan kerja

b. Melindungi pabrik dari bahaya kebakaran

3. Kepala Bagian Keuangan

Kepala bagian keuangan ini bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang administrasi dan keuangan dan membawahi 2 seksi, yaitu seksi administrasi dan seksi keuangan.



Tugas seksi administrasi :

Menyelenggarakan pencatatan utang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan, serta masalah perpajakan.

Tugas seksi keuangan antara lain :

- a. Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang, dan membuat ramalan tentang keuangan masa depan
- b. Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan

(Djoko, 2003)

4. Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi, serta membawahi 2 seksi yaitu seksi pembelian dan seksi pemasaran.

Tugas seksi pembelian, antara lain :

- a. Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan dalam kaitannya dengan proses produksi
- b. Mengetahui harga pasar dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

Tugas seksi pemasaran :

- a. Merencanakan strategi penjualan hasil produksi
- b. Mengatur distribusi hasil produksi

5. Kepala Bagian Umum

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat, dan keamanan serta mengkoordinir kepala-kepala seksi

commit to user



yang menjadi bawahannya. Kepala bagian imim membawahi seksi personalia, seksi humas, dan seksi keamanan.

Seksi personalia bertugas :

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

Seksi humas bertugas :

Mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

Seksi Keamanan bertugas :

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

5.3.7 Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses



produksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab kepada kepala bagian masing - masing sesuai dengan seksinya.

5.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik *Trisodium Phosphate* direncanakan beroperasi 330 hari dalam satu tahun dan proses produksi berlangsung 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perawatan, perbaikan, dan *shutdown*. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan yaitu karyawan non *shift* dan *shift*

1. Karyawan non-shift

Karyawan non-shift adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Termasuk karyawan non-shift yaitu direksi, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi, serta bawahan yang berada di kantor. Karyawan non-shift dalam satu minggu akan bekerja selama 6 hari dengan pembagian jam kerja sebagai berikut :

Jam kerja :

- Hari Senin – Jumat : jam 07.00 - 16.00

Jam istirahat:

- Hari Senin – Kamis : jam 12.00 – 13.00

- Hari Jumat : jam 11.30 – 13.30

2. Karyawan shift

Karyawan shift adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai

commit to user



hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Karyawan shift antara lain karyawan unit proses, utilitas, laboratorium, sebagian dari bagian teknis, bagian gudang, dan bagian-bagian yang harus selalu siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik. Para karyawan shift akan bekerja bergantian sehari semalam, dengan pengaturan sebagai berikut:

Karyawan produksi dan teknik :

- Shift pagi : jam 08.00 – 16.00
- Shift siang : jam 16.00 – 24.00
- Shift malam : jam 24.00 – 08.00

Karyawan keamanan :

- Shift pagi : jam 06.00 – 14.00
- Shift siang : jam 14.00 – 22.00
- Shift malam : jam 22.00 – 06.00

Untuk karyawan shift dibagi dalam 4 regu (A, B, C dan D) dimana 3 regu bekerja, 1 regu istirahat, dan dikenakan secara bergantian. Tiap regu akan mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur tiap-tiap *shift* dan masuk lagi untuk *shift* berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, maka regu yang bertugas tetap masuk. Jadwal kerja masing-masing regu dapat dilihat pada tabel 5.1.



Prarancangan Pabrik Trisodium Phosphate
Dengan Proses Netralisasi Asam Phosphate
Kapasitas 50.000 ton/tahun

Tabel 5.1. Jadwal kerja masing-masing regu

Regu/Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P
B	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
C	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S
D	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M

Regu/Hari	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M
B	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P
C	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
D	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S

(PT. Krakatau Steel, Cilegon)

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan para karyawannya dan akan secara langsung mempengaruhi kelangsungan dan kemajuan perusahaan. Untuk itu kepada seluruh karyawan perusahaan dikenakan absensi. Disamping itu masalah absensi digunakan oleh pimpinan perusahaan sebagai salah satu dasar dalam mengembangkan karier para karyawan di dalam perusahaan. (Djoko, 2003)

5.5 Status Karyawan dan Sistem Upah

Pada pabrik ini sistem upah karyawan berbeda - beda tergantung pada status, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian. Menurut status karyawan dapat dibagi menjadi tiga golongan karyawan tetap, harian dan borongan.



5.5.1 Karyawan Tetap

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian, dan masa kerjanya.

5.5.2 Karyawan Harian

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

5.5.3 Karyawan Borongan

Yaitu karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

5.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji

5.6.1. Penggolongan Jabatan

1. Direktur Utama : Sarjana Ekonomi/Teknik/Hukum
2. Direktur Produksi : Sarjana Teknik Kimia
3. Direktur Keuangan dan Umum : Sarjana Ekonomi
4. Kepala Bagian Produksi : Sarjana Teknik Kimia
5. Kepala Bagian Teknik : Sarjana Teknik Mesin
6. Kepala Bagian Pemasaran : Sarjana Teknik Kimia/Ekonomi
7. Kepala Bagian Keuangan : Sarjana Ekonomi
8. Kepala Bagian Umum : Sarjana Sosial
9. Kepala Seksi : Ahli Madya
10. Operator : STM/SLTA/SMU

commit to user



- | | |
|----------------|----------------------|
| 11. Sekretaris | : Akademi Sekretaris |
| 12. Dokter | : Sarjana Kedokteran |
| 13. Perawat | : Akademi Perawat |
| 14. Lain-lain | : SD/SMP/Sederajat |

5.6.2. Jumlah Karyawan dan Gaji

Jumlah karyawan harus ditentukan secara tepat sehingga semua pekerjaan yang ada dapat diselesaikan dengan baik dan efisien.

