

**PRA RENCANA PABRIK  
DIAMMONIUM PHOSPHATE DARI AMMONIA DAN ASAM  
PHOSPHAT  
DENGAN PROSES TVA  
KAPASITAS PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA  
PRILLING TOWER**

**SKRIPSI**

**Disusun Oleh :**

**BAGAS ARYA JATYARAGA**

**1014012**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2014**

ALUMNI ANAGRAFIA 1952

REKAMATI ALUMNI MAHASISWA IAIN SURABAYA  
TAMBAHAN  
ANGGARAN KELOMPOK MAHASISWA  
KEMAHasiswaAN SURABAYA 1952

REKAMATI ALUMNI MAHASISWA IAIN  
SURABAYA 1952

ALUMNI

1952

1952

REKAMATI ALUMNI MAHASISWA IAIN SURABAYA 1952

REKAMATI ALUMNI MAHASISWA IAIN SURABAYA  
1952  
REKAMATI ALUMNI MAHASISWA IAIN SURABAYA  
1952  
REKAMATI ALUMNI MAHASISWA IAIN SURABAYA  
1952

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PRA RENCANA PABRIK**

**DIAMONIUM PHOSPHAT DARI AMMONIA DAN ASAM  
PHOSPHAT DENGAN PROSES TVA  
KAPASITAS PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA  
PRILLING TOWER**

**SKRIPSI**

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

**Disusun Oleh :**

**BAGAS ARYA JATYARAGA**

**1014012**

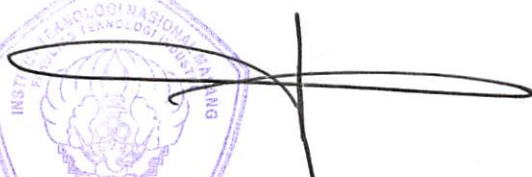
Malang, 22 Agustus 2014


Mengetahui,

Menyetujui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia

Dosen Pembimbing

  
Jimmy, ST, MT  
NIP Y 1039900330

  
Ir. Harimbi Setyawati, MT  
NIP 196303071992032002

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : BAGAS ARYA JATYARAGA  
NIM : 1014012  
Jurusan/Program Studi : TEKNIK KIMIA  
Judul Skripsi : PRA RENCANA PABRIK DIAMMONIUM PHOSPHAT  
DARI AMMONIA DAN ASAM PHOSPHAT

Dipertahankan dihadapan tim penguji Skripsi jenjang Strata Satu ( S-1 ) pada :

Hari : Senin  
Tanggal : 18 Agustus 2014  
Nilai : B +

Ketua,



Jimmy, ST, MT  
NIP.Y.1039900330

Sekretaris,



Elvianto Dwi Daryono, ST, MT  
NIP.P.1030000351

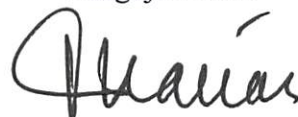
Anggota Penguji,

Penguji Pertama

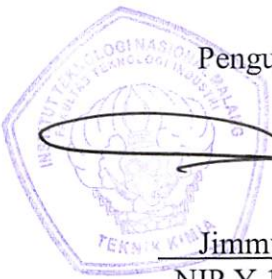


Jimmy, ST, MT  
NIP.Y.1039900330

Penguji Kedua



Dwi Ana Anggorowati, ST, MT  
NIP. 197009282005012001



## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : BAGAS ARYA JATYARAGA

NIM : 1014012

Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia/ Teknik Kimia (S-1)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul:

### **PRA RENCANA PABRIK**

### **DIAMONIUM PHOSPHATE DARI AMONIA DAN ASAM FOSFAT DENGAN PROSES TVA KAPASITAS PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN**

### **PERANCANGAN ALAT UTAMA PRILLING TOWER**

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

Malang, Agustus 2014

Yang membuat pernyataan,

**METERAI  
TEMPEL**

PAJAK KEHIMPUNAN BANGSA  
TKB

34757ACF328338938

ENAM RIBU RUPIAH

**6000**

**DJP**

**BAGAS ARYA JATYARAGA**

## KATAPENGANTAR

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 DIAMONIUM PHOSPHATE DARI AMONIA DAN ASAM FOSFAT DENGAN PROSES TVA KAPASITAS PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN”** dengan baik.

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. Bapak Ir. Anang Subardi, MT, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang
3. Bapak Jimmy, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang
4. Ibu Ir. Harimbi Setyawati, MT, selaku Dosen Pembimbing Skripsi
5. 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, Agustus 2014

**Penyusun**

## INTISARI

Pra Rencana Pabrik Diammonium Phosphat dari Ammonia dan Asam Phosphat dengan Proses TVA ini mengambil lokasi pendirian di Medan, Sumatera Utara, dengan kriteria sebagai berikut:

- Kapasitas produksi : 50.000 ton/tahun
- Waktu operasi : 330 hari
- Bahan utama : Asam Phosphat ( $H_3PO_4$ )
- Bahan pembantu : Ammonia ( $NH_3$ )
- Utilitas : Air sanitasi, Steam, Cooling water, Lisrik, Bahan bakar
- Organisasi Perusahaan:
  - o Bentuk : Perseroan Terbatas
  - o Struktur : *Line and staf*
  - o Karyawan : 200 orang
- Analisa ekonomi:
  - o TCI : Rp 160.731.111.105,29
  - o  $ROI_{at}$  : 34,65594 %
  - o POT : 2,013858 tahun
  - o BEP : 59,446 %
  - o IRR : 34,012599 %

Dari hasil evaluasi ekonomi, Pra Rencana Pabrik Diammonium Phosphat dari Ammonia dan Asam Phosphat dengan Proses TVA 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
BAB 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 PERUSAHAAN.....	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 Impor Diammonium Phosphat di Indonesia.....	I-3
Tabel 2.1. Perbandingan Proses .....	II-3
Tabel 7.1. Instrumentasi Pabrik Diammonium Phospat.....	VII-2
Tabel 7.2. Pengaman Alat .....	VII-5
Tabel 7.3. Keselamatan Kerja Karyawan.....	VII-5

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Peta Indonesia dan Peta Sumatera Utara .....	I-5
Gambar 1.2.	Site Plan PT. Kawasan Industri Medan (Persero).....	I-5
Gambar 1.3.	Lokasi Pabrik Diammonium Phosphat .....	I-6
Gambar 2.1.	Diagram Alir Multi Stage .....	II-1
Gambar 2.2.	Diagram Alir Proses TVA.....	II-2
Gambar 9.1.	Tata Latak Pabrik Diammonium Phosphat .....	IX-2
Gambar 9.2.	Tata Letak Peralatan Proses Pabrik Diammonium Phosphat. IX-4	

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Diamonium fosfat (DAP) adalah suatu senyawa kimia anorganik yang merupakan salah satu garam dari amonium fosfat. Diamonium Fosfat (DAP) diproduksi dengan mereaksikan amonia dengan Asam Fosfat. Diamonium Fosfat mempunyai kegunaan utama sebagai bahan baku industri pupuk, yang berfungsi sebagai sumber makanan bagi tumbuhan. Diamonium Fosfat juga dapat difungsikan sebagai pengatur pH tanah pada saat proses pertumbuhan tanaman, mengingat sifat amonia pada DAP yang reaktif terhadap alkali.

Diamonium Fosfat dapat digunakan sebagai penahan api, dimana Diamonium Fosfat mempunyai sifat *retarder* (memperlambat) pemanasan, sehingga mengurangi suhu pembakaran suatu bahan dan mengurangi kehilangan massa pada saat terjadi pembakaran. Industri Diamonium Fosfat di Indonesia mempunyai perkembangan yang stabil, hal ini dapat dilihat dengan berkembangnya industri pertanian terutama kebutuhan pupuk pada industri pertanian di Indonesia. Pendirian pabrik Diamonium Fosfat di Indonesia mempunyai peluang investasi yang menjanjikan dan mempunyai profitabilitas yang tinggi.

Manfaat lebih lanjut dengan didirikannya pabrik ini diharapkan dapat mengurangi impor Diamonium Fosfat, sehingga Indonesia tidak mengimpor Diamonium Fosfat. Dengan demikian dapat mendorong pertumbuhan industri-industri kimia, menciptakan lapangan pekerjaan, mengurangi pengangguran dan yang terakhir diharapkan dapat menumbuhkan serta memperkuat perekonomian di Indonesia. Kebutuhan Diamonium Fosfat di Indonesia dipenuhi oleh beberapa negara pengimpor. Sampai saat ini Indonesia masih membutuhkan Diamonium Fosfat dari negara-negara penghasil Diamonium Fosfat.

## 1.2. Sifat Fisika Dan Kimia Bahan Baku Dan Produk

### 1.2.1. Bahan Baku

1. Amonia:
  - a. Sifat-sifat fisika:
    - Berupa Liquid
    - Memiliki titik didih  $-33,33^{\circ}\text{C}$
    - Memiliki titik lebur  $-77,74^{\circ}\text{C}$
    - Denstas cairan  $681,97 \text{ kg/m}^3$
    - Viskositas cairan  $559,57 (\mu\text{Pa.s})$
  - b. Sifat-sifat kimia:
    - Rumus molekul :  $\text{NH}_3$
    - Berat Molekul :  $17,03 \text{ g/mol}$
    - Panas laten :  $1369,5 \text{ kJ/kg}$
    - Mudah larut dalam Air ( $\text{H}_2\text{O}$ )
2. Asam Phospat
  - a. Sifat-sifat fisika:
    - Berupa liquid
    - Memiliki titik didih  $158^{\circ}\text{C}$
    - Memiliki titik lebur  $-40^{\circ}\text{C}$
    - Densitas cairan  $1,834 \text{ g/mL}$
    - Viskositas cairan
  - b. Sifat-sifat kimia:
    - Rumus Molekul :  $\text{H}_3\text{PO}_4$
    - Berat Molekul :  $98 \text{ g/mol}$
    - Mudah larut dalam air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) panas

### 1.2.2. Produk

1. Diamonium Phospat (DAP)
  - a. Sifat-sifat fisika:
    - Berupa padatan serbuk
    - Densitas  $1,619 \text{ g/cm}^3$
    - pH dalam rentan  $7,6-8,2$
    - Memiliki titik didih  $155^{\circ}\text{C}$

- Memiliki enthalpy sebesar -1566,91 kJ/mol ( $H_f = 298$ )

b. Sifat-sifat kimia:

- Rumus Molekul :  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
- Berat Molekul : 132,05 g/mol
- Mudah larut dalam air ( $\text{H}_2\text{O}$ )

- (<http://www.sciencelab.com/html>)

### 1.3. Penentuan Kapasitas Baru

Untuk mendirikan Pabrik Diamonium fosfat pada tahun 2015 diperlukan data lengkap tentang nilai impor Diamonium fosfat. Dari tabel data impor dapat diproyeksikan untuk mendapatkan data-data yang diperlukan pada tahun 2015

Tabel 1.1. Data Impor Diamonium Phosphat di Indonesia

Tahun	Total Impor (Kg)	% Pertumbuhan
2009	4948797	-
2010	7636437	54,30896
2011	8723631	14,23693
2012	21580836	147,3836

Sumber: Badan Pusat Statistik Surabaya

Berdasarkan perhitungan dengan rumus:

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

Dimana:

F = Perkiraan impor tahun 2015

P = Data besarnya impor pada 2012

i = Kenaikan rata-rata impor setiap tahun dalam %

n = Selisih tahun = 2015-2012 = 3

$$F = 21580836 \text{ kg } (1 + 0,72)^3$$

$$= 1098129664 \text{ kg / tahun}$$

$$F = 109812,9618 \text{ ton / tahun}$$

$$F = 110000 \text{ ton/tahun}$$

Direncanakan pabrik yang akan berdiri pada tahun 2015 mengekspor produknya sebesar 45,4545% dari total kapasitas produksi, sehingga kapasitas dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$M1 + M2 + M3 = M4 + M5$$

Dimana,

M1 = Impor

M2 = Produksi dalam negeri = 0

M3 = Produksi Baru

M4 = Eksport tahun 2015 = 0,45 M3

M5 = Konsumsi

Karena Produksi dalam negeri belum ada, maka dianggap jumlah konsumsi sama dengan jumlah impor ( $M1 = M5$ ), sehingga :

$M3 = M4$

$M3 = 0,45 M3$

$M3 = 0,45 \times 110000$

$M3 = 50000 \text{ ton/tahun}$

$M3 \approx 50000 \text{ ton/tahun}$

Dengan pertimbangan ketersediaan bahan baku, maka dapat diambil untuk kapasitas produksi pada tahun 2015 adalah 50.000 ton/tahun.

#### **1.4. Lokasi Perusahaan**

Dasar pemilihan untuk penentuan lokasi dari suatu perusahaan adalah sangat penting sehubungan dengan perkembangan ekonomi dan sosial dari masyarakat karena akan mempengaruhi kedudukan perusahaan dalam persaingan dan menentukan kelangsungan hidup perusahaan selanjutnya.

Oleh karena itu perlu diadakan seleksi dan evaluasi, sehingga lokasi memenuhi persyaratan bila ditinjau dari segala segi. Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik dibagi menjadi dua golongan, yaitu :

##### **1.4.1. Faktor utama**

- Penyediaan bahan baku
- Pemasaran ( marketing )
- Utilitas ( bahan bakar, sumber air, dan listrik )
- Keadaan geografis dan masyarakat

##### **1.4.2. Faktor khusus**

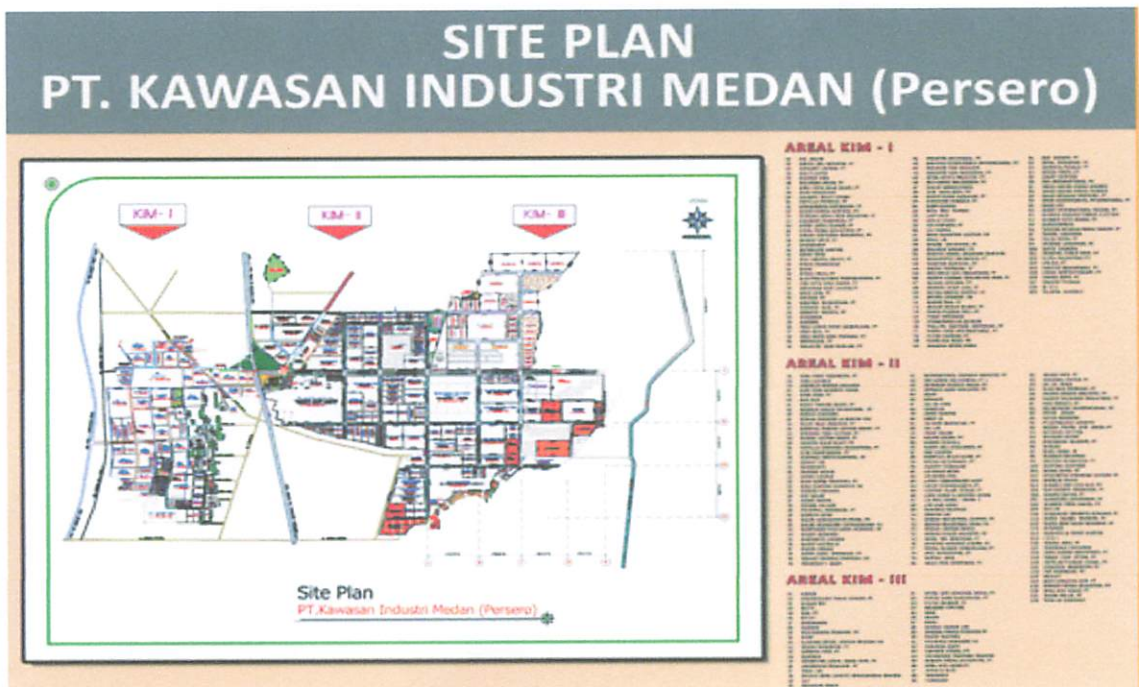
- Transportasi
- Tenaga kerja
- Buangan pabrik ( disposal )

- Pembuangan limbah
- Site dan karakteristik dari lokasi
- Peraturan perundang-undangan

Berdasarkan beberapa pertimbangan faktor-faktor diatas, maka daerah yang menjadi alternatif pilihan lokasi pendirian Pabrik Diamonium Phosphat adalah di Medan-Sumatera Utara. Hal ini dikarenakan Medan masih terbilang cukup banyak area yang bisa digunakan untuk pembangunan pabrik besar, selain itu dalam hal transportasi laut Medan dapat dikatakan memiliki akses yang cukup mudah. Sehingga untuk pendistribusian diluar pulau Sumatera terbilang mudah dan lebih efisien.



