

PRA RENCANA PABRIK

**ASAM FOSFAT (H_3PO_4) DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM
SULFAT (H_2SO_4) DENGAN PROSES BASAH
KAPASITAS PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALATA UTAMA
REAKTOR**

SKRIPSI

ITN

Disusun oleh :

RIZAL FAKHRUSY

0914009



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2015**

MINIAT ANADOMBI ANTI

BERAS MERTAT (BPO) DARI BUKIT BARU KOTA BANGALU

MERANGKAI (BPO) DENGAN TINGKAT BAHAN

BERAS MERTAT (BPO) DENGAN TINGKAT BAHAN
BERAS MERTAT (BPO) DENGAN TINGKAT BAHAN
BERAS MERTAT (BPO) DENGAN TINGKAT BAHAN
BERAS MERTAT (BPO) DENGAN TINGKAT BAHAN
BERAS MERTAT (BPO) DENGAN TINGKAT BAHAN

LEMBAR PERSETUJUAN

**PRA RENCANA PABRIK
ASAM FOSFAT (H_3PO_4) DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM
SULFAT (H_2SO_4) DENGAN PROSES BASAH
KAPASITAS PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALATA UTAMA
REAKTOR**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Syarat Menempuh Wisuda
Sarjana Pada Jenjang Strata Satu (S-1)
Di Institut Teknologi Nasional Malang**

Disusun Oleh :

RIZAL FAKHRUSY

0914009

Malang, 17 Februari 2015

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Jimmy, ST, MT

NIP Y 1039900330

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Ir. Harimbi Setyawati, MT

NIP 196303071992032002

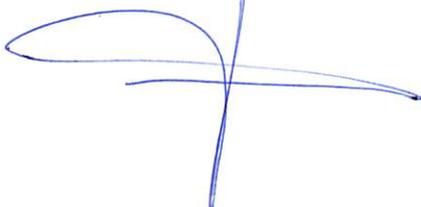
**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Rizal Fakhrusy
Nim : 0914009
Jurusan/program studi : Teknik Kimia/Teknik Kimia (S-1)
Judul Skripsi : PRA RENCANA PABRIK ASAM FOSFAT (H_3PO_4)
DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT
(H_2SO_4) DENGAN PROSES BASAH KAPASITAS
PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN

Dipertahankan dihadapan tim penguji ujian skripsi jenjang strata satu (S-1) pada :

Hari : Jumat
Tanggal : 20 Februari 2015
Nilai : B+

Ketua,



Jimmy, ST., MT
NIP Y 103 9900 330

Sekretaris,



Elvianto Dwi Daryono, ST., MT
NIP P. 103 0000 351

Anggota Penguji,

Penguji Pertama,



Faidliyah Nilna M, ST., MT
NIP P. 103 0400 392

Penguji Kedua,



Elvianto Dwi Daryono, ST., MT
NIP P. 103 0000 351

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : RIZAL FAKHRUSY
NIM : 0914009
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia (S-1)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul :

PRA RENCANA PABRIK

**ASAM FOSFAT (H_3PO_4) DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT
(H_2SO_4) DENGAN PROSES BASAH
KAPASITAS PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN ALATA UTAMA REAKTOR

Adalah skripsi hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikasi serta tidak mengutip atau menyadur sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain yang tidak disebutkan sumber aslinya.

Malang, Februari 2015
Yang membuat pernyataan



Rizal Fakhrusy
0914009

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“PRA RENCANA PABRIK ASAM FOSFAT DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES BASAH. KAPASITAS PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN”**. Skripsi ini diajukan sebagai syarat guna mencapai gelar Sarjana Jenjang Strata 1 (S-1) di Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang. Pada kesempatan ini, penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang
2. Ibu Ir. Harimbi Setyawati, MT, selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, mengarahkan dan memberikan saran dengan penuh kesabaran sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Jimmy, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang
4. Kedua Orang tua kami yang telah memberikan dukungan serta doa kepada kami
6. Bapak/Ibu Dosen, rekan-rekan mahasiswa dan semua pihak yang turut membantu hingga terselesaikannya skripsi ini.

Penyusun menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu penyusun mengharapkan saran dan kritik dari semua pihak guna menyempurnakan skripsi ini

Malang, Februari 2015

Penyusun

ՀԱՅՔԱՆՈՒՄ

Հիմնադրվել է 1917 թվականին

Հիմնադրվել է

1917 թվականին Երևանի քաղաքում Երևանի քաղաքի Կոմունիստական կուլտուրայի կենտրոնի կողմից

Հիմնադրվել է 1917 թվականին Երևանի քաղաքում Երևանի քաղաքի Կոմունիստական կուլտուրայի կենտրոնի կողմից

Երևանի քաղաքի Կոմունիստական կուլտուրայի կենտրոնի կողմից

1) Երևանի քաղաքի Կոմունիստական կուլտուրայի կենտրոնի կողմից 1917 թվականին

2) Երևանի քաղաքի Կոմունիստական կուլտուրայի կենտրոնի կողմից 1917 թվականին

3) Երևանի քաղաքի Կոմունիստական կուլտուրայի կենտրոնի կողմից 1917 թվականին

Երևանի քաղաքի Կոմունիստական կուլտուրայի կենտրոնի կողմից

4) Երևանի քաղաքի Կոմունիստական կուլտուրայի կենտրոնի կողմից 1917 թվականին

5) Երևանի քաղաքի Կոմունիստական կուլտուրայի կենտրոնի կողմից 1917 թվականին

Երևանի քաղաքի Կոմունիստական կուլտուրայի կենտրոնի կողմից

Երևանի քաղաքի Կոմունիստական կուլտուրայի կենտրոնի կողմից 1917 թվականին

ԿՄԿՄ ԿԵՄԾՎԱԿԵՄԻ

INTISARI

Pra Rencana Pabrik Asam Fosfat dari Batuan Fosfat dan Asam Sulfat dengan Proses Basah ini mengambil lokasi pendirian di Kawasan Industri Gresik, Jawa Timur, dengan kriteria sebagai berikut:

- Kapasitas produksi : 50.000 ton/tahun
- Waktu operasi : 330 hari
- Bahan utama : Asam Sulfat (H_2SO_4) dan Batuan Fosfat
- Bahan pembantu : Air (H_2O)
- Utilitas : Air kawasan, Steam, Cooling water, Lisrik, Bahan bakar
- Organisasi Perusahaan:
 - o Bentuk : Perseroan Terbatas
 - o Struktur : *Line and staf*
 - o Karyawan : 275 orang
- Analisa ekonomi:
 - o TCI : Rp 74.021.752.575
 - o ROI_{at} : 23 %
 - o POT_{at} : 3 tahun
 - o BEP : 49,17 %
 - o IRR : 19,8 %

Dari hasil evaluasi ekonomi, Pra Rencana Pabrik Asam Fosfat dari Batuan Fosfat dan Asam Sulfat dengan Proses Basah layak untuk didirikan.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
INTISARI	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	I-1
BA II SELEKSI DAN URAIAN PROSES.....	II-1
BAB III NERACA MASSA.....	III-1
BAB IV NERACA PANAS	IV-1
BAB V SPESIFIKASI ALAT	V-1
BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA	VI-1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA	VII-1
BAB VIII UTILITAS	VIII-1
BAB IX TATA LETAK PABRIK	IX-1
BAB X STRUKTUR DAN ORGANISASI PERUSAHAN	X-1
BAB XI ANALISA EKONOMI	XI-1
BAB XII KESIMPULAN.....	XII-1
DAFTAR PUSTAKA	
APPENDIKS A. PERHITUNGAN NERACA MASSA.....	A-1
APPENDIKS B. PERHITUNGAN NERACA PANAS.....	B-1
APPENDIKS C. PERHITUNGAN SPESIFIKASI PERALATAN.....	C-1
APPENDIKS D. PERHITUNGAN UTILITAS.....	D-1
APPENDIKS E. PERHITUNGAN ANALISIS EKONOMI	E-1

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Data Perkembangan Asam Fosfat	I-2
Tabel 1.2. Analisis Pasar.....	I-3
Tabel 1.3. Persentase Kebutuhan Asam Fosfat	I-3
Tabel 1.4 Kandungan Batuan Fosfat	I-5
Tabel 2.1. Berbagai Aspek Proses Pembuatan Asam Fosfat.....	II-3
Tabel 7.1. Instrumentasi Pabrik Asam Fosfat.....	VII-4
Tabel 7.2. Keselamatan Kerja Karyawan	VII-7
Tabel 9.1. Perincian Luas Pabrik.....	IX-9
Tabel 10.1. Jadwal Kerja Karyawan	X-8
Tabel 10.2. Daftar Jumlah Karyawan	X-10
Tabel 10.3. Daftar Upah (Gaji) Karyawan.....	X-2
Tabel 11.1. Cash Flow untuk NPV Selama 10 tahun.....	XI-11
Tabel 11.2. Cash Flow untuk IRR.....	XI-11

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Peta Lokasi Pabrik Asam Fosfat	I-10
Gambar 2.1.	Diagram Alir Proses Basah.....	II-1
Gambar 2.2.	Diagram Alir Proses Oksidasi Hidrasi.....	II-2
Gambar 2.3.	Diagram Alir Proses Electric Furnace	II-3
Gambar 9.1.	Tata Latak Pabrik Asam Fosfat.....	IX-3
Gambar 9.2.	Tata Latak Alat Pabrik Asam Fosfat.....	IX-6
Gambar 10.1.	Struktur Organisasi Pabrik Asam Fosfat.....	X-3
Gambar 11.1.	Grafik Break Event Point.....	XI-9
Gambar 11.1.	Grafik Kapasitas Pada Keadaan Shut Down Rate	XI-11

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia adalah salah satu negara berkembang yang sedang melaksanakan pembangunan di berbagai sektor. Sektor industri yang menjadi perhatian pemerintah diharapkan mampu menjadi ujung tombak agar pembangunan dapat mencapai sasarnya. Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, industri kimia dari waktu ke waktu mengalami peningkatan. Hal ini dibuktikan dengan semakin meningkatnya kebutuhan dalam negeri akan produk-produk hasil industri kimia.

Asam fosfat (H_3PO_4) adalah asam mineral yang sangat penting dan merupakan bahan kimia yang paling luas digunakan di dalam industri-industri kimia terutama industri pupuk. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Brandt pada tahun 1669, dapat diketahui bahwa komposisi kimia dalam asam fosfat adalah fosforus. Sedangkan pada tahun 1694, Boyle telah membuat asam fosfat dengan menghilangkan kandungan air dari oksidasi. Pada awal abad 19 manfaat fosfat sebagai pupuk baru diketahui.

H_3PO_4 merupakan asam yang memiliki manfaat paling besar diantara asam-asam organik yang telah dipasarkan di USA dan urutan terbesar kedua yang telah diproduksikan setelah H_2SO_4 . Dengan besarnya tingkat konsumsi dan pentingnya peranan asam fosfat, maka kita dapat mendirikan pabrik Asam fosfat untuk memenuhi kebutuhan didalam negeri serta menambah devisa negara dengan mengekspor untuk memenuhi kebutuhan Asam fosfat untuk industri diluar negeri dan ikut untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi di Indonesia.

1.2. Perkembangan Industri Asam fosfat

Kebutuhan asam Fosfat semakin meningkat di Indonesia, permintaan Asam Fosfat masih mengimpor dari negara- negara lain. Produksi Asam Fosfat dalam negeri masih belum mampu untuk mencukupi kebutuhan Asam Fosfat sehingga masih bergantung pada, seperti yordania, belgia, cina dan selandia baru.

Tabel 1.1. Data Perkembangan Kebutuhan Asam Fosfat di Indonesia

Tahun	Import (Kg)
2009	3.657.493
2010	5.293.877
2011	7.088.560
2012	7.883.530
2013	8.961.367

Sumber: Biro Pusat Statistik (BPS) Surabaya

1.3. Kegunaan Asam Fosfat

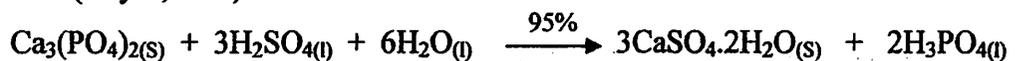
Kegunaan Asam Fosfat. diantaranya :

1. Industri pupuk.
2. Penggumpal getah karet lateks.
3. Sebagai katalis pada pabrik etanol.
4. Sebagai mantel pelindung pada logam.
5. Sebagai bahan pembuatan zat pewarna dalam industri gelas dan tekstil.
6. Pemurnian hidrogen peroksida.

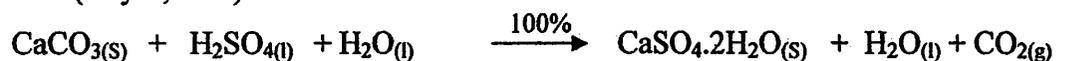
1.4. Analis Pasar

Pemasar produk Asam Fosfat untuk memenuhi kebutuhan industri pupuk dalam negeri tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Jika kebutuhan dalam negeri sudah terpenuhi maka pemasaran akan diarahkan ke wilayah Asia, dibawah ini analisa pasar untuk mengetahui potensi produk terhadap pasar berdasarkan reaksi berikut;

Reaksi 1 (Keyes,1965) :



Reaksi 2 (Keyes,1965) :



Tabel. 1.2. Tabel Analisis Pasar

No	Senyawa	Berat Molekul	Harga (\$)/Ton
1	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	310	100
2	H_2SO_4	98	200
3	CaCO_3	100	40
4	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	172	100
5	H_3PO_4	98	800

$$\begin{aligned}
 EP_1 &= \text{Produk} - \text{Reaktan} \\
 &= [(3 \times 172 \times 100) + (2 \times 98 \times 800)] \times 0,95 - [(310 \times 100) + \\
 &\quad (3 \times 98 \times 200)] \\
 &= \$ 108,180/\text{Ton } \text{H}_3\text{PO}_4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 EP_2 &= \text{Produk} - \text{Reaktan} \\
 &= [(172 \times 100)] - [(100 \times 40) + (98 \times 200)] \\
 &= \$ 640/\text{Ton } \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 EP_{\text{total}} &= \$ 108,180 + \$ 640 \\
 &= \$ 108,820 / \text{Ton Produk}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik asam posfat menguntungkan dan dapat didirikan pada tahun 2019.

1.5. Perkiraan Kapasitas Produksi.

Dalam mendirikan suatu pabrik diperlukan suatu perkiraan kapasitas produksi agar produk yang dihasilkan sesuai dengan permintaan. Berikut ini data kebutuhan asam fosfat di Indonesia :

Tabel 1.3. Data Persentase Perubahan Asam Fosfat di Indonesia

Tahun	Import (Kg)	% Kenaikan
2009	3.657.493	-
2010	5.293.877	30,85
2011	7.088.560	33,84
2012	7.883.530	14,99
2013	8.961.367	20,32

Dari tabel didapat % kenaikan rata-rata = 25,00 %

Pendirian pabrik baru tahun 2019 yang didirikan dapat ditentukan dengan menggunakan tabel 1.5. sebagai berikut :

$$F = I (1 + i)^n$$

Dimana : I = import tahun terakhir

i = % kenaikan rata-rata

n = jumlah tahun

F = jumlah yang diperkirakan

$$\begin{aligned} F &= I (1 + i)^n \\ &= 8.961.367 (1 + 0,2500)^6 \\ &= 8.961.367 (1,2500)^6 \\ &= 34.184.900,92 \text{ kg/tahun} \\ &= 34.184,900 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

- Jadi peluang import tahun 2019 sebesar 34.184,900 ton/tahun

Diketahui : - peluang import tahun 2019 sebesar 34.184,900 ton/tahun

- ekspor tahun 2019 sebesar 40% dari kebutuhan sehingga import dianggap sama dengan kebutuhan

- Ekspor = $0,4 \times$ kebutuhan
 $= 0,4 \times 34.184,900 \text{ ton/tahun}$
 $= 13.673, 96 \text{ ton/tahun}$
- Kapasitas pabrik baru = import + ekspor
 $= 34.184,900 \text{ ton/tahun} + 13.673, 96 \text{ ton/tahun}$
 $= 47.858,86 \text{ ton/tahun}$

Jadi kapasitas pabrik baru yang akan didirikan pada tahun 2019 sebesar 47.858,86 ton/tahun sehingga perkiraan kapasitas pabrik baru yang akan didirikan pada tahun 2019 adalah 50.000 ton/tahun.

1.6. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.

1.6.1. Bahan Baku

Batuan Fosfat

Sifat - sifat Fisika :

- Bentuk : Berupa padatan, amorf
- Bau : Tidak berbau

Sifat - sifat Kimia :

- Sukar larut dalam air
- Korosif
- Bereaksi dengan H_2SO_4

Tabel 1.4. Kandungan Batuan Fosfat

No	Senyawa	fraksi massa
1	$Ca_3(PO)_4$	0,75
2	$CaCO_3$	0,05
3	CaF_2	0,065
4	SiO_2	0,05
5	Al_2O_3	0,02
6	Fe_2O_3	0,02
7	Impurities	0,045

Sumber : Hollingsworth, dkk. 1950.

1.6.2. Bahan Pembantu**Asam Sulfat****Sifat - sifat Fisika :**

- Bentuk : Cairan berminyak
- Bau : Menyengat
- Warna : Tidak berwarna, kadang-kadang berwarna coklat kehitaman, tergantung kemurnian
- Specific gravity : 1,84
- Densitas : $1,44898 \text{ gr/cm}^3$
- Viscositas : 5,4 cP
- Melting point : $10,49^\circ\text{C}$
- Boiling point : 315°C

Sifat - sifat Kimia :

- Larut dalam air dalam berbagai komposisi
- Korosif
- BM : 98,08

1.6.3. Produk Utama

Asam Fosfat

Sifat - sifat Fisika :

- Bentuk : cair atau kristal tergantung dari konsentrasi dan suhu
- Warna : Tidak berwarna, beracun
- Densitas : 1,5325 gr/cm³
- Viscositas : 2,1 cP
- Melting point : 42,35 °C
- Boiling point : 135 °C
- Titik nyala : 243,15 K

Sifat - sifat Kimia

- Rumus molekul : H₃PO₄
- Berat molekul : 98
- Larut dalam air
- Sangat korosif terhadap logam besi dan persenyawaannya

1.6.4. Produk Samping

Gypsum

Sifat - sifat Fisik :

- Berbentuk serbuk berwarna putih
- Spesific gravity : 2,32
- Titik leleh : 1450°C
- Tahan api
- Kelarutan dalam 100 bagian air dingin : 0,223
- Kelarutan dalam 100 bagian air panas : 0,257

Sifat - sifat kimia :

- Rumus molekul : CaSO₄2H₂O
- Berat molekul : 172,17
- Tidak beracun

1.7. Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik dari suatu perusahaan merupakan hal yang sangat penting karena dapat mempengaruhi kedudukan perusahaan dalam persaingan dan menentukan kelangsungan hidup perusahaan.

Banyak faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik yang strategis dan menguntungkan. Faktor-faktor ini dapat dibagi dalam dua bagian yaitu :

1. Faktor utama
2. Faktor khusus

1.7.1. Faktor – Faktor Utama

a. Bahan baku

Tersedianya bahan baku dan harga bahan baku sering menjadikan penentu lokasi suatu pabrik. Ditinjau dari faktor ini maka pabrik hendaknya didirikan dekat dengan sumber bahan baku. Hal-hal yang perlu diketahui tentang bahan baku adalah :

- Letak sumber bahan baku.
- Kapasitas sumber bahan baku tersebut dan berapa lama sumber tersebut dapat diandalkan pengadaannya.
- Kualitas bahan baku yang ada dan apakah kualitas ini sesuai dengan persyaratan yang dibutuhkan.
- Cara mendapatkan bahan baku dan pengangkutannya.
- Keseimbangan berat antara biaya pengiriman dan pemasaran.

b. Pemasaran (Marketing)

Pemasaran merupakan salah satu faktor yang penting dalam suatu industri karena berhasil atau tidaknya pemasaran akan menentukan keuntungan industri itu. Hal-hal yang perlu dipertimbangkan adalah :

- Dimana produk akan dipasarkan (daerah marketing)
- Proyeksi kebutuhan akan produk pada masa sekarang dan pada saat yang akan datang.
- Pengaruh saingan yang ada.
- Jarak pemasaran dan lokasi dan bagaimana sarana pengangkutnya untuk mencapai daerah pemasaran.

c. Utilitas

Faktor utilitas menjadi sangat penting karena menyangkut kelancaran proses produksi. Utilitas meliputi kebutuhan air, listrik, dan bahan bakar.

1. Air

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam suatu industri kimia. Air digunakan untuk kebutuhan media pendinginan, air umpan boiler, air sanitasi dan kebutuhan yang lain. Untuk memenuhi kebutuhan ini dapat diambil dari dua macam sumber yaitu :

- Air dari sumber (sumur, sungai)
- Air water treatment (PDAM, air kawasan)

Bila air dibutuhkan dalam jumlah besar, maka pengambilan air dari sumber langsung akan lebih ekonomis. Untuk itu perlu diperhatikan mengenai :

- Kemampuan sumber air tersebut untuk melayani kebutuhan pabrik.
- Kualitas sumber air yang tersedia.
- Pengaruh perubahan musim terhadap kemampuan penyediaan.
- Pengaruh polusi air yang diakibatkan.

2. Listrik dan bahan bakar

Listrik dan bahan bakar dalam industri mempunyai peranan yang sangat penting terutama sebagai motor penggerak, sebagai penerangan dan untuk memenuhi kebutuhan lainnya.

Hal – hal yang perlu dipertimbangkan adalah :

- Ada atau tidaknya serta jumlah tenaga listrik didaerah itu.
- Harga tenaga listrik dan bahan bakar.
- Persediaan tenaga listrik dan bahan bakar dimasa mendatang.
- Mudah atau tidaknya mendapatkan bahan bakar.

d. Iklim dan alam sekitarnya

Beberapa hal yang perlu diperhatikan pada iklim dan keadaan alam sekitar adalah :

- Keadaan alamnya, alam yang menyulitkan konstruksi akan mempengaruhi spesifikasi peralatan dan konstruksi peralatan.
- Keadaan angin (kecepatan dan arahnya) pada situasi terburuk yang pernah terjadi pada tempat tersebut.

- Kemungkinan untuk perluasan dimasa yang akan datang.

1.7.2. Faktor – Faktor Khusus

a. Transportasi

Masalah pengangkutan (transportasi) perlu diperhatikan agar kelancaran supply bahan baku dan pemasaran produk dapat terjamin dengan biaya operasi serendah mungkin dan dalam waktu singkat. Karena itu perlu diperhatikan fasilitas-fasilitas yang ada seperti :

- Jalan raya yang biasa dilalui mobil dan truk.
- Jalan kereta api.
- Sungai yang dapat dilayari kapal ataupun perahu.
- Adanya lapangan udara atau pelabuhan.

b. Pembuangan limbah pabrik

Hal ini berkaitan dengan usaha pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh buangan pabrik yang berupa gas, cair, maupun padatan dengan memperhatikan ketentuan-ketentuan dari pemerintah. Apabila buangan pabrik (waste disposal) berbahaya bagi kehidupan disekitarnya, maka yang harus diperhatikan adalah :

- Masalah polusi yang akan timbul dengan adanya pabrik dan penanganannya.
- Cara pengeluaran bentuk buangan, terutama hubungan dengan peraturan setempat.
- Analisa mengenai dampak lingkungan.

c. Tenaga kerja

Kebutuhan tenaga kerja baik tenaga kasar maupun tenaga ahli perlu diperhatikan karena akan berpengaruh terhadap kinerja dan kelancaran dari perusahaan. Tingkat pendidikan masyarakat dan tenaga kerja juga menjadi pendukung dalam mendirikan pabrik. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam hal ini adalah :

- Mudah tidaknya mendapatkan tenaga kerja yang diinginkan.
- Keahlian dan pendidikan tenaga kerja yang tersedia.
- Tingkat penghasilan tenaga kerja setempat.
- Tingkat produktivitas tenaga kerja

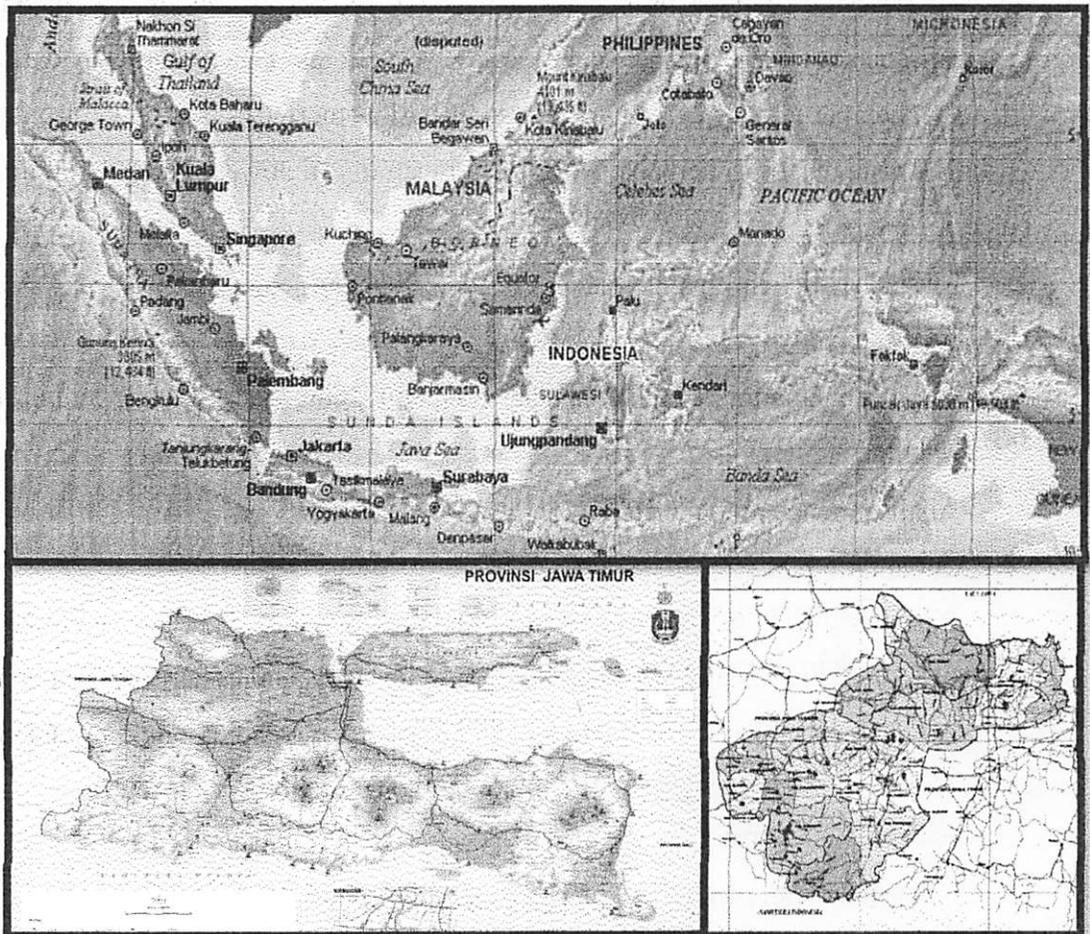
d. Karakteristik dari lokasi

Site karakteristik dari lokasi menyangkut tata letak dan karakteristik struktur tanah, maka hal-hal yang perlu mendapatkan perhatian adalah :

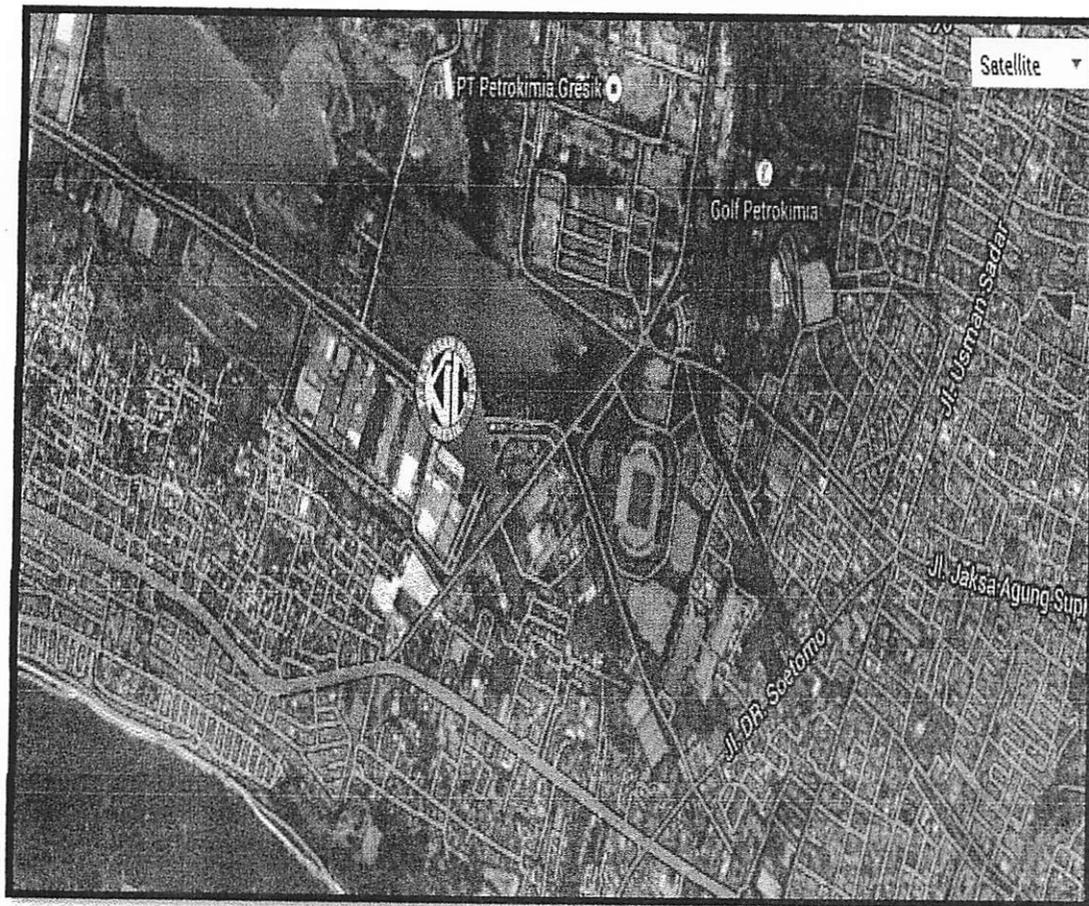
- Apakah merupakan lokasi bekas sawah, rawa, bukit dan lainnya.
- Susunan tanah dan daya dukung terhadap pondasi bangunan pabrik, kondisi jalan serta pengaruh air.
- Penyediaan dan fasilitas tanah untuk perluasan dan pembangunan unit baru.
- Harga tanah dan fasilitasnya.

Berdasarkan beberapa pertimbangan diatas dipilih lokasi pabrik di daerah kawasan industri Desa Driorejo ,Gresik, Jawa Timur.