Perincian jumlah karyawan proses disajikan pada tabel 5.2

Tabel 5.2 Perincian Jumlah Karyawan Proses

No	Nama alat	Jumlah orang/ unit / shift	Jumlah alat	Jumlah karyawan / shift
1.	Tangki	0,3**	3	0,9
2.	Mixer	0,3*	2	0,6
3.	HE	0,1*	4	0,4
4.	Pompa	0,25**	8	2
5.	Reaktor	1**	2	2
6.	Filter	0,25**	1	0,25
7.	Evaporator	0,25**	1	0,25
8.	Kristaliser	0,25*	1	0,25
9.	Centrifuge	0,5**	1	0,5
10.	Dryer	0,5**	1	0,5
11.	Screen	0,05*	1	0,05
12.	Conveyor	0,2*	5	1
Penunjang Proses :				
1.	Pengendalian Proses	2		2
2.	Laboratorium	2		2
3.	Pemeliharaan Mesin	2		2
Jumlah Karyawan Proses Tiap Shift				12,22 ≈ 13

(*Ulrich, A guide to Chemical Engineering Process Design and Economic)

(** Aries D. Newton, Chemical Engineering Cost Estimation)

commit to user



Jumlah karyawan proses = jumlah regu x jumlah karyawan tiap shift

$$= 4 \times 13$$

$$= 52 \text{ orang}$$

5.6.1.1 Jumlah Karyawan Utilitas

Perincian jumlah karyawan utilitas disajikan pada tabel 5.3.

Tabel 5.3 Perincian Jumlah Karyawan Utilitas

No	Nama Unit	Jumlah alat	orang /alat/shift	orang/shift
1.	Penyediaan Air			
	• Air umpan Boiler	1	1	1
	• Air Proses	1	1	1
	• Air Pendingin	1	1	1
	• Air Sanitasi	1	0,5	0,5
2.	Penyediaan Listrik	1	2	2
3.	Penyediaan Udara Tekan	2	1	2
4.	Pengolahan Limbah	1	1	1
5.	Penyediaan Steam	1	1	1
6.	Penyediaan Bahan Bakar	1	1	1
Jumlah Karyawan Proses Tiap Shift				10,5≈11

(Ulrich, A guide to Chemical Engineering Process Design and Economic)

Jumlah karyawan utilitas = jumlah regu x jumlah karyawan tiap shift

$$= 4 \times 11$$

$$= 44 \text{ orang}$$

5.6.1.2 Jumlah Karyawan Total

Perincian total jumlah karyawan disajikan pada tabel 5.4.

commit to user



Tabel 5.4 Perincian Jumlah Karyawan Total

Jabatan	Jumlah (Orang)
Direktur	1
Manajer Produksi dan Teknik	1
Manajer Keuangan dan Umum	1
Staff Ahli	2
Sekretaris	1
Kepala Bagian Produksi	1
Kepala Bagian Teknik	1
Kepala Bagian Pemasaran	1
Kepala Bagian Keuangan	1
Kepala Bagian Umum	1
Kepala Seksi Proses	1
Kepala Seksi Utilitas	1
Kepala Seksi Laboratorium	1
Kepala Seksi Pemeliharaan	1
Kepala Seksi Pengendalian Proses	1
Kepala Seksi Health & Safety	1
Kepala Seksi Pembelian	1
Kepala Seksi Pemasaran	1
Kepala Seksi Keuangan	1
Kepala Seksi Administrasi	1
Kepala Seksi Personalia	1
Kepala Seksi Humas	1
Kepala Seksi Keamanan	1
Staf Seksi Laboratorium (non shift)	3
Staf Seksi Pemeliharaan (non shift)	3
Staf Seksi Pengendalian Proses (non shift)	3
Staf Seksi Health & Safety	4
Staf Seksi Pembelian	2
Staf Seksi Pemasaran	2
Staf Seksi Keuangan	2
Staf Seksi Administrasi	2
Staf Seksi Personalia	3
Staf Seksi Humas	2
Staf Seksi Keamanan	2
Staf Seksi Proses (shift)	52
Staf Seksi Utilitas (shift)	44
Medis	1
Paramedis (shift)	4
Satpam	8
Sopir	4
Cleaning Service	5
Jumlah	170

commit to user



5.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain:

1. Tunjangan

- Tunjangan berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan
- Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang karyawan
- Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja

2. Cuti

Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun. Cuti sakit diberikan pada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan Dokter.

