

# **PRA RENCANA PABRIK**

**PUPUK UREA DARI AMONIAK DAN KARBONDIOKSIDA  
DENGAN PROSES ACES KAPASITAS 300.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA  
REAKTOR**

**SKRIPSI**

**Disusun Oleh :**

**DEBBY CYNTHIA WAHYUNI**

**1014924**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2012**

RECEIVED  
GENERAL INVESTIGATIVE DIVISION  
FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION  
WASHINGTON, D. C. 20535

MEMORANDUM FOR THE DIRECTOR

DATE: 10/10/68

FROM: SAC, NEW YORK

**SKINBEL**

**NEW YORK**

**RE: [REDACTED]**

On 10/10/68, [REDACTED] advised that [REDACTED] had been identified as [REDACTED] in [REDACTED] records.

Very truly yours,  
[REDACTED]

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PRA RENCANA PABRIK**

**PUPUK UREA DARI AMONIAK DAN KARBONDIOKSIDA  
DENGAN PROSES ACES KAPASITAS 300.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA  
REAKTOR**

**SKRIPSI**

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

**Disusun Oleh :**

**DEBBY CYNTHIA WAHYUNI**

**1014924**

Malang, 12 Agustus 2012

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia




Jimmy, ST, MT

NIP Y 1039900330

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Ir. Muyassaroh, MT

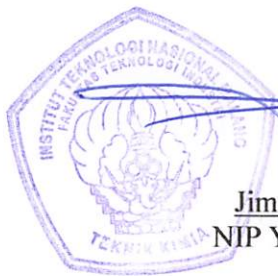
NIP Y 1039700306

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


Nama : DEBBY CYNTHIA WAHYUNI  
NIM : 1014924  
Jurusan/Program Studi : TEKNIK KIMIA  
JudulSkripsi : PRARENCANA PABRIK PUPUK UREA DARI AMONIAK DAN KARBONDIOKSIDA DENGAN PROSES ACES KAPASITAS 300.000 TON/TAHUN

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :


Hari : Sabtu  
Tanggal : 04 Agustus 2012  
Nilai : A



Ketua,

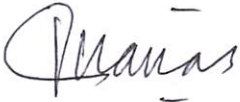
  
Jimmy, ST, MT  
NIP Y 1039900330

Sekretaris,


  
M. IstnaenyHudha, ST, MT  
NIP Y 1030400400

AnggotaPenguji,

PengujiPertama,

  
Dwi Ana Anggorowati, ST, MT  
NIP 1970092820

PengujiKedua,

  
M. IstnaenyHudha, ST, MT  
NIP Y 1030400400



## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : DEBBY CYNTHIA WAHYUNI  
NIM : 1014924  
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia (S-1)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul :

**PRA RENCANA PABRIK  
PUPUK UREA DARI AMONIAK DAN KARBONDIOKSIDA  
DENGAN PROSES ACES  
KAPASITAS 300.000 TON/TAHUN  
PERANCANGAN ALAT UTAMA REAKTOR DAN VAPOURIZER**

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

Malang, Agustus 2012  
Yang membuat pernyataan,

DEBBY CYNTHIA WAHYUNI

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah S.W.T., karena hanya dengan nikmat dan karuniaNYA akhirnya kami dapat menyelesaikan Laporan Skripsi dengan judul “PRA RENCANA PABRIK PUPUK UREA DARI AMONIAK DAN KARBON DIOKSIDA DENGAN PROSES ACES KAPASITAS 300.000 TON/ TAHUN”. Laporan ini merupakan satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana (S1) Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam kesempatan ini, kami ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Bapak Jimmy, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia ITN Malang
2. Ibu Ir. Muyassaroh, MT selaku Dosen Pembimbing
3. Ibu Rini Kartika D. ST, MT selaku dosen
4. Bapak dan Ibu yang telah memberikan masukan kepada penyusun
5. Rekan-rekan Teknik Kimia ITN Malang yang telah membantu dalam skripsi kami.

Kami menyadari bahwa laporan yang telah disusun ini masih jauh dari sempurna, karena itu saran dan kritik yang membangun sangat kami harapkan dari pembaca untuk perbaikan di masa mendatang. Akhirnya kami berharap semoga laporan penelitian ini dapat menambah pengetahuan bagi pembaca.

Malang, Agustus 2012

Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	
PERNYATAAN KEASLIAN	
KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI .....	i
DAFTAR TABEL .....	ii
DAFTAR GAMBAR .....	iii
ABSTRAKSI .....	iv
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 LOKASI DAN 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	
APPENDIKS B	

APPENDIKS C

APPENDIKS D

APPENDIKS E

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Kapasitas produksi, konsumsi, ekspor pupuk urea .....	I-2
Tabel 1.2 Ukuran partikel amonium karbamat .....	I-10
Tabel 2.1 Perbandingan tiap proses Urea .....	II-8
Tabel 7.1 Instrumentasi alat pabrik pupuk urea .....	VI-3
Tabel 7.2 Penggunaan APD tiap alat .....	VI-13
Tabel 8.1.1.1 Kebutuhan steam atau air umpan boiler .....	VIII-5
Tabel 8.1.2.1 Kebutuhan Air Pendingin .....	VIII-7
Tabel 8.1.3.1 Data kebutuhan Air Sanitasi .....	VIII-8
Tabel 8.1.3.2 Data kebutuhan Air total pabrik urea .....	VIII-8
Tabel 8.2.1 Data kebutuhan Steam .....	VIII-11
Tabel 9.2.1.1 Perincian luas bangunan pabrik .....	IX-9
Tabel 10.1 Jadwal kerja karyawan pabrik .....	X-12
Tabel 10.8.1 Perincian kebutuhan tenaga kerja .....	X-14
Tabel 10.9.1 Daftar gaji karyawan .....	X-17

## DAFTAR GAMBAR

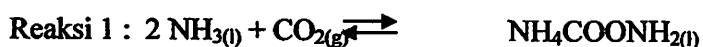
Gambar 1.1 Urea Prill .....	I-5
Gambar 1.2 Rumus bangun reaksi pembentukan amonium karbamat .....	I-6
Gambar 1.3 Rumus bangun reaksi dehidrasi amonium karbamat .....	I-6
Gambar 2.1 Blok diagram once trough urea process .....	II-1
Gambar 2.2 Blok diagram stamic carbon CO2 stripping process .....	II-3
Gambar 2.3 Blok diagram snamprogetti amoniak dan self stripping proccess .	II-5
Gambar 2.4 Blok diagram ACES process .....	II-7
Gambar 9.1 Peta lokasi pabrik urea .....	IX-8
Gambar 9.2.1 Plant lay out pra rencana pabrik urea .....	IX-11
Gambar 9.2.2 Equipment layout pra rencana pabrik urea .....	IX-14
Gambar 10.1 Struktur organisasi .....	X-9



## ABSTRAKSI

Urea merupakan pupuk yang mengandung nitrogen paling tinggi (46%) diantara semua pupuk padat. Urea mudah dibuat menjadi prill atau granul (butiran) dan mudah diangkut dalam bentuk curah maupun dalam kantong dan tidak mengandung bahaya ledakan. Zat ini mudah larut didalam air dan tidak mempunyai residu garam sesudah dipakai untuk tanaman. Kadang-kadang zat ini juga digunakan untuk pemberian makanan daun. Disamping penggunaannya sebagai pupuk, urea juga digunakan sebagai tambahan makanan protein untuk hewan pemamah biak dalam produksi melamin, sebagai perawis dalam pembuatan resin, plastik, adhesif, bahan pelapis, bahan anti ciut untuk tekstil, dan resin perpindahan ion. Bahan ini merupakan bahan antara dalam amonium sulfamat, asam sulfanat dan ftalosanina.

Prinsip pembuatan urea pada umumnya yaitu dengan mereaksikan antara amonia dan karbondioksida pada tekanan dan temperatur tinggi didalam reaktor kontinu untuk membentuk amonium karbamat (reaksi 1) selanjutnya amonium karbamat yang terbentuk didehidrasi menjadi urea (reaksi 2). Proses yang digunakan pada pembuatan urea ini adalah proses ACES. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Pabrik urea ini direncanakan didirikan di Gresik, Jawa Timur dengan kapasitas 300.000 ton/tahun. Utilitas yang digunakan meliputi air, steam, nitrogen cair, listrik dan bahan bakar. Bentuk perusahaan ini adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi berbentuk garis dan staff. Berdasarkan perhitungan analisa ekonomi didapatkan TCI = Rp. 1.807.798.154.106,45; ROI = 31,48 %; IRR = 24,31 %; POT = 3,18 Tahun; BEP = 45,52 %. Menurut analisa ekonomi tersebut dapat disimpulkan bahwa pabrik urea ini layak untuk didirikan.

**Katakunci : Urea, Amonium Karbamat, ACES**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1. Latar Belakang

Pupuk adalah semua bahan yang ditambahkan pada tanah dengan maksud untuk memperbaiki sifat fisis, kimia dan biologis. Sebagai tempat tumbuhnya tanaman, tanah harus subur, yaitu memiliki sifat fisis, kimia, dan biologi yang baik. Sifat fisis menyangkut kegemburan, porositas, dan daya serap. Sifat kimia menyangkut pH serta ketersediaan unsur-unsur hara. Sedangkan sifat biologis menyangkut kehidupan mikroorganisme dalam tanah.

Lebih dari 90% dari produksi dunia menggunakan pupuk nitrogen dalam pertanian. Pupuk Urea, disebut pupuk Nitrogen (N), memiliki kandungan nitrogen 46 %. Urea dibuat dari reaksi antara amoniak dengan karbon dioksida dalam suatu proses kimia menjadi urea padat dalam bentuk prill (ukuran 1-3,35 mm) atau granul (ukuran 2-4,75 mm). Urea prill paling banyak digunakan untuk tanaman pangan dan industri, sedangkan urea granul lebih cocok untuk tanaman perkebunan. Pada saat ini penjualann pupuk urea banyak yang diekspor. Hal tersebut sangat wajar secara ekonomi, sebab harga jual pupuk ke luar negeri jauh lebih mahal daripada harga jual kepada petani sendiri. Namun, akibat dari kebijakan itu, pasokan pupuk kepada petani menjadi berkurang sehingga harga pupuk di dalam negeri membumbung tinggi, naik lebih dari 40 persen. Akibat lebih lanjut terjadi kelangkaan pupuk di beberapa daerah. Kondisi ini menyebabkan beredarnya pupuk-pupuk palsu.

Berikut adalah yang menjadi latar belakang pengembangan industri pupuk di Indonesia :

1. Meningkatnya perkembangan populasi manusia sehingga mendorong peningkatan kebutuhan pangan dunia yang mengakibatkan kebutuhan pupuk urea meningkat.
2. Mengurangi terjadinya kelangkaan pupuk.
3. Memperbanyak ekspor urea ke luar negeri untuk menambah devisa negara.

Salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam pendirian pabrik pupuk Urea adalah kapasitas pabrik. Pabrik pupuk Urea ini direncanakan akan mulai beroperasi pada tahun 2015, dengan mengacu pada pemenuhan kebutuhan domestik.

Produksi pupuk Urea tahun 2001 – 2010 berdasarkan Asosiasi Produsen Pupuk Urea Indonesia diperkirakan akan mengalami penurunan yang cukup kecil. Kapasitas produksi pupuk Urea dalam negeri, besarnya konsumsi dan ekspor pupuk Urea dapat dilihat pada tabel 1.1 :

Tahun	Produksi Urea	Persen Kenaikan	Tahun	Eksport	Persen Kenaikan	Konsumsi	Persen Kenaikan
	( Ton )	%		( Ton )	%		( Ton )
2001	5,322,588	0.00	2001	1,081,469	0.00	4,339,513	0.00
2002	6,006,221	12.84	2002	1,417,311	31.05	4,318,407	-0.49
2003	5,731,117	-4.58	2003	1,235,207	-12.85	4,690,856	8.62
2004	5,665,409	-1.15	2004	465,367	-62.32	5,007,354	6.75
2005	5,848,655	3.23	2005	748,473	60.83	5,422,606	8.29
2006	5,654,692	-3.32	2006	0	-100.00	5,627,277	3.77
2007	5,865,856	3.73	2007	690,270	100.00	5,602,659	-0.44
2008	6,213,292	5.92	2008	180,206	-73.89	5,699,951	1.74
2009	6,856,841	10.36	2009	607,511	237.12	5,783,558	1.47
2010	6,721,949	-1.97	2010	879,196	44.72	5,717,512	-1.14
<b>Rata-rata</b>		<b>-0.22</b>	<b>Rata-rata</b>		<b>24.96</b>		<b>3.18</b>

*Tabel 1.1 Kapasitas Produksi, Konsumsi, dan Ekspor Pupuk Urea berdasarkan Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia*

Dari Tabel 1.1 diperoleh pertumbuhan rata-rata produksi pupuk Urea tiap tahunnya sebesar -0,22 %. Pada tahun 2010 didapat kapasitas produksi sebesar 6.721.949 ton.

Pertumbuhan ekspor pupuk Urea rata-rata per tahun adalah 24,96 % dengan volume ekspor tahun 2010 sebesar 879.196 ton.

Untuk kapasitas produksi dapat dihitung dengan rumus :

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

M = Perkiraan tahun ke – n

i = Perkembangan rata – rata

F = Volume tahun terakhir

n = Selisih tahun ke – n dengan tahun terakhir

- Produksi tahun 2015  
 $= 6.721.949 (1 - 0,0022)^5 = 6.648.332 \text{ ton/tahun.}$
- Eksport tahun 2015  
 $= 879.196 (1 + 0,2496)^5 = 2.678.803 \text{ ton/tahun.}$
- Konsumsi tahun 2015  
 $= 5.717.512 (1 + 0.0318)^5 = 6.686.282 \text{ ton/tahun}$
- Impor tahun 2015  
 $= 0$
- Pekiraan kapasitas produksi pabrik baru :  
 $= (\text{Konsumsi} + \text{Ekspor}) - \text{Produksi}$   
 $= (6.686.282 + 2.678.803) - 6.648.332$   
 $= 2.716.753 \text{ ton/ tahun}$

Pabrik pupuk Urea yang akan didirikan ini sebagian besar digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Kapasitas produksi dari pabrik baru yang akan didirikan ini hanya berkemampuan memenuhi 10% dari produksi pupuk Urea dalam negeri pada tahun 2015. Maka didapatkan kapasitas produksi pabrik baru sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi pabrik baru} &= 10 \% \times 2.716.753 \\ &= 271.675 \text{ ton/tahun} \\ &\approx 300.000 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan data kapasitas dari pabrik yang sudah ada, kapasitas produksi dalam studi ini ditetapkan sebesar 300.000 ton/tahun.

Ada beberapa kriteria yang harus dipertimbangkan dalam menentukan lokasi pabrik agar pabrik yang kita rancang bisa mendatangkan keuntungan yang besar antara lain : penyediaan bahan baku, pemasaran produk, fasilitas transportasi dan tenaga kerja.

Alasan pemilihan lokasi untuk lokasi pendirian pupuk Urea yang sesuai dengan studi kelayakan antara lain :

- a. Tersedia sumber air,
- b. Dekat dengan konsumen pupuk.

- c. Dekat dengan pelabuhan.
- d. Berdekatan dengan pabrik lainnya untuk memudahkan memperoleh bahan baku seperti amoniak.

Lokasi pabrik pupuk Urea direncanakan berdiri di Jl. Raden Ajeng Kartini, Kecamatan Kebomas, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Yang menjadi bahan pertimbangan pemilihan lokasi pabrik Urea di Gresik antara lain sebagai berikut :

#### **1. Penyediaan bahan baku**

Untuk menekan biaya penyediaan bahan baku, maka pabrik pupuk didirikan berdekatan dengan pabrik lainnya untuk memudahkan memperoleh bahan baku seperti amoniak dan karbondioksida, pabrik pupuk di Jawa Timur yaitu Petrokimia Gresik.

#### **2. Pemasaran produk**

Jawa adalah daerah industri kimia yang besar dan sedang berkembang pesat. Hal ini menjadikan daerah tersebut sebagai pasar yang baik untuk pendirian pupuk Urea. Saat ini pabrik yang membutuhkan pupuk Urea sebagian besar juga terdapat di pulau Jawa, namun pemasaran pupuk Urea dari Jawa ke pulau-pulau lainnya tidaklah sulit karena sudah tersedianya sarana transportasi laut yang cukup memadai.

#### **3. Transportasi**

Sarana transportasi darat dan laut sudah tidak menjadi masalah, karena fasilitas jalan raya dan pelabuhan di Gresik sudah memadai. Selain itu, Gresik juga berada pada jalur pantura yang merupakan jalur utama transportasi di pulau Jawa.

#### **4. Tenaga Kerja**

Untuk tenaga kerja dengan kualitas tertentu dapat dengan mudah diperoleh meski tidak dari daerah setempat. Sedangkan untuk tenaga buruh diambil dari daerah setempat atau dari para pendatang pencari kerja.

#### **5. Faktor Penunjang Lain**

Jawa Timur merupakan salah satu provinsi yang memiliki daerah kawasan industri yang telah ditetapkan oleh pemerintah, sehingga faktor-faktor seperti : tersedianya energi listrik, bahan bakar, air, iklim dan karakter tempat

atau lingkungan bukan merupakan suatu kendala karena semua telah dipertimbangkan pada penetapan kawasan tersebut sebagai kawasan industri.

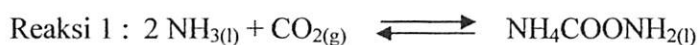
## I.2. Dasar Teori

Urea merupakan pupuk yang mengandung nitrogen paling tinggi (46%) diantara semua pupuk padat. Urea mudah dibuat menjadi prill atau granul (butiran) dan mudah diangkut dalam bentuk curah maupun dalam kantong dan tidak mengandung bahaya ledakan. Zat ini mudah larut didalam air dan tidak mempunyai residu garam sesudah dipakai untuk tanaman. Kadang-kadang zat ini juga digunakan untuk pemberian makanan daun. Disamping penggunaannya sebagai pupuk, urea juga digunakan sebagai tambahan makanan protein untuk hewan pemamah biak dalam produksi melamin, sebagai perawis dalam pembuatan resin, plastik, adhesif, bahan pelapis, bahan anti ciut untuk tekstil, dan resin perpindahan ion. Bahan ini merupakan bahan antara dalam amonium sulfamat, asam sulfanat dan ftalosianina.

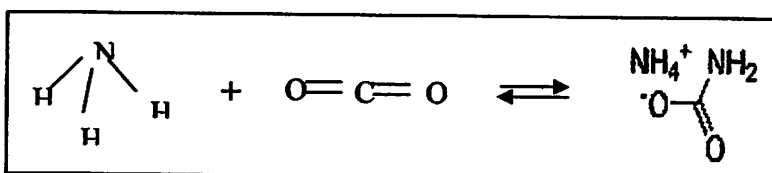


Gambar 1.1 Urea prills

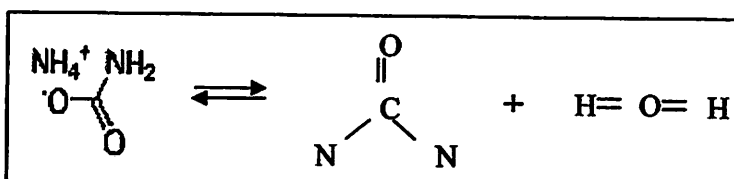
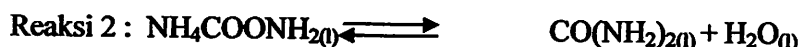
Urea ditemukan pertama kali oleh Hilaire Roulle pada tahun 1773. Senyawa ini merupakan senyawa organik pertama yang berhasil disintesis dari senyawa anorganik. Pembuatan urea dari amonia dan asam sianida untuk pertama kalinya ditemukan oleh F.Wohler pada tahun 1828. Namun pada saat ini pembuatan urea pada umumnya menggunakan proses dehidrasi yang ditemukan oleh *Bassarow* pada tahun 1870. Proses ini mensintesis urea dari pemanasan amonium karbamat. Prinsip pembuatan urea pada umumnya yaitu dengan mereaksikan antara amonia dan karbondioksida pada tekanan dan temperatur tinggi didalam reaktor kontinu untuk membentuk amonium karbamat (reaksi 1) selanjutnya amonium karbamat yang terbentuk didehidrasi menjadi urea (reaksi 2). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:







Gambar 1.2 Rumus bangun reaksi pembentukan amonium karbamat



Gambar 1.3 Rumus bangun reaksi dehidrasi amonium karbamat

Sintesis urea dilakukan dengan amonia yang berlebih agar kesetimbangan dapat bergeser ke arah kanan sehingga dapat dihasilkan produk yang lebih banyak (Muliawati, 2007).

Sumber: [www.eprints.undip.ac.id/3908/1/Makalah\\_Penelitian.pdf](http://www.eprints.undip.ac.id/3908/1/Makalah_Penelitian.pdf)

Beberapa faktor yang mempengaruhi reaksi pembuatan urea yaitu:

a. Temperatur

Reaksi sintesis urea berjalan pada temperatur optimal adalah 190°C. Jika temperatur turun akan menyebabkan konversi amonium karbamat menjadi urea akan turun.

b. Tekanan

Untuk menghasilkan urea yang optimal, maka diperlukan tekanan tinggi yaitu 173 atm karena konversi amonium karbamat menjadi urea hanya berlangsung pada fasa cair sehingga tekanan harus dipertahankan pada keadaan tinggi.

c. Perbandingan  $\text{NH}_3$  dan  $\text{CO}_2$

Industri urea di Indonesia pada umumnya mensintesis urea dengan perbandingan  $\text{NH}_3$  dan  $\text{CO}_2$  adalah 3,5-4 mol. Hal ini dikarenakan perbandingan mol dapat mempengaruhi suhu, tekanan operasi dan jumlah amonia yang terbentuk.

d. Jumlah air

Jumlah air dalam reaktor dapat berpengaruh terhadap reaksi yang kedua yaitu penguraian amonium karbamat menjadi urea dan air. Jika terdapat air dalam

jumlah yang cukup banyak, maka akan memperkecil konversi terbentuknya urea dari larutan karbamat.

### I.3. Kegunaan Produk

1. Urea dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan bahan kimia.
2. Urea prill digunakan untuk tanaman pangan dan industri.
3. Urea granul digunakan untuk tanaman perkebunan.
4. Urea juga digunakan sebagai bahan baku untuk produksi pupuk majemuk.
5. Urea digunakan sebagai bahan baku atau penunjang dalam industri farmasi, pada fermentasi pembuatan bir dan industri, dan industri minyak bumi.
6. Urea dapat berfungsi sebagai sumber hidrogen.

### I.4. Sifat Fisika dan Kimia

#### I.4.1. Bahan Baku Utama

##### Amonia (NH<sub>3</sub>)

###### ➤ Sifat Fisika

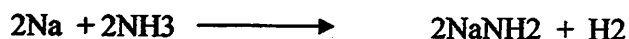
- Rumus molekul : NH<sub>3</sub>
- Penampilan : Gas tak berwarna berbau tajam
- Densitas : 0,817 g/mL (80°C)
- Viskositas : 0,255 cP (-30°C)
- Massa molar : 17,0306 g/mol
- Titik beku : -77,07 °C
- Titik didih : -33,35 °C
- Massa jenis dan fase : 0,6942 g/L, gas
- Kelarutan dalam air : 89,9 g/100 ml pada 0 °C.
- Panas pembentukan : 46,2 kJ/mol (18°C)
- Panas penguapan : 23,3 kJ/mol (-33,3°C)
- Panas spesifik : 2,225 J/g °C

###### ➤ Sifat Kimia

- Ammonia dapat bereaksi dengan klorida :



- Ammonia dapat bereaksi dengan natrium :



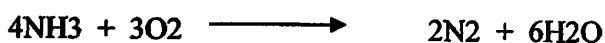
- Ammonia dapat bereaksi dengan magnesium :



- Ammonia dapat bereaksi dengan kalsium oksida :



- Ammonia dapat dioksidasi dengan oksigen :



Sumber: [www.repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/19281/.../Chapter%20II.pdf](http://www.repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/19281/.../Chapter%20II.pdf)

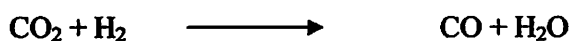
## Karbondioksida (CO<sub>2</sub>)

### ➤ Sifat Fisika

- Rumus molekul : CO<sub>2</sub>
- Massa molar : 44,0095(14) g/mol
- Penampilan : gas tidak berwarna
- Densitas : 1.600 g/L (padat)  
: 1,98 g/L (gas)
- Titik leleh : -57 °C (216 °K) (di bawah tekanan)
- Titik didih : -78 °C (195 °K) (menyublim)
- Viskositas : 0,07 cP pada -78 °C
- Kelarutan dalam air : 1,45 g/L

### ➤ Sifat Kimia

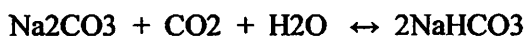
- CO<sub>2</sub> dapat bereaksi dengan H<sub>2</sub> :



- CO<sub>2</sub> dapat bereaksi dengan amoniak yang terjadi pada pabrik urea untuk menghasilkan ammonium karbamat :



- Karbon dioksida dapat bereaksi dengan natrium karbonat dan air :



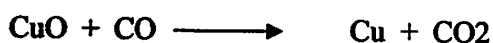
- Kalsium karbonat dapat terurai menjadi kalsium oksida dan karbon dioksida bila dilakukan pemanasan :



- Karbon monoksida dapat bereaksi dengan gas hidrogen untuk menghasilkan benzen dan oksigen :



- Tembaga oksida dapat bereaksi dengan karbon monoksida untuk menghasilkan karbon dioksida dan tembaga :



- Karbon dioksida dapat dihasilkan dari reaksi respirasi :



Sumber: [www.repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/19281/.../Chapter%20II.pdf](http://www.repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/19281/.../Chapter%20II.pdf)

## I.4.2. Produk

### I.4.2.1. Produk Antara

#### Amonium Karbamat [ $\text{NH}_4\text{COONH}_2$ ]

##### ➤ Sifat Fisika

- Massa molar : 78,07 g / mol
- Tekanan uap (20°C) : 82 mbar
- Tekanan uap (45°C) : 442 mbar
- Density (20°C) : 1,6 g / cm<sup>3</sup>
- Bulk density : 780-850 kg / m<sup>3</sup>
- Penampilan : Putih, kristalin produk dengan bau amonia yang kuat. Sangat higroskopis.
- Tekanan uap : 100 mmHg (26,7 °C)
- Kelarutan dalam air (20°C) : ca. 423 g / kg

##### ➤ Sifat Kimia

- Dekomposisi : Mulai membusuk pada 35°C, di atas 60°C sepenuhnya terurai menjadi amonia dan CO<sub>2</sub>

Tabel 1.2 Ukuran partikel amonium karbamat

Ukuran partikel (mm)	Proporsi (%-wt.)
> 1.0	10-20
0.5-1.0	30-60
0.1-0.5	10-20
<0.1	3-5

#### I.4.2.2. Produk Utama

##### Urea [ $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ]

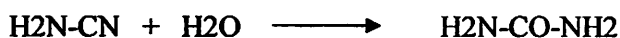
###### > Sifat Fisika

- Massa molar : 60,06 g / mol
- Penampilan : berbau putih solid,tidak mudah terbakar
- Kepadatan : 1,32 g / cm<sup>3</sup>
- Titik Leleh : 132,7°C
- Indeks Refraksi, $n_D^{20}$  : 1,484;1,602
- Specific gravity, $d_4^{20}$  : 1,335
- Bentuk kristalin : Tetragonal, prisma
- Energi bebas pembentukan (25°C) : -42,120 cal/g mol
- 70% densitas bulk larutan urea : 0,74 g/cm<sup>2</sup>
- Panas pembentukan : 60 cal/g.endotermik
- Panas larutan dalam air : 58 cal/g,endotermik
- Panas kristalisasi : 110 cal/g,eksotermik

Sumber: Perry, R., "Perry's Chemical Engineers' Handbook", 5th ed. Singapore.1999

###### > Sifat Kimia

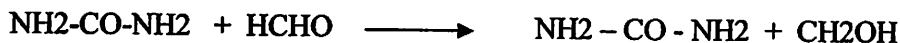
- Larut dalam air, alkohol, dan benzena
- Sedikit larut dalam eter
- Tidak larut dalam klorofom
- Terurai sebelum titik didih (Sumber: Gessner Hawley)
- Urea dibuat dari hidrolisis parsial cyanamide :



- Urea dihasilkan dari reaksi antara ammonia dengan karbon dioksida :



- Urea dapat bereaksi dengan formaldehid :



- Pemanasan ammonium sianat dapat terurai menjadi urea :



Sumber: [www.repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/19281/.../Chapter%20II.pdf](http://www.repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/19281/.../Chapter%20II.pdf)

### I.4.2.3. Produk Samping

#### Air (H<sub>2</sub>O)

##### ➤ Sifat Fisika

- Densitas dan fase : 0,998 g/cm<sup>3</sup> (cairan pada 20 °C)  
: 0,92 g/cm<sup>3</sup> (padatan)
- Kalor jenis : 4184 J/(kg·K) (cairan pada 20°C)
- Tekanan kritis (P<sub>c</sub>) : 218,4 atm
- Temperatur kritis (T<sub>c</sub>) : 374,15° C
- Densitas kritis (ρ<sub>c</sub>) : 323 kg/cm<sup>3</sup>
- Berat Molekul : 18,05
- Titik Beku (°C) : 0
- Titik Didih (°C) : 100
- Viskositas (cP) : 0,8948
- Panas pembentukan (kJ/mol) : 285,89 (18°C)
- Panas penguapan (kJ/mol) : 40,65 (100°C)
- Panas spesifik (J/g°C) : 4,179

Sumber: Perry, R., "Perry's Chemical Engineers' Handbook", 5thed. Singapore.1999



## BAB II MACAM DAN SELEKSI PROSES

Urea merupakan pupuk nitrogen yang paling sering digunakan dalam pertanian. Prinsip pembuatan urea pada umumnya yaitu dengan mereaksikan antara amonia dan karbondioksida pada tekanan dan temperatur tinggi didalam reaktor. Teknologi produksi urea telah banyak diterapkan. Dalam perancangan pabrik urea yang optimal terlebih dahulu perlu dilakukan seleksi dari proses yang ada.

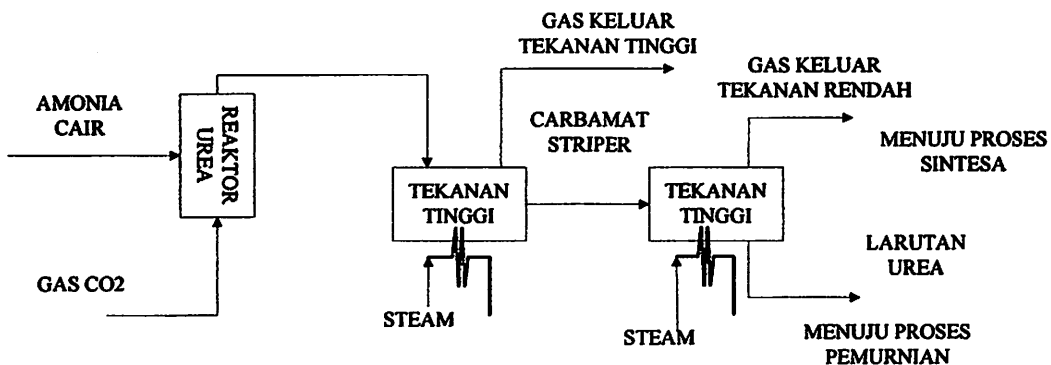
### II.1. Macam Proses

Berdasarkan ammonium karbamat yang tidak terkonversi, proses sintesis urea secara komersial dapat dibagi menjadi beberapa jenis yaitu :

#### a. *Once-through urea process*

Amonium Karbamat yang tidak terkonversi menjadi urea didekomposisi menjadi gas  $\text{NH}_3$  dan  $\text{CO}_2$  dengan cara memanaskan keluaran *urea synthesis* reaktor pada tekanan rendah. Gas  $\text{NH}_3$  dan  $\text{CO}_2$  dipisahkan dari larutan urea dan dimanfaatkan untuk memproduksi garam amonium dengan cara mengabsorpsi  $\text{NH}_3$  dengan larutan asam nitrat atau asam sulfat sebagai absorben.

Gambar 2.1 Diagram blok Once through urea process



#### b. *Solution recycle urea process*

Karbamat yang tidak terkonversi didekomposisi menjadi gas  $\text{NH}_3$  dan  $\text{CO}_2$ . Selanjutnya gas amonia dan karbondioksida tersebut diabsorpsi oleh air dan dikembalikan kedalam reaktor dalam bentuk larutan. Dalam pembuatan urea khususnya pada proses stripping ini ada 3 macam proses, yaitu:

1. Stamicarbon CO<sub>2</sub> Stripping Process
2. Snamprogetti Amonia-dan Self-Stripping Process
3. ACES Process

### II.1.1. Stamicarbon CO<sub>2</sub> Stripping Process

Untuk merealisasikan hasil urea maksimum tiap melewati reaktor pada tekanan optimal ditetapkan sebesar 140 bar, NH<sub>3</sub> : CO<sub>2</sub> dengan rasio molar 3 : 1 yang digunakan. Sebagian besar karbamat yang tidak terkonversi diuraikan di dalam stripper, di mana amonia dan karbon dioksida juga terkonversi. Proses stripping ini disebabkan oleh kontak yang berlawanan antara larutan urea dengan karbon dioksida pada tekanan sintesis. Dengan konsentrasi amonia dan karbon dioksida yang rendah dalam stripper juga dapat menghasilkan larutan urea. Hasil kondensat amonia dan gas karbon dioksida keluar dari stripper, terjadi pada tekanan sintesis dalam kondensor karbamat. Akibatnya, panas yang dibebaskan dari pembentukan amonium karbamat berada pada suhu tinggi. Panas ini digunakan untuk memproduksi steam pada 4,5-bar yang digunakan untuk pabrik urea itu sendiri.