1.7.3. Peta Lokasi Perusahaan



PETA POTENSI WILAYAH GRESIK



Gambar 1.1. Peta Lokasi Perusahaan

BAB II

SELEKSI PROSES

2.1. Pertimbangan Pemilihan Proses

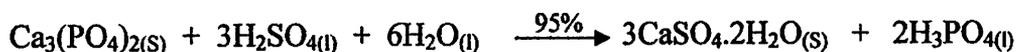
Pada umumnya, proses yang dipakai untuk pembuatan Asam Fosfat di tinjau dari proses yang digunakan terdapat tiga macam proses, antara lain

1. Proses basah.
2. Proses Oksidasi dan Hidrasi.
3. Proses Electric Furnace.

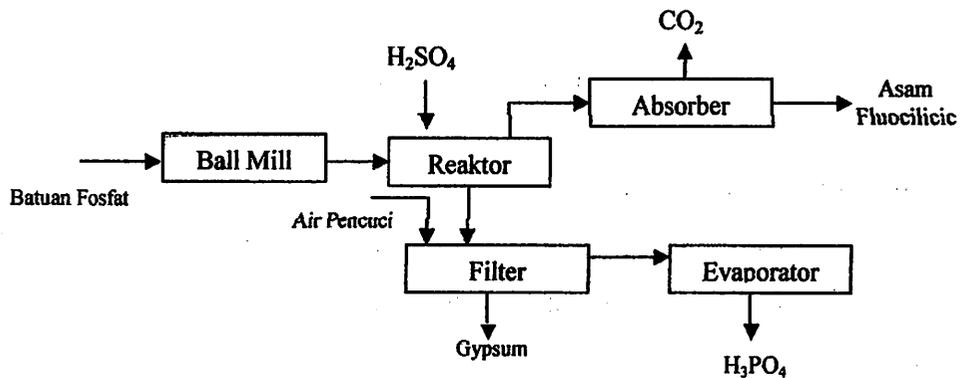
Uraian singkat mengenai ketiga macam pembuatan Asam Fosfat tersebut adalah sebagai berikut :

2.1.1. Proses Basah

Bahan baku batuan fosfat yang berupa padatan dihancurkan dan dihaluskan sampai berukuran 200 mesh di dalam *Ball Mill*. Partikel batuan fosfat yang telah dihaluskan dimasukkan ke dalam reaktor untuk direaksikan dengan asam sulfat. Reaksi yang terjadi adalah eksotermis, sedangkan suhu operasi yang diinginkan adalah 80 °C, sehingga diperlukan pendinginan. Untuk mendapat konversi yang tinggi, reaksi di dalam reaktor membutuhkan waktu ± 4 jam. Di dalam reaktor terjadi reaksi :

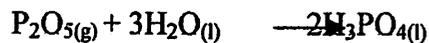
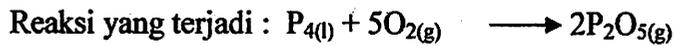


Gas-gas yang terjadi dari hasil reaksi di dalam reaktor, keluar menuju tangki penampung gas. *Slurry* dari reaktor kemudian dibawa ke filter untuk dipisahkan antara asam fosfat dengan *gypsum*. Filtrat dari filter yang masih encer tersebut kemudian dialirkan ke evaporator untuk dipisahkan konsentrasinya menjadi 75% H_3PO_4 .

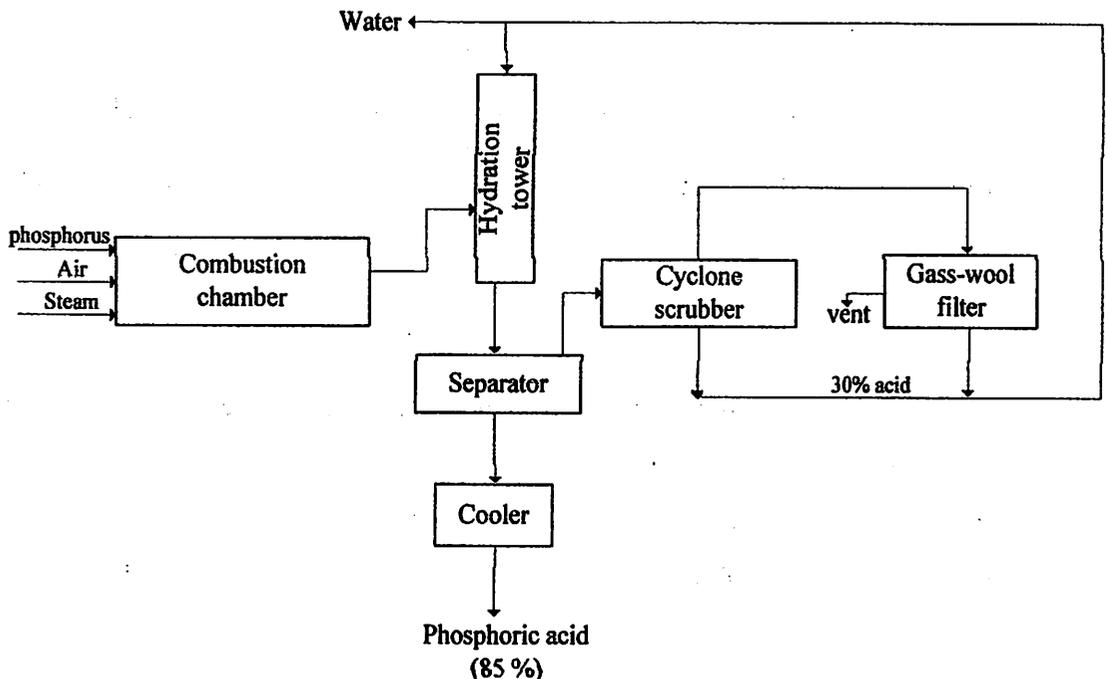


Gambar 2.1. Blok Diagram Proses basah (Keyes, 1965)

2.1.2. Proses Oksidasi dan Hidrasi



Fosfat disemprotkan ke dalam menara pembakaran menggunakan udara dan uap dengan temperatur nyala 1980 °C. Gas yang meninggalkan menara seperti P₂O₅, uap, nitrogen dan sedikit oksigen dicampur didalam menara hidrasi. Kemudian dipisahkan dan didinginkan sehingga menghasilkan asam Fosfat 85%. Setelah meninggalkan hydrator harus melewati packed tower atau electrostatic precipitator. Tetapi dalam proses ini digunakan kombinasi cyclone scrubber dan glass-wood filter.



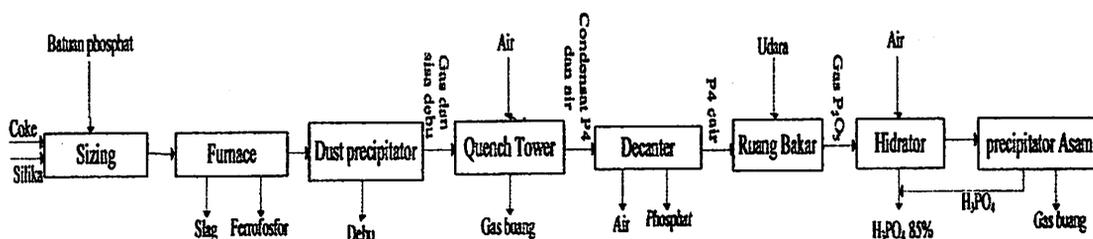
Gambar 2.2. Blok Diagram Proses Oksidasi dan hidrasi (Keyes, 1965)

2.1.3. Proses Electric Furnice

Batuan fosfat yang digunakan dalam proses ini dirubah menjadi elemen Phosporus dengan cara menambahkan cake dan pasir silica dengan perbandingan tertentu. Untuk memudahkan terjadinya phosporus dalam electric furnace maka ukuran bahan baku yang akan digunakan harus mempunyai ukuran tertentu.

Pada proses ini diperlukan pemanasan dengan suhu 2400 °F. Oksidasi yang berikutnya oleh udara menjadi phosporus pentaoksida yang kemudian diikuti dengan hidrasi, sehingga terbentuk asam fosfate.

Bahan yang keluar dari furnace akan di alirkan ke dalam absorber untuk memisahkan gas yang terkandung. Kemudian masuk ke dalam purifier dengan menambahkan H₂S. Pada proses ini akan didapatkan asam fosfate dengan kadar 85%, kemudian diencerkan sehingga didapat kadar 50-75%.



Gambar 2.3. Blok Diagram Proses Elektrik Furnace (U.S. Patent)

2.2. Pemilihan Proses

Dengan mengetahui kelebihan dan kekurangan dari ke tiga proses tersebut, maka dapat dipilih proses mana yang menguntungkan.

Tabel 2.1. Berbagai aspek dari proses pembuatan Asam Fosfat.

Parameter	Macam Proses		
	Basah	Oksidasi & Hidrasi	Electric Furnace
1. Aspek Proses			
- Bahan baku	batuan fosfate	Fosfor	fosfate
- Kemurnian produk	75%	85%	80%

2. Aspek Operasi (Reaktor)			
- Temperatur	75 °C	1980 °C	2400 °C
- Konversi reaksi	95%	94%	92%
- Tekanan	1atm	1 atm	5 atm
3. Aspek Ekonomi			
- Investasi	sedang	besar	besar

Dengan pertimbangan di atas, maka dipilih proses basah untuk memproduksi Asam Fosfat, karena dengan menggunakan proses ini mempunyai beberapa keuntungan, diantaranya:

1. Bahan bakunya murah dan mudah didapat
2. Operasinya membutuhkan suhu yang rendah, sehingga lebih ekonomis.
3. Proses dan alatnya sederhana.
4. Konversi reaksinya lebih besar dibandingkan yang lain.

2.3. Uraian Proses

Proses yang digunakan dalam pembuatan Asam Phsphat adalah proses Basah. Adapun tahapan – tahapan proses pra rencana pabrik karbon disulfida adalah sebagai berikut :

2.3.1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Batuan Fosfat dari gudang (F-111A) diangkut dengan belt conveyer (J-112A) menuju *Ball Mill* (C-113) untuk dihancurkan. Hasilnya diayak didalam *vibrating screen* (H-114). Bahan yang halus diangkut oleh bucket elevator (J-112C) ke bin (F-111C), sedangkan partikel yang ukurannya lebih besar dikembalikan ke *ball mill* (C-113). Kemudian bahan dari bin (F-111C) di masukan ke reaktor (R-110).

2.3.2. Tahap Reaksi

Asam Sulfat 98% dari storage (F-111B) dipompa oleh pompa centrifugal (L-115) menuju reactor (R-110) yang akan direaksikan dengan batuan fosfat dan air dari utilitas. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Gas yang dihasilkan ditampung sedangkan *slurry* dari reaktor diangkut oleh rotary pump ke *rotary drum vacuum filter*.

2.3.3. Tahap Pemisahan

Slurry dari reaktor dicuci menggunakan air untuk memisahkan *gypsum* dan asam fosfat. *Gypsum* yang dihasilkan ditampung dalam tangki penampung sedangkan filtratnya di pompa ke *evaporator* untuk dimurnikan.

2.3.4. Tahap Pemurnian

Filtrat yang keluar dari *rotary drum vacuum filter* kemudian dipanaskan dengan *heater* (E-121B). Kemudian filtrat yang telah dipanaskan, masuk ke evaporator untuk dipisahkan konsentrasinya menjadi 75% H_3PO_4 . Uap air yang dihasilkan dihisap oleh *vacuum ejector* dan masuk ke barometrik kondensor untuk diembunkan.

2.3.5. Tahap Penanganan Produk

H_3PO_4 (Asam Fosfat) yang keluar dari evaporator, masuk ke tangki penampung, kemudian dipompa menuju *cooler* untuk diturunkan suhunya sampai suhu kamar. Setelah didinginkan, produk masuk ke storage produk kemudian siap untuk dipasarkan (Keyes, 1965).

BAB III

NERACA MASSA

Kapasitas : 50.000 ton/tahun

Waktu operasi : 330 hari/tahun

: 24 jam/hari

Kapasitas produksi perjam : $\frac{50.000 \text{ ton}}{\text{tahun}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{\text{ton}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$
= 6.323,1313 kg/jam

Basis bahan baku : 10.731,7844 kg/jam

Komposisi batuan phosphate :

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ = 75 %

CaF_2 = 6,5 %

CaCO_3 = 5 %

SiO_2 = 5 %

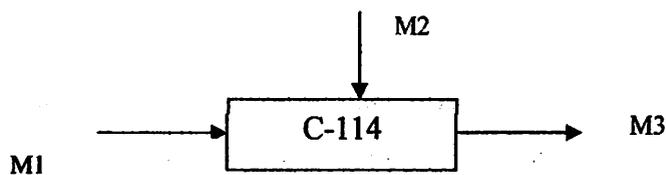
Al_2O_3 = 2 %

Fe_2O_3 = 2 %

Impurities = 4,5 %

1. Ball Mill

Fungsi : Menghancurkan batuan Phosphat hingga 200 mesh.



Keterangan :

M1 : Aliran masuk batuan Phosphat

M2 : Aliran masuk recycle batuan Phosphat

M3 : Aliran keluar Ball Mill

Neraca Massa :

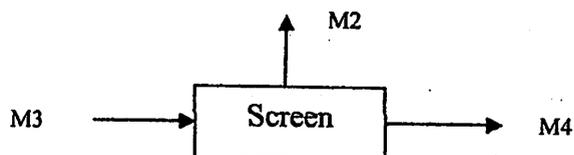
$M1 + M2 = M3$

Masuk			Keluar		
M 1 (Kg/jam)			M3 (Kg/jam)		
Ca ₃ (PO) ₄	=	8.048,8383	Ca ₃ (PO) ₄	=	10.061,0479
CaCO ₃	=	536,5892	CaCO ₃	=	670,7365
CaF ₂	=	697,5660	CaF ₂	=	871,9575
SiO ₂	=	536,5892	SiO ₂	=	670,7365
Al ₂ O ₃	=	214,6357	Al ₂ O ₃	=	268,2946
Fe ₂ O ₃	=	214,6357	Fe ₂ O ₃	=	268,2946
Impurities	=	482,9303	Impurities	=	603,6629
M2 (Kg/jam)					
Ca ₃ (PO) ₄	=	2.012,2096			
CaCO ₃	=	134,1473			
CaF ₂	=	174,3915			
SiO ₂	=	134,1473			
Al ₂ O ₃	=	53,6589			
Fe ₂ O ₃	=	53,6589			
Impurities	=	120,7326			
Total	=	13.414,7305	Total	=	13.414,7305

2. Screen

Fungsi : Memisahkan atau mengayak batuan phosphate dengan ukuran 200 mesh.

Asumsi: 20% bahan masuk tidak lolos ayakan dan di recycle ke Ball Mill.



Keterangan :

M3 : Aliran batuan Phosphat masuk Screen

M2 : Aliran recycle batuan Phosphat

M4 : Aliran keluar Screen

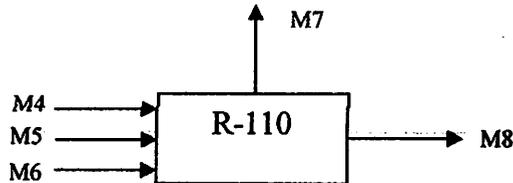
Neraca Massa :

$$M3 = M2 + M4$$

Masuk		Keluar	
M3 (Kg/jam)		M4 (Kg/jam)	
Ca ₃ (PO) ₄	= 10.0061,0479	Ca ₃ (PO) ₄	= 8.048,8383
CaCO ₃	= 670,7365	CaCO ₃	= 536,5892
CaF ₂	= 871,9575	CaF ₂	= 697,5660
SiO ₂	= 670,7365	SiO ₂	= 536,5892
Al ₂ O ₃	= 268,2946	Al ₂ O ₃	= 214,6357
Fe ₂ O ₃	= 268,2946	Fe ₂ O ₃	= 214,6357
Impurities	= 603,6629	Impurities	= 482,9303
		M2 (Kg/jam) :	
		Ca ₃ (PO) ₄	= 2.012,2096
		CaCO ₃	= 134,1473
		CaF ₂	= 174,3915
		SiO ₂	= 134,1473
		Al ₂ O ₃	= 53,6589
		Fe ₂ O ₃	= 53,6589
		Impurities	= 120,7326
Total	= 13.414,7305	Total	= 13.141,7305

3. Reaktor

Fungsi : tempat bereaksinya batuan phosphat dengan asam sulfat.



Keterangan :

M4 : Aliran batuan Phosphat masuk Reaktor

M5 : Aliran H₂SO₄ masuk Reaktor

M6 : Aliran H₂O masuk Reaktor

M7 : Aliran CO₂ dan SiF₄ keluar Reaktor

M8 : Aliran produk keluar Reaktor

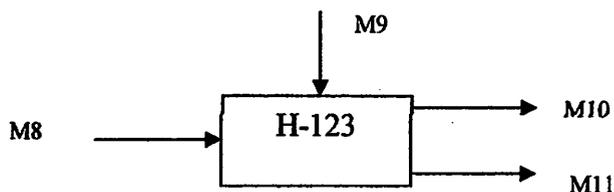
Neraca Massa :

$$M4 + M5 + M6 = M7 + M8$$

Masuk		Keluar	
M4 (Kg/jam) :		M8 (Kg/jam) :	
Ca ₃ (PO) ₄	= 8.048,8383	Ca ₃ (PO) ₄ sisa	= 402,4419
CaCO ₃	= 536,5892	H ₃ PO ₄	= 4.831,4780
CaF ₂	= 697,5660	CaSO ₄ .2H ₂ O	= 15.194,2940
SiO ₂	= 536,5892	SiO ₂ sisa	= 268,1764
Al ₂ O ₃	= 214,6357	Al ₂ O ₃	= 214,6357
Fe ₂ O ₃	= 214,6357	Fe ₂ O ₃	= 214,6357
Impurities	= 482,9303	Impurities	= 482,9303
M6 (Kg/jam) :		M7 (Kg/jam) :	
H ₂ O	= 3.083,1254	SiF ₄	= 464,9494
M5 (Kg/jam) :		CO ₂	= 235,9443
H ₂ SO ₄	= 9.503,7758		
Total	= 23.318,6856	Total	= 23.318,6856

4. Rotary Drum Vacum Filter (RDVF)

Fungsi : Untuk memisahkan bahan solid dan liquid.



Keterangan :

M8 : Aliran produk Reaktor masuk ke RDVF

M9 : Aliran H₂O masuk RDVF

M10 : Aliran solid keluar RDVF

M11 : Aliran liquid keluar RDVF

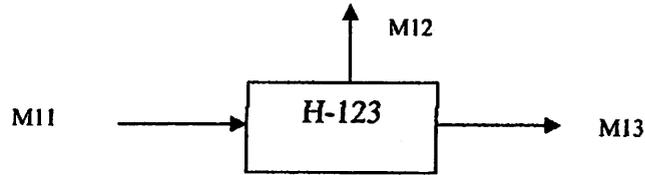
Neraca Massa :

$$M8 + M9 = M10 + M11$$

Masuk		Keluar	
M8 (kg/jam) :		M11(jam) :	
Ca ₃ (PO) ₄ sisa =	402,4419	H ₃ PO ₄ =	4.734,8485
H ₃ PO ₄ =	4.831,4780	CaSO ₄ .2H ₂ O =	623,0258
CaSO ₄ .2H ₂ O =	15.194,2940	H ₂ O =	2.419,5176
SiO ₂ sisa =	268,1764	H ₂ SO ₄ =	831,2774
Al ₂ O ₃ =	214,6357	M10 (Kg/jam) :	
Fe ₂ O ₃ =	214,6357	Ca ₃ (PO) ₄ sisa =	402,4419
Impurities =	482,9303	H ₃ PO ₄ =	96,6296
H ₂ O =	160,9575	CaSO ₄ .2H ₂ O =	14.657,2303
H ₂ SO ₄ =	848,2423	SiO ₂ sisa =	268,1764
M9 (Kg/jam) :		Al ₂ O ₃ =	214,6357
H ₂ O =	2.261,7792	Fe ₂ O ₃ =	214,6357
		Impurities =	482,9303
		H ₂ O =	16,0973
		H ₂ SO ₄ =	16,9648
Total =	24.879,5711	Total =	24.879,5711

5. Evaporator

Fungsi : Untuk memekatkan H_3PO_4



Keterangan :

M11 : Aliran H_3PO_4 masuk Evaporator

M12 : Aliran Uap H_2O keluar Evaporator

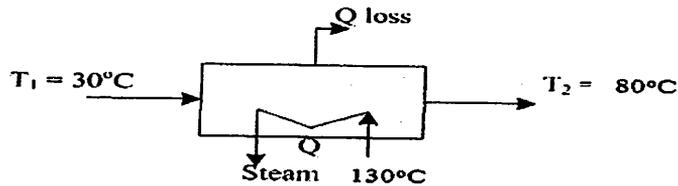
M13 : Aliran produk Evaporator

Komponen	Kg/jam	Fraksi
H_3PO_4	4.734,8485	0,5500
$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	623,0258	0,0966
H_2O	2.419,5175	0,2811
H_2SO_4	623,0258	0,0724
Total	8.608,6692	1

Masuk	Keluar
M11 (Kg/jam) :	M13 (Kg/jam) :
H_3PO_4 = 4.734,8485	H_3PO_4 = 4.734,8485
$CaSO_4 \cdot 2H_2O$ = 623,0258	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$ = 623,0258
H_2O = 2.085,6843	H_2O = 123,9796
H_2SO_4 = 831,2774	H_2SO_4 = 831,2774
	M12 (Kg/jam) :
	Uap H_2O = 2.295,5379
Total = 8.608,6692	Total = 8.608,6692

2. Heater E-116B

Fungsi: Untuk memanaskan asam sulfat untuk mencapai suhu operasi



Keterangan:

ΔH_1 : Panas bahan masuk Heater

ΔH_2 : Panas bahan keluar Heater menuju reaktor

Q_s : Panas yang terkandung dalam steam

Q_{Loss} : Panas yang hilang

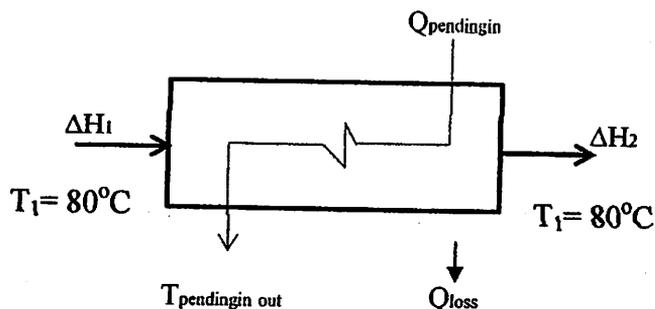
Kesetimbangan Panas Overall :

$$\Delta H_1 + Q_s = \Delta H_2 + Q_{loss}$$

Neraca Panas Heater (E-118B)			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi kcal/jam	Komponen	Energi kcal/jam
ΔH_1	87267.0839	ΔH_2	959966.4146
Q_s	918630.8744	Q_{Loss}	45931.5437
Total	1005897.9583	Total	1005897.9583

3. Reaktor R-110

Fungsi: Untuk mereaksikan batuan posfat dengans asam sulfat serta air.



Keterangan:

ΔH_1 : Panas bahan masuk reaktor dari Heater

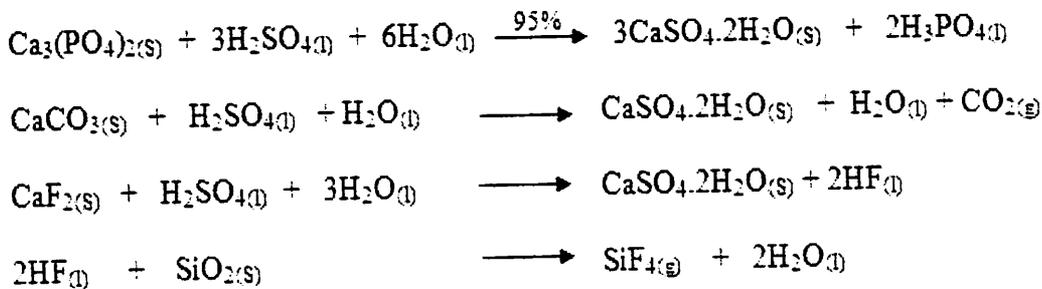
ΔH_2 : Panas bahan keluar reaktor

ΔH_{rxn} : Panas reaksi

Q_{Loss} : Panas yang hilang

$Q_{Pendingin}$: Panas yang diserap air pendingin

Reaksi yang terjadi di reaktor (Keyes, 1965);



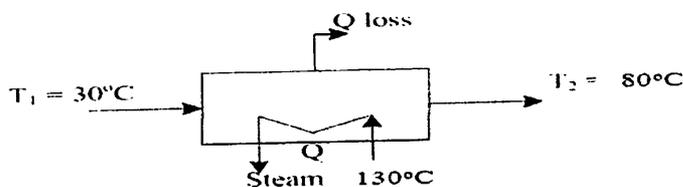
Kesetimbangan Panas Overall :

$$\Delta H_1 + \Delta H_r = \Delta H_2 + Q_{\text{loss}} + Q_{\text{pendingin}}$$

Neraca Panas Reaktor			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi kcal/jam	Komponen	Energi kcal/jam
ΔH_1	402425.0513	ΔH_2	379585.8644
ΔH_r	117854.1504	Q_{Loss}	5000.7876
		$Q_{\text{Pendingin}}$	100015.7510
Total	520279.0513	Total	520279.0513

4. Heater E-121B

Fungsi: Untuk memanaskan produk sebelum masuk ke *evaporator*



Keterangan:

- ΔH_1 : Panas bahan masuk Heater
- ΔH_2 : Panas bahan keluar Heater menuju reaktor
- Q_s : Panas yang terkandung dalam steam
- Q_{Loss} : Panas yang hilang

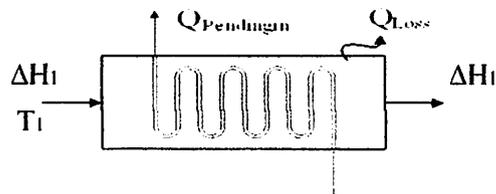
Kesetimbangan Panas Overall :

$$\Delta H_1 + Q_s = \Delta H_2 + Q_{\text{loss}}$$

Neraca Panas Heater (E-118C)			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi kcal/jam	Komponen	Energi kcal/jam
ΔH_1	15878.0318	ΔH_2	99580.5680
Q_s	88107.9328	Q_{Loss}	4405.3966
Total	103985.9646	Total	103985.9646

5. Cooler E-122A

Fungsi: Untuk mendinginkan produk sebelum masuk ke *RVDF*



Keterangan:

ΔH_1 : Panas bahan masuk Heater

ΔH_2 : Panas bahan keluar Heater menuju reaktor

Q_s : Panas yang terkandung dalam steam

Q_{Loss} : Panas yang hilang

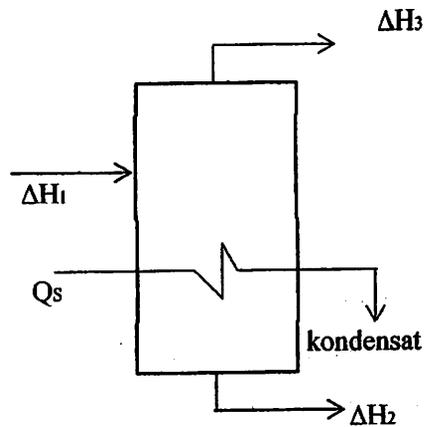
Kesetimbangan Panas Overall :

$$\Delta H_1 + Q_{steam} = \Delta H_2 + Q_{loss} + \Delta H_3$$

Neraca Panas Cooler (E-132)			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi kcal/jam	Komponen	Energi kcal/jam
ΔH_1	145492.1321	ΔH_2	11430.3169
		Q_{Loss}	7674.6066
		$Q_{pendingin}$	125232.2291
Total	145492.1321	Total	145492.1321

6. Evaporator V-120

Fungsi: Untuk memisahkan kandungan air dalam produk



Keterangan:

ΔH_1 : Panas liquid masuk evaporator

ΔH_2 : Panas liquid keluar evaporator

ΔH_3 : Panas uap keluar evaporator

Q_{Loss} : Panas yang hilang

Q_{Steam} : Panas yang terkandung pada steam

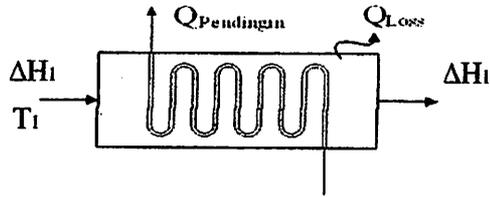
Kesetimbangan Panas Overall :

$$\Delta H_1 + Q_{steam} = \Delta H_2 + Q_{loss} + \Delta H_3$$

Neraca Panas Evaporator			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi kcal/jam	Komponen	Energi kcal/jam
ΔH_1	151624.1853	ΔH_2	206894.3818
Q_{steam}	1067430.4971	Q_{Loss}	958788.7758
		ΔH_3	53371.5249
Total	1219054.6825	Total	1219054.6825

7. Cooler E-132

Fungsi: Untuk mendinginkan produk sebelum masuk ke *Storage Tank*



Keterangan:

ΔH_1 : Panas bahan masuk Heater

ΔH_2 : Panas bahan keluar Heater menuju reaktor

Q_s : Panas yang terkandung dalam steam

Q_{Loss} : Panas yang hilang

Kesetimbangan Panas Overall :

$$\Delta H_1 + Q_{steam} = \Delta H_2 + Q_{loss} + \Delta H_3$$

Neraca Panas Cooler (E-132)			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi kcal/jam	Komponen	Energi kcal/jam
ΔH_1	143855.3115	ΔH_2	11430.3169
		Q_{Loss}	7192.7656
		$Q_{pendingin}$	125232.2291
Total	143855.3115	Total	143855.3115

BAB V

SPESIFIKASI ALAT

No	Nama alat	Kode	Jenis	Ukuran	Bahan konstruksi	Jumlah
1	Storage Batuan Fosfat	F-111 A	Gudang	Panjang = 13 m Lebar = 7 m Atap = Seng	Beton	1
2	Storage H ₂ SO ₄	F-111 B	Silinder tegak dengan tutup atas standard dished dan tutup bawah conical	di = 238,5 in do = 240 in t _s = 4/16 in L _s = 94,5770 ft h _a = 40,476 in h _b = 69,1397 in t _{hb} = 1/2 in	Carbon Steel	1
3	Belt Conveyor	J-112 A	Throughed belt	Kecepatan = 33,5 ft/m Daya = 1 Hp	Carbon Steel	2
4	Bucket elevator	J-112 B	Centrifugal discharge bucket on belt elevator	Kecepatan = 206,9 ft/m Head speed = 39,5 ft/m Daya Head = 1 Hp	Carbon Steel	1
5	Ball Mill	C-113	Marcy Ball Mill	Ukuran = 7 × 5 ft Berat bola = 13,1 ton Putaran = 22,1 rpm Daya = 13 Hp Kapasitas = 390 ton/d	Carbon Steel	1
6	Screen	H-114	Vibrating screen	Luas = 26 in ²	Carbon Steel	1
7	Bucket Elevator	J-112 C	Throughed belt	Kecepatan = 206,9 ft/m Head speed = 39,5 ft/m Daya Head = 1 Hp	Carbon Steel	1
8	Bin	F-111C	Silinder tegak lurus dengan tutup bawah conical	di = 83,62 in do = 84 in t _s = 3/16 in h _b = 24,1412 in t _{hb} = 1 1/4 in	Carbon Steel	1
10	RVDF	H-123	Rotary Drum Vacuum filter	Kapasitas = 6063,2384 lb/ft ³ Luas = 620 ft ² Daya = 5 Hp	Carbon Steel	1
11	Pompa	L-121 A	Rotary Pump	Daya = 2 Hp	Carbon Steel	1
12	Pompa	L-121 B	Centrifugal Pump	Daya = 2 Hp	Carbon Steel	1
13	Pompa	L-121 C	Centrifugal Pump	Daya = 2 Hp	Carbon Steel	1