3. Pakaian Kerja

Pakaian kerja diberikan pada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya

4. Pengobatan

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



5. Asuransi Tenaga Kerja

Asuransi tenaga kerja diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawan lebih dari 10 orang atau dengan gaji karyawan lebih besar dari Rp. 1.000.000,00 per bulan.

Penggolongan gaji karyawan disajikan dalam tabel 5.5.



commit to user



Tabel 5.5 Perincian Jumlah Gaji Karyawan

Jabatan	Gaji (Rp)
Direktur	20.000.000,00
Manajer	12.000.000,00
Staff Ahli	10.000.000,00
Kepala Bagian :	
<input checked="" type="checkbox"/> Produksi	7.000.000,00
<input checked="" type="checkbox"/> Teknik	7.000.000,00
<input checked="" type="checkbox"/> Keuangan	7.000.000,00
<input checked="" type="checkbox"/> Pemasaran	7.000.000,00
<input checked="" type="checkbox"/> Umum	7.000.000,00
Kepala Seksi :	
<input checked="" type="checkbox"/> Proses	5.000.000,00
<input checked="" type="checkbox"/> Utilitas	5.000.000,00
<input checked="" type="checkbox"/> Laboratorium	5.000.000,00
<input checked="" type="checkbox"/> Pengendalian Proses	5.000.000,00
<input checked="" type="checkbox"/> Pemeliharaan	5.000.000,00
<input checked="" type="checkbox"/> Health & Safety	5.000.000,00
<input checked="" type="checkbox"/> Pembelian	4.500.000,00
<input checked="" type="checkbox"/> Pemasaran	4.500.000,00
<input checked="" type="checkbox"/> Keuangan	4.500.000,00
<input checked="" type="checkbox"/> Administrasi	4.500.000,00
<input checked="" type="checkbox"/> Personalia	4.500.000,00
<input checked="" type="checkbox"/> Humas	4.500.000,00
<input checked="" type="checkbox"/> Keamanan	4.500.000,00
Sekretaris	2.750.000,00
Kepala Regu Proses	3.000.000,00
Staf Seksi :	
<input checked="" type="checkbox"/> Laboratorium (non shift)	2.500.000,00
<input checked="" type="checkbox"/> Pemeliharaan (non shift)	2.500.000,00
<input checked="" type="checkbox"/> Pengendalian Proses (non shift)	2.500.000,00
<input checked="" type="checkbox"/> Health & Safety	2.500.000,00
<input checked="" type="checkbox"/> Pembelian	2.250.000,00
<input checked="" type="checkbox"/> Pemasaran	2.250.000,00
<input checked="" type="checkbox"/> Keuangan	2.250.000,00
<input checked="" type="checkbox"/> Administrasi	2.250.000,00
<input checked="" type="checkbox"/> Personalia	2.250.000,00
<input checked="" type="checkbox"/> Humas	2.250.000,00
<input checked="" type="checkbox"/> Keamanan	2.250.000,00
Karyawan / Staf Proses Shift (shift)	2.500.000,00
Karyawan / Staf Utilitas (shift)	2.500.000,00
Medis	4.500.000,00
Paramedis	2.250.000,00
Satpam	1.000.000,00
Sopir	1.000.000,00
Cleaning Service	800.000,00

commit to user



5.8 Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Pabrik *Trisodium Phosphate* ini mengambil kebijaksanaan dalam aspek perencanaan, pelaksanaan, pengawasan, dan pemeliharaan keselamatan instalasi peralatan serta karyawan di bawah unit inspeksi proses dan keselamatan lingkungan. Manajemen perusahaan sangat mendukung dan ikut berpartisipasi dalam program pencegahan kerugian baik terhadap karyawan, harta benda perusahaan, terjaganya kegiatan operasi serta keamanan masyarakat sekitar yang diakibatkan oleh kegiatan perusahaan.

Pelaksanaan tugas dalam kesehatan dan keselamatan kerja berlandaskan :

1. UU No.1/1970

UU No.1/1970 mengenai keselamatan kerja karyawan yang dikeluarkan oleh Departemen Tenaga Kerja.

2. UU No. 2/1951

UU No. 2/1951 mengenai ganti rugi akibat kecelakaan kerja yang dikeluarkan oleh Departemen Tenaga Kerja.

3. PP No. 4/1982

PP No. 4/1982 mengenai ketentuan - ketentuan pokok pengolahan lingkungan hidup yang dikeluarkan oleh Menteri Negara Kelestarian Lingkungan Hidup.