Larutan urea yang berasal dari tahap resirkulasi konsentrasinya sekitar 75 % urea. Larutan ini terkonsentrasi di bagian evaporasi. Jika proses ini dikombinasikan dengan prilling tower untuk membentuk produk akhir, kadar akhir kelembaban urea dari penguapan bagian ini sekitar 0,25 %. Jika proses ini dikombinasikan dengan unit granulasi, kadar akhir kelembaban antara 1-5 %, tergantung pada persyaratan granulasi. Kadar kelembaban yang lebih tinggi dapat dilakukan dalam satu tahap evaporator, sedangkan kadar kelembaban rendah secara ekonomi dicapai dalam dua tahap evaporasi.

Ketika urea dengan kadar biuret yang sangat rendah diperlukan (maksimum 0,3 %), urea kristal murni diproduksi di bagian kristalisasi. Kristal ini dipisahkan dari *mother liquor* oleh kombinasi penyaring dan pemisah dilengkapi tenaga putar dan mencair dulu sebelum membentuk final produk dalam prilling tower atau unit granulasi.

Proses kondensat yang berasal dari penguapan air dari bagian evaporasi atau kristalisasi mengandung amonia dan urea. Sebelum proses ini, kondensat dibersihkan, urea dihidrolisis menjadi amonia dan karbon dioksida, yang melepas dengan uap dan kembali ke sintesis urea melalui bagian recirculation. Proses bagian kondensat treatment ini dapat menghasilkan air dengan kemurnian tinggi, dengan demikian mengubah

“wastewater” treatment ke unit produksi dari proses kondensat yang berharga, cocok untuk, misalnya, cooling tower atau boiler feed water makeup.

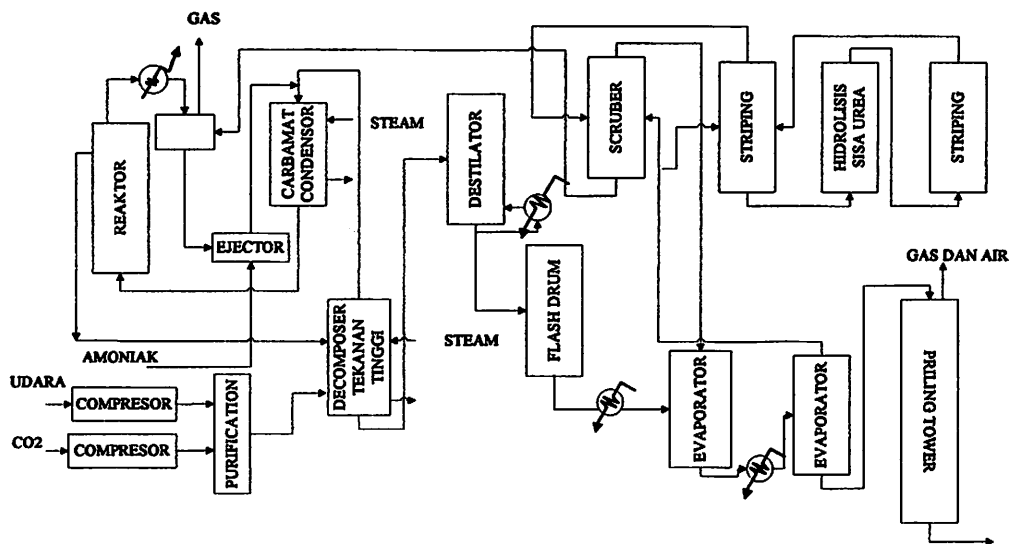
Kelebihan :

- ⇒ Penanganan operasi lebih mudah
- ⇒ Memungkinkan proses pendinginan yang relatif tinggi pada cooling-water tanpa meningkatkan konsumsi utilitas.

Kekurangan :

- ⇒ Rasio N/C adalah 3 : 1, sehingga korosi lebih cepat terjadi.
- ⇒ Material alat yang digunakan harus bagus sehingga membutuhkan biaya lebih banyak.

Gambar 2.2 Diagram blok Stamicarbon CO<sub>2</sub> Stripping Process



### II.1.2. Snamprogetti Amonia-dan Self-Stripping Process

Dalam reaktor, yang dioperasikan pada 150 bar, NH<sub>3</sub> : CO<sub>2</sub> dengan rasio 3,5 yang digunakan. Setelah stripping mencapai termal, suhu yang relatif tinggi (200-210°C) yang diperlukan untuk memperoleh efisiensi stripping yang murah.

Off-gas dari stripper terkondensat dalam boiler jenis ketel. Di sisi tabung kondensor ini off-gas terserap ke dalam cairan recycle karbamat dari seksi recovery bertekanan medium. Penyerapan panas akan dihilangkan melalui tabung, yang

didinginkan dengan produksi steam bertekanan rendah pada sisi *shell*. Steam yang dihasilkan digunakan secara efektif di belakang proses akhir.

Dalam bagian dekomposisi dan resirkulasi bertekanan medium, biasanya dioperasikan pada tekanan 18 bar, larutan urea dari stripper bertekanan tinggi terkena dekomposisi karbamat dan penguapan amonia. Amonia cair refluks digunakan pada bagian atas rectifier ini; dalam cara ini, *top product* yang terdiri dari gas amonia murni, dan *bottom product* diperoleh cairan ammonium karbamat. Gas terlarut berupa amonia murni terkondensasi dan di-recycle ke bagian sintesis urea. Untuk mencegah solidifikasi ammonium karbamat di rectifier, air ditambahkan ke bagian bawah kolom untuk mencairkan amonium karbamat di bawah titik kristalisasi. Campuran cairan ammonium karbamat – air juga di-recycle ke bagian sintesis. Pembersihan gas amonia di kondensor dilakukan dalam scrubber sebelum dibersihkan ke atmosfer.

Larutan urea dari dekomposer bertekanan medium dialirkan ke dekomposer bertekanan rendah tahap kedua. Di sini, dekomposisi lebih lanjut untuk ammonium karbamat telah tercapai, sehingga secara substansial diperoleh larutan urea bebas cairan karbamat. Gas terlarut dari dekomposer bertekanan rendah ini terkondensasi dan di-recycle sebagai larutan cair ammonium karbamat ke bagian sintesis melalui seksi recovery bertekanan medium.

Konsentrasi campuran urea - air yang diperoleh dari dekomposer tekanan rendah dilakukan dalam satu atau dua evaporator, tergantung pada persyaratan dari bagian finishing. Biasanya, prilling dipilih sebagai prosedur bentuk akhir, evaporator dua-tahap diperlukan, sedangkan dalam kasus fluidized-bed Granulator cukup satu langkah penguapan yang diperlukan untuk mencapai kadar air dari urea yang terlarut. Proses kondensat diperoleh dari bagian penguapan mengalami operasi desorption - hidrolisis untuk memperoleh kembali urea dan amonia yang terkandung dalam proses kondensat.

Kelebihan :

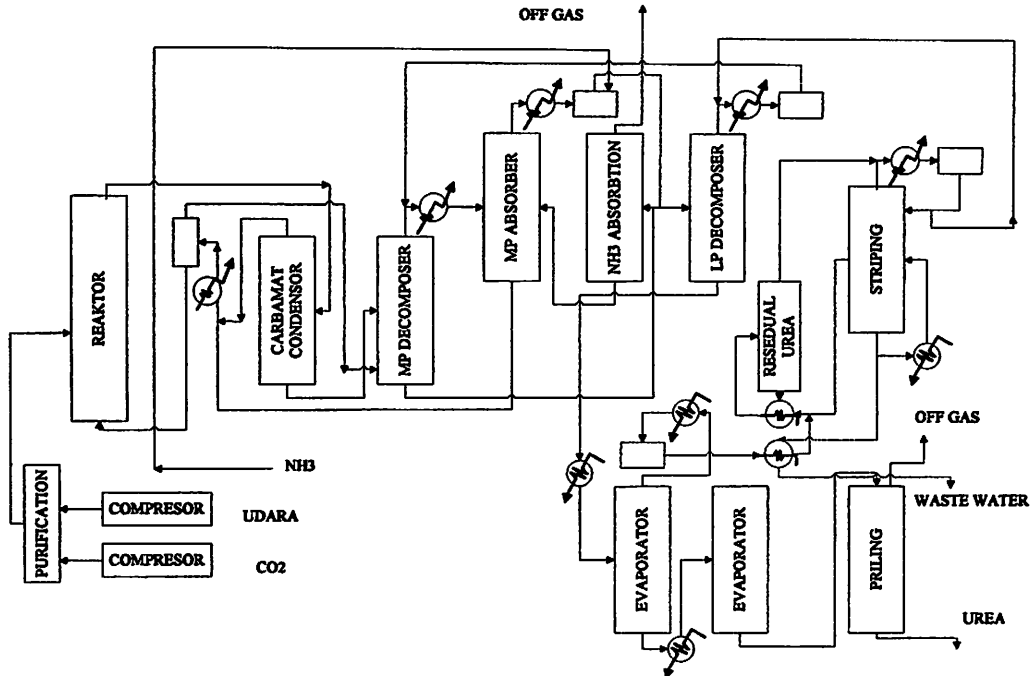
- ⇒ Proses memiliki semua keuntungan dari sebuah proses stripping.
- ⇒ Konsumsi utilitas relatif rendah, sebagian besar katup kontrol kritis yang biasanya digunakan dalam pabrik konvensional dihapuskan.

Kekurangan :

- ⇒ Sistem recovery amonia bertekanan rendah menggunakan lebih banyak tahap operasi daripada proses Stamicarbon.

- ⇒ Limbah reaktor berupa amonia yang tidak terkonversi relatif tinggi karena rasio yang cukup tinggi.

Gambar 2.3 Diagram blok Snamprogetti Amonia-dan Self-Stripping Process



### II.1.3. ACES Process

Reaktor dioperasikan pada  $190^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 173 atm. Perbandingan  $\text{NH}_3 : \text{CO}_2$  molar rasio feed 4: 1. Amonia cair diumpankan langsung ke reaktor, sedangkan gas karbon dioksida dikompresi dahulu kemudian dimasukkan di bagian bawah stripper. Larutan sintesis dari reaktor yang terdiri dari amoniak liquid berlebih, urea, ammonium karbamat dan air dimasukkan ke stripper. Sedangkan untuk gas amonia berlebih dan  $\text{CO}_2$  yang tidak bereaksi menjadi urea keluar dari reaktor bagian atas kemudian masuk ke dalam scrubber. Campuran gas  $\text{CO}_2$  dari bagian atas stripper dimasukkan ke kondensor karbamat kedua. Panas yang dibebaskan dalam kondensor karbamat 1 bertekanan tinggi digunakan untuk menghasilkan uap tekanan rendah di karbamat kondensor 2 untuk memanaskan larutan urea dari stripper setelah tekanan berkurang menjadi sekitar 17,3 atm di shellside kondensor karbamat kedua. Gas  $\text{CO}_2$  yang terlarut

dalam amonium karbamat keluar dari kondensor karbamat 1 direcycle ke reaktor. Larutan sintesis dari stripper dimurnikan lebih lanjut di dekomposer tekanan medium dan rendah, masing-masing beroperasi pada 17,3 dan 2,5 atm. Amoniak dan karbon dioksida terdekomposisi kemudian diserap kembali oleh amonium karbamat di absorber bertekanan rendah dan medium. Dalam bagian akhir konsentrasi, larutan urea yang dipekatkan hingga 99,7%. Uap air yang terbentuk di akhir bagian terkondensasi di surface kondensor membentuk kondensat. Bagian dari kondensat ini digunakan sebagai penyerap dalam bagian recovery, sedangkan sisanya dimurnikan dalam proses kondensat stripper. Larutan urea pekat dengan konsentrasi 99,7% diproses melalui prilling tower untuk di-*spray* menjadi butiran-butiran urea (prill).

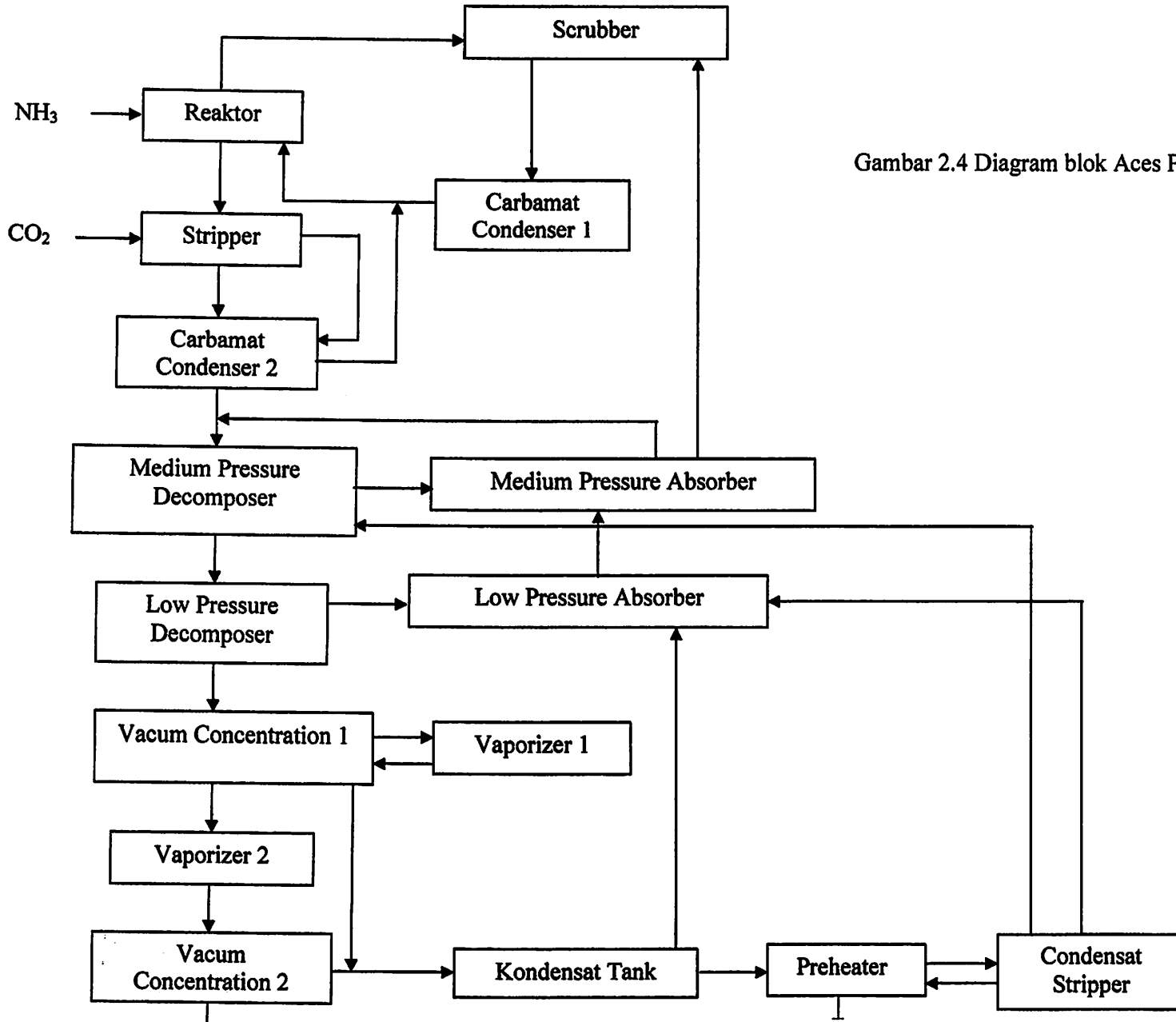
**Kelebihan :**

- ⇒ Konsumsi utilitas relatif rendah.
- ⇒ Proses ini dapat dikombinasikan dengan bagian kristalisasi untuk mendapatkan urea dengan kandungan biuret sangat rendah.
- ⇒ Konsentrasi akhir urea sebelum memasuki unit prilling sebesar 99,7%
- ⇒ Kondensat hasil tahap akhir dimurnikan dalam *process water treatment* yang dapat dimanfaatkan sebagai BFW
- ⇒ Merupakan proses total recycle.
- ⇒ Rasio N/C adalah 4 : 1.

**Kekurangan :**

- ⇒ Modal awal tinggi





Gambar 2.4 Diagram blok Aces Process

## II.2. Seleksi Proses

Dalam skripsi ini, adapun proses yang dipilih dalam pembuatan pupuk urea ini adalah dengan menggunakan proses ACES dengan pertimbangan sebagai berikut :

Kelebihan proses ACES :

- ⇒ Konsumsi utilitas relatif rendah
- ⇒ Proses ini dapat dikombinasikan dengan bagian kristalisasi untuk mendapatkan urea dengan kandungan biuret sangat rendah
- ⇒ Konsentrasi akhir urea sebelum memasuki unit prilling sebesar 99,7%
- ⇒ Kondensat hasil tahap akhir dimurnikan dalam *process water treatment* yang dapat dimanfaatkan sebagai BFW
- ⇒ Merupakan proses total recycle.
- ⇒ Rasio N/C adalah 4 : 1.

Kekurangan proses ACES :

- ⇒ Modal awal tinggi

Tabel 2.1 Tabel perbandingan setiap proses urea

Parameter	Macam Proses			
	Once through process	Solution recycle process		
		Stamicarbon CO <sub>2</sub> Stripping process	Snamprogetti Amonia & Self Stripping Process	ACES Process
-Segi Teknis				
<i>Process</i>				
-Bahan baku	NH <sub>3</sub> dan CO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub> dan CO <sub>2</sub> Rasio N/C = 3:1	NH <sub>3</sub> dan CO <sub>2</sub> Rasio N/C = 3,5:1	NH <sub>3</sub> dan CO <sub>2</sub> Rasio N/C = 4:1
-Sifat korosif		Lebih cepat		
-Kemurnian		75%		99,7%
<i>Kondisi operasi</i>				

-Tekanan		140 bar	150 bar	173 atm
-Suhu			200°C	190°C
-Utilitas	≠ dimanfaat kan	≠ dimanfaatkan	≠ dimanfaatkan	Dimanfaatkan
<i>Polusi terhadap Lingkungan</i>	Tinggi			Rendah
<i>-Segi Ekonomi</i>				
-Biaya operasi	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Rendah

### II.3. Uraian Proses Terpilih

#### II.3.1. Deskripsi Proses Terpilih

##### Seksi sintesis

Amoniak liquid dengan kondisi tekanan 12 atm dan temperatur 30°C (F-111) di pompa (L-112) menuju amoniak preheater (E-113) untuk dipanaskan terlebih dahulu hingga suhu 170°C kemudian diumpankan ke dalam reaktor (R-110).

CO<sub>2</sub> pada tekanan 120 atm dan temperatur 110°C (F-117) dimasukkan ke pabrik urea ditekan ke 173 atm dengan CO<sub>2</sub> kompresor (G-118). Gas CO<sub>2</sub> dimasukkan ke bagian bawah CO<sub>2</sub> *stripper* (D-116) untuk tujuan *stripping*.

Reaktor (R-110) dioperasikan pada 173 atm dan temperatur 190°C dengan pada molar ratio mol NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub> 4:1. Dalam seksi sintesis terjadi reaksi antara amoniak dengan CO<sub>2</sub> membentuk amonium karbamat atau biasa disebut karbamat dengan reaksi yang endothermis kemudian diikuti dengan reaksi dehidrasi karbamat menjadi urea yang eksothermis. Reaksi pembentukan karbamat sebagian besar di karbamat kondensor (D-119) dan sebagian kecil di reaktor (R-110). Sedangkan reaksi dehidrasi karbamat terjadi di reaktor.

Reaksi pembentukan karbamat:



Reaksi dehidrasi karbamat:



Konversi amonium karbamat menjadi urea berlangsung hanya dalam fase cairan, jadi diperlukan tekanan tinggi. Di bagian atas stripper (D-116), larutan urea sintesis dari reaktor (R-110) kontak dengan gas CO<sub>2</sub> dari kompressor (G-118). Di bagian bawah stripper (D-116), amonium karbamat dan amoniak berlebih yang terkandung dalam larutan urea *synthesis* diuraikan dan dipisahkan dengan *steam saturated*.

Kondisi operasi *stripper* (D-116) adalah tekanan 173 atm dan temperatur 178°C. Gas di bagian atas *stripper* (D-116) dikirim ke karbamat kondenser 2 (D-119). Dalam karbamat kondenser 2 (D-119), gas dari *stripper* dicampur dengan larutan karbamat *recycle*. Karbamat kondenser 2 (D-119) dioperasikan pada tekanan 173 atm dan temperatur 173°C. Gas dan larutan dari *bottom carbamat condenser* 1 (D-114) dan karbamat kondenser 2 (D-119) dimasukkan ke *bottom* reaktor (R-110).

Gas pada *top* reaktor (R-110), mengandung sedikit amoniak dan CO<sub>2</sub> yang dikirim ke *scrubber* (D-115) yang beroperasi pada tekanan 173 atm dan temperatur 173°C untuk *direcovery*.

### **Seksi Purifikasi**

Amonium karbamat dalam larutan sintesis di *MP decomposer* (D-120) dan *LP decomposer* (D-121). Tekanan larutan urea sintesis diturunkan dari 173 atm ke 17,3 atm, kemudian dipanaskan ke 155 °C dalam karbamat kondensator 2 (D-119) sebelum dimasukkan ke *MP decomposer* (D-120) bagian atas.

Gas dari *MP decomposer* (D-120) masuk ke MP absorber (D-150). Larutan pada *bottom MP decomposer* (D-120) mengalir ke bagian atas *LP decomposer* (D-121). Kondisi operasi *LP decomposer* (D-121) pada tekanan ke 2,5 atm dan 120°C. Gas yang dipisahkan dalam *LP decomposer* (D-121) dikirim ke LP absorber (D-152).

### **Seksi konsentrasi**

Larutan urea dari seksi purifikasi pertama-tama dimasukkan ke bagian bawah *vacuum concentrator* 1 (H-130) yang dioperasikan pada tekanan 0,5 atm dan pada temperatur 110°C untuk memekatkan ke konsentrasi 94,21 % berat urea.

Kemudian larutan urea 94,21 % berat meninggalkan bagian bawah *vacuum concentraor* 1 (H-130) tersebut dipanaskan ke 130°C dalam vaporizer 1 (V-132). Kemudian dimasukkan ke bagian atas *vacuum concentrator* 2 (H-135) larutan urea dipekatkan dengan tekanan 0,3 atm. Setelah larutan dipekatkan ke 99,72 % berat urea, larutan tersebut dipompa ke *prilling tower* (D-140).

### **Seksi pembutiran**

Molten urea dengan konsentrasi 99,72 % berat urea dari seksi konsentrasi *dispray*, didinginkan dan dipadatkan untuk menghasilkan produk urea prill dalam *prilling tower* (D-140). Molten urea pada konsentrasi 99,72 % berat dalam *prilling tower* (D-140) *dispray* melalui distributor tipe "*acoustic granular*". Saat turun dalam tower, butiran urea kontak dengan udara. Udara panas dari *prilling tower* (D-140) mengandung debu urea *ditreatment* pada sistem *dust recovery* yang berada di *top tower*. *Spray nozzle* dan *packed bed* dipasang untuk *scrubbing* udara. Kemudian udara dibuang ke atmosfer dengan *induced fan* untuk *prilling tower* setelah butiran air dari seksi *scrubbing* dikurangi. Produk urea prill dikirim ke *belt conveyor* (J-144) untuk *packaging*.

### **Seksi pemulihan (recovery)**

Gas dari LP *decomposer* (D-121) dikondensasikan dan diserap dalam LP absorber (D-152). Larutan *recycle* dari LP absorber (D-152) dipompa dengan LP absorber pump (L-153) ke MP *absorber* (D-150) kemudian diteruskan ke karbamat kondenser 2 (D-119) dan scrubber (D-115). Semua gas dari MP *decomposer* (D-120) diserap ke dalam larutan *recycle* karbamat di MP absorber (D-150).

### **Seksi Process Condensate Treatment**

Sebagian proses kondensat dikumpulkan dan disimpan dalam kondensat *tank* (F-162), dikirim ke LP absorber (D-152) sebagai *make up absorbent* dan sisanya dikirim ke proses kondensat *stripper* (D-160). Gas dari bagian atas kondensat *stripper* (D-160) dikirim ke LP *decomposer* (D-121) untuk *recovery* NH<sub>3</sub> dan CO<sub>2</sub>. Keluaran dari bottom kondensat *stripper* (D-160) adalah produk samping yaitu air yang kemudian dikirim ke bagian utilitas untuk kebutuhan utilitas pabrik urea sendiri.

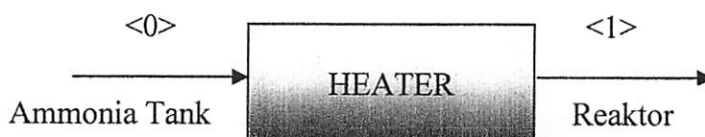
## BAB III

### NERACA MASSA

Pabrik : Pupuk Urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ )  
 Waktu Operasi : 330 Hari/Tahun  
                   : 24 Jam/Hari  
 Kapasitas Produksi : 300.000 Ton/Tahun  
                           :  $\frac{300.000 \text{ Ton}}{\text{Tahun}} \times \frac{1.000 \text{ Kg}}{\text{Ton}} \times \frac{1 \text{ Tahun}}{330 \text{ Hari}} \times \frac{1 \text{ Hari}}{24 \text{ Jam}}$   
                           : 37.878,8 Kg/Jam  
 Basis Perhitungan :  $\text{NH}_3 \text{ (l)} : 21465 \text{ Kg/Jam}$   
                           :  $\text{CO}_2 \text{ (g)} : 27778 \text{ Kg/Jam}$   
 Satuan Operasi : Kg/Jam

#### 1. Ammonia Preheater (E-113)

Fungsi : Memanaskan ammonia sebelum masuk ke reaktor

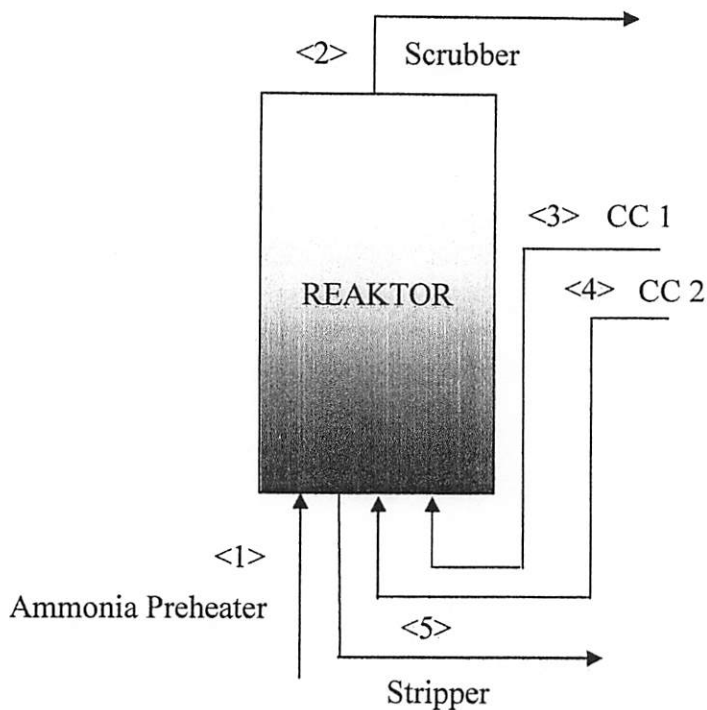


**Neraca Massa Ammonia Preheater**

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (Kg/Jam)	Komponen	Massa (Kg/Jam)
<b>Aliran (0)</b>		<b>Aliran (1)</b>	
$\text{NH}_3 \text{ (l)}$	21465.0	$\text{NH}_3 \text{ (l)}$	21465.0
<b>Total</b>	<b>21465.0</b>	<b>Total</b>	<b>21465.0</b>

2. Reaktor (R-110)

Fungsi : Mereaksikan antara amoniak dengan CO<sub>2</sub> membentuk amonium karbamat kemudian diikuti dengan reaksi dehidrasi karbamat menjadi urea

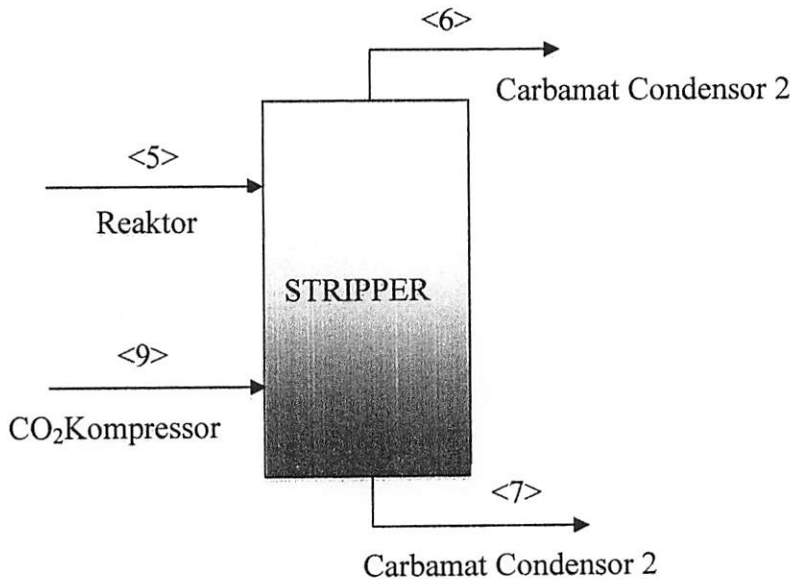


Neraca Massa Reaktor

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (Kg/Jam)	Komponen	Massa(Kg/Jam)
<b>Aliran (1)</b>		<b>Aliran (5)</b>	
NH <sub>3</sub> (l)	21465.0	NH <sub>3</sub> (l)	32549.3
<b>Aliran (3) dan (4)</b>		Karbamat <sub>(l)</sub>	20261.6
NH <sub>3</sub> (l)	17371.0	Urea (l)	37878.8
CO <sub>2</sub> (g)	9709.0	H <sub>2</sub> O (l)	11363.7
Karbamat <sub>(l)</sub>	55735.0	<b>Aliran (2)</b>	
		NH <sub>3</sub> (g)	284.8
		CO <sub>2</sub> (g)	1941.8
<b>Total</b>	<b>104280.0</b>	<b>Total</b>	<b>104280.0</b>

### 3. Stripper (D-116)

Fungsi: Memisahkan ammonia dan amonium karbamat dari hasil sintesa urea dengan mengontakkan gas CO<sub>2</sub>.



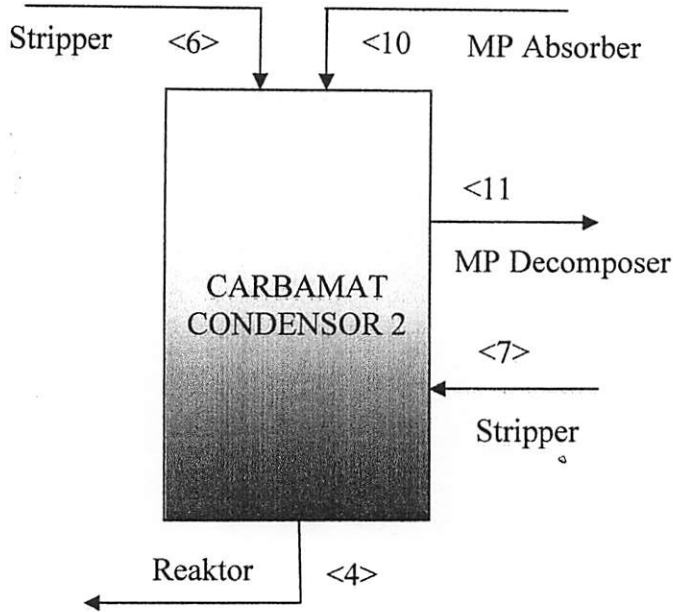
**Neraca Massa Stripper**

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (Kg/Jam)	Komponen	Massa(Kg/Jam)
<b>Aliran (5)</b>		<b>Aliran (7)</b>	
NH <sub>3</sub> (l)	32549.3	NH <sub>3</sub> (l)	9677.2
Karbamat(l)	20261.6	Karbamat(l)	17694.8
Urea (l)	37878.8	Urea (l)	37878.8
H <sub>2</sub> O (l)	11363.7	H <sub>2</sub> O (l)	11363.7
<b>Aliran (9)</b>		<b>Aliran (6)</b>	
CO <sub>2</sub> (g)	27778.0	NH <sub>3</sub> (g)	23991.0
		CO <sub>2</sub> (g)	29225.9
<b>Total</b>	<b>129831.4</b>	<b>Total</b>	<b>129831.4</b>



4. Carbamat Condensor 2 (D-119)

Fungsi : Mereaksikan ammonia dengan CO<sub>2</sub> menjadi ammonium karbamat

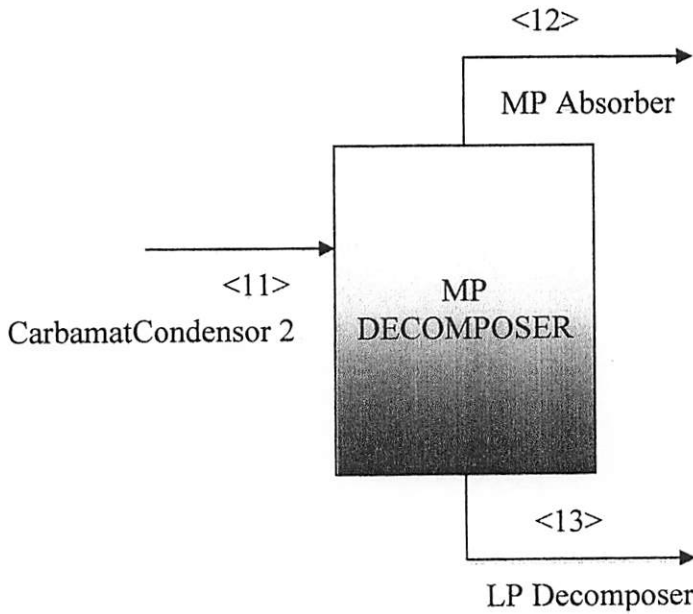


Neraca Massa Carbamat Condensor 2

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (Kg/Jam)	Komponen	Massa(Kg/Jam)
<b>Aliran (7)</b>		<b>Aliran (11)</b>	
NH <sub>3</sub> (l)	9677.2	NH <sub>3</sub> (l)	15863.0
Karbamat(l)	17694.8	Karbamat(l)	32924.5
Urea (l)	37878.8	Urea (l)	37878.8
H <sub>2</sub> O (l)	11363.7	H <sub>2</sub> O (l)	11363.7
<b>Aliran (6)</b>		<b>Aliran (4)</b>	
NH <sub>3</sub> (g)	23991.0	NH <sub>3</sub> (g)	8182.4
CO <sub>2</sub> (g)	29225.9	CO <sub>2</sub> (g)	8767.8
<b>Aliran (10)</b>		Karbamat(l)	36266.7
NH <sub>3</sub> (l)	6185.8		
Karbamat(l)	15229.7		
<b>Total</b>	<b>151246.9</b>	<b>Total</b>	<b>151246.9</b>

5. MP Decomposer (D-120)

Fungsi : Menguraikan larutan ammonium karbamat dan kelebihan amoniak dalam larutan sintesis urea yang berasal dari  $CC_2$  dan memisahkannya dengan cara penurunan tekanan.