Gambar 1.1 Peta Indonesia dan Peta Sumatera Utara



Gambar 1.2. Site Plan PT. Kawasan Industri Medan (Persero)





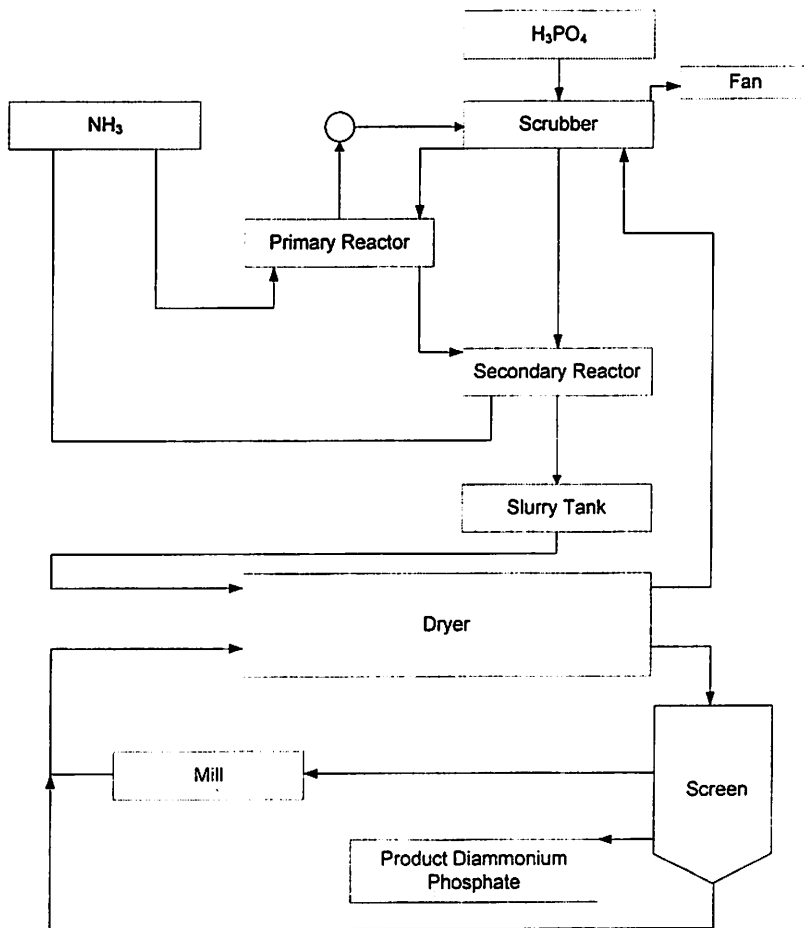
## BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES

### 2.1. Macam-macam Proses

1. Proses Multi Stage
2. Proses TVA (*Tennessee Valley Author*)

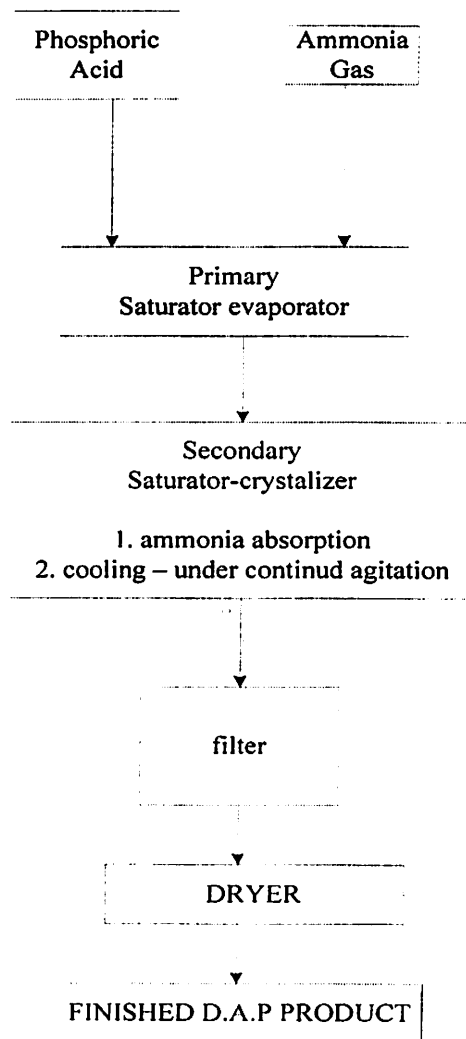
#### 2.1.1. Proses Multi Stage

Proses ini merupakan salah satu proses pembuatan diamonium phosphat yang memerlukan fasilitas tambahan untuk meningkatkan konsentrasi dari asam phosphat yang digunakan. Uap atau cairan amonia *anhidro* dan asam phosphat ditakar secara kontinu ke dalam tangki beraduk pada tekanan atmosfer dalam perbandingan yang tepat untuk menjaga rasio 1:2,51 mol amonia per mol asam phosphat. Suhu operasi antara 200°F hingga 210 °F.



Gambar 2.1. Diagram Alir Multi Stage

### 2.1.2. Proses TVA (*Tennessee Valley Authority*)



**Gambar 2.2.** Diagram Alir Proses TVA

Proses ini merupakan proses yang telah mengalami modifikasi yang bertujuan untuk menghilangkan semua kelemahan yang ada pada proses multi stage. Proses ini digunakan untuk memproduksi bahan pupuk diamonium phosphat dengan peralatan relatif murah sehingga langkah mengkristalkan produk tidak diperlukan, sehingga menghilangkan kebutuhan alat yang tidak perlu dalam memproduksi.

## 2.2. Seleksi Proses

Dari kedua proses dapat dibandingkan dari tabel berikut:

Tabel 2.1. Perbandingan Proses

Parameter	Proses	
	Multi stage	TVA
Bahan Baku	Asam Phosphat Amonia	Asam Phosphat Amonia
Teknis		
- Konversi	80%	80%
- Suhu	100 C	100 C
- Tekanan	1 atm	1 atm
Aspek Ekonomis		
- Investasi	Besar	Kecil
- Instalasi Alat	Banyak	Sedikit

Berdasarkan perbandingan proses pada tabel 2.1, maka proses yang sesuai untuk digunakan adalah proses TVA (*Tennessee Valle Author*), karena proses ini memiliki instalasi peralatan yang lebih kecil dan investasi yang dibutuhkan juga lebih sedikit.

## 2.3. Uraian Proses

Proses pembuatan Diamonium Phosphat dari amonia dan asam phosphat dibagi menjadi 4 tahapan proses, yaitu:

1. Tahap penyiapan bahan baku
2. Tahap reaksi
3. Tahap pengeringan dan pemptiran
4. Tahap penanganan produk

### 2.3.1. Tahap penyiapan bahan baku

Asam Phosphat ditampung didalam F-111 di pompa (L-112) menuju heater (E-113) untuk dipanaskan hingga suhu 100°C. setelah itu dimasukkan ke dalam reaktor (R-120) untuk direaksikan, sedangkan amonia ditampung di dalam F-114 dengan tekanan 12 atm. Dari F-114 dimasukkan ke ekspander (N-115) untuk diturunkan tekanan hingga 3 atm, setelah itu dipanaskan di heater (E-116) hingga 100°C. Setelah mengalami pemanasan, amonia dimasukkan ke reaktor (R-120) untuk direaksikan

### 2.3.2. Tahap reaksi

Reaksi terjadi dalam reaktor (R-120) menggunakan suhu 100°C dan tekanan 1 atm. Hasil dari reaksi berupa *slurry* yang dilanjutkan ke pompa (L-121) untuk dimasukkan ke dalam evaporator (V-131). Reaksi yang terjadi memiliki konversi sebesar 80%, yaitu:



### 2.3.3. Tahap Pemurnian dan pembutiran

Dari pompa (L-121) dimasukkan ke dalam evaporator (V-131) untuk memisahkan H<sub>2</sub>O didalam larutan. Keluar dari evaporator di transportkan ke decanter (H-133) menggunakan pompa (L-132). Didalam decanter (H-133) asam phosphate dipisahkan. Bahan yang diinginkan ditransportkan ke dalam prilling tower (S-130) melalui pompa (L-134). Didalam prilling tower (S-130) di kontakkan dengan udara dingin yang dihembuskan dari blower (G-136) yang telah di saring menggunakan filter (H-135). Pembutiran dimaksudkan untuk mengubah larutan produk DAP menjadi berbentuk prill dengan standar.

### 2.3.4. Tahap penanganan produk

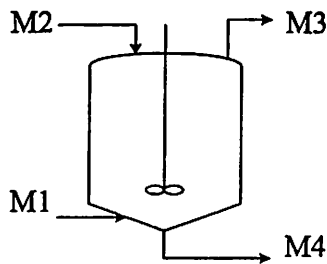
Butiran yang keluar dari prilling tower (S-130) di angkut dalam *belt conveyor* (J-141) menuju bin produk (F-142) setelah itu dikemas, dan hasil dari kemasan di simpan dalam gudang produk (F-143). Produk dapat dipasarkan.

**BAB III**  
**NERACA MASSA**

Kapasitas produksi = 50.000 ton/tahun  
 Waktu operasi = 330 hari/tahun = 24 jam/hari  
 Produksi = 6313,131313 kg/jam  
 Basis perhitungan = 6075,239004 kg/jam  
 Satuan = kg/jam

**1. Reaktor (R-120)**

Fungsi : Untuk mereaksikan ammonia (NH<sub>3</sub>) 99,9% dengan asam fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) 85% untuk menghasilkan Diammonium fosfat [(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>] dengan konversi 80%



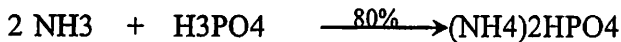
Neraca massa pada Reaktor

$$M1 + M2 = M3 + M4$$

Keterangan:

- M1 = Massa Ammonia (NH<sub>3</sub>) dari tangki penampung (kg/jam)
- M2 = Massa asam fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) dari tangki penampung (kg/jam)
- M3 = Massa ammonia (NH<sub>3</sub>) yang tidak bereaksi (kg/jam)
- M4 = Massa Diammonium fosfat [(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>] dan sisa dari massa asam fosfat

Reaksi:

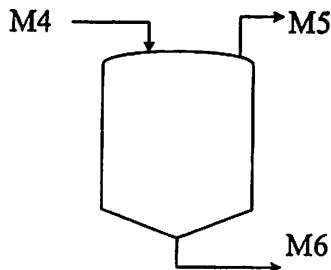


Neraca massa Reaktor

Masuk (kg/jam)			Keluar (kg/jam)		
dari tangki penampung (M1)			ke penampung (M3)		
-	NH <sub>3</sub>	3.161,6040	-	NH <sub>3</sub>	1475,4152
-	H <sub>2</sub> O	3,1648	-	H <sub>2</sub> O	1,4769
dari tangki penampung (M2)			ke Evaporator (M4)		
-	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	6.075,2390	-	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1.215,0478
-	H <sub>2</sub> O	1.072,1010	-	H <sub>2</sub> O	1.073,7889
			-	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	6.546,3800
Total		10.312,1087	Total		10.312,1087

**2. Evaporator (V-131)**

Fungsi : Untuk menghilangkan kadar H<sub>2</sub>O pada Asam Fosfat hingga menjadi 10% dari jumlah H<sub>2</sub>O masuk Evaporator



Neraca massa pada Evaporator

$$M4 = M5 + M6$$

Keterangan :

M4 = Massa masuk Evaporator (kg/jam)

M5 = Massa air serta bahan yang terikut naik keatas (kg/jam)

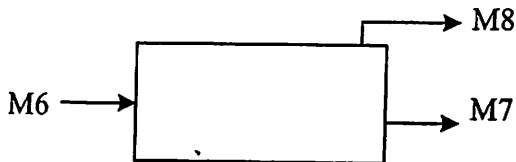
M6 = Massa slurry menuju ke Decanter (kg/jam)

Neraca Massa Total pada Evaporator

Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)	
Dari Reaktor, <M4>		Keluar Evaporator, <M5>	
H <sub>2</sub> O	1.073,7889	H <sub>2</sub> O	966,4100
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1.215,0478	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	24,3010
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	6.546,3800	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	130,9276
		Ke Decanter, <M6>	
		H <sub>2</sub> O	107,3789
		H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1190,7468
		(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	6415,4524
Total	8.835,2167	Total	8.835,2167

**3. Decanter (H-133)**

Fungsi : Untuk memisahkan asam fosfat dan air dengan diammonium fosfat



Neraca massa decanter

$$M6 = M7 + M8$$

Keterangan

M6 = Massa yang berasal dari evaporator (kg/jam)

M7 = Massa asam fosfat dan air yang telah dipisahkan (kg/jam)

M8 = Massa yang keluar dari decanter menuju prilling tower (kg/jam)

**Neraca Massa Decanter**

Masuk (kg/jam)			Keluar (kg/jam)		
Dari Evaporator, <M6>			Menuju penampung, <M7>		
-	H3PO4	1190,7468	-	H3PO4	1166,9319
-	H2O	107,3789	-	H2O	105,2313
-	(NH4)2HPO4	6415,4524	-	(NH4)2HPO4	128,3090
			Ke Prilling tower, <M8>		
			-	H3PO4	23,8149
			-	H2O	2,1476
			-	(NH4)2HPO4	6287,1433
Total		7.713,5781	Total		7.713,5781

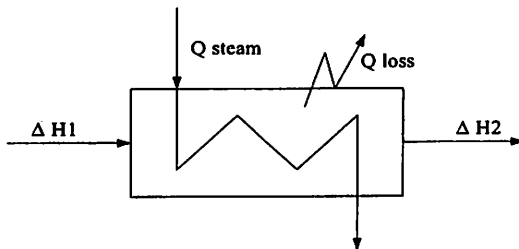
Produk dalam bin = Produk dari Prilling tower  
 = 6.313,1059 kg/jam

**BAB IV**  
**NERACA PANAS**

Kapasitas produksi = 50.000 ton/tahun  
 Waktu operasi = 330 hari/tahun = 24 jam/hari  
 Produksi = 6313,131313 kg/jam  
 Satuan operasi = kkal/jam  
 Tref = 25 C

**1. Heater (E-113)**

Fungsi : Untuk memanaskan Asam Fosfat dari 30 C menjadi 100 C



Neraca Panas Total:

$$\Delta H1 + Q \text{ steam} = \Delta H2 + Q \text{ loss}$$

Dimana:

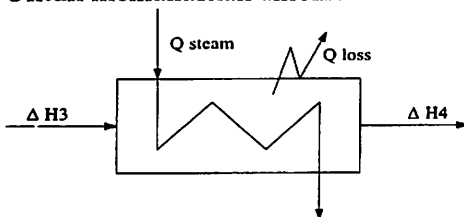
- $\Delta H1$  = panas bahan masuk
- $\Delta H2$  = panas bahan keluar
- $Q \text{ steam}$  = panas yang dibawa steam
- $Q \text{ loss}$  = panas yang lolos

Neraca Panas Total Pada Heater Asam Phosphat (H3PO4)

Masuk	Kkal/jam	Keluar	Kkal/jam
$\Delta H1$	20483,91908	$\Delta H2$	307258,7863
$Q \text{ steam}$	289878,4913	$Q \text{ loss}$	3103,624104
Total	310362,4104	Total	310362,4104

**2. Heater (E-116)**

Fungsi : Untuk memanaskan amonia dari 30C menjadi 100 C.



Neraca Panas Total:

$$\Delta H3 + Q \text{ steam} = \Delta H4 + Q \text{ loss}$$



Dimana:

$\Delta H_3$  = panas bahan masuk

$\Delta H_4$  = panas bahan keluar

Q steam = panas yang dibawa steam

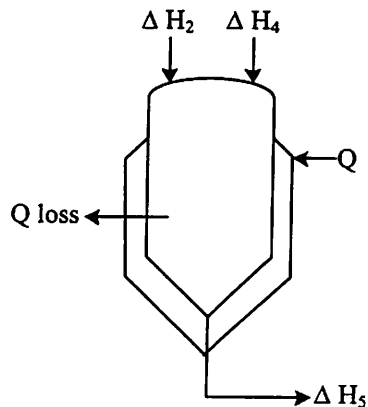
Q loss = panas yang lolos

Neraca Panas Total pada Heater Ammonia (NH<sub>3</sub>)

Masuk	Kkal/jam	Keluar	Kkal/jam
$\Delta H_3$	8020,984528	$\Delta H_4$	120314,7679
Q steam	113509,0841	Q loss	1215,300686
Total	121530,0686	Total	121530,0686

### 3. Reaktor (R-120)

Fungsi : Untuk mereaksikan asam fosfat dengan amonia pada suhu 100 C.



Neraca Panas Total

$$\Delta H_2 + \Delta H_4 + \Delta HR = \Delta H_5 + Q + Q \text{ loss}$$

Keterangan:

$\Delta H_2$  = panas masuk heater

$\Delta H_4$  = panas masuk heater

$\Delta H_5$  = panas bahan keluar

$\Delta HR$  = panas reaksi

Q = panas dari air pendingin

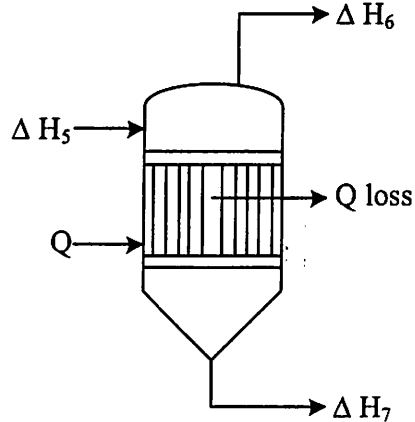
Q loss = panas yang lolos

Neraca Panas Total Reaktor

Masuk	kkal/jam	Keluar	kkal/jam
$\Delta H_2$	307258,7863	$\Delta H_5$	307078,094
$\Delta H_4$	120314,7679	Q	222920,1828
$\Delta HR$	118816,4219	Q loss	16391,69928
Total	546389,9761	Total	546389,9761

#### 4. Evaporator (V-131)

Fungsi : Untuk menghilangkan kandungan air dengan menggunakan suhu 120 C



Neraca panas total:

$$\Delta H_5 + Q = \Delta H_6 + \Delta H_7 + Q_{\text{loss}}$$

Dimana:

$\Delta H_5$  = panas bahan masuk dari reaktor

$\Delta H_6$  = panas bahan keluar dari evaporator

$\Delta H_7$  = panas bahan keluar menuju decanter

Q steam = panas yang dibawa steam

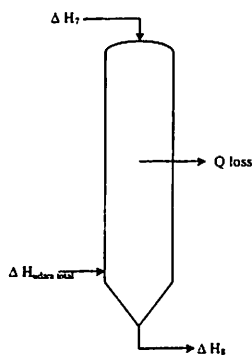
Q loss = panas yang lolos

Neraca Panas Total Evaporator

Masuk	Kkal/jam	Keluar	Kkal/jam
$\Delta H_5$	291036,0579	$\Delta H_6$	97025,32832
Q	81333,30912	$\Delta H_7$	271620,345
		Q loss	3723,69367
Total	372369,367	Total	372369,367

#### 5. Prilling tower (S\_130)

Fungsi : Untuk mendinginkan produk hingga 30 C



Neraca Panas Total

$$\Delta H7 = \Delta H8 + \Delta \text{Hudara total} + Q \text{ loss}$$

Dimana:

$\Delta H7$  = panas bahan masuk

$\Delta H8$  = panas bahan keluar menuju bin produk

$\Delta \text{Hudara total}$  = panas udara yang dibutuhkan

$Q \text{ loss}$  = panas yang hilang

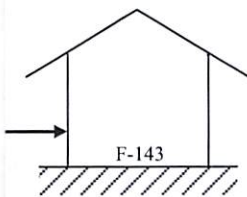
Neraca Panas Total pada Prilling Tower

Masuk	Kkal/jam	Keluar	Kkal/jam
$\Delta H7$	271620,345	$\Delta H8$	14295,80763
		$\Delta \text{Hudara total}$	254608,334
		$Q \text{ loss}$	2716,20345
Total	271620,345	Total	271620,345

CTW  
S-

10	SC	STEAM CONDENSATE
9	CTWR	COOLING WATER TOWER RETURN
8	CTW	COOLING WATER TOWER
7	S-	STEAM
6	▱	MASS FLOW
5	◡	GAS FLOW
4	▭	LIQUID FLOW
3	○	PRESSURE (Atm)
2	▭	TEMPERATURE (°C)
1	◇	NUMBER STREAM
No	SIMBOL	KETERANGAN

18	F-143	STORAGE (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1
17	F-142	BIN PRODUK	1
16	J-141	BELT CONVEYOR	1
15	S-130	PRILLING TOWER	1
14	G-136	BLOWER	1
13	H-135	FILTER	1
12	L-134	CENTRIFUGAL PUMP	1
11	H-133	DEKANTER	1
10	L-132	CENTRIFUGAL PUMP	1
9	V-131	EVAPORATOR	1
8	L-121	CENTRIFUGAL PUMP	1
7	R-120	REAKTOR	1
6	E-116	HEATER	1
5	N-115	EXPANDER	1
4	F-114	STORAGE NH <sub>3</sub>	1
3	E-113	HEATER	1
2	L-112	CENTRIFUGAL PUMP	1
1	F-111	STORAGE H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1
No.	KODE	KETERANGAN	JUMLAH