4. PP No. 29/1986

PP No. 29/1986 mengenai ketentuan AMDAL yang dikeluarkan oleh Menteri Negara Kelestarian Lingkungan Hidup.

commit to user



Kegiatan yang dilakukan dalam rangka kesehatan dan keselamatan kerja antara lain :

1. Seksi Keselamatan Kerja, tugas yang dilaksanakan antara lain :
 - a). Mengawasi keselamatan jalannya operasi proses.
 - b). Bertanggung jawab terhadap alat-alat keselamatan kerja.
 - c). Bertindak sebagai instruktur safety.
 - d). Membuat rencana kerja pencegahan kecelakaan.
2. Seksi Penanggulangan Kebakaran, tugasnya antara lain :
 - a). Membuat prosedur darurat agar penanggulangan kebakaran dan kecelakaan proses berjalan dengan baik.
 - b). Mengelola regu pemadam kebakaran, agar selalu siap bila suatu waktu diperlukan.
3. Seksi Lindungan Lingkungan, tugasnya antara lain :

Mengawasi kuantitas dan kualitas bahan buangan pabrik agar tidak berbahaya bagi lingkungan.

5.9 Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk, jadi dengan mengatur penggunaan faktor-faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan



agar diperoleh kualitas produksi yang sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatnya kegiatan produksi maka selayaknya diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindarkan terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali.

Perencanaan ini sangat erat kaitannya dengan pengendalian, dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikendalikan ke arah yang sesuai.

5.9.1 Perencanaan produksi

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

1. Kemampuan pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemampuan :

- a. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- b. Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik, ada tiga alternatif yang dapat diambil, yaitu:
 - Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.



- Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
- Mencari daerah pemasaran lain.

2. Kemampuan pabrik

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

- Material (bahan baku)

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

- Manusia (tenaga kerja)

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

- Mesin (peralatan)

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



5.9.2 Pengendalian produksi

Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana, serta waktu yang tepat sesuai jadwal. Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut :

1. Pengendalian kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku jelek, kesalahan operasi, dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor/analisa pada bagian laboratorium pemeriksaan.

2. Pengendalian kuantitas

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

3. Pengendalian waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

4. Pengendalian bahan proses

Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan untuk proses harus mencukupi. Oleh karena itu diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.

commit to user



BAB VI

ANALISA EKONOMI

Pada perancangan pabrik *Trisodium Phosphat* dilakukan evaluasi atau penilaian investasi dengan maksud untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang menguntungkan atau tidak. Komponen terpenting dari perancangan ini adalah estimasi harga alat – alat, karena harga ini dipakai sebagai dasar untuk estimasi analisa ekonomi. Analisa ekonomi dipakai untuk mendapatkan perkiraan atau estimasi tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan, dan terjadinya titik impas. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak jika didirikan.

6.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan proses tiap alat tergantung pada kondisi ekonomi yang sedang terjadi. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangat sulit sehingga diperlukan suatu metoda atau cara untuk memperkirakan harga suatu alat dari data peralatan serupa tahun-tahun sebelumnya. Penentuan harga peralatan dilakukan dengan menggunakan data indeks harga. Data index alat disajikan dalam tabel 6.1

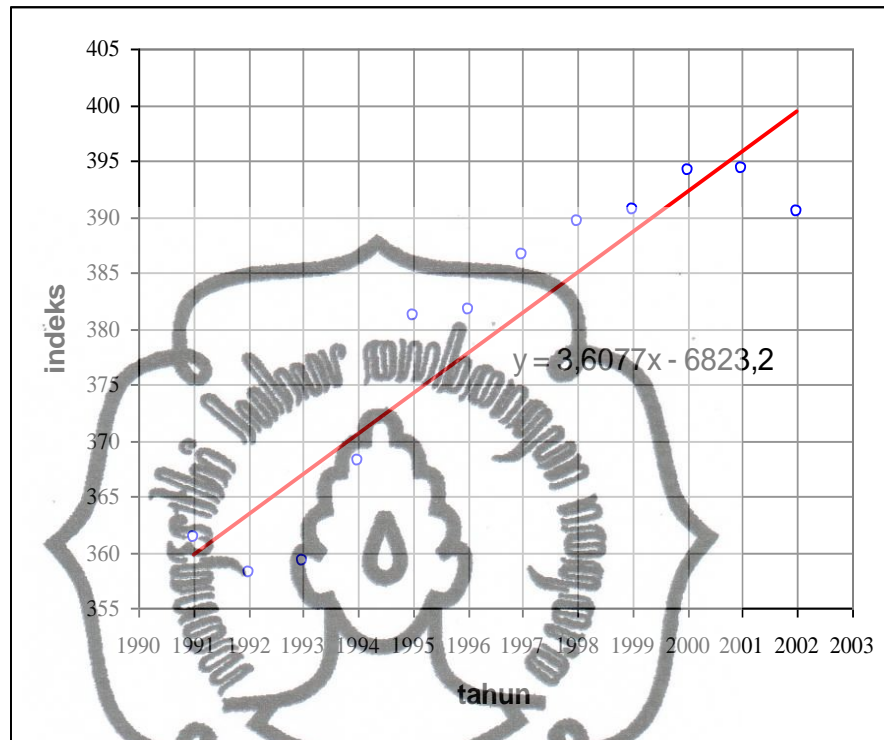


Tabel 6.1 Indeks Harga Alat

<i>Cost Index tahun</i>	<i>Chemical Engineering Plant Index</i>
1991	361,3
1992	358,2
1993	359,2
1994	368,1
1995	381,1
1996	381,7
1997	386,5
1998	389,5
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,3
2002	390,4

(Peters & Timmerhaus, 2003)

commit to user



Gambar 6.1 Chemical Engineering Cost Index

Dengan asumsi kenaikan indeks linear, maka dapat diturunkan persamaan *least square* sehingga didapatkan persamaan berikut:

$$Y = 3.6077 X - 6823.2$$

Dengan Y = Indeks harga

X = Tahun pembelian

Dari persamaan tersebut diperoleh harga indeks di tahun 2016 adalah 449,9492.