14	Pompa	L-115	Centrifugal Pump	Daya = 2 Hp	Carbon Steel	
14	Heater	E-116A	Shell and Tube	<p><i>Bagian Shell :</i> $I_{ds} = 39 \text{ in}$ $B = 8 \text{ in}$ <i>Bagian Tube :</i> $D_o = 0,75 \text{ in}$ $BWG = 12$ $l = 16 \text{ ft}$ $N_t = 1176 \text{ buah}$ $N = 2$ $P_t = 1 \text{ in}$ $d_e = 0,73$ $a' = 0,223 \text{ in}^2$ $a'' = 0,196 \text{ ft}^2/\text{ft}$ $d_i = 0,532 \text{ in}$</p>	Carbon Steel	1
15	Heater	E-118B	Shell and Tube	<p><i>Bagian Shell :</i> $I_{ds} = 12 \text{ in}$ $B = 4 \text{ in}$ <i>Bagian Tube :</i> $D_o = 0,75 \text{ in}$ $BWG = 14$ $l = 12 \text{ ft}$ $N_t = 37 \text{ buah}$ $N = 2$ $P_t = 1 \text{ in}$ $d_e = 0,73$ $a' = 0,268 \text{ in}^2$ $a'' = 0,196 \text{ ft}^2/\text{ft}$ $d_i = 0,584 \text{ in}$</p>	Carbon Steel	1
16	Heater	E-121 B	Shell and Tube	<p><i>Bagian Shell :</i> $I_{ds} = 23,3 \text{ in}$ $B = 8 \text{ in}$ <i>Bagian Tube :</i> $D_o = 0,75 \text{ in}$ $BWG = 14$ $l = 16 \text{ ft}$ $N_t = 442 \text{ buah}$ $n = 2$ $P_t = 0,938 \text{ in}$ $d_e = 0,6$ $a' = 0,268 \text{ in}^2$ $a'' = 0,196 \text{ ft}^2/\text{ft}$ $d_i = 0,584 \text{ in}$</p>	Carbon Steel	1
17	Cooler	E-122A	Shell and Tube	<p><i>Bagian Shell :</i> $I_{ds} = 23,3 \text{ in}$ $B = 8 \text{ in}$ <i>Bagian Tube :</i></p>	Carbon Steel	1

				$Do = 0,75$ in $BWG = 14$ $l = 16$ ft $Nt = 376$ buah $n = 2$ $Pt = 1$ in $de = 0,55$ $a' = 0,268$ in ² $a'' = 0,196$ ft ² /ft $di = 0,584$ in		
19	Cooler	E-121B	Shell and Tube	Bagian <i>Shell</i> : $Ids = 23,3$ in $B = 8$ in Bagian <i>Tube</i> : $Do = 0,75$ in $BWG = 14$ $l = 16$ ft $Nt = 376$ buah $n = 2$ $Pt = 1$ in $de = 0,55$ $a' = 0,268$ in ² $a'' = 0,196$ ft ² /ft $di = 0,584$ in	Carbon Steel	1
20	Jet Ejector	G-126	Vacum ejector	Kondensor : $d = 26$ in NPS air masuk = 2,5 in NPS air keluar = 3,5 in Jumlah = 1 buah Vacuum Jet Ejector : 0,0956 gpm	Carbon Steel	1
21	Barometrik Kondensor	E-121 D	<i>Wet Dry</i>	$D = 26$ in NPS in = 3 in NPS out = 4 in	Carbon Steel	1
22	Storage tank	F-125 B	Silinder tegak dengan tutup bawah conical dan tutup atas standard dished	$di = 238,5$ in $do = 240$ in $t_s = 4/16$ in $L_s = 94,5770$ ft $h_a = 40,476$ in $h_b = 69,1397$ in $t_{hb} = 1/2$ in $t_{ha} = 5/16$ in	Carbon Steel	1
23	Gudang Gypsum	F-125 A	Gudang	Panjang = 17,222 m Lebar = 10,333 m Tinggi = 6,8889 m Atap = Seng	Beton	1

BAB VI

PERANCANGAN ALAT UTAMA

Nama alat : Reaktor
Fungsi : Tempat untuk bereaksinya $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ dengan H_2SO_4 dan H_2O untuk membentuk H_3PO_4
Reaksi yang terjadi :

Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standard dishhed dan tutup bawah berbentuk conical ($\alpha = 120^\circ$)

Perlengkapan : Pengaduk dan jaket pendingin

Dasar Perencanaan :

Kondisi operasi : - Temperatur : 80 °C
- Tekanan : 1 atm
- Waktu operasi : 4 jam
- Fase : Liquid - solid

Direncanakan :

- Bahan konstruksi : *High-alloy Steel SA 240 grade M type 316*
- Jenis pengelasan : *Doubl welded butt joint*

Sehingga didapatkan data berikut :

- f allowable : 18750 psi (brownell)
- Faktor korosi : $\frac{1}{16}$ in
- E : 0.8 (brownell)

Feed masuk ke reaktor :

- Sludge batuan Phospha: 10731.7844 kg/jam
- Asam sulfat : 9503.7758 kg/jam
- H_2O : 3083.1254 kg/jam
- Total bahan masuk : 23318.6856 kg/jam
: 51408.3742 lb/jam

Tahapan perancangan reaktor

6.1 Perancangan dimensi reaktor

a. Menentukan volume reaktor

- b. menentukan diameter tangki
 - c. Menentukan tinggi larutan dalam tangki
 - d. Menentukan tekanan design
 - e. Menentukan tebal tangki
 - f. Standardisasi do
 - g. Menentukan tinggi silinder
 - h. Menentukan dimensi tutup
 - i. Menentukan tinggi total reaktor
- 6.2 Perancangan dimensi pengaduk
- a. Perancangan pengaduk
 - b. Perhitungan daya pengaduk
 - c. Perhitungan poros pengaduk
- 6.3 Perancangan Nozzle
- a. Perancangan Nozzle pada tutup atas standard dished head
 - b. Perancangan Nozzle untuk silinder reaktor
 - c. Perancangan Nozzle pada tutup bawah conical
 - d. Penentuan Flange pada Nozzle
- 6.4 Perancangan jaket pendingin
- 6.5 Perancangan dimensi Gasket, Bolting dan Flange dan Flange tangki reaktor
- a. Perancangan Gasket
 - b. Perancangan Bolting
 - c. Perancangan Flange
- 6.6 Perancangan sistem penyangga reaktor
- a. Menentukan berat total reaktor
 - b. Perancangan leg support (penyangga)
 - c. Perancangan base plate
 - d. Perancangan lug dan gusset
- 6.8 Perancangan pondasi

Perhitungan Perancangan Reaktor

- Perancangan dimensi reaktor

a Menentukan volume reaktor

$$\text{Bahan Masuk} = 51408.3742 \text{ lb/jam}$$

$$\rho \text{ campuran} = 125 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Rat volumetrik} = \frac{51408.3742 \text{ lb/jam}}{125 \text{ lb/ft}^3}$$

$$= 411.267 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$\text{Volume liquid} = 411.267 \times 1 \text{ jam}$$

$$= 411.2670 \text{ ft}^3$$

Asumsi :

Volume ruang kosong 20% dari volume bahan masuk

Volume pengaduk 10% dari volume bahan masuk

Volume ruang kosong = 20% × Volume bahan masuk

$$= 0.2 \times 411.2670 \text{ ft}^3$$

$$= 82.2534 \text{ ft}^3$$

Volume pengaduk = 10% × Volume bahan masuk

$$= 0.1 \times 411.2670 \text{ ft}^3$$

$$= 41.1267 \text{ ft}^3$$

Volume total = Vol. larutan + vol. ruang kosong + vol. pengaduk

$$= 411.2670 + 82.2534 + 41.1267$$

$$= 534.6471 \text{ ft}^3$$

b Menentukan diameter tangki

$$\text{Asumsi : } L_s = 1.5 \text{ di}$$

$$\text{Volume tangk} = \frac{\pi \cdot di^3}{24 \tan \alpha} + \frac{\pi}{4} di^2 L_s + 0,0847 di^3$$

$$534.6471 = \frac{3.14 \times di^3}{24 \times \tan 60^\circ} + \frac{3.14}{4} di^2 \cdot 1.5 \text{ di} + 0,0847 di^3$$

$$534.6471 = 0.0755 di^3 + 1.1775 di^3 + 0.0847 di^3$$

$$534.6471 = 1.3377 di^3$$

$$di^3 = 399.6648$$

$$di = 7.3660 \text{ ft} = 88.3920 \text{ in}$$

c Menentukan tinggi larutan dalam tangki

Volume larutan dalam shell = Volume larutan - volume tutup bawah

$$\begin{aligned}
 &= 411.2670 - \frac{\pi \cdot di^3}{24 \operatorname{tg} 1/2 \alpha} \\
 &= 411.2670 - \frac{3.14 \times 7.3660^3}{24 \times \operatorname{tg} 60^\circ} \\
 &= 381.0768 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi bahan dalam shell (L)} &= \frac{\text{Volume larutan dalam shell}}{\pi/4 \times di^2} \\
 &= \frac{381.0768}{(3,14/4) \times 7.3660^2} \\
 &= 8.9470 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

d Menentukan tekanan design

$$\begin{aligned}
 P_{\text{design}} &= P_{\text{operasi}} + \frac{\rho \text{ liquida} \times (H_L - 1)}{144} \\
 &= 0 + \frac{125 \text{ lb/ft}^3 \times (8.9470 - 1)}{144} \\
 &= 6.8985 \text{ psig}
 \end{aligned}$$

e Menentukan tebal tangki

$$\begin{aligned}
 ts &= \frac{Pd \times di}{2(f \times E - 0,6 Pd)} + C \\
 &= \frac{6.8985 \times 88.392}{2(18750 \times 0.8) - (0.6 \times 6.8985)} + \frac{1}{16} \\
 &= 0.0203 + \frac{1}{16} \\
 &= \frac{1.33}{16} = \frac{3}{16}
 \end{aligned}$$

f Standardisasi do

$$\begin{aligned}
 do &= di + 2 \cdot ts \\
 &= 88.3920 + (2 \times \frac{3}{16}) \\
 &= 88.76705 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari tabel 5.7 hal. 91, Brownel & Young, diperoleh ; do = 90 in

Menentukan harga di baru :

$$\begin{aligned}
 di &= do - 2 \cdot ts && 44.8125 \\
 &= 90 - (2 \times \frac{3}{16}) \\
 &= 89.6250 \text{ in} \\
 &= 7.4688 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

g Menentukan tinggi silinder (L_s)

$$\text{Volume tangki} = \frac{\pi \cdot di^3}{24 \operatorname{tg} / 2 \alpha} + \frac{\pi}{4} di^2 L_s + 0,0847 di^3$$

$$534.6471 = \frac{3.14 \times di^3}{24 \times \tan 60^\circ} + \frac{3.14}{4} di^2 L_s + 0,0847 di^3$$

$$534.6471 = \frac{3.14 \times 7.4688^3}{24 \times \tan 60^\circ} + \frac{3.14}{4} 7.4688^2 L_s + 0,0847 di^3$$

$$534.6471 = 31.4713 + 43.78905 L_s + 35.28801$$

$$L_s = 10.6850 \text{ ft}$$

Cek hubungan L_s dengan di :

$$\frac{L_s}{di} = \frac{10.6850}{7.4688} = 1.4306 < 1,5 \text{ (memenuhi)}$$

h Menentukan dimensi tutup

- Menentukan tebal tutup atas berbentuk standard dished :

$$r = di = 89.6250 \text{ in} \quad 2.195813$$

$$t_{ha} = \frac{0,885 \times Pd \times r}{(f \times E \times - 0,1 Pd)} + C$$

$$t_{ha} = \frac{0,885 \times 6.8985 \times 89.6}{18750 \times 0.8 - 0.1 \times 6.8985} + \frac{1}{16}$$

$$= 0.0365 + \frac{1}{16}$$

$$= \frac{1.04}{16} = \frac{3}{16} \text{ in}$$

- Menentukan tinggi tutup atas berbentuk standard dished :

Tinggi tutup atas (h_a) :

$$h_a = 0,169 \times di$$

$$= 0.169 \times 89.625$$

$$= 15.1466 \text{ in}$$

- Menentukan tebal tutup bawah berbentuk conical :

$$t_{hb} = \frac{Pd \times de}{2 (f \times E - 0,6Pd) \cos \frac{1}{2} \alpha} + C$$

$$= \frac{6.8985 \times 89.6250}{2 (18750 \times 0.8 - 0.6 \times 6.8985) \cos 60^\circ} + \frac{1}{16}$$

$$= 0.0412 + \frac{1}{16}$$

$$= \frac{1.66}{16} = \frac{3}{16} \text{ in}$$

Tinggi tutup bawah (hb) :

$$hb = \frac{\frac{1}{2} \times di}{\text{tg } \frac{1}{2} \times \alpha}$$

$$= \frac{0.5 \times 89.6250}{\text{tg } 60^\circ}$$

$$= 25.8733 \text{ in}$$

i Menentukan tinggi total reaktor

$$\text{Tinggi shell} = L_s = 10.6850 \text{ ft} = 128.22 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi tutup atas} = h_a = 15.1466 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi tutup bawa} = h_b = 25.8733 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi tangki} = L_s + h_a + h_b$$

$$= 169.2404 \text{ in} = 14.1034 \text{ ft}$$

6.2 Perancangan dimensi pengaduk

a Perancangan pengaduk

Data-data geometris standard sistem pengaduk diambil dari Geankoplis.

$$\frac{D_a}{D_t} = 0,3 - 0,5 \qquad \frac{C}{D_t} = \frac{1}{3} \qquad \frac{J}{D_t} = \frac{1}{12}$$

$$\frac{W}{D_a} = \frac{1}{8} \qquad \frac{L}{D_a} = \frac{1}{4}$$

Dimana :- D_t : Diameter dalam tangki

- D_a : Diameter impeler

- C : Tinggi pengaduk dari dasar tangki

- W : Lebar impeller

- L : Panjang impeller

- J : Lebar baffle

- Menentukan diameter impeller :

$$\frac{D_a}{D_t} = 0.3$$

$$D_a = 0.3 \times 89.6250$$

$$= 26.888 \text{ in}$$

$$= 2.2406 \text{ ft}$$

- Menentukan tinggi impeller dari dasar tangki :

$$\frac{C}{D_t} = \frac{1}{3}$$

$$C = \frac{89.625}{3}$$

$$= 29.875 \text{ in}$$

$$= 2.4896 \text{ ft}$$

- Menentukan panjang impeller :

$$\frac{L}{D_a} = \frac{1}{4}$$

$$L = \frac{26.888}{4}$$

$$= 6.7219 \text{ in}$$

$$= 0.5602 \text{ ft}$$

- Menentukan lebar impeller :

$$\frac{W}{D_a} = \frac{1}{8}$$

$$W = \frac{26.888}{8}$$

$$= 3.3609 \text{ in}$$

$$= 0.2801 \text{ ft}$$

- Menentukan tebal blade :

$$\frac{J}{D_t} = \frac{1}{12}$$

$$J = \frac{89.625}{12}$$

$$= 7.4688 \text{ in}$$

$$= 0.6224 \text{ ft}$$

- Menentukan jenis pengaduk

Jenis pengaduk yang digunakan adalah *Six-blade open turbine but blades* 45° . Dengan nilai perbandingan $D_a/W = 8$.

- Menentukan jumlah pengaduk

$$n = \frac{\text{inggi liquida dalam silinde}}{2 \times D_a^2}$$

$$= \frac{10.6850}{2 \times 2.2406^2}$$

$$= 1.0642 \approx 1 \text{ buah}$$

b Perhitungan daya pengaduk

N diambil 56 rpm = 0.933 rps (stanley M. Wallas. 1988)

$$P = \frac{N^3 \cdot D_a^5 \cdot N_p \cdot \rho}{gc}$$

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

Dimana :- P : Daya pengaduk (ft.lbf/s)

- Np : Power number

- N : Putaran pengaduk (rpm atau rps)

- D_a : Diameter impeller (ft)

- ρ : Densitas bahan = 125 lb/ft³.s

- μ : Viscositas bahan = 0.202 lb/ft .s

- gc : faktor gravitasi = 32.17 lbm.ft/lbf

$$N_{Re} = \frac{2.2^2 \times 0.933 \times 125}{0.2016}$$

= 2905.3243 > 2000 (aliran turbulen)

Dari Geankoplis fig. 3.4-4 dengan memasukkan nilai N_{re} dan jenis impeller yang digunakan, maka didapatkan nilai (N_p)

$$N_p = 1.3$$

$$P = \frac{N^3 \cdot D_a^5 \cdot N_p \cdot \rho}{gc}$$

$$P = \frac{0.933^3 \times 2.241^5 \times 1.3 \times 125}{32.17}$$

$$= 231.9020 \text{ ft.lbf/s}$$

$$= 0.422 \text{ Hp}$$

Kehilangan - kehilangan daya :

- *Gain losses* (kebocoran daya pada proses dan bearing atau poros datar diperkirakan 10 % dari daya masuk)

- *Transmission System Losses* (kebocoran belt atau gear) diperkirakan 15 % dari daya masuk)

Sehingga daya yang dibutuhkan :

Daya total = *Gain losses* + *Transmission System Losses* + Daya pengaduk

$$= 0.0422 + 0.0633 + 0.422$$

$$= 0.5271 \text{ Hp}$$

Jadi, daya pengaduk dengan daya = 2 Hp

c Perhitungan poros pengaduk

- Diameter poros pengaduk

$$T = \frac{\pi \cdot S \cdot D^3}{16} \quad (\text{Hesse, hal 465})$$

Dimana :

$$T : \text{Momen puntir} = \frac{63025 \cdot H}{N}$$

H : Daya motor pada poros = 2 Hp

N : Putaran pengaduk = 56 rpm

Sehingga :

$$T = \frac{63025 \times 2}{56} = 2250.8929 \text{ in.-lbs}$$

Dari Hesse tabel 16-1 hal 467, untuk bahan *Hot Rolled Steel* SAE 1020,

didapatkan data :

Carbon content = 20%

Elastic limit = 36000 lb/in²

S = 20% × 36000
= 7200 lb/in²

Maka didapatkan diameter poros pengaduk :

$$D = \frac{(16 \times T)^{1/3}}{(\pi \times S)^{1/3}}$$

$$= \frac{(16 \times 2250.8929)^{1/3}}{(3.14 \times 7200)^{1/3}}$$

$$= 1.1679 \text{ in}$$

$$= 0.0973 \text{ ft}$$

d Panjang Poros pengaduk

Dari perhitungan perencanaan dimensi reaktor dan pengaduk, didapatkan data :

Tinggi silinder reaktor (Ls) : 10.6850 ft

Tinggi pengaduk dari dasar tangki (C) : 2.4896 ft

Tinggi tutup atas (ha) : 1.2622 ft

Asumsi panjang poros untuk motor diatas bejana tangki sebesar 50 % dari tinggi tutup atas (ha).

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang poros untuk motor} &= 50\% \times h_a \\
 &= 50\% \times 1.2622 \\
 &= 0.6311 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jadi, panjang poros pengaduk (L = h + poros motor - C)} \\
 &= (10.6850 + 1.2622 + 0.6311) - 2.5 \\
 &= 10.0888 \text{ ft} = 0.8407 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Kesimpulan hasil perancangan dimensi pengaduk :

Type	: <i>Six-blade open turbine but blades 45°</i>		
Da	: 26.8875 in	P	: 2 Hp
W	: 3.3609 in	D	: 1.1679 in
L	: 6.7219 in	Lps	: 0.8407 in
C	: 29.875 in	J	: 7.4688 in
n	: 1		

6.3 Perancangan Nozzle

a Perancangan Nozzle pada tutup atas standard dished

- Nozzle bahan baku (Batuan Phosphat)

$$\begin{aligned}
 \text{Bahan masuk} &= 11375.6915 \text{ kg/jam} \\
 &= 25078.8494 \text{ lb/jam}
 \end{aligned}$$

$$\rho \text{ campuran} = 125 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Rate Volumetrik} = \frac{25078.8494}{125}$$

$$= 200.6308 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0.0557 \text{ ft}^3/\text{s}$$

Dari Peter & Timmerhause didapatkan :

$$\begin{aligned}
 \text{ID optimum} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} \\
 &= 3,9 \times 0.0557^{0,45} \times 125^{0,13} \\
 &= 1.9925 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari Geankoplis App A5 hal 892, dipilih pipa :

$$\text{Ukuran pipa} = 2 \text{ in sch 40}$$

$$d_i = 2.07 \text{ in}$$

$$d_o = 2.38 \text{ in}$$

$$A = 0.0233 \text{ ft}^2$$

- Nozzle bahan baku H₂O

$$\text{Bahan masuk} = 3083.1254 \text{ kg/jam}$$

$$= 6797.0583 \text{ lb/jam}$$

$$\begin{aligned} \rho \text{ campuran} &= 62.428 \text{ lb/ft}^3 \\ \text{Rate Volumetrik} &= \frac{6797.0583}{62.4279} \\ &= 108.8785 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0.0302 \text{ ft}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Dari Peter & Timmerhause didapatkan :

$$\begin{aligned} \text{ID optimum} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} \\ &= 3.9 \times 0.0302^{0.45} \times 62^{0.13} \\ &= 1.3828 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari Geankoplis App A5 hal 892, dipilih pipa :

$$\begin{aligned} \text{Ukuran pipa} &= 1\frac{1}{4} \text{ in sch 40} \\ \text{di} &= 1.380 \text{ in} \\ \text{do} &= 1.660 \text{ in} \\ \text{A} &= 0.0104 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

- Nozzle bahan Asam Sulfat (H_2SO_4)

$$\begin{aligned} \text{Bahan masuk} &= 9503.7758 \text{ kg/jam} \\ &= 20952.0240 \text{ lb/jam} \\ \rho \text{ campuran} &= 1.4489 \text{ g/cm}^3 \\ &= 90.4548 \text{ lb/ft}^3 \\ \text{Rate Volumetrik} &= \frac{20952.0240}{90.4548} \\ &= 231.6298 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0.0643 \text{ ft}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Dari Peter & Timmerhause didapatkan :

$$\begin{aligned} \text{ID optimum} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} \\ &= 3.9 \times 0.0643^{0.45} \times 90^{0.13} \\ &= 2.0381 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari Geankoplis App A5 hal 892, dipilih pipa :

$$\begin{aligned} \text{Ukuran pipa} &= 2 \text{ in sch 40} \\ \text{di} &= 2.067 \text{ in} \\ \text{do} &= 2.375 \text{ in} \\ \text{A} &= 0.0233 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

- Nozzle pengeluaran produk (H_3PO_4)

$$\begin{aligned} \text{Bahan masuk} &= 11375.6915 \text{ kg/jam} \\ &= 25078.8494 \text{ lb/jam} \\ \rho \text{ campuran} &= 1.6363 \text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$

$$= 102.1540 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Rate Volumetrik} = \frac{25078.8494}{102.1540}$$

$$= 245.5004 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0.0682 \text{ ft}^3/\text{s}$$

Dari Peter & Timmerhause didapatkan :

$$\text{ID optimum} = 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13}$$

$$= 3.9 \times 0.0682^{0.45} \times 102.154^{0.13}$$

$$= 2.1255 \text{ in}$$

Dari Geankoplis App A5 hal 892, dipilih pipa :

$$\text{Ukuran pipa} = 2\frac{1}{2} \text{ in sch 40}$$

$$d_i = 2.47 \text{ in}$$

$$d_o = 2.88 \text{ in}$$

$$A = 0.0332 \text{ ft}^2$$

- Nozzle manhole

Lubang manhole dibuat berdasarkan standard, yaitu 20 in
(Brownell & Young item 4 halaman 351)

Berdasarkan fig.12.2 Brownell & Young hal 221, didapatkan dimensi Pipa :

Ukuran Pipa Nominal (NPS)	: 20 in
Diameter luar pipa (OD)	: 27 $\frac{1}{2}$ in
Ketebalan flange minimum (T)	: 1 $\frac{11}{16}$ in
Diameter bagian lubang (R)	: 23 in
Diameter hubungan pada titik pengelasan (K)	: 20 in
Diameter hubungan pada alas (E)	: 22 in
Panjang julukan (L)	: 5 $\frac{11}{16}$ in
Diameter dalam flange (B)	: 19,25 in
Jumlah baut	: 20 buah
Diameter baut	: 1 $\frac{1}{8}$ in

- Nozzle pengeluaran air pendingin

$$\text{Bahan masuk} = 5231.2704 \text{ kg/jam}$$

$$= 11532.8587 \text{ lb/jam}$$

$$\rho \text{ H}_2\text{O} = 62.4279 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Rate Volumetrik} = \frac{11532.8587}{62.4279}$$

$$= 184.7389 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0.0513 \text{ ft}^3/\text{s}$$

Dari Peter & Timmerhause didapatkan :

$$\begin{aligned} \text{ID optimum} &= 3,9(Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} \\ &= 3,9 \times 0,0513^{0,45} \times 62,428^{0,13} \\ &= 1,7542 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari Geankoplis App A5 hal 892, dipilih pipa :

$$\begin{aligned} \text{Ukuran pipa} &= 2 \text{ in sch 40} \\ \text{di} &= 2,07 \text{ in} \\ \text{do} &= 2,38 \text{ in} \\ \text{A} &= 0,0233 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

b Penentuan Flange pada Nozzle

Dari Brownell & Young tabel 12.2 hal 221 diperoleh dimensi flange untuk semua nozzle, dipilih flange standard type welding neck dengan dimensi nozzle sebagai berikut:

- Nozzle A : Nozzle untuk pemasukan larutan Batuan phospat
- Nozzle B : Nozzle untuk pemasukan H₂O
- Nozzle C : Nozzle untuk pemasukan H₂SO₄
- Nozzle D : Nozzle untuk pengeluaran produk
- Nozzle E : Nozzle untuk manhole
- Nozzle F : Nozzle pemasukan dan pengeluaran air pendingin
- Nozzle G : Nozzle produk gas
- NPS : Ukuran pipa nominal, in
- A : Diameter luar flange, in
- T : Ketebalan flange minimum, in
- R : Diameter luar bagian yang menonjol, in
- E : Diameter hubungan atas, in
- K : Diameter hubungan pada titik pengelasan, in
- L : Panjang julakan, in
- B : Diameter dalam flange, in

Nozzle	NPS	A	T	R	E	K	L	B
A	2	6	$\frac{3}{4}$	$\frac{3^5}{8}$	$\frac{3^1}{16}$	2.38	$2\frac{1}{2}$	2.07
B	$1\frac{1}{4}$	$\frac{4^5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$2\frac{1}{2}$	$\frac{2^5}{16}$	1.66	$2\frac{1}{4}$	1.38
C	2	6	$\frac{3}{4}$	$\frac{3^5}{8}$	$\frac{3^1}{16}$	2.38	$2\frac{1}{2}$	2.07
D	$2\frac{1}{2}$	7	$\frac{7}{8}$	$4\frac{1}{8}$	$\frac{3^9}{16}$	2.88	$2\frac{3}{4}$	2.47
E	20	$27\frac{1}{2}$	$1\frac{11}{16}$	23	22	20	$5\frac{11}{16}$	19.25
F	2	6	$\frac{3}{4}$	$\frac{3^5}{8}$	$\frac{3^1}{16}$	2.38	$2\frac{1}{2}$	2.07

6.4 Perancangan Jacket Pendingin

Reaksi yang terjadi eksotermis pada suhu 80°C, maka reaktor dilengkapi dengan jaket dengan air sebagai media pendingin.

$$\begin{aligned}
 \text{Rate air pendingin} &= 5231.2704 \text{ kg/jam} \\
 &= 10591 \text{ lb/jam} \\
 \text{Densitas air} &= 62.4279 \text{ lb/ft}^3 \\
 \text{Rate Volumetrik} &= \frac{5231.27}{62.4279} \\
 &= 83.7970 \text{ ft}^3/\text{jam} \\
 \text{Volume pendingin} &= 83.7970 \text{ ft}^3/\text{jam} \times 2 \text{ jam} \\
 &= 167.5940 \text{ ft}^3 = 184.3534 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

Menghitung tekanan design

$$\begin{aligned}
 \text{Tekanan hidrostatik} &= \frac{\rho (H_L - 1)}{\frac{1}{4} \pi \cdot d_i^2} \\
 &= \frac{62.4279 \times (8.9470 - 1)}{144} \\
 &= 3.4453 \text{ psia}
 \end{aligned}$$

$$P_{\text{operasi}} = 1 \text{ atm} = 14.7 \text{ psia}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{design}} &= P_{\text{hidrostatik}} + P_{\text{operasi}} \\
 &= (3.4453 + 14.7) - 14.7 \\
 &= 3.4453 \text{ psig}
 \end{aligned}$$

- Menghitung nilai A teoritis dan A operasi.

$$A = \frac{Q}{Ud \times \Delta T}$$

Mencari ΔT LMTD

Suhu air pendingin :

$$\text{In} = 30 \text{ } = 86 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\text{Out} = 35 \text{ } ^\circ\text{C} = 95 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\text{Treaktor} = 80 \text{ } ^\circ\text{C} = 176 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Fluida panas (°F)	Fluida dingin (°F)	ΔT	
176	86	90	ΔT_1
176	95	81	ΔT_2

$$U_D = 70 \text{ Btu/h.}^\circ\text{F.ft}^2 \quad (\text{Harry Silla, Hal 386. Tabel 7.5})$$

$$Q = 414924.4825 \text{ Btu/jam}$$

A tersedia :

$$\begin{aligned} A &= OD \times hL + \left(\frac{\pi}{4} \times OD^2\right) \\ &= 9.5 \times 10.6850 + (0.785 \times 9.51^2) \\ &= 172.5488 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta T_{LMTD} &= \frac{(\Delta T_2 - \Delta T_1)}{\ln \frac{\Delta T_2}{\Delta T_3}} \\ &= \frac{(81 - 90)}{\ln \frac{81}{90}} \\ &= 85.4210 \text{ }^\circ\text{F} \end{aligned}$$