SC  
CTWR

7  
81494  
73023  
37,143

Jurusan Teknik kimia  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang

**FLWSHEET**  
**PRA RENCANA PABRIK**  
**DIAMMONIUM PHOSPHAT**

DIRANCANG OLEH	DOSEN PEMBIMBING
 BAGAS ARYA J    NIM.1014012 LEONARDO K. A    NIM.1014015	 Ir. HARIMBI S, MT

## BAB V SPESIFIKASI ALAT

### 1. Tangki Penyimpanan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (F-111)

Fungsi	:	Untuk menyimpan larutan asam fosfat (H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> ) selama 5 hari
Tipe	:	Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standard dished dan tutup bawah flat
Bahan konstruksi	:	High Alloy Steel SA-240 grade M tipe 316
Tipe pengelasan	:	<i>Double welding butt joint</i> (E= 0,8)
Volume tangki (Vt)	=	11234,2033 ft <sup>3</sup>
Diameter dalam tangki (D)	=	19,9376 ft
Diameter luar tangki (Do)	=	20 ft
Tebal silinder (ts)	=	0,375 in
Tinggi silinder (Ls)	=	33,8804 ft
Tebal tutup atas (tha)	=	0,1875 in
Tinggi tutup atas (ha)	=	3,3694 ft
Waktu tinggal	=	120 jam
Jumlah tangki	=	2 buah

### 2. Tangki NH<sub>3</sub> (F-114)

Fungsi	:	Untuk menyimpan NH <sub>3</sub> selama 5 hari
Tipe	:	<i>Spherical</i>
Bahan Konstruksi	:	<i>High Alloy Steel SA-240 grade M tipe 316</i>
Tipe pengelasan	:	<i>Double welding butt joint</i>
Volume tangki	:	829,4886 ft <sup>3</sup>
Tebal silinder (ts)	:	1,5 in
Diameter dalam tangki (D)	:	18,7917 ft
Diameter luar tangki (Do)	:	19,0417 ft
Waktu tinggal	:	5 hari = 120 jam
Jumlah tangki	:	7 buah

### 3. Pompa (L-112)

Fungsi	:	Untuk memompakan larutan Asam Fosfat dari tangki menuju heater
Tipe	:	<i>Centrifugal pump</i>
Dimensi pipa	:	Do = 0,1979 ft
	:	Di = 0,1616 ft

$$A = 0,0205 \text{ ft}^2$$

Daya pompa : 1 Hp  
 Bahan : Carbon Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304  
 Jumlah : 1 buah

#### 4. Ekspander

Fungsi : Menurunkan tekanan ammonia sebelum masuk reaktor  
 Tipe : Centrifugal Ekspander  
 Bahan Konstruksi : Carbon steel  
 Daya Ekspander : 9 hp

#### 5. Heater (E-113)

Fungsi : Untuk menaikkan suhu larutan asam fosfat dari 30 C ke 100 C  
 Tipe : *Shell and Tube*  
 Bahan Konstruksi : HAS SA 240 Grade M Type 316  
 Kapasitas : 7147,3400 kg/jam = 15757,0258 lb/jam  
 Steam yang digunakan : 582,7375 kg/jam = 1284,7031 lb/jam  
 Bagian Shell : IDs = 15,25 Pt = 1,25 in  
                   B = 15,74 de = 0,109 in  
 Bagian Tube : L = 16 ft a" = 0,27  
                   a' = 0,479 di = 0,782 in  
 Jumlah : 1 buah

#### 6. Heater (E-116)

Fungsi : memanaskan ammonia sebelum masuk ke reaktor  
 Tipe : Shell and Tube  
 Bahan Konstruksi : HAS SA 240 Grade M Type 316  
 Kapasitas : 3177,4914 kg/jam = 7005,052 lb/jam  
 Steam yang digunakan : 229,9926 kg/jam = 507,0384 lb/jam  
 Bagian Shell : IDs = 15,25 Pt = 1,25 in  
                   B = 15,74 de = 0,109 in  
 Bagian Tube : L = 16 ft a" = 0,27  
                   a' = 0,479 di = 0,782 in  
 Jumlah : 1 buah

#### 7. Pompa (L-121)

Fungsi : Untuk memompakan larutan dari reaktor menuju evaporator  
 Tipe : *Centrifugal pump*

Dimensi pipa :  $Do = 0,1979$  ft  
 $Di = 0,1723$  ft  
 $A = 0,0233$  ft<sup>2</sup>

Daya pompa : 1 Hp

Bahan : Carbon Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304

Jumlah : 1 buah

### 8. Evaporator (V-131)

Fungsi = Mengurangi kandungan air hingga 90%

type = Single evaporator long tube (once through)

Bahan konstruksi

Diameter luar = Carbon ceramics

Diameter dalam = 24 in

Tebal silinder = 23,375 in

tebal tutup atas (tha) = 0,75 in

Tinggi tutup atas (ha) = 1,25 in

Tebal tutup bawah (thb) = 3,9504 in

Tinggi tutup bawah (hb) = 0,4375 in

Tinggi bejana (H) = 6,7478 in

= 310,6982 in

### 9. Pompa (L-132)

Fungsi

Tipe : Untuk memompakan larutan dari evaporator menuju decant

Dimensi pipa : *Centrifugal pump*

:  $Do = 0,1979$  ft

$Di = 0,1723$  ft

Daya pompa  $A = 0,0233$  ft<sup>2</sup>

Bahan : 1 Hp

Jumlah : Carbon Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304

: 1 buah

### 10. Decanter (H-133)

Fungsi : untuk memisahkan Diammonium fosfat dari campurannya berdasarkan perbedaan densitas

Bentuk : *Horisontal silinder*

Bahan : Carbon steel

Jumlah : 1 buah

Diameter : 0,7777 m

Tebal : 0,4375 m

### 11. Pompa (L-134)

Fungsi : Untuk memompakan larutan dari decanter menuju prilling t  
 Tipe : *Centrifugal pump*  
 Dimensi pipa : Do = 0,1979 ft  
                   Di = 0,1723 ft  
                   A = 0,0233 ft<sup>2</sup>  
 Daya pompa : 1 Hp  
 Bahan : Carbon Stainless Steel SA 167 Grade 3 Type 304  
 Jumlah : 1 buah

### 12. Blower

Fungsi : Menghembuskan udara ke prilling tower  
 Tipe : Centrifugal Blower  
 Bahan Konstruksi : Carbon steel  
 Daya Blower : 18 hp

### 13. Filter Udara

Fungsi : Menyaring debu yang terdapat dalam udara  
 Tipe : Dry filter  
 Bahan Kosntruksi : Carbon Steel SA-240 Grade M Type 316  
 Kapasitas : 2204,586 lb/jam  
 Ukuran : 20 × 20 in  
 Jumlah : 1 buah

### 14. Belt Conveyer (J-141)

Fungsi : Mengangkut produk diammonium phosphat dari prilling tower menuju bin produk  
 Type : Flat Belt on Continous Plate  
 Kapasitas : 6313,1313 kg/jam = 13917,92926 lb/jam  
 Recidence tim : 30 detik  
 Panjang Belt : 30 meter  
 Kecepatan : 1 meter/detik  
 Power motor : 10 hp  
 Jumlah : 1 buah



**15. Bin Produk (F-142)**

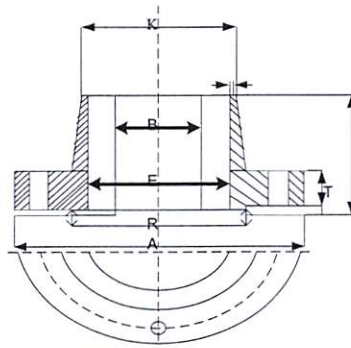
- Fungsi : Menampung produk diammonium fosfat sebelum masuk mesin pengemas
- Tipe : Tangi silinder dengan bagian bawah berbentuk conis dengan sudut 60
- Bahan = Stainless Steel SA 240 Grade M Type 316
- Pengelasan = Double welded butt joint
- Dimensi Vessel = do = 110 ft thb = 1/5 in  
 di = 109,8 ft hb = 95,04633 in  
 ts = 1/8 in  
 Ls = 164,625 in
- Jumlah = 1 Buah

**16. Mesin Pengemas**

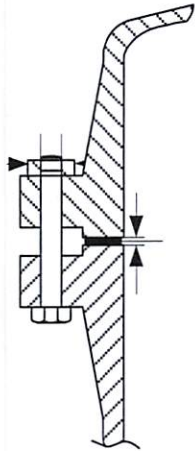
- Fungsi : Mengemas produk dari Bin produk ke dalam *Plastic Bag* kemudian dikarung
- Bahan konstruksi : Carbon Steel
- Kapasitas mesin : 27835,8586 lb
- Jumlah : 1 buah

**17. Gudang Produk (F-143)**

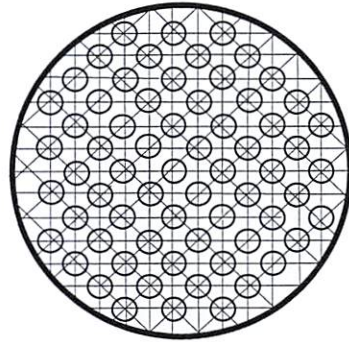
- Fungsi : Tempat penyimpanan dan penyediaan produk diammonium fosfat selama 30 hari
- Bahan konstruksi : Beton
- Panjang gudang : 33 m
- Lebar gudang : 17 m
- Tinggi gudang : 10 m
- Jumlah : 1 Buah



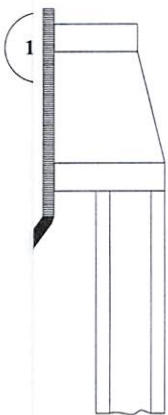
**DETAIL NOZZLE**



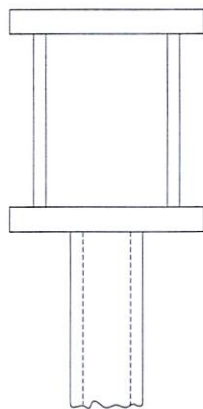
**DETAIL FLANGE**



**DETAIL SPRAY**



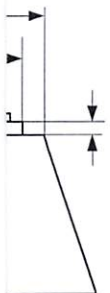
**TAMPAK SAMPING**



**TAMPAK DEPAN**

**DETAIL LUG & GUSSET**

8	PONDASI
7	BASE PLATE
6	TUTUP BAWAH
5	PENYANGGA
4	LUG & GUSSET
3	SILINDER
2	TUTUP ATAS
1. D	NOZZLE UDARA KELUAR
1. C	NOZZLE PRODUK
1. B	NOZZLE UDARA MASUK
1. A	NOZZLE FEED MASUK
No.	NAMA BAGIAN



Jurusan Teknik kimia  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang

**RANCANGAN ALAT UTAMA  
PRILLING TOWER**

DIRANCANG OLEH

DOSEN PEMBIMBING

BAGAS ARYA J NIM. 1014012

Ir. HARIMBI S, MT

## BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA

Nama Alat : Prilling Tower  
 Kode Alat :  
 Fungsi : Membentuk produk menjadi prill  
 Tipe : Vertikal vessel dengan tutup atas standard dan tutup bawah kc  
 Bahan : SA-240 Grade M type 316 (Stainless Steel)  
 Jumlah : 1 buah  
 Tekanan : 1 atm = 14,7 psia  
 Temperatur : 120 C = 248 F  
 Waktu Operasi : 10 menit = 0,16667 jam  
 Fase : Likuid  
 Perlengkapan utam : Distributor likuid

### Perhitungan Prilling Tower

#### 1. Bahan Masuk ke dalam Prilling Tower

H3PO4	= 23,81493689 kg/jam	= 52,50206546 lb/jam
H2O	= 2,173023131 kg/jam	= 4,790615369 lb/jam
(NH4)2PO4	= 6287,14334 kg/jam	= 13860,54528 lb/jam
<b>Total</b>	<b>= 6313,1313 kg/jam</b>	<b>= 13917,83796 lb/jam</b>

Udara yang dibutuhkan = 1000 kg/jam = 2204,585538 lb/jam

Densitas bahan yang masuk Prilling Tower

$$\begin{aligned}
 \rho_1 &= \frac{\text{H3PO4 masuk}}{\text{Total bahan masuk}} \times \rho \text{ H3PO4} \\
 &= \frac{52,50206546}{13917,83796} \times 105,19455 \\
 &= 0,499094919 \text{ lb/ft}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_2 &= \frac{\text{H2O masuk}}{\text{Total bahan masuk}} \times \rho \text{ H2O} \\
 &= \frac{4,790615369}{13917,83796} \times 62,43 \\
 &= 0,07673579 \text{ lb/ft}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_3 &= \frac{\text{(NH4)2PO4 masuk}}{\text{Total bahan masuk}} \times \rho \text{ (NH4)2PO4} \\
 &= \frac{13860,54528}{13917,83796} \times 99,888 \\
 &= 138,760865 \text{ lb/ft}^3
 \end{aligned}$$

Maka

$$\begin{aligned}
 \rho_1 &= 0,499094919 \text{ lb/ft}^3 \\
 \rho_2 &= 0,07673579 \text{ lb/ft}^3 \\
 \rho_3 &= \frac{138,760865}{139,3366957} \text{ lb/ft}^3 \\
 \text{Total} &= 139,3366957 \text{ lb/ft}^3 \\
 \rho \text{ cam} &= 99,88637877 \text{ lb/ft}^3 \\
 &= 1,599974031 \text{ g/cm}^3
 \end{aligned}$$

**A. Menentukan volume**

$$\begin{aligned}
 \text{bahan masuk} &= 6313,1313 \text{ kg/jam} \\
 &= 13917,83796 \text{ lb/jam} \\
 \rho \text{ campuran} &= 1,599974 \text{ g/cm}^3 \\
 &= 99,886379 \text{ lb/ft}^3 \\
 \text{Rate volumetrik} &= \frac{\text{bahan masuk}}{\rho \text{ campuran}} \\
 &= \frac{13917,83796 \text{ lb/jam}}{99,8864 \text{ lb/ft}^3} \\
 &= 139,3367 \text{ ft}^3/\text{jam} \\
 \text{volume solid} &= 139,3367 \text{ ft}^3/\text{jam} \times 1 \text{ jam} = 139,3367 \text{ ft}^3 \\
 \text{Volume ruang kosong} &= 40\% \text{ V Total} \\
 \text{Volume total} &= \text{Volume liquid} + \text{Volume ruang kosong} \\
 &= 139,3367 \text{ ft}^3 + 40\% \text{ V total} \\
 60\% \text{ V total} &= 139,3367 \text{ ft}^3 \\
 \text{V total} &= 232,22783 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

**B. Menentukan dimensi vessel**

## 1. Diameter Vessel

$$\begin{aligned}
 \text{asumsi : } L_s &= 5 \text{ di} \\
 \text{Volume total} &= \text{V tutup bawah} + \text{V silinder} + \text{V tutup atas} \\
 \text{Volume total} &= \frac{\pi di^3}{24 \tan 1/2\alpha} + \frac{\pi}{4} \times di^2 \times L_s + 0,0847 \text{ di}^3 \\
 232,2278 \text{ ft}^3 &= \frac{3,14}{24} \times \frac{di^3}{1} + \frac{3,14}{4} \times di^2 \times 5 \cdot di + 0,0847 \text{ di}^3 \\
 232,2278 \text{ ft}^3 &= 4,1405 \text{ di}^3 \\
 di^3 &= 56,086453 \\
 di &= 3,8278 \text{ ft} \\
 &= 45,9344 \text{ in}
 \end{aligned}$$

## 4. Menghitung tekanan design (pi)

$$\begin{aligned}
 P_i &= P_{atm} + P \text{ hidrostatik} \\
 P \text{ hisrostatik} &= \frac{\rho (HL - 1)}{144} \\
 &= \frac{139,3367 \times (14,6799 - 1)}{144} \\
 &= 13,2369 \text{ psia}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_i &= 14,7 \text{ psia} + 13,2369 \text{ psia} \\ &= 27,9369 \text{ psia} = 13,2369 \text{ psig} \end{aligned}$$

## 5. Menghitung tebal silinder (ts)

$$\begin{aligned} t_s &= \frac{P_i \cdot d_i}{2(f \cdot E - 0,6P_i)} + C \\ &= \frac{13,2369 \times 45,9344}{2(18750 \times 0,80 - 0,6 \times 13,2369)} + 1/8 \\ &= 0,1453 \\ &= \frac{2,3245}{16} \approx 3/16 \end{aligned}$$

standarisasi do

$$\begin{aligned} d_o &= d_i + 2 t_s \\ &= 45,9344 + 2 \times 3/16 \\ &= 46,3094 \text{ in} \end{aligned}$$

berdasarkan tabel 5.7 halaman 90 Brownell,

standarisasi do = 48 in

$$\begin{aligned} d_i &= d_o - 2 t_s \\ &= 48 - 2 \times 3/16 \\ &= 47,625 \text{ in} \\ &= 3,96875 \text{ ft} \end{aligned}$$

cek hubungan Ls dengan di

$$\begin{aligned} \text{Volume total} &= \frac{\pi d_i^3}{24 \tan 1/2\alpha} + \frac{\pi}{4} \times d_i^2 \times L_s + 0,0847 d_i^3 \\ 232,2278 \text{ ft}^3 &= \frac{3,14 \times 62,512}{24 \times 1} + \frac{3,14}{4} \cdot 15,751 \cdot L_s \\ &\quad + 0,0847 \cdot 62,5117 \\ 232,2278 \text{ ft}^3 &= 8,17861 + 12,3645 L_s + 5,29474 \\ 232,2278 \text{ ft}^3 &= 13,473353 + 12,3645 L_s \\ 218,7545 \text{ ft}^3 &= 12,3645 L_s \\ L_s &= 17,6921 \text{ ft} \\ \frac{L_s}{D} &= \frac{17,6921}{3,9688} = 4,4579 \end{aligned}$$

## C. Menentukan dimensi tutup

## 1. Menghitung dimensi tutup atas (standart dished)

berdasarkan tabel 5.7 halaman 90 buku Brownell,

$$\begin{aligned} - r &= 48 \\ - i_c r &= 3 \\ - s_f &= 2 \end{aligned}$$

Tebal tutup atas (tha)

$$\begin{aligned} t_{ha} &= \frac{0,885 \times P_i \cdot d_i}{2(f \cdot E - 0,1P_i)} + C \\ &= \frac{0,885 \times 13,2369 \times 47,6250}{2(18750 \times 0,80 - 0,1 \times 13,2369)} + \end{aligned}$$

$$= 0,1436$$

$$= \frac{2,2976}{16} \approx 1/5 \text{ in}$$

Tinggi tutup atas (ha)

$$\begin{aligned} \text{ha} &= 0,169 \times \text{di} \\ &= 0,1690 \times 47,625 \\ &= 8,0486 \text{ in} \\ &= 0,67072 \text{ ft} \end{aligned}$$