Harga alat diperkirakan pada tahun evaluasi (2016) dan dilihat dari grafik pada referensi. Untuk mengestimasi harga alat tersebut pada masa sekarang digunakan persamaan :

commit to user



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

Ex = Harga pembelian pada tahun 2016

Ey = Harga pembelian pada tahun referensi

Nx = Indeks harga pada tahun 2016

Ny = Indeks harga pada tahun referensi

(Peters & Timmerhaus, 2003)

6.2 Dasar Perhitungan

1. Kapasitas produksi

Kapasitas produksi = 50.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Pemesanan alat = tahun 2015

Pabrik dibangun = tahun 2016

Pabrik beroperasi = tahun 2017

Asumsi kurs dollars = Rp. 10.000,00 / 1 US\$

2. Kebutuhan bahan baku dan produk

Asam Phosphat = 17113863,09 kg/tahun

Natrium Karbonat = 14419027,08 kg/tahun

Natrium Hidroksida = 5155181,483 kg/tahun

Trisodium Phosphate = 70000000 kg/tahun

Harga Asam Phosphat = US \$ 5,24 /kg

Harga Natrium Karbonat = US \$ 1,323 /kg



Harga Natrium Hidroksida = US \$ 0,62 /kg

Harga Trisodium Phosphate = US \$ 6,78 / kg

(www.chemistrystore.com)

6.3 Penentuan *Total Capital Investment* (TCI)

Asumsi-asumsi dan ketentuan yang digunakan dalam analisa ekonomi :

1. Pengoperasian pabrik dimulai tahun 2017. Proses yang dijalankan adalah proses kontinyu
2. Kapasitas produksi adalah 50.000 ton/tahun
3. Jumlah hari kerja adalah 330 hari per tahun
4. *Shut down* pabrik dilaksanakan selama 35 hari dalam satu tahun untuk perbaikan alat-alat pabrik
5. Modal kerja yang diperhitungkan selama 1 bulan
6. Umur alat - alat pabrik diperkirakan 10 tahun.
7. Nilai rongsokan (*Salvage Value*) adalah nol
8. Situasi pasar, biaya dan lain - lain diperkirakan stabil selama pabrik beroperasi
9. Upah buruh asing US \$ 40 per *manhour*
10. Upah buruh lokal Rp. 5000,00 per *manhour*
11. Satu *manhour* asing = 3 *manhour* Indonesia
12. Kurs rupiah yang dipakai Rp. 10.000,00

commit to user



6.4 Hasil Perhitungan

6.4.1 Fixed Capital Investment (FCI)

Tabel 6.2 Harga Pembelian Alat

NO.	ALAT	DIMENSI	HARGA	Nx/Ny	HARGA
			2002		2016
1	Tangki Penyimpan Asam Phosphat	3267,62	210000	1,152533811	241493,98
2	Tangki Penyimpan Natrium Hidroksida	1890,55	110000	1,152533811	126496,84
3	Tangki Penyimpan Trisodium Phosphat	2614,10	150000	1,152533811	172495,70
4	Mixer Pengenceran Asam Phosphat	0,29	5000	1,152533811	5749,86
5	Mixer Pelarutan Natrium karbonat	0,98	9900	1,152533811	11384,72
6	Reaktor	10,50	15000	1,152533811	17249,57
7	Reaktor	41,7541896	27000	1,152533811	31049,23
8	Filter	28306,1511	19700	1,152533811	22654,43
9	Evaporator	9381,33366	2000000	1,152533811	2299942,62
10	Kristaliser	5,997	136800	1,152533811	157316,08
11	Centrifuge	0,0466	81100	1,152533811	93262,67
12	Rotary Dryer	1,385	5000	1,152533811	5749,86
13	Silo	0,0000	30000	1,152533811	34499,14
14	Heat Exchanger 01	630	6300	1,152533811	7244,82
15	Heat Exchanger 02	630	6301	1,152533811	7245,97
16	Heat Exchanger 03	630	6302	1,152533811	7247,12
17	Heat Exchanger 04	630	6303	1,152533811	7248,27
18	Pompa 01	9,31E-01	900	1,152533811	1034,97
19	Pompa 02	3,91E+00	1095	1,152533811	1259,22
20	Pompa 03	1,30E+00	1000	1,152533811	1149,97
21	Pompa 04	3,15E+00	1070	1,152533811	1230,47
22	Pompa 05	4,39E+00	1100	1,152533811	1264,97
23	Pompa 06	3,79E+00	1080	1,152533811	1241,97
24	Pompa 07	1,33E+00	1020	1,152533811	1172,97
25	Pompa 08	1,96E+00	1035	1,152533811	1190,22
26	Screen	7,00E+00	1300	1,152533811	1494,96
27	Screw Conveyor	0,00627411	7100	1,152533811	8164,80
28	Bucket Elevator	21,34	11000	1,152533811	12649,68
29	Belt Conveyor	1,83E+00	6000	1,152533811	6899,83
TOTAL : (PEC) :			2858406		3.287.085