A kebutuhan :

$$\begin{aligned} A &= \frac{414924.4825}{70 \times 85.42} \\ &= 69.3915 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$A_{\text{kebutuhan}} < A_{\text{tersedia}}$, sehingga jaket pendingin bisa digunakan

$$\text{Volume liquid dalam tangki} = 411.2670 \text{ ft}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Volume tutup bawah tangki} &= \frac{\pi \cdot di^3}{24 \text{ tg } 60^\circ} \\ &= \frac{3.14 \times 7.4688^3}{41.569} \\ &= 31.47036 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume liquid dalam silinder} &= 411.2670 - 31.47036 \\ &= 379.7966 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi liquid dalam silinder} &= \frac{411.2670}{31.47036} \\ &= 13.0684 \text{ ft} \end{aligned}$$

- Menentukan Volume silinder bagian luar

$$\begin{aligned} \text{Volume bawah bagian luar tangk} &= \frac{\pi \cdot do^3}{24 \text{ tg } 60^\circ} \\ &= \frac{3.14 \times 7.5^3}{41.569} \\ &= 31.86704 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume liquid dalam silinder} &= \frac{\pi}{4} \times 7.5^2 \times 13.0684 \\
 &= 0.785 \times 56.3 \times 13.0684 \\
 &= 577.0511 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume liquida} &= 31.8670 + 577.0511 \\
 &= 608.9182 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume jacket} &= \text{Volume total air} + \text{volume liquid} + 10\% \text{ volume liquid} \\
 &= 184.3534 + 608.9182 + 60.89182 \\
 &= 854.1634 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Asumsi : } L_{sj} = 1,5 \text{ dij}$$

$$\text{Volume jaket} = \text{Volume silinder jacket} + \text{Volume tutup bawah jacket}$$

$$\begin{aligned}
 854.1634 &= \frac{\pi \cdot \text{dij}^2 \cdot L_{sj}}{4} + \frac{\pi \cdot \text{dij}^3}{24 \text{ tg } \alpha} \\
 &= 1.1775 \text{ dij}^3 + 0.0755 \text{ dij}^3 \\
 \text{dij}^3 &= 681.6735 \text{ ft}^3 \\
 \text{dij} &= 8.8009 \text{ ft} = 105.6104 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume tutup bawah jake} &= 0.0755 \text{ dij}^3 \\
 &= 0.0755 \times 681.6735 \\
 &= 51.493 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{hbj} = \frac{0,5 \cdot \text{Dij}}{\text{tg } \alpha} = 2.5407 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi silinder jacket (} L_s &= 1.5 \times 8.8009 \\
 &= 13.2013 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Hj} &= L_{sj} + \text{hbj} \\
 &= 13.2013 + 2.5407 \\
 &= 15.7420 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

Tebal silinder jacket :

$$\begin{aligned}
 \text{tsj} &= \frac{P_i \times \text{dij}}{2 (fE - 0,6)} + C \\
 \text{tsj} &= \frac{3.4453 \times 105.6104}{2 (18750 \times 0.8) - (0.6 \times 3.4453)} + \frac{1}{16} \\
 &= 0.01213 + \frac{1}{16} \\
 &= \frac{1.1941}{16} = \frac{3}{16} \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Standardisasi } d_{oj} : d_{oj} &= d_{ij} + 2t_{sj} \\
 &= 105.610 + (2 \times 0.188) \\
 &= 105.985 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari tabel 5.7 hal. 91, Brownel & Young, diperoleh ; $d_{oj} = 108$ in
Maka :

$$\begin{aligned}
 d_{ij} &= d_o - 2 t_s \\
 &= 108 + (2 \times 0.188) \\
 &= 107.625 \text{ in} \\
 &= 8.9688 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

Cek hubungan L_{sj} dengan d_{ij} :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume jacket} &= \frac{\pi \cdot d_{ij}^3}{24 \text{ tg } 1/2 \alpha} + \frac{\pi}{4} d_i^2 L_{sj} \\
 854.1634 &= 54.49621 + 63.1442 L_{sj} \\
 L_{sj} &= 12.6641 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

$$\frac{L_{sj}}{d_{ij}} = \frac{12.6641}{8.9688} = 1.412 < 1,5 \text{ (memenuhi)}$$

Menentukan tebal dan tinggi tutup bawah jacket

Tutup bawah berbentuk conical

$$\begin{aligned}
 t_{hj} &= \frac{P_{ij} \times d_{ij}}{2 (f \times E - 0,6Pd) \cos \frac{1}{2} \alpha} + C \\
 &= \frac{3.4453 \times 107.6250}{2 (18750 \times 0.8 - 0.6 \times 3.4453) \cos 60^\circ} + \frac{1}{16} \\
 &= 0.0247 + \frac{1}{16} \\
 &= \frac{1.4}{16} = \frac{3}{16} \text{ in} \\
 h_{bj} &= \frac{0,5 \times d_{ij}}{\text{tg } \alpha} \\
 &= 31.0696 \text{ in} = 2.5891 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

6.5 Sambungan Tutup (Head) dengan dinding reaktor

1 Flange

Dari Brownell & Young, App. D-4 hal. 342, didapatkan :

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316

Tensile strenght minimum : 75000 psia

Allowable stress (f) : 18750
 Type flange : Ring flange

2 Bolting

Dari Brownell & Young, App. D-4 hal. 342, didapatkan :

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 193 Grade B8c type 347
 Tensile strength minimum: 75000 psia
 Allowable stress (f) : 15000

3 Gasket

Dari Brownell & Young, App. D-4 hal. 342, didapatkan :

Bahan konstruksi : Flange metal, asbestos filled
 Gasket factor : 3.75 psi
 Min design seating stress (y : 9000 psi

A Perancangan Gasket

- Perhitung Lebar Gasket

Dari Brownell & Young persamaan 12.2 hal 226 :

$$\frac{d_o}{d_i} = \frac{y - p \times m}{y - p(m+1)}$$

Dimana :

d_o : diameter luar gasket
 d_i : diameter dalam gasket
 y : yield stress
 p : internal pressure
 m : gasket faktor

Diketahui d_i Gasket = d_o shell = 7.5 ft

Sehingga :

$$\frac{d_o}{d_i} = \frac{9000 - (14.7 \times 3.75)}{9000 - 14.7(3.75 + 1)}$$

$$\frac{d_o}{7.5} = \frac{\sqrt{8944.8750}}{8930.175} = 1.0016$$

$$d_o = 7.5123 \text{ ft} = 90.148 \text{ in}$$

$$\text{Lebar gasket minimum} = \frac{d_o - d_i}{2} = \frac{90.1481 - 89.6250}{2}$$

$$= 0.2616 \times \frac{16}{16}$$

$$= \frac{4.1852}{16} = \frac{4}{16} \text{ in}$$

$$\text{Diambil gasket (n)} = \frac{4}{16} \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter rata-rata gasket (G) : } do + n \\ &= 90.148 + 0.2500 \\ G &= 90.3981 \text{ in} \\ &= 7.5332 \text{ ft} \end{aligned}$$

- Menghitung beban gasket (Wm_2)

$$Wm_2 = Hy = \pi \cdot b \cdot G \cdot y \quad (\text{Brownell, pers 12.88, hal 240})$$

Dari Brownell & Young, fig. 12.12 hal. 229 :

$b = bo$, dimana $bo \leq 1/4$ in

$$b = \frac{bo}{2} \text{ dimana } bo > 1/4 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar setting gasket bawah} &= bo = \frac{n}{2} \\ &= \frac{0.2500}{2} \\ &= 0.125 \text{ in} \end{aligned}$$

Sehingga Hy :

$$Hy = Wm_2 = 3.14 \times 0.125 \times 90.3981 \times 9000$$

$$- Hy = 319331.4627 \text{ lb}$$

Menghitung beban operasi total pada kondisi kerja (Wm_1)

$$Wm_1 = H + Hp \quad (\text{Brownell, pers 12.91, hal 240})$$

> Beban agar tidak bocor (Hp)

$$Hp = 2 \cdot \pi \cdot b \cdot G \cdot m \cdot p \quad (\text{Brownell, pers 12.91, hal 240})$$

$$\begin{aligned} Hp &= 2 \times 3.14 \times 0.125 \times 90.398 \times 3.75 \times 14.7 \\ &= 3911.8104 \text{ lb} \end{aligned}$$

> Beban karena tekanan dalam (H)

$$H = \frac{\pi}{4} \times G^2 \times p \quad (\text{Brownell, pers 12.89, hal 240})$$

$$\begin{aligned} H &= 0.785 \times 90.3981^2 \times 14.7 \\ &= 94298.7794 \text{ lb} \end{aligned}$$

Sehingga :

$$Wm_1 = H + Hp$$

$$\begin{aligned}
 &= 94298.7794 + 3911.8104 \\
 &= 98210.5898 \text{ lb} - 221120.873
 \end{aligned}$$

Karena $Wm_2 > Wm_1$, maka yang mengontrol adalah Wm_2

B Perancangan Bolting

- Perhitungan luas minimum bolting area

$$\begin{aligned}
 Am_2 &= \frac{Wm_2}{fb} && \text{(Brownell, pers 12.92, hal 240)} \\
 &= \frac{319331.4627}{15000} \\
 &= 21.2888 \text{ in}^2 \\
 &= 0.148 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 gal. 188 didapatkan :

Ukuran baut : $1 \frac{5}{8}$ in

Root area : 1.515 in^2

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah bolting optimum} &= \frac{Am_2}{\text{root area}} \\
 &= \frac{21.2888}{1.515} \\
 &= 14.0520 \approx 14 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 gal. 188 didapatkan :

- Bolt size : $1 \frac{5}{8}$ in
- Root area : 1.515 in^2
- Bolt spacing (B_s) : $3 \frac{1}{2}$ in
- Min. Radial distance (F) : 2.13 in
- Edge distance (E) : $1 \frac{5}{8}$ in
- Nut dimension : $2 \frac{9}{16}$ in
- Max. Filter radius : 8-May in

- Evaluasi lebar gasket

$$\begin{aligned}
 Ab_{\text{actual}} &= \text{jumlah bolt} \times \text{root area} \\
 &= 14 \times 1.515 \\
 &= 21.2100 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

- Lebar gasket minimum

$$W = \frac{Ab_{\text{actual}} \times f_{\text{allow}}}{2 \times \pi \times y \times G}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{21.2100 \times 15000}{2 \times \pi \times 9000 \times 90.3981} \\
 &= 0.0623 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari sini dapat dilihat bahwa nilai $W <$ lebar *gasket*, sehingga lebar *gasket* telah memadai.

C Perancangan Flange

- Menghitung diameter luar flange (A) :

$$\begin{aligned}
 \text{Flange OD} &= \text{bolt circle diameter} + 2E \\
 &= C + 2E
 \end{aligned}$$

Dari dimensi baut didapatkan :

$$R = 2.1 \text{ in}$$

$$E = 1 \frac{5}{8} \text{ in}$$

- Menentukan bolt circle diameter (C) :

$$C = \text{di gasket} + 2(1.415 g_o + R)$$

Dimana :

$$\text{di gasket} = 89.63 \text{ in}$$

$$g_o = \text{tebal shell } (t_s) = \frac{3}{16} \text{ in}$$

Maka bolting circle diameter (C) :

$$\begin{aligned}
 C &= 89.6 + 2 [(1.415) \times (0.188) + 2] \\
 &= 94.7044 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Flange OD} &= \text{bolt circle diameter} + 2E \\
 &= 94.7044 + 3.25 \\
 &= 97.9544 \text{ in}
 \end{aligned}$$

- Perhitungan moment

Total moment pada kondisi operasi :

$$M_o = M_D + M_G + M_T$$

Dari Brownell & Young, persamaan 12.94 hal. 242, untuk keadaan bolting up (tanpa tekanan uap dalam)

$$\begin{aligned}
 W &= \left(\frac{Am_2 + A_b}{2} \right) \times f_{\text{allow}} \\
 &= \left(\frac{21.2888 + 21.2100}{2} \right) \times 18750 \\
 &= 398425.9142 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

- > Jarak radial dari beban gasket yang bereaksi terhadap bolt circle
 Dari Brownell & Young, persamaan 12.101 hal. 242 :

$$h_G = \frac{C - G}{2}$$

$$h_G = \frac{94.7044 - 90.3981}{2}$$

$$= 2.1531 \text{ in}$$

- > Moment flange (M_a)

$$M_a = W \times h_G \quad (\text{Brownell, hal 243})$$

$$= 398425.9142 \times 2.1531$$

$$= 857863.7190 \text{ lb.in}$$

Dalam kondisi operasi :

$$W = W_{m1} = 398425.9142 \text{ lb}$$

- > Menghitung moment M_D

$$M_D = H_D \times h_D \quad (\text{Brownell, hal 243})$$

Tekanan Hidrostatik pada daerah dalam flange (H_D)

$$H_D = 0,785 \times B^2 \times P$$

Dimana :

$$B : \text{do shell} = 89.6250 \text{ in}$$

$$P : \text{Tekanan operasi} = 14.7 \text{ lb/in}^2$$

Maka :

$$H_D = 0.785 \times 90^2 \times 14.7 \text{ lb/in}^2$$

$$= 92692.6565 \text{ lb}$$

jarak jari-jari dari bolt circle pad H_D (h_D)

$$h_D = \frac{C - B}{2} \quad (\text{Brownell, hal 243})$$

$$= \frac{94.7044 - 89.63}{2}$$

$$= 2.5397 \text{ in}$$

Moment komponen M_D

$$M_D = H_D \times h_D \quad (\text{Brownell, hal 243})$$

$$= 92692.6565 \times 2.5397$$

$$= 235412.19 \text{ lb.in}$$

- > Menghitung komponen moment ke M_G

$$M_G = H_G \times h_G \quad (\text{Brownell, hal 243})$$

Perbedaan antara beban baut flange dengan gaya hidrostatik total :

$$\begin{aligned} H_G &= W - H = Wm_1 - H \\ &= 398425.9142 - 94298.7794 \\ &= 304127.1348 \text{ lb} \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} M_G &= 304127.1348 \times 2.153132 \\ &= 654825.9680 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

> Menghitung komponen moment ke M_T

$$M_T = H_T \times h_T \quad (\text{Brownell, hal 244})$$

Perbedaan antara hidrostatik total dengan gaya hidrostatik dalam area flange (F

$$\begin{aligned} H_T &= H_D - H \\ &= 94298.7794 - 92692.6565 \\ &= 1606.1229 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_T &= \frac{h_D + h_G}{2} \quad (\text{Brownell, hal 244}) \\ &= \frac{2.5397 + 2.1531}{2} \\ &= 2.3464 \text{ in} \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} M_T &= 1606.1229 \text{ lb} \times 2.3464 \text{ in} \\ &= 3768.6383 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

> Moment total pada keadaan operasi (M_o)

$$\begin{aligned} M_o &= M_D + M_G + M_T \\ &= 235412.1914 + 654825.9680 + 3768.6383 \\ &= 894006.7978 \text{ lb.in} \quad -36143.0788 \end{aligned}$$

Karena $M_a < M_o$, maka $m_{max} = M_o = 894006.7978 \text{ lb.in}$

- **Perhitungan tebal Flange**

$$f_T = \frac{Y \cdot M_o}{t^2 \cdot B} \quad (\text{Brownell, hal 244})$$

Sehingga didapatkan rumus :

$$t = \sqrt{\frac{Y \times M}{f \times B}} \quad \text{dan} \quad k = A/B$$

Dimana :

$$A = \text{diameter luar flange} = 97.9544 \text{ in} = 8.1629 \text{ ft}$$

$$B = \text{diameter luar shell} = 114 \text{ in} = 9.5 \text{ ft}$$

f = stress yang diijinkan untuk bahan flange = 18750 psia

Maka :

$$k = \frac{8.1629 \text{ ft}}{9.5 \text{ ft}}$$

$$= 0.8592 \text{ ft}$$

Dari Brownell & Young, fig. 12.22 hal. 238, didapatkan :

$$Y = 40$$

$$M_{\max} = 894006.7978 \text{ lb.in}$$

Sehingga tebal flange :

$$t = \frac{65 \times 894006.7978}{18750 \times 114}$$

$$t = 5.214 \text{ in}$$

$$= 0.4345 \text{ ft}$$

6.5. Perancangan sistem penyangga reaktor

A Menentukan berat total reaktor

Dari perancangan silinder reaktor dapat diketahui data sebagai berikut :

- Bahan konstruksi : High alloy steel SA 240 Grade M type 316
- Tebal silinder (t_s) : $\frac{3}{16}$ in
- Diameter dalam silinder (d_i) : 89.625 in
- Diameter luar silinder (d_o) : 90 in
- Tekanan internal tangki : 6.8985 psig
- Tinggi badan shell : 10.6850 ft

Perhitungan

- Menentukan berat tangki kosong

Bahan konstruksi yang dipakai untuk pembuatan reaktor termasuk steel,

densitasnya dapat dilihat pada tabel 2-118 (Perry's 7th)

$$\rho = \text{Densitas bahan konstruksi} = 489 \text{ lb/ft}^3$$

$$W_s = \frac{\pi}{4} (d_o^2 - d_i^2) H \cdot \rho$$

(Stanley M. Wallas)

Berat shell reaktor :

$$W_s = 0.785 \times (8^2 - 7.469^2) \times 489 \times 10.6850$$

$$= 1918.6259 \text{ lb}$$

$$= 870.2887 \text{ kg}$$

- **Menentukan berat tutup atas reaktor**

Tutup atas berbentuk standard dished head

$$t_{ha} = 0.0156 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{tutup dalam atas}} &= 0,0847 \times d_i^3 \\ &= 0,0847 \times 7.469^3 \\ &= 35.2880 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{tutup atas luar}} &= 0,0847 \times (D_i + t_{ha})^3 \\ &= 0,0847 \times (7.469 + 0.0156)^3 \\ &= 35.50995 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{dinding tutup atas}} &= V_{\text{tutup atas luar}} - V_{\text{tutup dalam atas}} \\ &= 35.50995 - 35.2880 \\ &= 0.2219 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Berat tutup atas :

$$\begin{aligned} W_{\text{tutup atas}} &= V_{\text{dinding tutup atas}} \times \rho \\ &= 0.2219 \times 489 \text{ lb/ft}^3 \\ &= 108.527 \text{ lb} \\ &= 49.2278 \text{ kg} \end{aligned}$$

Menentukan berat tutup bawah reaktor

Tutup bawah berbentuk conical

$$t_{hb} = 0.0208 \text{ ft}$$

$$\tan 60 = 1.7321$$

$$\begin{aligned} V_{\text{tutup dalam bawah}} &= \frac{\pi}{24} \times \frac{D_i^3}{\tan(0,5\alpha)} \\ &= 0.1308 \times \frac{7.46875^3}{1.732} \\ &= 31.4713 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{tutup bawah luar}} &= \frac{\pi}{24} \times \frac{(D_i + t_{hb})^3}{\tan(0,5\alpha)} \\ &= 0.1308 \times \frac{(7.46875 + 0.0208)^3}{1.732} \\ &= 31.73536 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{dinding tutup bawah}} &= V_{\text{tutup bawah luar}} - V_{\text{tutup dalam bawah}} \\ &= 31.73536 - 31.4713 \end{aligned}$$

$$= 0.2641 \text{ ft}^3$$

Berat tutup atas :

$$\begin{aligned} W_{\text{tutup bawah}} &= V_{\text{dinding tutup bawah}} \times \rho \\ &= 0.2641 \times 489 \text{ lb/ft}^3 \\ &= 129.1416 \text{ lb} \\ &= 58.5786 \text{ kg} \end{aligned}$$

Menentukan berat larutan dalam reaktor

$$\begin{aligned} W_{\text{larutan}} &= m \\ &= 46637.3712 \text{ kg} \\ &= 102812.085 \text{ lb} \\ W_{\text{air pendingin}} &= 5231.2704 \text{ kg} \\ &= 11532.3356 \text{ lb} \end{aligned}$$

Menghitung berat jaket

$$W_j = \frac{\pi}{4} (D_o^2 - D_i^2) H \cdot \rho \quad (\text{Stanley M. Wallas})$$

Dimana :

$$\begin{aligned} D_o &: \text{diameter luar jacket} &: 9.0000 & \text{ft} \\ D_i &: \text{diameter dalam jacket} &: 8.9688 & \text{ft} \\ H &: \text{tinggi jacket} &: 15.7420 & \text{ft} \end{aligned}$$

Berat jaket :

$$\begin{aligned} W_j &= 0.785 \times (9^2 - 8.969^2) \times 15.7420 \times 489 \\ &= 3393.17 \text{ lb} \\ &= 1539.14 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Menghitung berat perlengkapan lain-lain (*attachmenti*)

Berat attachment merupakan berat dari seluruh perlengkapan seperti nozzle, dan sebagainya dari (Brownell & Young); Hal. 157 diperoleh :

$$W_a = 15\% W_s$$

Dimana :

$$\begin{aligned} W_a &: \text{berat attachment, lb} \\ W_s &: \text{berat shell reaktor, Kg} \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} W_a &= 0.15 \times 870.2887 \text{ kg} \\ &= 130.5433 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Menghitung berat total reaktor

$$W_T = W_s + W_{\text{tutup atas}} + W_{\text{tutup bawah}} + W_{\text{larutan}} + W_j + W_{\text{air pendingin}}$$

$$\begin{aligned}
 &+ W_a \\
 &= 870.2887 + 49.2278 + 58.5786 + 46637.371 + 5231.270 \\
 &\quad + 1539.141 + 130.5433 \\
 &= 54516.4211 \quad \text{kg}
 \end{aligned}$$

Dengan memperhatikan faktor keamanan sebesar 10% maka berat total beban reaktor adalah :

$$\begin{aligned}
 W_{\text{total}} &= 1.1 \times 54516.42 \quad \text{kg} \\
 &= 59968.06325 \quad \text{kg} \\
 &= 132199.595 \quad \text{lb}
 \end{aligned}$$

B Perancangan leg support (penyangga)

- Menggunakan 4 buah kolom penyangga (kaki penyangga)
- Jenis kolom yang digunakan : I beam

Perhitungan :

- Beban tiap kolom

Dari Brownel & Young, Pers.10.76 hal. 197 :

$$P = \frac{4 P_w (H-L)}{n \cdot D_{bc}} \times \frac{\Sigma W}{n}$$

Dimana :

P : beban tiap kolom, lb

P_w : total beban permukaan karena angin

H : tinggi vessel dari pondasi, ft

L : jarak antara vessel dengan dasar pondasi, ft

D_{bc} : diameter anchor bolt circle, ft

n : jumlah support

ΣW : berat total, lb

P : beban kompresi total maksimum tiap leg, lb

Reaktor diletakkan didalam ruangan, sehingga tidak dipengaruhi adanya tekanan angin.

Maka berlaku rumus :

$$P_w = 0$$

$$P = \frac{\Sigma W}{n}$$

$$P = \frac{132199.595 \quad \text{lb}}{4}$$

$$= 33049.90 \quad \text{lb}$$

Direncanakan :

Jarak kolom penyangga dari tanah (L) = 5 ft

tinggi silinder (H) = 14.1034 ft

$$\begin{aligned} \text{Panjang penyangga} &= 0,5 (H+L) \\ &= 0.5 \times (14.1034 + 5) \text{ ft} \\ &= 9.5517 \text{ ft} \\ &= 114.6202 \text{ in} \end{aligned}$$

Trial ukuran I beam

Trial ukuran I beam

Dari Brownel & Young, App. G-3 hal 355, didapatkan :

Nominal size = 5 in

Berat = 10 lb

Area of section (A_y) = 2.87 in

Dept of beam (h) = 5 in

With of beam (b) = 3 in

Axis (r) = 2.05 in

Anailsa terhadap sumbu Y-Y

Dengan :

$$\begin{aligned} - L/r &= \frac{114.6202}{2.05} \\ &= 55.9123 \end{aligned}$$

Karena L/r diantara (- 150 maka :

$$\begin{aligned} f_c \text{ aman} &= \frac{18000}{1 + \left(\frac{l^2}{18000 r^2} \right)} \\ &= \frac{18000}{1 + \left(\frac{114.6202^2}{18000 \times 2.1^2} \right)} \\ &= \frac{18000}{1.1737} \\ &= 15336.4183 \text{ psia} \end{aligned}$$

$$A = \frac{P}{f_c}$$

$$= \frac{33049.90}{15336.4183}$$

= 2.154995 < A yang tersedia, berarti trial I beam sudah memadai

Kesimpulan perancangan penyangga :

Ukuran I beam : $6 \times 3 \frac{8}{3}$ in

Berat = 10.00 lb

Jumlah : 4 buah

Peletakan beban dengan beban eksentrik

C Perancangan base plate

Perencanaan :

- Dibuat base plate dengan toleransi panjang adalah 5% dan toleransi lebar 20%

Hesse, hal 163

- Digunakan besi cor sebagai bahan konstruksi dari base plate

Perhitungan :

- Luas base plate

$$A_{bp} = \frac{P}{f_{bp}}$$

Dimana :

A_{bp} : luas base plate, in²

P : beban tiap-tiap base plate. Lb

f_{bp} : stress yang diterima oleh pondasi (bearing capacity yang terbuat dari beton.

(dari Hesse, tabel 7-7, hal. 162) nilai $f_{bp} = 600$ lb/in²

Sehingga :

$$A_{bp} = \frac{33049.8989}{600}$$

$$= 55.08316 \text{ in}^2$$

- Panjang dan lebar base plate

$$A_{bp} = p \times l$$

Dimana :

- A_{bp} : luas base plate = 55.08316 in²

- p : panjang base plate

$$: 2m + 0,95h$$

- l : lebar base plate, in

$$: 2n + 0,8b$$

Diasumsikan $m = n$ (Hesse, hal. 163)

$$b = 2.66 \text{ in}$$

$$h = 5 \text{ in}$$

Maka :

$$\begin{aligned} A_{bp} &= (2m + 0,95h) \times (2n + 0,8b) \\ 55.083 &= (2m + 4.8) \times (2m + 2.1) \\ &= 4m^2 + 4.3m + 9.5m + 10.1 \\ &= 4m^2 + 13.8m - 44.98 \end{aligned}$$

Dengan rumus abc, didapatkan :

$$\begin{aligned} m_{1,2} &= \frac{-13.76 \pm (189.228 - 719.60)^{0.5}}{8} \\ &= \frac{-13.76 \pm 30.1468}{8} \end{aligned}$$

$$m_1 = 2.0489$$

$$m_2 = -5.487851$$

$$\text{diambil } m_1 = 2.0489$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Panjang base plate (p)} &= 2m + 0,95h \\ &= (2 \times 2.0489) + (0.95 \times 5) \\ &= 8.8477 \text{ in} \approx 9 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar base plate (l)} &= 2n + 0,8b \\ &= (2 \times 2.0489) + (0.80 \times 2.7) \\ &= 6.2257 \text{ in} \approx 7 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari perhitungan didapatkan ukuran base plate yang digunakan adalah $9 \times 7 \text{ in}$ dengan luas (A) = 63 in^2

- Peninjauan terhadap bearing capacity

$$f = \frac{P}{A}$$

Dengan :

f : bearing capacity, lb.in²

P : beban tiap kolom, lb = 33049.8989 lb

A : luas base plate, in² = 63 in²

Maka :

$$f = \frac{P}{A}$$

$$= \frac{33049.8989 \text{ lb}}{63 \text{ in}^2}$$

$$= 524.601569 < f_{bp} \text{ yang tersedia, berarti base plate sudah memadai.}$$

Kesimpulan perancangan penyangga (leg) :

- **Peninjauan terhadap harga m dan n**

> Panjang base plate (l)

$$p = 2m + 0,95$$

$$13 = 2m + (0,95 \times 6)$$

$$= 2m + 5,7$$

$$m = 3,7$$

> Lebar base plate (l)

$$l = 2n + 0,8b$$

$$7 = 2n + (0,8 \times 2,66)$$

$$= 2n + 2,13$$

$$n = 2,44$$

Karena harga $m > n$, maka tebal base plate dihitung berdasarkan harga m

- **Tebal base plate**

$$t = (0,00015 \cdot P \cdot m^2)^{0,5}$$

Dimana :

t : tebal base plate, in

p : actual unit pressure yang terjadi pada base plat = 524.6016 psi

m : 3.7 in

Sehingga, tebal base plate :

$$t = (0,00015 \times 524.6016 \times 3,7^2)^{0,5}$$

$$= 1.02389 \approx 2 \text{ in}$$

- **Ukuran baut**

Beban tiap baut

$$P_{\text{baut}} = \frac{P}{n_{\text{baut}}}$$

$$= \frac{33049.8989 \text{ lb}}{4}$$

$$= 8262.47471 \text{ lb}$$

$$A_{\text{baut}} = \frac{P_{\text{baut}}}{f_{\text{baut}}}$$

Dimana $f_{\text{baut}} = \text{stress tiap baut} = 12000 \text{ lb/in}^2$

$$A_{\text{baut}} = \frac{8262.47471}{12000}$$

$$= 0.6885 \text{ in}^2$$

$$A_{\text{baut}} = \frac{\pi}{4} db^2$$

$$0.689 = 0.785 \times db^2$$

$$db^2 = 0.8771$$

$$db = 0.9365 \text{ in}$$

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal. 188 diperoleh :

- Ukuran baut = 1.13 in
- Root area = 0.693 in
- Bolt soacing min = 2.500 in
- Min radial distance = 1.5 in
- Edge distance = 1.13 in
- Nutt dimension = 2.81 in
- Max filled radius = 0.44 in

D Perancangan lug dan gusset

Perencanaan :

- Digunakan 2 buah plate horizontal (untuk lug) dan 2 buah plate vertikal (untuk gusset)

Perhitungan :

Dari Brownell & Young, fig 10.6, hal. 191 didapatkan :

a Lebar lug

$$\begin{aligned} A &= \text{lebar lug} = \text{ukuran baut} + 9 \text{ in} \\ &= 1.13 + 9 \text{ in} = 10.1250 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= \text{jarak antar gusset} = \text{ukuran baut} + 8 \text{ in} \\ &= 1.13 + 8 \text{ in} \\ &= 9.1250 \text{ in} \end{aligned}$$

b Lebar Gusset

$$\begin{aligned} l &= \text{lebar gusset} = 2 (\text{lebar kolom} - 0,5 \text{ ukuran baut}) \\ &= 2 (2.66 - (0.5 \times 1.125)) \\ &= 4.1950 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar lug atas} &= a = 0,5 (L + \text{ukuran baut}) \\ &= 0.5 \times (4.1950 + 1.125) \end{aligned}$$

$$= 2.6600 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Perbandingan tebal base plate} &= \frac{b}{l} \\ &= \frac{9.1250}{4.1950} \\ &= 2.1752 \end{aligned}$$

Dari tabel 10.6, hal.192, Brownell & Young didapatkan = 0.5650

$$\begin{aligned} e &= \frac{\text{nut dimension}}{2} \\ &= \frac{2.8125}{2} \\ &= 1.4063 \text{ in} \end{aligned}$$

c Tebal plate horizontal

Menentukan maksimum bending moment sepanjang sumbu radial

Dari persamaan 10.40, hal. 192, Brownell & Young :

$$M_y = \frac{P}{4\pi} \left((1 + \mu) \times \left(\ln \frac{2L}{\pi \cdot e} \right) + (1 + \gamma_1) \right)$$

Dimana :

P : beban tiap baut = 8262.47471 lb

γ_1 : 0.5650

μ : poisson's ratio = 0.3 (untuk baja)