## 2. Menentukan dimensi tutup bawah

Tebal tutup bawah (thb)

$$\begin{aligned} \text{thb} &= \frac{\text{Pi} \cdot \text{di}}{2 \cos 1/2\alpha (\text{f.E} - 0,6\text{Pi})} + C \\ &= \frac{13,2369 \times 47,625}{2 \times \text{##} \times 18750 \times 0,80 - \text{##} \times 47,63} + 1/8 \\ &= 0,1548 \\ &= \frac{2,4764}{16} \approx 1/5 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{hb} &= \frac{1/2 \text{ d}}{\tan 1/2\alpha} \\ &= \frac{23,8125}{1} \\ &= 23,8125 \text{ in} \\ &= 1,98438 \text{ ft} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, maka diperoleh dimensi prilling sebagai berikut:

- do = 48 in	- tha = 1/5 in
- di = 47,6 in	- ha = 8,0486 in
- Ls = 212,3054 in	- tht = 1/5 in
- ts = 3/16	- hb = 23,8125 in
- tinggi prillin = tinggi (tutup atas + silinder + tutup bawah) + sf	
= 246,1665 in	
= 20,513669 ft	

## D. Perhitungan Nozzle

Perencanaan:

- Nozzle untuk feed masuk
- Nozzle untuk feed keluar
- Nozzle untuk udara masuk
- Nozzle untuk udara keluar
- Digunakan flange standart dengan type welding neck pada:
  - Nozzle untuk feed masuk
  - Nozzle untuk udara keluar
  - Nozzle untuk feed keluar

### Dasar Perhitungan

- Nozzle untuk feed masuk

$$\text{Rate umpan masuk} = 6313,1313 \text{ kg/jam} = 13917,838 \text{ lb/jam}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Densitas umpan} &= 1,59997 \text{ g/cm}^3 = 99,8864 \text{ lb/ft}^3 \\
 \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate umpan masuk}}{\text{Densitas umpan}} \\
 &= \frac{13917,83796}{99,8864} \\
 &= 139,3367 \text{ ft}^3/\text{jam} \\
 &= 0,0387 \text{ ft}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

dari Peter & Timerhausa didapatkan di optimum:

$$\begin{aligned}
 \text{ID optimal} &= 3,9 Q^{0,45} \rho^{0,13} \\
 &= 3,9 \times 0,0387^{0,45} \times 99,8864^{0,13} \\
 &= 1,64246 \text{ in} \\
 &= 0,1369 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

dari Geankoplis app. A-5 halaman 892 maka dipilih pipa dengan ukuran:

- Ukuran pipa = 2 in sch. 80
- OD = 2,375 in
- ID = 1,939 in
- A = 0,02050 ft<sup>2</sup>

b. Nozzle untuk pengeluaran produk

$$\begin{aligned}
 \text{Rate produk keluar} &= 6313,1313 \text{ kg/jam} = 13917,838 \text{ lb/jam} \\
 \text{Densitas produk} &= 1,59997 \text{ g/cm}^3 = 99,8864 \text{ lb/ft}^3 \\
 \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate produk keluar}}{\text{Densitas produk}} \\
 &= \frac{13917,83796}{99,8864} \\
 &= 139,3367 \text{ ft}^3/\text{jam} \\
 &= 0,0387 \text{ ft}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

dari Peter & Timerhausa didapatkan di optimum:

$$\begin{aligned}
 \text{ID optimal} &= 3,9 Q^{0,45} \rho^{0,13} \\
 &= 3,9 \times 0,0387^{0,45} \times 99,8864^{0,13} \\
 &= 1,64246 \text{ in} \\
 &= 0,1369 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

dari Geankoplis app. A-5 halaman 892 maka dipilih pipa dengan ukuran:

- Ukuran pipa = 2 in sch. 80
- OD = 2,375 in
- ID = 1,939 in
- A = 0,0205 ft<sup>2</sup>

c. Nozzle untuk udara masuk

$$\begin{aligned}
 \text{udara masuk} &= 254608,334 \text{ kg/jam} = \text{#####} \text{ lb/jam} \\
 \text{densitas udara} &= 1,0933 \text{ g/cm}^3 = 68,2571 \text{ lb/ft}^3 \\
 \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{udara masuk}}{\text{densitas udara}}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{561305,8509}{68,2571}$$

$$= 8223,4065 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 2,2843 \text{ ft}^3/\text{s}$$

dari Peter & Timerhause didapatkan di optimum:

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

$$= 3,9 \times 2,2843^{0,45} \times 68,2571^{0,13}$$

$$= 9,79357 \text{ in}$$

$$= 0,8161 \text{ ft}$$

dari Geankoplis app. A-5 halaman 892 maka dipilih pipa dengan ukuran:

- Ukuran pipa = 3,5 sch 40
- OD = 4 in
- ID = 3,548 in
- A = 0,06870 ft<sup>2</sup>

d. Nozzle untuk udara keluar

$$\text{udara keluar} = 254608,334 \text{ kg/jam} = 561305,8509 \text{ lb/jam}$$

$$\text{densitas udara} = 1,0933 \text{ g/cm}^3 = 68,2571 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Rate volumetrik (Q)} = \frac{\text{udara keluar}}{\text{densitas udara}}$$

$$= \frac{561305,8509}{68,2571}$$

$$= 8223,4065 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 2,2843 \text{ ft}^3/\text{s}$$

dari Peter & Timerhause didapatkan di optimum:

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

$$= 3,9 \times 2,2843^{0,45} \times 68,2571^{0,13}$$

$$= 9,79357 \text{ in}$$

$$= 0,8161 \text{ ft}$$

dari Geankoplis app. A-5 halaman 892 maka dipilih pipa dengan ukuran:

- Ukuran pipa = 3,5 sch 40
- OD = 4 in
- ID = 3,548 in
- A = 0,0687 ft<sup>2</sup>

e. Nozzle untuk manhole

Lubang manhole berdasarkan standart yang ada yaitu 20 in

(Brownell and Young item 3, 4 dan 5 halaman 351)

berdasarkan fig. 12.2 Brownell and Young halaman 221, diperoleh dimensi pipa:

- Ukuran pipa (NPS) : 20 in



- Diameter luar (DO) : 27 1/2 in
- Ketebalan flange minimum (T) : 1 11/16 in
- Diameter lubang (R) : 23 in
- Diameter hubungan pada titik pengelasan (K) : 20 in
- Diameter hubungan pada alas (E) : 22 in
- Tebal nozzle (L) : 5 11/15 in
- Diameter dalam nozzle (B) : 19,25 in
- Jumlah lubang baut : 20 buah
- Diameter baut : 1 1/8 in

Dari Brownel & Young tabel 12.2 halaman 221 diperoleh dimensi flange untuk semua nozzle, dipilih flange standart type welding neck dengan

- Nozzle A : Nozzle untuk feed masuk
- Nozzle B : Nozzle untuk pengeluaran produk
- Nozzle C : Nozzle untuk udara masuk
- Nozzle D : Nozzle untuk udara keluar
- Nozzle E : Nozzle untuk manhole
- NPS : ukuran pipa nominal, in
- A : Diameter luar flange, in
- T : Ketebalan minimum flange, 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	3/4	3 5/8	3 1/16	2,38	2 1/2	2,07
B	2	6	3/4	3 5/8	3 1/16	2,38	2 1/2	2,07
C	3 1/2	4	15/16	5 1/2	4 13/16	4	2 13/16	3,55
D	3 1/2	4	15/16	5 1/2	4 13/16	4	2 13/16	3,55
E	20	27 1/2	1 11/16	23	22	20	5 11/16	19,3

#### D. Sambungan tutup (head) dengan dinding Prilling Tower

Bagian tutup prilling tower dan bagian shell reaktor dihubungkan secara flange dan bolting untuk mempermudah perbaikan dan perawatan reaktor.

##### 1. Gasket

Dari Brownell & Young, fig. 12.11 hal. 228, didapatkan :

Bahan konstruksi : Flange metal, jacketed, asbestos filled, stainless steel

Gasket factor (m) : 3,75

min design seating stress : 9000 psia

##### 2. Bolting

Dari Brownell & Young, App. D-4 hal. 344, didapatkan :

Bahan konstruksi : Low Alloy steel SA-350 Grade LF3

Tensile strength minimum : 70000 psia

Allowable stress (f) : 17500

### 3. Flange

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

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

Tensile strength minimum : 75000 psia

Allowable stress (f) : 18342

Type flange : Ring flange

#### Perhitungan Lebar Gasket

Dari Brownell & Young, persamaan 12.2 hal. 226 :

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

Dimana :

- $d_o$  = diameter luar gasket
- $d_i$  = diameter dalam gasket
- $y$  = yield stress = 9000 psia
- $p$  = internal pressure = 14,7 psia
- $m$  = gasket factor = 3,75

Diketahui  $d_i$  gasket =  $d_i$  shell 47,6250 in = 3,9688 ft

Maka didapatkan :

$$\frac{d_o}{d_i} = 1,00082$$

$$d_o = 1,00082 \times 3,9688$$

$$d_o = 3,97 \text{ ft} = 47,7 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar gasket minimum} &= \frac{d_o - d_i}{2} \\ &= \frac{47,6642 - 47,6250}{2} \\ &= 0,01959 \approx 1/16 \end{aligned}$$

$$\text{Diambil gasket (n)} = 1/16 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{D rata-rata gasket (G)} &= d_o + n \\ &= 47,6250 \text{ in} + 0,0625 \text{ in} \\ &= 47,6875 \text{ in} = 3,9740 \text{ ft} \end{aligned}$$

#### Perhitungan Jumlah dan Ukuran Baut (Bolting)

##### ▪ Perhitungan beban baut

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.88 hal. 240 :

Beban gasket supaya tidak bocor ( $H_y$ )

$$W_{m2} = H_y = \pi \cdot b \cdot G \cdot y$$

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.12 hal. 229 :

Lebar setting gasket bawah:

$$\begin{aligned} b_o &= n/2 \\ &= 0,0313 \end{aligned}$$

- Sehingga didapatkan  $H_y$  :

$$H_y = W_m = 3,14 \times 0,0313 \times 47,6875 \times 9000$$

$$H_y = 42114,02344 \text{ lb}$$

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.90 hal. 240 :

Beban baut agar tidak bocor ( $H_p$ )

$$H_p = 2 \cdot \pi \cdot b \cdot G \cdot m \cdot p$$

$$H_p = 2 \times 3,14 \times 0,0313 \times 47,6875 \times 3,75 \times 27,9369$$

$$H_p = 980,44568 \text{ lb}$$

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.89 hal. 240 :

Beban karena tekanan dalam (H)

$$H = \pi/4 \cdot G^2 \cdot p$$

$$H = 0,79 \times 47,6875^2 \times 27,9369$$

$$H = 49872,0034 \text{ lb}$$

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.91 hal. 240 :

Total berat beban pada kondisi operasi ( $W_{ml}$ )

$$W_{ml} = H + H_p$$

$$= 49872,00342 \text{ lb} + 980,4457 \text{ lb}$$

$$= 50852,4491 \text{ lb}$$

Karena  $W_{ml} > W_{m2}$ , maka yang mengontrol adalah  $W_{ml}$ .

- *Perhitungan luas minimum bolting area*

Dari Brownell & Young, persamaan 12.93 hal. 240 :

$$A_{ml} = \frac{W_{ml}}{f_b}$$

$$= \frac{50852,4491}{17500}$$

$$= 2,91 \text{ in}^2 = 0,02 \text{ ft}^2$$

- *Perhitungan Bolting Optimum*

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal. 188 :

- Ukuran baut = 1 in

- Root area = 0,551 in<sup>2</sup>

$$\begin{aligned} \text{jumlah bolting optimum} &= \frac{A_{ml}}{\text{root area}} \\ &= \frac{2,90585}{0,551} \end{aligned}$$

$$= 5,27 \approx 6 \text{ buah}$$

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal. 188 dan tabel 12.3 halaman 227:

- Bolt spacing = 2 1/4 in
- Minimum radial distance (R) = 1 3/8 in
- Edge distance (E) = 1 1/16 in
- Bolting circle diameter (C) :

$$C = \text{di shell} + 2(1,415 \cdot g_o + R)$$

- Dimana :

- di shell = 47,6250 in

$$g_o = \text{tebal shell (ts)} \\ = 3/16$$

- Maka bolting circle diameter (C) :

$$C = 47,6250 + 2 [ ( 1,415 \times 3/16 ) + 1 3/8 ] \\ = 50,9056 \text{ in}$$

- Diameter luar flange

$$\text{OD} = C + 2 E \\ = 50,9056 + 2 \times 1 1/16 \\ = 53,0306 \text{ in} = A$$

Check lebar gasket

$A_b$  actual = jumlah bolt x root area

$$A_b \text{ actual} = 6 \times 0,551 \text{ in}^2$$

$$A_b \text{ actual} = 3,4569 \text{ in}^2$$

Lebar gasket minimum

$$L = A_b \text{ actual} \times \frac{f}{2 \times \pi \times y \times G} \\ = 3,4569 \times \frac{17500}{2 \times 3,14 \times 9000 \times 47,6875} \\ = 0,02244 \text{ in}$$

Karena  $L < n \quad 1/16 \text{ in}$ , jadi perhitungan bolting optimum memenuhi.

- *Perhitungan Moment*

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

$$W = \left( \frac{A_m + A_b}{2} \right) f_a \quad (\text{Brownell \& Young, pers. 12.94 hal. 242})$$

$$W = \frac{2,90585 + 3,4569}{2} \times 17500 \\ = 55673,6991 \text{ lb}$$

Jarak radial dari beban gasket yang bereaksi terhadap bolt circle :

$$h_g = \frac{C - G}{2} \quad (\text{Brownell \& Young, pers. 12.101 hal. 242})$$

$$h_g = \frac{50,9056 - 47,6875}{2} \\ = 1,61 \text{ in}$$

- Moment flange ( $M_a$ ) :

Dari Brownell & Young, halaman 243 :

$$M_a = W \times h_g$$

$$M_a = 55673,6991 \times 1,61$$

$$M_a = 89582,46145 \text{ lb.in}$$

- Dari Brownell & Young, pers. 12.95 hal. 243 :

Dalam kondisi operasi :

$$W = W_{ml} = 50852,4491 \text{ lb}$$

- Hidrastic and force pada daerah dalam flange (HD)

Dari Brownell & Young, pers. 12.96 hal. 243 :

$$H_D = 0,785 \cdot B^2 \cdot p$$

Dimana :

- B = do shell = 48 in
- p = tekanan operasi = 14,7 lb/in<sup>2</sup>

Maka :

$$H_D = 0,785 \times 48^2 \times 14,7$$

$$H_D = 26587,008 \text{ lb}$$

- Jarak radial bolt circle pada aksi (h<sub>D</sub>)

Dari Brownell & Young, pers. 12.100 hal. 243 :

$$h_D = \frac{C - B}{2}$$

$$= \frac{50,9056 - 48}{2} = 1,45 \text{ in}$$

- Moment M<sub>D</sub>

Dari Brownell & Young, pers. 12.96 hal. 242 :

$$M_D = H_D \times h_D$$

$$= 26587,008 \times 1,45$$

$$M_D = 38625,9 \text{ lb.in}$$

- Perbedaan antara beban baut flange dengan gaya hidrostatik total (H<sub>G</sub>)

$$H_G = W - H$$

$$= 50852,4491 - 49872,0034$$

$$= 980,4457 \text{ lb}$$

- Moment M<sub>G</sub>

Dari Brownell & Young, pers. 12.98 hal. 242 :

$$M_G = H_G \times h_G$$

$$= 980,4457 \times 1,61$$

$$= 1577,5984 \text{ lb.in}$$

- Dari Brownell & Young, pers. 12.97 hal. 242 :

$$H_T = H - H_D$$

$$= 49872,0034 - 26587,008$$

$$= 23284,9954 \text{ lb}$$

- Dari Brownell & Young, pers. 12.102 hal. 244 :

$$h_T = \frac{h_D + h_G}{2}$$

$$= \frac{1,45 + 1,61}{2}$$

$$= 1,53 \text{ in}$$

- Moment M<sub>T</sub>

Dari Brownell & Young, pers. 12.97 hal. 242 :

$$M_T = H_T \times h_T$$

$$= 23284,9954 \times 1,53$$

$$M_T = 35647,873 \text{ lb.in}$$

Moment total pada keadaan operasi (M<sub>o</sub>) :

$$M_o = M_D + M_G + M_T$$

$$= 38625,93756 + 1577,5984 + 35647,873 \text{ lb.in}$$

$$= 75851,4086 \text{ lb.in}$$

Karena  $M_a > M_o$ , maka  $m_{\max} = M_o = 75851,4086 \text{ lb.in}$

### Perhitungan Tebal Flange

Dari Brownell & Young, pers. 12.85 hal. 239 :

$$f_T = \frac{Y \cdot M_o}{t^2 \cdot B}$$

Sehingga didapatkan rumus :

$$t = \sqrt{\frac{Y \times M}{f \times B}}$$

$$k = A/B$$

Dimana :

- A = diameter luar flange = 53,0306 in
- B = diameter dalam flange = 50,9056 in
- f = stress yang diijinkan untuk bahan flang = 18342 psia

Maka :

$$k = A/B = 1,04174$$

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

- Y = 90
- M = 75851,40861 lb.in

Sehingga tebal flange :

$$t = \frac{90 \times 75851,40861}{18342 \times 50,9056} \quad 0,5$$

$$t = 2,7 \text{ in}$$

### Kesimpulan Perancangan :

#### 1. Flange

- Bahan konstruksi : High Alloy Stell SA 240 Grade M type 316
- Tensile strength minimum : 75000 psia
- Allowable stress (f) : 18342
- Tebal flange : 2,7 in
- Diameter dalam (Di) : 50,9056 in
- Diameter luar (Do) : 53,0306 in
- Type flange : Ring flange

#### 2. Bolting

- Bahan konstruksi : High Alloy Stell SA 193 Grade M type 347
- Tensile strength minimum : 75000 psia
- Ukuran baut : 1 in
- Jumlah baut : 6 buah
- Allowable stress (f) : 15000

#### 3. Gasket

- Bahan konstruksi : asbestos filled
- Gasket factor (m) : 3,75
- Min design seating stress (y) : 9000 psia
- Tebal gasket (n) : 1/16 in

### E. Perhitungan Sistem Penyangga

Sistem penyangga dirancang agar mampu untuk penyangga beban prilling tower dan perlengkapannya.