commit to user



Tabel 6.3 *Fixed Capital Investment*

No	Jenis	US \$
1.	Harga pembelian peralatan	3.287.085,0000
2.	Instalasi alat-alat	788.900,3752
3.	Pemipaan	2.066.754,629
4.	Instrumntasi	1.168.558,681
5.	Isolasi	160.245,3887
6.	Listrik	390.341,3315
7.	Bangunan	1.314.833,959
8.	Tanah & Perbaikan lahan	250.675.978,40
9.	Utilitas	3.469.928,994
Physical Plant Cost		264.662.113,8
10.	<i>Engineering & Construction</i>	66165528,44
Direct Plant Cost		330.827.642,2
11.	<i>Contractor's fee</i>	33082764,22
12.	<i>Contingency</i>	82706910,55
Fixed Capital Investment (FCI)		446.617.316,96

commit to user



6.4.2 Working Capital Investment (WCI)

Tabel 6.4 *Working Capital Investment*

No.	Jenis	US \$
1.	Persediaan bahan baku	10775113,19
2.	Persediaan bahan dalam proses	6467738,014
3.	Persediaan Produk	25870952,06
4.	<i>Extended Credit</i>	39550000
5.	<i>Available Cash</i>	25870952,06
Working Capital Investment (WCI)		108.534.755,32

6.4.3 Total Capital Investment (TCI)

$$TCI = FCI + WCI = \text{US \$ } 555.152.072,27$$

commit to user



6.4.4 Direct Manufacturing Cost (DMC)

Tabel 6.5 *Direct Manufacturing Cost*

No.	Jenis	US \$
1.	Harga Bahan Baku	153.808.247
2.	Gaji Pegawai	509400
3.	Supervisi	412800
4.	Maintenance	31263212,19
5.	Plant Supplies	4689481,828
6.	Royalty & Patent	9492000
7.	Utilitas	42010872,25
Direct Manufacturing Cost		242.186.013,46

6.4.5 Indirect Manufacturing Cost (IMC)

Tabel 6.6 *Indirect Manufacturing Cost*

No.	Jenis	US \$
1.	Payroll Overhead	101880
2.	Laboratory	101880
3.	Plant Overhead	509400
4.	Packaging	9492000
Indirect Manufacturing Cost		10.205.160,00

commit to user



6.4.6 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

Tabel 6.7 *Fixed Manufacturing Cost*

No.	Jenis	US \$
1.	Depresiasi	44661731,7
2.	Property Tax	8932346,339
3.	Asuransi	4466173,17
Fixed Manufacturing Cost		58.060.251,20

6.4.7 Total Manufacturing Cost (TMC)

Tabel 6.8 *Manufacturing Cost*

No	MC	Biaya (Rp)
1.	Direct Manufacturing Cost	2,42186E+12
2.	Indirect Manufacturing Cost	1,02052E+11
3.	Fixed Manufacturing Cost	5,80603E+11
Total MC (Rp)		3,10451E+12
Total MC (US\$)		310.451.424,66

commit to user



6.4.8 General Expense (GE)

Tabel 6.9 *General Expense*

No.	Jenis	US \$
1.	Administrasi	364.900
2.	<i>Sales</i>	28.476.000
3.	<i>Research</i>	4.746.000
4.	<i>Finance</i>	19305539,57
General Expense (GE)		52.892.439,57

6.4.9 Total Production Cost (TPC)

$$\text{TPC} = \text{TMC} + \text{GE} = \text{US \$ } 363.343.864,23$$

6.4.10 Perhitungan Keuntungan Produksi

Hasil penjualan total = US\$ 474600000

Keuntungan = Penjualan Produk – Biaya Produksi

$$= \text{US\$ } 474600000 - \text{US \$ } 363.343.864,23$$

$$= \text{US\$ } 111256135,8$$

Pajak = 15 % dari keuntungan

(Dirjen Pajak, 2010)

$$= \text{US\$ } 16688420,36$$

Keuntungan sebelum pajak = US\$ 111.256.135,77

Keuntungan setelah pajak = US\$ 94.567.715,40

commit to user



$$\begin{aligned}\text{Profit on Sales} &= \frac{\text{Profit}}{\text{Harga jual produk}} \times 100\% \\ &= 19,92 \%\end{aligned}$$

6.5 Analisa Kelayakan

6.5.1 Percent Return On Investment (% ROI)

Yaitu rasio keuntungan tahunan dengan mengukur kemampuan perusahaan dalam mengembalikan modal investasi.