L : panjang horizontal plate bawa = 4.1950 in

e : nut dimensior = 1.4063 in

Jadi :

$$\begin{aligned} M_y &= \frac{8262.47471}{12.56} \left((1 + 0.3) \times \ln \frac{2 \times 4.1950}{4.415625} + (1 - 0.5650) \right) \\ &= 657.8403 \times 1.3 \times 0.6419 + 0.4350 \\ &= 835.1010 \text{ lb} \end{aligned}$$

M_y disubstitusikan ke persamaan 10.41, hal 193, Brownell diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{thp}^2 &= \frac{(6 \cdot M_y)^{0.5}}{f_{\text{allowable}}} \\ &= \frac{(6 \times 835.1010)^{0.5}}{12000} \end{aligned}$$

$$\text{thp} = 0.6462 \text{ in}$$

maka digunakan plate dengan tebal 0.6462 in

d Tebal plate vertikal (Gusset)

Dari fig. 10.6, hal. 191, Brownel dan pers. 10.47 hal 194, diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{tebal gusset minimal} &= \frac{3}{8} \times \text{thp} \\ &= \frac{3}{8} \times 0.6462 \\ &= 0.2423 \text{ in} \end{aligned}$$

e Tinggi Gusset

$$\begin{aligned} \text{Tinggi gusset} = \text{hg} &= A + \text{ukuran baut} \\ &= 10.1250 + 1.1250 \\ &= 11.2500 \text{ in} \end{aligned}$$

f Tinggi Lug

$$\begin{aligned} \text{Tinggi lug} &= \text{hg} + 2\text{thp} \\ &= 11.25 + (2 \times 0.6462) \\ &= 12.5424 \text{ in} \end{aligned}$$

6.8 Perancangan pondasi

Perencanaan :

- Beban total yang harus ditahan pondasi :
 - Berat reaktor total
 - Berat kolom penyangga
 - Berat base plate
- Ditentukan :
 - Masing-masing penyangga diberi pondasi
 - Spesifik untuk semua penyangga sama

Perhitungan :

$$\begin{aligned} W &= 59968.0633 \text{ kg} \\ &= 132205.5922 \text{ lb} \end{aligned}$$

- Beban yang harus ditanggung tiap kolom

$$W_{bp} = p.l.t.\rho$$

Dimana :

- p : panjang base plate = 9 in = 0.75 ft
- l : lebar base plate = 7 in = 0.5833 ft
- t : tebal base plate = 1 in = 0.0833 ft

- ρ : Densitas bahan konstruksi = 489 lb/ft³

Beban yang ditanggung tiap kolom :

$$W_{bp} = 17.8281 \text{ lb}$$

- Beban tiap penyangga

$$W_p = L.A.F.\rho$$

Dimana :

- L : tinggi kolom = 9.5517 ft

- A : luas kolom beam = 2.87 in² = 0.0201 ft²

- F : faktor koreksi = 3.4

- ρ : densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³

Beban tiap penyangga :

$$W_p = 319.0418 \text{ lb}$$

- **Beban total**

$$W_T = W + W_{bp} + W_p$$

$$= 132205.5922 + 17.8281 + 319.0418$$

$$= 132542.4622 \text{ lb}$$

Dianggap hanya ada gaya vertikal dan berat kolom itu sendiri bekerja pada pondasi, maka ditetapkan :

- Luas pondasi atas = 20 × 20 in

- Luas pondasi bawah = 30 × 30 in

- Tinggi = 25 in

- Luas permukaan rata-rata :

$$A = \left(\frac{20 \times 20}{2} \right) + \left(\frac{30 \times 30}{2} \right)$$

$$= 650 \text{ in}^2$$

- Volume pondasi :

$$V = A \times t$$

$$= 650 \times 25$$

$$= 16250 \text{ in}^3$$

$$= 9.4055 \text{ ft}^3$$

- Berat pondasi

$$W = V \times \rho$$

Dimana :

$$\rho \text{ semen} = 144 \text{ lb/ft}^3$$

maka :

$$W = 9.4055 \text{ ft}^3 \times 144 \text{ lb/ft}^3$$

$$= 1354.3920 \text{ lb}$$

- Tekanan tanah

pondasi didirikan diatas semen sand dan gravel, dengan :

- Save bearing minimum = 5 ton/ft²

- Save bearing maximur = 10 ton/ft² (Hesse, tabel 12.2 hal. 327)

Kemampuan tanah sebesar :

$$P = 10 \text{ ton/ft}^2$$

$$= 22046 \text{ lb/ft}^2$$

$$= 153.0988 \text{ lb/in}^2$$

Tekanan pada tanah :

$$P = \frac{W}{A}$$

Dimana :

- W : berat beban total + berat pondasi

- A : luas bawah pondasi

Sehingga :

$$P = \frac{1354.3920 + 132542.4622}{900}$$

$$= 148.7743 \text{ lb/in}^2$$

Karena tekanan yang diberikan oleh tanah lebih kecil daripada kemampuan tanah menahan pondasi, maka pondasi dengan ukuran (20 × 20)in luas atas dan (30 × 30) in luas bawah dengan tinggi pondasi 25 in dapat digunakan.

Spesifikasi alat :

Nama alat : Reaktor

Kode alat : Tempat untuk bereaksinya Ca₃F(PO₄)₂ dengan H₂SO₄ dan H₂O untu

Fungsi : membentuk H₃PO₄

Reaksi yang terjadi :



Type : Mixed flow reaktor

Jenis : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standard dishhed dan tutup bawah berbentuk conical (α = 120°)

Perlengkapan : Pengaduk dan jaket pendingin

Dasar perencanaan

Untuk mengendalikan temperatur operasi pada reaktor, yaitu pada suhu 80oC dan tekana 1 atm, maka reaktor dilengkapi dengan jaket pendingin. Karena reaksi yang terjadi bersifat eksotermis.

Kesimpulan dimensi reaktor :

1. Bagian silinder

- Diameter luar : 89.625 in
- Diameter dalam : 114 in
- Tinggi sillinder : 128.2205 in
- Tebal silinder : $\frac{3}{16}$
- Tinggi tutup atas : 15.1466 in
- Tinggi tutup bawah : 25.8733 in
- Tebal tutup atas : $\frac{3}{16}$ in
- Tebal tutup bawah : $\frac{3}{16}$ in
- Tinggi total rektor : 169.2404 in
- Bahan konstruksi : *High-alloy Steel SA-240 grade M Type 16*

2. Bagian pengaduk :

- Type : *Six-blade open turbine but blades 45°*
- Diameter impeller (Da) : 26.8875 in
- Tinggi impeller dari dasar bejana (C) : 29.8750 in
- Lebar impeller (W) : 3.3609 in
- Panjang impeller (L) : 6.7219 in
- Lebar baffle (J) : 7.4688 in
- Jumlah pengaduk : 1 buah
- Daya : 2 Hp
- Diameter poros (D) : 1.1679 in
- Panjang poros : 0.8407 in
- Bahan konstruksi : *High-alloy Steel SA 240 grade M*

3. Nozzle

a. Nozzle pemasukan larutan batuan fosfat

- Diameter dalam (di) : 2.067 in
- Diamter luar (do) : 2.375 in

- Luas (A) : 0.0233 ft²
- Schedule : 40

b. Nozzle pemasukan asam sulfat

- Diameter dalam (di) : 2.0670 in
- Diameter luar (do) : 2.3750 in
- Luas (A) : 0.0233 ft²
- Schedule : 40

c. Nozzle pemasukan H₂O

- Diameter dalam (di) : 1.3800 in
- Diameter luar (do) : 1.6600 in
- Luas (A) : 0.0104 ft²
- Schedule : 40

d. Nozzle pengeluaran produk asam phosphat

- Diameter dalam (di) : 2.4690 in
- Diameter luar (do) : 2.8750 in
- Luas (A) : 0.0332 ft²
- Schedule : 40

e. Nozzle manhole

- Diameter dalam (di) : 20 in
- Diameter luar (do) : 27.5 in
- Schedule : 40

4. Jaket pendingin

- Diameter dalam (dij) : 107.625 in
- Diameter luar (doj) : 108 in
- Tebal jaket (tj) : $\frac{3}{16}$ in
- Tinggi jaket (H) : 15.7420 ft
- Tebal tutup bawah jaket : $\frac{3}{16}$ in
- Tinggi tutup bawah jaket : 31.0696 in

5. Flange

- Tensile strength minimum : 75000 psia
- Allowable stress (f) : 18750 psia
- Tebal flange : 5.214 in
- Diameter dalam (Di) flange : 89.625 in

- Diameter luar (Do) flange : 97.9544 in
- Type flange : Ring flange loose type
- Bahan konstruksi : High-alloy Steel SA 240 grade O 405

6. Bolting

- Bahan konstruksi : HAS SA 193 Grade B8 Type 315
- Tensile strenght minimum : 75000 psia
- Allowable stress (f) : 15000 psia
- Ukuran baut : 1.1 in
- Jumlah baut : 11 buah
- Bolting circle diameter (C) : 94.7044 in
- Edge distance (E) : 1.5 in
- Minimum radial (R) : 2 in

7. Gasket

- Bahan konstruksi : Flat metal, jacketed, asbestos filled
- Gasket factor (m) : 3.75 psi
- Min design seating (y) : 9000 psia
- Tebal gasket : $\frac{4}{16}$ in

8. Penyangga

- Jenis : I beam
- Ukuran : $6 \times 3 \frac{8}{3}$ in
- Berat (W) : 10.00 lb
- Luas penyangga (Ay) : 2.8700 in²
- Tinggi (h) : 5 in
- Lebar penyangga (b) : 3.0000 in
- Jumlah penyangga : 4 buah

9. Base plate

- Bahan : Beton
- Panjang (P) : 13 in
- Lebar (l) : 9 in
- Luas (A) : 110 in²
- Tebal (t) : 2 in
- Ukuran baut : 1¹/₈ in
- Root area : 0.693 in²
- Bolt spacing minimum : 2.500 in

- Min radial distance : 1.500 in
- Edge distance : 1.125 in
- *Nut Dimension* : 2.813 in
- Max filled radius : 0.438 in

10. Lug dan Gusset

a. Lug

- Lebar (L) : 10.1250 in
- Tebal (t) : 0.6462 in
- Tinggi (h) : 12.5424 in

b. Gusset

- Lebar (L) : 2.6600 in
- Tebal (t) : 0.2423 in
- Tinggi (h) : 11.2500 in

11. Pondasi

- Bahan : Cemented sand and gravel
- Luas pondasi atas (A) : 20 × 20 in
- Luas pondasi bawah (A) : 30 × 30 in
- Tinggi pondasi : 25 in
- Berat pondasi : 1354.3920 lb

BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

Untuk mendapat kualitas dan kuantitas produk yang diinginkan serta keselamatan baik karyawan maupun alat proses, maka instrumentasi dan keselamatan kerja merupakan dua faktor yang sangat diperlukan. Instrumentasi digunakan untuk mengetahui dan mengendalikan jalannya proses agar produksi menjadi optimal. Keselamatan kerja digunakan untuk mencegah kerugian nyawa, materi, alat-alat, sarana dan prasarana pabrik yang dapat timbul sewaktu-waktu.

7.1. Instrumentasi

Instrumentasi merupakan peralatan yang sangat penting dalam mengamati, mengontrol dan mengendalikan proses produksi suatu industri. Pengontrolan atau pengendalian proses dipasang pada unit pabrik yang benar-benar memerlukan pengontrolan atau pengendalian secara cermat dan akurat agar kapasitas produksi sesuai dengan yang diharapkan. Pemilihan dan penempatan alat pengendali ini sangat penting karena menyangkut harga alat yang cukup mahal. Instrumentasi dapat dibedakan berdasarkan proses kerjanya, antara lain :

a. Manual atau indikator

Manual atau indikator yaitu alat pengamatan yang dipasang pada alat proses dimana kondisi prosesnya tidak memerlukan ketelitian. Pada peralatan proses ini hanya dipasang penunjuk atau pencatat saja yang bisa berupa penunjuk (*indikator*) atau perekam (*recorder*).

b. Otomatis

Otomatis yaitu controller yang dipasang pada alat proses dimana kondisi prosesnya memerlukan ketelitian kondisi prosesnya. Perubahan kondisi proses sedikit saja akan mempengaruhi produk baik kualitas maupun kuantitasnya sehingga alat proses ini perlu dipasang alat pengendali (controller).

Pada pra rencana pabrik etilen glikol ini menggunakan instrumentasi atau alat kontrol otomatis dan manual. Hal ini tergantung dari system peralatan dan faktor pertimbangan teknis serta ekonomisnya.

Tujuan pemasangan alat instrumentasi adalah :

1. Menjaga keamanan operasi suatu proses dengan jalan menjaga variabel proses, berada dalam operasi proses yang aman serta mendeteksi situasi bahaya dengan membuat tanda-tanda bahaya dan memutus hubungan secara otomatis.
2. Mendapat rate atau laju alir produksi sesuai dengan yang diinginkan
3. Menjaga kualitas produk
4. Mempermudah pengoperasian alat
5. Keselamatan dan efisien kerja lebih terjamin.

Macam-macam instrumentasi yang digunakan di pra rencana pabrik etilen glikol adalah:

1. Level Indikator (LI) : Merupakan alat instrumentasi penunjuk ketinggian liquida dalam suatu tangki.
2. Pressure Indikator (PI) : Merupakan alat instrumentasi untuk memberi indikator tekanan dalam tangki
3. Flow Controller (FC) : Merupakan instrumentasi pengendali laju alir
4. Temperatur Controller (TC) : Merupakan instrumentasi pengendali untuk mengatur suhu proses
5. Pressure Controller (PC) : Merupakan instrumentasi pengendali tekanan suatu proses
6. Level Controller (LC) : Merupakan alat instrument pengendali ketinggian liquida dalam tangki.
7. Ratio Control (RC) : Merupakan alat instrumentasi untuk mengontrol perbandingan aliran

Tabel 7.1. Instrumentasi peralatan pabrik etilen glikol

No	Kode	Nama Alat	Instrumentasi	Fungsi
1	F-111B	Storage H ₂ SO ₄	LI	Sebagai indikator jumlah liquid dalam storage asam sulfat.
			RC	Mengatur perbandingan aliran dari storage asam sulfat menuju reaktor
2	F-115	Bin Batuan Fosfat Mixing tank	WC	Mengatur laju aliran dan indikator dalam storage batuan fosfat menuju mixing tank.

3	M-117	Reaktor	FC	Mengatur laju aliran dari storage menuju reaktor.
4	R-110 A R-110 B		TC PC	Mengatur suhu dalam reaktor Mengatur tekanan dalam reaktor
5	V-120	Evaporator	PC	Mengatur tekanan dalam evaporator
			TC	Mengatur suhu dalam reaktor.

7.2. Keselamatan Kerja

Dalam suatu lingkungan pabrik, keselamatan kerja harus mendapat perhatian yang cukup besar dan tidak boleh diabaikan karena menyangkut keselamatan manusia dan kelancaran kerja. Dengan memperhatikan keselamatan kerja yang baik dan teratur, secara psikologis dapat meningkatkan konsentrasi pekerja sehingga produktifitas dan efisiensi kerja meningkat pula. Usaha untuk menjaga keselamatan kerja bukan semata-mata ditujukan pada faktor manusia saja, tapi juga pada peralatan pabrik. Dengan terpeliharanya peralatan proses, maka peralatan pabrik dapat beroperasi dalam jangka waktu yang lama.

Bahaya-bahaya yang terjadi pada pabrik etilen glikol dapat disebabkan karena kecelakaan mesin-mesin pabrik, kebocoran bahan-bahan yang berbahaya, kebakaran dan peledakan, bahaya mekanik, bahaya listrik. Usaha untuk mengurangi dan mencegah terjadinya bahaya yang timbul di dalam pabrik antara lain :

1. Bahaya kebakaran dan peledakan

Pencegahan terhadap bahaya kebakaran dan peledakan bertujuan untuk memperkecil kemungkinan terjadinya kecelakaan terhadap pekerja maupun kerusakan peralatan yang mengakibatkan terhentinya proses produksi. Terjadinya bahaya ini dapat disebabkan oleh :

- a. Valve atau pipa tangki penyimpanan etilen oksida terjadi kebocoran yang mengakibatkan percikan api disekitar storage sehingga mengakibatkan tangki meledak, atau terjadinya kontak antara bahan dengan oksigen dari udara.
- b. Terjadi hubungan singkat (konsleting) pada saklar stop kontak atau alat listrik lainnya baik pada peralatan instrumentasi maupun pada peralatan listrik sederhana

seperti lampu, radio, computer, mesin fax, answering machin dan lain-lain.

Untuk mencegah atau mengurangi kemungkinan terjadi kebakaran antara lain :

- a. Memasang pipa air melingkar (water Hydan) di seluruh pabrik
- b. Memasang alat pemadam kebakaran yang mudah dijangkau di setiap tempat rawan ledakan dan kebakaran, terutama di sekitar alat-alat proses bertekanan dan bersuhu tinggi.
- c. Pemasangan alat-alat listrik harus ditata sedemikian rupa sehingga tidak berdekatan dengan sumber panas.
- d. Pemasangan plakat-plakat, slogan-slogan atau *Standar Operation Procedures* (SOP) pada setiap proses yang menerangkan bahaya dari dari proses alat yang bersangkutan.

2. Bahaya mekanik

Bahaya mekanik disebabkan oleh pengerjaan konstruksi bngunan atau alat proses yang tidak memenuhi syarat. Hal-hal harus diperhatikan untuk mencegah atau mengurangi terjadinya bahaya ini adalah :

- a. Perancangan alat harus sesuai dengan aturan yang berlaku termasuk pemilihan bahan konstruksi, pertimbangan faktor korosi.
- b. Pemasangan alat-alat pengendali atau indikator yang baik dan sesuai, serta perlu pemasangan alat pengaman proses pada alat-alat yang beresiko besar menciptakan terjadinya bahaya mekanik.

3. Bahaya listrik

Bahaya pengoperasian maupun perbaikan instalasi listrik hendaknya selalu menggunakan alat pengaman yang disediakan pabrik, sehingga para pekerja dapat terjaga keselamatannya. Hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- a. Semua bagian pabrik harus diberi penerangan yang cukup
- b. Peralatan yang penting seperti switcher dan transformator diletakkan di tempat yang aman dan tersendiri.
- c. Peralatan listrik dibawah tanah sebaiknya diberi tanda dengan jelas.

4. Alat-alat penggerak

Peralatan yang bergerak hendaknya ditempatkan pada tempat yang tertutup. Hal ini untuk mempermudah penanganan dan perbaikan serta menjaga keamanan dan keselamatan para pekerja.

5. Karyawan

Untuk menjaga keselamatan karyawan perlu adanya kesadaran dari seluruh karyawan agar dapat bekerja dengan baik dan efektif sehingga tidak membahayakan keselamatan jiwanya dan orang lain. Oleh karena itu pengetahuan tentang kesehatan dan keselamatan kerja (K3) perlu diketahui oleh seluruh karyawan, dari mulai karyawan operator proses sampai karyawan administrasi.

Perusahaan akan mengadakan semacam pelatihan atau penyuluhan pada seluruh karyawan terutama karyawan baru agar sosialisasi K3 lebih efektif tercipta di lingkungan kerja. Pelatihan atau penyuluhan K3 akan berbeda bagi setiap karyawan tergantung pada bagai mana dia bekerja. Apabila operator proses, karyawan wajib mengetahui cara-cara pemakaian alat-alat pelindung (masker, topi, safety belt, sepatu, sarung tangan dan lain-lain) dan mengetahui bahaya-bahaya yang akan terjadi mulai dari tangki bahan baku sampai tangki produk. Sedangkan karyawan gudang wajib mengetahui prosedur penggunaan kendaraan pengangkut sampai cara penyusunan kemasan produk. Selain itu pembuatan ventilasi setiap ruangan harus disesuaikan standar WHO (World Health Organization) agar lingkungan kerja yang sehat dapat meningkatkan produktifitas karyawan dalam bekerja.

Pemakaian alat pengaman kerja pada pabrik etilen glikol yaitu berupa Alat Pelindung Diri (APD). Alat Pelindung Diri (APD) adalah seperangkat alat yang digunakan oleh tenaga kerja untuk melindungi seluruh dan atau sebagian tubuh dari adanya kemungkinan potensi bahaya dan kecelakaan kerja. Penggunaan alat pelindung diri merupakan salah satu upaya mencegah terjadinya kecelakaan kerja sebab telah diketahui bahwa pengguna pelindung diri sangat berperan menciptakan keselamatan ditempat kerja. Alat-alat pelindung diri yang digunakan pada pabrik etelen glikol adalah sebagai berikut

1. Pakaian kerja

Pakaian kerja merupakan alat pelindung terhadap bahaya-bahaya kecelakaan. Untuk itu, perusahaan menyediakan jenis pakaian kerja yang cocok. Pakaian kerja mungkin cepat rusak oleh karena sifat pekerjaan yang berat, keadaan udara lembab dan pekerjaan penuh kotoran. Pakaian tenaga kerja pria yang bekerja dibidang mesin berlengan pendek, pas atau longgar pada dada atau punggung, tidak berdasi dan tidak ada lipatan-lipatan yang mungkin mendatangkan bahaya.

2. Kacamata

Salah satu masalah tersulit dalam pencegahan kecelakaan adalah pencegahan yang menimpah mata. Kecelakaan mata berbeda-beda sehingga jenis kacamata pelindung yang digunakan juga beragam. Banyak pekerja yang enggan menggunakan alat pelindung tersebut dengan alasan mengganggu pelaksanaan pekerjaan dan mengurangi kelancaran kerja. Tenaga kerja yang berpandangan bahwa resiko kecelakaan terhadap mata adalah besar akan memakainya dengan kesadaran sendiri. Sebaliknya, jika mereka merasa bahwa bahaya itu kecil, mereka tidak akan menggunakannya.

3. Sepatu pengaman

Sepatu pengaman seharusnya dapat melindungi tenaga kerja terhadap kecelakaan-kecelakaan yang disebabkan oleh bahan-bahan berat yang menimpah kaki seperti paku atau benda tajam lainnya yang mungkin terinjak. Selain itu sepatu pengaman juga harus bisa melindungi kaki dari bahaya terbakar karena logam cair dan bahan kimia korosif lainnya, juga kemungkinan tersandung atau tergelincir. Biasanya sepatu kulit yang kuat dan baik cukup memberikan perlindungan

4. Sarung tangan

Fungsinya melindungi tangan dan jari-jari dari panas, radiasi elektromagnetik dan radiasi mengion, listrik, bahan kimia, benturan dan pukulan, luka dan lecet, infeksi dan bahaya-bahaya lainnya yang bisa menimpa tangan jenis sarung tangan yang dipakai tergantung dari tingkat kecelakaan yang akan dicegah yang penting jari dan tangan harus bebas bergerak.

5. Helm pengaman

Helm pengaman harus dipakai tenaga kerja yang mungkin tertimpa benda jatuh atau melayang atau benda-benda lain yang bergerak. Di Indonesia belum ada standar/klasifikasi helm pengaman ini, namun demikian helm pengaman tersebut selayaknya cukup keras dan kokoh tetapi tetap ringan sehingga tidak mengganggu pekerjaan. Bahan plastik dengan lapisan kain cocok untuk keperluan ini.

6. Pelindung telinga

Telinga harus dilindungi dari kebisingan. Perlindungan kebisingan dilakukan dengan sumbat atau tutup telinga.

7. Masker

Paru-paru harus dilindungi dari udara tercemar atau kemungkinan kekurangan oksigen dalam udara. Bahan-bahan pencemar dapat berbentuk gas, uap logam, kabut dan debu yang bersifat racun. Sedangkan kekurangan oksigen mungkin terjadi ditempat-tempat yang pengudaraannya buruk seperti tangki atau pada areal boiler.

Alat pelindung yang diperlukan dapat terlihat pada tabel berikut ini :

Tabel 7.2. Alat-alat keselamatan kerja pada pabrik

No	Nama Alat Pengaman	Pekerja yang Dilindungi
1.	Masker	Petugas yang bekerja pada areal proses dan laboratorium, boiler dan bengkel
2.	Helm pengaman	Petugas yang bekerja pada areal proses dan bengkel.
3.	Sepatu pengaman	Petugas yang bekerja pada areal proses dan bengkel.
4.	Sarung tangan	Petugas yang bekerja pada areal proses, bengkel dan Laboratorium
5.	<i>Hydrant</i>	Petugas yang bekerja pada tempat bahan baku, daerah bahan bakar, areal proses, dan gudang.
6.	Pakaian Kerja	Petugas yang bekerja pada Laboratorium, area proses pabrik dan Bengkel
7.	Kacamata	Petugas yang bekerja pada Bengkel
8.	Pelindung telinga	Petugas yang bekerja pada areal proses
9.	<i>Safety Belt</i>	Petugas yang bekerja untuk perbaikan alat proses dan pembersihan gedung
10.	<i>Fire Extinguisher</i>	Petugas di semua unit gedung terutama di bagian proses dan bahan baku.

BAB VIII

UTILITAS

Unit utilitas merupakan salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang jalannya proses produksi dalam suatu industri kimia. Unit utilitas yang diperlukan pada Pra Rancang Pabrik Asam Fosfat yaitu :

- Air yang berfungsi sebagai air umpan boiler, air sanitasi, air pendingin, air proses dan air untuk pemadam kebakaran
- Steam sebagai media pemanas dalam proses produksi
- Listrik yang berfungsi untuk menjalankan alat-alat produksi, utilitas dan untuk penerangan
- Bahan bakar untuk pengoperasian generator.

Dari kebutuhan unit utilitas yang diperlukan, maka utilitas tersebut dibagi menjadi 4 unit, yaitu :

1. Unit penyediaan air
2. Unit penyediaan steam
3. Unit penyediaan tenaga listrik
4. Unit penyediaan bahan bakar

8.1. Unit Penyediaan Air

8.1.1. Air Umpan Boiler

Air umpan boiler merupakan bahan baku pembuatan steam yang berfungsi sebagai media pemanas. Kebutuhan steam pada Pra Rancang Pabrik Asam Fosfat ini digunakan pada Heater (E-116A), Heater (E-116B), Heater (E-116C), Evaporator (V-120) sebesar 840.804 kg/jam. Air umpan boiler disediakan berlebih sebesar 20% untuk mengganti steam yang hilang karena adanya kebocoran transmisi. Air yang dipakai untuk membuat steam harus memenuhi beberapa persyaratan, yaitu tidak boleh menimbulkan buih, *priming*, *carry over*, kerak (*scale*), korosi pada pipa-pipa dan *caustic imbrittlement*. Bahan-bahan yang dapat menyebabkan beberapa hal tersebut adalah kadar *soluble matter* yang tinggi, *suspended solid*, garam-garam Ca dan Mg, silica, sulfat, asam bebas (*free acid*) dan oksida serta *organic matter*.

Persyaratan air umpan boiler sangat tergantung dari macam atau jenis boilernya. Persyaratan tersebut seperti yang terlihat pada tabel 8.1 dan tabel 8.2.

Tabel 8.1. Persyaratan kandungan bahan dalam air boiler, pada beberapa tekanan boiler

Parameter	Tekanan Boiler (psig)			
	0-150	150-250	250-400	>400
<i>Turbidity</i>	20	10	5	1
<i>Color</i>	80	40	5	2
<i>Oxigen consumed</i>	15	10	4	3
<i>Dissolved oxygen (O₂)</i>	1,5	0,1	0	0
<i>Hydrogen sulfide (H₂S)</i>	5	3	0	0
<i>Total hardness (CaCO₃)</i>	80	40	10	2
<i>Sulfite carbonate ratio (Na₂SO₄:Na₂CO₃)</i>	1:1	2:1	1:1	1:1
<i>Aluminium oxide (Al₂O₃)</i>	5	0,5	0,05	0,01
<i>Silica (SiO₂)</i>	40	20	5	0
<i>Bicarbonate (HCO₃⁻)</i>	50	30	5	0
<i>Carbonate (CO₃⁻)</i>	200	100	40	20
<i>Hydroxide (OH⁻)</i>	50	40	30	15
<i>Total solid</i>	3000-500	2500-500	1500-100	50
<i>Minimum Ph</i>	8,0	8,4	8	96

Tabel 8.2. Persyaratan kandungan bahan dalam air boiler, pada beberapa tekanan boiler

Tekanan (psia)	Total Dissolved Solid (ppm)	Alkalinity (ppm)	Hardness (ppm)	Silika (ppm)	Turbidity (ppm)	Oil (ppm)	PO ₄ Residu (ppm)
0-300	3500	700	0	100-60	175	7	140
301-405	3000	600	0	60-45	150	7	120
451-600	2500	500	0	45-35	125	7	100
601-750	2000	400	0	35-25	100	7	80
751-900	1500	300	0	25-15	75	7	60
901-1000	1250	250	0	15-12	63	7	50
1001-1500	-	200	0	12-2	50	7	40

Selain harus memenuhi persyaratan diatas air umpan boiler harus bebas dari :

- Zat-zat yang menyebabkan korosi, yaitu gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3
- Zat-zat yang menyebabkan busa, yaitu zat organik, anorganik dan zat-zat tak larut dalam jumlah yang besar.

Untuk memenuhi persyaratan tersebut dan untuk mencegah kerusakan pada boiler, maka air umpan boiler harus dikendalikan agar tidak menimbulkan masalah melalui :

1. Pengendalian priming

Priming adalah keluarnya air dengan keras bersama-sama uap secara tiba-tiba dari boiler yang terjadi karena ketinggian air didalam boiler yang dapat merusak mesin atau turbin. Pada dasarnya priming dapat disebabkan oleh bahan kimia yang terkandung dalam air boiler dan masalah mekanis, yaitu :

- a. Ketinggian air didalam boiler yang terlalu tinggi
- b. Konsentrasi bahan kimia didalam air boiler yang terlalu tinggi
- c. Kotoran yang dapat menaikkan tegangan muka cairan
- d. Pembukaan katup (valve) uap yang terlalu cepat.

Pencegahan terjadinya priming yang disebabkan masalah mekanis, dapat dilakukan dengan cara :

- a. Desain boiler yang tepat
- b. Menjaga ketinggian air didalam boiler
- c. Membuat metode penyalaan yang tepat
- d. Menjaga jangan sampai terjadi over loading
- e. Menjaga perubahan kondisi boiler yang terlalu mencolok
- f. Menjaga steam storage diatas air (water level) harus tepat
- g. Mengatur kecepatan uap air (steam) seaktu keluar dari boiler.

Jika priming yang terjadi disebabkan oleh kandungan bahan kimia, maka perlu dilakukan pengendalian kandungan solid yang ada didalam air boiler tersebut.

2. Pengendalian carry over

Carry over terjadi karena zat padat yang terkandung didalam air boiler terikut air atau steam keluar boiler dan mengendap pada pipa-pipa uap, valve, mesin atau turbin. Padatan ini akan merusak sudut-sudut turbin dan pelumas mesin. Selain itu akibat

pemanasan, zat padat tadi akan timbul dan menempel pada metal dan adanya pemanasan lanjut akan menyebabkan lepas sehingga akan membawa sebagian dari besi yang ditempel padatan tersebut. Penyebab terjadinya carry over bisa disebabkan persoalan mekanis atau kimia. Apabila persoalannya masalah mekanis, bisa disebabkan oleh *deficiency* pada *boiler design*, ketinggian air, penyalaan yang tidak benar, *over loading* dan perubahan kondisi boiler yang mencolok. Untuk mencegah hal tersebut *boiler design* harus tepat. Apabila masalahnya disebabkan oleh bahan kimia maka yang perlu diperhatikan adalah pengendalian kandungan bahan padat didalam air boiler.