- Berat silinder dengan tutupnya
- Berat larutan dalam bejana
- Berat perforated plate dan sebagainya

#### Dasar Perhitungan :

##### a. Berat silinder

Rumus :

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

Dimana :

- $W_s$  = berat silinder, lb
- $d_o$  = diameter luar shell = 48 in = 4 ft
- $d_i$  = diameter dalam shell = 47,625 in = 3,9688 ft
- $H$  = tinggi ( $L_s$ ) = 212,3054 in = 17,6921 ft
- $\rho$  = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft<sup>3</sup>

Berat silinder : (Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal. 3-95, stell cold drawn)

$$\begin{aligned} W_s &= 0,79 \times (4^2 - 3,9688^2) \times 17,692 \times 489 \\ &= 1691,2139 \text{ lb} \\ &= 767,1346 \text{ kg} \end{aligned}$$

##### Berat tutup atas standart dishead

Rumus :

$$\begin{aligned} W_d &= A \cdot t \cdot \rho \\ A &= 6,28 \cdot L \cdot h \quad (\text{Hesse, pers. 4-16 hal. 92}) \end{aligned}$$

Dimana :

- $W_d$  = berat tutup atas, lb
- $A$  = luas tutup atas standart dishead, ft<sup>2</sup>
- $t$  = tebal tutup atas (tha) = 3/16 in = 0,19 ft
- $\rho$  =  $\rho$  bahan konstruksi = 489 lb/ft<sup>3</sup>  
(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal. 3-95, stell cold drawn)
- $L$  = crown radius = 48 in = 9 ft
- $h$  = tinggi tutup atas (ha) = 8,0486 in = 0,67 ft

Luas tutup atas :

$$\begin{aligned} A &= 6,28 \times 48 \times 8,0486 \\ &= 2426,1775 \text{ in}^2 = 16,8485 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Berat tutup atas :

$$\begin{aligned} W_d &= 16,8485 \times 0,02 \times 489 \\ W_d &= 128,733 \text{ lb} = 58,3928 \text{ kg} \end{aligned}$$

##### b. Berat tutup bawah conical

Rumus :

$$\begin{aligned} W_d &= A \cdot t \cdot \rho \\ A &= 0,785 (D + m) \sqrt{4h^2 + (D - m)^2} + 0,78 d^2 \end{aligned}$$

(Hesse, pers. 4-16 hal. 92)

Dimana :

- $W_d$  = berat tutup bawah, lb
- $A$  = luas tutup bawah conical,  $\text{ft}^2$
- $t$  = tebal tutup bawah (thb) =  $3/16$  in =  $0,1875$  in
- $\rho$  = densitas dari bahan konstruksi =  $489$   $\text{lb}/\text{ft}^3$   
(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal. 3-95, stell cold drawn)
- $D$  = diameter dalam silinder =  $47,6250$  in =  $3,9688$  ft
- $h$  = tinggi tutup bawah =  $23,8125$  in =  $1,9844$  ft
- $m$  = flat spot diameter =  $\frac{1}{2} D$  =  $\frac{1}{2} 47,6250$   
=  $23,8125$  in =  $1,9844$  ft

Luas tutup bawah :

$$A = 0,785 \times (3,9688 + 1,98) \times \\ + 0,78 \times (3,9688)^2$$

$$A = 31,966191 \text{ ft}^2 = 4603,1315 \text{ in}^2$$

Berat tutup bawah :  $(250,7873 \text{ ft}^2) \times (0,1875/12) \text{ ft} \times (489 \text{ lb}/\text{ft}^3)$ 

$$W_d = 31,9662 \times 0,0156 \times 489$$

$$W_d = 244,2417 \text{ lb} = 110,7873 \text{ kg}$$

**c. Berat Attachment**

Berat attachment merupakan berat dari seluruh perlengkapan seperti nozzle, dan sebagainya.

Dari Brownell & Young, hal. 157 :

$$W_a = 18\% W_s$$

Dimana :

- $W_a$  = berat attachment, lb
- $W_s$  = berat shell silinder =  $1691,2139$  lb =  $767,1296$  kg

Sehingga :

$$W_a = 0,18 \times 767,1296 \\ = 138,0833 \text{ kg}$$

**Berat Total Prilling Tower**

Bagian	Berat (kg)
$W_{\text{silinder}}$	767,1346
$W_{\text{tutup atas}}$	58,3928
$W_{\text{tutup bawah}}$	110,7873
$W_{\text{attachment}}$	138,0833
$W_{\text{total}}$	1074,3980

Dengan faktor keamanan adalah 10%, maka berat total prilling tower  
 $= (1,1) \times (1074,3980 \text{ kg})$   
 $= 1181,8378 \text{ kg}$

**F. Reinforchment (Penguat)**

- a. Penguat pada nozzle feed masuk dan produk keluar

$$r = \frac{P \times D}{\dots}$$



$$K = \frac{P \times D}{2 \times t \times f}$$

Keterangan:

K = Konstanta

P = Tekanan design = 14,7 psia

D = Diameter luar silinder = 2,375 in

f = Allowable stres = 18342

t = Tebal silinder = 0,9375 psia

Maka:

$$\begin{aligned} K &= \frac{P \times D}{2 \times t \times f} \\ &= \frac{14,7 \times 2}{2 \times 0,9375 \times 18342} \\ &= 0,001015156 \text{ in} \end{aligned}$$

Nozzle yang membutuhkan penguat adalah:

- Nozzle aliran feed masuk = Nozzle aliran feed keluar

Diameter dalam silinder = 2 in<sup>2</sup>

Maka, tebal penguat:

$$\begin{aligned} t &= \frac{P \times ID}{1,8 \times f} \\ &= \frac{14,7 \times 1,94}{1,8 \times 18342} \\ &= 0,000863328 \text{ in} \end{aligned}$$

Luas penguat yang diperlukan

$$A = (2D - 2) t$$

Keterangan:

A = Luas penguat

D = Diameter nozzle

t = Tebal nozzle

Maka:

$$\begin{aligned} A &= (2D - 2) t \\ &= (2 \times 1,94 - 2) \times 0,000863328 \\ &= 0,00162133 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

Diameter penguat (Do)

$$A = \frac{Do^2 - Di^2}{4} \times \pi$$

$$Do = 1,47650964 \text{ in}$$

b. Penguat pada nozzle udara masuk dan keluar

$$K = \frac{P \times D}{2 \times t \times f}$$

Keterangan:

K = Konstanta

P = Tekanan design = 14,7 psia

D = Diameter luar silinder = 3 1/2 in

$$f = \text{Allowable stress} = 18342 \text{ psia}$$

$$t = \text{Tebal silinder} = 15/16$$

Maka:

$$K = \frac{P \times D}{2 \times t \times f}$$

$$= \frac{14,7 \times 4}{2 \times 15/16 \times 18342}$$

$$= \text{\#VALUE!} \text{ in}$$

- Nozzle aliran udara masuk = Nozzle aliran udara keluar
- Diameter dalam silinder = 4 in<sup>2</sup>

Maka, tebal penguat:

$$t = \frac{P \times ID}{1,8 \times f}$$

$$= \frac{14,7 \times 3,55}{1,8 \times 18342}$$

$$= 0,001579726 \text{ in}$$

Luas penguat yang diperlukan

$$A = (2D - 2) t$$

Keterangan:

A = Luas penguat

D = Diameter nozzle

t = Tebal nozzle

Maka:

$$A = (2D - 2) t$$

$$= (2 \times 3,548 - 2) \times 0,001579726$$

$$= 0,008050283 \text{ in}^2$$

Diameter penguat (Do)

$$A = \frac{Do^2 - Di^2}{4} \times \pi$$

$$Dc = -0,26556864 \text{ in}$$

#### F. Perhitungan Kolom Penyangga (Leg)

Perencanaan :

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

Dasar Perhitungan : *Beban tiap kolom*

a. Dari Brownell & Young, pers. 10.76 hal. 197 :

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

Dimana :

- P = beban tiap kolom, lb
- P<sub>w</sub> = total beban permukaan karena angin, lb
- H = tinggi vessel dari pondasi, ft = 25

- L = jarak antara vessel dengan dasar pondasi, ft
- $D_{bc}$  = diameter anchor bolt circle, ft
- n = jumlah support
- $\Sigma W$  = berat total, lb
- P = beban kompresi total maksimum untuk tiap leg, lb

Direncanakan :

- Jarak kolom penyangga dari tanah (L)
- Tinggi prilling (H) = 5 ft
- Panjang penyangga = 246,1665 in = 20,5137 ft
- =  $\frac{1}{2} (H + L)$
- =  $\frac{1}{2} (17,4712 + 5)$  ft

Jadi panjang penyangg = 12,7568 ft = 153,0820 in  
= 12,7568 ft = 153,0820 in

Maka:

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

$$= \frac{4 \cdot 25 \cdot (20,5137 - 5) + 2605,4626}{4 \cdot 4,833284227 + 4}$$

$$= 117,6467719 \text{ lb}$$

#### b. Trial ukuran I beam

Trial ukuran I beam 4" ukuran 12 x 5 dengan pemasangan memakai beban eksentrik (terhadap sumbu).

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

- Nominal size = 5 in
- Berat = 10 lb
- Area of section ( $A_y$ ) = 2,87 in<sup>2</sup>
- Depth of beam (h) = 5 in
- a = 1,5 in
- Width of flange (b) = 3 in
- $I$  = 12,1 in<sup>4</sup>
- Axis (r) = 2,05 in

Analisa terhadap sumbu Y-Y

Dengan :

$$L/r = 74,7$$

Karena  $L/r$  antara 60 - 200, maka :

$$\text{Maka } f_c = 13743 \text{ psi}$$

$$f_c = \frac{18000}{1 + \left(\frac{(L/r)^2}{18000}\right)}$$

$$= 13742,6557 \text{ psia}$$

$$f_{\text{eksentrik}} = \frac{P \cdot (a + 1/2 b)}{I_{1-1} / 1/2 b}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{117,6468 \times (1,5 + 1,5)}{12,1 / 1,5} \\
 &= 43,7529 \\
 - A &= \frac{P}{f_c - f_{\text{eksentrik}}} \\
 &= \frac{117,6468}{13698,9028} \\
 &= 0,00859 \text{ in}^2 < 3 \text{ in}^2 \text{ (memadai)}
 \end{aligned}$$

Karena  $A < A$  yang tersedia, berarti trial I beam sudah memadai.

Kesimpulan perancangan penyangga (leg) :

- Ukuran I beam = 5 x 3 in
- Berat = 10 lb
- Jumlah penyangga = 4 buah
- Peletakan beban dengan beban eksentrik.

### G. Base Plate

Perencanaan :

- Dibuat base plate dengan toleransi panjang adalah 5 % dan toleransi lebar 20 %.
- Digunakan besi cor sebagai bahan konstruksi dari base plate. (Hesse, hal. 163)

**Dasar Perhitungan :**

#### a. Luas base plate

Rumus :

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

Dimana :

- $A_{bp}$  = luas base plate, in<sup>2</sup>
- $P$  = beban dari tiap-tiap base plate
- $f_{bp}$  = stress yang diterima oleh pon = 2605,4626 lb  
= 600 lb/in<sup>2</sup>

Sehingga :

$$\begin{aligned}
 A_{bp} &= \frac{2605,4626}{600} \\
 &= 4,3424 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

#### b. Panjang dan lebar base plate

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

Dimana :

- $A_{bp}$  = luas base plate  
= 4,3424 in<sup>2</sup>
- $p$  = panjang base plate, in  
= 2m + 0,95h
- $l$  = lebar base plate, in  
= 2n + 0,8b

Diasumsikan  $m = n$

$$b = 3 \text{ in}$$

(Hesse, hal. 163)

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

Maka :

$$\begin{aligned} A_{bp} &= (2m + 0,95h) \times (2n + 0,8b) \\ 4,3424 &= [2m + (0,95 \times 5)] \times [2n + (0,8 \times 3)] \\ 4,3424 &= (2m + 4,75) \times (2n + 2,4) \\ 4,3424 &= 4m^2 + 14,3 \text{ m} + 11,4 \\ -7,0576 &= 4m^2 + 14,3 \text{ m} \\ 0 &= 4m^2 + 14,3 \text{ m} - 8,2998 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus abc, didapatkan :

$$m = 0,59135$$

$$m = -3$$

$$\text{Diambil } m = 0,59135$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} - \text{ Panjang base plate (p)} &= 2m + 0,95h \\ &= (2 \times 0,50817) + (0,95 \times 5) \\ &= 5,9327 \text{ in} \approx 6 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{ Lebar base plate (l)} &= 2n + 0,8b \\ &= (2 \times 0,50817) + (0,8 \times 3) \\ &= 4 \text{ in} \approx 4 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari perhitungan didapatkan panjang base plate 6 in dan lebar base plate 4 in, maka ditetapkan ukuran base plate yang digunakan adalah 6 x 4 in dengan luas (A) = 24 in<sup>2</sup>.

**c. Peninjauan terhadap bearing capacity (f)**

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

Dengan :

$$\begin{aligned} - f &= \text{bearing capacity, lb/in}^2 \\ - P &= \text{beban tiap kolom} = \\ - A &= \text{luas base plate} = 2605,4626 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\text{Maka :} \quad 24 \text{ in}^2$$

$$\begin{aligned} f &= \frac{2605,4626}{24} \\ &= 108,5609 \text{ lb/in}^2 < \end{aligned}$$

Karena  $f < f_{bp}$ , maka dimensi base j 600 lb/in<sup>2</sup>

**d. Peninjauan terhadap harga m dan n**

$$\begin{aligned} - \text{ Panjang base plate (p)} \\ p &= 2m + 0,95h \\ 6 &= 2m + (0,95 \times 5) \\ m &= 0,63158 \\ - \text{ Lebar base plate (l)} \\ l &= 2n + 0,8b \\ 4 &= 2n + (0,8 \times 3) \\ n &= 0,83333 \end{aligned}$$

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

**e. Tebal base plate**

Dari Hesse, pers. 7-12 hal. 163 :

$$t = \sqrt{0,00015 \cdot f \cdot n^2}$$

Dengan :

- $t$  = tebal base plate, in
- $f$  = actual unit pressure yang terjadi pada base plate = 108,5609 psi
- $n$  = 0,83 in

Tebal base plate

$$t = \sqrt{0,00015 \cdot f \cdot n^2}$$

$$= 0,11 \text{ in} \approx 1 \text{ in}$$

Jadi digunakan tebal base plate 1 in

**f. Ukuran baut**

Beban tiap baut :

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

$$= \frac{2605,4626}{4}$$

$$= 651,3657 \text{ lb}$$

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

Dimana  $f_{\text{baut}}$  = stress tiap baut max  
= 12000 lb/in<sup>2</sup>

$$A_{\text{baut}} = \frac{651,366}{12000}$$

$$A_{\text{baut}} = 0,05 \text{ in}^2$$

$$d \text{ baut} = 0,2629584$$

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal. 188 diperoleh ukuran baut dengan dimensi baut sebagai berikut :

$$\text{ukuran baut (d)} = 1/2 \text{ in}$$

$$\text{Root area (A)} = 0,126 \text{ in}^2$$

**H. Perhitungan Lug dan Gusset**

**a. Lebar Lug**

**Dasar Perhitungan :**

Dari gambar 10.6, hal 191, Brownell diperoleh :

$$A = \text{lebar lug} = \text{ukuran baut} + 9 \text{ in}$$

$$= 1/2 + 9 \text{ in}$$

$$= 9,5 \text{ in}$$

$$B = \text{jarak antar gusset} = \text{ukuran baut} + 8 \text{ in}$$

$$= 1/2 + 8 \text{ in}$$

$$= 8,5 \text{ in}$$

**b. Lebar Gusset**

$$\begin{aligned} \text{Lebar gusset (L)} &= 2 (\text{lebar kolom} - 0,5 \text{ ukuran baut}) \\ &= 2 \times (4 - 1/4) \\ &= 7,5 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar lug atas (a)} &= 0,5 (\text{panjang kolom} + \text{ukuran baut}) \\ &= 0,5 \times (6 + 1/2) \\ &= 2,75 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perbandingan tebal base plate} &= \frac{B}{L} && \text{(Brownell \& Young Hal 193)} \\ &= \frac{9}{8} \\ &= 1,13 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari tabel 10.6, hal 192, Brownell didapat  $\gamma_1 = 0,35$

$$\begin{aligned} e &= 0,5 \times \text{nut dimension} \\ &= 0,5 \times 1 \frac{1}{4} \\ &= 0,6250 \text{ in} \end{aligned}$$

### c. Tebal Plate Horizontal (Lug)

Menentukan maksimum bending moment sepanjang sumbu radial

Dari persamaan 10.40, hal 192, Brownell :

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

Dimana :

$$\begin{aligned} P &= \text{beban tiap baut} \\ \mu &= \text{posson's ratio} && = 2605,4626 \text{ lb} \\ L_1 &= \text{panjang horisontal plate bawah} && = 0,3 \text{ untuk steel} \\ e &= \text{nut dimension} && = 7,5 \\ \gamma &= 0,35 && = 1,250 \text{ in} \end{aligned}$$

Jadi :

$$\begin{aligned} M_y &= \frac{2605,4626}{4\pi} \left[ (1 + \mu) \times \ln \frac{2L}{\pi \cdot e} + (1 - \gamma_1) \right] \\ &= 661,9907 \text{ lb} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{thp} &= \frac{6 \times M_y}{f \text{ allowable}}^{0,5} \\ &= 0,5146 \text{ in} \end{aligned}$$

Maka digunakan plate dengan tebal = 0,5146 in

### d. Tebal Plate Vertikal (Gusset)

Dari fig 10.6, hal 191, Brownell dan pers 10.47 hal 194, diperoleh tebal

$$\begin{aligned} \text{gusset min} &= \frac{3}{8} \times \text{thp} \\ &= \frac{3}{8} \times 0,5146 \\ &= 0,1930 \text{ in} \end{aligned}$$

**e. Tinggi Gusset**

$$\begin{aligned} \text{hg} &= A + \text{ukuran baut} \\ &= 9,5 + 1/2 \\ &= 10 \text{ in} \end{aligned}$$

**f. Tinggi Lug**

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Lug} &= \text{hg} + 2 \text{ thp} \\ &= 10 + 2 \times 0,5146 \\ &= 11 \text{ in} \end{aligned}$$

**g. Kesimpulan perencanaan lug dan gusset :**

## ◊ Lug

$$\begin{aligned} - \text{Lebar} &= 9,5 \text{ in} \\ - \text{Tebal} &= 0,5146 \text{ in} \\ - \text{Tinggi} &= 11,0 \text{ in} \end{aligned}$$

## ◊ Gusset

$$\begin{aligned} - \text{Lebar} &= 7,5 \text{ in} \\ - \text{Tebal} &= 0,1930 \text{ in} \\ - \text{Tinggi} &= 10 \text{ in} \end{aligned}$$