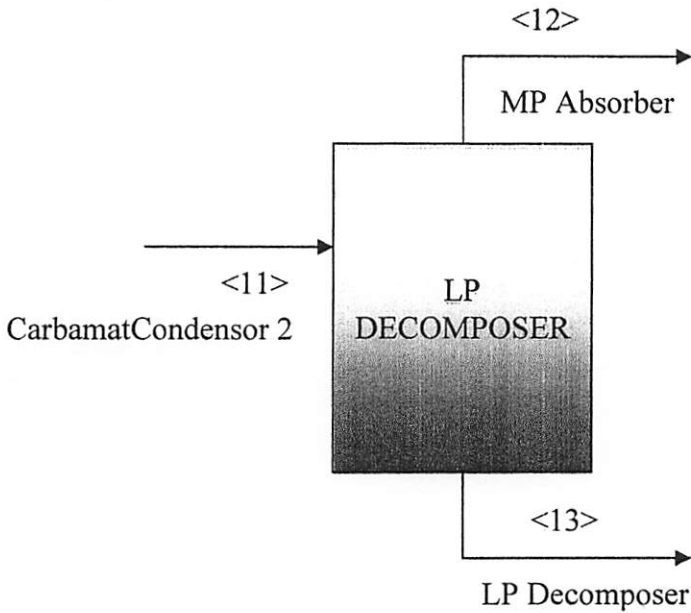


Neraca Massa MP Decomposer

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (Kg/Jam)	Komponen	Massa (Kg/Jam)
<b>Aliran (11)</b>		<b>Aliran (13)</b>	
$NH_3$ (l)	15863.0	$NH_3$ (l)	2483.9
Karbamat(l)	32924.5	Karbamat(l)	12209.3
Urea (l)	37878.8	Urea (l)	37878.8
$H_2O$ (l)	11363.7	$H_2O$ (l)	11363.7
		<b>Aliran (12)</b>	
		$NH_3$ (g)	22408.8
		$CO_2$ (g)	11685.5
<b>Total</b>	<b>98030.0</b>	<b>Total</b>	<b>98030.0</b>

**6. LP Decomposer(D-121)**

Fungsi : Menguraikan larutan ammonium karbamat dan kelebihan amoniak dalam larutan sintesis urea yang berasal dari MP Decomposer dan memisahkannya dengan cara penurunan tekanan.

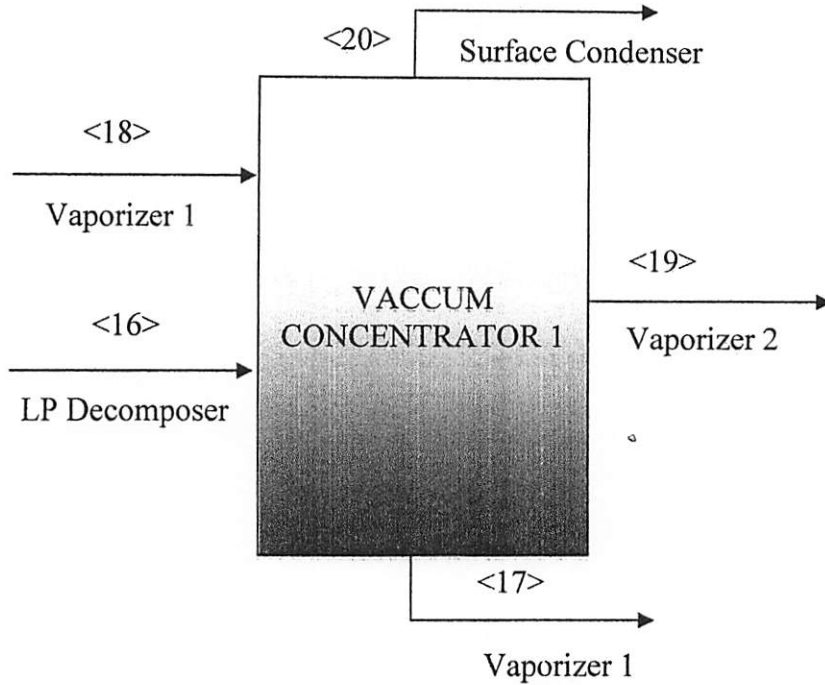


**Neraca Massa LP Decomposer**

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (Kg/Jam)	Komponen	Massa (Kg/Jam)
<b>Aliran (13)</b>		<b>Aliran (16)</b>	
NH <sub>3</sub> (l)	2483.9	NH <sub>3</sub> (l)	57.2
Karbamat(l)	12209.3	Urea (l)	37878.8
Urea (l)	37878.8	H <sub>2</sub> O (l)	11978.5
H <sub>2</sub> O (l)	11363.7	<b>Aliran (14)</b>	
<b>Aliran (15)</b>		NH <sub>3</sub> (g)	7748.6
H <sub>2</sub> O (g)	614.8	CO <sub>2</sub> (g)	6887.3
<b>Total</b>	<b>64550.5</b>	<b>Total</b>	<b>64550.5</b>

### 7. Vaccum Concentrator 1 (H-130)

Fungsi : Memekatkan konsentrasi urea hingga mencapai 94,21% berat urea.

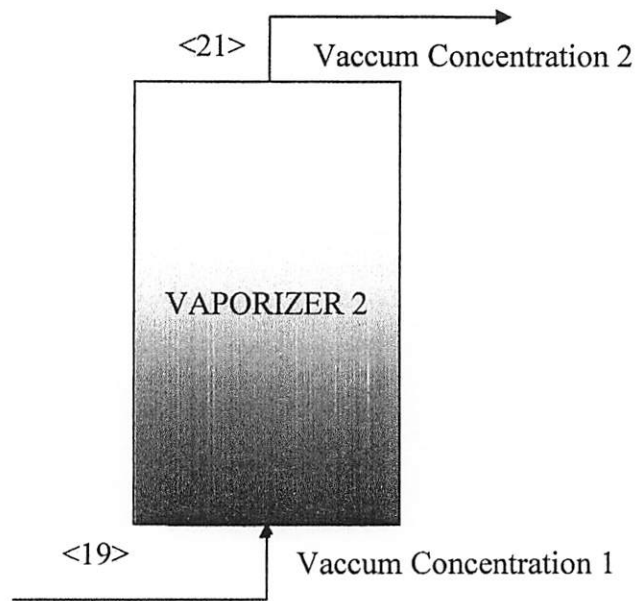


**Neraca Massa Vaccum Concentrator 1**

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (Kg/Jam)	Komponen	Massa (Kg/Jam)
<b>Aliran (16)</b>		<b>Aliran (17)</b>	
NH <sub>3</sub> (l)	57.2	NH <sub>3</sub> (l)	57.2
Urea (l)	37878.8	Urea (l)	37878.8
H <sub>2</sub> O (l)	11978.5	H <sub>2</sub> O (l)	11978.5
<b>Aliran (18)</b>		<b>Aliran (19)</b>	
NH <sub>3</sub> (g)	57.2	NH <sub>3</sub> (l)	3.9
Urea (l)	37878.8	Urea (l)	37878.8
H <sub>2</sub> O (g)	11978.5	H <sub>2</sub> O (l)	2322.0
		<b>Aliran (20)</b>	
		NH <sub>3</sub> (g)	53.3
		H <sub>2</sub> O (g)	9656.5
<b>Total</b>	<b>99829.1</b>	<b>Total</b>	<b>99829.1</b>

### 8. Vaporizer 2 (V-134)

Fungsi : Menguapkan ammonia dan H<sub>2</sub>O dalam larutan urea sintesis yang berasal dari vaccum concentrator 1

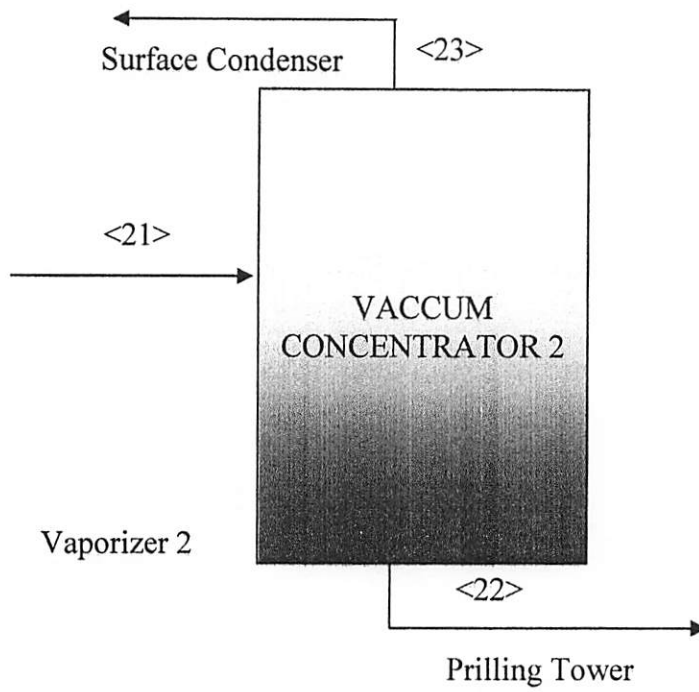


**Neraca Massa Vaporizer2**

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (Kg/Jam)	Komponen	Massa (Kg/Jam)
<b>Aliran (19)</b>		<b>Aliran (21)</b>	
NH <sub>3</sub> (l)	3.9	NH <sub>3</sub> (g)	3.9
Urea (l)	37878.8	Urea (l)	37878.8
H <sub>2</sub> O (l)	2322.0	H <sub>2</sub> O (g)	2322.0
<b>Total</b>	<b>40204.8</b>	<b>Total</b>	<b>40204.8</b>

### 9. Vaccum Concentrator 2 (H-135)

Fungsi : Memekatkan larutan urea hingga 99,72% berat urea

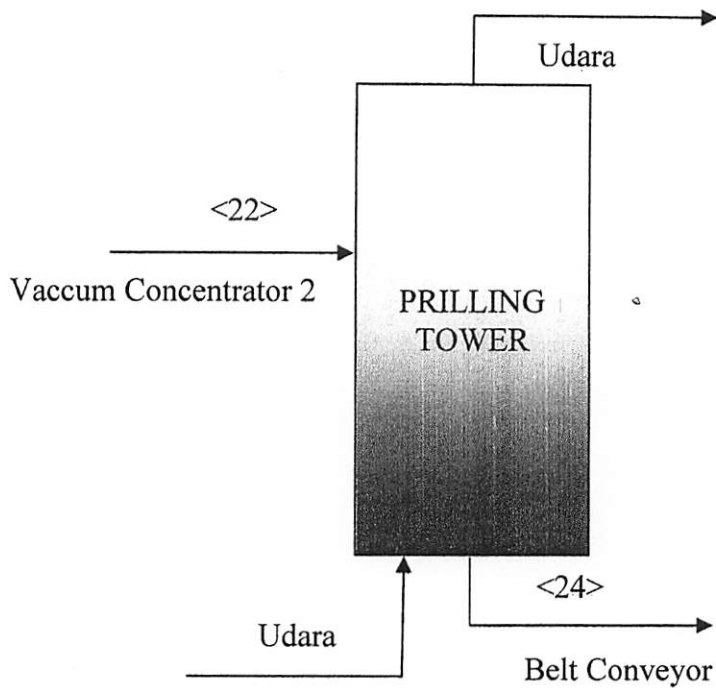


**Neraca Massa Vaccum Concentrator 2**

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa(Kg/Jam)	Komponen	Massa(Kg/Jam)
<b>Aliran (21)</b>		<b>Aliran (22)</b>	
NH <sub>3</sub> (g)	3.9	Urea (l)	37878.8
Urea (g)	37878.8	H <sub>2</sub> O (l)	104.5
H <sub>2</sub> O (g)	2322.0	<b>Aliran (23)</b>	
		NH <sub>3</sub> (g)	3.9
		H <sub>2</sub> O (g)	2217.5
<b>Total</b>	<b>40204.8</b>	<b>Total</b>	<b>40204.8</b>

### 10. Prilling Tower (D-140)

Fungsi : Menghasilkan produk urea prill dengan cara mengontakkan udara panas yang berasal dari Vacuum Concentrator 2

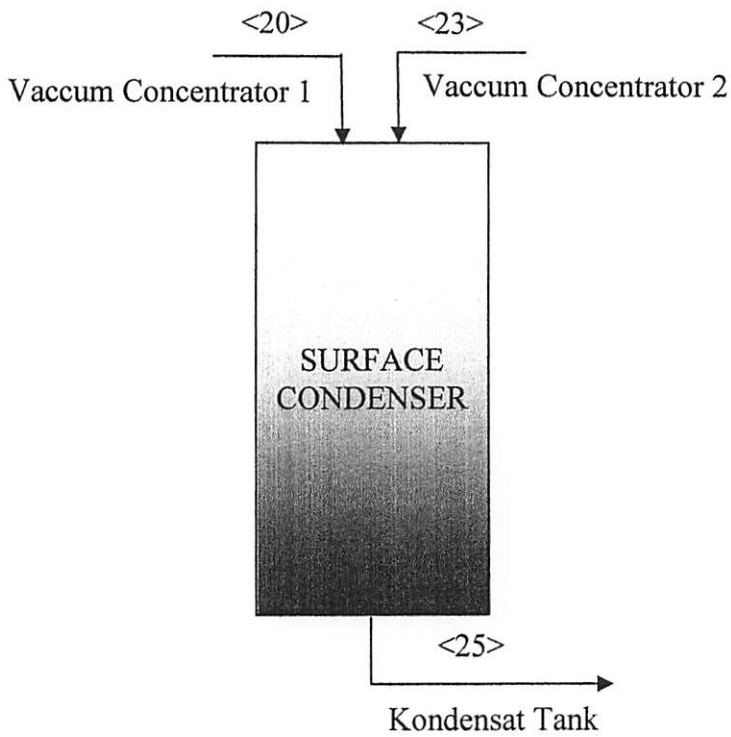


**Neraca massa Prilling Tower**

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa(Kg/Jam)	Komponen	Massa(Kg/Jam)
Aliran (22)		Aliran (24)	
Urea (l)	37878.8	Urea (s)	37878.8
H <sub>2</sub> O (l)	104.5	H <sub>2</sub> O (g)	104.5
Udara(g)	68.7	Udara(g)	68.7
<b>Total</b>	<b>38052.0</b>	<b>Total</b>	<b>38052.0</b>

**11. Surface Condenser (E-162)**

Fungsi : Mengkondensasi ammonia dan H<sub>2</sub>O yang berasal dari Vaccum Concentrator 1 dan Vaccum Concentrator 2



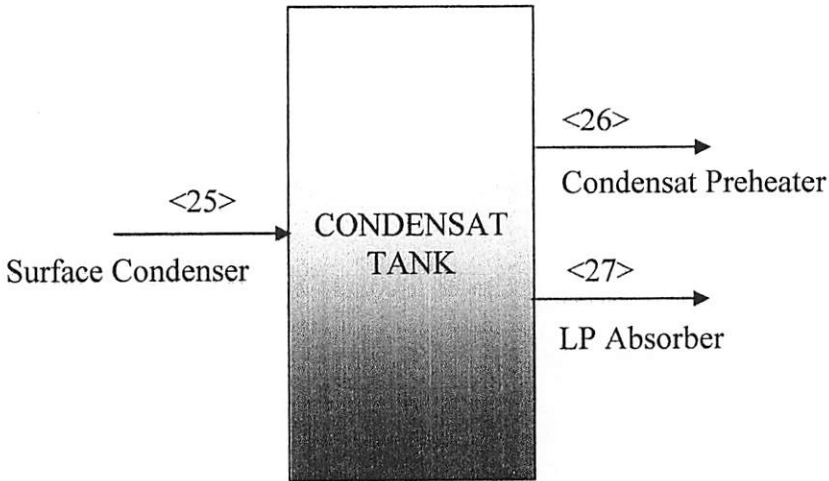
**Neracamassa Surface Condenser**

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (Kg/Jam)	Komponen	Massa(Kg/Jam)
<b>Aliran (20)</b>		<b>Aliran (25)</b>	
NH <sub>3</sub> (g)	53.3	NH <sub>3</sub> (l)	57.2
H <sub>2</sub> O (g)	9656.5	H <sub>2</sub> O (l)	11874.0
<b>Aliran (23)</b>			
NH <sub>3</sub> (g)	3.9		
H <sub>2</sub> O (g)	2217.5		
<b>Total</b>	<b>11931.2</b>	<b>Total</b>	<b>11931.2</b>



**12. Condensat Tank (F-163)**

Fungsi : Tangki penyimpanan hasil kondensat yang nantinya ammonia akan dikirim ke LP Absorber dan H<sub>2</sub>O akan dikirim ke kondensat preheater

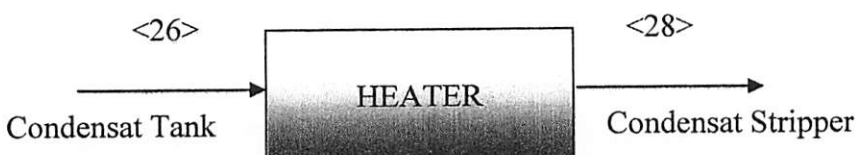


**NeracamassaCondensat Tank**

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (Kg/Jam)	Komponen	Massa(Kg/Jam)
<b>Aliran (25)</b>		<b>Aliran (26)</b>	
NH <sub>3</sub> (l)	57.2	H <sub>2</sub> O (l)	11874.0
H <sub>2</sub> O (l)	11874.0	<b>Aliran (27)</b>	
		NH <sub>3</sub> (l)	57.2
<b>Total</b>	<b>11931.2</b>	<b>Total</b>	<b>11931.2</b>

**13. Condensat Prehaeter (E-165)**

Fungsi : Memanaskan H<sub>2</sub>O yang akan digunakan sebagai feed dalam Condenser Stripper

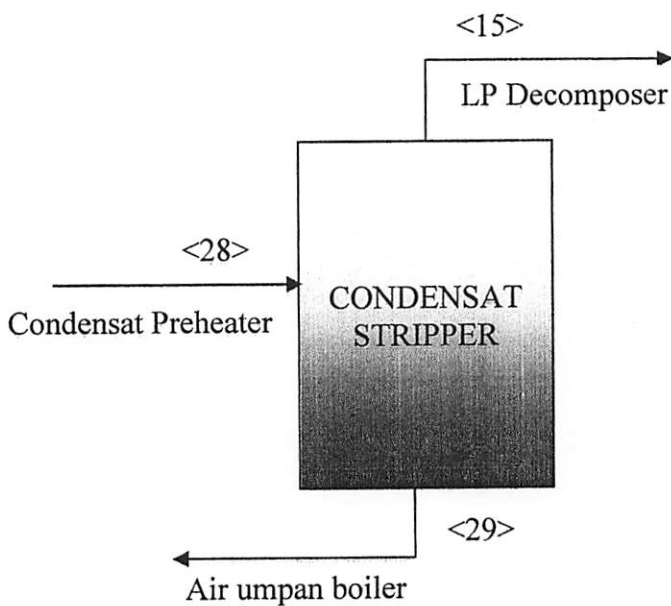


## Neraca massa Condensat Preheater

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (Kg/Jam)	Komponen	Massa(Kg/Jam)
Aliran (26)		Aliran (28)	
H <sub>2</sub> O <sub>(l)</sub>	11874.0	H <sub>2</sub> O <sub>(l)</sub>	11874.0
<b>Total</b>	<b>11874.0</b>	<b>Total</b>	<b>11874.0</b>

## 14. Condensat Stripper (D-160)

Fungsi : Menguapkan H<sub>2</sub>O dan gasnya akan masuk kedalam LP Decomposer



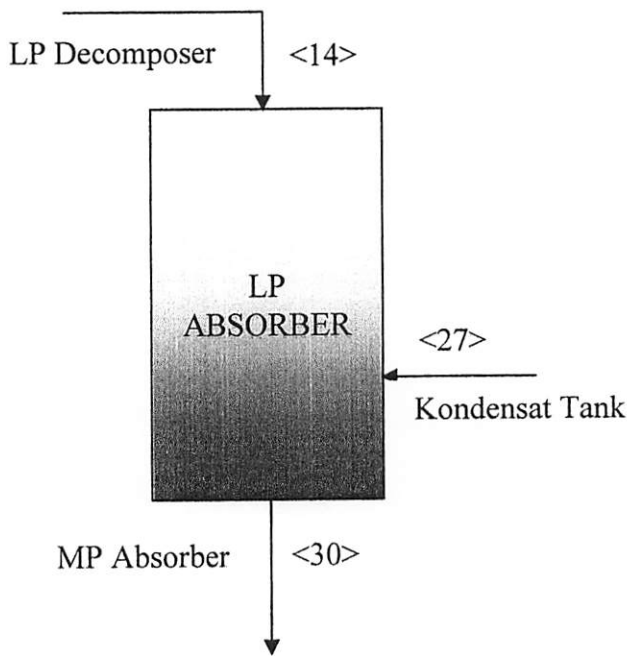
## Neraca massa Condensat Stripper

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (Kg/Jam)	Komponen	Massa(Kg/Jam)
Aliran (28)		Aliran (15)	
H <sub>2</sub> O <sub>(l)</sub>	11874.0	H <sub>2</sub> O <sub>(g)</sub>	614.8

		<b>Aliran (29)</b>	
		H <sub>2</sub> O (l)	11259.2
<b>Total</b>	<b>11874.0</b>	<b>Total</b>	<b>11874.0</b>

**15. LP Absorber (D-152)**

Fungsi : Penyerapan gas yang berasal dari LP Decomposer yang akan diteruskan ke MP Absorber

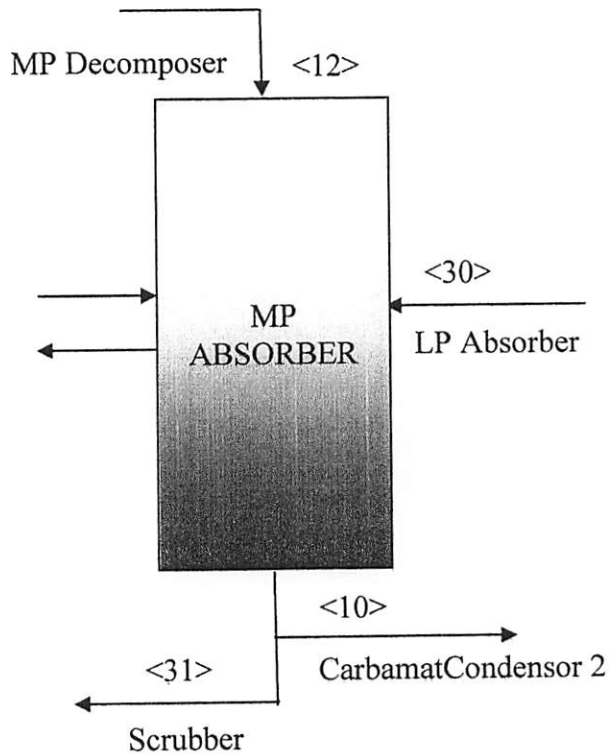


**Neracamassa LP Absorber**

<b>Masuk</b>		<b>Keluar</b>	
<b>Komponen</b>	<b>Massa (Kg/Jam)</b>	<b>Komponen</b>	<b>Massa(Kg/Jam)</b>
<b>Aliran (14)</b>		<b>Aliran (30)</b>	
CO <sub>2</sub> (g)	6887.3	NH <sub>3</sub> (l)	2483.9
NH <sub>3</sub> (g)	7748.6	Karbamat(l)	12209.3
<b>Aliran (27)</b>			
NH <sub>3</sub> (l)	57.2		
<b>Total</b>	<b>14693.2</b>	<b>Total</b>	<b>14693.2</b>

### 16. MP Absorber (D-150)

Fungsi : Penyerapan gas yang berasal dari MP Decomposer untuk diteruskan ke Carbamat Condenser 2 dan Scrubber

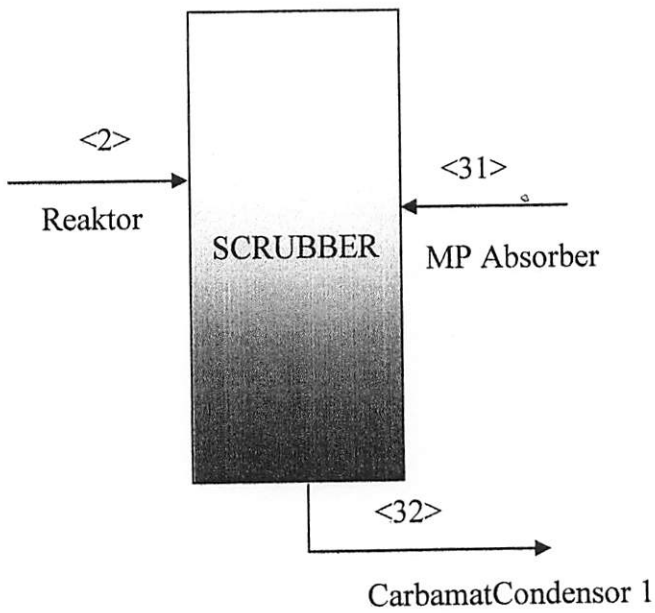


Neraca massa MP Absorber

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (Kg/Jam)	Komponen	Massa(Kg/Jam)
<b>Aliran (12)</b>		<b>Aliran (10)</b>	
NH <sub>3</sub> (g)	22408.8	NH <sub>3</sub> (l)	6185.8
CO <sub>2</sub> (g)	11685.5	Karbamat <sub>(l)</sub>	15229.7
<b>Aliran (30)</b>		<b>Aliran (31)</b>	
NH <sub>3</sub> (l)	2483.9	NH <sub>3</sub> (l)	13289.1
Karbamat <sub>(l)</sub>	12209.3	CO <sub>2</sub> (g)	4674.2
		Karbamat <sub>(l)</sub>	9408.7
<b>Total</b>	<b>48787.5</b>	<b>Total</b>	<b>48787.5</b>

**17. Scrubber (D-115)**

Fungsi : Ammonia dan CO<sub>2</sub> yang berasal dari reaktor akan diserap oleh larutan ammonium karbamat yang menuju Carbamat Condensor 1

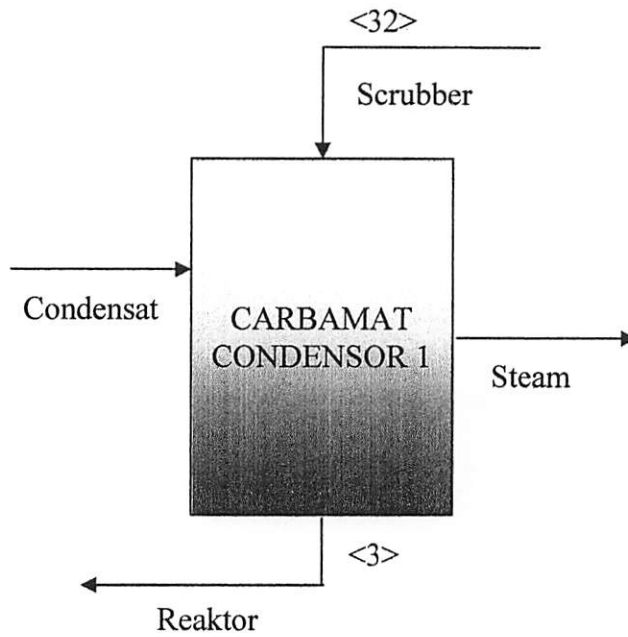


**Neraca massa Scrubber**

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (Kg/Jam)	Komponen	Massa(Kg/Jam)
<b>Aliran (2)</b>		<b>Aliran (32)</b>	
NH <sub>3</sub> (g)	284.8	NH <sub>3</sub> (l)	9739.6
CO <sub>2</sub> (g)	1941.8	CO <sub>2</sub> (g)	1654.0
<b>Aliran (31)</b>		Karbamat(l)	18205.0
NH <sub>3</sub> (l)	13289.1		
CO <sub>2</sub> (g)	4674.2		
Karbamat(l)	9408.7		
<b>Total</b>	<b>29598.6</b>	<b>Total</b>	<b>29598.6</b>

**18. Carbamat Condensor 1 (D-114)**

Fungsi : Mereaksikan ammonia dan CO<sub>2</sub> yang berasal dari Scrubber



**Neraca massa Carbamat Condensor 1**

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (Kg/Jam)	Komponen	Massa(Kg/Jam)
<b>Aliran (32)</b>		<b>Aliran (3)</b>	
CO <sub>2</sub> (g)	9739.6	NH <sub>3</sub> (l)	9188.7
NH <sub>3</sub> (l)	1654.0	CO <sub>2</sub> (g)	941.1
Karbamat <sub>(l)</sub>	18205.0	Karbamat <sub>(l)</sub>	19468.8
<b>Total</b>	<b>29598.6</b>	<b>Total</b>	<b>29598.6</b>

## BAB IV

### NERACA PANAS

abrik : Pupuk Urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ )

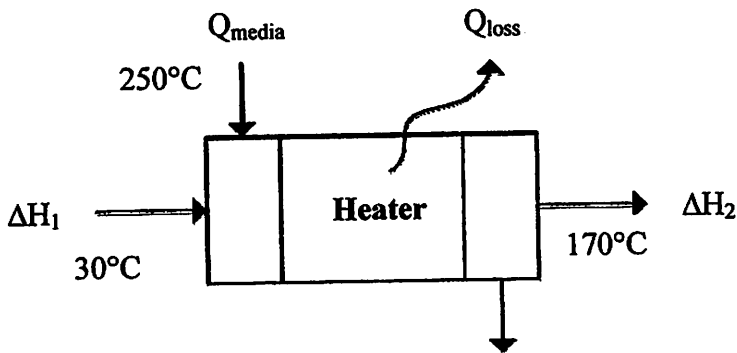
Waktu Operasi : 330 Hari/Tahun  
: 24 Jam/Hari

Kapasitas Produksi : 300.000 Ton/Tahun  
:  $\frac{300.000 \text{ Ton}}{\text{Tahun}} \times \frac{1.000 \text{ Kg}}{\text{Ton}} \times \frac{1 \text{ Tahun}}{330 \text{ Hari}} \times \frac{1 \text{ Hari}}{24 \text{ Jam}}$   
: 37.878,8 Kg/Jam

Suhu Referensi : 25 °C = 298,15 K

#### 1. AMMONIA PREHEATER (E-113)

Fungsi : Menaikkan suhu ammonia sebelum masuk ke reactor dari 30°C menjadi 170°C



Neraca Panas Total :

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

Dimana :  $\Delta H_1$  = Panas masuk yang dibawa oleh ammonia

$\Delta H_2$  = Panas keluar yang dibawa menuju reaktor

$Q_{\text{media}}$  = Panas dari media pemanas

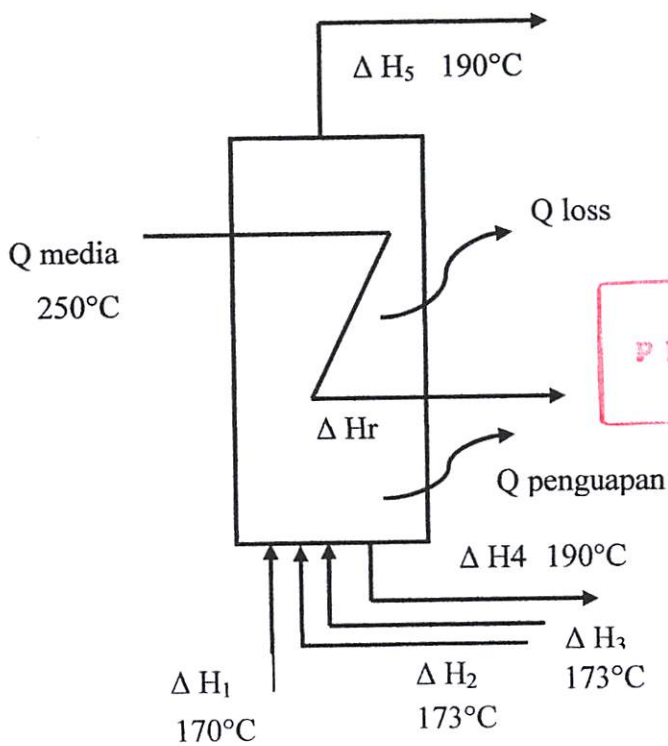
$Q_{\text{loss}}$  = Panas yang hilang di dalam heater

## Neraca Panas Heater

Masuk(Kkal/Jam)		Keluar(Kkal/Jam)	
$\Delta H_1$	118057.5	$\Delta H_2$	3423667.5
$Q_{media}$	3485803.0	$Q_{loss}$	180193.0
<b>Total</b>	<b>3603860.5</b>	<b>Total</b>	<b>3603860.5</b>

## 2. REAKTOR (R-110)

Fungsi : Mereaksikan antara amoniak dengan  $CO_2$  membentuk amonium karbamat kemudian diikuti dengan reaksi dehidrasi karbamat menjadi urea



NeracaPanas Total :

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + Q_{media} = \Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_r + Q_{loss} + Q_{penguapan}$$



Dimana :

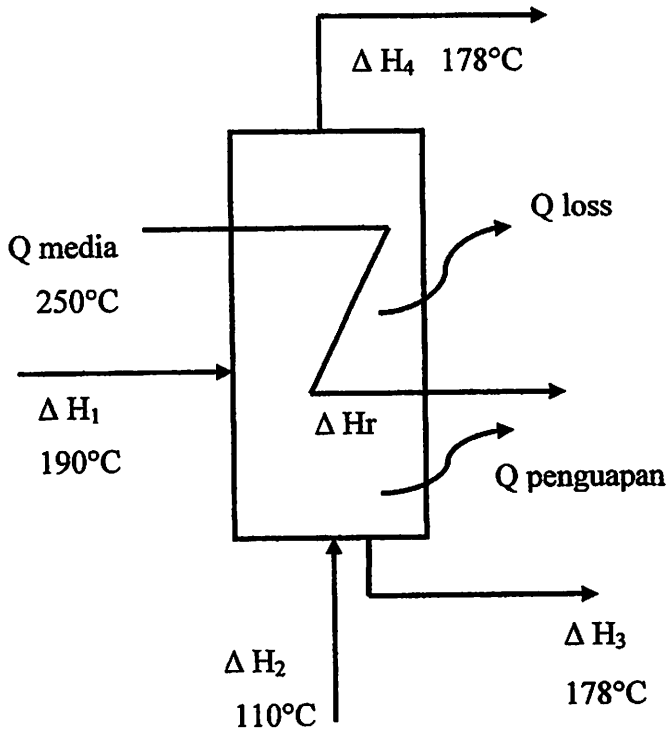
$\Delta H_1$	=	Panas masuk yang dibawa oleh Preheater
$\Delta H_2$	=	Panas masuk yang dibawa oleh Carbamat Condenser 1
$\Delta H_3$	=	Panas masuk yang dibawa oleh Carbamat Condenser 2
$\Delta H_4$	=	Panas keluar yang dibawa menuju Stripper
$\Delta H_5$	=	Panas keluar yang dibawa menuju Scrubber
$\Delta H_r$	=	Panas akibat reaksi (eksoterm)
$Q_{media}$	=	Panas dari media pemanas
$Q_{loss}$	=	Panas yang hilang dalam reaktor
$Q_{penguapan}$	=	Panas untuk menguapkan ammonia

### Neraca Panas Reaktor

Masuk(Kkal/Jam)		Keluar(Kkal/Jam)	
$\Delta H_1$	3423667.5	$\Delta H_4$	17346986.3
$\Delta H_2 + \Delta H_3$	22374965.6	$\Delta H_5$	144579.6
$Q_{media}$	-19029711.6	$\Delta H_r$	-11154851.2
		$Q_{loss}$	338446.1
		$Q_{penguapan}$	93760.8
<b>Total</b>	<b>6768921.5</b>	<b>Total</b>	<b>6768921.5</b>

### 3. STRIPPER (D-116)

Fungsi: Memisahkan ammonia dan amonium karbamat dari hasil sintesa urea dengan mengontakkan dengan gas CO<sub>2</sub>.



Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 + Q_{media} = \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_r + Q_{loss} + Q_{penguapan}$$

- Dimana :
- $\Delta H_1$  = Panas masuk yang dibawa oleh Reaktor
  - $\Delta H_2$  = Panas masuk yang dibawa oleh CO<sub>2</sub> Kompresor
  - $\Delta H_3$  = Panas keluar yang dibawa menuju Carbamat Condenser 2
  - $\Delta H_4$  = Panas keluar yang dibawa menuju Carbamat Condenser 2
  - $\Delta H_r$  = Panas akibat reaksi (eksoterm)
  - $Q_{media}$  = Panas dari media pemanas
  - $Q_{loss}$  = Panas yang hilang dalam Stripper
  - $Q_{penguapan}$  = Panas yang dibutuhkan untuk menguapkan ammonia

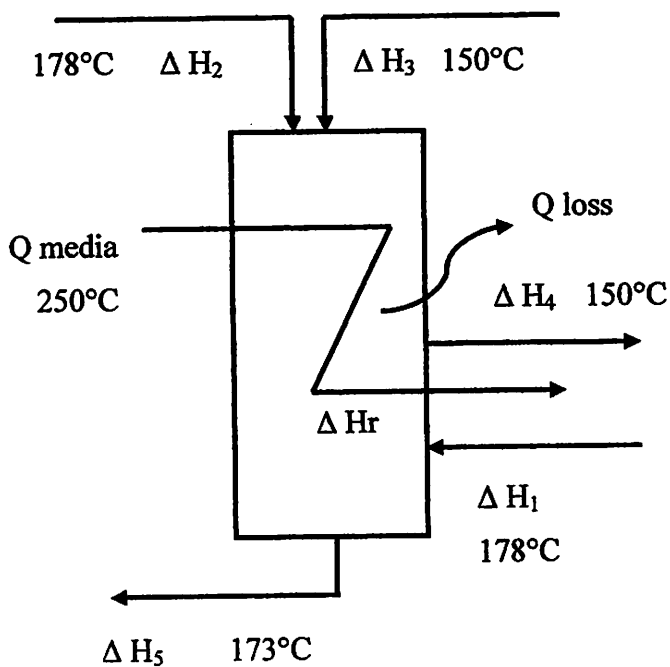
**Neraca Panas Stripper**

Masuk (Kkal/Jam)		Keluar (Kkal/Jam)	
$\Delta H_1$	17346986.3	$\Delta H_3$	11332755.9

$\Delta H_2$	944452.0	$\Delta H_4$	3256874.3
$Q_{media}$	4181438.0	$\Delta H_r$	-749075.1
		$Q_{loss}$	1123643.8
		$Q_{penguapan}$	7508677.4
<b>Total</b>	<b>22472876.3</b>	<b>Total</b>	<b>22472876.3</b>

#### 4. Carbamat Condensor 2 (D-119)

Fungsi : Mereaksikan ammonia dengan  $CO_2$  menjadi ammonium karbamat



Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + Q_{media} = \Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_r + Q_{loss}$$

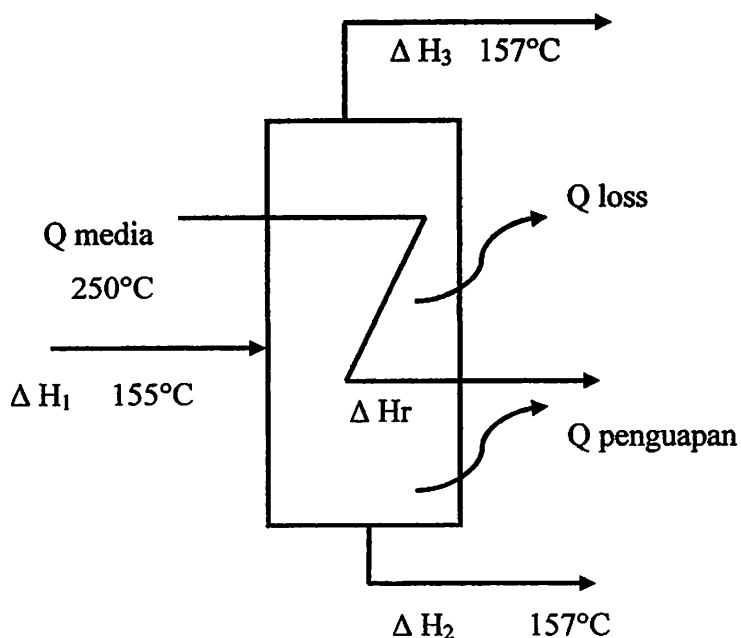
Dimana :  $\Delta H_1$  = Panas masuk yang dibawa oleh Stripper (bawah)  
 $\Delta H_2$  = Panas masuk yang dibawa oleh Stripper (atas)

- $\Delta H_3$  = Panas masuk yang dibawa oleh MP Absorber  
 $\Delta H_4$  = Panas keluar yang dibawa menuju MP Decomposer  
 $\Delta H_5$  = Panas keluar yang dibawa menuju Reaktor  
 $\Delta H_r$  = Panas akibat reaksi (endoterm)  
 $Q_{media}$  = Panas dari media pemanas  
 $Q_{loss}$  = Panas yang hilang dalam Carbamat Condenser 2

### Neraca Panas Carbamat Condenser 2

Masuk (Kkal/Jam)		Keluar (Kkal/Jam)	
$\Delta H_1$	11332755.9	$\Delta H_4$	15067388.7
$\Delta H_2$	3256874.3	$\Delta H_5$	13348636.5
$\Delta H_3$	5229086.3	$\Delta H_r$	10166638.6
$Q_{media}$	20794613.9	$Q_{loss}$	2030666.5
<b>Total</b>	<b>40613330.3</b>	<b>Total</b>	<b>40613330.3</b>

### 5. MP Decomposer (D-120)



Fungsi : Menguraikan larutan ammonium karbamat dan kelebihan amoniak dalam larutan sintesis urea yang berasal dari  $CC_2$  dan memisahkannya dengan cara penurunan tekanan.

Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 + Q_{\text{media}} = \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_r + Q_{\text{loss}} + Q_{\text{penguapan}}$$

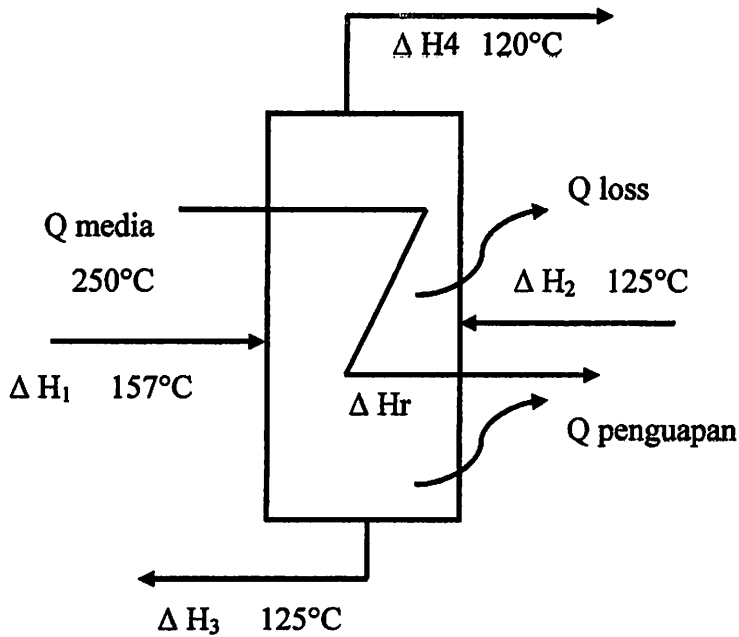
Dimana :  $\Delta H_1$  = Panas masuk yang dibawa oleh Carbamat Condenser 2  
 $\Delta H_2$  = Panas keluar yang dibawa oleh LP Decomposer  
 $\Delta H_3$  = Panas keluar yang dibawa menuju MP Absorber  
 $\Delta H_r$  = Panas akibat reaksi (eksoterm)  
 $Q_{\text{media}}$  = Panas dari media pemanas  
 $Q_{\text{loss}}$  = Panas yang hilang dalam MP Decomposer  
 $Q_{\text{penguapan}}$  = Panas yang dibutuhkan untuk menguapkan ammonia

#### Neraca Panas MP Decomposer

Masuk (Kkal/Jam)		Keluar (Kkal/Jam)	
$\Delta H_1$	15067388.7	$\Delta H_2$	7067414.6
$Q_{\text{media}}$	-6603118.0	$\Delta H_3$	1800179.0
		$\Delta H_r$	-5218783.5
		$Q_{\text{loss}}$	423213.5
		$Q_{\text{penguapan}}$	4392247.0
<b>Total</b>	<b>8464270.7</b>	<b>Total</b>	<b>8464270.7</b>

#### 6. LP Decomposer (D-121)

Fungsi : Menguraikan larutan ammonium karbamat dan kelebihan amoniak dalam larutan sintesis urea yang berasal dari MP Decomposer dan memisahkannya dengan cara penurunan tekanan.



Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 + Q_{\text{media}} = \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_r + Q_{\text{loss}} + Q_{\text{penguapan}}$$

- Dimana :
- $\Delta H_1$  = Panas masuk yang dibawa oleh MP Decomposer
  - $\Delta H_2$  = Panas masuk yang dibawa oleh Condensat Stripper
  - $\Delta H_3$  = Panas keluar menuju Vacuum Concentrator 1
  - $\Delta H_4$  = Panas keluar yang dibawa menuju LP Absorber
  - $\Delta H_r$  = Panas akibat reaksi (eksoterm)
  - $Q_{\text{media}}$  = Panas dari media pemanas
  - $Q_{\text{loss}}$  = Panas yang hilang dalam LP Decomposer
  - $Q_{\text{penguapan}}$  = Panas yang dibutuhkan untuk menguapkan ammonia

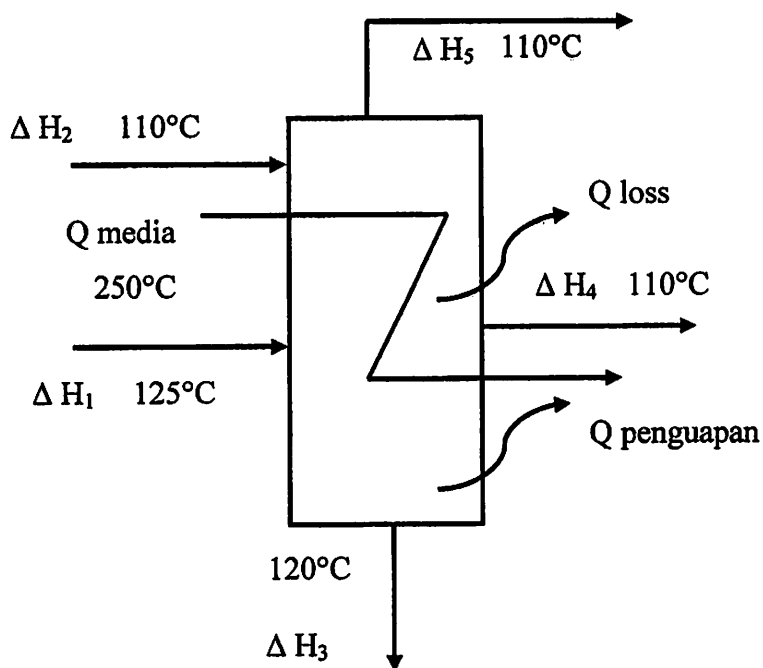
#### Neraca Panas LP Decomposer

Masuk (Kkal/Jam)		Keluar (Kkal/Jam)	
$\Delta H_1$	7067414.6	$\Delta H_3$	2340506.0
$\Delta H_2$	61480.0	$\Delta H_4$	556164.2

$Q_{media}$	-7011469.5	$\Delta H_r$	-3581525.1
		$Q_{loss}$	5871.3
		$Q_{penguapan}$	796408.7
<b>Total</b>	<b>117425.1</b>	<b>Total</b>	<b>117425.1</b>

### 7. Vaccum Concentrator 1 (H-130)

Fungsi : Memekatkan konsentrasi urea hingga mencapai 94,21% berat urea.



Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 + Q_{media} = \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 + Q_{loss} + Q_{penguapan}$$

- Dimana :
- $\Delta H_1$  = Panas masuk yang dibawa oleh LP Decomposer
  - $\Delta H_2$  = Panas masuk yang dibawa oleh Vaporizer 1
  - $\Delta H_3$  = Panas keluar yang dibawa menuju Vaporizer 1
  - $\Delta H_4$  = Panas keluar yang dibawa menuju Vaporizer 2

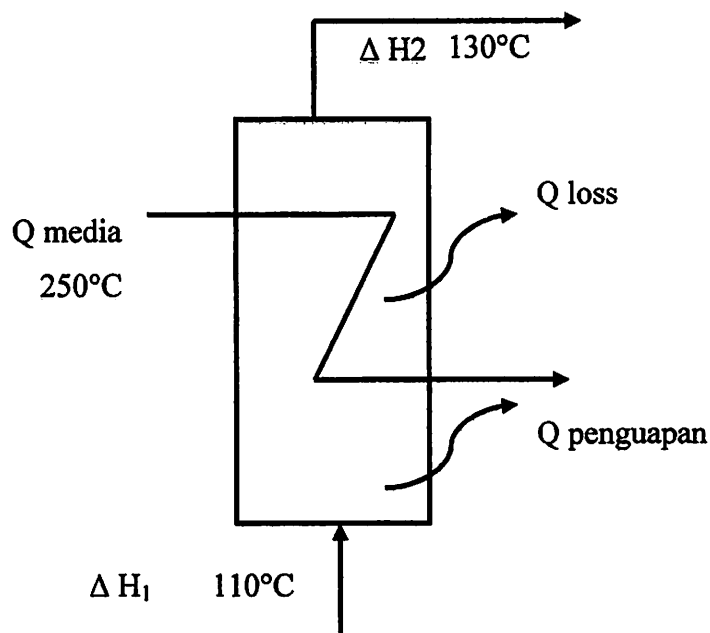
- $\Delta H_5$  = Panas keluar yang dibawa menuju Surface Condenser  
 $Q_{media}$  = Panas dari media pemanas  
 $Q_{loss}$  = Panas yang hilang dalam Vaccum Concentrator 1  
 $Q_{penguapan}$  = Panas yang dibutuhkan untuk menguapkan ammonia

### Neraca Panas Vaccum Concentrator 1

Masuk (Kkal/Jam)		Keluar (Kkal/Jam)	
$\Delta H_1$	2340506.0	$\Delta H_3$	2223480.7
$\Delta H_2$	1986026.7	$\Delta H_4$	1163644.1
$Q_{media}$	5522401.8	$\Delta H_5$	822614.7
		$Q_{loss}$	492446.7
		$Q_{penguapan}$	5146748.3
<b>Total</b>	<b>9848934.5</b>	<b>Total</b>	<b>9848934.5</b>

#### 8. Vaporizer 2 (V-134)

Fungsi : Menguapkan ammonia dan  $H_2O$  dalam larutan urea sintesis yang berasal dari vaccum concentrator 1





Neraca Panas Total :

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

Dimana :  $\Delta H_1$  = Panas masuk yang dibawa oleh Vaccum Concentrator 1

$\Delta H_2$  = Panas keluar yang menuju Vaccum Concentrator 2

$Q_{\text{media}}$  = Panas dari media pemanas

$Q_{\text{loss}}$  = Panas yang hilang dalam Vaporizer 2

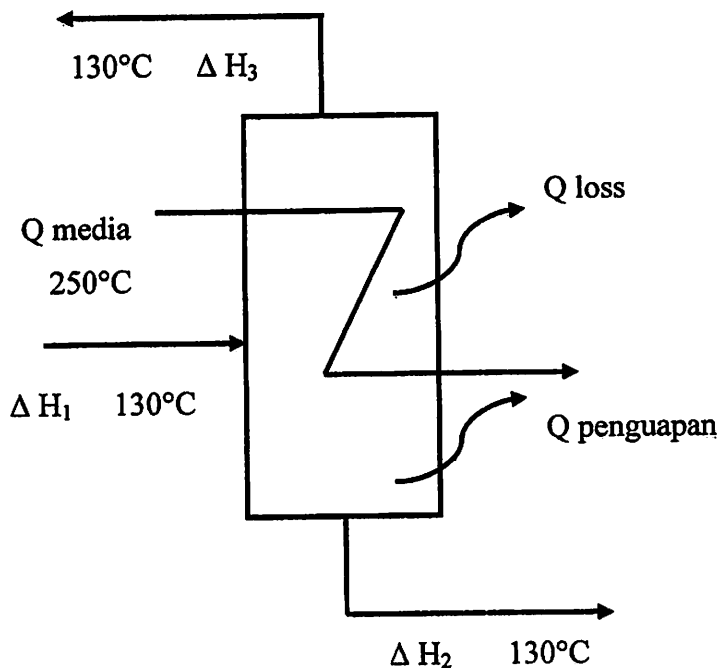
$Q_{\text{penguapan}}$  = Panas yang dibutuhkan untuk menguapkan ammonia

### Neraca Panas Vaporizer 2

Masuk (Kkal/Jam)		Keluar (Kkal/Jam)	
$\Delta H_1$	1163644.1	$\Delta H_2$	1437156.0
$Q_{\text{media}}$	1618926.1	$Q_{\text{loss}}$	139128.5
		$Q_{\text{penguapan}}$	1206285.7
<b>Total</b>	<b>2782570.2</b>	<b>Total</b>	<b>2782570.2</b>

### 9. Vaccum Concentrator 2 (H-135)

Fungsi : Memekatkan larutan urea hingga 99,72% berat urea



Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 + Q_{\text{media}} = \Delta H_2 + \Delta H_3 + Q_{\text{loss}} + Q_{\text{penguapan}}$$

- Dimana :
- $\Delta H_1$  = Panas masuk yang dibawa oleh Vaporizer 2
  - $\Delta H_2$  = Panas keluar yang dibawa menuju Prilling Tower
  - $\Delta H_3$  = Panas keluar yang dibawa menuju Surface Condenser
  - $Q_{\text{media}}$  = Panas dari media pemanas
  - $Q_{\text{loss}}$  = Panas yang hilang dalam Vacuum Concentrator 2
  - $Q_{\text{penguapan}}$  = Panas yang dibutuhkan untuk mengkondensasi air

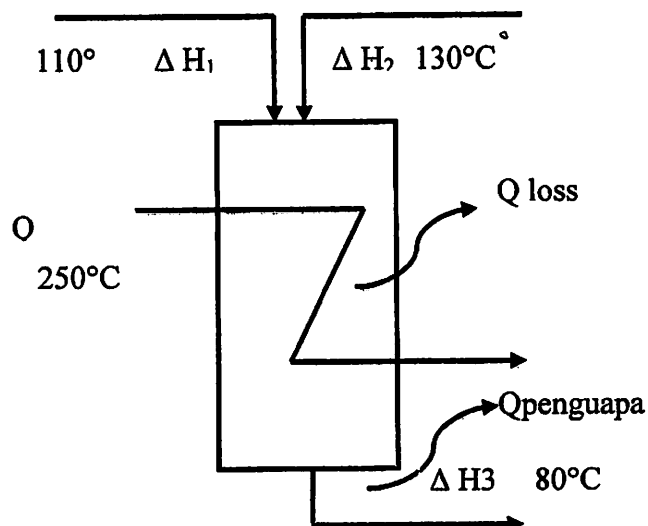
### Neraca Panas Vacuum Concentrator 2

Masuk (Kkal/Jam)		Keluar (Kkal/Jam)	
$\Delta H_1$	1437156.0	$\Delta H_2$	1250027.3
$Q_{\text{media}}$	181072.0	$\Delta H_3$	233001.3
		$Q_{\text{loss}}$	80911.4
		$Q_{\text{penguapan}}$	54288.0
<b>Total</b>	<b>1618228.0</b>	<b>Total</b>	<b>1618228.0</b>

### 10. Surface Condenser (E-162)

Fungsi : Menghasilkan produk urea prill yang berasal dari Vacuum Concentrator 2

Dengan cara mengontakkan udara panas



Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 + Q_{\text{media}} = \Delta H_3 + Q_{\text{loss}} + Q_{\text{penguapan}}$$

Dimana :  $\Delta H_1$  = Panas masuk yang dibawa oleh Vacuum Concentrator 1

$\Delta H_2$  = Panas masuk yang dibawa oleh Vacuum Concentrator 2

$\Delta H_3$  = Panas keluar yang dibawa menuju Kondensat Tank

$Q_{\text{media}}$  = Panas dari media pemanas

$Q_{\text{loss}}$  = Panas yang hilang dalam Surface Condenser

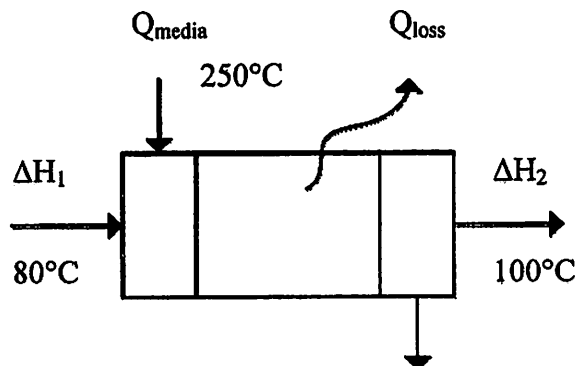
$Q_{\text{penguapan}}$  = Panas yang dibutuhkan untuk mengkondensasi ammonia

### Neraca Panas Surface Condenser

Masuk (Kkal/Jam)		Keluar (Kkal/Jam)	
$\Delta H_1$	822614.7	$\Delta H_3$	656530.6
$\Delta H_2$	233001.3	$Q_{\text{loss}}$	379425.4
$Q_{\text{media}}$	6532892.3	$Q_{\text{penguapan}}$	6552552.2
<b>Total</b>	<b>7588508.3</b>	<b>Total</b>	<b>7588508.3</b>

### 11. KONDENSAT PREHEATER (E-165)

Fungsi : Memanaskan  $H_2O$  yang akan digunakan sebagai feed dalam Condenser Stripper



Neraca Panas Total :

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

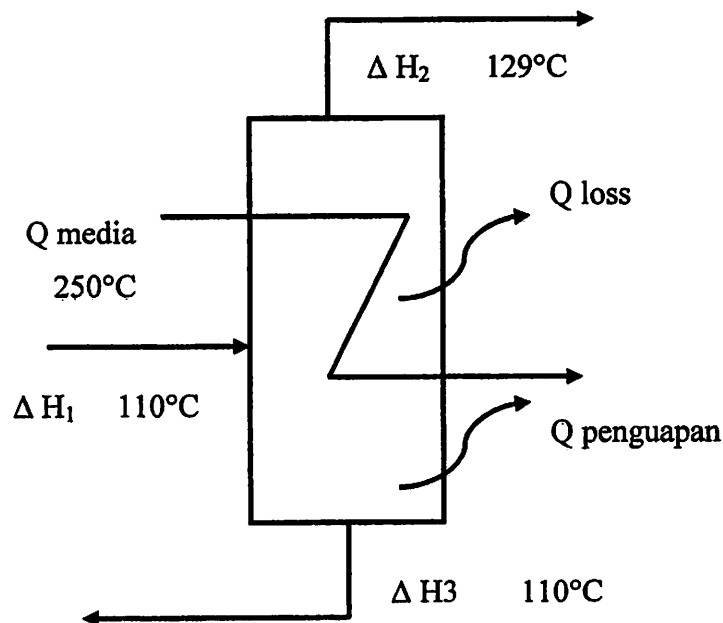
Dimana:  $\Delta H_1$  = Panas masuk yang dibawa oleh Kondensat Tank  
 $\Delta H_2$  = Panas keluar yang dibawa menuju Kond. Stripper  
 $Q_{\text{media}}$  = Panas dari media pemanas  
 $Q_{\text{loss}}$  = Panas yang hilang di dalam Kondensat Preheater

### Neraca Panas Kondensat Preheater

Masuk (Kkal/Jam)		Keluar (Kkal/Jam)	
$\Delta H_1$	653070.0	$\Delta H_2$	1009290.0
$Q_{\text{media}}$	409340.5	$Q_{\text{loss}}$	53120.5
<b>Total</b>	<b>1062410.5</b>	<b>Total</b>	<b>1062410.5</b>

## 12. CONDENSATE STRIPPER (D-160)

Fungsi : Menguapkan  $H_2O$  dan gasnya akan masuk kedalam LP Decomposer



Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 + Q_{\text{media}} = \Delta H_2 + \Delta H_3 + Q_{\text{loss}} + Q_{\text{penguapan}}$$

Dimana :  $\Delta H_1$  = Panas masuk yang dibawa oleh Kondensat Preheater

$\Delta H_2$  = Panas keluar yang dibawa menuju LP Decomposer

$\Delta H_3$  = Panas keluar yang dibawa menuju bagian utilitas

$Q_{\text{media}}$  = Panas dari media pemanas

$Q_{\text{loss}}$  = Panas yang hilang dalam Kondensat Stripper

$Q_{\text{penguapan}}$  = Panas yang dibutuhkan untuk mengkondensasi air

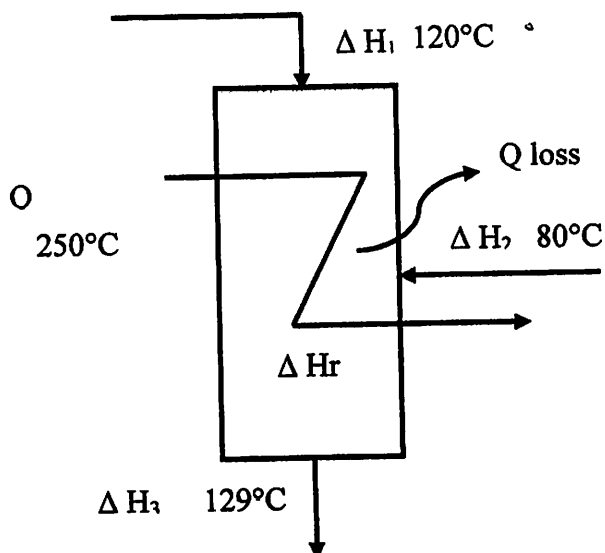
### Neraca Panas Kondensat Stripper

Masuk (Kkal/Jam)		Keluar (Kkal/Jam)	
$\Delta H_1$	1009290.0	$\Delta H_2$	61480.0
$Q_{\text{media}}$	399569.6	$\Delta H_3$	957032.0
		$Q_{\text{loss}}$	70443.0
		$Q_{\text{penguapan}}$	319904.7
<b>Total</b>	<b>1408859.6</b>	<b>Total</b>	<b>1408859.6</b>

### 13. LP ABSORBER (D-152)

Fungsi : Penyerapan gas yang berasal dari LP Decomposer yang akan diteruskan ke MP

Absorber



Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 + Q_{\text{media}} = \Delta H_3 + \Delta H_r + Q_{\text{loss}}$$

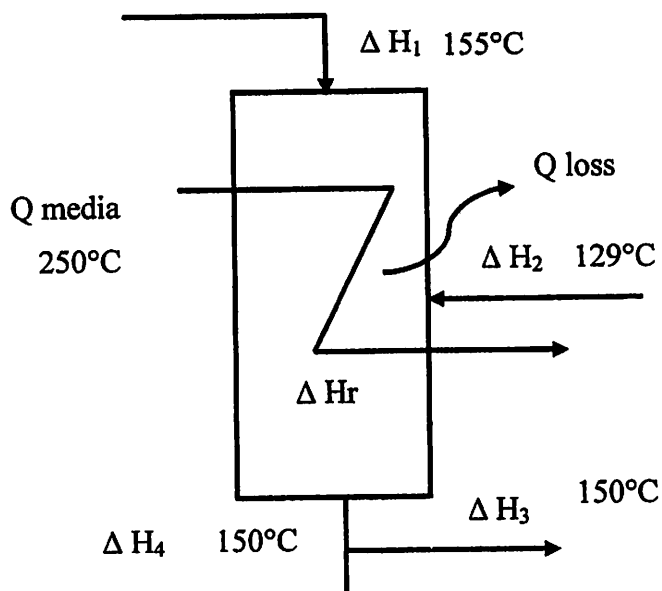
Dimana :  $\Delta H_1$  = Panas masuk yang dibawa oleh LP Decomposer  
 $\Delta H_2$  = Panas masuk yang dibawa oleh Kondensat Tank  
 $\Delta H_3$  = Panas keluar yang dibawa menuju MP Absorber  
 $\Delta H_r$  = Panas akibat reaksi (endoterm)  
 $Q_{\text{media}}$  = Panas dari media pemanas  
 $Q_{\text{loss}}$  = Panas yang hilang dalam LP Absorber

#### Neraca Panas LP Absorber

Masuk (Kkal/Jam)		Keluar (Kkal/Jam)	
$\Delta H_1$	556164.2	$\Delta H_3$	3204622.7
$\Delta H_2$	3460.6	$\Delta H_r$	2117965.6
$Q_{\text{media}}$	5043099.8	$Q_{\text{loss}}$	280136.2
<b>Total</b>	<b>5602724.6</b>	<b>Total</b>	<b>5602724.6</b>