3. Pengendalian kerak atau endapan

Kerak atau endapan yang melekat atau berupa lumpur didalam boiler disebabkan, karena adanya garam-garam Ca^{++} dan Mg^{++} , yang dapat menyebabkan terjadinya:

- a. Isolasi panas atau panas dari bahan bakar terhalang sehingga efisiensi panas pembakaran rendah
- b. Suatu saat kerak tersebut pecah sehingga air berhubungan langsung dengan dinding boiler yang dapat menimbulkan kebocoran akibat boiler mendapat tekanan yang kuat.

Bentuk-bentuk kerak, antara lain :

- a. Sludge (lumpur), yaitu kerak yang tidak terlalu banyak mengganggu terhadap perpindahan panas, biasanya kerak ini dapat dikurangi dengan blow-down.
- b. Kerak yang menempel kuat pada dinding boiler, yaitu kerak yang sukar dibersihkan. Ada 2 macam kerak tipe ini, yaitu :
 - Kerak porous, yaitu kerak yang berlubang-lubang atau tidak massif. Kerak ini sangat merusak boiler disebabkan didalam kerak tersebut bisa mengurung steam, yang dapat menyebabkan terjadinya gelembung-gelembung yang akan merusak dinding boiler karena terjadi kelewat panas.
 - Kerak padat (solid), yaitu kerak yang lebih padat dibandingkan dengan kerak porous. Dibandingkan dengan kerak porous, daya rusak kerak padat lebih kecil.

4. Pengendalian korosi

Air umpan boiler dapat menyebabkan korosi pada dinding ketel karena air umpan boiler yang masih bersifat asam atau mengandung bahan terlarut seperti gas, bikarbonat bahan organik atau minyak.

a. Keasaman atau pH

Apabila air umpan boiler masih bersifat asam, maka ion hydrogen yang cukup besar akan melapisi permukaan metal sehingga akan menimbulkan gas yang akan meninggalkan permukaan metal yang dapat menyebabkan korosi.

b. Oksigen

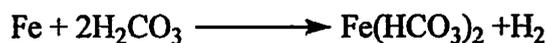
Adanya oksigen yang terlarut akan menyebabkan terjadinya korosi, dengan cara :

- Oksigen akan mengoksidasi ferrohidroksida ($\text{Fe}(\text{OH})_2$) menjadi ferrihidroksida ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) yang akan larut didalam air.
- Oksigen akan bereaksi dengan hydrogen ion yang terjadi karena adanya reaksi Fe^{++} dengan air, dan akan melapisi permukaan metal sehingga terjadi korosi.



c. Bikarbonat

Adanya bikarbonat didalam air umpan boiler akan menyebabkan terjadinya CO_2 karena pemanasan dan adanya tekanan. CO_2 yang terjadi bereaksi dengan air menjadi asam karbonat. Asam ini perlahan-lahan akan bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Garam bikarbonat ini dengan pemanasan akan membentuk CO_2 kembali. Selanjutnya CO_2 akan bereaksi kembali dengan air membentuk asam. Keadaan ini akan berjalan terus menerus sehingga bisa merupakan siklus.



d. Gas

Gas H_2S , SO_2 dan NH_3 dapat menyebabkan korosi tapi tidak separah yang disebabkan oleh gas O_2 atau CO_2 .

e. Bahan organik

Terdapatnya bahan organik didalam air umpan boiler yang berupa asam organik akan menyebabkan terjadinya korosi pada dinding ketel.

f. Oli dan lemak

Oli dan lemak didalam air umpan boiler yang berasal dari minyak bumi, binatang dan tumbuh-tumbuhan akan menghasilkan asam organik dan glycerine. Asam

organik akan bereaksi dengan besi yang kadang-kadang bisa membentuk CO_2 sehingga akan menyebabkan terjadinya korosi.

Untuk mengendalikan korosi dapat dilakukan dengan cara :

- a. Pengaturan alkalinity dan pembentukan lapisan film dimana pH air umpan boiler diharapkan lebih besar dari 9,5 dan kandungan hidroksida alkalinity kecil. Alkalinity bisa diatur dengan penambahan soda ash (Na_2CO_3), caustic soda (NaOH) dan trisodium phosphate
 - b. Untuk menghilangkan kandungan O_2 dapat dilakukan dengan aerasi, sedangkan untuk menghilangkan CO_2 dapat dilakukan dengan pemanasan pendahuluans secara terbuka pada air umpan boiler. Selain itu dapat juga dengan cara penambahan bahan kimia misalnya tannin atau turunan glukosa
 - c. Memberikan perlindungan dengan pembentukan film, dengan memakai tannin, turunan lignin atau turunan glukosa
 - d. Kalau penyebab korosi karena kondensat, bisa dicegah dengan pemberian senyawa amine atau ammonia.
5. Pengendalian *caustic imbrittlement*

Salah satu penyebab kerapuhan dinding boiler adalah kandungan NaOH bebas didalam air boiler yang terkonsentrasi pada titik kebocoran dan secara kimia akan menyerang metal tersebut. dengan serangan tersebut akan menimbulkan retakan yang tidak teratur, terutama pada metal yang terkena tekanan. Untuk mengendalikan caustic imbrittlement, perlu dilakukan :

- a. Mencegah kebocoran pada metal yang mengalami tekanan
- b. menambah inhibitor
- c. Mengendalikan alkalinitas hidroksida yang rendah pada air boiler, dengan cara :
 - Mengendalikan pH, dengan menggunakan phosphate, sehingga pH air boiler dapat diketahui dengan melihat endapan trisodium phosphate.
 - Menambahkan bahan kimia, pencegah imbrittlement yaitu lignin, tannin dan sodium nitrate.

8.2. Air Sanitasi

Air sanitasi adalah air yang sudah bebas dari *suspended solid* dan mikrobiologis. Didalam industri, air sanitasi digunakan untuk keperluan laboratorium, kantor, cuci, mandi, taman, mencuci peralatan dan lantai pabrik serta pemadam kebakaran. Sebelum

digunakan air bersih baik yang berasal dari air permukaan ataupun air tanah, perlu diolah terlebih dahulu. Kandungan mikrobiologis terutama jenis bakteri didalam air akan mempengaruhi kualitas air sanitasi, sebab bahan-bahan yang terkandung didalamnya akan menimbulkan masalah bagi kesehatan.

Air sanitasi digunakan untuk memenuhi kebutuhan karyawan, laboratorium, kantor, taman, peadam kebakaran dan kebutuhan yang lain dengan persyaratan kualitas air seperti berikut :

1. Syarat fisika

- Suhu : Dibawah suhu udara
- Warna : Jernih
- Rasa : Tidak berasa
- Bau : Tidak berbau
- Kekeruhan : Lebih kecil dari 1 mg SiO₂/liter
- pH : Netral

2. Syarat kimia

Tabel 8.3. Syarat kimia air sanitasi

No	Parameter	Maksimal Konsentrasi (ppm)
1	Zat terlarut	1000
2	Zat Organik (angka KMNO ₄)	10
3	CO ₂ Agresif	Tidak ada
4	H ₂ S	Tidak ada
5	NH ₄ ⁺	Tidak ada
6	NO ₂ ⁻	Tidak ada
7	SO ₃ ⁻	20
8	Cl ⁻	250
9	SO ₄	250
10	Mg ⁺²	125
11	Fe ⁺²	0,2
12	Mn ⁺²	0,1
13	Ag ⁺²	0,05
14	Pb ⁺²	3,0
15	Cu ⁺²	3,0

16	Zn ⁺²	5,0
17	F ⁻	1-115
18	pH	6,5-9
19	Kesadahan	5-10 D°

3. Syarat bakterologis

- Tidak mengandung kuman maupun bakteri, terutama bakteri patogen yang dapat merubah sifat-sifat fisik air
- Angka kuman : 100/1 mL
- Bakteri coli, tidak ada dalam 100 mL

8.1.3. Air Pendingin

Air pendingin sebelum digunakan perlu diolah terlebih dahulu, baik yang berasal dari air permukaan ataupun air tanah. Kandungan bahan didalam air akan mempengaruhi sistem air pendingin, sebab bahan-bahan yang terkandung didalamnya akan menimbulkan masalah kerak yang menghambat perpindahan panas. Air pendingin digunakan untuk peralatan-peralatan yang memerlukan pendingin seperti *condenser* dan *cooler*. Dari total air pendingin yang diperlukan, diberikan faktor keamanan sebesar 20%. Untuk menghemat air pendingin biasanya dilakukan recycle sehingga air pendingin yang perlu disiapkan hanya berupa *make up water* yang jumlahnya diperkirakan 20% dari total kebutuhan air pendingin.

Air pendingin berfungsi sebagai media pendingin pada alat perpindahan panas.

Hal ini disebabkan karena :

- Air merupakan materi yang mudah didapat
- Mudah dikendalikan dan dikerjakan
- Dapat menyerap panas
- Tidak mudah menyusut karena pendinginan
- Tidak mudah terkondensasi.

Air pendingin tersebut digunakan pada reaktor (R-110A) dan (R-110B), Cooler (E-143), Jet Ejector (G-132) sebesar 23153,6290 kg/jam. Penggunaan air pendingin diperkirakan 20% dari total kebutuhan air pendingin.

8.1.4. Air Proses

Air proses digunakan untuk keperluan pengenceran, pelarutan atau reaktan. Bahan baku air proses biasanya berasal dari air permukaan atau air tanah, sehingga bahan yang

terkandung dalam air baku tersebut antara lain zat terlarut (*soluble material*), *suspense* (*suspended solid*), garam-garam Ca dan Mg, silika, sulfat, asam bebas (*free acid*), oksida dan bahan organik (*organic matter*). Dengan kandungan bahan tersebut maka air baku harus diolah sesuai dengan spesifikasi air proses yang akan digunakan. Karena air proses digunakan untuk keperluan pengenceran, pelarutan atau reaktan maka spesifikasi air proses perlu disesuaikan dengan peruntukannya, seperti yang terlihat pada table 8.4.

Dengan memperhatikan spesifikasi dan jumlah kebutuhannya yang cukup besar maka air proses yang harus disediakan perlu disesuaikan dengan spesifikasi air proses tersebut dan sumber air bakunya, agar dalam proses penjernihan atau pengurangan kandungan bahan terlarutnya tidak membutuhkan biaya yang besar.

Tabel 8.4. Kandungan bahan yang perlu diperhatikan pada berbagai air industri

No	Parameter	Air Industri		
		Boiler	Pendingin	Proses
1	Keasaman	+	+	+
2	Kebasaan :			
	OH ⁻	+	-	+
	pp.	+	+	+
	mo.	+	+	+
3	Amonia	+	+	+
4	Boron	-	+	+
5	CO ₂	+	+	+
6	Cl ⁻	+	+	+
7	Cl, bebas	-	+	+
8	Cr ⁶⁺	+	+	+
9	Warna	-	-	+
10	Conductivity	+	+	+
11	Cu	+	+	+
12	F ⁻	-	+	+
13	Kesadahan	+	+	+
14	Fe	+	+	+

15	Pb	-	-	+
16	Mg	+	+	+
17	Mn	-	+	+
18	Ni	+	-	+
19	NO ₃ ⁻	+	+	+
20	NO ₂ ⁻	+	+	+
21	Minyak	+	+	+
22	DO.	+	-	+
23	Phosphate	+	+	+
24	Residu	+	+	+
25	Tersaring	+	+	+
26	Terlarut	+	+	+
27	Si	+	+	+
28	Na	+	+	+
	SO ₄	+	+	+
	Sulfida	-	+	+
29	SO ₃ ⁻	+	+	+
30	Tanin dan Lignin	+	+	+
31	Kekeruhan	-	-	+
32	Zn	+	+	+

Air proses digunakan pada Reaktor (R-110) yaitu sebesar 4380,0423 kg/jam

8.2. Unit Pengolahan Steam

Bahan baku pembuatan steam adalah air umpan boiler. Direncanakan steam yang digunakan adalah saturated steam :

- Suhu (T) = 130°C
- Tekanan (P) = 24,474 Psia.

Zat-zat yang terkandung dalam air umpan boiler yang dapat menyebabkan kerusakan pada boiler adalah :

- Kadar zat terlarut (*soluble matter*) yang tinggi
- Zat padat terlarut (*suspended solid*)
- Garam-garam kalsium dan magnesium

- Zat organik (*organik matter*)
- Silika, sulfat, asam bebas dan oksida.

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan :

1. Tidak boleh berbuih (busa)

Busa disebabkan oleh adanya solid matter, suspended matter dan basa yang terlalu tinggi. Kesulitan yang dihadapi dengan adanya busa :

- Kesulitan pembacaan tinggi liquida dalam boiler
- Buih dapat menyebabkan percikan yang kuat dan mengakibatkan adanya solid-solid yang menempel sehingga menyebabkan terjadinya korosi dengan adanya pemanasan lebih lanjut.

Untuk mengatasi hal ini perlu adanya pengontrolan terhadap adanya kandungan lumpur, kerak dan alkalinitas lebih lanjut.

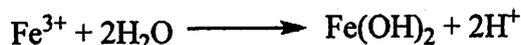
2. Tidak boleh membentuk kerak dalam boiler

Kerak dalam boiler dapat menyebabkan

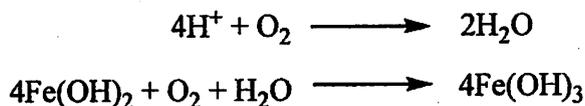
- Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat
- Kerak yang terbentuk dapat pecah sewaktu-waktu sehingga dapat menimbulkan kebocoran karena boiler mendapat tekanan yang kuat.

3. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa

Korosi pada pipa boiler disebabkan oleh keasaman (pH rendah), minyak, lemak, bikarbonat, bahan-bahan organik dan gas-gas H₂S, SO₂, NH₃, CO₂, O₂ yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu :

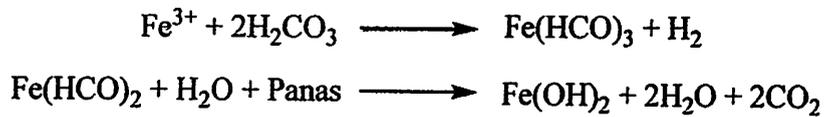


Tetapi jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hidrogen yang terbentuk akan bereaksi dengan oksigen membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut terjadilah korosi menurut reaksi :



Adanya hidrokarbon dalam air akan menyebabkan terbentuknya CO₂ karena pemanasan dan adanya tekanan CO₂ yang terjadi bereaksi dengan air menjadi asam karbonat. Asam karbonat akan bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam

bikarbonat. Dengan adanya pemanasan (kalor), garam bikarbonat ini membentuk CO_2 lagi. Reaksi yang terjadi :



8.2.1. Proses Pengolahan Air Pada Unit Pengolahan Air

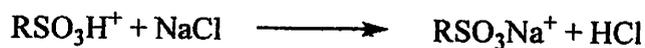
Air kawasan digunakan untuk memenuhi kebutuhan air proses, air sanitasi, air pendingin dan air umpan boiler. Proses pengolahan air kawasan tersebut adalah :

➤ **Pengolahan Air Sanitasi**

Air dari bak penampung air kawasan (F-212) dialirkan dengan pompa (L-213) menuju bak klorinasi (F-241) dan ditambahkan desinfektan klor (Cl_2) sebanyak 1 ppm yang diinjeksikan langsung ke dalam pipa. Dari bak klorinasi, air dialirkan menuju bak air sanitasi (F-243) dengan menggunakan pompa (L-242) dan siap untuk dipergunakan untuk air sanitasi.

➤ **Pelunakan Air Umpan Boiler**

Pelunakan air boiler yang dilakukan dengan pertukaran ion dalam demineralisasi yang terdiri dari dua tangki, yaitu tangki kation exchanger (D-210 A) dan anion exchanger (D-210 B). Kation exchanger yang digunakan adalah resin RSO_3H^+ dan $\text{RCH}_2\text{N}(\text{CH}_3)_3\text{OH}$. Air dari bak penampungan air kawasan (F-212) dialirkan dengan pompa (L-213) menuju kation exchanger (D-210A). Dalam tangki kation exchanger terjadi reaksi sebagai berikut :



Ion Na^+ dalam senyawa NaCl sebagai influent ditukar oleh gugus aktif resin kation (H^+) ion H^+ bertemu dengan ion Cl^- membentuk HCl sehingga air akan bersifat asam ini dialirkan ke tangki anion exchanger (D-210B) untuk dihilangkan anion-anion yang mengganggu proses. Resin yang dipakai adalah $\text{RCH}_2\text{N}(\text{CH}_3)_3\text{OH}$. Dalam tangki anion exchanger terjadi reaksi sebagai berikut:



Penukaran ion di kolom penukar anion dimana ion Cl^- pada HCl akan ditukar dengan ion OH^- pada gugus aktif resin membentuk H_2O dimana proses ini disebut dengan proses penukaran dan netralisasi. (Pure Water Care, 2014)

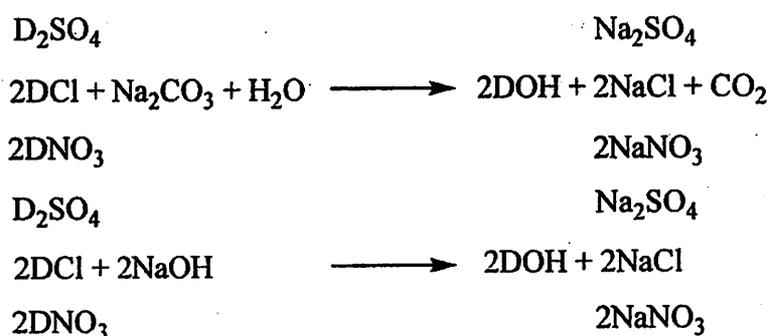
Untuk memenuhi kebutuhan umpan boiler, air lunak ditampung dalam bak air lunak (F-214) yang selanjutnya dipompa (L-215) ke daerator (F-221) untuk menghilangkan gas-gas impurities pada air umpan boiler dengan system pemanasan. Dari daerator air siap diumpankan ke boiler (Q-220) dengan pompa (L-223). Steam yang dihasilkan boiler didistribusikan ke peralatan dan kondensat yang dihasilkan di recycle.

➤ Pengolahan Air Pendingin

Untuk memenuhi kebutuhan air pendingin, dari bak air lunak dipompa ke bak air pendingin kemudian dialirkan ke peralatan dengan pompa. Setelah digunakan air direcycle ke cooling tower dan selanjutnya dari cooling tower air di recycle ke bak air pendingin kembali.

➤ Proses Regenerasi Resin

Pemakaian resin yang terus menerus menyebabkan resin tidak aktif lagi. Hal ini dapat diketahui dari pemeriksaan kesadahan air umpan boiler. Resin yang sudah tidak aktif menunjukkan bahwa resin sudah jenuh dan perlu diregenerasi. Regenerasi kation exchanger dilakukan dengan menggunakan asam sulfat atau asam klorida. Sedangkan regenerasi anion exchanger dengan menggunakan larutan Na_2CO_3 atau NaOH . Reaksi yang terjadi :



8.3. Unit Penyediaan Listrik

Tenaga listrik didalam pabrik Asam Fosfat dipergunakan untuk menggerakkan motor, penerangan, instrumentasi dan lainnya. Kebutuhan tenaga listrik pabrik Asam Fosfat bisa dipenuhi dengan cara menggunakan generator listrik yang digerakkan oleh turbin uap sebagai cadangan, sedangkan kebutuhan listrik utama *disupply* dari Pembangkit Listrik Kawasan Industri Gresik. Listrik yang dibutuhkan pada Pra Rencana Pabrik Asam Fosfat ini adalah 138,2628 kWh.

8.4. Pengolahan Limbah

Pada Pra Rencana Pabrik Asam Fosfat ini memiliki kepedulian terhadap lingkungan disekitarnya. Bentuk kepedulian tersebut antara lain diwujudkan melalui pemantauan analisa mengenai dampak lingkungan, menyusun rencana pengelolaan lingkungan dan rencana pemantauan lingkungan.

Limbah yang dihasilkan oleh pabrik Asam Fosfat adalah :

a. Limbah Cair

Limbah cair yang dihasilkan berupa H_2SO_4 sisa. Untuk penanganannya menggunakan beberapa tahap :

1. Pre Treatment

Hal ini dilakukan untuk menghilangkan solid yang berat dengan cara pengendapan secara gravitasi dalam bak pengendapan.

2. Treatment Pertama

Treatment pertama dilakukan dengan menggunakan proses aerasi dengan menggunakan aerator untuk meningkatkan kandungan oksigen dalam limbah cair, serta dengan menggunakan lumpur aktif. Lumpur aktif ini bertujuan untuk memperbanyak bakteri pengurai limbah organik karena banyak terdapat pada lumpur aktif tersebut. Proses aerasi ini dilakukan selama beberapa jam sampai didapatkan nilai BOD, COD dan DO yang memenuhi standar yang telah ditetapkan pemerintah.

3. Treatment Kedua

Treatment kedua dilakukan apabila pH limbah cair terlalu asam atau terlalu basa, sehingga ditambahkan bahan kimia untuk menetralsir limbah cair sampai pH 7 (netral) ataupun dapat dilakukan dengan sejumlah air agar limbah cair yang dibuang ke sungai tidak terlalu asam ataupun terlalu basa.

4. Treatment Ketiga

Treatment ketiga dilakukan dengan menambahkan desinfektan berupa gas Cl_2 pada limbah cair untuk membunuh mikroorganisme pathogen yang dapat menyebabkan penyakit.

Pada setiap treatment perlu dilakukan pengawasan secara ketat dan dilakukan analisa di laboratorium agar limbah cair yang dibuang ke sungai tidak akan mengganggu lingkungan di sekitar pabrik.

b. Limbah Gas

Limbah gas yang dihasilkan berasal dari evaporator (V-120) dan pembakaran bahan bakar yang digunakan pada unit utilitas. Untuk mengatasinya, asap yang dihasilkan dilewatkan melalui sebuah cerobong yang cukup tinggi dan disemprotkan dengan air untuk menangkap abu dan gas yang berbahaya, sehingga tidak mengganggu lingkungan dan masyarakat sekitar.

BAB IX

TATA LETAK PABRIK

9.1. Tata Letak Pabrik (Plant Lay Out)

Lokasi yang sudah memenuhi syarat belumlah dapat menjamin pabrik tersebut akan mengalami sukses dalam operasinya, karena masih banyak faktor lain yang menentukan berhasilnya pabrik dalam menjalankan tugasnya. Salah satu dari faktor tersebut adalah plant lay out. Plant lay out adalah pembagian ruangan atau luasan pabrik untuk peletakan bangunan dan peralatan pabrik. Bangunan dan peralatan pabrik yang dimaksud adalah storage bahan baku, ruang proses sesudah storage bahan baku sampai bahan jadi atau produk, kantor dan ruang lainnya yang menunjang pada kegiatan pabrik. Peletakan ruangan-ruangan tersebut dimaksudkan agar pabrik bisa beroperasi secara efektif dan efisien. Perencanaan lay out pabrik diatur sedemikian rupa untuk menunjang operasi yang baik, konstruksi yang ekonomis, ruang gerak bagi karyawan yang memadai dan keselamatan kerja bagi karyawan. Beberapa masalah khusus yang perlu diperhatikan dalam pengaturan tata letak pabrik (plant lay out) antara lain :

- Ruang yang cukup agar pekerja dapat bergerak leluasa
- Pergerakan (pemindahan) barang juga leluasa
- Mengurangi jumlah material handling menjadi sedikit dan seefisien mungkin
- Menempatkan bahan mudah terbakar jauh dari ruang proses
- Mengurangi keterlambatan pekerjaan seminimal mungkin
- Bentuk dan kerangka bangunan meliputi tembok dan atap
- Kemungkinan ada perluasan pabrik
- Penanganan bahan buangan pabrik
- Pencegahan dan penanganan bahaya peledakan, kebakaran atau gas berbahaya
- Fondasi bangunan ataupun peralatan proses
- Ventilasi dan penerangan ruangan.

Fungsi Plant Lay Out

- Semua operasi perindustrian yang mengalami proses yang sama dan dari tipe yang sama dikerjakan dalam satu lingkungan sehingga mempercepat proses dan menghemat biaya produksi

- Produksi beraneka macam dan waktu produksi berlainan atau banyak mengalami perubahan dalam urutan operasi
- Menciptakan kelancaran kerja sehingga mempermudah proses produksi, mempercepat pengiriman bahan baku dan mempermudah operator dalam pengoperasian peralatan.

Tata letak pabrik dapat dibagi menjadi 2 bagian :

1. Tata letak bangunan
2. Tata letak peralatan

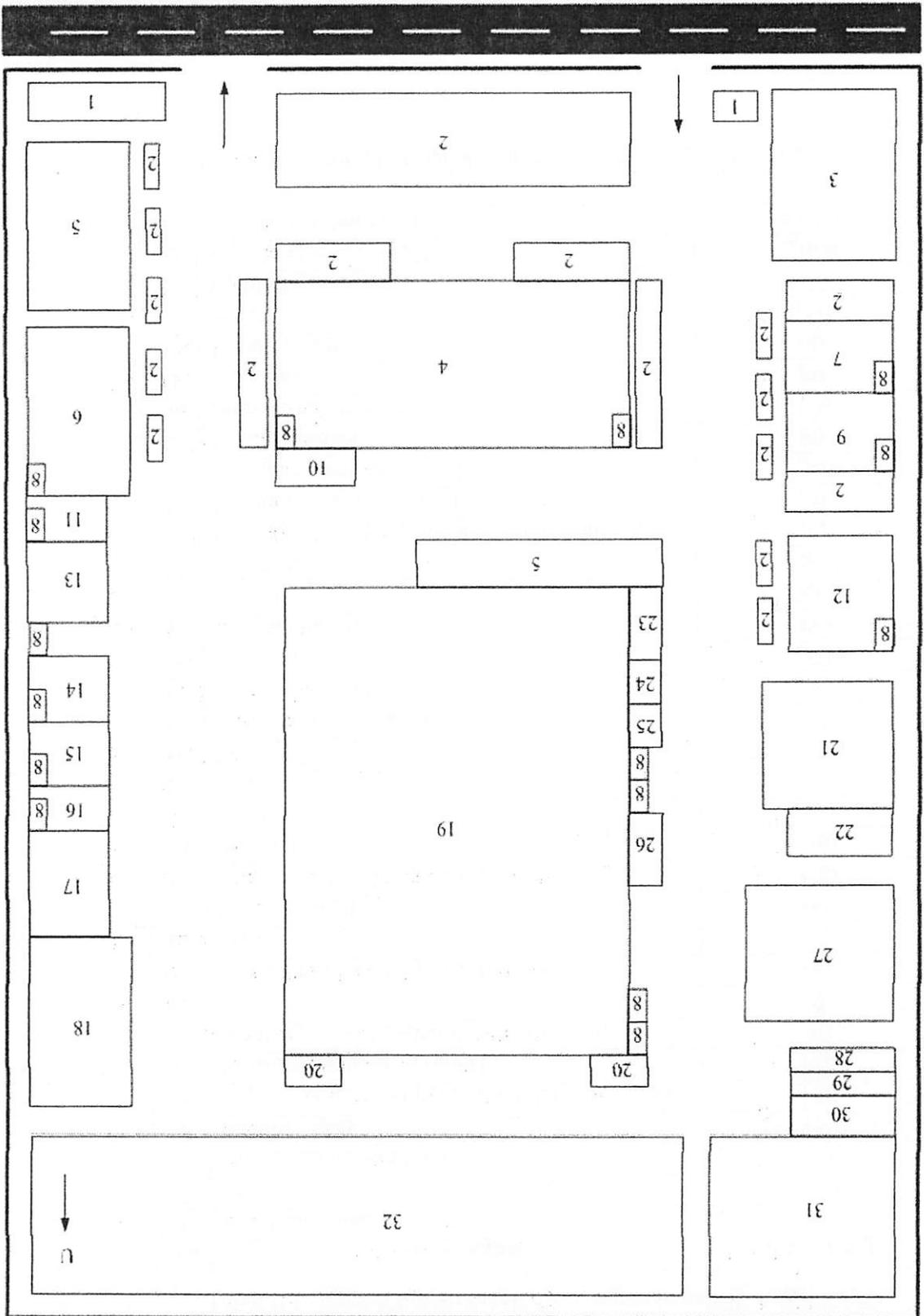
9.2. Tata Letak Bangunan Pabrik

Pengaturan letak bangunan diatur sedemikian rupa, sehingga area pabrik dapat dimanfaatkan secara efisien. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengaturan letak bangunan pabrik meliputi :

- Letak bangunan pabrik sesuai dengan urutan proses
- Bahan baku dan produk dapat diangkut dengan mudah
- Letak bangunan proses dan perkantoran terpisah
- Menempatkan bahan-bahan yang berbahaya di daerah yang terisolasi
- Tersedianya lahan kosong untuk perluasan.

Rencana tata letak Pabrik Asam Fosfat dapat dilihat pada gambar 9.1.