**I. Spray Likuid**

Larutan diammonium fosfat  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  didistribusikan dari atas prilling tower

melalui lubang-lubang pendistribusian

Bentuk lubang adalah segitiga

$$d_i = 47,625 \text{ in}$$

Menghitung luas silinder

$$A_{\text{Silinder}} = \pi r^2$$

$$= 3,14 \times 567,03516$$

$$= 1780,490391 \text{ in}^2$$

Ditetapkan luas spray adalah 40% luas silinder

$$A_{\text{Spray}} = 40\% \times 1780,490391$$

$$= 712,1961563 \text{ in}^2$$

$$\text{Luas spray} = 712,19616 \text{ in}^2$$

$$\text{Superficial velocity} = 0,0006521 \text{ ft/s}$$

$$\text{Rate volumetrik} = 139,3367 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$\text{Jarak antar lubang Pt} = 1$$

$$\text{Luas satu segitiga} = 0,5 (Pt \times \sin 60) \times Pt$$

$$= 0,3737889 \text{ in}$$

$$\text{Jumlah lubang} = \frac{\text{Luas sparger}}{\text{Luas satu segitiga}}$$

$$= 1905,34 \text{ buah}$$

$$= 1905 \text{ buah}$$

**J. Perhitungan Pondasi**

Perencanaan :

- Beban total yang harus ditahan pondasi :



- Berat prilling total
- Berat kolom penyangga
- Berat base plate
- Ditetapkan :
  - Masing-masing penyangga diberi pondasi
  - Spesifik untuk semua penyangga sama

#### Dasar Perhitungan :

##### a. Berat total prilling

$$W = 2605,4626 \text{ lb} = 1181,8378 \text{ kg}$$

##### b. Beban yang harus ditanggung tiap kolom

Rumus :

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

Dimana :

- p = panjang base plate
- l = lebar base plate = 6 in = 0,5 ft
- t = tebal base plate = 4 in = 0,33 ft
- $\rho$  = densitas dari bahan konstruksi = 1 in = 0,0833 ft

Beban yang ditanggung tiap kolom : = 489 lb/ft<sup>3</sup>

$$W_{bp} = 0,5 \times 0,33 \times 0,0833 \times 489$$

$$= 6,79 \text{ lb}$$

##### c. Beban tiap penyangga

Rumus :

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

Dimana :

- L = tinggi kolom
- A = luas kolom I beam = 5 ft
- F = faktor koreksi = 2,87 in<sup>2</sup> = 0,0199 ft<sup>2</sup>
- $\rho$  = densitas dari bahan konstruksi = 3,4

Beban tiap penyangga : = 489 lb/ft<sup>3</sup>

$$W_p = 5 \times 0,0199 \times 3,4 \times 489$$

$$= 166 \text{ lb}$$

##### d. Beban total

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

$$= 2605,4626 + 7 + 165,683$$

$$= 2777,9368 \text{ lb}$$

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

- Luas atas = 15 x 15 in
- Luas bawah = 40 x 40 in
- Tinggi = 20 in
- Luas permukaan tanah rata-rata :

$$A = 40 \times 40 = 1600 \text{ in}^2$$

Volume pondasi :

$$V = A \times t$$

$$= (1600 \text{ in}^2) \times (20 \text{ in})$$

$$= 32000 \text{ in}^3 = 18,5185 \text{ ft}^3$$

- Berat pondasi :

$$W = V \times \rho$$

Dimana :

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

Maka :

$$W = (18,5185 \text{ ft}^3) \times (144 \text{ lb/ft}^3)$$

$$= 2666,6667 \text{ lb}$$

$$= 1209,5921 \text{ kg}$$

- Tekanan tanah :

Pondasi didirikan diatas semen sand dan gravel, dengan :

- Save bearing minimum = 5 ton/ft<sup>2</sup>
- Save bearing maximum = 10 ton/ft<sup>2</sup>

Kemampuan tekanan tanah sebesar :

$$P = 5 \text{ ton/ft}^2 \times \frac{2240 \text{ lb} \times 1 \text{ ft}}{1 \text{ ton} \times 144 \text{ in}^2}$$

$$= 77,777778 \text{ lb/in}^2$$

Tekanan pada tanah :

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

Dimana :

- W = berat beban total + berat pondasi
- A = luas bawah pondasi = (40 x 40)in<sup>2</sup> = 1600 in<sup>2</sup>

Sehingga :

$$P = \frac{2666,6667 + 2777,9368}{1600}$$

$$P = 3,40288 \text{ lb/in}^2 < 77,8 \text{ lb/in}^2$$

Karena tekanan yang diberikan tanah lebih kecil daripada kemampuan tanah menahan pondasi, maka pondasi dengan ukuran (15 x 15) in untuk luas atas dan (40 x 40) in untuk luas bawah dengan tinggi pondasi 20 in dapat

## **BAB VII**

### **INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA**

#### **7.1. Instrumentasi**

Instrumentasi merupakan bagian yang sangat penting dalam suatu industri. Instrument ini dapat berupa petunjuk, perekam dan pengontrol. Dalam industri kimia banyak variable proses yang perlu diukur atau dikontrol secara otomatis maupun manual. Penggunaan peralatan pengontrol otomatis dimaksudkan untuk menghasilkan produk yang terbaik, disamping itu dapat mengurangi kebutuhan tenaga kerja. Pada pra rencana pabrik pupuk Diammonium Phospat ini, instrumentasi yang digunakan ada dua macam, yaitu secara otomatis dan manual, tergantung dari sistem peralatan dan faktor pertimbangan teknis serta ekonominya.

Dengan adanya instrumentasi ini, diharapkan:

- a. Kondisi operasi suatu peralatan tetap terjaga pada kondisi yang aman.
- b. Rate produksi diatur dalam batas-batas yang direncanakan.
- c. Membantu mempermudah pengoperasian alat.
- d. Lebih menjamin keselamatan dan efisiensi kerja.

Pada pra rencana pabrik pupuk Diammonium Phospat ini, alat-alat kontrol otomatis yang perlu digunakan adalah:

- a. Temperature Controller (TC)

Fungsi: Mengendalikan suhu fluida dalam aliran proses agar sesuai dengan harga yang telah di set.

- b. Flow Controller (FC)

Fungsi: Mengendalikan aliran fluida dalam pipa.

- c. Level Controller (LC)

Fungsi: Mengatur ketinggian fluida dalam tangki agar tidak melebihi batas tinggi rendah yang telah ditentukan.

- d. Weight Controller (WC)

Fungsi: mengatur berat bahan dalam suatu sistem agar sesuai dengan harga yang diinginkan.

Penempatan instrument pada peralatan proses yang terdapat pada pabrik pupuk Diammonium Phospat dapat dilihat pada tabel 7.1.

Tabel 7.1. Instrumentasi Pabrik Diammonium Phospat

No	No Alat	Nama Alat	Instrumentasi
1	F-111	Storage Asam Phosphat	RC
2	F-114	Storage Ammonia	PC, RC
3	E-113	Heater Asam Phosphat	TC
4	E-116	Heater Ammonia	TC
5	R-120	Reaktor	LI, TC, PC
6	V-131	Evaporator	TC, PC
7	S-130	Prilling Tower	FC, PC
8	F-142	Bin Produk	WC
9	Q-220	Boiler	TC

## 7.2. Keselamatan Kerja

Dalam pra rencana pabrik pupuk Diammonium Phospat ini keselamatan kerja merupakan faktor yang perlu mendapat perhatian, sebab mengabaikan kerja dapat mengakibatkan hal-hal yang tidak diinginkan, baik pada karyawan maupun peralatan yang digunakan. Keselamatan kerja yang terjamin secara psikologis dapat membuat para pekerja yang terlibat didalamnya merasa aman dan tenang serta lebih berkonsentrasi pada pekerjaan yang ditangani. Dengan demikian secara tidak langsung dalam pra rencana pabrik pupuk Diammonium Phospat ini, memanfaatkan sumberdaya manusia guna terciptanya tujuan yang diharapkan. Usaha pemeliharaan keselamatan kerja dan keamanan pabrik tidak semata-mata ditujukan kepada karyawan atau tenaga kerja saja tetapi juga terhadap peralatan yang ada. Diharapkan peralatan yang digunakan dalam pra rencana pabrik pupuk Diammonium Phospat ini dapat digunakan dalam waktu yang cukup lama. Usaha-usaha untuk mencegah dan mengurangi terjadinya bahaya-bahaya yang muncul di pabrik diantaranya:

### 1. Bangunan pabrik

Bangunan pabrik meliputi gedung maupun unit peralatan, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

- Konstruksi harus mendapat perhatian yang lebih

- Peralatan petunjuk untuk pengamanan terhadap bahaya yang alamiah seperti petir, angin dan sebagainya perlu diperhatikan perlengkapannya.

## 2. Ventilasi

Pada ruang proses maupun yang lainnya, pertukaran udara harus diperhatikan dengan baik, sehingga memberikan kesegaran pada karyawan serta dapat menghindari gangguan terhadap pernapasan. Dengan demikian dapat diharapkan efisiensi kerja meningkat.

## 3. Alat-alat bergerak.

Pada alat-alat bergerak diberikan jarak yang cukup serta diberikan tempat tertutup atau batas antara masing-masing peralatan sehingga mempermudah penanganan dan perbaikan ditinjau dari segi keamanannya.

## 4. Perpipaan

- Jalur proses yang terdapat di atas permukaan tanah lebih baik daripada diletakkan di bawah tanah karena hal tersebut menyangkut timbulnya bahaya akibat kebocoran dan sulit untuk mengetahui letak kebocoran.
- Fire stop dan drain harus dipasang pada jarak yang teratur.
- Pengaturan dari perpipaan dan valve penting untuk penanganan operasi. Bila terjadi kebocoran pada check valve sebaiknya diatasi dengan pemasangan block valve disamping check valve.
- Sebelum pipa-pipa dipasang sebaiknya dilakukan tes hidrostatis yang bertujuan mencegah terjadinya stress yang berlebihan pada bagian-bagian tertentu atau pada bagian pondasi.
- Pada bagian pipa yang bersuhu tinggi hendaknya diisolasi sehingga tidak membahayakan.

## 5. Karyawan

Para karyawan terutama pada operator perlu diberikan bimbingan atau pengarahan agar karyawan dapat melaksanakan tugasnya dengan baik dan tidak membahayakan jiwa dan keselamatan peralatan proses.

## 6. Listrik

Pada pengoperasian maupun perbaikan peralatan instalasi listrik hendaknya selalu menggunakan alat pengaman yang disediakan pabrik, dengan demikian

dalam hal pengoperasian maupun perbaikan para pekerja dapat terjaga keselamatannya.

Hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain:

- Peralatan-peralatan yang penting seperti reaktor sebaiknya diletakkan pada tempat yang aman.
- Peralatan didalam tanah sebaiknya diberi tanda tertentu tertentu dengan jelas.
- Sebaiknya disediakan pembangkit cadangan.
- Semua bagian pabrik harus diberi penerangan yang cukup.

#### 7. Mencegah dan menanggulangi bahaya kebakaran\

Penyebab kebakaran dapat berupa:

- Berasal dari utilitas, laboratorium, unit proses dan lain-lain.
- Terjadi arus pendek listrik yang berasal dari saklar dan stop kontak serta instrumentasi yang lain.

Cara menanggulangi kebakaran:

##### a. Pencegahan kebakaran

- Menempatkan alat-alat utilitas yang jauh dari power plant, tetapi praktis dari unit operasi.
- Bangunan seperti laboratorium, sebaiknya dekat dengan unit operasi.
- Bila terpaksa, unit yang satu dengan unit yang lain hendaknya dipisahkan dengan dinding beton agar terhindar dari pengaruh kebakaran dari satu unit ke unit yang lain.
- Pemasangan isolasi pada seluruh kabel-kabel transmisi yang ada.
- Penyediaan alat pemadam kebakaran disetiap bagian pabrik untuk mencegah sementara merembetnya kebakaran menjalar ke bagian yang lain.
- Menyediakan unit operasi pemadam kebakaran yang dilengkapi dengan alat-alat penanggulangan kebakaran yang lengkap.

##### b. Pengamanan dan pengontrolan terhadap kebakaran.

Apabila terjadi kebakaran, api harus dilokalisir dan diusahakan dapat diketahui kemungkinan apa yang dapat terjadi dan bagaimana cara mengatasinya dan dengan segera dapat menghubungi unit pemadam kebakaran setempat.

### 7.2.1 Pengaman Alat

Untuk menghindari kerusakan alat seperti peledakan atau kebakaran, maka pada alat-alat tertentu perlu dipasang suatu pengaman seperti Safety valve, isolasi dan pemadam kebakaran.

Tabel 7.2 Pengaman Alat

No	Nama Alat	Alat Pengaman
1	Heater	Isolasi
2	Reaktor	Isolasi
3	Belt Conveyor	Pelumasan
4	Boiler	Isolasi

### 7.2.2 Keselamatan kerja karyawan

Para karyawan terutama pada operator perlu diberikan bimbingan atau pengarahan agar karyawan dapat melaksanakan tugasnya dengan baik dan tidak membahayakan jiwa dan keselamatan peralatan proses.

Tabel 7.3 Keselamatan Kerja Karyawan

Alat Pengaman	Lokasi Penggunaan
Helm	Pekerja pada alat proses
Sepatu safety	Pekerja pada bagian proses dan bahan baku
Isolasi panas	Pekerja pada bagian heater, reaktor dan boiler
Sarung tangan	Pekerja pada bagian produksi
Masker	Semua unit proses
P3K	Semua unit proses
Pemadam Kebakaran	Semua unit proses

## **BAB VIII**

### **UTILITAS**

Unit utilitas pada suatu pabrik adalah salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang jalannya proses produksi dalam suatu industri kimia, sehingga kapasitas produksi semaksimal mungkin dapat dicapai. Adapun unit utilitas yang diperlukan dalam Pra Rencana Pabrik Diammonium Phosphat ini meliputi tiga unit :

1. Unit penyediaan air
  - Air umpan boiler
  - Air sanitasi
  - Air pendingin
2. Unit penyediaan tenaga listrik
3. Unit penyediaan bahan bakar
4. Unit pengolahan limbah

#### **8.1. Unit Penyediaan Air**

Berfungsi untuk memenuhi kebutuhan air baik ditinjau dari segi kuantitas maupun kualitasnya. Dari segi kuantitas air merupakan jumlah kebutuhan air yang harus dipenuhi sedangkan dari segi kualitas air menyangkut syarat air yang dipenuhi

##### **8.1.1. Air Umpan Boiler**

Air umpan boiler merupakan bahan baku pembuatan steam yang berfungsi sebagai media pemanas. Air untuk keperluan ini harus memenuhi syarat-syarat agar air tidak merusak boiler (ketel). Dari Perry's hal 976 didapatkan bahwa air umpan boiler harus memenuhi persyarat sebagai berikut:

- |   |              |
|---|--------------|
| - Total padatan (total dissolved solid) | = 3500 ppm   |
| - Alkalinitas                           | = 700 ppm    |
| - Padatan terlarut                      | = 300 ppm    |
| - Silica                                | = 60-100 ppm |
| - Besi                                  | = 0,1 ppm    |
| - Tembaga                               | = 0,5 ppm    |
| - Oksigen                               | = 0,007 ppm  |
| - Kesadahan                             | = 0          |
| - Kekeruhan                             | = 175 ppm    |
| - Minyak                                | = 7 ppm      |



- Residu fosfat = 140 ppm

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

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

Untuk memenuhi persyaratan tersebut dan untuk mencegah kerusakan pada boiler, sebelum digunakan air umpan boiler harus diolah lagi terlebih dahulu melalui :

- Demineralisasi, untuk menghilangkan ion-ion pengganggu
- Deaerator, untuk menghilangkan gas-gas terlarut

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 (organic matter)
- Silika, sulfat, asam bebas dan oksida

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler :

- a. Tidak boleh membuih (berbusa)

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

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

Untuk mengatasi hal ini, perlu adanya pengontrolan terhadap adanya kandungan lumpur, kerak dan alkalinitas air dalam boiler.

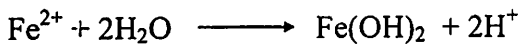
- b. Tidak boleh membentuk kerak dalam boiler

Kerak dalam boiler akan menyebabkan :

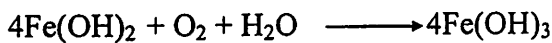
- Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat.
- Kerak yang terbentuk dapat pecah sewaktu-waktu, sehingga dapat menimbulkan kebocoran karena boiler mendapat tekanan yang kuat.

## c. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa

Korosi pada pipa boiler disebabkan oleh keasaman (pH rendah), minyak dan lemak, bikarbonat dan bahan organik, serta gas-gas  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ , yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu:

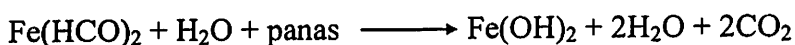


Tetapi jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hydrogen yang terbentuk akan bereaksi dengan oksigen membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindungan tersebut terjadilah korosi menurut reaksi :

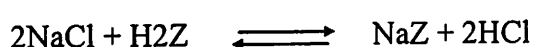
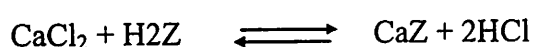
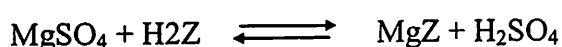
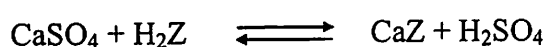
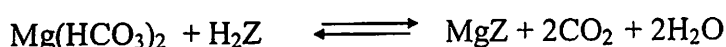
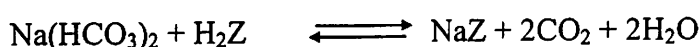
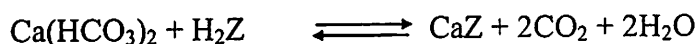


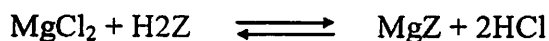
Adanya bikarbonat dalam air akan menyebabkan terbentuknya  $\text{CO}_2$ , karena pemanasan dan adanya tekanan.  $\text{CO}_2$  yang terjadi bereaksi dengan air menjadi asam karbonat. Asam karbonat akan bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Dengan adanya pemanasan (kalor), garam bikarbonat ini membentuk  $\text{CO}_2$  lagi.