ROI membandingkan laba rata-rata terhadap *Fixed Capital Investment*.

$$P_{rb} = \frac{P_b r_a}{I_F}$$

$$P_{ra} = \frac{P_a r_a}{I_F}$$

P_{rb} = % ROI sebelum pajak

P_{ra} = % ROI setelah pajak

P_b = Keuntungan sebelum pajak

P_a = Keuntungan setelah pajak

r_a = Annual production rate

I_F = Fixed Capital Investment

(Aries & Newton, 1955)

Untuk industri dengan resiko rendah, ROI setelah pajak = 11 %

(Aries & Newton, 1955)

ROI sebelum pajak = 24,91 %

ROI setelah pajak = 21,174 %

commit to user



6.5.2 Pay Out Time

Yaitu jumlah tahun yang diperlukan untuk mengembalikan *Fixed Capital Investment* berdasarkan *profit* yang diperoleh.

$$D = \frac{I_F}{P_{bra} + 0,1 I_F}$$

Untuk industri kimia dengan resiko rendah *max acceptable* POT = 5 tahun.

(Aries & Newton, 1955)

POT sebelum pajak = 2,86 tahun

POT setelah pajak = 3,2 tahun

6.5.3 Break Even Point (BEP)

Yaitu titik impas, besarnya kapasitas produksi dapat menutupi biaya keseluruhan, dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan namun tidak menderita kerugian.

$$r_a = \frac{(F_a + 0,3R_a)Z}{S_a - V_a - 0,7R_a}$$

R_a = Annual Production Rate

F_a = Annual fixed expense at max production

R_a = Annual regulated expense at max production

S_a = Annual sales value at max production

V_a = Annual variable expense at max production

Z = Annual max production

(Peter & Timmerhaus, 2003)

commit to user



a. *Fixed Manufacturing Cost (Fa)*

No.	Jenis	US \$
1.	Depresiasi	44661731,7
2.	<i>Property Tax</i>	8932346,339
3.	Asuransi	4466173,17
<i>Fixed Manufacturing Cost</i>		58.060.251,20

Fa = US \$ **58.060.251,20**

b. *Variable Cost (Va)*

Raw material = US \$ 153.808.247

Packaging + transport = US \$ 9.492.000

Utilitas = US \$ 42.010.872

Royalti = US \$ 9.492.000 +

Va = US \$ **214.803.119,44**

commit to user



c. *Regulated Cost (Ra)*

<i>Labor</i>	=	US \$	509.400
<i>Supervisi</i>	=	US \$	412.800
<i>Payroll Overhead</i>	=	US \$	101.880
<i>Plant overhead</i>	=	US \$	509.400
<i>Laboratorium</i>	=	US \$	101.880
<i>General Expense</i>	=	US \$	52.892.440
<i>Maintenance</i>	=	US \$	31.263.212
<i>Plant Supplies</i>	=	US \$	4.689.482 +
Ra	=	US \$	90.480.493,5878

d. *Penjualan (Sa)*

Total penjualan produk selama 1 tahun

$$Sa = \text{US \$ } 474.600.000$$

$$\begin{aligned} \text{BEP} &= (Fa + 0,3 Ra) / (Sa - Va - 0,7 Ra) \times 100 \% \\ &= 43,3697278 \% \end{aligned}$$

6.5.4 Shutdown Point (SDP)

Yaitu suatu titik dimana pabrik mengalami kerugian sebesar *Fixed cost* yang menyebabkan pabrik harus tutup.

$$\text{SDP} = \frac{0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \quad (\text{Peters \& Timmerhause, 2003})$$

$$\text{SDP} = 13,81 \%$$

commit to user



6.5.5 Discounted Cash Flow (DCF)

Discounted Cash Flow adalah *interest rate* yang diperoleh ketika seluruh modal yang ada digunakan semuanya untuk proses produksi. DCF dari suatu pabrik dinilai menguntungkan jika melebihi satu setengah kali bunga pinjaman bank.

DCF(i) dapat dihitung dengan metode *Present Value Analysis*.

Present Value Analysis :

$$(FC+WC) = \frac{C}{1+i} + \frac{C}{(1+i)^2} + \frac{C}{(1+i)^3} + \dots + \frac{C}{(1+i)^n} + \frac{WC}{(1+i)^n} + \frac{SV}{(1+i)^n}$$

Future Value Analysis :

$$(FCI + WC) (1+i)^n = Wc + Sv + C \{ (1+i)^{n-1} + (1+i)^{n-2} + \dots + (1+i) + 1 \}$$

dengan *trial solution* diperoleh nilai $i = \%$.