Gambar 9.1. Tata Letak Pabrik Asam Fosfat



Tabel 9.1. Jumlah luasan tanah dan bangunan pabrik Asam Fosfat

No	Keterangan	Luas (m ²)
1	Pos keamanan	24
2	Taman	150
3	Parkir kendaraan tamu	70
4	Kantor pusat	350
5	Parkir kendaraan operasional dan karyawan	150
6	Gedung serba guna (aula)	120
7	Kantor penelitian dan pengembangan	40
8	Toilet	9
9	Kantor Sumber Daya Manusia (SDM)	60
10	Dapur	60
11	Perpustakaan	60
12	Laboratorium dan pengendalian mutu	100
13	Mushola	100
14	Kantin	200
15	Koperasi	40
16	Poliklinik	60
17	Pemadam kebakaran	150
18	Gudang Produk	250
19	Area proses	1.500
20	Timbangan truk	480
21	Garasi	200
22	Bengkel	80
23	Ruangan direktur produksi dan teknik	60
24	Ruangan manager produksi	30
25	Ruangan manager teknik	30
26	Ruang kontrol	90
27	Storage bahan baku	250
28	Generator	80
29	Bahan bakar	60
30	Boiler	150
31	Utilitas	300
32	Area perluasan pabrik	2.000
33	Tanah sisa dan jalan	4.000

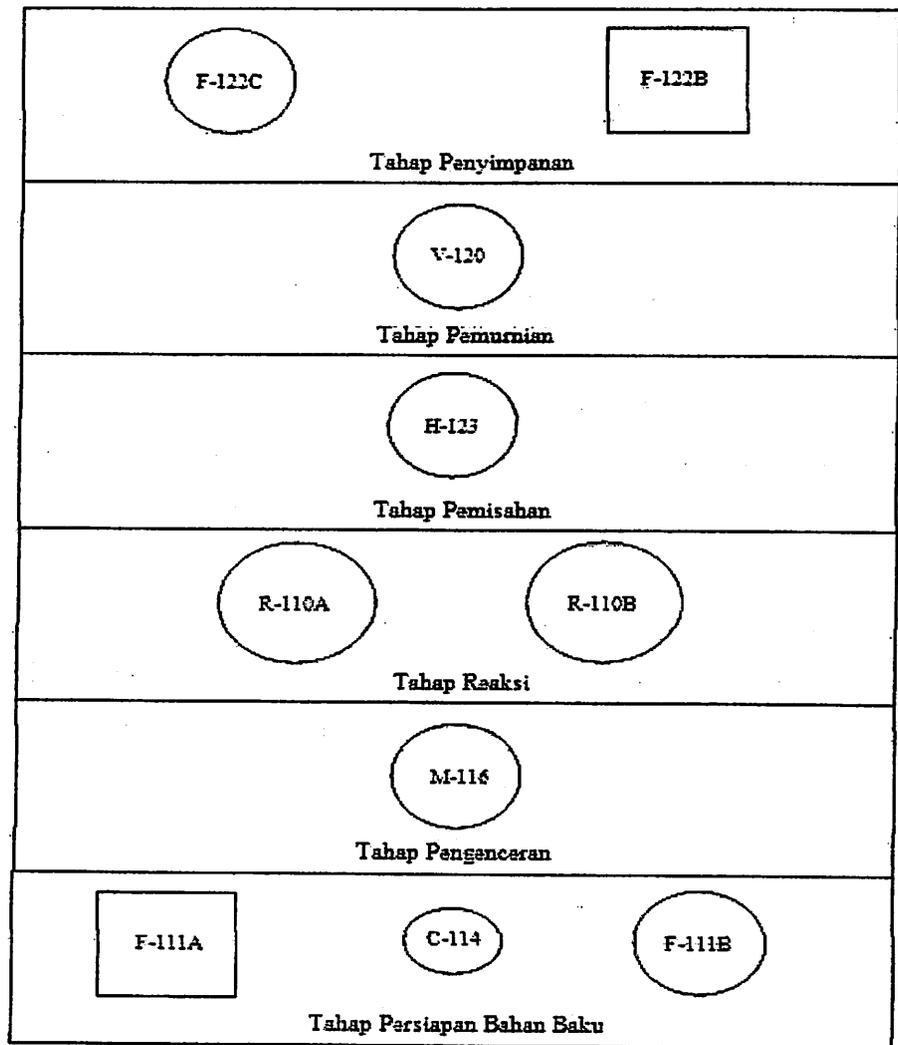
Jumlah total luas tanah dan bangunan adalah 11.303 m²

9.3. Tata Letak Peralatan Pabrik

Desain tata letak peralatan pabrik atau *equipment lay out* menjadi sangat penting karena berpengaruh pada efisiensi pabrik, yang berkaitan dengan ruang dan waktu operasi maupun sistem perpipanya. Tata ruang peralatan proses secara umum berorientasi pada keselamatan dan kenyamanan bekerja sehingga dapat meningkatkan produktifitas kerja. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam pengaturan ruang peralatan proses pabrik (*equipment lay out*), antara lain :

- Jarak yang cukup antara satu alat dengan alat proses lainnya untuk memudahkan melakukan pengamatan, perawatan dan menjamin keselamatan kerja bagi operator
- Urutan peralatan proses sesuai dengan fungsinya agar tidak menyulitkan pengoperasian
- Kenyamanan suasana ruangan pabrik walaupun banyak timbunan barang
- Aliran bahan baku dan produk yang tepat dapat menunjang kelancaran dan keamanan produksi dimana pemasangan sistem elevasi perlu memperhatikan ketinggian minimal 3 meter agar tidak mengganggu lalu lintas karyawan
- Aliran udara disekitar area proses harus lancar agar tidak terjadi stagnasi udara pada tempat yang dapat menyebabkan akumulasi bahan kimia berbahaya sehingga mengancam keselamatan pekerja
- Pencahayaan atau penerangan di seluruh area pabrik terutama daerah proses harus memadai apabila pada tempat-tempat yang prosesnya berbahaya sangat membutuhkan penerangan khusus
- Ruang gerak pekerja harus leluasa agar dapat mencapai seluruh alat proses dengan mudah dan cepat sehingga penanganan khusus seperti kerusakan dapat segera teratasi selain itu pengaturan peralatan dilakukan untuk mempertimbangkan kerusakan alat (*trouble shooting*)
- Efektifitas dan efisiensi agar dapat menekan biaya operasi tapi sekaligus menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik, sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi
- Jarak antar alat proses misalnya untuk peralatan proses bertekanan tinggi atau bersuhu tinggi sebaiknya berjauhan dari alat yang lainnya agar bila terjadi kebakaran tidak cepat merambat ke alat proses lainnya.

Rencana tata letak peralatan pabrik Asam Fosfat dapat dilihat pada gambar 9.2.



Gambar 9.2. Tata Letak Alat Pabrik Asam Fosfat

Keterangan :

1. F-111A : Storage batuan fosfat
2. F-111B : Storage Asam sulfat
3. C-114 : Ball Mill
4. M-116 : Tangki *Mixer*
5. R-110A : Reaktor
6. R-110B : Reaktor
7. H-123 : *Rotary Vacuum Drum Filter*
8. V-120 : Evaporator
9. F-122C : Storage asam fosfat
10. F-122B : Storage *gypsum*

BAB X

STRUKTUR DAN ORGANISASI PERUSAHAAN

Kelancaran dan kontinuitas suatu pabrik merupakan hal yang penting dan menjadi tujuan utama setiap perusahaan. Hal tersebut dapat ditunjang dengan adanya struktur organisasi yang baik. Struktur organisasi dapat memberikan wewenang pada setiap perusahaan untuk melaksanakan tugas yang dibebankan kepadanya. Juga mengatur sistem dan hubungan struktural antar fungsi atau orang-orang dalam hubungan satu dengan yang lainnya pada pelaksanaan fungsi mereka.

10.1. Dasar Perusahaan

Bentuk perusahaan	: Persekutuan Terbatas (PT)
Lokasi pabrik	: Gresik, Jawa Timur
Kapasitas produksi	: 50.000 ton/tahun
Status perusahaan	: Swasta
Modal	: Penanaman Modal Dalam Negeri

Dalam pengelolaan perusahaan agar mencapai sasaran secara efektif dan hasil produksi yang besar, maka harus diperhitungkan elemen dasar sebagai alat pelaksanaannya. Elemen dasar itu adalah :

- Manusia (*man*)
- Uang (*money*)
- Bahan (*material*)
- Mesin (*machin*)
- Metode (*method*)
- Pasar (*market*)

Elemen dasar tersebut menjadi faktor utama untuk menjalankan suatu perusahaan dalam mencapai tujuannya secara bersama-sama dalam organisasi perusahaan.

10.2. Bentuk Perusahaan

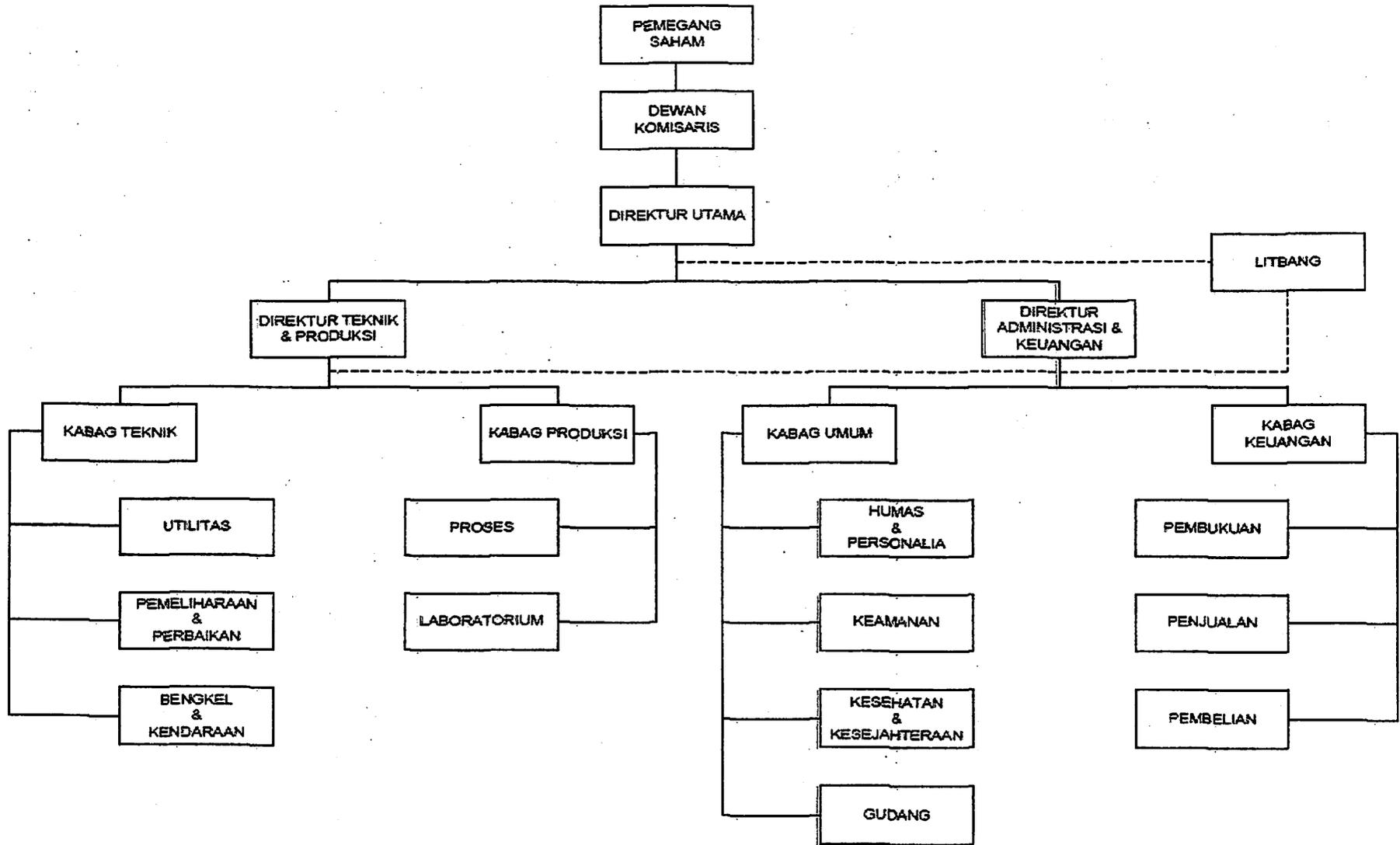
Pabrik Asam Fosfat direncanakan berstatus perusahaan swasta bersekala nasional yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT) bentuk ini digunakan dengan alasan :

- Modal menjadi besar karena berasal dari beberapa orang dan pinjaman dari bank
- Dari segi badan hukum mempunyai status hukum yang lebih kuat dan lebih diakui dibanding dengan badan hukum perusahaan lainnya sehingga mudah dalam peminjaman uang di bank
- Apabila terjadi kerugian maka pemegang saham hanya mempertanggung jawabkan sebesar modal awalnya saja dan tidak sampai mengambil kekayaan pribadinya
- Konflik sebesar apapun yang terjadi di pabrik tidak akan mempengaruhi kegiatan pabrik karena masalah pribadi tidak akan mengganggu kegiatan pabrik.

10.3. Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi yang digunakan adalah sistem organisasi garis dan staf, alasan pemakaian sistem ini adalah :

- Struktur organisasinya sederhana dan mudah dipahami
- Wewenang dan tanggung jawab untuk setiap posisi jelas
- Setiap karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang pemimpin
- Disiplin yang tegas
- Keputusan dapat diberikan secepat mungkin
- Setiap karyawan melaksanakan perintah langsung dari pimpinan dengan bebas tanpa kritik sehingga menciptakan kondisi kerja yang harmonis



Gambar 10.1. Struktur organisasi pra rencana pabrik Asam Fosfat

10.4. Pembagian Kerja Dalam Organisasi

Pembagian kerja dalam organisasi perusahaan merupakan pembagian tugas, jabatan dan tanggung jawab antara satu pengurus dengan pengurus yang lain sesuai dengan strukturnya. Penjelasan dari setiap jabatan dalam organisasi perusahaan diterangkan sebagai berikut :

1. Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan badan kekuasaan tertinggi dalam perusahaan yang bertindak sebagai wakil pemegang saham yang diangkat menurut ketentuan yang ada dalam perjanjian dan dapat diberhentikan setiap waktu dalam Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Apabila melakukan tindakan yang bertentangan dengan anggaran dasar perseroan. Tugas dewan komisaris antara lain :

- Menentukan kebijaksanaan perusahaan
- Mengevaluasi dan mengawasi hasil yang diperoleh perusahaan
- Memberikan nasihat kepada direktur bila direktur ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan
- Menyetujui atau menolak rencana yang diajukan direktur

2. Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan eksekutif tertinggi di perusahaan dimana dalam menjalankan tugas sehari-hari dibantu oleh direktur teknik dan direktur administrasi. Tugas dan wewenang direktur utama :

- Melaksanakan kebijakan perusahaan dan bertanggung jawab kepada pemegang saham pada masa akhir jabatan
- Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan membantu kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan
- Mengangkat dan memberhentikan Kepala Bagian dengan persetujuan RUPS
- Bekerja sama dengan Direktur produksi, direktur keuangan dan administrasi dalam menjalankan perusahaan.

3. Penelitian dan Pengembangan

Divisi Penelitian dan Pengembangan (LITBANG) bersifat independen. Divisi ini bertanggung jawab langsung kepada direktur utama. Tugas dan wewenang divisi LITBANG adalah :

- Mempelajari mutu produk
- Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat-alat pengembangan produksi
- Mengadakan penelitian pemasaran produk kesuatu tempat
- Mempertinggi efisiensi kerja

4. Direktur Produksi dan Teknik

Direktur Teknik dan Produksi diangkat dan diberhentikan oleh Direktur Utama.

Tugas Direktur Teknik dan Produksi adalah :

- Bertanggung jawab pada direktur utama pada bidang produksi, teknik dan pemasaran
- Mengkoordinir, mengatur serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

5. Direktur Administrasi dan Keuangan

Direktur Administrasi dan Keuangan memiliki ruang lingkup kerja yang lebih luas dari Manager Produksi dan Teknik. Tugas Direktur Administrasi dan Keuangan adalah :

- Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dan bidang keuangan serta pelayanan umum
- Mengkoordinir dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

6. Manager Produksi

Manager Produksi bertanggung jawab atas jalanya proses produksi, mengawasi mutu produk dan merencanakan kebutuhan bahan baku. Agar target produksi terpenuhi Manager Produksi membawahi 3 divisi yaitu :

a. Divisi Proses

Divisi Proses bertanggung jawab kepada Manager Produksi atas kelancaran proses. Tugas Divisi Proses adalah :

- Mengawasi jalannya proses dan produksi
- Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh divisi yang berwenang.

b. Divisi Quality Control dan Laboratorium

Divisi Quality Control dan Laboratorium bertanggung jawab kepada Manager Produksi atas pengawasan dan pengendalian kualitas bahan baku, produk utama, produk samping dan limbah. Tugas Divisi Quality Control dan Laboratorium adalah :

- Mengawasi dan menganalisa mutu serta bahan pembuatan
- Mengawasi serta menganalisa mutu produksi
- Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan bagian pabrik
- Membuat laporan berkala kepada Manager Produksi.

c. Divisi Utilitas

Divisi Utilitas bertanggung jawab kepada Manager Produksi atas kelancaran proses utilitas dalam proses produksi. Tugas divisi utilitas adalah :

- Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air, uap air dan tenaga listrik.

7. Manager Teknik

Manager Teknik bertanggung jawab kepada Direktur Produksi dalam bidang peralatan. Manager Teknik membawahi 1 divisi yaitu :

a. Divisi Bengkel dan Perawatan

Divisi Bengkel dan Perawatan bertanggung jawab kepada Manager Teknik atas perbaikan alat-alat atau instrument yang rusak, peralatan utilitas dan bangunan. Divisi Bengkel dan Perawatan juga diharapkan dapat menciptakan alat-alat yang inovatif untuk menunjang kelancaran produksi

8. Manager Pemasaran

Manager Pemasaran bertanggung jawab kepada Direktur Produksi dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi. Manager Pemasaran membawahi 2 divisi yaitu :

a. Divisi Pembelian

Divisi Pembelian mempunyai tugas yaitu :

- Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan pemasaran
- Mengetahui harga pasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

b. Divisi Pemasaran

Divisi Pemasaran mempunyai tugas yaitu :

- Merencanakan strategi hasil produksi
- Mengatur distribusi hasil produksi dan gudang.

9. Manager Keuangan dan Administrasi

Manager Keuangan dan Administrasi bertanggung jawab mengatur, anggaran keuangan, akuntansi dan memimpin Tata Usaha dan Keuangan untuk mencapai tujuan dan sasaran perusahaan yang telah ditetapkan. Manager Keuangan dan Administrasi membawahi 2 divisi yaitu :

a. Divisi Pembukuan (Akuntansi)

Divisi Pembukuan (Akuntansi) bertugas membuat neraca keuangan dengan melakukan pencatatan dan pembukuan mengenai semua pemasukan dan pengeluaran keuangan perusahaan.

b. Divisi Administrasi dan Keuangan

Divisi Administrasi dan Keuangan bertugas menjalankan administrasi perusahaan, mulai dari surat menyurat, absensi karyawan, pendataan sampai pendistribusian gaji.

10. Manager Umum dan Sumber Daya Manusia

Manager Umum dan SDM bertugas untuk merencanakan dan mengelola hal-hal yang bersifat umum dan ketenaga kerjaan. Departemen ini mengatur masalah keamanan dan keselamatan, lingkungan, logistik dan hubungan antara perusahaan dengan pihak lain, baik dengan masyarakat, pemerintah maupun dengan perusahaan lain. Departemen ini membawahi 3 divisi :

a. Divisi Humas dan Personalia

Divisi humas dan Personalia bertugas untuk membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya, Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi untuk menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis serta mengadakan hubungan baik dengan masyarakat sekitar perusahaan maupun dengan pemerintah.

b. Divisi Keamanan dan Keselamatan

Divisi Keamanan dan Keselamatan bertugas untuk menjaga keamanan perusahaan, memberi ijin orang luar masuk perusahaan, mengontrol setiap kendaraan yang masuk perusahaan baik kendaraan bahan baku, produk, tamu dan menjaga keamanan dan ketertiban di area pabrik.

c. Divisi Transportasi

Divisi Transportasi bertugas untuk mengatur penggunaan transportasi mulai dari penyediaan bahan baku, transportasi pemasaran produk dan masalah parkir kendaraan karyawan dan tamu.

10.5. Jaminan Sosial

Jaminan sosial adalah jaminan yang diterima oleh pihak karyawan jika terjadi sesuatu hal yang bukan karena kesalahannya menyebabkan karyawan tidak dapat melakukan pekerjaan. Jaminan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan adalah :

a. Tunjangan

- Tunjangan diluar gaji pokok, diberikan kepada tenaga kerja tetap berdasarkan prestasi yang telah dilakukan dan lama pengabdianya kepada perusahaan.
- Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja yang telah ditetapkan.

b. Fasilitas

Fasilitas yang diberikan berupa seragam kerja untuk karyawan, perlengkapan keselamatan kerja (helm, sarung tangan, sepatu boot, kacamata pelindung dan lain-lain), antar jemput bagi karyawan, kendaraan dinas, tempat tinggal dan lain-lain.

c. Pengobatan

Untuk pengobatan dan perawatan pertama dapat dilakukan di poliklinik perusahaan dan diberikan secara Cuma-Cuma kepada karyawan yang membutuhkan dengan ketentuan sebagai berikut :

- Untuk pengobatan dan perawatan yang dilakukan pada rumah sakit yang telah ditunjuk akan diberikan secara cuma-cuma
- Karyawan yang mengalami kecelakaan atau terganggu kesehatannya dalam menjalankan tugas perusahaan, akan mendapat pengantian ongkos pengobatan penuh.

d. Insentiv atau bonus

Insentiv diberikan dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas dan merangsang gairah kerja karyawan. Besarnya insentive ini dibagi menurut golongan dan jabatan. Pemberian insentiv untuk golongan pelaksana operasi diberikan setiap bulan sedangkan untuk golongan di atasnya diberikan akhir tahun produksi dengan melihat besarnya keuntungan dan target yang dicapai.

e. Cuti

- Cuti tahunan selama 12 hari kerja dan diatur dengan mengajukan permohonan satu minggu sebelumnya untuk dipertimbangkan ijinnya
- Cuti sakit bagi tenaga kerja yang memerlukan istirahat total berdasarkan surat keterangan dokter
- Cuti hamil selama 3 bulan bagi tenaga kerja wanita
- Cuti untuk keperluan dinas di atas perintah atasan berdasarkan kondisi tertentu perusahaan.

10.6. Jadwal dan Jam Kerja

Pabrik Asam Fosfat direncanakan akan beroperasi selama 335 hari dalam setahun dan 24 jam per hari sisa harinya digunakan untuk pembersihan serta perbaikan dan perawatan peralatan proses produksi, atau yang dikenal dengan istilah *shut down*.

a. Pegawai *non shift*

Bekerja selama 6 hari dalam seminggu (total kerja 40 jam per minggu) sedangkan hari minggu dan hari besar libur. Pegawai *non shift* ini termasuk karyawan yang tidak langsung menangani operasi pabrik misalnya : direktur, kepala departemen, kepala divisi, karyawan kantor/administrasi dan divisi-divisi di bawah tanggung jawab non teknik atau yang bekerja di pabrik dengan jenis pekerjaan tidak kontinu.

Ketentuan jam kerja adalah sebagai berikut :

- Senin – Kamis : 08.00 – 16.00 (istirahat : 12.00 – 13.00)
- Jum'at : 08.00 – 16.00 (istirahat : 11.00 – 13.00)
- Sabtu : 08.00 – 16.00 (istirahat : 12.00 – 13.00)

b. Pegawai *shift*

Sehari bekerja 24 jam, yang terbagi dalam 3 shif. karyawan shift ini termasuk karyawan yang secara langsung menangani proses operasi pabrik, misalnya : kepala shift, operator, karyawan-karyawan shift, gudang serta keamanan dan keselamatan kerja. Ketentuan jamkerja pegawai shift sebagai berikut :

- Shift I : 07.00 – 15.00
- Shift II : 15.00 – 23.00
- Shift III : 23.00 – 07.00

Jadwal kerja dibagi dalam empat minggu dan empat kelompok (regu). Setiap kelompok kerja akan mendapatkan libur satu kali dari tiga kali shift. jadwal kerja karyawan shift dapat dilihat pada table 10.1.

Tabel 10.1. Jadwal jam kerja karyawan pabrik

Regu	Hari											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
II	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S
III	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M
IV	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P

Keterangan : P = Pagi, S = siang, M = Malam, L = Libur

Karena kemajuan suatu pabrik atau perusahaan tergantung pada kedisiplinan karyawan, maka salah satu cara untuk menciptakan kedisiplinan adalah dengan memberlakukan absensi. Dari mulai direktur utama sampai karyawan kebersihan absensi setiap jam kerjanya yang nantinya dapat menjadi pertimbangan perusahaan dalam meningkatkan karir karyawan.

10.7. Status Karyawan dan Sistem Pengupahan

Pabrik Asam Fosfat ini mempunyai sistem pembagian gaji yang berbeda-beda kepada karyawan. Hal ini berdasarkan pada criteria sebagai berikut :

1. Tingkat pendidikan
2. Pengalam kerja
3. Tanggung jawab dan kedudukan
4. Keahlian

5. Pengabdian pada perusahaan (lamanya bekerja)

Berdasarkan kriteria diatas, karyawan akan menerima gaji sesuai dengan status kepegawaiannya dimana status kepegawaian terbagi menjadi 3 bagian, yaitu :

1. Karyawan regular

Karyawan regular adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) dan mendapat gaji bulanan berdasarkan kedudukan, keahlian dan masa kerjanya.

2. Karyawan borongan

Karyawan borongan adalah pekerja yang dipergunakan oleh pabrik bila diperlukan saja, misalnya bongkar muat barang dan lain-lain. Pekerja ini menerima upah borongan untuk pekerjaan tersebut.

3. Karyawan harian

Karyawan harian adalah pekerja yang diangkat dan diberhentikan oleh manager pabrik berdasarkan nota persetujuan manager pabrik atas pengajuan kepala yang membawahnya dan menerima upah harian yang dibayarkan setiap akhir pekan.

10.8. Perincian Jumlah Karyawan Operasional

Perhitungan jumlah tenaga operasional didasarkan pada pembagian proses yang ada. Pada Pra Rencana Pabrik Asam Fosfat, proses yang dilakukan terbagi dalam beberapa tahap, yaitu :

a. Proses Utama

1. Penyediaan bahan baku terdiri dari

- Storage tank
- Transportasi

2. Tahap reaksi

3. Tahap pemisahan

4. Tahap penanganan produk

b. Tahap Tambahan atau Pembantu

1. Laboratorium

2. Utilitas terdiri dari

- Pengolahan air
- Boiler
- Pengolahan limbah

- Listrik
- Pemeliharaan

Sehingga jumlah proses keseluruhan yang membutuhkan tenaga kerja operasional adalah 6 tahap. Step dalam proses = 6 tahap

Jumlah hari kerja dalam 1 tahun = 330 hari kerja

$$\text{Kapasitas produksi (P)} = \frac{50.000 \text{ ton/tahun}}{330 \text{ hari/tahun}} = 242,4242 \text{ ton/hari}$$

Berdasarkan *Vilbrand and Dryden* Fig. 6.35 halaman 235, didapatkan :

$$M = 24,4P^{0,25}$$

$$M = 24,4 \times (242,4242)^{0,25}$$

$$M = 96,2795 \text{ orang.jam/hari} = 97 \text{ orang.jam/hari}$$

Karena jumlah proses keseluruhan terbagi dalam 6 tahap, maka :

$$\begin{aligned} \text{Karyawan proses} &= 97 \text{ orang.jam/hari} \times 6 \text{ tahap} \\ &= 582 \text{ orang.jam/hari} \end{aligned}$$

Karena setiap hari ada 3 shift dimana karyawan shift bekerja 8 jam/hari, maka :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah karyawan proses} &= \frac{582 \text{ orang.jam}}{\text{hari}} \times \frac{1}{3 \text{ shift/hari}} \times \frac{1}{8 \text{ jam}} \\ &= 24,25 \text{ orang/sift.hari} = 25 \text{ orang/shift.hari} \end{aligned}$$

Karena terdapat 4 regu shift, maka karyawan proses yang bekerja perhari adalah ;

$$\begin{aligned} \text{Karyawan proses} &= 25 \text{ orang/shift.hari} \times 4 \text{ shift} \\ &= 100 \text{ orang/hari} \end{aligned}$$

Sedangkan jumlah karyawan keseluruhan pabrik Asam Fosfat seperti berikut:

Tabel 10.2. Perincian kebutuhan tenaga kerja pabrik Asam Fosfat

No.	Jabatan	SMP	SMA	D1-D3	S1/S2	S2/S3
	Dewan Komisaris					4
	Direktur Utama					1
	Direktur Produksi dan Teknik					1
	Direktur Keuangan dan Administrasi					1
	Staf Litbang				4	
	Manager Produksi				1	
	Manager teknik				1	
	Manager Umum dan SDM				1	
	Manager Keuangan dan Administrasi				1	
	Manager Pemasaran				1	
	Divisi Proses Emgineer				1	
	Divisi Quality Control dan Laboratorium				1	
	Divisi Pembelian				1	
	Divisi Utilitas				1	
	Divisi Bengkel dan Perawatan				1	
	Divisi Humas dan Personalia				1	
	Divisi Transportasi		1			
	Divisi Keamanan dan Keselamatan				1	
	Divisi Administrasi dan Keuangan				1	
	Divisi Akuntansi				1	
	Divisi Gudang				1	
	Karyawan Produksi	100				
	Karyawan Quality Control dan Laboratorium		10			
	Karyawan Utilitas			10		
	Karyawan Bengkel dan Perawatan			15		
	Karyawan Humas dan Personalia		15			
	Karyawan Transportasi		15			
	Karyawan Keamanan dan Keselamatan			15		
	Karyawan Administrasi dan Keuangan			7		
	Karyawan Akuntansi			7		
	Karyawan gudang		15			
	Karyawan kebersihan	15				
	Sekretaris			10		
	Karyawan pemadam kebakaran		15			
	Dokter				1	
	Jumlah	115	71	64	21	4
	Total Karyawan	275				

10.9. Gaji Karyawan

Tabel 10.3. Daftar gaji karyawan per Bulan

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji (Rp)	
			Per orang	Total
1	Dewan Komisaris	4	25.000.000	100.000.000
2	Direktur Utama	1	21.000.000	21.000.000
3	Direktur Produksi dan teknik	1	15.000.000	15.000.000
4	Direktur keuangan dan administrasi	1	12.000.000	12.000.000
5	Staff litbang	4	7.000.000	28.000.000
6	Manager Umum dan SDM	1	7.000.000	7.000.000
7	Manager Keuangan dan Administrasi	1	7.000.000	7.000.000
8	Manager Produksi	1	7.000.000	7.000.000
9	Manager Pemasaran	1	7.000.000	7.000.000
10	Divisi proses	1	6.000.000	6.000.000
11	Divisi QC dan Laboratorium	1	6.000.000	6.000.000
12	Divisi Utilitas	1	6.000.000	6.000.000
13	Divisi Bengkel dan Perawatan	1	6.000.000	6.000.000
14	Divisi Humas dan Personalia	1	6.000.000	6.000.000
15	Divisi Transportasi	1	6.000.000	6.000.000
16	Divisi Keamanan dan Keselamatan	1	6.000.000	6.000.000
17	Divisi Administrasi dan Keuangan	1	6.000.000	6.000.000
18	Divisi Akuntansi	1	6.000.000	6.000.000
19	Divisi Gudang	1	6.000.000	6.000.000
20	Karyawan Produksi	100	2.700.000	270.000.000
21	Karyawan QC dan Laboratorium	10	2.700.000	27.000.000
22	Karyawan Utilitas	10	2.700.000	27.000.000
23	Karyawan Bengkel dan Perawatan	15	2.700.000	40.500.000
24	Karyawan Humas dan Personalia	15	2.700.000	40.500.000
25	Karyawan Transportasi	15	2.700.000	40.500.000
26	Karyawan Keamanan dan Keselamatan	15	2.700.000	40.500.000
27	Karyawan Administrasi dan Keuangan	7	2.700.000	18.900.000
28	Karyawan Akuntansi	7	2.700.000	18.900.000
29	Karyawan gudang	15	2.700.000	40.500.000
30	Karyawan kebersihan	15	2.700.000	40.500.000
31	Sekretaris	10	2.700.000	27.000.000
32	Karyawan pemadam kebakaran	15	2.700.000	40.500.000
33	Dokter	1	6.000.000	6.000.000
Jumlah		275	Total	942.300.000

BAB XI

ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi merupakan suatu cara untuk mengetahui apakah pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Oleh karena itu di dalam pra rencana Pabrik Formaldehid ini dibuat evaluasi untuk mengetahui berapa investasi yang diperlukan untuk mendirikan pabrik Asam Posfat tersebut. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan untung rugi dalam mendirikan Pabrik Asam Posfat adalah sebagai berikut :

1. *Return of Investment* (ROI)
2. *Pay Out Time* (POT)
3. *Break Even Point* (BEP)
4. *Internal Rate of Return* (IRR)

Untuk menghitung faktor-faktor diatas perlu diadakan penafsiran beberapa hal menyangkut administrasi perusahaan dan jalannya proses, yaitu :

1. Penaksiran modal investasi total (*Total Capital Investment*) terdiri atas :
 - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal kerja (*Work Capital Investment*)
2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*), terdiri atas :
 - a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)
3. Penaksiran harga alat

11.1. Faktor - Faktor Penentu

11.1.1. Penaksiran Modal Investasi Total (TCI)

Yaitu modal atau biaya yang dibutuhkan untuk mendirikan suatu pabrik mulai dari awal sampai pabrik selesai dibangun dan siap beroperasi.

a. Modal Tetap (FCI)

Yaitu modal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik, FCI dibagi menjadi :

a. Direct Cost

Yaitu modal yang dikeluarkan untuk pembelian atau pengadaan peralatan proses produksi, meliputi :

- Harga peralatan

- Instrumentasi dan alat kontrol
- Isolasi
- Perpipaan
- Peralatan listrik
- Angkutan kapal laut
- Asuransi
- Biaya angkut ke plant
- Pemasangan alat
- Bangunan
- Service Facilities
- Tanah

b. Indirect cost

Yaitu biaya atau modal yang dikeluarkan untuk konstruksi pabrik dan bagian-bagian pabrik yang tidak berhubungan langsung dengan pengadaan peralatan proses produksi, meliputi :

- Engineering dan supervisi
- Konstruksi

b. Modal Kerja (WCI)

Yaitu semua biaya yang dikeluarkan untuk mengoperasikan pabrik, dimana biaya yang dikeluarkan dipengaruhi oleh besarnya kapasitas pabrik, meliputi :

- Penyediaan bahan baku dalam waktu tertentu
- Pengemasan produk
- Biaya yang harus ada setiap bulannya (uang tunai) untuk membiayai pengeluaran rutin seperti gaji, pembelian bahan baku dan lain-lain
- Pajak yang harus dibayar
- Perhitungan penerimaan dan pengeluaran
- Utilitas.