#### 14. MP ABSORBER (D-150)

Fungsi : Penyerapan gas yang berasal dari MP Decomposer untuk diteruskan ke Carbamat Condenser 2 dan Scrubber



Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 + Q_{\text{media}} = \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_r + Q_{\text{loss}}$$

Dimana :

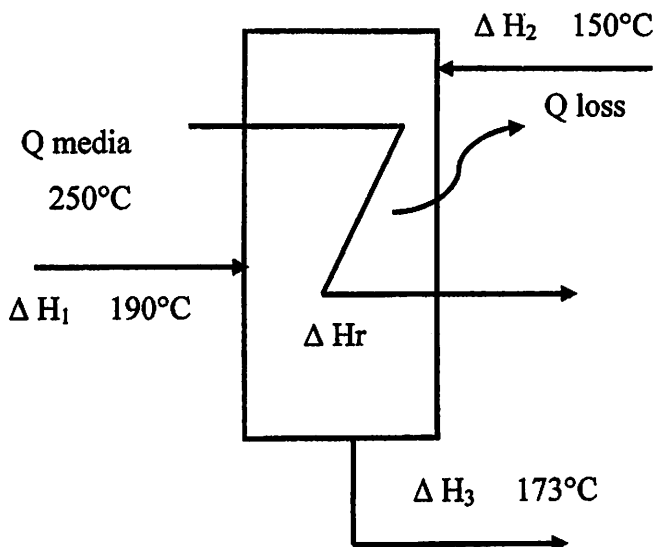
- $\Delta H_1$  = Panas masuk yang dibawa oleh MP Decomposer
- $\Delta H_2$  = Panas masuk yang dibawa oleh LP Absorber
- $\Delta H_3$  = Panas keluar menuju Carbamat Condenser 2
- $\Delta H_4$  = Panas keluar yang dibawa menuju Scrubber
- $\Delta H_r$  = Panas akibat reaksi (endoterm)
- $Q_{\text{media}}$  = Panas dari media pemanas
- $Q_{\text{loss}}$  = Panas yang hilang alam MP Absorber

#### Neraca Panas MP Absorber

Masuk (Kkal/Jam)		Keluar (Kkal/Jam)	
$\Delta H_1$	1772903.6	$\Delta H_3$	5229086.3
$\Delta H_2$	3204622.7	$\Delta H_4$	4765962.5
$Q_{\text{media}}$	8641161.1	$\Delta H_r$	2942704.3
		$Q_{\text{loss}}$	680934.4
<b>Total</b>	<b>13618687.5</b>	<b>Total</b>	<b>13618687.5</b>

#### 15. SCRUBBER (D-115)

Fungsi: Ammonia dan CO<sub>2</sub> yang berasal dari reactor akan diserap oleh larutan ammonium karbamat yang menuju Carbamat Condensor 1



Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 + Q_{\text{media}} = \Delta H_3 + \Delta H_r + Q_{\text{loss}}$$

- Dimana :
- $\Delta H_1$  = Panas masuk yang dibawa oleh Reaktor
  - $\Delta H_2$  = Panas masuk yang dibawa oleh MP Absorber
  - $\Delta H_3$  = Panas keluar menuju Carbamat Condenser 1
  - $\Delta H_r$  = Panas akibat reaksi (endoterm)
  - $Q_{\text{media}}$  = Panas dari media pemanas
  - $Q_{\text{loss}}$  = Panas yang hilang dalam Scrubber

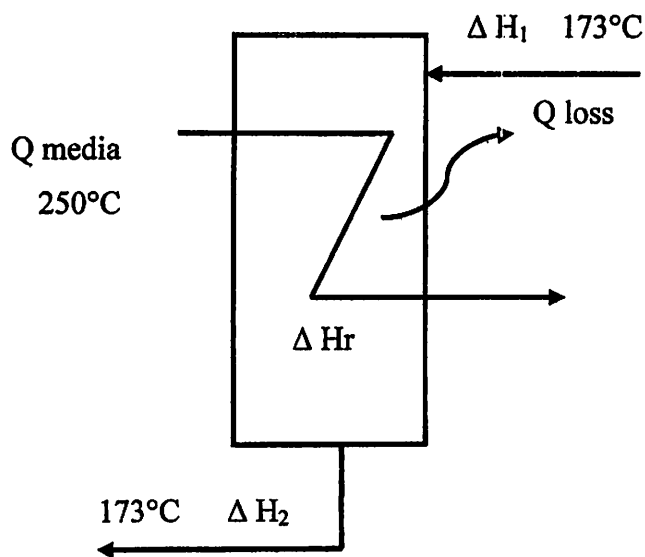
#### Neraca Panas MP Scrubber

Masuk (Kkal/Jam)		Keluar (Kkal/Jam)	
$\Delta H_1$	146955.6	$\Delta H_3$	7880505.7
$\Delta H_2$	4765962.5	$\Delta H_r$	2565510.4
$Q_{\text{media}}$	6082888.3	$Q_{\text{loss}}$	549790.3
<b>Total</b>	<b>10995806.4</b>	<b>Total</b>	<b>10995806.4</b>

#### 16. CARBAMAT CONDENSER 1 (D-114)

Fungsi : Mereaksikan ammonia dan  $\text{CO}_2$  yang berasal dari Scrubber





Neraca Panas Total :

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

- Dimana :
- $\Delta H_1$  = Panas masuk yang dibawa oleh Scrubber
  - $\Delta H_2$  = Panas keluar yang dibawa menuju reaktor
  - $\Delta H_r$  = Panas akibat reaksi (endoterm)
  - $Q_{\text{media}}$  = Panas dari media pemanas
  - $Q_{\text{loss}}$  = Panas yang hilang dalam Carbamat Condenser 1

#### Neraca Panas Carbamat Condenser 1

Masuk (Kkal/Jam)		Keluar (Kkal/Jam)	
$\Delta H_1$	7880505.7	$\Delta H_2$	8178813.0
$Q_{\text{media}}$	1044452.2	$\Delta H_r$	299897.0
		$Q_{\text{loss}}$	446247.9
<b>Total</b>	<b>8924957.9</b>	<b>Total</b>	<b>8924957.9</b>

## BAB V

### SPEKIFIKASI ALAT

#### 1. Reaktor (R-110)

Perancangan alat utama oleh Debby Cynthia Wahyuni (10.14.924)

#### 2. Tangki Amoniak (F-111)

Fungsi	:	Menyimpan bahan baku amoniak
Kapasitas	:	220,7747 m <sup>3</sup>
Bentuk	:	Silinder horizontal dengan tutup atas dan bawah standart dish
Bahan Konstruksi	:	Carbon steel SA -240, Grade S
Ukuran		
- Diameter luar	:	231 in
- Diameter dalam	:	228 in
- Tinggi shell	:	342 in
- Tebal shell	:	1 1/2 in
- Tha = Thb	:	2 1/2 in
- ha = hb	:	39 in
- pi	:	185 psi
Jumlah	:	6 buah

#### 3. Pompa menuju Amoniak Preheater (L-112)

Fungsi	:	Memindahkan komponen amoniak liquid dari tangki amoniak menuju amoniak preheater
Type	:	Centrifugal pump
Bahan Konstruksi	:	Commercial steel
Kapasitas	:	927,7049 ft <sup>3</sup> /jam
Power	:	3 HP
Jumlah	:	1 buah

#### 4. Amoniak Preheater (E-113)

Fungsi	:	Menaikkan suhu amoniak sebelum masuk ke Reaktor
Bentuk	:	DPHE (Double Pipe Heat Exchanger)

Bahan Konstruksi : Carbon steel SA – 240, Grade S

Jumlah : 1 buah

Ukuran pipe :

Bagian Annulus

-  $A_{an}$  : 3,14 in<sup>2</sup>

-  $d_e$  : 1,14 in

-  $d_c$  : 0,53 in

Bagian Pipa

-  $A_p$  : 12,7 in<sup>2</sup>

-  $d_i$  : 4,026 in

-  $d_o$  : 4,5 in

-  $a''$  : 1,178 ft<sup>2</sup>/ft

#### 5. Carbamat Condensor 1 (D-114)

Fungsi : Mereaksikan amoniak dan karbondioksida menjadi karbamat dari Scrubber

Kapasitas : 34,5130 m<sup>3</sup>

Bentuk : Silinder tegak dengan tutup atas dan bawah standart dish

Bahan Konstruksi : Carbon steel SA – 240, Grade S

Ukuran

- Diameter luar : 148 in

- Diameter dalam : 123 in

- Tinggi shell : 184 in

- Tebal shell : 12 1/2 in

-  $T_{ha} = T_{hb}$  : 20 in

-  $h_a = h_b$  : 21 in

-  $p_i$  : 2.547,4136 psi

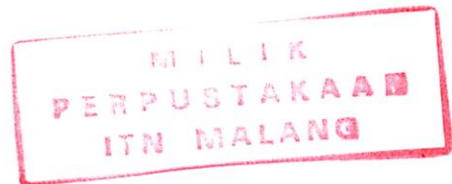
Jumlah : 1 buah

#### 6. Scrubber (D-115)

Fungsi : Menyerap gas-gas dari reaktor ke dalam larutan amonium karbamat menuju Carbamat Condenser 1

Bentuk : packed kolom

Bahan Konstruksi : Carbon steel SA – 240, Grade S



Kapasitas	: 135149,50 bbl
Diameter tangki	: 134 ft
Tinggi tangki	: 54 ft
Tebal shell	: $\frac{3}{16}$ in
Tha = thb	: $\frac{3}{16}$ in
Ha = hb	: 23 in
Jumlah	: 1 buah

## 7. Stripper (D-116)

**Fungsi** : Memisahkan amoniak yang berasal dari larutan urea pada reaktor melalui kontak countercurrent dengan gas CO<sub>2</sub> pada bagian bawah Stripper

**Kapasitas** : 167,64 m<sup>3</sup>

**Bentuk** : Silinder tegak dengan tutup atas dan bawah standart dish

**Bahan Konstruksi** : Carbon steel SA – 240, Grade S

### Ukuran

- Diameter luar	: 254 in
- Diameter dalam	: 208 in
- Tinggi shell	: 312 in
- Tebal shell	: 23 in
- Tha = Thb	: 36 in
- ha = hb	: 35 in
- p <sub>i</sub>	: 2.550,0634 psi
Jumlah	: 1 buah
Ukuran pipe	:

### Bagian Shell

- ID <sub>s</sub>	: 17,25 in
- n'	: 3
- B	: 15
- d <sub>e</sub>	: 0,91 in
- c'	: 0,31 in

**Bagian Tube**

- do : 1 ¼ in, 14 BWG
- di : 1,08 in
- n : 2
- l : 16 ft
- Nt : 66
- P<sub>T</sub> : 1,56 in
- a' : 0,923 in<sup>2</sup>
- a'' : 0,3271 ft<sup>2</sup>/ft

Pengaturan : *Triangular Pitch*

**8. Tangki penyimpanan Karbondioksida CO<sub>2</sub> (F-117)**

- Fungsi : Menyimpan bahan baku karbondioksida
- Kapasitas : 1.414,7678 m<sup>3</sup>
- Bentuk : Silinder horizontal dengan tutup atas dan bawah standart dish

Bahan Konstruksi : Carbon steel SA – 240, Grade S

**Ukuran**

- Diameter luar : 485 in
- Diameter dalam : 424 in
- Tinggi shell : 636 in
- Tebal shell : 30<sup>1</sup>/<sub>2</sub> in
- Tha = Thb : 50<sup>5</sup>/<sub>8</sub> in
- ha = hb : 72 in
- p<sub>i</sub> : 1.768,3202 psi

Jumlah : 8 buah

**9. CO<sub>2</sub> kompresor (G-118)**

- Fungsi : Menaikkan tekanan CO<sub>2</sub> sebelum masuk stripper
- Type : Reciprocating compressor
- BahanKonstruksi : Cast steel ASTM A553 type I
- Kapasitas : 61239,38 lb/jam
- Power : 1 hp
- Jumlah : 1 buah

**10. Carbamat Condensor 2 (D-119)**

Fungsi : Mereaksikan amoniak dan karbondioksida menjadi karbamat

Kapasitas : 215,6402 m<sup>3</sup>

Bentuk : Silinder tegak dengan tutup atas dan bawah standart dish

Bahan Konstruksi : Carbon steel SA – 240, Grade S

**Ukuran**

- Diameter luar : 272 in
- Diameter dalam : 226 in
- Tinggi shell : 340 in
- Tebal shell : 23 in
- $T_{ha} = T_{hb}$  : 37 in
- $h_a = h_b$  : 38 in
- $p_i$  : 2.549,9481 psi

Jumlah : 1 buah

Ukuran pipe :

**Bagian Shell**

- $ID_s$  : 37 in
- $n'$  : 2
- B : 12
- $d_e$  : 0,91 in
- $c'$  : 0,31 in

**Bagian Tube**

- $d_o$  : 1 ¼ in, 14 BWG
- $d_i$  : 1,08 in
- n : 2
- l : 16 ft
- $N_t$  : 390
- $P_T$  : 1,56 in
- $a'$  : 0,923 in<sup>2</sup>
- $a''$  : 0,3271 ft<sup>2</sup>/ft

Pengaturan : *Triangular Pitch*

**11. Medium Pressure Decomposer (MP Decomposer) (D-120)**

Fungsi : Tempat pemurnian amonium karbamat dari Carbamat Condensor 2

Kapasitas : 90,6424 m<sup>3</sup>

Bentuk : Silinder tegak dengan tutup atas dan bawah standart dish

Bahan Konstruksi : Carbon steel SA – 240, Grade S

**Ukuran**

- Diameter luar : 174 in

- Diameter dalam : 170 in

- Tinggi shell : 254 in

- Tebal shell : 2 in

-  $T_{ha} = T_{hb}$  : 3 in

-  $h_a = h_b$  : 29 in

-  $p_i$  : 262,9501 psi

Jumlah : 1 buah

Ukuran pipe :

**Bagian Shell**

-  $ID_s$  : 15,25 in

-  $n'$  : 2

- B : 9

-  $d_e$  : 0,91 in

-  $c'$  : 0,31 in

**Bagian Tube**

-  $d_o$  : 1 ¼ in, 14 BWG

-  $d_i$  : 1,08 in

- n : 6

- l : 16 ft

-  $N_t$  : 45

-  $P_T$  : 1,56 in

-  $a'$  : 0,923 in<sup>2</sup>

-  $a''$  : 0,3271 ft<sup>2</sup>/ft

Pengaturan : *Triangular Pitch*

## 12. Low Pressure Decomposer (LP Decomposer) (D-121)

Fungsi	: Tempat pemurnian amonium karbamat dari MP Decomposer
Kapasitas	: 58,9560 m <sup>3</sup>
Bentuk	: Silinder tegak dengan tutup atas dan bawah standart dish
Bahan Konstruksi	: Carbon steel SA – 240, Grade S
Ukuran	
- Diameter luar	: 148 in
- Diameter dalam	: 147 in
- Tinggi shell	: 220in
- Tebal shell	: $\frac{3}{8}$ in
- $Tha = Thb$	: $\frac{1}{2}$ in
- $ha = hb$	: 25 in
- $p_i$	: 44,3066 psi
Jumlah	: 1buah
Ukuran pipe	:
Bagian <i>Shell</i>	
- $ID_s$	: 29 in
- $n'$	: 2
- B	: 9
- $d_e$	: 0,91 in
- $c'$	: 0,31 in
Bagian <i>Tube</i>	
- $d_o$	: 1 $\frac{1}{4}$ in, 14 BWG
- $d_i$	: 1,08 in
- n	: 2
- l	: 16 ft
- $N_t$	: 228
- $P_T$	: 1,56 in
- $a'$	: 0,923 in <sup>2</sup>
- $a''$	: 0,3271 ft <sup>2</sup> /ft
Pengaturan	: <i>Triangular Pitch</i>



**13. Vaccum Concentrator 1 (H-130)**

<b>Fungsi</b>	: memekatkan larutan urea hingga 94,2% berat urea
<b>Kapasitas</b>	: 32,2433 m <sup>3</sup>
<b>Bentuk</b>	: Silinder tegak dengan tutup atas standart dish dan tutup bawah konis
<b>Bahan Konstruksi</b>	: Carbon steel SA -240, Grade S
<b>Ukuran</b>	
- Diameter luar	: 128 in
- Diameter dalam	: 128 in
- Tinggi shell	: 192 in
- Tebal shell	: $\frac{3}{16}$ in
- Tha	: $\frac{3}{16}$ in
- Thb	: $\frac{3}{16}$ in
- ha	: 21,62 in
- hb	: 36,98 in
- pi	: 12,5786 psi
<b>Jumlah</b>	: 1 buah

**14. Pompa menuju Vaporizer 1 (L-131)**

<b>Fungsi</b>	: Memindahkan larutan urea dari Vaccum Concentrator 1 menuju Vaporizer 1 untuk diuapkan
<b>Type</b>	: Centrifugal pump
<b>Bahan Konstruksi</b>	: Commercial steel
<b>Kapasitas</b>	: 1..135,6119 ft <sup>3</sup> /jam
<b>Power</b>	: 1 HP
<b>Jumlah</b>	: 1 buah

**15. Pompa menuju Vaporizer 2 (L-133)**

<b>Fungsi</b>	: Memindahkan larutan urea dari Vaccum Concentrator 1 menuju Vaporizer 2
<b>Type</b>	: Centrifugal pump
<b>Bahan Konstruksi</b>	: Commercial steel
<b>Kapasitas</b>	: 1.083,0518 ft <sup>3</sup> /jam
<b>Power</b>	: 1 HP

**16. Vaporizer 2 (V-134)**

Perancangan alat utama oleh Dhiendyk Irawan (10.14.925)

**17. Vaccum Concentrator 2 (H-135)**

Fungsi	:	Memekatkan larutan urea hingga 99,7%	berat urea
Kapasitas	:	36,8495 m <sup>3</sup>	
Bentuk	:	Silinder tegak dengan tutup atas standart dish dan tutup bawah konis	
Bahan Konstruksi	:	Carbon steel SA -240, Grade S	
Ukuran			
- Diameter luar	:	126 in	
- Diameter dalam	:	126 in	
- Tinggi shell	:	189 in	
- Tebal shell	:	$\frac{3}{16}$ in	
- Tha	:	$\frac{3}{16}$ in	
- Thb	:	$\frac{3}{16}$ in	
- ha	:	21,28 in	
- hb	:	36,40 in	
- pi	:	9,8073 psi	
Jumlah	:	1 buah	

**18. Pompa menuju Prilling Tower (L-141)**

Fungsi	:	Memindahkan larutan urea dari Vaccum Concentrator 2 menuju Prilling Tower
Type	:	Centrifugal pump
Bahan Konstruksi	:	Commercial steel
Kapasitas	:	1.005,7625 ft <sup>3</sup> /jam
Power	:	1 HP
Jumlah	:	1 buah

**19. Prilling Tower (D-140)**

Fungsi	:	Membentuk partikel urea yang keluar dari Vaccum Concentrator dengan bantuan udara pemanas
Kapasitas	:	81,37 m <sup>3</sup>

<b>Bentuk</b>	: Silinder tegak dengan tutup atas standart dish dan tutup bawah berbentuk konis
<b>Bahan Konstruksi</b>	: Carbon steel SA – 240, Grade S
<b>Ukuran</b>	
- Diameter luar	: 115 in
- Diameter dalam	: 114 in
- Tinggi shell	: 458 in
- Tebal shell	: 1 1/2 in
- Tha = Thb	: 3/16 in
- ha	: 19 in
- hb	: 33 in
- pi	: 14,71 psi
<b>Jumlah</b>	: 1 buah

#### 20. Belt Conveyor (J-144)

<b>Fungsi</b>	: Mengangkut urea padat dari Prilling Tower untuk dipacking
<b>Bentuk</b>	: Horizontal belt conveyor
<b>Bahan Konstruksi</b>	: Carbon steel SA – 240, Grade S
<b>Velocity</b>	: 54,8968 ft/min
<b>Ukuran</b>	:
- Panjang (L)	: 100 ft
- Ketinggian (H)	: 8,8 ft
<b>Daya</b>	: 1 hp
<b>Jumlah</b>	: 1 buah

#### 21. Screening

<b>Fungsi</b>	: Mengayak partikel urea yang keluar dari Prilling Tower yang diangkut ke belt conveyor agar mempunyai diameter yang seragam
<b>Bentuk</b>	: Sieve tray, tyler standart screen
<b>Bahan Konstruksi</b>	: Carbon steel SA – 240, Grade S
<b>Ukuran mesh</b>	: 9 mm
<b>Bukaan ayakan</b>	: 3 mm

Nominal diameter kawat : 0,9 mm  
 Dpi :  $3 + 0,9 = 3,9$  mm  
 Jumlah : 1 buah

## 22. Belt Conveyor (J-145)

Fungsi : Mengangkut urea ZAK menuju warehouse  
 Bentuk : Horizontal belt conveyor  
 Bahan Konstruksi : Carbon steel SA – 240, Grade S  
 Velocity : 54,90 ft/min  
 Ukuran :  
 - Panjang (L) : 100 ft  
 - Ketinggian (H) : 8,8 ft  
 Daya : 1 hp  
 Jumlah : 1 buah

## 23. MP Absorber (D-150)

Fungsi : Penyerapan gas dari MP Decomposer  
 Kapasitas :  $71,6829 \text{ m}^3$   
 Bentuk : Silinder tegak dengan tutup atas dan bawah standart dish  
 Bahan Konstruksi : Carbon steel SA – 240, Grade S  
 Ukuran :  
 - Diameter luar : 160 in  
 - Diameter dalam : 157 in  
 - Tinggi shell : 235 in  
 - Tebal shell :  $1 \frac{1}{2}$  in  
 -  $T_{ha} = T_{hb}$  :  $2 \frac{1}{2}$  in  
 -  $h_a = h_b$  : 27 in  
 -  $D_1$  : 16 in  
 -  $L_1$  : 31 in  
 -  $p_i$  : 225,5067 psi  
 Jumlah : 1 buah

## 24. Pompa menuju Scrubber dan Carbamat Condensor 2 (L-151)

Fungsi : Memindahkan larutan dari MP Absorber menuju Carbamat Condensor 2 dan Scrubber

Type	: Centrifugal pump
Bahan Konstruksi	: Commercial steel
Kapasitas	: 1.467,4460 ft <sup>3</sup> /jam
Power	: 1 HP
Jumlah	: 1 buah

#### 25. LP Absorber (D-152)

Fungsi	: Penyerapan gas dari LP Decomposer
Kapasitas	: 40,5867 m <sup>3</sup>
Bentuk	: Silinder tegak dengan tutup atas dan bawah standart dish
Bahan Konstruksi	: Carbon steel SA – 240, Grade S
Ukuran	
- Diameter luar	: 130 in
- Diameter dalam	: 130 in
- Tinggi shell	: 195 in
- Tebal shell	: 1/4 in
- Tha = Thb	: 7/16 in
- ha = hb	: 22 in
- D1	: 13 in
- L1	: 26 in
- pi	: 38,9696 psi
Jumlah	: 1 buah

#### 26. Pompa menuju MP Absorber (L-153)

Fungsi	: Memindahkan larutan dari LP Absorber menuju MP Absorber
Type	: Centrifugal pump
Bahan Konstruksi	: Commercial steel
Kapasitas	: 1.193,1109 ft <sup>3</sup> /jam
Power	: 1 HP
Jumlah	: 1 buah

#### 27. Condensat Stripper (D-160)

Fungsi	: Menguapkan H <sub>2</sub> O yang akan masuk ke LP Decomposer
Bentuk	: DPHE (Double Pipe Heat Exchanger)

Bahan Konstruksi : Carbon steel SA – 240, Grade S

Jumlah : 1 buah

Ukuran pipe :

**Bagian Anullus**

-  $A_{an}$  : 1,19 in<sup>2</sup>

-  $d_e$  : 0,915 in

-  $d_e'$  : 0,4 in

**Bagian Pipa**

-  $A_p$  : 1,5 in<sup>2</sup>

-  $d_i$  : 1,38 in

-  $d_o$  : 1,66 in

-  $a''$  : 0,345 ft<sup>2</sup>/ft

**28. Surface Condensor (E-161)**

Fungsi : Mengkondensasi amoniak dan H<sub>2</sub>O dari Vaccum Concentrator 1 dan Vaccum Concentrator 2

Bentuk : Sheel and Tube

Bahan Konstruksi : Carbon steel SA – 240, Grade S

Jumlah : 1 buah

Ukuran pipe :

**Bagian Shell**

-  $ID_s$  : 29 in

-  $n'$  : 2

- B : 3

-  $d_e$  : 0,91 in

-  $c'$  : 0,31 in

**Bagian Tube**

-  $d_o$  : 1 ¼ in, 14 BWG

-  $d_i$  : 1,08 in

- n : 6

- l : 16 ft

- Nt : 212

-  $P_T$  : 1,56 in

- a' : 0,923 in<sup>2</sup>
- a'' : 0,3271 ft<sup>2</sup>/ft
- Pengaturan : *Triangular Pitch*

### 29. Kondensat Tank (F-162)

- Fungsi : Tempat penyimpanan hasil kondensat
- Kapasitas : 15,3395 m<sup>3</sup>
- Bentuk : Silinder tegak dengan tutup atas dan bawah standart dish
- Bahan Konstruksi : Carbon steel SA – 240, Grade S
- Ukuran
  - Diameter luar : 94 in
  - Diameter dalam : 94 in
  - Tinggi shell : 141 in
  - Tebal shell :  $\frac{3}{16}$  in
  - Thb :  $\frac{3}{16}$  in
  - hb : 16 in
  - p<sub>i</sub> : 10,8526 psi
- Jumlah : 1 buah

### 30. Pompa menuju Heater dan LP Absorber (L-163)

- Fungsi : Memindahkan larutan dari LP Decomposer menuju Heater dan LP Absorber
- Type : Centrifugal pump
- Bahan Konstruksi : Commercial steel
- Kapasitas : 378,0367 ft<sup>3</sup>/jam
- Power : 1 HP
- Jumlah : 1 buah

### 31. Kondensat Preheater (E-164)

- Fungsi : Memanaskan H<sub>2</sub>O yang akan digunakan sebagai feed dalam Condensat Stripper
- Bentuk : DPHE
- Bahan Konstruksi : Carbon steel SA – 240, Grade S
- Jumlah : 1 buah
- Ukuran pipe :

**Bagian Anullus**

- $A_{an}$  : 1,19 in
- $d_e$  : 0,915 in
- $d_e'$  : 0,4 in

**Bagian Pipa**

- $A_p$  : 1,5 in<sup>2</sup>
  - $d_i$  : 1,38 in
  - $d_o$  : 1,66 in
  - $a''$  : 0,345 ft<sup>2</sup>/ft
- Jumlah** : 1 buah



**BAB VI**  
**PERANCANGAN ALAT UTAMA**

**Reaktor (R-110)**

Fungsi : Mereaksikan amoniak dengan karbondioksida menjadi amonium karbamat menjadi urea kemudian diikuti reaksi dehidrasi

Type : Absorber yang disertai reaksi kimia

Bentuk : Silinder tegak dengan alas dan tutup standart dish

Bahan konstruks : High Alloy Steel SA Grade M Type 316

$$f = 17.678$$

Jenis pengelasan : *Double welded butt joint*

$$E = 0,8$$

Faktor korosi : 1/16 in

Tekanan : 173 atm = 2542,4 psia

Temperatur : 190 °C = 463,2 K = 374 °F

Perhitungan :

Rate bahan baku : 104280 Kg/Jam = 229896 lb/Jam

Jumlah reaktor : 289 buah

Waktu operasi : 120 menit

Densitas campuran

Bahan	Massa	Fraksi	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	jumlah $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )
Amoniak (l)	38836,0	0,372	817	304,267
CO2 (g)	9709,0	0,093	1,98	0,184
Karbamat (l)	55735,0	0,534	1.600	855,159
	104280,0			1159,611

Densitas campuran : 1159,611 kg/m<sup>3</sup> = 72,39 lb/ft<sup>3</sup>

$$\begin{aligned}
 \text{Laju Volumetrik ( } V_o \text{)} & : \frac{\text{Kapasitas}}{\rho \text{ campuran}} \\
 & : \frac{104280 \text{ kg/jam}}{1159,611 \text{ kg/m}^3} \\
 & : 89,93 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Menghitung volume reaktor

$$\begin{aligned}
 \tau & = \frac{V}{V_o} \\
 2 & = \frac{V}{89,9} \\
 V & = 179,85 \text{ m}^3 \\
 V & = 179853,42 \text{ L} \\
 V & = 6351,47 \text{ ft}^3 \text{ (120 menit)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume liquida} & = 89,9 \text{ m}^3 \text{ (jam)} \\
 & = 3175,7347 \text{ ft}^3 \text{ (jam)}
 \end{aligned}$$

Menentukan ukuran vessel

Diperkirakan fluida akan mengisi sebanyak 70% volume total *storage*

$$\begin{aligned}
 V_{T \text{ storage}} & = \frac{100\%}{70\%} \times 6.351,4694 \\
 & = 9.073,53 \text{ ft}^3 = 216,10 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Assumsi : } L_s = 10 \times d_i$$

$$\text{Volume total} = V_1 + V_2 + V_3$$

$$\text{Volume total} = 0,0847 \text{ di}^3 + \pi/4 \times L_s \times d_i^2 + 0,0847 \text{ di}^3$$

$$\text{Volume total} = \pi/4 \times L_s \times d_i^2 + [(0,0847 \times d_i^3) \times 2]$$

$$\text{Volume total} = 10\pi/4 \times d_i^3 + (0,1694 \times d_i^3)$$

$$\text{Volume total} = 8,0194 \times d_i^3$$

$$\begin{aligned}
 di &= \left( \frac{9.073,53}{8,0194} \right)^{1/3} \\
 &= 10,42 \text{ ft} = 125,04 \text{ in} = 3,18 \text{ m} \\
 \text{Volume liquid} &= V_1 + V_2 \\
 \text{Volume liquid} &= 0,0847 \text{ di}^3 + \pi/4 \times \text{lls} \times \text{di}^2 \\
 \text{Volume liquid} &= 95,83 + 85,24 \text{ lls} \\
 6351,47 &= 85,24 \text{ lls} \\
 \text{lls} &= \frac{6.255,6358}{85,2365} \\
 \text{lls} &= 73,39 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

Menentukan tekanan design

$$\begin{aligned}
 P_{\text{hidrostatik}} &= \rho \times g \times h \\
 &= 72,39 \text{ lb/ft}^3 \times 1 \text{ lbm/lb} \times 73,39 \text{ ft} \\
 &= 5.313,16 \text{ lb/ft}^2 = 36,90 \text{ lb/in}^2 \\
 P_{\text{operasi}} &= 2.542,4080 \text{ psi} \\
 P_{\text{design}} &= P_{\text{hidrostatik}} + P_{\text{operasi}} \\
 &= 36,90 + 2.542,4080 \\
 &= 2.579,305 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

Menentukan tebal dinding tangki silinder

Berdasarkan Brownell & Young diperoleh persamaan untuk *standart dish*

$$\begin{aligned}
 t_s &= \frac{\pi \times di}{2 \times (f \times E - 0,6 \times \pi)} + C \\
 &= \frac{2579,305 \times 125,04}{2 \left[ 7.678 \times 0,8 - 0,6 \times 2579,30 \right]} + \frac{1}{16} \\
 &= \frac{322.524}{25.190} + \frac{1}{16}
 \end{aligned}$$

$$= 12,80 \text{ in} = \frac{205,86}{16} = 12,87 \text{ in} \approx 13 \text{ in}$$

(didalam tabel brownel nilai ts yang didapat tidak memenuhi maka diambil nilai ts =

$$t_s = \frac{\pi \times d_i}{2x(f \times E - 0,6 \times \pi)} + C$$

$$2 = \frac{2579,305 \times d_i}{2 \left[ 17.678 \times 0,8 - 0,6 \times 2579,30 \right]} + \frac{1}{16}$$

$$2 = \frac{2579,305 d_i}{25.190} + \frac{1}{16}$$

$$1,9 = \frac{2579,305 d_i}{25.190}$$

$$48806 = 2579,305 d_i$$

$$d_i = 18,92 \text{ in} = 1,58 \text{ ft}$$

(dengan menggunakan di baru maka didapatkan jumlah reaktor)

$$\text{Assumsi : } L_s = 10 \times d_i$$

$$\text{Volume total} = V_1 + V_2 + V_3$$

$$\text{Volume total} = 0,0847 d_i^3 + \pi/4 \times L_s \times d_i^2 + 0,0847 d_i^3$$

$$\text{Volume total} = \pi/4 \times L_s \times d_i^2 + [(0,0847 \times d_i^3) \times 2]$$

$$\text{Volume total} = 10\pi/4 \times d_i^3 + (0,1694 \times d_i^3)$$

$$\text{Volume total} = 8,0194 \times d_i^3$$

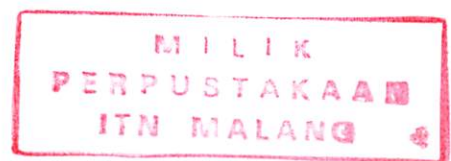
$$\text{Volume total} = 31,44 \text{ ft}^3$$