Reaksi yang terjadi :



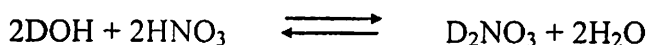
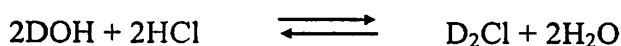
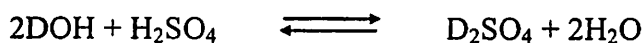
Pelunakan air boiler yang dilakukan dengan pertukaran ion dalam demineralisasi yang terdiri dari dua tangki, yaitu tangki kation exchanger (D-210A) dan anion exchanger (D-210B). Kation exchanger yang digunakan adalah resin zeolit ( $\text{H}_2\text{Z}$ ) dan anion yang digunakan adalah deacidite (DOH). Air dari bak air bersih dialirkan dengan pompa (L-213) menuju kation exchanger (D-210A). Dalam tangki kation exchanger terjadi reaksi-reaksi sebagai berikut :





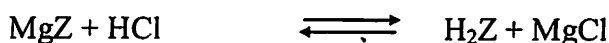
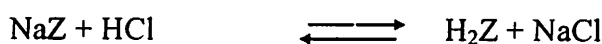
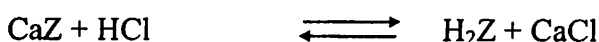
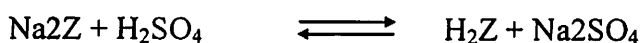
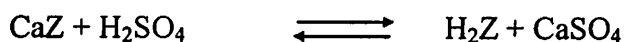
Ion-ion bikarbonat, sulfat dan klor diikat dengan ion Z membentuk  $\text{CO}_2$  dan air,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{HCl}$ . Selanjutnya air yang bersifat asam ini dialirkan ke tangki anion exchanger (D-210B) untuk dihilangkan anion-anion yang mengganggu proses. Resin yang digunakan dalam anion exchanger adalah Deacidite (DOH)

Dalam tangki anion exchanger terjadi reaksi sebagai berikut :



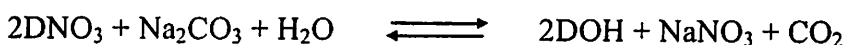
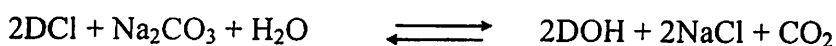
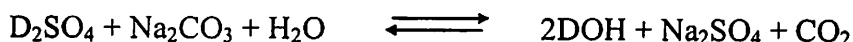
Pemakaian resin yang terus menerus menyebabkan resin tidak aktif lagi. Hal ini dapat diketahui dari pemeriksaan kesadahan air umpan boiler. Resin yang sudah tidak aktif menunjukkan bahwa resin sudah tidak jenuh dan perlu diregenerasi. Regenerasi hydrogen exchanger dilakukan dengan menggunakan asam sulfat atau asam klorida.

Dengan reaksi sebagai berikut :



Sedangkan regenerasi anion exchanger dengan menggunakan larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  atau  $\text{NaOH}$ .

Reaksi yang terjadi :



Setelah keluar dari demineralisasi, air umpan boiler telah bebas dari ion-ion pengganggu. Untuk memenuhi kebutuhan umpan boiler, air lunak ditampung dalam bak air lunak (F-214) yang selanjutnya dipompa (L-215) ke deaerator (D-216) untuk menghilangkan gas-gas impurities pada air umpan boiler dengan sistem pemanasan. Dari deaerator air akan dimasukkan ke dalam bak air umpan boiler (F-221) dan air

dipompakan ke boiler, lalu didistribusikan ke peralatan dan kondensat yang dihasilkan di recycle.

### 8.1.2 Air Sanitasi

Air sanitasi biasa digunakan untuk memenuhi kebutuhan karyawan, laboratorium, taman dan kebutuhan yang lain.

Air sanitasi yang dipergunakan harus memenuhi syarat kualitas air sebagai berikut :

#### a. Syarat fisik

- Berada di bawah suhu udara
- Warnanya jernih
- pH netral
- Tidak berbusa
- Kekeruhan kurang dari 1 ppm  $\text{SiO}_2$
- Tidak berasa
- Tidak berbau

#### b. Syarat kimia

- Tidak mengandung logam berat seperti Pb, As, Cr, Cd, Hg
- Tidak mengandung zat-zat kimia beracun

#### c. Syarat mikrobiologi

- Tidak mengandung kuman maupun bakteri, terutama bakteri pathogen yang dapat merubah sifat fisik air

Kebutuhan air sanitasi pada Pra Rencana Pabrik Diammonium Phosphat ini adalah :

#### 1. Untuk kebutuhan karyawan

Menurut standard WHO kebutuhan air untuk tiap orang = 120 L/hari/orang

#### 2. Untuk Laboratorium

Direncanakan kebutuhan air untuk taman dan Laboratorium adalah sebesar 50% dari kebutuhan karyawan

#### 3. Untuk pemadam kebakaran dan cadangan air

air sanitasi untuk pemadam kebakaran dan air cadangan direncanakan sebesar 40% dari kebutuhan air sanitasi.

Sehingga didapatkan kebutuhan air sanitasi untuk pabrik Diammonium Phosphat ini adalah sebesar 2090,928 kg/jam.

### 8.1.3 Air Pendingin

Air pendingin yang diperlukan pada Pra Rencana Pabrik Diammonium Phosphat ini adalah pada reaktor.

### 8.2. Unit Penyediaan Listrik

Listrik yang dibutuhkan pada Pra Rencana Pabrik Diammonium Phosphat ini meliputi :

- Proses : 59,6560 kW
- Penerangan : 46,4337 kW

Kebutuhan listrik untuk proses, penerangan, instrument dan lain-lain dipenuhi oleh PLN. Sedangkan apabila ada matinya listrik, maka digunakan satu generator AC bertenaga diesel berkekuatan 145 kW, dengan satu buah generator tambahan.

### 8.3. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan pada pabrik, yaitu pada boiler dan generator sebesar 473,6577 L/hari. Bahan bakar yang digunakan adalah Fuel Oil. Pemilihan jenis bahan bakar yang digunakan berdasarkan pertimbangan sebagai berikut :

- Harganya relatif murah
- Mudah didapat
- Viscosity relatif lebih rendah sehingga mudah mengalami pengabutan
- Heating valuenya relatif tinggi
- Tidak menyebabkan kerusakan pada alat-alat

Dari tabel 9.9 dan fig. 9.9, Perry spesifikasi bahan bakar didapat :

- Densitas : 55 lb/ft<sup>3</sup>
- Heating value : 19000 Btu/lb

### 8.4. Unit Penyediaan Steam

Kebutuhan air pengisi boiler atau air umpan boiler pada Pra Rencana Pabrik Diammonium Phosphat ini berdasarkan pada kebutuhan steam. Untuk berdasarkan perhitungan pada Appendix D maka steam yang dipergunakan adalah saturated steam yang mempunyai tekanan 1 atm dengan suhu 160°C (320°F)

## **BAB IX**

### **TATA LETAK PABRIK**

#### **9.1. Tata Letak Pabrik (Plant Layout)**

Plant Lay Out Pra Rencana Pabrik Diammonium Phosphat perlu disusun sebelum pembangunan infrastruktur pabrik seperti perpipaan, listrik dan peralatan proses untuk menciptakan kegiatan operasional yang baik, konstruksi yang ekonomis, distribusi dan transportasi (bahan baku, proses, dan produk) yang efektif, ruang gerak karyawan yang memadai sehingga kenyamanan dan keselamatan kerja alat maupun seluruh karyawan terpenuhi.

Lay out pabrik ini dibagi menjadi 2 bagian besar, yaitu :

1. Tata ruang pabrik (plant layout).
2. Tata letak peralatan proses (process layout).

#### **1. Tata ruang Pabrik (Plant Layout)**

Tata letak pabrik merupakan suatu peletakan bangunan dan peralatan dalam pabrik, yaitu meliputi areal proses, areal penyimpanan serta areal material handling, sedemikian rupa sehingga pabrik bisa beroperasi secara efektif dan efisien.

Beberapa hal khusus yang perlu diperhatikan dalam pengaturan tata ruang pabrik (Plant Layout) Diammonium Phosphat adalah :

- Adanya ruangan yang cukup untuk pergerakan pekerja dan pemindahan barang-barang.
- Bentuk dari kerangka bangunan, pondasi, dinding serta atap.
- Distribusi secara ekonomis dari kebutuhan steam, air, listrik, dan lain sebagainya.
- Kemungkinan perluasan di masa datang.
- Kemungkinan timbulnya bahaya-bahaya seperti kebakaran, ledakan, timbulnya gas-gas dan lain sebagainya.
- Masalah penyaluran zat-zat buangan pabrik.

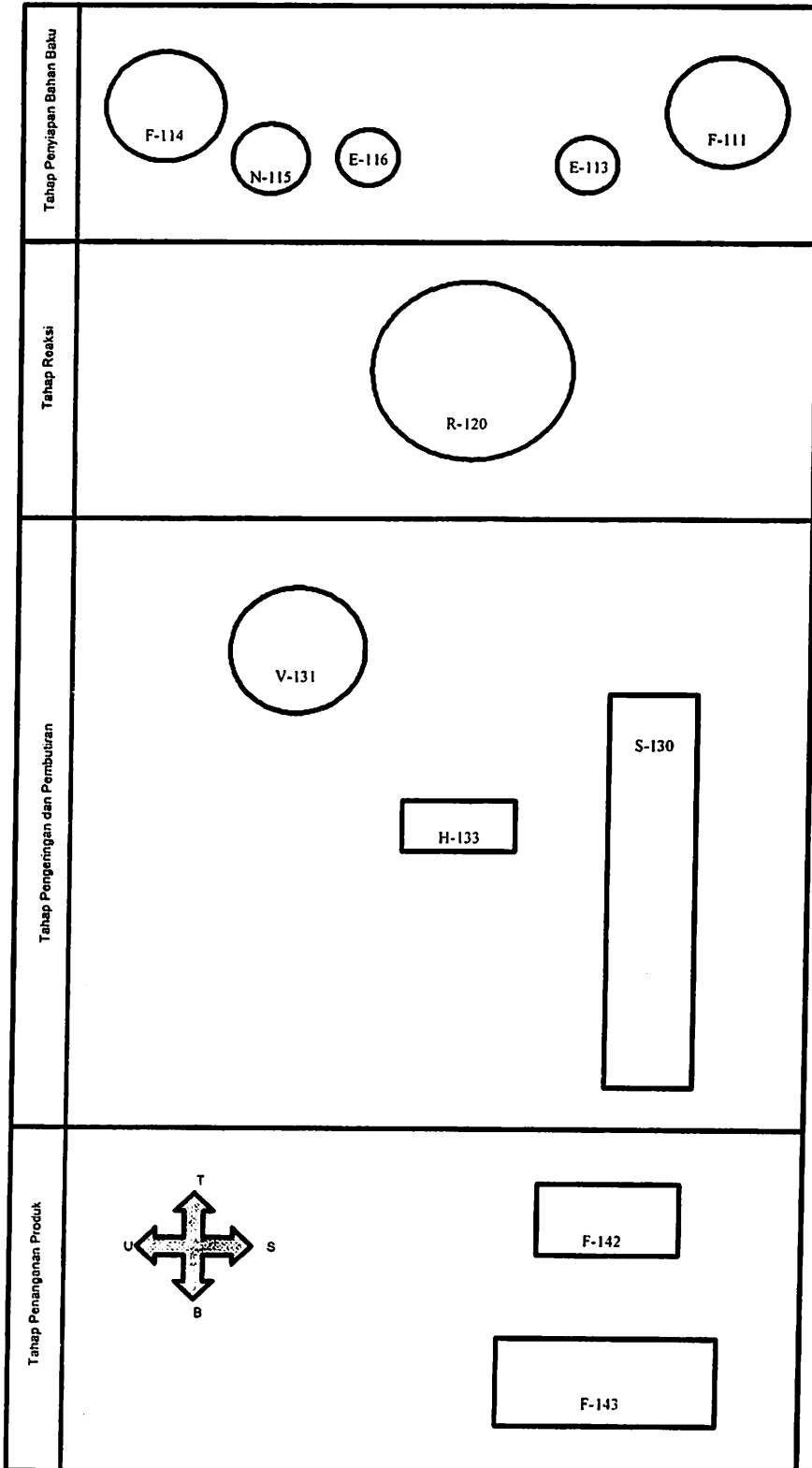


**Keterangan Gambar :**

1. Pos keamanan
2. Taman
3. Parkir kendaraan tamu
4. Kantor pusat
5. Parkir kendaraan operasional dan karyawan
6. Gedung serbaguna (aula)
7. Kantor Penelitian dan Pengembangan (R & D)
8. Toilet
9. Kantor Sumber Daya Manusia (SDM)
10. Lapangan Upacara
11. Perpustakaan
12. Laboratorium dan Pengendalian Mutu
13. Musholla
14. Kantin
15. Koperasi
16. Poliklinik
17. Pemadam kebakaran
18. Storage bahan baku
19. Area Proses
20. Timbangan truk
21. Garasi
22. Bengkel
23. Manager Produksi dan Teknik
24. Dept. Produksi
25. Dept. Teknik
26. Ruang kontrol
27. Gudang produk
28. Generator
29. Bahan bakar
30. Boiler
31. Pengembangan Plant Power dan Energi
32. Hutan Perusahaan (Pengembangan Plant Proses)
33. Anjungan Tunai Mandiri



Tata letak peralatan proses ini secara garis besar berorientasi pada keselamatan dan kenyamanan pekerja sehingga dapat meningkatkan produktifitas kerja. Tata letak peralatan proses dapat dilihat pada gambar 9.2



Gambar 9.2 Tata Letak Peralatan Proses Pabrik Diammonium Phosphat

## BAB X

### STRUKTUR ORGANISASI

Dalam menciptakan suatu pengelolaan perusahaan agar mencapai sasaran secara efektif dan hasil produksi yang benar, maka harus diperhitungkan elemen dasar yang diperlukan dalam suatu perusahaan sebagai alat pelaksanaannya. Elemen dasar itu terdiri dari:

- Manusia (*human*)
- Bahan (*material*)
- Mesin (*machine*)
- Metode (*method*)
- Uang (*money*)
- Pasar (*market*)

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

#### 10.1. Dasar Perusahaan

- Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas (PT.)
- Lokasi pabrik : Medan – Sumatera Utara
- Kapasitas pabrik : 50.000 ton/tahun
- Modal : Penanaman modal dalam negeri

#### 10.2. Bentuk Perusahaan

Pabrik Diammonium Phosphate merupakan perusahaan swasta berskala nasional yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Bentuk Perseroan Terbatas (PT.) ini dipilih karena:

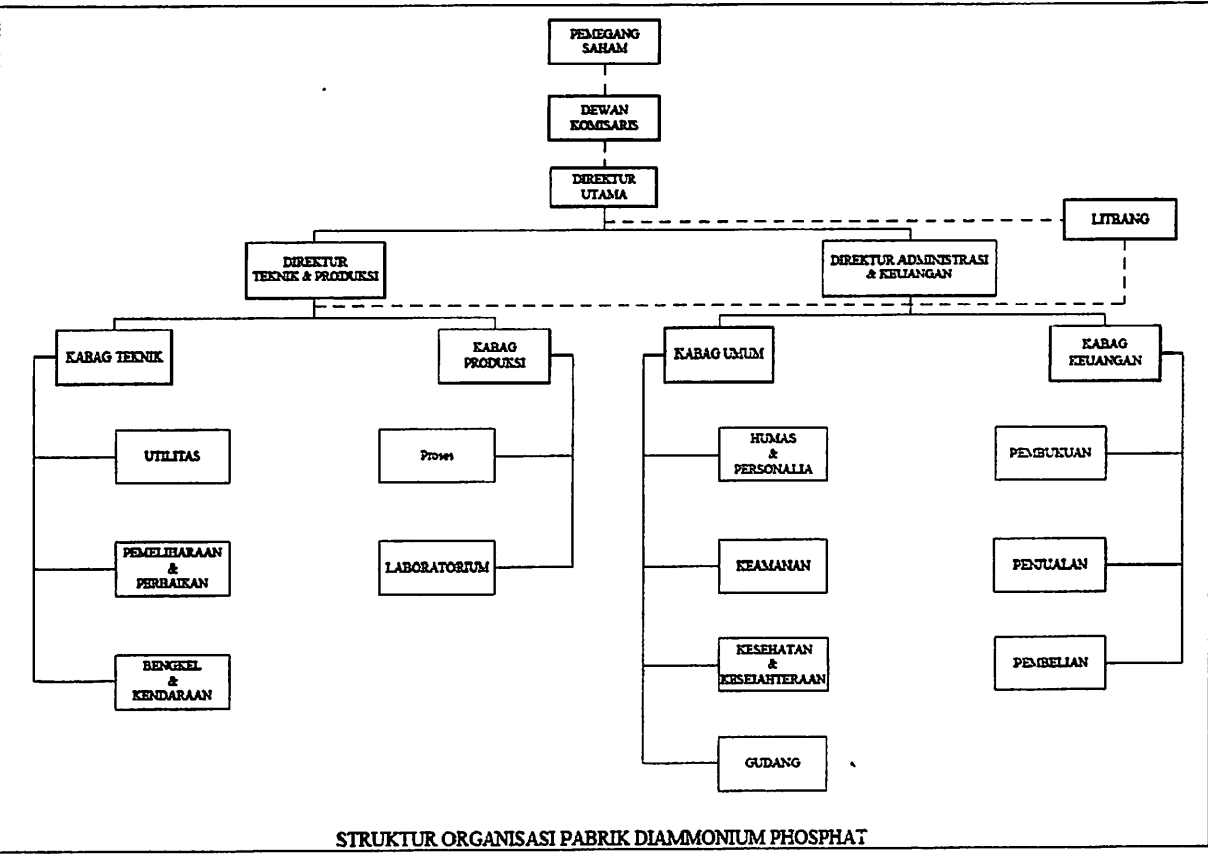
- a. Perseroan Terbatas (PT.) merupakan suatu badan hukum karena memiliki kekayaan sendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi masing-masing pemegang saham. Kepala pemegang saham hanya dibayar deviden apabila Perseroan mendapatkan laba. Jika perusahaan menderita rugi, tidak boleh dibayar deviden kepada persero. Oleh karena itu, setiap tahun diwajibkan kepada direksi/pengurus untuk melaporkan keuntungan yang diperoleh.
- b. Modal yang dibutuhkan dapat dikumpulkan secara mudah dengan membagi modal atas sejumlah saham-saham, sehingga PT dapat menarik modal dari banyak orang. Begitu juga memperoleh tambahan modal untuk memperluas volume usahanya, misalnya mengeluarkan saham baru.

- c. Pemilik saham dan pengurus harus terpisah satu dengan yang lainnya. Pemilik Perseroan adalah pemegang saham, sedangkan pengurus adalah direksi. Pelaksanaan sebuah PT diberikan kepada orang yang sanggup melaksanakan tugas tersebut, dengan demikian kemampuan perusahaan untuk mendapatkan keuntungan semakin besar.
- d. Kehidupan sebuah Perseroan Terbatas (PT.) lebih konstan, hal ini berarti sebuah Perseroan Terbatas (PT.) memiliki potensi hidup dan bersaing yang bagus dibandingkan dengan bentuk perusahaan lain karena tidak tergantung pada beberapa pemegang saham, dan pemilik dapat berganti.
- e. Tanggung jawab yang terbatas dari para pemegang saham terhadap utang-utang perusahaan.
- f. Adanya efisiensi dalam perusahaan, karena tiap bagian dalam Perseroan Terbatas (PT.) dipegang oleh seorang yang ahli dalam bidangnya. Tiap orang atau tiap bagian mempunyai tugas yang jelas sehingga dalam mengerjakan tugas lebih fokus dan efisien. Jika pengurus atau redaksi perusahaan tidak cakap, maka dapat diganti dengan yang lebih cakap.