(Peters & Timmerhause, 2003)

Future Value Analysis

$$(FCI + WC) (1+i)^n = Wc + Sv + C \{ (1+i)^{n-1} + (1+i)^{n-2} + \dots + (1+i) + 1 \}$$

dimana :

FC	= US \$	446.617.316,96
WC	= US \$	108.534.755,32
SV = <i>salvage value</i> = nilai barang rongsokan	= US \$	0
Diperkirakan umur pabrik (n)	=	10 tahun
C = laba setelah pajak + besarnya depresiasi	= US \$	139.229.447,10
Dilakukan <i>trial and error</i> diperoleh nilai i	=	0,22578
	=	22,578 %

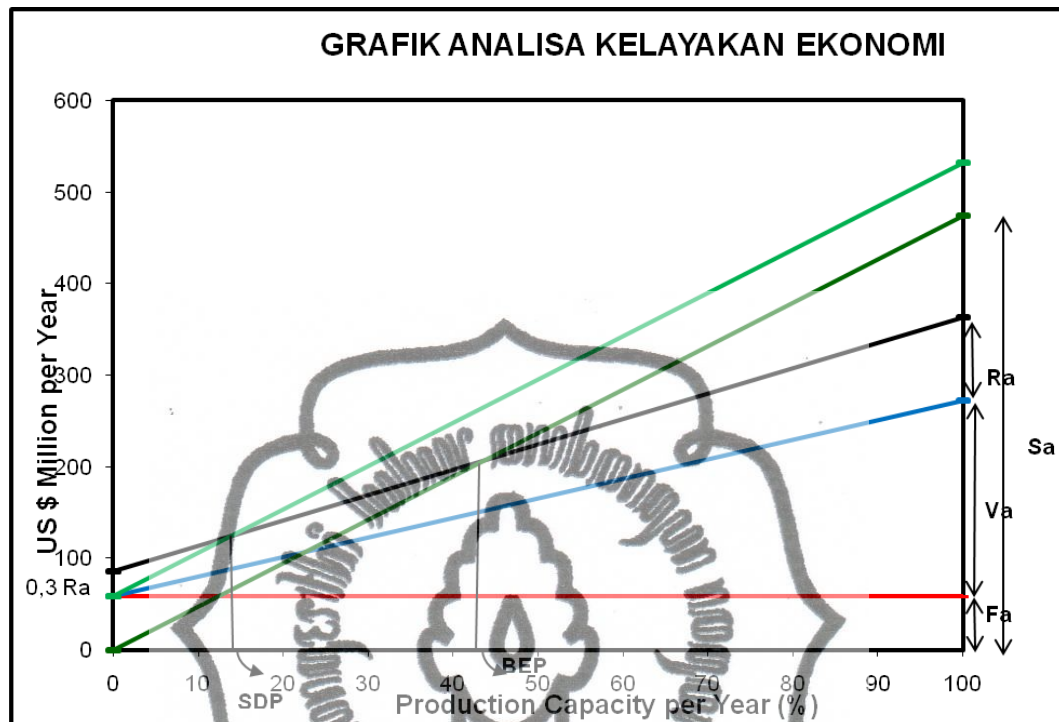
commit to user



Tabel 6.10 Analisis Kelayakan

No.	Keterangan	Perhitungan	Batasan
1.	<i>Percent Return On Investment (%ROI)</i>		
	ROI sebelum pajak	24,91 %	min 11 %
	ROI setelah pajak	21,17 %	(Resiko rendah)
2.	<i>Pay Out Time (POT)</i>		
	POT sebelum pajak	2,864 tahun	max 5 tahun
	POT setelah pajak	3,2078 tahun	(resiko rendah)
3.	<i>Break Even Point (BEP)</i>	43,37 %	40 – 60 %
4.	<i>Shut Down Point (SDP)</i>	13,82 %	
5.	<i>Discounted Cash Flow (DCF)</i>	22,58 %	13 %
			(Bunga Pinjaman Bank di Indonesia)

commit to user



Keterangan gambar :

Fa : *Fixed Expense*

Ra : *Regulated Expense*

Sa : *Sales*

Va : *Variable Expense*

Gambar 6.2 Grafik Analisa Kelayakan

commit to user



6.6 Pembahasan

Dari hasil analisa ekonomi diperoleh nilai BEP berada pada batas minimum yang diijinkan. Jika ditinjau dari harga penafsiran peralatan yang relatif cukup besar, seharusnya nilai BEP akan cenderung berada pada batasan maksimum (60% ke atas). Namun demikian dari perhitungan yang dilakukan, nilai BEP juga dipengaruhi oleh harga jual produk yang besar dari harga bahan baku, sehingga jika selisihnya makin besar maka nilai BEP juga akan semakin rendah. Sebaliknya nilai ROI akan semakin tinggi seiring penurunan nilai BEP.

Jika dilihat dari nilai POT maka pabrik telah sesuai dengan batas toleransi yaitu kurang dari 5 tahun.

6.7 Kesimpulan

Dari analisa ekonomi yang dilakukan dapat dihitung :

1. *Percent Return On Investment (ROI)* setelah pajak sebesar 21,17 %
2. *Pay Out Time (POT)* setelah pajak selama 3,2078 tahun
3. *Break Event Point (BEP)* sebesar 43,37 %
4. *Shut Down Point (SDP)* sebesar 13,82 %
5. *Discounted Cash Flow (DCF)* sebesar 22,58 %

Jadi, Pabrik *Trisodium Phosphate* dengan proses netralisasi Asam Phosphat dengan kapasitas 50.000 ton/tahun layak untuk didirikan.

commit to user