Maka :

$$\text{Jumlah reaktor} = \frac{9.073,53 \text{ ft}^3}{31,44 \text{ ft}^3}$$

$$= 289 \text{ buah}$$

$$\text{Volume liquid dengan di baru} = \frac{6.351,47 \text{ ft}^3}{289}$$



$$\begin{aligned}
 &= 22,01 \text{ ft}^3 \\
 \text{Volume liquid} &= V_1 + V_2 \\
 \text{Volume liquid} &= 0,0847 \text{ di}^3 + p/4 \times \text{lls} \times \text{di}^2 \\
 \text{Volume liquid} &= 0,33 + 1,95 \text{ lls} \\
 22,01 &= 1,95 \text{ lls} \\
 \text{lls} &= \frac{21,6768}{1,9518} \\
 \text{lls} &= 11,11 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

### Menentukan tekanan design baru

$$\begin{aligned}
 P_{\text{hidrostatik}} &= \rho \times g \times h \\
 &= 72,39 \text{ lb/ft}^3 \times 1 \text{ lbm/lbf} \times 11,11 \text{ ft} \\
 &= 804,01 \text{ lb/ft}^2 = 5,58 \text{ lb/in}^2 \\
 P_{\text{operasi}} &= 2.542,4080 \text{ psi} \\
 P_{\text{design}} &= P_{\text{hidrostatik}} + P_{\text{operasi}} \\
 &= 5,58 + 2.542,4080 \\
 &= 2.547,991 \text{ psi} \\
 t_s &= 2 \text{ in} \\
 d_o &= d_i + 2t_s \\
 &= 18,92 + 4 \\
 &= 22,92 \text{ in} \approx 24 \text{ in} \\
 d_i \text{ stand} &= d_o - 2t_s \\
 &= 24 - 4 \\
 &= 20 \text{ in} \\
 \text{Tinggi silinder(L)} &= 10,0 \times d_i \\
 &= 200 \text{ in} = 5,08 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Menentukan tebal dan tinggi tutup atas dan bawah

$$\begin{aligned}
 t_{ha} &= \frac{0,885 \times \pi \times r}{f \times E - 0,1 \times \pi} + C \\
 &= \frac{0,885 \times 2547,991 \times 20}{17,678 \times 0,8 - 0,1 \times 2547,991} + \frac{1}{16} \\
 &= \frac{45099,45}{13887,60} + \frac{1}{16} \\
 &= 3,247 \text{ in} = \frac{52,9594}{16} = 3 \text{ in} \\
 t_{ha} &= t_{hb} = 3 \text{ in} \\
 h_a &= 0,169 \text{ di} \\
 &= 3,38 \text{ in} \\
 h_a &= h_b = 3,38 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Menentukan tinggi reaktor

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi total} &= h_a + L_s + h_b \\
 &= 3,38 + 200 + 3,38 \\
 &= 206,76 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Direncanakan menggunakan packing jenis rasching ring

$$\begin{aligned}
 D_1 &= \frac{1}{10} D_i \\
 &= \frac{1}{10} 20,00 \\
 &= 2 \text{ in} \\
 L_1 &= 2 \times D_1 \\
 &= 2 \times 2,00 \\
 &= 4 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas maka diperoleh dimensi reaktor ;

Do =	24	in
Di =	20	in
D1 =	2	in
L1 =	4	in
Tha =	3	in
Thb =	3	in
Ha =	3	in
Hb =	3	in
ts =	2	in
Ls =	200	in
Tinggi total	=	206,76 in

#### Perancangan nozzle

Perhitungan nozzle pada reaktor adalah sebagai berikut :

##### 1. Nozzle liquid masuk dari bottom (aliran 1)

Rate masuk	=	74	kg/jam	=	163,98	lb/jam
	=	2,7330	lb/min			
$\rho$ liquida	=	817	kg/m <sup>3</sup>	=	51,00	lb/ft <sup>3</sup>
Rate volumetrik	=	$\frac{m}{\rho}$	=	$\frac{2,73}{51}$	=	0,05 ft <sup>3</sup> /min

Asumsi aliran turbulen dari peter & timmerhaus (fig.14-2) didapatkan :

$$Di \text{ optimum} = 0,4 \text{ in}$$

digunakan pipa standart dari kern tabel 11 hal 844 :

D nominal	=	1/2	in	=	3411,6667	ft
OD	=	0,840	in	=	0,0700	ft
ID	=	0,622	in	=	0,0518	ft
A	=	0,304	in <sup>2</sup>	=	0,0021	ft <sup>2</sup>

## 2. Nozzle liquid dan gas masuk dari bottom (aliran 3&amp;4)

$$\begin{aligned}
 \text{Rate masuk} &= 287 \text{ kg/jam} = 632,65 \text{ lb/jam} \\
 &= 10,54 \text{ lb/min} \\
 \rho &= 2119,14 \text{ kg/m}^3 = 132,29 \text{ lb/ft}^3 \\
 \text{Rate volumetrik} &= \frac{m}{\rho} = \frac{10,54}{132,29} = 0,1 \text{ ft}^3/\text{menit}
 \end{aligned}$$

Asumsi aliran turbulen dari peter & timmerhaus (fig.14-2) didapatkan :

$$\text{Di optimum} = 0,5 \text{ in}$$

digunakan pipa standart dari kern tabel 11 hal 844 :

$$\begin{aligned}
 \text{D nominal} &= 1/2 \text{ in} = 3411,6667 \text{ ft} \\
 \text{OD} &= 0,840 \text{ in} = 0,0700 \text{ ft} \\
 \text{ID} &= 0,622 \text{ in} = 0,0518 \text{ ft} \\
 \text{A} &= 0,304 \text{ in}^2 = 0,0021 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

## 3. Nozzle gas keluar dari top (aliran 2)

$$\begin{aligned}
 \text{Rate masuk} &= 7,7155 \text{ kg/jam} = 17,01 \text{ lb/jam} \\
 &= 0,28 \text{ lb/min} \\
 \rho \text{ gas} &= 4,8480 \text{ kg/m}^3 = 0,303 \text{ lb/ft}^3 \\
 \text{Rate volumetrik} &= \frac{m}{\rho} = \frac{0,28}{0,303} = 0,9 \text{ ft}^3/\text{min}
 \end{aligned}$$

Asumsi aliran turbulen dari peter & timmerhaus (fig.14-2) didapatkan :

$$\text{Di optimum} = 0,7 \text{ in}$$

digunakan pipa standart dari kern tabel 11 hal 844 :

$$\begin{aligned}
 \text{D nominal} &= 3/4 \text{ in} = 3416,8333 \text{ ft} \\
 \text{OD} &= 1,050 \text{ in} = 0,0875 \text{ ft} \\
 \text{ID} &= 0,824 \text{ in} = 0,0687 \text{ ft} \\
 \text{A} &= 0,53 \text{ in}^2 = 0,0037 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$



## 4. Nozzle produk keluar dari bottom (aliran 5)

$$\begin{aligned}
 \text{Rate masuk} &= 353,63 \text{ kg/jam} = 779,62 \text{ lb/jam} \\
 &= 12,99360124 \text{ lb/min} \\
 \rho \text{ gas} &= 2473,13 \text{ kg/m}^3 = 154,391 \text{ lb/ft}^3 \\
 \text{Rate volumetrik} &= \frac{m}{\rho} = \frac{12,99}{154,39} = 0,08 \text{ ft}^3/\text{menit}
 \end{aligned}$$

Asumsi aliran turbulen dari peter & timmerhaus (fig.14-2) didapatkan :

$$\text{Di optimum} = 0,7 \text{ in}$$

digunakan pipa standart dari kern tabel 11 hal 844 :

$$\begin{aligned}
 \text{D nominal} &= 3/4 \text{ in} = 3416,8333 \text{ ft} \\
 \text{OD} &= 1,050 \text{ in} = 0,0875 \text{ ft} \\
 \text{ID} &= 0,824 \text{ in} = 0,0687 \text{ ft} \\
 \text{A} &= 0,53 \text{ in}^2 = 0,0037 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

## 5. Nozzle air pendingin masuk

$$\begin{aligned}
 \text{Rate masuk} &= 160,91 \text{ kg/jam} = 354,74 \text{ lb/jam} \\
 &= 5,9124 \text{ lb/min} \\
 \rho \text{ air} &= 995,68 \text{ kg/m}^3 = 62,158 \text{ lb/ft}^3 \\
 \text{Rate volumetrik} &= \frac{m}{\rho} = \frac{5,91}{62,16} = 0,10 \text{ ft}^3/\text{menit}
 \end{aligned}$$

Asumsi aliran turbulen dari peter & timmerhaus (fig.14-2) didapatkan :

$$\text{Di optimum} = 0,4 \text{ in}$$

digunakan pipa standart dari kern tabel 11 hal 844 :

$$\begin{aligned}
 \text{D nominal} &= 1/2 \text{ in} = 3411,6667 \text{ ft} \\
 \text{OD} &= 0,840 \text{ in} = 0,0700 \text{ ft} \\
 \text{ID} &= 0,622 \text{ in} = 0,0518 \text{ ft} \\
 \text{A} &= 0,304 \text{ in}^2 = 0,0021 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

## 6. Nozzle air pendingin keluar

$$\begin{aligned}
 \text{Rate masuk} &= 160,91 \text{ kg/jam} = 354,74 \text{ lb/jam} \\
 &= 5,9124 \text{ lb/min} \\
 \rho \text{ air} &= 995,68 \text{ kg/m}^3 = 62,158 \text{ lb/ft}^3 \\
 \text{Rate volumetrik} &= \frac{m}{\rho} = \frac{5,91}{62,16} = 0,10 \text{ ft}^3/\text{menit}
 \end{aligned}$$

Asumsi aliran turbulen dari peter & timmerhaus (fig.14-2) didapatkan :

$$\text{Di optimum} = 0,4 \text{ in}$$

digunakan pipa standart dari kern tabel 11 hal 844 :

$$\begin{aligned}
 \text{D nominal} &= 1/2 \text{ in} = 3411,6667 \text{ ft} \\
 \text{OD} &= 0,840 \text{ in} = 0,0700 \text{ ft} \\
 \text{ID} &= 0,622 \text{ in} = 0,0518 \text{ ft} \\
 \text{A} &= 0,304 \text{ in}^2 = 0,0021 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

Dari Brownell (fig 12.2), dimensi flange untuk semua nozzle :

Nozzle	NPS	A	T	R	E	K	L	B
1	1/2	3 1/2	7/16	1 3/8	1 3/16	0,84	1 7/8	0,62
2	1/2	3 1/2	7/16	1 3/8	1 3/16	0,84	1 7/8	0,62
3	3/4	3 7/8	1/2	1 11/16	1 1/2	1,05	2 1/16	0,82
4	3/4	3 7/8	1/2	1 11/16	1 1/2	1,05	2 1/16	0,82
5	1/2	3 1/2	7/16	1 3/8	1 3/16	0,84	1 7/8	0,62
6	1/2	3 1/2	7/16	1 3/8	1 3/16	0,84	1 7/8	0,62
7	10	16	1	13	12	11	4	10,02

Keterangan :

- NPS = Ukuran pipa nominal, in
- A = Diameter luar *flange*, in
- T = Ketebalan *flange* minimum, in
- R = Diameter luar bagian yang menonjol, in

- E = Diameter *hub* dasar, in
- K = Diameter *hub* pada titik pengelasan, in
- L = Panjang melewati *hub*, in
- B = Diameter dalam dari dinding pipa standard, in

Menghitung dimensi Hand Hole :

a. Dimensi Hand Hole

Sebuah hand hole direncanakan menggunakan diameter 10 in. Flange untuk hand hole digunakan type standar 150 lb welding neck - flange (168), Brownell hal 221

- |  |   |           |
|--|---|-----------|
| 1. Ukuran Nomial Pipa (NPS)              | : | 10 in     |
| 2. Di luar flange (A)                    | : | 16 in     |
| 3. Ketebalan flange (T)                  | : | 1 3/16 in |
| 4. Di luar dari pembesaran permukaan (R) | : | 12 3/4 in |
| 5. Di pusat dari dasar (E)               | : | 12 in     |
| 6. Panjang (L)                           | : | 4 in      |
| 7. Jumlah lubang baut                    | : | 12 buah   |
| 8. D lubang                              | : | 1 in      |
| 9. D baut                                | : | 7/8 in    |
| 10. Bolt circle                          | : | 14 1/4    |
| 11. Dalam (B)                            | : | 10,02 in  |
| 11. Di pusat dari pengelasan (K)         | : | 10,75 in  |

b. Tutup hand hole

Dipilih standart 150 lb wlding neck flange (168) Brownell, hal 221 :

- |                                     |   |           |
|-------------------------------------|---|-----------|
| 1. Ukuran Nomial Pipa (NPS)         | : | 10 in     |
| 2. D luar flange (A)                | : | 16 in     |
| 3. Tebal flange minimum (T)         | : | 1 3/16 in |
| 4. D luar dari pembesaran permukaan | : | 12 3/4 in |
| 5. D lubang baut                    | : | 1 in      |
| 6. Jumlah lubang baut               | : | 12 buah   |

7. D baut : 7/8 in  
 8. Bolt circle : 14 1/4

- Diameter hand hole : 10 in  
 Diameter dalam hand hole : 7,75 in  
 Diameter luar hand hole : 10 in

Asumsi :

- Two : Tebal pengelasan luar : 1 3/4 in  
 Twi : Tebal pengelasan dalam : 1 3/4 in  
 tp : 1,50 in  
 ts : 2 in  
 tn : Do lubang - Di lubang  
 : 10 - 7,75 = 2,25 in  
 t min : (terkecil diantara ts,tn, dan tp) °  
 two min : 0,5 x t min  
 : 0,5 x 1,50  
 : 0,8 in  
 two > two min maka pengelasan memadai  
 twi min : 0,7 x t min  
 : 0,7 x 1,50  
 : 1,1 in  
 twi > two min maka pengelasan memadai

Diameter penguat max

- dp : 2 din<sub>maks</sub>  
 : 2 x 7,75 = 15,5 in  
 di : 20 in

$$t_{rs} : \frac{\pi \cdot d_i}{2 \times \left[ (f \cdot E) - (0,6 \cdot \pi) \right]}$$

$$: \frac{2547,991 \times 20}{2 \times \left[ (17678 \times 0,8) - (0,6 \times 2547,991) \right]}$$

$$: 2 \text{ in}$$

$$d_{in} : 7,75 \text{ in}$$

$$C_{\text{lubang}} : 0$$

$$t_m : \frac{\pi \cdot d_i}{2 \times \left[ (f \cdot E) - (0,6 \cdot \pi) \right]}$$

$$: \frac{2547,991 \times 7,75}{2 \times \left[ (17678 \times 0,8) - (0,6 \times 2547,991) \right]}$$

$$: 0,78 \text{ in}$$

$$A : t_{rs} \times d_{in}$$

$$: 2 \times 7,75$$

$$: 15,66 \text{ in}$$

$$A1 : d_{in} (t_s - t_{rs} - C)$$

$$: 7,75 \times (2 - 2 - 0)$$

$$: 0 \text{ in}$$

$$A2 : 2 \times \left[ \left( \frac{1}{4} t_n - t_p \right) (t_n - t_m - c) \right]$$

$$: 10,47 \text{ in}$$

$A1 + A2 < A$  maka dibutuhkan penguat

$$A3 : t_w^2 + t_{wi}^2$$

$$: 0,56 + 1,10$$

$$: 1,67 \text{ in}$$

$$A4 : (d_p - d_{in} - 2 t_n) (t_p)$$

$$: 4,88 \text{ in}$$

$$A < A1 + A2 + A3 + A4 = 15,66 < 17,01 \text{ in (ukuran memadai)}$$

### Perhitungan Jaket

Untuk melindungi tekanan yang keluar akibat temperatur reaksi yang tinggi maka reaktor dilengkapi oleh jaket dengan air sebagai media pendingin.

#### a. Menentukan volume air

$$\text{Rate air masuk} = 160,9 \quad \text{kg/jam} = 354,74 \quad \text{lb/jam}$$

$$\rho \text{ air} = 995,68 \quad \text{kg/m}^3 = 62,158 \quad \text{lb/ft}^3$$

$$\text{Waktu tinggal} = 2 \quad \text{jam}$$

$$\text{Rate volumetrik} = \frac{\text{Rate air}}{\rho \text{ air}} = \frac{354,74}{62,16} = 5,71 \quad \text{ft}^3/\text{jam}$$

#### Menghitung volume air

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

$$2 = \frac{V}{5,71}$$

$$V = 11,41 \quad \text{ft}^3$$

$$\text{Vol total air} = 11,41 \quad \text{ft}^3$$

$$P = 2547,99 \quad \text{psi}$$

$$d_i = 20 \quad \text{in} = 1,67 \quad \text{ft}$$

$$d_o = 24 \quad \text{in} = 2,00 \quad \text{ft}$$

$$\text{Vol liquid dalam tangki} = 22,01 \quad \text{ft}^3$$

$$\text{Vol tutup bawah tangki} = 0,0847 \quad \times \quad d_i^3$$

$$= 0,0847 \quad \times \quad 4,63$$

$$= 0,392 \quad \text{ft}^3$$

$$\text{Vol liquid dalam silinder} = 22,01 \quad - \quad 0,392 \quad \text{ft}^3$$

$$= 21,62 \quad \text{ft}^3$$

$$\text{Luas alas silinder tangki} = \pi/4 \times d_i^2$$

$$= 2,18 \quad \text{ft}^2$$

$$\text{Tinggi liquid dalam silinder (Lls)} = \frac{21,62}{2,18} = 9,91 \text{ ft}$$

b. Menentukan volume silinder bagian luar

$$\begin{aligned} \text{Vol tutup bawah tangki} &= 0,0847 \times d_o^3 \\ &= 0,0847 \times 8 \\ &= 0,6776 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vol liquid dalam silinder} &= \pi/4 \times d_o^2 \times Lls \\ &= 31,13 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vol liquida} &= 31,13 + 0,678 \text{ ft}^3 \\ &= 31,81 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vol jaket} &= \text{Vol total air} + \text{Vol liquid} + 10\% \text{ vol liquida} \\ &= 11,41 + 31,81 + 3,181 \\ &= 46,40 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Asumsi :  $L_{sj} = 10 \text{ di}$

$$\begin{aligned} \text{Volume jaket} &= V_{\text{silinder jaket}} + V_{\text{tutup bawah jaket}} \\ 46,40 &= \left( \frac{\pi \times d_{ij}^2 \times L_{sj}}{4} \right) + \left( 0,0847 \times d_{ij}^3 \right) \\ 46,40 &= \left( \frac{\pi \times d_{ij}^2 \times 10di}{4} \right) + \left( 0,0847 \times d_{ij}^3 \right) \end{aligned}$$

$$46,40 = 7,85 \text{ di}^3 + 0,0847 d_{ij}^3$$

$$46,40 = 7,935 \text{ di}^3$$

$$d_{ij}^3 = 5,85$$

$$d_{ij} = 1,80 \text{ ft} = 22 \text{ in}$$

$$\begin{aligned}\text{Vol tutup bawah jaket} &= 0,0847 \times \text{dij}^3 \\ &= 0,0847 \times 5,85 \\ &= 0,495 \text{ ft}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{hbj} &= 0,169 \times \text{dij} \\ &= 0,169 \times 1,802 \\ &= 0,304 \text{ ft}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tinggi silinder jaket (Lsj)} &= 10 \times \text{dij} \\ &= 18,02 \text{ ft}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tinggi jaket (Hj)} &= \text{Lsj} + \text{hbj} \\ &= 18,02 + 0,304 \text{ ft} \\ &= 18,32 \text{ ft}\end{aligned}$$

c. Menentukan P design

$$\begin{aligned}P_{\text{hidrostatik}} &= \rho \times g \times h \\ &= 62,16 \text{ lb/ft}^3 \times 1 \text{ lbm/lbf} \times 18,32 \text{ ft} \\ &= 1.138,77 \text{ lb/ft}^2 = 7,91 \text{ lb/in}^2\end{aligned}$$

$$P_{\text{operasi}} = 2.542,4080 \text{ psi}$$

$$\begin{aligned}P_{\text{design}} &= P_{\text{hidrostatik}} + P_{\text{operasi}} \\ &= 7,91 + 2.542,4080 \\ &= 2.550,316 \text{ psi}\end{aligned}$$

d. Menentukan tebal dinding silinder jaket

$$\begin{aligned}t_{\text{sj}} &= \frac{\pi \times \text{dij}}{2 \times (f \times E - 0,6 \times \pi)} + C \\ &= \frac{2550,316 \times 21,62}{2 \left[ 7.678 \times 0,8 - 0,6 \times 2550,32 \right]} + \frac{1}{16} \\ &= \frac{55.137}{25.224} + \frac{1}{16}\end{aligned}$$



$$= 2,19 \text{ in} = \frac{35,97}{16} = 2,248 \text{ in} \approx 2 \frac{1}{4} \text{ in}$$

$$tsj = 2 \frac{1}{4} \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{doj} &= \text{dij} + 2ts \\ &= 21,62 + 4,5 \\ &= 26,12 \text{ in} \approx 26 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{dij} &= \text{doj} - 2ts \\ &= 26 - 4,5 \\ &= 21,50 \text{ in} \end{aligned}$$

e. Menentukan tinggi silinder jaket

$$\begin{aligned} Lsj &= 10 \times \text{dij} \\ &= 10 \times 21,5 \\ &= 215 \text{ in} \end{aligned}$$

f. Menentukan tutup bawah jaket ( $r = \text{dij}$ )

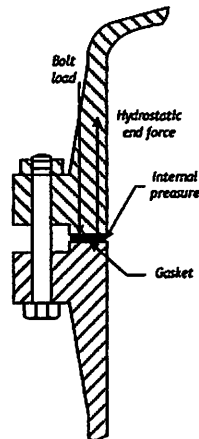
$$\begin{aligned} \text{thbj} &= \frac{0,885 \times \pi \times r}{f \times E - 0,1 \times \pi} + \frac{C}{16} \\ &= \frac{0,885 \times 2550,316 \times 21,5}{17,678 \times 0,8 - 0,1 \times 2550,316} + \frac{1}{16} \\ &= \frac{48526,14}{13887,37} + \frac{1}{16} \\ &= 3,494 \text{ in} + \frac{56,9082}{16} = 3,56 \text{ in} \end{aligned}$$

g. Menentukan tinggi tutup bawah jaket

$$\begin{aligned} \text{hbj} &= 0,169 \times \text{dij} \\ &= 0,169 \times 21,50 \\ &= 3,63 \text{ in} \end{aligned}$$

### Perancangan Dimensi *Gasket*, *Bolting* dan *Flange* pada tangki reaktor

Perancangan sambungan bagian tutup (*head*) dengan dinding (*shell*) reaktor ditujuka untuk mempermudah perawatan dan perbaikan dari reaktor itu sendiri. Adapun bagian tutup reaktor (*head*) dan bagian dinding (*shell*) dari reaktor dihubungkan dengan menggunakan sistem flange dan bolting



Gambar 6.4.1. Dimensi *Gasket* dan *Bolting* (Brownell & Young. Fig. 12.10. hal. 227

#### a. Perancangan *Gasket*

Bahan	:	<i>Solid Flate metal, stailless stell</i>
<i>Gasket factor</i> (m)	:	6,5
<i>Minimum design seating stress</i>	:	26.000 psi
(y)		(Brownell & Young. fig. 12.11. hal. 228)

#### b. Perancangan *Bolting*

Bahan	:	<i>Low Alloy Steel SA - 193 grade B7a</i>
<i>Tensile stress</i> minimal	:	55.000 psi
<i>Allowable stress</i> ( $f_b$ )	:	12.613
		(Brownell & Young. tabel. 13.1. hal. 252)

#### c. Perancangan *Flange*

Bahan	:	<i>High Alloy Steel SA 240 Grade M Type 316</i>
<i>Tensile stress</i> minima	:	75.000 psi
<i>Allowable stress</i>	:	17.600

*Flange type* : *Ring Flange Loose Type*  
(Brownell & Young. App D. hal. 342)

Penentuan lebar *gasket*

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

Dimana : (Brownell & Young. Pers. 12.2. hal. 226)

$d_o$  = diameter luar *gasket*

$d_i$  = diameter dalam *gasket* =  $d_o$  shell = 24,00 in

$y$  = *yield stress* = 26.000 psia

$p$  = *internal pressure* = 2.579,305 psia

$m$  = *gasket factor* = 6,5

$t_{gask}$  = tebal *gasket* = 2 in

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

$$\frac{d_o}{d_i} = \sqrt{\frac{26.000 - 2.547,991 \times 6,5}{26.000 - 2.547,991 \times [6,5 + 1]}}$$

$$= 1,17$$

$d_i$  =  $d_o$  shell = 24 in

Sehingga :

$d_o$  = 1,17 × 24

= 28,09 in

Lebar *gasket* minimum ( $n$ ) =  $\frac{d_o - d_i}{2}$

$$= \frac{28,09 - 24,00}{2}$$

= 2,04 in

= 2,04 × 16

$$= \frac{32,71}{16} \approx 2 \text{ in}$$

Diambil nilai *gasket* (n) = 2 in

Diameter rata-rata *gasket* = di + lebar *gasket*

(G) = 24,00 + 2

= 26,00 in

Menghitung beban *gasket* ( $W_{m2}$ ) (Brownell & Young. pers. 12.88. hal. 24)

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

Dimana :

b = lebar efektif *gasket* (in)

y = *yield stress* (lb/in<sup>2</sup>)

G = Diameter rata-rata *gasket* (in)

Berdasarkan Brownell & Young. Fig. 12.12. hal. 229 :

Lebar *setting gasket* bawah

b =  $b_o$  untuk  $b_o \leq 1/4$  in

b =  $\frac{\sqrt{b_o}}{2}$  untuk  $b_o > 1/4$

maka  $b_o = \frac{n}{2} = \frac{2}{2} = 1$  in

b =  $\frac{\sqrt{b_o}}{2}$

=  $\frac{\sqrt{1}}{2}$

= 0,5 in

Sehingga didapatkan  $H_y$  :

$W_{m2} = H_y = \pi \cdot b \cdot G \cdot y$  (Brownell & Young. pers. 12.88. hal. 24)

$$\begin{aligned}
 &= 3,14 \times 1 \times 26,00 \times 26.000 \\
 &= 2.122.640,00 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Beban untuk menjaga sambungan ( $H_p$ )

$$\begin{aligned}
 H_p &= 2 \cdot \pi \cdot b \cdot G \cdot m \cdot p \text{ (Brownell \& Young. pers. 12.90. hal. 240)} \\
 &= 2 \times 3,14 \times 1 \times 26,00 \times 6,5 \\
 &= \times 2.547,991 \\
 &= 2.704.234,23 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Beban karena tekanan dalam (H)

$$\begin{aligned}
 H &= \frac{\pi}{4} \cdot G^2 \cdot p \text{ (Brownell \& Young. pers. 12.89. hal. 240)} \\
 &= \frac{3,14}{4} \times 26,00^2 \times 2.579,305 \\
 &= 1.368.733,97 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Menghitung beban operasi total pada kondisi kerja ( $W_{m1}$ )

$$\begin{aligned}
 W_{m1} &= H + H_p \text{ (Brownell \& Young. pers. 12.91. hal. 24)} \\
 &= 1368733,97 + 2704234,23 \\
 &= 4072968,20 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Dapat dilihat bahwa  $W_{m1} > W_{m2}$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa beban kerja yang digunakan dalam proses adalah  $W_{m1}$ .

### Perancangan *Bolting*

#### 1. Perhitungan luas minimum *bolting*

$$\begin{aligned}
 A_m &= \frac{W_{m1}}{f_b} \text{ (Brownell \& Young. pers. 12.92. hal. 24)} \\
 &= \frac{4.072.968,20}{12.613} \\
 &= 322,92 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

## 2. Perhitungan luas optimum area

Untuk mendapatkan ukuran baut dapat dicoba ukuran baut standard berdasarkan Brownell and Young, tabel. 10.4. hal. 188, yaitu :

- Ukuran baut	:	3	in	
- Root area	:	5,62	in <sup>2</sup>	
Jumlah <i>bolting</i> minimum (N)	=	$\frac{A_m}{\text{root area}}$		
	=	$\frac{322,92}{5,62}$		
	=	57,45	≈	58 buah

Berdasarkan tabel 10.4. hal. 188, Brownell & Young diperoleh data :

- Bolt size	:	3	in	
- Root area	:	5,6210	in <sup>2</sup>	
- Bolt spacing (B <sub>s</sub> )	:	6 1/4	in	
- Min. radial distance (R) :	:	3 5/8	in	
- Edge distance (E)	:	2 7/8	in	

Evaluasi lebar *gasket*

$$\begin{aligned}
 A_{b \text{ actual}} &= \text{jumlah bolt} \times \text{root area} \\
 &= 58 \times 5,62 \\
 &= 326,02
 \end{aligned}$$

Lebar *gasket* minimum

$$\begin{aligned}
 W &= A_{b \text{ actual}} \times \frac{f}{2 \times \pi \times y \times G} \\
 &= 326,02 \times \frac{12.613}{2 \times 3.14 \times 26000 \times 24,92} \\
 &= 1,0106 \text{ in} < 2 \text{ in (memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, dapat dilihat bahwa nilai  $W <$  dari lebar *gasket* minimum yang telah ditentukan yaitu 2 in, sehingga lebar *gasket* telah memenuhi.

b. Perancangan *Flange*

1. Menghitung diameter luar *flange* (A)

$$\begin{aligned} A &= OD = \text{Bolt area diameter} + 2 \cdot E \\ &= C + 2 \cdot E \end{aligned}$$

Menentukan *bolt circle diameter* (C)

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

Dimana :

$$\text{di shell} = 24,00 \text{ in}$$

$$g_o = \text{tebal shell} = 2 \text{ in}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} C &= \text{di shell} + 2(1,415 \cdot g_o + R) \\ &= 24,00 + 2 \times \left( 1,42 \times 2 + 3 \frac{5}{8} \right) \\ &= 33,41 \text{ in} \\ &= 2,78 \text{ ft} \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} A &= OD = C + 2 \cdot E \\ &= 33,41 + 2 \times 2 \frac{7}{8} \\ &= 36,91 \text{ in} \\ &= 3,08 \text{ ft} \end{aligned}$$

2. Perhitungan *moment*

- Total *moment* pada kondisi operasi

$$M_o = M_D + M_G + M_T \quad (\text{Brownell \& Young. pers. 12.99. hal. 24})$$

Berdasarkan Brownell & Young. pers. 12.94. hal. 242, untuk keadaan bolting up (tanpa tekanan dalam) :

$$\begin{aligned}
 W &= \left( \frac{A_m + A_b}{2} \right) \times f_b \\
 &\text{(Brownell \& Young. pers. 12.94. hal. 242)} \\
 &= \left( \frac{322,92 + 326,02}{2} \right) \times 12.613 \\
 &= 4.092.516,62 \quad \text{lb}
 \end{aligned}$$

Jarak radial dari beban *gasket* yang bereaksi terhadap *bolt circle*

$$\begin{aligned}
 h_G &= \frac{C - G}{2} \quad \text{(Brownell \& Young. pers. 12.101. hal. 242)} \\
 &= \frac{33,41 - 26,00}{2} \\
 &= 3,71 \quad \text{in}
 \end{aligned}$$

- Moment *flange* ( $M_a$ ) :

$$\begin{aligned}
 M_a &= W \cdot h_G \quad \text{(Brownell \& Young. hal. 243)} \\
 &= 4092516,62 \times 3,71 \\
 &= 15.162.774,07 \quad \text{lb} \cdot \text{in}
 \end{aligned}$$

Dalam kondisi operasi :

$$W = W_{ml} = 4.072.968,20 \quad \text{lb}$$

Tekanan *hydrostatic* pada daerah dalam *flange* ( $H_D$ )

$$H_D = 0,785 \cdot B^2 \cdot P \quad \text{(Brownell \& Young. pers. 12.96. hal. 24)}$$

Dimana :

$$\begin{aligned}
 B &= \text{do shell} &= 24,00 \quad \text{in} \\
 p &= \text{tekanan operasi} &= 2.547,991 \quad \text{psig}
 \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned}
 H_D &= 0,785 \cdot B^2 \cdot P \\
 &= 0,785 \times 24,00^2 \times 2547,991 \\
 &= 1.152.099,79 \quad \text{lb}
 \end{aligned}$$



Jarak jari-jari dari *bolt circle* pada  $H_D$  ( $h_D$ )

$$\begin{aligned}
 h_D &= \frac{C - B}{2} && \text{(Brownell \& Young, pers. 12.100. hal. 2)} \\
 &= \frac{33,41 - 24,00}{2} \\
 &= 4,71 \text{ in}
 \end{aligned}$$

- Menghitung *moment*  $M_D$

$$\begin{aligned}
 M_D &= H_D \cdot h_D && \text{(Brownell \& Young, pers. 12.96. hal. 24)} \\
 &= 1152099,79 \times 4,7 \\
 &= 5.420.629,51 \text{ lb} \cdot \text{in}
 \end{aligned}$$

- Menghitung komponen *moment* ke  $M_G$

Perbedaan antara beban baut *flange* dengan gaya hidristatis total :

$$\begin{aligned}
 H_G &= W - H = W_{ml} - H \\
 &= 4072968,20 - 1368733,97 \\
 &= 2.704.234,23 \text{ lb} && \text{(Brownell \& Young, pers. 12.98. hal. 24)}
 \end{aligned}$$

- Menghitung *moment*  $M_G$

$$\begin{aligned}
 M_G &= H_G \cdot h_G && \text{(Brownell \& Young, pers. 12.98. hal. 242)} \\
 &= 2704234,23 \times 3,71 \\
 &= 10.019.187,82 \text{ lb} \cdot \text{in}
 \end{aligned}$$