### **10.3. Sistem Organisasi Perusahaan**

Sistem organisasi perusahaan ini adalah sistem garis dan staf. Alasan penggunaan sistem ini adalah:

- a. Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi secara kontinyu dan berproduksi secara massal.
- b. Terdapat kesatuan pimpinan dan perintah, sehingga disiplin kerja lebih baik.
- c. Masing-masing kepala bagian/branch manager secara langsung bertanggung jawab atas aktifitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan.
- d. Pimpinan tertinggi pabrik dipegang oleh seorang direktur yang bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris.
- e. Anggota Dewan Komisaris merupakan wakil-wakil dari pemegang saham dan dilengkapi dengan staf ahli yang bertugas memberikan nasehat dan saran kepada Direktur.
- f. Bagan struktur organisasi dapat dilihat pada gambar berikut:



STRUKTUR ORGANISASI PABRIK DIAMMONIUM PHOSPHAT

Gambar 10.1. Struktur Organisasi Pabrik

#### 10.4. Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab

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

##### 1. Pemegang Saham

Pengertian adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk pabrik dengan cara membeli saham perusahaan. Pemegang saham adalah pemilik perusahaan dengan batasan sesuai dengan jumlah saham yang dimilikinya, sedangkan kekayaan pribadi pemegang saham tidak dipertanggungjawabkan sebagai jaminan atas utang-utang perusahaan.

Pemegang saham harus menanam saham paling sedikit satu tahun. Kekuasaan tertinggi terletak pada pemegang saham dan merekalah yang memilih Direktur dan Dewan Komisaris dalam Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS).

##### 2. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris bertindak sebagai wakil dari pemegang saham. Dewan Komisaris diangkat menurut ketentuan yang ada dalam perjanjian, dan dapat diberhentikan setiap waktu oleh/dalam RUPS apabila bertindak bertentangan dengan anggaran dasar atau kepentingan perseroan tersebut. Dewan komisaris dipilih dalam RUPS dari kalangan pemegang saham yang mempunyai saham terbanyak dari Perseroan tersebut. Adapun tugas dari Dewan Komisaris adalah:

- Mengawasi Direktur agar tindakannya tidak merugikan perusahaan
- Menetapkan kebijaksanaan perusahaan
- Mengadakan evaluasi/pengawasan tentang hasil yang diperoleh perusahaan
- Menyetujui atau menolak rancangan yang diajukan Direktur
- Memberikan nasihat pada Direktur apabila Direktur ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan.

### **3. Direktur Utama**

Merupakan pimpinan perusahaan yang bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris dan membawahi:

- Direktur Teknik dan Produksi
- Direktur Keuangan dan Administrasi
- Adapun tugas dan wewenang Direktur Utama adalah sebagai berikut:
- Bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris
- Menetapkan kebijaksanaan peraturan dan tata tertib, baik ke luar maupun ke dalam perusahaan
- Mengkoordinasikan kerja sama antara Direktur Teknik dan Produksi dengan Direktur Keuangan dan Administrasi
- Mengatur dan mengawasi produksi dan keuangan perusahaan
- Bertanggung jawab atas kelancaran perusahaan

### **4. Penelitian dan Pengembangan**

Tugas dan wewenang sebagai berikut:

- Memberikan nasehat dan informasi mengenai masalah ekonomi dan teknik kepada Direktur Utama
- Membantu Direktur Utama dalam bidang penelitian dan pengembangan baik organisasi perusahaan, teknik proses, dan sebagainya sehingga dapat memajukan perusahaan.
- Market Riset dan Proses Riset termasuk dalam bagian ini.

### **5. Direktur Teknik dan Produksi**

Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam hal sebagai berikut:

- Biaya-biaya produksi
- laba rugi perusahaan
- Neraca keuangan
- administrasi perusahaan

## **6. Direktur Keuangan dan Administrasi**

Direktur Keuangan dan Administrasi bertanggung jawab kepada Direktur Utama. Tugas dan wewenang dari Direktur Keuangan dan Administrasi adalah sebagai berikut:

- Menjaga kelancaran keuangan dan administrasi perusahaan
- Mengadakan penelitian dan pengawasan terhadap pelaksanaan pengadaan pegawai, pembinaan pegawai, kesejahteraan sosial pegawai, dan dana sosial pegawai.
- Mengatur penggunaan keuangan perusahaan, laporan keuangan dan neraca keuangan perusahaan
- Bertanggung jawab atas pemasukan dan pengeluaran uang perusahaan

## **7. Kepala Pabrik**

Kepala Pabrik bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam hal antara lain:

- Operasi proses teknik
- Pengawasan mutu produksi
- Pemeliharaan dan perbaikan sarana produksi
- Perencanaan jadwal produksi dan penyediaan sarana

## **8. Kepala kantor**

Kepala Kantor bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Administrasi dalam hal antara lain:

- Penyediaan bahan baku
- Perencanaan penjualan dan pemasaran
- Administrasi keuangan
- Pembinaan dan asosiasi tenaga kerja
- Neraca keuangan
- Kesejahteraan dan keamanan kerja karyawan
- Kepala kantor membawahi Kepala Bagian Umum dan Kepala Bagian Keuangan.

## 9. Kepala Bagian

Tugas dan wewenang Kepala bagian adalah sebagai berikut:

- Membantu Direktur Teknik dan Produksi atau Direktur Keuangan dan Administrasi dalam melaksanakan aktifitas pada bagiannya masing-masing.
- Memberikan pengawasan dan pengarahan terhadap seksi-seksi dibawahnya
- Bertanggung jawab atas kerja bawahannya

Kepala bagian terdiri dari:

### a. Kepala Bagian Produksi

Kepala bagian produksi terdiri dari 2 seksi, yaitu:

#### 1. Seksi Proses

- Mengatur dan mengawasi pelaksanaan/jalannya proses produksi yang terjadi dan realisasi rencana produksi.
- Bertanggung jawab atas jalannya masing-masing proses

#### 2. Seksi Laboratorium

- Mengatur jadwal pembelian bahan baku, pengiriman dan bertanggung jawab atas penediaan bahan baku.

### b. Kepala Bagian Teknik

Kepala bagian teknik bertugas mengatur dan mengawasi segala masalah yang berhubungan dengan peralatan teknik dan utilitas. Kepala bagian teknik membawahi

#### 1. Seksi Utilitas

- Bertugas mengawasi dan mengatur pelaksanaan penyediaan air pendingin, steam, bahan bakar, dan listrik.
- Bertanggung jawab atas peralatan, misalnya boiler

#### 2. Seksi Pemeliharaan dan Perbaikan

- Melaksanakan pemeliharaan dan perbaikan gedung, taman dan peralatan proses termasuk utilitas
- Mengadakan perbaikan terhadap peralatan-peralatan yang mengalami kerusakan



3. Seksi Bengkel dan Kendaraan

- Melaksanakan pemeliharaan dan perbaikan alat-alat transportasi.
- Mengadakan perbaikan terhadap alat transportasi yang mengalami kerusakan.

c. Kepala Bagian Umum

Kepala bagian umum membawahi:

1. Seksi Personalia

Bertugas melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan tenaga kerja antara lain:

- Penerimaan dan pemberhentian karyawan
- Mengadakan pendidikan dan pelatihan kerja bagi karyawan
- Penempatan karyawan
- Kesejahteraan karyawan

2. Seksi Humas

Mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar perusahaan

3. Seksi Keamanan

Tugas Seksi Keamanan meliputi:

- Menjaga dan memelihara keamanan daerah di sekitar pabrik
- Menjaga semua bangunan dan fasilitas perusahaan

4. Seksi kesehatan dan kesejahteraan

Menangani urusan kesehatan bagi karyawan perusahaan, dimana hal ini ditangani oleh seorang dokter sebagai kepala seksi dan dibantu beberapa perawat kesehatan. Disamping itu juga melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

d. Kepala Bagian Keuangan

Membawahi beberapa seksi yaitu:

1. Seksi Pembukuan

Tugas dari Seksi ini adalah:

- Membukukan segala transaksi/aktifitas keuangan yang terjadi dalam perusahaan
- Mengadakan perhitungan uang perusahaan

- Mengamankan urusan keuangan perusahaan
- Merencanakan keuangan di masa yang akan datang
- Membayar gaji karyawan

## 2. Seksi Penjualan

Bertugas mencari daerah pemasaran yang seluas-luasnya dengan memperoleh keuntungan yang sebesar-besarnya, dan bertanggung jawab mengenai masalah-masalah yang berhubungan dengan daerah pemasaran serta penjualan produk.

## 3. Seksi Pembelian

Mengusahakan agar hasil produksi dapat disalurkan ke distributor-distributor yang tepat sehingga mempunyai harga jual yang terjangkau.

## 4. Seksi gudang

Bertugas mengatur dan mengawasi keluar masuknya produk (produksi) dari atau ke gudang.

### 10.5. Jadwal Jam Kerja

Pabrik direncanakan bekerja atau beroperasi selama 330 hari dalam setahun dan selama 24 jam dalam sehari, sisa harinya digunakan untuk perbaikan, perawatan dan shut down.

Sesuai dengan Peraturan Pemerintah mengenai jumlah jam kerja untuk karyawan adalah 40 jam dalam satu minggu, yang dibedakan dalam dua (2) bagian, yaitu:

1. Jam kerja tetap (non shift)
2. Jam kerja bergilir (shift)

Pembagian kerja tersebut didasarkan pada status dan bidang kerja karyawan. Karyawan dengan jumlah kerja tetap adalah karyawan yang tidak langsung menangani operasi pabrik, misalnya direktur, kepala kantor/pabrik, kepala bagian, kepala seksi, karyawan kantor administrasi, dan seksi-seksi di bawah tanggung jawab non-teknis atau yang bekerja di pabrik dengan jenis pekerjaan non kontinyu.

Sedangkan karyawan dengan jam kerja bergilir atau tidak tetap adalah karyawan yang secara langsung menangani operasi pabrik, misalnya kepala shift, operator,

karyawan-karyawan shift, dan karyawan-karyawan keamanan serta keselamatan kerja.

Pembagian-pembagian jam kerja karyawan dijabarkan sebagai berikut:

1. Karyawan dengan jam kerja tetap

Senin-kamis

Pagi : 07.00-12.00 (istirahat 12.00-13.00)

Siang : 13.00-16.00

Jum at

Pagi : 07.00-11.00

Siang : 13.00-16.00

Sabtu

Pagi : 07.00-13.00

Siang : -

2. Karyawan dengan jam kerja bergilir dibagi menjadi 3 giliran kerja:

I : 07.00-15.00

II : 15.00-23.00

III : 23.00-07.00

Untuk menjaga kelancaran pelaksanaan jam kerja secara bergilir, maka karyawan dibagi menjadi 4 kelompok, yaitu A, B, C, dan D dengan 4 kelompok kerja dan 3 shift (giliran kerja) maka 1 kelompok kerja merupakan kelompok pengganti (cadangan). Adapun pengganti kelompok dapat dilihat pada tabel berikut:

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

Keterangan:

P : Pagi

S : Siang

M : Malam

L : Libur

#### 10.6. Jaminan sosial

Selain mendapatkan gaji tetap setiap bulan, para karyawan juga menerima tunjangan atau jaminan sosial yang lain yang diberikan oleh perusahaan, sehingga kesejahteraan akan lebih terjamin dan diharapkan akan bekerja lebih giat. Jaminan sosial dapat berupa:

1. Tunjangan tahunan

Dalam setahun sekali karyawan mendapatkan tunjangan sebesar gaji bulanan

2. Bonus

Bonus diberikan tergantung pada keuntungan akhir tahun perusahaan dimana jumlah bonus tersebut tergantung pada jabatan dan golongan

3. Perumahan

Perumahan diberikan terutama bagi karyawan yang menduduki jabatan penting, mulai dari direksi sampai Kepala Seksi

4. Kesehatan

Untuk keperluan ini perusahaan menyediakan poliklinik, yaitu untuk pengobatan para karyawan yang menderita sakit atau kecelakaan kerja dengan biaya ditanggung oleh perusahaan.

5. Cuti

Cuti dapat berupa:

- 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 dan perintah atasan berdasarkan kondisi tertentu perusahaan

### **10.7. Status Karyawan dan Sistem Upah**

Pada Pra rencana Pabrik Diammonium phosphate, sistem upah berbeda-beda tergantung pada status karyawan, tingkat pendidikan, tinggi rendahnya kedudukan, besar kecilnya tanggung jawab, dan tingkat keahliannya.

Menurut statusnya karyawan pabrik dapat dibagi menjadi tiga golongan, sebagai berikut:

a. **Karyawan tetap**

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

b. **Karyawan harian**

Karyawan harian adalah pekerja/karyawan yang diangkat dan diberhentikan berdasarkan Nota Persetujuan Direksi atas pengajuan kepada yang membawahinya dan menerima upah harian yang dibayar tiap akhir pecan.

c. **Karyawan borongan**

Karyawan borongan adalah pekerja yang dipergunakan oleh pabrik apabila diperlukan saja, misalnya bongkar muat barang dan lain-lain serta menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

## BAB XI

### ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi merupakan suatu cara untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan menguntungkan atau tidak. Pabrik Diammonium Phosphat dari asam phosphat dan ammonia ini akan didirikan dengan kapasitas 50.000 ton/tahun.

Secara garis besar hasil perhitungan analisa ekonomi Pra Rencana Pabrik Diammonium Phosphat dari asam phosphat dan ammonia adalah sebagai berikut:

a. Total Capital Investment (TCI) = Rp 160.731.111.105,29

b. Total Production Cost (TPC) = Rp 2.030.291.907.787

c. Penjualan dan Laba

- Total Penjualan = Rp 2.339.752.374.284,76

- Laba Kotor = Rp 309.460.466.497,76

- Laba Bersih = Rp 185.676.279.898,66

d. Rate of Return (ROI)

- ROI sebelum pajak = 57,75991 %

- ROI setelah pajak = 34,65594 %

e. Internal Rate of Return (IRR) = 34,012599 %

(Karena IRR lebih besar dari bunga bank (12,5%) maka pabrik layak untuk didirikan)

f. Pay Out Time (POT) = 2,013858 tahun = 2 tahun

g. Break Event Point = 59,446 %

## **BAB XII**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **12.1. Kesimpulan**

Dari hasil perhitungan Pra Rencana Pabrik Diammonium Phosphat dapat disimpulkan bahwa rencana pendirian pabrik ini layak dan cukup menguntungkan dengan memperhitungkan beberapa aspek antara lain :

##### **a. Aspek Lokasi**

Pabrik Diammonium Phosphat ini didirikan di Kawasan Industri Medan (KIM) Persero, Kota Medan Sumatera Utara. Pabrik ini diperkirakan cukup menguntungkan mengingat :

- Dekat dengan sumber bahan baku
- Dekat dengan daerah pemasaran
- Tersedianya kebutuhan air, tenaga listrik dan bahan bakar
- Fasilitas transportasi yang memadai
- Tersedianya tenaga kerja yang cukup

##### **b. Aspek Sosial**

Pendirian Pabrik Diammonium Phosphat ini bila ditinjau dari aspek sosial dinilai menguntungkan karena :

- Dapat menciptakan lapangan kerja baru.
- Memberikan kesempatan kepada penduduk untuk mendapatkan penghasilan yang lebih baik dari sebelumnya.

##### **c. Aspek Ekonomi**

- Di Indonesia kebutuhan akan bahan pertanian semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya produksi yang dihasilkan, oleh karenanya kebutuhan akan komponen pendukung, utamanya adalah pupuk sangat diperlukan.
- Dapat mengurangi kebutuhan impor diammonium phosphat yang selama ini masih berasal dari luar negeri.

Ditinjau dari hal diatas maka pendirian pabrik Diammonium Phosphat di Indonesia sangat penting karena dapat membantu program pemerintah dalam rangka meningkatkan industrialisasi dan juga dapat menambah pendapatan/devisa Negara.

Setelah dilakukan analisa ekonomi terhadap Pra Rencana Pabrik Kromium Trioksida ini dan dinilai menguntungkan dengan berdasarkan data-data sebagai berikut :

a. Total Capital Investment (TCI) = Rp 160.731.111.105,29

b. Total Production Cost (TPC) = Rp 2.030.291.907.787

c. Penjualan dan Laba

- Total Penjualan = Rp 2.339.752.374.284,76

- Laba Kotor = Rp 309.460.466.497,76

- Laba Bersih = Rp 185.676.279.898,66

d. Rate of Return (ROI)

- ROI sebelum pajak = 57,75991 %

- ROI setelah pajak = 34,65594 %

e. Internal Rate of Return (IRR) = 34,012599 %

(Karena IRR lebih besar dari bunga bank (11%) maka pabrik layak untuk didirikan)

f. Pay Out Time (POT) = 2,013858 tahun = 2 tahun

g. Break Event Point = 59,446 %

d. Aspek Pemasaran

Produksi diammonium phosphat dalam perencanaan pabrik ini diharapkan dapat memperoleh pemasaran yang baik, ini dikarenakan kebutuhan akan pupuk semakin meningkat baik di dalam maupun di luar negeri.

## 12.2. Saran

1. Diharapkan dapat menjadi pelopor terhadap industri khususnya di bidang pupuk, utamanya adalah industri pupuk diammonium phosphat di Indonesia
2. Diharapkan fungsi dan kegunaan dari diammonium phosphat dapat berkembang seiring dengan berkembangnya teknologi.



## DAFTAR PUSTAKA

1. Anonymous. [www.ScienceLab.com/msds](http://www.ScienceLab.com/msds), diakses tanggal 10 Maret 2014
2. *Badan Pusat Statistik Republik Indonesia. 2014.* [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id), diakses tanggal 8 Maret 2014
3. Keyes, "*Industrial Chemicals*", 4<sup>th</sup> edition, John Wiley and Sons Inc, New York, 1975.
4. Perry, Robert H, "**Perry's Chemical Engineering Handbook**", 7<sup>th</sup> Edition, McGraw Hill Company, New York, USA, 1998.
5. Brownell E. Lloyd, "**Process Equipment Design**", John Willey and Sons Inc, New Delhi, India, 1959.
6. Geankoplis, Christie, "**Transport Processes and Unit Operations**", 3<sup>rd</sup> Edition, Prentice Hall Inc. New Delhi, India, 1997.
7. Hesse, H.C. and Rushton, J.H., "**Process Equipment Design**", D. Van Nostrand Co, New Jersey, 1981.
8. Kern D.Q, "**Process Heat Transfer**", 2<sup>nd</sup> Edition, McGraw-Hill Inc, Singapore, 1988.
9. Peter S. and Timmerhause, "**Plant Design and Economic for Chemical Engineering**", 4<sup>th</sup> edition, McGraw-Hill, Singapore, 1991.
10. Ulrich D. Gael, "**A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economic**", John Willey and Sons Inc, New York, USA, 1984.
11. Smith, J.M, and Van Ness H.C, "**Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics**", 2<sup>nd</sup> Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1959.
12. Kusnarjo, "**Utilitas Pabrik Kimia**", Surabaya, 2012
13. Kusnarjo, "**Desain Alat Pemindah Panas**", Surabaya, 2010
14. Kusnarjo, "**Ekonomi Teknik**", Surabaya, 2010