Sehingga : $TCI = FCI + WCI$

11.1.2. Penentuan Biaya Produksi

Adalah biaya yang dikeluarkan tiap satu-satuan produksi. Biaya produksi terdiri dari :

a. Biaya Pembuatan

Yaitu semua biaya untuk proses yang meliputi :

- Biaya produksi langsung (DPC)
- Biaya produksi tetap (FPC)
- Biaya overhead pabrik (POC).

b. Biaya Pengeluaran Umum

Yaitu biaya yang tidak berhubungan dengan proses, meliputi :

- Biaya administrasi
- Biaya distribusi dan pemasaran
- Litbang

Berdasarkan sifatnya, biaya produksi dibagi menjadi :

c. Biaya tetap

Yaitu biaya yang dikeluarkan secara tetap dan tidak tergantung pada kapasitas pabrik. Yang termasuk biaya tetap antara lain :

- Bunga Bank
- Asuransi
- Depresiasi
- Pajak, dll

● **Biaya semi variabel (SVC)**

Yaitu biaya yang bervariasi tetapi tidak berbanding lurus dengan kapasitas pabrik, antara lain :

- Biaya utilitas
- Biaya bahan baku
- Gaji karyawan
- Supervisor
- Pemeliharaan dan perbaikan

11.1.3. Penaksiran Harga Alat

Harga suatu alat setiap saat dapat berubah sesuai dengan perubahan kondisi ekonomi. Karena perubahan kondisi ini maka terdapat beberapa cara untuk mengkonversi harga suatu alat yang sama beberapa tahun yang lalu, sehingga diperoleh harga yang ekuivalen dengan harga sekarang.

Harga alat pada pabrik Asam Posfat ini didasarkan pada data harga alat yang diperoleh dari (Ulrich, 1984) dan (<http://www.matche.com/EquipCost/index.htm>-2014).

• **Penentuan *Total Capital Investment (TCI)***

Biaya Langsung (DC)

1.	Harga peralatan		(E) = Rp.	16,794,605,7
2.	Instrument dan alat kontrol	26%	E = Rp.	4,366,597,4
3.	Isolasi	8%	E = Rp.	1,343,568,4
4.	Perpipaan terpasang	31%	E = Rp.	5,206,327,7
5.	Listrik terpasang	10%	E = Rp.	1,679,460,5
6.	Harga FOB (jumlah 1-5)		(F) = Rp.	29,390,661,5
7.	Ongkos angkutan kapal laut	5%	F = Rp.	1.545.933.0
8.	Harga C dan F (jumlah 6-7)		(G) = Rp.	30.464.594.5
9.	Biaya asuransi	1%	G = Rp.	324.645.9
10.	Harga CIF (jumlah 8-9)		(H) = Rp.	31.166.688.8
11.	Biaya angkut barang ke plant	10%	H = Rp.	3,116,868.8
12.	Pemasangan alat	39%	E = Rp.	6.890.444.50
13.	Bangunan pabrik	25%	E = Rp.	4.416.951.6
14.	Service facilities	42%	E = Rp.	7.420.478.70
15.	Tanah	4%	E = Rp.	671.784.22
16.	Biaya langsung (DC, 10 -15)		= Rp.	52.759.624.07

Biaya Tak Langsung (IC)

17.	Engineering dan Supervisi	10%	DC = Rp.	5.275.965.40
18.	Kontruksi	20%	DC = Rp.	6.331.154.21
	Total Modal Tak Langsung (IC)		= Rp.	11.607.117.39

• **Fixed Capital Investment (FCI)**

$$\begin{aligned}
 \text{FCI} &= \text{DC} + \text{IC} \\
 &= \text{Rp}52,702,751,810 + \text{Rp}11,607,605,398 \\
 &= \text{Rp}64,366,741,370
 \end{aligned}$$

• **Working Capital Investment (WCI)**

$$\begin{aligned}
 \text{WC} &= 15\% \times \text{FCI} \\
 &= 15\% \times \text{Rp}67,713,357,208 \\
 &= \text{Rp}10,157,003,581
 \end{aligned}$$

Total Capital Investment (TCI)

$$\begin{aligned} \text{TCI} &= \text{FCI} + \text{WC} \\ &= \text{Rp}67,713,357,208 \quad + \quad \text{Rp}10,157,003,581 \\ &= \text{Rp}77,870,360,790 \end{aligned}$$

Modal Perusahaan

Modal sendiri (MS)	60%	TCI =	Rp46,722,216,474
Modal pinjaman (MP)	40%	TCI =	Rp31,148,144,316

• **Penentuan Total Capital Investment (TPC)**

a. **Biaya Produksi Langsung (DPC)**

- Bahan Baku		= Rp.	262,757,114,198
- Tenaga Kerja	(TK)	= Rp.	942,300,000
- Supervisi	10% TK	= Rp.	93,130,000
- Utilitas		= Rp.	96,591,162,423
- Pemeliharaan dan perbaikan (PP)	10% FCI	= Rp.	6,771,335,721
- Penyediaan operasi	15% PP	= Rp.	1,015,700,358
- Laboratorium	15% PP	= Rp.	1,015,700,358
- Patent dan Royalti	5% TPC	= Rp.	0,05 TPC
Biaya Produksi Langsung		= Rp.	379,684,824,147
			+ 0,05 TPC

b. **Biaya Tetap (FC)**

- Depresiasi alat	10%	FCI = Rp.	6,771,335,721
- Depresiasi bangunan	2%	FCI = Rp.	1,354,267,144
- Pajak kekayaan	4%	FCI = Rp.	2,708,534,288
- Asuransi	1,0%	FCI = Rp.	677,133,572
- Bunga bank	12,5%	MP = Rp.	3,893,518,039
Biaya Tetap (Fixed Cost/FC)		= Rp.	16.367.705.671

c. **Biaya Overhead Pabrik**

Biaya Overhead	= 70% TK + PP	= Rp.	5,391,845,005
----------------	---------------	-------	---------------

d. Biaya pengeluaran umum (GE)

- Administrasi (15% PP)	= Rp.	1,169,364,858
- Distribusi dan pemasaran (10% TPC)	= Rp.	0,1 TPC
- Litbang (5% TPC)	= Rp.	0,05 TPC
Biaya Pengeluaran Umum (GE)	= Rp.	1,169,364,858
		+ 0,15 TPC

e. Biaya Produksi Total (TPC)

$$\begin{aligned} \text{TPC} &= \text{DPC} + \text{FC} + \text{Biaya Overhead} + \text{GE} \\ &= \text{Rp } 401,650,822,775 + 0,20 \text{ TPC} \end{aligned}$$

$$\text{TPC} = \text{Rp } 502,063,528,468$$

$$\text{Maka, DPC} = \text{Rp } 379,684,824,147 + 0,05 \text{ TPC}$$

$$= \text{Rp } 404,788,000,570$$

$$\text{GE} = \text{Rp } 1,169,364,858 + 0,15 \text{ TPC}$$

$$= \text{Rp } 76,478,894,128$$

11.1.4. Analisa Profitabilitas

Sesuai dengan Undang-Undang Pajak Penghasilan tahun 1984 (UU no. 7/1983) dan Undang-undang ketentuan umum dan tata cara perpajakan (UU no.6/1983) :

- 15% untuk laba sampai Rp. 25.000.000,-
- 25% untuk laba sampai Rp. 50.000.000,-
- 40% Untuk laba > Rp. 50.000.000

Asumsi yang diambil adalah :

- a. Bunga kredit sebesar 12,5% / tahun
- b. Pengembalian pinjaman dalam waktu 10 tahun
- c. Umur pabrik 10 tahun
- d. Kapasitas produksi :

Tahun I	:	60%	produksi total
Tahun II	:	80%	produksi total
Tahun III	:	100%	produksi total

• **Laba Perusahaan**

Laba Perusahaan, yaitu keuntungan yang diperoleh dari penjualan produk.

Total penjualan per tahun = Rp 532,382,408,982 (kapasitas 100%)

$$\begin{aligned} \text{Laba kotor} &= \text{Harga jual} && - && \text{Biaya produksi} \\ &= \text{Rp } 511,906,162,483 && - && \text{Rp } 487,219,967,172 \\ &= \text{Rp } 24,686,195,124 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pajak penghasilan} &= 40\% \quad \times \quad \text{Laba kotor} \\ &= 40\% \quad \times \quad \text{Rp } 24,686,195,124 \\ &= \text{Rp } 9,874,478,124 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laba Bersih} &= \text{Laba kotor} - \text{Pajak penghasilan} \\ &= \text{Rp } 24,686,195,311 - \text{Rp } 9,874,478,124 \\ &= \text{Rp } 14,811,717,187 \end{aligned}$$

Nilai penerimaan Cash Flow sebelum pajak (C_{Abt}) :

$$\begin{aligned} C_{Abt} &= \text{Laba kotor} + \text{Depresiasi alat} \\ &= \text{Rp}24,686,195,311 + \text{Rp}6,771,335,721 \\ &= \text{Rp}31,122,869,448 \end{aligned}$$

Nilai penerimaan Cash Flow setelah pajak (C_{Aat}) :

$$\begin{aligned} C_{Aat} &= \text{Laba bersih} + \text{Depresiasi alat} \\ &= \text{Rp}14,811,717,187 + \text{Rp}6,771,335,721 \\ &= \text{Rp}21,248,391,324 \end{aligned}$$

• **Laju Pengembalian Modal (ROI)**

ROI adalah pernyataan umum yang digunakan untuk menunjukkan laba tahunan sebagai usaha untuk mengembalikan modal.

a. ROI sebelum pajak

$$ROI_{BT} = \frac{\text{Laba kotor}}{\text{Modal tetap}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{Rp}31,122,869,448}{\text{Rp. } 67,713,357,208} \times 100\% = 38\%$$

b. ROI setelah pajak

$$\begin{aligned} \text{ROI}_{AT} &= \frac{\text{Laba bersih}}{\text{Modal tetap}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{Rp}14,811,717,187}{\text{Rp. } 67,713,357,208} \times 100\% \\ &= 23\% \text{ dari modal investasi} \\ &= 23\% \times \text{Rp. } 74,021,752,575 = \text{Rp. } 17,033,474, \end{aligned}$$

- **Lama Pengembalian Modal (POT)**

POT adalah masa tahunan pengembalian modal investasi dari labayang dihitung, dikurangi penyusutan / waktu yang diperlukan untuk pengembalian modal investasi.

$$\begin{aligned} \text{POT}_{BT} &= \frac{\text{Modal tetap}}{\text{Cash flow sebelum pajak}} \times 1 \text{ tahun} \\ &= \frac{\text{Rp}67,713,357,208}{\text{Rp}37,090,216,235} \times 1 \text{ tahun} \\ &= 2.1 \text{ tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{POT}_{AT} &= \frac{\text{Modal tetap}}{\text{Cash flow setelah pajak}} \times 1 \text{ tahun} \\ &= \frac{\text{Rp}67,713,357,208}{\text{Rp}24,962,664,029} \times 1 \text{ tahun} \\ &= 3.0 \text{ tahun} \end{aligned}$$

- **Break Event Point (BEP)**

BEP adalah titik dimana jika tingkat kapasitas pabrik berada pada titik tersebut maka pabrik tidak untung dan tidak rugi atau harga penjualan sama dengan biaya produksi.

$$\text{BEP} = \frac{\text{FC} + (0,3 \text{ SVC})}{\text{S} - 0,7\text{SVC} - \text{VC}} \times 100\%$$

Biaya Tetap (FC)

$$\text{FC} = \text{Rp}15,404,788,765$$

Biaya Variabel (VC)

Bahan Baku pertahun	=	Rp	273,266,495,287
Biaya Utilitas pertahun	=	Rp	96,591,162,423
Total Biaya Variabel (VC)	=	Rp	369,857,657,710

Biaya Semi Variabel (SVC)

Biaya Umum (GE)	=	Rp	76,478,894,128
Biaya Overhead	=	Rp	5,391,845,005
Penyediaan operasi	=	Rp	1,015,700,358
Biaya laboratorium	=	Rp	1,015,700,358
Gaji karyawan langsung	=	Rp	931,300,000
Supervisi	=	Rp	93,130,000
Perawatan dan Pemeliharaan	=	Rp	6,771,335,721
Royalti	=	Rp	5,020,635,285
Total Biaya Semi Variable (SVC)	=	Rp	96,718,540,855

Harga Penjualan (S)

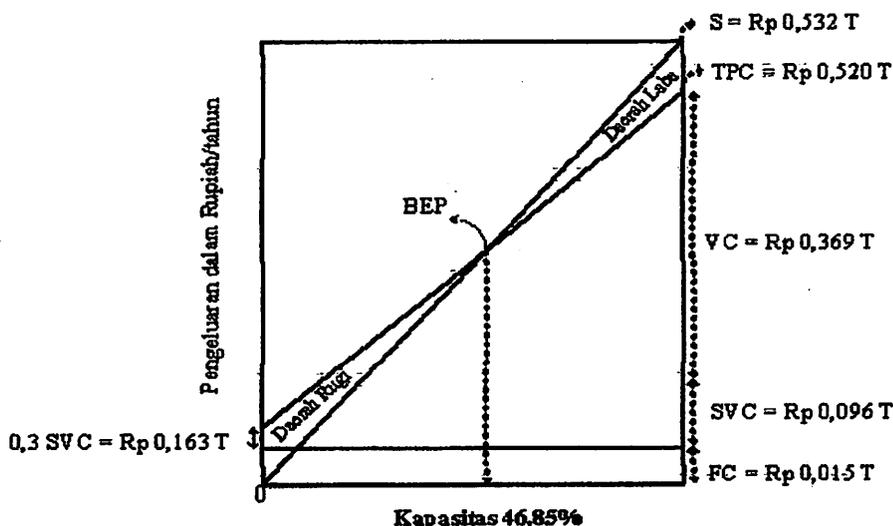
S = Rp 532,382,408,982

Maka,

$$BEP = \frac{FC + (0,3SVC)}{S - 0,7SVC - VC} \times 100\%$$

$$= 49.17\%$$

Titik BEP terjadi pada kapasitas = 49,17 % × 50.000 ton/tahun. Nilai BEP untuk Pabrik Asam Phosphat berada diantara nilai 30-60 % sehingga nilai BEP diatas memadai.



Grafik 5.1. Kapasitas pada Keadaan BEP

Untuk produksi tahun pertama kapasitas 60 % dari kapasitas yang sebenarnya, sehingga keuntungan adalah :

$$\frac{PBi}{PB} = \frac{[100 - BEP] - \{100\% - \text{kapasitas}\}}{[100 - BEP]}$$

Dimana :

PBi = keuntungan pada % kapasitas yang tercapai (dibawah 100%)

PB = keuntungan pada kapasitas 100 %

% kapasitas = % kapasitas yang tercapai

$$\frac{PBi}{Rp.18.191.328,308} = \frac{[100 - 48,77\%] - \{100\% - 60\% \}}{[100 - 46,85\%]}$$

PBi = - Rp. 85.620,471

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun pertama :

C_A = Laba bersih tahun pertama + Depresiasi alat

= - Rp. 85.620,471 + Rp.771.335,721

= Rp.6.685.715,250

Untuk produksi tahun kedua kapasitas 80 % dari kapasitas sebenarnya, sehingga keuntungan adalah :

$$\frac{PBi}{PB} = \frac{[100 - BEP] - \{100\% - \text{kapasitas}\}}{[100 - BEP]}$$

Dimana :

PBi = keuntungan pada % kapasitas yang tercapai (dibawah 100%)

PB = keuntungan pada kapasitas 100 %

% kapasitas = % kapasitas yang tercapai

$$\frac{PBi}{Rp.18.191.328,308} = \frac{[100 - 48,77\%] - \{100\% - 80\% \}}{[100 - 46,85\%]}$$

PBi = - Rp. 85.620,471

C_A = Laba bersih tahun pertama + Depresiasi alat

= - Rp. 85.620,471 + Rp.6.771.335,721

= Rp.6.685.715,250

- **Shut Down Point (SDP)**

Shut Down Point (SDP) adalah suatu titik yang merupakan kapasitas minimum pabrik masih boleh beroperasi.

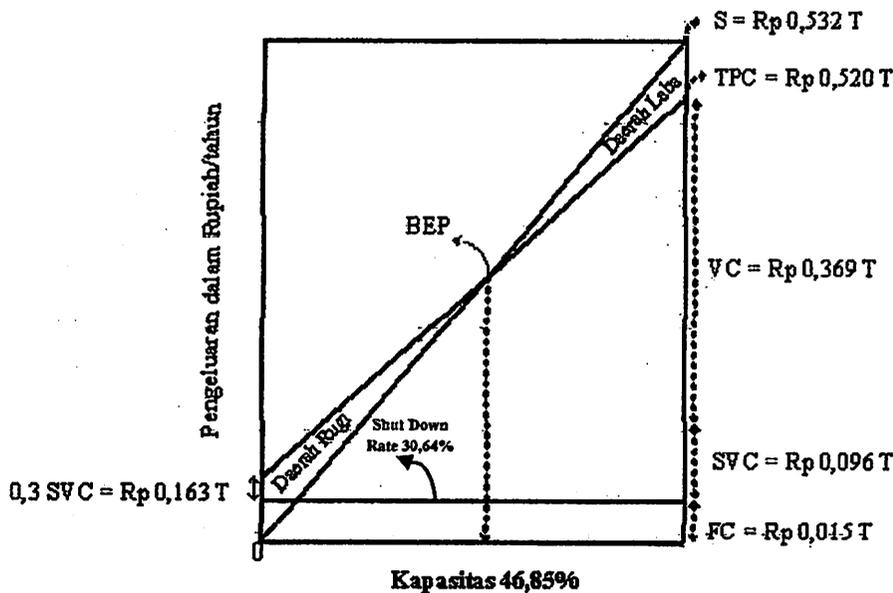
$$SDP = \frac{(0,3SVC)}{S - 0,7SVC - VC} \times 100\%$$

$$= 32,32\%$$

Titik Shut Down Point terjadi pada kapasitas penjualan,

$$= 32,32\% \times Rp. 532.382.408,982$$

$$= Rp. 162.909.577,583$$



Grafik 5.2. Kapasitas pada Keadaan Shut Down Rate

- **Net Present Value (NPV)**

Metode ini digunakan untuk menghitung selisih dari nilai penerimaan kas bersih dengan nilai investasi sekarang. Diasumsikan masa konstruksi selama 2 tahun,

Tahun ke-1 = 40% dan tahun ke-2 = 60%

$$C_{A-2} = 40\% \times FCI \times (1+i)^2$$

$$= 40\% \times Rp. 67,713,367,208 \times 1.2656$$

$$= Rp. 34,297,887,087$$

$$C_{A-1} = 60\% \times FCI \times (1+i)^2$$

$$= 60\% \times Rp. 67,713,367,208 \times 1.1250$$

$$= \text{Rp. } 45,706,516,116$$

$$C_{A-2} = -C_{A1} - C_{A2}$$

$$= - \text{Rp. } 45,706,516,116 - \text{Rp. } 34,297,887,087$$

$$= - \text{Rp. } 79,986,403,202$$

Menghitung NPV tiap tahun

$$\text{NPV} = C_A \times F_d$$

$$F_d = \frac{1}{(1+i)^n}$$

Dimana : F_d = Faktor diskon

C_A = Cash Flow setelah pajak

i = tingkat bunga bank

n = tahun ke-n

Tabel 5.1. Cash Flow untuk NPV selama 10 tahun

Tahun ke -	Cash Flow (C_A) (Rp)	F_d $i = 12,5\%$	NPV (Rp)
0	-79,986,403,202	1.0	-79,986,403,202
1	6,685,715,250	0.89	5,942,858,000
2	6,685,715,250	0.79	5,282,540,445
3	24,962,664,029	0.70	17,532,076,794
4	24,962,664,029	0.62	15,584,068,262
5	24,962,664,029	0.55	13,852,505,121
6	24,962,664,029	0.49	12,313,337,886
7	24,962,664,029	0.44	10,945,189,232
8	24,962,664,029	0.39	9,729,057,095
9	24,962,664,029	0.35	8,648,050,751
10	24,962,664,029	0.31	7,687,156,223
WCI			10,157,003,581
Total			37,687,440,187

Karena NPV = (+) maka pabrik layak untuk didirikan

• **IRR (Internan Rate of Return)**

Tabel 5.2. Cash Flow untuk IRR selama 10 tahun

Tahun ke -	Cash Flow (C _A) (Rp)	NPV ₁ (Rp) i = 0,22	NPV ₂ (Rp) i = 0,23
0	-79,986,403,202	-79,986,403,202	-79,986,403,202
1	6,685,715,250	5,480,094,467	5,435,540,854
2	6,685,715,250	4,491,880,711	4,419,138,906
3	24,962,664,029	13,747,111,008	13,414,534,209
4	24,962,664,029	11,268,123,777	10,906,125,373
5	24,962,664,029	9,236,167,030	8,866,768,596
6	24,962,664,029	7,570,628,713	7,208,754,956
7	24,962,664,029	6,205,433,372	5,860,776,387
8	24,962,664,029	5,086,420,796	4,764,858,851
9	24,962,664,029	4,169,197,374	3,873,868,985
10	24,962,664,029	3,417,374,897	3,149,486,979
WCI		10,157,003,581	10,157,003,581
Total		843,032,524	-1,929,545,526

$$IRR = i_1 \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \times (i_1 - i_2)$$

Dimana :

i_1 = bunga pinjaman ke-1 yang ditrial

i_2 = bunga pinjaman ke-2 yang ditrial

Sehingga :

$$IRR = 40\% \frac{Rp. 843,032,514}{Rp. 843,032,514 - (-)Rp.1,929,545,526} \times (0.23 - 0.22)$$

$$= 19,80 \%$$

Dari hasil perhitungan diatas diperoleh nilai 22,30 % per tahun, karena harga IRR lebih besar dari bunga bank (12,5%), maka pabrik Asam Posfat ini layak didirikan.

BAB XII

KESIMPULAN

Pra Rencana Pabrik Asam Posfat ini diharapkan mampu mencapai hasil produksi yang direncanakan, sehingga dari hasil tersebut dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas perindustrian di Indonesia. Di samping itu Asam Posfat yang diproduksi nantinya diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri ataupun menjadi produk yang dapat dipasarkan diluar negeri, sehingga dapat digunakan sebagai sumber devisa negara.

Dari hasil perhitungan Pra Rencana Pabrik Asam Posfat dapat disimpulkan bahwa rencana pendirian pabrik ini cukup menuntungkan dengan mempertimbangkan beberapa aspek, antara lain ;

12.1. Aspek Teknis

Ditinjau dari aspek teknis, proses pembuatan Asam Posfat dengan proses basah relatif lebih mudah dan dapat menghasilkan produk yang sesuai standart bila dibandingkan dengan proses lain.

12.2. Aspek Sosial

Ditinjau dari aspek sosial, pra rencana pabrik Asam Posfat dirancang dengan sistem semi otomatis, sehingga akan membuka lapangan pekerjaan yang lebih besar, dan mampu meningkatkan devisa negara.

12.3. Aspek Lokasi

Pabrik ini didirikan di kawasan Industri Gresik, Jawa Timur. Jika ditinjau dari tempat dimana pabrik Asam Posfat ini akan dibangun sangatlah strategis, karena :

- Dekat dengan daerah pemasaran dan bahan baku
- Ketersediaan air yang cukup besar dan murah
- Ketersedian tenaga kerja
- Sarana transportasi mudah dan murah
- Persediaan listrik dan bahan bakar yang memadai

12.4. Aspek Pasar

Asam Posfat banyak digunakan sebagai bahan baku industri pupuk, penggumpal getah karet lateks, sebagai katalis pada pabrik etanol, sebagai mantel pelindung pada logam dan sebagai bahan pembuatan zat pewarna dalam industri gelas, sehingga peluang pasar Asam Posfat sangat terbuka luas terutama untuk memenuhi kebutuhan bahan baku pupuk di PT. Petrokimia Gresik yang selama ini masih mengandalkan impor.

12.5. Segi Analisa Ekonomis

Analisa ekonomi sangat diperlukan untuk menguji kelayakan suatu pabrik dapat berdiri, baik untuk jangka panjang maupun jangka pendek. Setelah melakukan analisa terhadap Pra Rencana Pabrik Asam Posfat dengan kapasitas produksi 50.000 ton pertahun, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- POT sesudah pajak = 3 tahun
- ROI sesudah pajak = 23 %
- BEP = 49,17 %
- IRR = 19,8 % > bunga bank (12,5%)

Dengan melihat berbagai aspek diatas, dapat disimpulkan bahwa Pra Rencana Pabrik Asam Posfat dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun yang akan didirikan di daerah Kawasan Industri Gresik, Jawa Timur layak didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, "*Science Lab MSDS Sulfuric Acid*", <http://www.sciencelab.com>., diakses tanggal 14 Oktober 2014
2. Anonim, "*Price Of Phosphate Stone*", <http://www.alibaba.com>., diakses tanggal 8 November 2014.
3. Anonim, "*Science Lab MSDS Phosphoric Acid*", <http://www.sciencelab.com>., diakses tanggal 19 Oktober 2014
4. Anonim, "*Chlorine*", <http://www.sciencelab.com>., diakses tanggal 14 Oktober 2014
5. Anonim, "*Pure Water*", <http://www.PureWater.com>., diakses tanggal 14 Desember 2014
6. Biro Pusat Statistik Indonesia, 2014
7. Brownell, L. E., & Young, E. H., "*Process Equipment Design Vessel Design*", Ann Arbor, Michigan, 1959.
8. Geankoplis, C. J., "*Transport Process and Unit Operation*", Prentice-Hall of India Private Limited, India, 1993.
9. Hesse, H.C. and Rushton, J.H., "*Process Equipment Design*", second edition, Vand Nostrand
10. Kern, D.Q., "*Process Heat Transfer*", International Student Edition, Mc Graw Hill International Book Company, Tokyo, 1983.
11. Kusnarjo, "*Utilitas Pabrik Kimia*", Surabaya, 2012.
12. Kusnarjo, "*Desain Pabrik Kimia*", Surabaya, 2012.
13. Kusnarjo, "*Desain Alat Pemindah Panas*", Surabaya, 2012.
14. Perry R. H, and Green, D. W, "*Perry's Chemical Handbook* ",7th Edition, Mc. Graw Hill Kogakusha Company, Ltd, Tokyo, 1950.
15. Perry R. H, and Green, D. W, "*Perry's Chemical Handbook* ",6th Edition, Mc. Graw Hill Kogakusha Company, Ltd, Tokyo, 1950.
16. Perry R. H, and Green, D. W, "*Perry's Chemical Handbook* ",5th Edition, Mc. Graw Hill Kogakusha Company, Ltd, Tokyo, 1950.
17. Perry R. H, and Green, D. W, "*Perry's Chemical Handbook* ",4th Edition, Mc. Graw Hill Kogakusha Company, Ltd, Tokyo, 1950.

APPENDIX

1. Introduction

2. Theoretical Framework

3. Methodology

4. Data Collection

5. Results

6. Discussion

7. Conclusion

8. References

9. Appendix A

10. Appendix B

11. Appendix C

12. Appendix D

13. Appendix E

14. Appendix F

15. Appendix G

16. Appendix H

17. Appendix I

18. Appendix J

19. Appendix K

20. Appendix L

21. Appendix M

22. Appendix N

23. Appendix O

24. Appendix P

25. Appendix Q

26. Appendix R

27. Appendix S

28. Appendix T

29. Appendix U

30. Appendix V

31. Appendix W

32. Appendix X

33. Appendix Y

34. Appendix Z

18. Perry R. H, and Green, D. W, “ Perry’s Chemical Handbook “,3th Edition, Mc. Graw Hill Kogakusha Company, Ltd, Tokyo, 1950.
19. Peters, M.S., Klaus Timmerhaus, “Plant Design and Economic for Chemical Engineering”, 3rd adition, Mc. Graw Hill Book Co., Singapura, 1981.
20. Smith, J.M. and Van Ness, H.C., “Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics”, 3rd edition, Mc, Graw Hill Book Co., Singapura, 1984.
21. Ulrich, G. D., “A Guide To Chemical Engineering Process Design And Economics”, Jhon Wiley & Sons, New York, 1984.

1891
The following is a list of the names of the persons who were members of the
Board of Directors of the Bank of the City of New York, from the year
1891 to the year 1900. The names are given in the order in which they
were elected to the office of Director. The names of the persons who were
elected to the office of President of the Bank are given in italics.
The names of the persons who were elected to the office of Vice-President
of the Bank are given in bold type. The names of the persons who were
elected to the office of Cashier of the Bank are given in plain type.
The names of the persons who were elected to the office of Secretary of
the Bank are given in small type.