- Menghitung komponen *moment* ke  $M_T$

Perbedaan antara hidrostatik total dengan gaya hidrostatik dalam area *flange* ( $H_T$ )

$$\begin{aligned}
 H_T &= H - H_D && \text{(Brownell \& Young, pers. 12.97. hal. 242)} \\
 &= 1.368.733,97 - 1152099,79 \\
 &= 216634,18 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 h_T &= \frac{h_D + h_G}{2} && \text{(Brownell \& Young, pers. 12.102. hal. 242)} \\
 &= \frac{4,71 + 3,71}{2}
 \end{aligned}$$

$$= 4,205 \text{ in}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} M_T &= H_T \times h_T && \text{(Brownell \& Young. pers. 12.97. hal. 242)} \\ &= 216.634,18 \text{ lb} \times 4,21 \text{ in} \\ &= 910.946,74 \text{ lb} \cdot \text{in} \end{aligned}$$

Moment total pada keadaan operasi ( $M_o$ ) didapatkan :

$$\begin{aligned} M_o &= M_D + M_G + M_T && \text{(Brownell \& Young. pers. 12.99. hal. 242)} \\ &= 5.420.629,51 + 10.019.187,82 + 910.946,74 \\ &= 16.350.764,07 \text{ lb} \cdot \text{in} \quad (M_a < M_o \text{ sehingga } M_{\max} = M_o) \end{aligned}$$

$$M_{\max} = 16.350.764,07 \text{ lb} \cdot \text{in}$$

3. Perhitungan tebal *flange* (Brownell & Young. pers. 12.85, hal. 24:

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

Serta nilai  $k = A/B$

Dimana :

A = diameter luar *flange*

B = diameter luar silinder reaktor

Sehingga :

$$\begin{aligned} k &= \frac{A}{B} = \frac{36,9100 \text{ ft}}{24,0000 \text{ ft}} \\ &= 1,538 \end{aligned}$$

Berdasarkan Brownell & Young fig. 12,22. hal. 238, didapatkan nilai :

$$Y = 5,5$$

$$M_{\max} = 16.350.764,07 \text{ lb}$$

Maka tebal *flange* :

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

$$= \sqrt{\frac{5,5 \times 16350764,07}{17.600 \times 24}}$$

$$= 14,5911 \text{ in} \approx 15 \text{ in}$$

**Kesimpulan Perancangan :**

**a. Gasket**

Bahan	:	<i>Solid Flate metal, stailless stell</i>
Gasket factor (m)	:	6,5
Minimum design seating stress (y)	:	26.000 psi
Lebar Gasket (n)	:	2 in

**b. Perancangan Bolting**

Bahan	:	<i>Low Alloy Steel SA - 193 grade B7a</i>
Tensile stress minimal	:	55.000 psi
Allowable stress ( $f_b$ )	:	12.613
Ukuran Baut	:	3 in
Jumlah Baut	:	58 buah
Bolt spacing ( $B_s$ )	:	6 1/4 in
Min radial distanc e (R)	:	3 5/8 in
Edge distance (E)	:	2 7/8 in

**c. Perancangan Flange**

Bahan	:	<i>High Alloy Steel SA 240 Grade M Type 316</i>
Tensile stress minima	:	75.000 psi
Allowable stress	:	17.600
Tebal flange	:	15 in
OD	:	36,91 in
Flange type	:	<i>Ring Flange Loose Type</i>

## Perancangan Sistem Penyangga Reaktor

Sistem penyangga dirancang agar mampu menyangga beban -reaktor dan beban-beba lain yang ditahan oleh penyangga reaktor, yang antara lain meliputi :

- Berat shell reaktor
- Berat tutup atas reaktor
- Berat tutup bawah reaktor
- Berat isi reaktor
- Berat *attachment* (berat pelengkap lain)

### a. Menentukan berat reaktor total

Dasar penentuan berat reaktor didasarkan pada data dimensi reaktor, adapun data ters antara lain :

- Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA-240 Grade M Type 316
- Tebal silinder (ts) : 2 in = 0,17 ft
- Tinggi silinder (Ls) : 200 in = 16,67 ft
- Diameter dalam silinder (di) : 20 in = 1,67 ft
- Diameter luar silinder (do) : 24 in = 2,00 ft
- Tekanan internal reaktor (Pi) : 2547,99 psig

### 1. Menentukan berat reaktor kosong

Bahan konstruksi yang digunakan dalam pembuatan reaktor termasuk bahan steel, berdasarkan tabel 2-118, Perry's Handbook 7<sup>th</sup>, edition diperoleh densitas *steel* :

$$\begin{aligned} \rho &= \text{Densitas bahan konstruksi} = 489 \text{ lb/ft}^3 \\ W_s &= \frac{\pi}{4} \times (d_o^2 - d_i^2) \times H \times \rho \\ &= (3,14/4 \times (2,00^2 - 1,67^2)) \times 16,67 \times 489 \\ &= 7.819,46 \text{ lb} \end{aligned}$$

### 2. Menentukan berat tutup atas reaktor

Tutup atas berbentuk standard *dished head*

$$\text{Tebal tutup} = t_{ha} = 3 \text{ in} = 0,28 \text{ ft}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}
 V_{\text{tutup dalam atas}} &= 0,0847 \times d_i^3 \\
 &= 0,0847 \times 1,67^3 \\
 &= 0,3921 \text{ ft}^3 \\
 V_{\text{tutup luar atas}} &= 0,0847 \times (d_i + t_{ha})^3 \\
 &= 0,0847 \times (1,67 + 0,28)^3 \\
 &= 0,62 \text{ ft}^3 \\
 V_{\text{dinding tutup atas}} &= V_{\text{tutup luar atas}} - V_{\text{tutup dalam atas}} \\
 &= 0,6208 - 0,39 \\
 &= 0,2287 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

Berat tutup atas

$$\begin{aligned}
 W_{\text{tutup atas}} &= V_{\text{dinding tutup atas}} \times \rho_{\text{steel}} \\
 &= 0,2287 \times 489 \\
 &= 111,83 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

### 3. Menentukan berat tutup bawah reaktor

Karean tubu bawah sama dengan tutup atas yang berbentuk standard dished head maka didapatkan berat tutup bawah yaitu :

$$W_{\text{tutup bawah}} = 111,83 \text{ lb}$$

### 4. Menentukan berat liquid dalam reaktor

$$W_{\text{liq}} = m \times \tau$$

Diketahui :

$$m = 796,63 \text{ Lb/Jam}$$

$$\tau = 7.200 \text{ detik} = 2 \text{ Jam}$$

$$\begin{aligned}
 W_{\text{air}} &= m \times \tau \\
 &= 796,63 \times 2 \\
 &= 1.593,25 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

5. Berat *attachment* (berat pelengkap lain)

Berat *attachment* merupakan berat dari seluruh perlengkapan seperti *nozzle* dan lain sebagainya. Berdasarkan Brownell & Young. hal. 157. diperoleh :

$$\text{Bahwa : } W_a = 18\% \times W_s$$

Dimana :

$$W_a = \text{Berat } attachment$$

$$W_s = \text{Berat silinder reaktor} = 7.819,46 \text{ lb}$$

Sehingga:

$$W_a = 18\% \times W_s$$

$$W_a = 18\% \times 7.819,46 = 1.407,50 \text{ lb}$$

## 6. Berat packing

$$\rho = 25 \text{ lb/ft}^3$$

Asumsi tinggi packing 70% dari tinggi silinder

$$L = 0,7 \times L_s$$

$$L = 0,7 \times 200,000$$

$$L = 140,000 \text{ in} = 11,6662 \text{ ft}$$

$$V = \frac{\pi}{4} \times (d_i^2 \times L)$$

$$V = \frac{\pi}{4} \times (2.3881^2 \times 16.7158)$$

$$V = 74,834 \text{ ft}^3$$

Maka berat packing :

$$W_p = V \times \rho$$

$$W_p = 74,834 \times 25$$

$$W_p = 1870,86 \text{ lb}$$

## 9. Menghitung berat total reaktor

$$\begin{aligned}
 W_T &= W_s + W_{\text{tutup atas}} + W_{\text{tutup bawah}} + W_{\text{liq}} + W_a + W_p \\
 &= 7819,46 + 111,83 + 111,83 + \\
 &= 1593,25 + 1.407,5033 + 1870,86 \\
 &= 12.914,7370 \quad \text{lb}
 \end{aligned}$$

Dengan mempertimbangkan faktor keamanan, maka ditentukan faktor keamanan 10 % sehingga berat total reaktor adalah :

$$\begin{aligned}
 W_T &= (100\% + 10\%) \times W_T \\
 &= 110\% \times 12.914,7370 \\
 &= 14206,21 \quad \text{lb}
 \end{aligned}$$

## b. Menentukan kolom penyangga

Perencanaan kolom penyangga :

- Menggunakan sistem *lug* dengan 4 buah kolom penyangga (kaki penyangga)
- Menggunakan kolom penyangga jenis I-beam

Dasar perhitungan :

## 1. Beban tiap kolom penyangga

Sebagai penyangga digunakan sistem *lug*, maka berlaku rumus :

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

Dimana : (Brownell & Young, pers. 10.76. hal. 19)

P = Beban kompresi total maksimum untuk tiap *leg* (

$P_w$  = Total beban permukaan karena angin (lb)

H = Tinggi *vessel* dari pondasi (ft)

L = Jarak antara dasar *vessel* dengan pondasi (ft)

n = Jumlah *support*

$D_{bc}$  = Diameter *bolt circle* (ft)

$\Sigma W$  =  $W_T$  = Berat total (lb)

Reaktor urea diletakkan di luar ruangan sehingga tekanan angin harus diperhitungkan, oleh karena itu berlaku rumus :

$$P_w = 0,0025 \times V_w^2 \quad (\text{Brownell \& Young. pers. 9.11. hal. 158})$$

Dimana :

$$P_w = \text{Tekanan angin permukaan alat (lb/ft}^2\text{)}$$

$$V_w = \text{Kecepatan angin} = 100 \text{ mph}$$

Maka :

$$\begin{aligned} P_w &= 0,0025 \times V_w^2 \\ &= 0,0025 \times 100^2 \\ &= 25 \text{ lb/ft}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Diketahui tinggi bejana total } 206,76 \text{ in} = 17,23 \text{ ft}$$

Direncanakan :

$$\text{Jumlah penyangga} = 4 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak antara dasar vessel dengan pondasi} = 5 \text{ ft}$$

Menentukan tinggi vessel dari pondasi :

$$H - L = \text{Tinggi bejana total}$$

$$H - L = 17,2300 \text{ ft}$$

$$H = 17,2300 \text{ ft} + 5 \text{ ft}$$

$$= 22,2300 \text{ ft}$$

$$= 266,7600 \text{ in}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} P &= \frac{4 \times P_w \times (H - L)}{n \times D_{bc}} + \frac{\Sigma W}{n} \\ &= \frac{4 \times 25 \times (22,23 - 5)}{4 \times 2,78} + \\ &= \frac{14.206,21}{4} \\ &= 3.706,27 \text{ lb} \end{aligned}$$



Menentukan panjang penyangga / leg ( $L$ ):

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang penyangga} &= 0,5 \times (H + L) \\
 &= 0,5 \times (22 + 5) \\
 &= 13,62 \text{ ft} \\
 &= 163,38 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Jadi tinggi penyangga / Leg ( $L$ ) ditetapkan = 13,62 ft = 163,38 in

## 2. Trial ukuran I beam

Pemilihan ukuran I beam dilakukan dengan mencoba ukuran I beam, *trial* I beam 3 in

ukuran  $3 \times 2 \frac{3}{8}$ , cara pemasangan dengan beban eksentrik (terhadap sumbu)

Berdasarkan Appendix G, Brownell & Young. hal. 355, didapatkan data :

<i>Width of flange</i> ( $b$ )	=	2,3300	in
<i>Depth of beam</i> ( $h$ )	=	3	in
<i>Area of section</i> ( $A_y$ )	=	1,64	in <sup>2</sup>
<i>Weight per foot</i>	=	5,7	lb
<i>Axis</i> ( $r_{1-1}$ )	=	1,23	in
<i>Axis</i> ( $I_{1-1}$ )	=	2,5	in <sup>4</sup>

Maka :

$$\begin{aligned}
 L/r &= \frac{163,3800}{1,2300} \\
 &= 132,8293
 \end{aligned}$$

Karena nilai  $L/r$  berada diantara 0-60 maka nilai  $f_c = 15000 \text{ lb/in}^2$

$$f_c = 15000 \text{ lb/in}^2$$

$$f_{c \text{ aman}} = f_c - f_{c \text{ eksentrik}}$$

$$\begin{aligned}
 &= f_c - \left[ \frac{P \times (1,5 + 0,5 \cdot b)}{I_{1-1} / (0,5 \cdot b)} \right] \\
 &= 15.000 - \left[ \frac{3.706,27 \times 1,5 + \left[ 0,5 \times 2,330 \right]}{2,5 / \left[ 0,5 \times 2,330 \right]} \right] \\
 &= 10.397,2243 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

(Brownell &amp; Young, pers. 2.2. hal. 201)

$$\begin{aligned}
 \text{Luas (A) yang dibutuhkan} &= \frac{P}{f_c \text{ aman}} \\
 &= \frac{3.706,2668}{10.397,2243} \\
 &= 0,36 \quad \text{in}^2
 \end{aligned}$$

Berdasarkan pada harga A yang dibutuhkan < dari A yang tersedia, maka I beam dengan ukuran 3 in, 3 × 2 3/8, telah memenuhi dan memadai.

Kesimpulan I beam :

- Ukuran : 3 in, 3 × 2 3/8
- Berat : 5,7 lb
- Peletakan : Dengan beban eksentrik

#### 6.6. Perancangan *Base plate*

Direncanakan :

- Bahan *base plate* = *concrete* (beton), maka :

$$f_{bp} = 600 \quad \text{lb/in}^2 \quad (\text{H.C. Hesse, tabel 7.7. hal. 194})$$

##### a. Menentukan Luas *Base Plate*

$$A_{bp} = \frac{P}{f_{bp}} \quad (\text{Brownell & Young, pers. 4.21. hal. 194})$$

Dimana :

$$A_{bp} = \text{luas base plate (in}^2\text{)}$$

$$P = \text{beban tiap base plate}$$

$$f_{bp} = \text{stress yang diterima oleh tiap pondasi (600 lb/in}^2\text{)}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}
 A_{bp} &= \frac{P}{f_{bp}} \\
 &= \frac{3706,27}{600} \\
 &= 6,1771 \quad \text{in}^2
 \end{aligned}$$

b. Menentukan panjang dan lebar *base plate*

$$Abp = l \times p$$

Dimana :

$$l = \text{lebar } base \text{ plate} = 2 \cdot n + 0,80 \cdot b$$

$$p = \text{panjang } base \text{ plate} = 2 \cdot m + 0,95 \cdot h$$

Dengan I beam berukuran 8 in, 8 × 4 diperoleh :

$$h = 3 \quad \text{in}$$

$$b = 2,3300 \quad \text{in}$$

Berdasarkan H.C. Hesse, hal 163. diasumsikan  $m = n$ , maka :

$$Abp = l \times p$$

$$6,1771 = (2 \cdot n + 0,80 \cdot b) \times (2 \cdot m + 0,95 \cdot h)$$

$$6,1771 = (2 \cdot m + (0,8 \cdot 2,3300)) \times (2 \cdot m + (0,95 \times 3))$$

$$6,1771 = (2 \cdot m + 1,864) \times (2 \cdot m + 2,85)$$

$$6,1771 = 4 \cdot m^2 + -2,0200 \cdot m + -5,3124$$

$$0 = 4 \cdot m^2 + -2,0200 \cdot m + -11,4895$$

Dengan menggunakan rumus ABC diperoleh :

$$m_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2 \times a}$$

$$= \frac{2 \pm \sqrt{-2,02^2 - (4 \times 4 \times -11,4895)}}{2 \times 4}$$

$$m_1 = 1,97 \quad \text{in}$$

$$m_2 = -1,46 \quad \text{in}$$

$$\text{Diambil harga } m \text{ positif} = 1,97 \quad \text{in}$$

Karena  $m = n$ , maka :

$$\begin{aligned} \text{Lebar } base \text{ plate } (l) &= 2 \cdot n + 0,80 \cdot b \\ &= 2 \times 1,97 + 0,80 \times 2,33 \\ &= 5,80 \quad \text{in} \approx 6 \quad \text{in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang } base \text{ plate } (p) &= 2 \cdot m + 0,95 \cdot h \\ &= 2 \times 1,97 + 0,95 \times 3 \end{aligned}$$

$$= 6,78 \text{ in} \approx 7 \text{ in}$$

Berdasarkan perhitungan, diperoleh panjang base plate sebesar 7 in dan lebar base plate sebesar 6 in, maka ditetapkan ukuran base plate adalah 7 × 6 in dengan luas A 42 in<sup>2</sup>

Karena  $A = p \times l > A = \frac{P}{f_{bp}}$ , maka nilai A memenuhi.

c. Peninjauan terhadap *bearing capacity*

Rumus :

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

Dimana :

$$f = \text{bearing capacity (lb/in}^2\text{)}$$

$$P = \text{beban dari tiap base plate} = 3.706,27 \text{ lb}$$

$$A = \text{luas beban base plate} = 42 \text{ in}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} f &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{3.706,2668}{42} \\ &= 88,2444 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

Kesimpulan :

*Base plate* dengan ukuran 3 × 4 in, ini dapat digunakan dengan aman karena beban yang harus ditah: 88,2444 lb/in<sup>2</sup> < 600 lb/in<sup>2</sup> (harga *stress maximum* beton).

d. Peninjauan terhadap m dan n

- panjang *base plate* (p)

$$p = 2 \cdot m + 0,95 \cdot h$$

$$7 = 2 \times m + 0,95 \times 3$$

$$m = 2,1 \text{ in}$$

- lebar *base plate* (l)

$$l = 2 \cdot n + 0,80 \cdot b$$

$$6 = 2 \times n + 0,80 \times 2,33$$

$$n = 2,07 \text{ in}$$

Berdasarkan peninjauan dari nilai m dan n di atas, maka dipilih nilai m sebagai nilai yang mengontrol pemilihan tebal base plate dikarenakan nilai  $m > n$ .

e. Menentukan tebal *base plate*

$$t_{bp} = \sqrt{1,5 \cdot 10^{-4} \times p \times m^2} \quad (\text{H.C. Hesse.pers. 7.12. hal 163})$$

Dimana :

t<sub>bp</sub> = tebal *base plate*

p = actual unit pressure yang terjadi pada base plate = 88,2444 lb/in<sup>2</sup>

n = 2,1 in

$$t_{bp} = \sqrt{1,5 \cdot 10^{-4} \times p \times m^2}$$

$$= \sqrt{1,50E-04 \times 8,82E+01 \times 2,1^2}$$

$$= 0,2387 \text{ in} \approx \frac{1}{4} \text{ in}$$

## f. Menentukan Ukuran Baut

Diketahui :

$$\begin{aligned} \text{Beban baut (P)} &= 3.706,2668 && \text{lb} \\ \text{Jumlah baut (n)} &= 4 && \text{buah} \end{aligned}$$

Maka beban tiap baut ( $P_{\text{baut}}$ ) adalah :

$$\begin{aligned} P_{\text{baut}} &= \frac{P}{n} \\ &= \frac{3.706,2668}{4} \\ &= 926,5667 \quad \text{lb} \end{aligned}$$

## - Menentukan luas baut

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

Dimana :

$$A_{\text{baut}} = \text{luas baut}$$

$$P_{\text{baut}} = \text{beban tiap baut} = 926,57 \quad \text{lb}$$

$$\text{Bahan baut} = \text{Low Alloy Steel SA - 193 grade B7a}$$

$$\text{Allowable stress baut (} f_{\text{baut}} \text{)} = 15.000 \quad \text{lb/in}^2$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} A_{\text{baut}} &= \frac{P_{\text{baut}}}{f_{\text{baut}}} \\ &= \frac{926,5667}{15.000} \\ &= 0,0618 \quad \text{in}^2 \\ A_{\text{baut}} &= \frac{\pi}{4} \times d_{\text{baut}}^2 \\ 0,0618 &= 0,7850 \quad \times \quad d_{\text{baut}}^2 \\ d_{\text{baut}}^2 &= 0,0787 \end{aligned}$$

$$d_{\text{baut}} = 0,2805 \text{ in} \approx 1/2 \text{ in}$$

Berdasarkan tabel 10.4. hal. 188, Brownell & Young diperoleh data untuk ukuran baut '1 in, memiliki dimensi baut sebagai berikut :

-	<i>Bolt size</i>	:	1/2	in
-	<i>Root area</i>	:	0,5510	in <sup>2</sup>
-	<i>Min. bolt spacing (B<sub>s</sub>)</i>	:	1 1/4	in
-	<i>Min. radial distance (R)</i> :	:	1 3/16	in
-	<i>Edge distance (E)</i>	:	5/8	in
-	<i>Nut dimension</i>	:	7/8	in
-	<i>Max. Fillet radius (r)</i>	:	1/4	in

### 6.7. Perancangan *Lug* dan *Gusset*

Perencanaan :

- 2 buah *plate* horizontal (untuk *lug*)
- 2 *plate* vertikal (untuk *gusset*)

Dasar perhitungan :

a.	Lebar lug	=	2	x	ukuran baut	+	lebar I-beam
		=	2	x	1/2	+	2,3300
		=	3,330				in
b.	Panjang lug	=	2	x	ukuran baut	+	panjang I-beam
		=	2	x	1/2	+	3
		=	4,00				in
c.	Tinggi lug	=	5/3	x	panjang lug		
		=	5/3	x	4,00		
		=	6,670				in
d.	Lebar luas	=	0,5	x	lebar lug		
	atas	=	0,5	x	3,330		
		=	1,665				in

e. Lebar = 2 x ukuran baut + lebar I-beam  
 gusset = 2 x 1/2 + 2,3300  
 = 3,330 in

f. Panjang = 2 x ukuran baut + panjang I-beam  
 gusset = 2 x 1/2 + 3  
 = 4,00 in

g. Tinggi gusset = 5/3 x panjang lug  
 = 5/3 x 4,00  
 = 6,670 in

Tebal Plate Horizontal

$$thp = \sqrt{\frac{6 \cdot Mo}{f}}$$

(Brownell & Young, pers. 10.41. hal. 19)

Dimana :

thp = tebal horizontal *plate*

bahan = *Low Alloy Steel SA - 193 grade B7a*

f = *Allowable stress* bahan = 15.000 lb/in<sup>2</sup>

$$Mo = \frac{\beta^3 \cdot t^2 \cdot P \cdot e \cdot Ro^2}{12 (1-\mu^2) \cdot b \cdot h}$$

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{3 (1-\mu^2)}{r^2 \cdot ts^2}}$$

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{3 (1-0.33^2)}{12^2 \cdot 2^2}}$$

$$\beta = 0,261$$



$$bI = 2,3300 \quad \text{in}$$

$$hI = 3 \quad \text{in}$$

$$I = bI$$

$$b = hI + 2 db$$

$$= 3 + 2 \times 1/2$$

$$= 4 \quad \text{in}$$

$$e = 1/2 ts + 1/2 hI$$

$$= 1/2 \times 2 + 1/2 \times 3$$

$$= 2,5 \quad \text{in}$$

$$h = 5/3 I$$

$$= 5/3 \times 2,330$$

$$= 3,88 \quad \text{in} \approx 4 \quad \text{in}$$

$$\text{Bending moment axial (Mo)} = \frac{\beta^3 \cdot t s^2 \cdot P \cdot e \cdot r o^2}{12 (1 - \mu^2) \cdot b \cdot h}$$

$$Mo = \frac{0,261^3 \times 2^2 \times 3.706,2668 \times 2,5 \times 12^2}{12 \times (1 - 0,33^2) \times 4 \times 4}$$

$$Mo = \frac{106.108}{171,0912}$$

$$Mo = 620,19$$

$$\text{Jadi Tebal Plate Horizontal (thp)} = \sqrt{\frac{6 \cdot Mo}{f}}$$

$$= \sqrt{\frac{6 \times 620,19}{15.000}}$$

$$= 0,5 \text{ in} \approx 1/2 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{tg} &= 3/8 \times \text{thp} \\ &= 3/8 \times 1/2 \\ &= 0,1875 \text{ in} \approx 3/16 \text{ in} \end{aligned}$$

### 6.8. Perancangan Pondasi

Beban yang harus ditahan pondasi :

- Berat reaktor total
- Berat kolom penyangga
- Berat *base plate*

Ditentukan :

- Masing-masing kolom penyangga diberi pondasi
- Spesifikasi pondasi didasarkan atas berat beban setiap kolom penyangga pada sistem pondasi
- Spesifikasi untuk semua penyangga sama

Diketahui :

- Beban yang harus ditahan oleh setiap kolom penyangg = 14.206 lb

a. Menentukan beban *base plate*

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

Dimana :

$$W_{bp} = \text{beban } \textit{base plate}$$

$$p = \text{panjang } \textit{base plate} = 7 \text{ in} = 0,583333 \text{ ft}$$

$$l = \text{lebar } \textit{base plate} = 6 \text{ in} = 0,5000 \text{ ft}$$

$$t = \text{tebal } \textit{base plate} = 0,24 \text{ in} = 0,0199 \text{ ft}$$

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

Sehingga :

$$\begin{aligned}
 W_{bp} &= p \times l \times t \times \rho \\
 &= 0,5833 \times 0,500 \times 0,020 \times 489 \\
 &= 2,8374 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

b. Menentukan beban penyangga

Persamaan yang digunakan :

$$W_p = l \times A \times \rho \times f$$

Dimana :

$$W_p = \text{beban kolom (lb)}$$

$$\begin{aligned}
 l &= \text{tinggi kolom} &= & 163,3800 \text{ in} = 13,62 \text{ ft} \\
 A &= \text{luas kolom I beam} &= & 0,3565 \text{ in}^2 = 0,00 \text{ ft}^2 \\
 \rho &= \text{densitas bahan konstruksi} &= & 489 \text{ lb/ft}^3 \\
 f &= \text{faktor korosi} &= & 3,4
 \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}
 W_p &= l \times A \times \rho \times f \\
 &= 163,3800 \times 0,002 \times 489 \times 3,4 \\
 &= 672,4244 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

c. Menentukan berat total

$$\begin{aligned}
 W &= W_T + W_{bp} + W_p \\
 &= 14.206,21 + 2,8374 + 672,42 \\
 &= 14881,47 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Gaya yang bekerja pada pondasi dianggap gaya vertikal berat total kolom, sedangkan bidang kerja dianggap bujur sangkar dengan perencanaan ukuran sebagai berikut :

- luas tanah untuk pondasi = luas pondasi atas
 
$$= 20 \times 20 = 400 \text{ in}^2$$
- luas tanah untuk dasar pondasi luas pondasi bawah
 
$$= 25 \times 25 = 625 \text{ in}^2$$
- Tinggi pondasi = 15 in

- Maka luas permukaan rata-rata (A) :

$$A = \frac{20 + 25}{2} \times \frac{20 + 25}{2}$$

$$= 506,25 \text{ in}^2 = 3,5156 \text{ ft}^2$$

- Volume pondasi

$$V_{\text{pondasi}} = A \times t$$

$$= 506,25 \times 15$$

$$= 7.594 \text{ in}^3 = 4,3945 \text{ ft}^3$$

- Berat pondasi didapatkan ( $W_{\text{pondasi}}$ ) :

$$W_{\text{pondasi}} = V \times \rho$$

Dimana :

$$W_{\text{pondasi}} = \text{berat pondasi (lb)}$$

$$V = \text{volume pondasi (ft}^3\text{)}$$

$$\rho = \text{densitas pondasi gravel} = 126 \text{ lb/ft}^3$$

Sehingga :

$$W_{\text{pondasi}} = V \times \rho$$

$$= 4,3945 \times 126$$

$$= 553,7112 \text{ lb}$$

- Tekanan tanah

Asumsi :

Tanah atas pondasi berupa *cement sand & gravel* dengan minimum *safe bearing*

*power* = 5 ton/ft<sup>3</sup> dan maksimum *safe bearing power* = 10 ton/ft<sup>3</sup>

(H.C. Hesse.tabels. 12.2. hal. 327

Kemampuan tekanan menahan tekanan :

$$P = \frac{10 \text{ ton}}{\text{ft}^2} \times \frac{2240 \text{ lb}}{\text{ton}} \times \frac{1 \text{ ft}^2}{144 \text{ in}^2}$$

$$= 155,5556 \text{ lb/in}^2$$

Tekanan dari sistem pondasi terhadap luas tanah (P) :

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{W_{\text{pondasi}} + W_{\text{total}}}{A} \\
 &= \frac{553,7112 + 14.881,4725}{506} \\
 &= 30,4893 \text{ lb/in}^2 < 156 \text{ lb/in}^2 \text{ (pondasi memenuhi)}
 \end{aligned}$$

### Kesimpulan Spesifikasi reaktor

- Nama Alat** : Reaktor
- Kode Alat** : R-110
- Type** : Absorber disertai reaksi kimia
- Fungsi** : Mereaksikan amoniak dan karbondioksida menjadi amonium karbamat kemudian diikuti reaksi dehidrasi amonium karbamat menjadi urea
- Prinsip kerja** : Reaktor urea ini berupa bejana tegak dengan tutup atas dan tutup bawah berbentuk standard dished head. Reaktor urea ini merupakan reaktor jenis Absorber kolom packing dimana pemilihan jenis reaktor ini untuk pemisahan gas - liquid. Alasan lain pemilihan jenis reaktor ini adalah untuk pemurnian produk yang dihasilkan. Dimana kolom packir berfungsi untuk memperluas kontak antara gas dengan liq sehingga menyempurnakan reaksi.
- Feed* masuk kedalam reaktor melalui bagian bawah reaktor. *Feed* masuk berupa NH<sub>3</sub>(l) dan sebagian recycle dari Carbamat Condensor berupa NH<sub>3</sub>(l), CO<sub>2</sub>(g), dan karbamat(l). Reaktor beroperasi pada suhu 190°C serta tekanan 173 atm. Karena tekanan dan suhu tinggi maka terjadi dehidrasi amonium karbamat menjadi urea.
- Bentuk** : Silinder tegak dengan tutup atas dan bawah berbentuk

standard dish

**Spesifikasi reaktor :**

**1. *Bagian Silinder***

- Diameter luar : 24 in
- Diameter dalam : 20 in
- Tinggi silinder : 200 in
- Tebal silinder : 2 in
- Tinggi reaktor : 207 in
- D1 : 2 in
- L1 : 4 in
- Bahan konstruks : High Alloy Steel SA-240 Grade M Type 316

**2. *Bagian Tutup Atas dan Tutup Bawah***

- Tinggi tutup : 3 in
- Tebal tutup : 3 in
- Bahan konstruks : High Alloy Steel SA-240 Grade M Type 316

**3. *Nozzle***

a. *Nozzle* untuk liquid masuk dari bottom (aliran 1)

- Ukuran : 1/2 in Sch 40
- OD : 0,8400 in
- ID : 0,622 in

b. *Nozzle* untuk liquid dan gas masuk dari bottom (aliran 3 & 4)

- Ukuran : 1/2 in Sch 40
- OD : 0,8400 in
- ID : 0,622 in

c. *Nozzle* untuk gas keluar dari top ( aliran 2)

- Ukuran : 3/4 in Sch 40
- OD : 1,050 in
- ID : 0,824 in

d. *Nozzle* untuk produk keluar dari bottom (aliran 5)

- Ukuran : 3/4 in Sch 40
- OD : 1,050 in
- ID : 0,824 in

e. *Nozzle* air pendingin masuk

- Ukuran : 1/2 in Sch 40
- OD : 0,8400 in
- ID : 0,622 in

d. *Nozzle* air pendingin keluar

- Ukuran : 1/2 in Sch 40
- OD : 0,8400 in
- ID : 0,622 in

**4. *Jaket***

- Doj : 26 in
- Dij : 21,5 in
- Tinggi silinder jaket : 215 in
- Tebal silinder jaket : 2 1/4 in
- Tinggi tutup bawah jaket : 3,63 in
- Tebal tutup bawah jaket : 4 in
- Bahan konst : High Alloy Steel SA-240 Grade M Type 316

**5. *Gasket***

- Diameter *gasket* : 26,0 in
- Tebal *gasket* : 2 in
- Lebar *gasket* : 2 in
- *Gasket factor* : 6,5
- *Min design seating stres* : 26.000 psi
- Bahan konstruksi : *Solid Flate metal, stainless steel*

**6. Bolting**

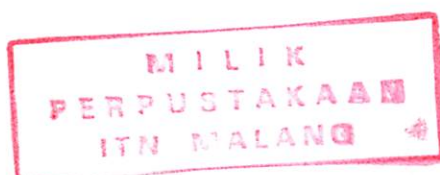
- *Bolting size* : 3 in
- *Bolting spacing* : 6 1/4 in
- *Root area* : 5,6210 in<sup>2</sup>
- *Diameter bolt circle* : 33,4 in
- *Tensile stress minimum* : 55.000 psi
- *Allowable stress* : 12.613
- *Jumlah baut* : 58 buah
- *Bahan konstruksi* : *Low Alloy Steel SA - 193 grade B7a*

**7. Flange**

- *Diameter luar* : 36,91 in
- *Tebal flange* : 15 in
- *Flange type* : *Ring Flange Loose Type*
- *Tensile stress minimum* : 75.000 psi
- *Allowable stress* : 17.600
- *Bahan konstruks* : *High Alloy Steel SA 240 Grade M Type 316*

**8. Bagian Sistem Penyangga****a. Bagian Leg**

- *Jenis* : I beam
- *Jumlah* : 4 Buah
- *Tinggi* : 163 in
- *Nominal size* : 3 in =  $3 \times 2 \frac{3}{8}$
- *weight per foot* : 5,7 lb
- *Area of section* : 1,64 in<sup>2</sup>
- *Width of flange* : 2,3300 in
- *Depth of beam* : 3 in
- *Axis (r)* : 1,23 in





b. *Bagian Lug dan Gusset*- *Lug*

Lebar : 3,3300 in

Tebal : 1/2 in

Tinggi : 6,670 in

- *Gusset*

Lebar : 3,3300 in

Tebal : 3/16 in

Tinggi : 6,670 in

c. *Base plate*

Panjang : 7 in

Lebar : 6 in

Tebal : 1/4 in

Luas : 42 in<sup>2</sup>*Bolt size* : 1/2 in*Root area* : 0,5510 in<sup>2</sup>*Min. radial distance (R)* : 1 3/16 in*Edge distance (E)* : 5/8 in*Nut dimension* : 7/8 in*Max. Fillet radius (r)* : 1/4 in9. **Bagian Pondasi**- Luas pondasi atas : 400 in<sup>2</sup>- Luas pondasi bawah : 625 in<sup>2</sup>

- Tinggi pondasi : 15 in

- Bahan konstruksi : *Cement sand and gravel*

## BAB VII

### INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

Untuk mendapatkan kualitas dan kuantitas produk yang diinginkan diperlukan adanya suatu alat untuk mengontrol jalannya suatu proses. Selain itu peranan sumber daya manusia juga sangat penting dalam menentukan suatu produksi, dengan pertimbangan tersebut perlu adanya suatu bagian yang berfungsi untuk mengontrol peralatan dan menjaga keselamatan kerja.

#### 7.1 Instrumentasi

Dalam perencanaan suatu pabrik, instrumentasi merupakan bagian yang penting dari peralatan proses suatu industri. Pengendalian proses meliputi keseluruhan unit pabrik maupun hanya pada beberapa unit pabrik yang benar-benar harus diperhatikan secara cermat dan akurat. Instrumentasi adalah suatu alat yang berfungsi untuk menunjukkan (*indicator*), mengendalikan (*controller*) maupun mengamankan (*safety*) peralatan produksi. Pada industri kimia banyak terdapat variabel-variabel yang perlu diukur dan dikontrol sesuai dengan ketetapan proses.

Instrumentasi digunakan untuk mengatur dan mengendalikan variabel-variabel proses yang selama proses berlangsung. Instrumentasi dapat bekerja baik secara manual, semi otomatis maupun secara otomatis. Variabel-variabel yang dikendalikan umumnya adalah tekanan, temperatur, laju air, ratio laju alir dan tinggi permukaan cairan. Penggunaan perangkat instrumentasi umumnya bertujuan untuk mendapatkan hasil dengan kualitas dan kuantitas produksi semaksimal mungkin, disamping itu juga dapat mengurangi kebutuhan tenaga kerja.

Instrumen ditujukan untuk memonitor variabel proses yang kritis itu dilengkapi dengan alarm yang otomatis, untuk mengingatkan operator akan kondisi yang kritis dan berbahaya. Adapun tujuan utama dari pemasangan alat instrumentasi adalah :

1. Untuk menjaga suatu proses instrumentasi tetap aman :
  - Menjaga variabel-variabel proses berada dalam batas operasi yang aman.
  - Mendeteksi timbulnya kondisi yang berbahaya sedini mungkin dan membuat tanda bahaya serta interlock otomatis jika kondisi ini timbul.
2. Menjaga jalannya suatu proses sehingga berada dalam batas operasi yang aman.

3. Menjaga kualitas berada dalam standart yang ditetapkan.
4. Menekan biaya produksi serendah mungkin dengan tetap memperhatikan faktor-faktor lain.

Pengendalian variable proses dapat dilakukan secara manual maupun secara otomatis. Pengaturan secara manual, biasanya peralatan yang dikontrol hanya diberi instrument penunjuk atau pencatan saja, sedangkan untuk pengendalian secara otomatis diperlukan beberapa elemen, yaitu :

1. Sensor

Sensor adalah suatu alat yang sangat sensitive terhadap perubahan besaran fisik yang terjadi dalam suatu proses.

2. Elemen penguat

Elemen penguat berfungsi untuk mengubah perubahan besaran fisik yang dideteksi oleh sensor menjadi signal yang dapat dibaca oleh controller.

3. Controller

Controller merupakan elemen yang berfungsi mengatur besaran proses agar tetap sesuai dengan kondisi yang dikehendaki (sesuai dengan set point yang diinginkan) agar peralatan produksi dapat beroperasi secara optimum.

4. Element pengontrol akhir

Element yang berfungsi untuk mewujudkan signal koreksi dari controller menjadi aksi yang dapat mengembalikan kondisi variabel proses ke harga yang telah ditetapkan.

Faktor-faktor yang diperlukan dalam pemilihan instrumentasi adalah :

- Sensitivity dan readability
- Accuracy dan Precision
- Bahan konstruksi serta pengaruh pemasangan peralatan instrumentasi pada kondisi proses.
- Faktor – faktor ekonomi

Alat-alat kontrol yang banyak digunakan dalam bidang industri :

1. Temperatur Controller (TC)

Fungsi : untuk mengendalikan atau mengatur temperatur operasi sesuai dengan kondisi yang diminta.

2. Temperatur Indikator (TI)

⋮  
⋮  
⋮

Fungsi : untuk mengetahui temperatur operasi pada alat dengan pembacaan langsung pada alat ukur tersebut

3. Temperatur Recorder Controlller (TRC)

Fungsi : untuk mencatat dan mengendalikan temperatur operasi

4. Pressure Indikator (PI)

Fungsi : untuk mengendalikan tekanan pada alat secara terus menerus sesuai dengan kondisi operasi yang diminta

5. Pressure Controller (PC)

Fungsi : untuk mengendalikan tekanan operasi sesuai dengan kondisi yang diminta

6. Pressure Recorder Controller (PRC)

Fungsi : untuk mencatat dan mengatur tekanan dalam alat secara terus menerus sesuai kondisi yang diminta

7. Flow Recorder Controller (FRC)

Fungsi : untuk mencatat dan mengatur debit aliran cairan secara terus menerus

8. Level Indikator (LI)

Fungsi : untuk mengetahui tinggi cairan dalam suatu alat

9. Level Controller (LC)

Fungsi : untuk mengendalikan tinggi cairan dalam suatu alat sehingga tidak melebihi dari batas yang ditentukan

10. Level Recorder Controller (LRC)

Fungsi : untuk mencatat dan mengatur, serta mengendalikan tinggi cairan dalam suatu alat

Instrumentasi-instrumentasi yang digunakan pada pabrik urea ini adalah sebagai berikut:

**Tabel 7.1 Instrumentasi Alat Pabrik Pupuk Urea**

No	Kode Alat	Nama Alat	Instrumentasi	Jumlah
1	F-111	Tangki amoniak	LC	1
2	F-117	Tangki CO <sub>2</sub>	PC	1
3	E-113	Amoniak Preheater	TC	1
4	R-110	Reaktor	FRC, TC	2
5	D-114	Carbamat Condensor 1	FC	1

6	D-119	Carbamat Condensor 2	FC	1
7	D-115	Scrubber	TC, FC	2
8	G-118	CO2 Kompresor	PC	1
9	D-120	MP Decomposer	TC, FC,FC	3
10	D-121	LP Decomposer	TC, FC	1
11	H-130	Vaccum Concentrator 1	PC	1
12	H-135	Vaccum Concentrator 2	FC	1
13	V-132	Vaporizer 1	TC	1
14	V-134	Vaporizer 2	TC, LC	2
15	D-150	MP Absorber	TC, LC	1
16	D-152	LP Absorber	TC, LC	2
17	F-162	Tangki kondensat	LRC	1
18	D-160	Kondensat Stripper	LC,PC,TC	3

## 7.2 Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja pada suatu pabrik harus mendapatkan perhatian yang cukup besar dan tidak boleh diabaikan karena menyangkut keselamatan manusia, keselamatan kerja dan kelancaran kerja. Memperhatikan keselamatan kerja dengan baik dan teratur, secara psikologi akan membuat para pekerja merasa aman sehingga konsentrasi para pekerja pada pekerjaan yang ditanganinya akan meningkat, dengan demikian produktivitas dan efisiensi kerja akan meningkat pula.

Usaha untuk menjaga keselamatan kerja bukan semata-mata ditujukan pada faktor keselamatan manusia dalam hal ini para pekerja atau karyawan, tetapi juga untuk menjaga peralatan yang ada dalam pabrik. Terpeliharanya peralatan dengan baik akan dapat mendatangkan keuntungan lebih karena dengan terpeliharanya peralatan produksi maka peralatan dapat digunakan dalam jangka waktu yang lebih lama. Usaha dalam wujudkan program keselamatan kerja dapat dilakukan dengan mengadakan penyuluhan atau sosialisasi maupun pelatihan akan pentingnya penerapan K<sub>3</sub> di dalam industri khususnya pada pabrik urea dari amoniak dan karbondioksida dengan proses ACES ini.

Tujuan dari kesehatan dan keselamatan kerja ditinjau dari berbagai pendekatan, antara lain :

- Pendekatan kemanusiaan

Berupaya mencegah terjadinya penderitaan bagi tenaga kerja dan ikut serta menciptakan terwujudnya kesejahteraan hidup.

- Pendekatan ekonomis

Berupaya meningkatkan keuntungan dengan menghindari kerugian bagi tenaga kerja dan perusahaan.

- Pendekatan sosial

Berupaya menghindari kerugian bagi masyarakat baik langsung maupun tidak langsung.

Menurut UU No.1 Th. 1970 yang dimaksud dengan keselamatan kerja, yaitu :

- Agar para pekerja dan orang lain yang berada di lokasi pekerjaan tetap sehat dan selamat.
- Melindungi sumber – sumber produksi agar terpelihara dengan baik dan dipergunakan secara efisien.
- Melindungi agar proses produksi berjalan lancar tanpa hambatan apapun.
- Kesehatan dan keselamatan kerja memerlukan tanggung jawab dari semua pihak karena hal ini tergantung dari Direksi, tingkah laku karyawan, keadaan peralatan atau lingkungan kerja itu sendiri.

Menurut Peraturan Pemerintah No.11 Th. 1979, kecelakaan dibagi menjadi 4 macam , antara lain :

1. Kecelakaan ringan, kecelakaan yang terjadi tetapi tidak menimbulkan hilangnya jam kerja.
2. Kecelakaan sedang, kecelakaan yang terjadi sehingga menimbulkan hilangnya jam kerja tetapi tidak menimbulkan cacat jasmani.
3. Kecelakaan berat, kecelakaan yang terjadi sehingga berakibat fatal dan menyebabkan cacat jasmani.
4. Kecelakaan mati, kecelakaan yang menyebabkan hilangnya nyawa manusia.

### 7.2.1 Bahaya Kebakaran dan Ledakan

Pencegahan terhadap bahaya kebakaran dan ledakan bertujuan untuk memperkecil kemungkinan adanya kecelakaan yang membahayakan pekerja, kerusakan pada peralatan serta terhentinya proses produksi, oleh sebab itu diperlukan pengaman

yang sebaik-baiknya terhadap segala hal yang dapat terpengaruh akibat bahaya kebakaran dan ledakan. Adapun beberapa penyebab terjadi kebakaran antara lain :

- a. Kemungkinan terjadinya nyala terbuka yang datang dari utilitas, *workshop*, laboratorium dan unit proses lainnya.
- b. Terjadinya loncatan bunga api pada saklar dan stop kontak serta pada alat lainnya.
- c. Kemungkinan terjadi ledakan pada tangki penyimpan bahan baku karena adanya kenaikan suhu dan tekanan.
- d. Gangguan pada peralatan utilitas seperti *combustion* dan *chamber boiler*.

Cara-cara yang dapat digunakan dalam mengatasi bahaya kebakaran dan ledakan, antara lain :

1. Pencegahan bahaya kebakaran dan ledakan :
  - a. Penempatan alat-alat utilitas yang cukup jauh dari *power plant* tetapi praktis dari unit proses.
  - b. Bangunan seperti *workshop*, laboratorium dan kantor sebaiknya diletakkan sejauh mungkin dari unit proses.
  - c. Pemasangan instrumen pendeteksi (aliran, temperatur, tekanan) apabila terdapat kebocoran disekitar ruangan proses.
  - d. Bila terpaksa, antara unit yang satu dengan yang lainnya harus dipisahkan dengan dinding beton agar dapat menghindari pengaruh kebakaran dari unit yang satu dengan unit yang lain.
  - e. Pemasangan isolasi yang baik pada seluruh panel transmisi yang ada.
  - f. Diberi tanda-tanda larangan suatu tindakan yang dapat mengakibatkan kebakaran seperti tanda larangan merokok.
  - g. Penempatan bahan-bahan yang mudah terbakar dan meledak ditempat yang tertutup dan jauh dari sumber api.
  - h. Penempatan pipa air yang melingkari seluruh lokasi pabrik.
  - i. Menyiagakan setiap saat unit pemadam kebakaran yang dilengkapi alat-alat penanggulangan bahaya kebakaran dan ledakan yang lengkap.
  - j. Penempatan kabel dan kawat listrik yang diatur rapi dan jauh dari tempat panas.

k. Pemasangan alat pemadam kebakaran disetiap bagian pabrik atau tempat yang paling rawan dan pemasangannya harus pada tempat yang mudah dijangkau.

## 2. Pengamatan dan pengontrolan kebakaran

Pengamanan dan pengontrolan terhadap kebakaran yaitu apabila terjadi kebakaran, api harus segera diisolir dan diusahakan dapat diketahui kemungkinan apa saja yang akan terjadi dan bagaimana cara mengatasinya. Jika dirasa kebakaran tidak dapat diatasi sendiri oleh pabrik, maka segera hubungi unit pemadam kebakaran setempat. Sebelum memakai alat-alat pemadam kebakaran harus diketahui jenis-jenis api berdasarkan kelasnya, adapun jenis api dapat dibedakan atas :

### a. Kelas A

Api yang ditimbulkan oleh barang-barang yang dapat terbakar seperti kayu, kertas dan kotoran-kotoran yang terdapat di dalam pabrik. Penanganan untuk jenis api ini diperlukan pembahasan pada bagian yang terbakar dan sekitarnya.

### b. Kelas B

Api yang ditimbulkan oleh cairan yang mudah terbakar seperti residu dan bahan bakar. Penanganan untuk api jenis ini dapat dengan cara memberikan penutup atau pembungkus bahan-bahan tersebut.

### c. Kelas C

Api dari perlengkapan listrik atau dari hubungan pendek. Penanganan api jenis ini yaitu pemadaman alat harus dilakukan saat alat tidak mengandung listrik

### d. Kelas D

Api yang ditimbulkan oleh bahan-bahan yang mudah meledak. Untuk hal ini diperlukan jenis pengamatan tertentu.

Adapun media atau zat-zat yang dapat digunakan untuk jenis-jenis api di atas antara lain sebagai berikut :

- Dry Chemical Extinguished untuk jenis api kelas A,B,C dan D
- Soda Extinguished untuk jenis api kelas A, C dan D



### 7.2.2. Bahaya Mekanik

Bahaya mekanik biasanya disebabkan oleh pengerjaan konstruksi yang tidak memenuhi standar yang ditetapkan, sehingga dapat mempengaruhi kenyamanan serta keamanan para pekerja dalam melaksanakan tugasnya. Bentuk kerusakan yang umum adalah karena panas dan ledakan. Kejadian ini selain mengakibatkan kerugian material juga dapat mengakibatkan cacat atau meninggalnya pekerja. Secara umum tindakan pencegahan yang dilakukan untuk menghindari bahaya mekanik antara lain adalah sebagai berikut :

- Perencanaan tangki dan alat harus sesuai dengan aturan yang berlaku termasuk pemilihan bahan konstruksi, memperhitungkan faktor korosi dan lain-lain.
- Pemasangan alat kontrol yang baik dan sesuai serta pemberian alat pengaman bagi proses-proses yang berbahaya.
- Sistem penerangan yang baik.
- Pemasangan tanda-tanda bahaya dan instruksi keselamatan kerja ditempat-tempat yang dianggap berbahaya.
- Pengaturan peralatan sedemikian rupa sehingga para pekerja dapat mengoperasikannya dengan aman.

Adapun beberapa kemungkinan kecelakaan mekanik yang dapat terjadi antara lain:

#### a. Tangki-tangki

Bahaya yang paling besar adalah tangki-tangki yang bertekanan tinggi. Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah kecelakaan adalah :

- Perencanaan tangki harus sesuai dengan aturan yang berlaku termasuk pemilihan bahan konstruksi, memperhitungkan faktor-faktor korosi dan lain-lain.
- Pemasangan alat kontrol yang baik dan sesuai yaitu *pressure* kontrol, level kontrol dan temperatur kontrol.

#### b. Reaktor

Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah kecelakaan karena reaktor adalah sebagai berikut :

- Perencanaan reaktor harus sesuai dengan ketentuan-ketentuan yang berlaku mengenai bahan konstruksi, faktor korosi dan lain-lain.
- Perencanaan isolasi harus baik dengan memperhatikan perpindahan panas yang terjadi karena reaksi bersifat eksotermis.
- Pemasangan alat kontrol yang baik dan sesuai, temperatur kontrol, *pressure* kontrol, *flow* kontrol dan lain-lain.

#### c. Perpipaan

Kecelakaan yang terjadi karena perpipaan antara lain karena kebocoran zat-zat yang berbahaya.

Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah kebocoran perpipaan antara lain :

- Pemasangan pipa hendaknya pada tempat tinggi atau ditempat-tempat yang jarang dilalui pekerja dan diusahakan pemasangan pipa tidak didalam tanah karena menimbulkan kesulitan bila terjadi kebocoran.
- Sebelum dipakai hendaknya dicoba kekuatan tekanan dan kekuatan terhadap suhu, terutama pada daerah sambungan.
- Pemasangan valve yang mudah terjangkau.
- Pemasangan isolasi yang baik untuk mencegah kecelakaan luka bakar karena tersentuh pipa aliran panas, juga untuk mencegah lolosnya panas dalam proses.

Kerusakan yang disebabkan secara mekanis terutama karena pengaruh panas maupun tekanan yang tinggi dapat dicegah dengan pemasangan alat-alat pengaman seperti *safety valve*, isolator panas dan lain-lain.

### 7.2.3 Usaha-usaha Kesehatan dan Keselamatan Pabrik

Bahaya lingkungan kerja baik bahaya fisik maupun bahaya kimiawi perlu dikendalikan dengan cara sebagai berikut :

- A. Pengendalian secara teknik (*Mechanical/Engineering Control*)
- B. Pengendalian secara administratif (*Administrative Control*)
- C. Alat pelindung diri (*Personal Protective Equipment*)

(P. K. Suma'mur, 1989)

## A. Pengendalian secara teknik (*Mechanical/Engineering Control*)

Untuk meminimalkan terjadinya kecelakaan kerja ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu :

### a. Bangunan pabrik

Bangunan gedung beserta alat – alat konstruksinya harus memenuhi persyaratan yang telah direkomendasikan oleh para ahli yang bersangkutan untuk menghindari bahaya – bahaya kebakaran, kerusakan akibat cuaca, gempa , petir, banjir dan lain sebagainya. Lingkungan sekitar pabrik harus dapat memberikan rasa aman dan nyaman bagi para pekerja serta penduduk sekitarnya. Jangan sampai kehadiran pabrik tersebut malah menimbulkan pencemaran bagi lingkungan sekitar sehingga mengakibatkan ketidaknyamanan bagi penduduk sekitar.

### b. Ventilasi

Ruang kerja harus cukup luas, tidak membatasi atau membahayakan gerak pekerja, serta dilengkapi dengan sistem ventilasi yang baik sesuai dengan kondisi tempat kerjanya, sehingga pekerja dapat bekerja leluasa, aman, nyaman, karena selalu mendapatkan udara yang bersih.

### c. Alat – alat bergerak

Alat – alat berputar atau bergerak seperti motor pada pompa ataupun kipas dalam blower, motor pada pengaduk harus selalu berada dalam keadaan tertutup, minimal diberi penutup pada bagian yang bergerak, serta harus diberi jarak yang cukup dengan peralatan yang lainnya, sehingga bila terjadi kerusakan akan dapat diperbaiki dengan mudah.

### d. Peralatan yang menggunakan sistem perpindahan panas

Peralatan yang memakai sistem perpindahan panas harus diberi isolator, misalnya : Boiler, Condensor, Heater dan sebagainya. Disamping itu di dalam perancangan faktor keselamatan (*safety factor*) harus diutamakan, antara lain dalam hal pengelasan (pemilihan sambungan las), faktor korosi, tekanan (*stress*). Hal ini memegang peranan penting dalam mencegah terjadinya kecelakaan

kerja, efisiensi dan produktivitas operasional, terutama untuk mencegah kehilangan panas pada alat – alat tersebut. Selain itu harus diupayakan agar suhu ruangan tidak terlalu tinggi dengan jalan memberi ruang (space) yang cukup untuk peralatan, mencegah kebocoran steam yang terlalu besar, serta pemasangan alat – alat kontrol yang sesuai.

e. Sistem perpipaan

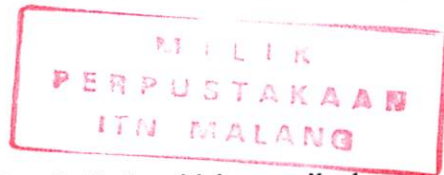
Pipa – pipa harus dipasang secara efektif supaya mudah menghantarkan fluida proses atau utilitas tanpa adanya kehilangan energi atau massa, dalam waktu yang tepat. Pipa – pipa tersebut juga harus diletakkan di tempat yang terjangkau dan aman sehingga mudah diperbaiki dan dipasang. Untuk pipa yang dilalui fluida panas harus diberi isolasi (berupa sabut atau asbes) dan diberi sambungan yang dapat memberikan fleksibilitas seperti belokan – U (U – bed), tee, juga pemilihan valve yang sesuai untuk menghindarkan peledakan yang diakibatkan oleh pemuaian pipa.

f. Sistem kelistrikan

Penerangan di dalam ruangan harus cukup baik dan tidak menyilaukan agar para pekerja dapat bekerja dengan baik dan nyaman. Setiap peralatan yang dioperasikan secara elektrik harus dilengkapi dengan pemutusan arus (sekering) otomatis serta dihubungkan dengan tanah (ground) dalam bentuk arde, untuk menjaga apabila sewaktu – waktu terjadi hubungan singkat. Pemeriksaan peralatan listrik secara teratur perlu dilakukan.

g. Karyawan

Seluruh karyawan dan pekerja, terutama yang menangani unit – unit vital, hendaknya diberi pengetahuan dan pelatihan khusus dalam bidang masing – masing , juga dalam bidang kesehatan dan keselamatan kerja secara umum. Disamping itu pihak pabrik harus gencar memberikan penyuluhan tentang Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K-3), baik secara lisan maupun secara tertulis (berupa tanda – tanda berbahaya / larangan serta peraturan pengoperasian peralatan yang baik dan benar pada tiap – tiap alat terutama yang berisiko



tinggi). Dengan demikian diharapkan para karyawan akan mampu menangani kondisi darurat yang dapat terjadi sewaktu – waktu, setidaknya pada tahap awal.

#### **B. Pengendalian secara administratif (Administrative Control)**

Usaha – usaha K-3 yang dilakukan pada pabrik pupuk urea antara lain:

- Pelatihan dan pemberian informasi tentang K-3 pada pekerja.
- *Good Housekeeping* (Pemeliharaan kebersihan dan kerapian tempat kerja).
- Penyediaan alat – alat K3 (alat – alat pelindung diri) yang memadai.
- Penyediaan sarana kesehatan bagi karyawan seperti poliklinik pabrik.
- Pemasangan petunjuk / informasi tentang K3 yang harus dilakukan oleh setiap orang yang berada dikawasan pabrik, misalnya petunjuk pemakaian penutup telinga pada daerah bising dan lain-lain.
- Pemberian sanksi pada pekerja yang tidak melaksanakan K3.

Usaha – Usaha Keselamatan Pabrik yang dilakukan pada pabrik pupuk urea :

- Perencanaan dan pengaturan tata ruang pabrik yang tepat.
- Pengenalan MSDS bahan yang digunakan dan diproduksi pada pabrik urea.
- Penyediaan sistem tanda kebakaran/bahaya (alarm) dalam pabrik.
- Pemberian kode-kode bahaya pada setiap peralatan di pabrik seperti kode tangki bertekanan tinggi, tangki penyimpanan bahan kimia berbahaya, dan lain sebagainya.
- Penyediaan ventilasi udara yang baik.
- Penyediaan jalan darurat untuk evakuasi pekerja pabrik.
- Pemasangan alat pelacakan atau peringatan dini seperti detektor asap, detektor gas.
- Penyediaan alat pemadam kebakaran serta unit pemadam kebakaran yang memadai.
- Pengawasan/pengontrolan alat dan proses produksi secara kontinyu.
- Pelaksanaan Maintenance secara proactive dan kontinyu.
- Penanganan secara khusus alat – alat yang beresiko menyebabkan kecelakaan kerja seperti isolasi pada pipa steam, pengecatan pipa sesuai dengan sifat/karakteristik bahan dan lain-lain.

### C. Alat pelindung diri (*Personal Protective Equipment*)

Alat pelindung diri perlu dipilih agar dapat memenuhi beberapa ketentuan yaitu:

- Harus dapat memberikan perlindungan terhadap bahaya yang spesifik oleh pekerja.
- Beratnya harus seringan mungkin.
- Harus dapat dipakai secara fleksibel.
- Bentuknya harus cukup menarik.
- Tidak mudah rusak.
- Tidak menimbulkan bahaya-bahaya tambahan bagi pemakainya.
- Harus memenuhi ketentuan dari standar yang telah ada.
- Tidak terlalu membatasi gerakan pemakainya.
- Suku cadangnya harus mudah diperoleh sehingga pemeliharaan alat pelindung diri dapat dilakukan dengan mudah.

(P. K. Suma'mur, 1989)

Adapun usaha yang dilakukan untuk mencegah kecelakaan kerja pada pabrik pupuk Urea :

**Tabel 7.2. Tabel Penggunaan APD Tiap Alat**

No.	Nama Alat	APD yang digunakan
1.	Tangki Amoniak (F-111), Tangki Karbondioksida (F-117) dan Tangki Kondensat (F-165)	Alat pelindung kaki Alat pelindung kepala Alat pelindung tangan Alat pelindung badan Alat pelindung pernapasan
2.	Amoniak Preheater (E-113) dan Kondensat Preheater (E-164)	Alat pelindung kaki Alat pelindung kepala Alat pelindung tangan Alat pelindung badan Alat pelindung pernapasan
3.	Reaktor (R-110)	Alat pelindung kaki Alat pelindung kepala Alat pelindung tangan Alat pelindung badan

		<p>Alat pelindung telinga</p> <p>Alat pelindung pernapasan</p>
4.	Carbamat Condenser 1 dan 2 (D-114 dan D-119)	<p>Alat pelindung kaki</p> <p>Alat pelindung kepala</p> <p>Alat pelindung tangan</p> <p>Alat pelindung badan</p> <p>Alat pelindung telinga</p> <p>Alat pelindung pernapasan</p>
5.	Scrubber (D-115)	<p>Alat pelindung kaki</p> <p>Alat pelindung kepala</p> <p>Alat pelindung tangan</p> <p>Alat pelindung badan</p> <p>Alat pelindung telinga</p> <p>Alat pelindung pernapasan</p>
6.	CO <sub>2</sub> Kompresor (G-118)	<p>Alat pelindung kaki</p> <p>Alat pelindung kepala</p> <p>Alat pelindung tangan</p> <p>Alat pelindung badan</p> <p>Alat pelindung telinga</p> <p>Alat pelindung pernapasan</p>
7.	Stripper (D-116)	<p>Alat pelindung kaki</p> <p>Alat pelindung kepala</p> <p>Alat pelindung tangan</p> <p>Alat pelindung badan</p> <p>Alat pelindung telinga</p> <p>Alat pelindung pernapasan</p>
8.	MP dan LP Decomposer (D-120 dan D-121)	<p>Alat pelindung kaki</p> <p>Alat pelindung kepala</p> <p>Alat pelindung tangan</p> <p>Alat pelindung badan</p> <p>Alat pelindung telinga</p> <p>Alat pelindung pernapasan</p>

9.	Vacum concentrator 1 dan 2 (H-130 dan H-135)	<p>Alat pelindung kaki  Alat pelindung kepala  Alat pelindung tangan  Alat pelindung badan  Alat pelindung telinga  Alat pelindung pernapasan</p>
10.	Vaporizer 1 dan 2 (V-132 dan V-134)	<p>Alat pelindung kaki  Alat pelindung kepala  Alat pelindung tangan  Alat pelindung badan  Alat pelindung telinga  Alat pelindung pernapasan</p>
11.	Prilling Tower (D-140)	<p>Alat pelindung kaki  Alat pelindung kepala  Alat pelindung tangan  Alat pelindung badan  Alat pelindung telinga  Alat pelindung pernapasan</p>
12.	MP dan LP Absorber (D-150 dan D-152)	<p>Alat pelindung kaki  Alat pelindung kepala  Alat pelindung tangan  Alat pelindung badan  Alat pelindung telinga  Alat pelindung pernapasan</p>
13.	Surface Condenser (E-161)	<p>Alat pelindung kaki  Alat pelindung kepala  Alat pelindung tangan  Alat pelindung badan  Alat pelindung telinga  Alat pelindung pernapasan</p>
14.	Kondensat Stripper (D-160)	<p>Alat pelindung kaki  Alat pelindung kepala</p>



		<p>Alat pelindung tangan</p> <p>Alat pelindung badan</p> <p>Alat pelindung telinga</p> <p>Alat pelindung pernapasan</p>
--	--	---

#### 7.2.4 Bahaya Listrik

Bahaya pengopersian maupun perbaikan instalasi listrik hendaknya selalu diperhatikan, salah satunya dengan menggunakan pengaman pada alat serta menggunakan alat pengaman diri yang disediakan oleh pabrik, sehingga proses produksi dan keselamatan para pekerja dapat selalu terjamin. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam usaha untuk mencegah bahaya yang ditimbulkan oleh listrik adalah sebagai berikut :

- Peralatan yang penting seperti transformator diletakkan ditempat yang aman dan tersendiri
- Peralatan listrik yang ditanam dibawah tanah hendaknya diberi tanda dengan jelas.

Selain hal-hal tersebut diatas, harus diperhatikan pula syarat-syarat yang harus diterapkan terhadap jenis maupun penempatan dari alat tersebut, yang antara lain :

- Penerangan harus cukup agar operator tidak kesulitan dalam pengerjaan maupun perbaikan instalasi listrik.
- Kabel-kabel listrik yang diletakkan berdekatan harus dilengkapi dengan isolator
- Letak alat-alat harus diletakkan sedemikian rupa sehingga para pekerja dapat bekerja dengan leluasa dan mempermudah para pekerja dalam melakukan perbaikan alat maupun instalasi listrik.
- Sebaiknya dilakukan pengontrolan secara periodik terhadap seluruh peralatan dan instalasi listrik pabrik.

#### 7.2.5 Keselamatan Pabrik

##### a. Pada Tangki Penampung

Pada tangki penampung amoniak, harus dilengkapi dengan system keamanan yang berupa:

- i. Pemberian Label dan spesifikasi bahannya.
- ii. Serta pengecekan secara berkala oleh petugas K3

b. Pada Pompa

Pada pompa harus dilengkapi dengan penutup pompa serta pengecekan secara berkala oleh petugas K3.

▪ Pompa

- ✓ Bagian "*propeller*" dilengkapi dengan "*casting*".
- ✓ Bagian kopling (yang menghubungkan "*propeller*" dan motor) harus selalu tertutup dan dilengkapi dengan strainer (saringan atau filter) yang digunakan untuk menyaring kotoran agar tidak masuk pompa.
- ✓ Harus cek valve secara berkala untuk mencegah timbulnya aliran balik.
- ✓ Diletakkan pada lantai dasar untuk keselamatan dan untuk kemudahan operator.

c. Pada system Perpipaan

- Pada system perpipaan digunakan pengecatan secara berbeda pada tiap aliran fluida, misalnya fluida panas digunakan pipa yang sudah dicat warna merah, sedangkan aliran fluida dingin digunakan warna biru, serta pengecekan secara berkala oleh petugas K3. Selain itu penempatan perpipaan haruslah aman atau tidak mengganggu jalannya proses serta kegiatan dari para pekerja atau karyawan. Untuk mempermudah identifikasi kebocoran pipa, maka perpipaan diletakkan di atas tanah.

d. Pada Heat Exchanger

Pada area Heat Exchanger khususnya Heater dilengkapi dengan isolator untuk mencegah terjadinya radiasi panas yang tinggi, sedangkan pada Boiler mempunyai level suara sampai batas 85 dB, serta pengecekan secara berkala oleh petugas K3.

▪ Heater" atau "Cooler"

- ✓ Dilengkapi dengan valve pada "*Exchanger*" tersebut.
- ✓ Dipasang "*drain hole*" secukupnya untuk pembersihan.

- ✓ Harus selalu diadakan tes, baik terhadap material, kebocoran dan lain-lainnya pada waktu-waktu tertentu.
- Boiler
  - ✓ Dilengkapi dengan isolasi.
  - ✓ Dilengkapi dengan "*Pressure Safety Valve*" (untuk mengukur tekanan pada boiler)
- e. Pada area pabrik secara umum/ keseluruhan
  - Disediakan jalan diantara plant-plant yang berguna untuk kelancaran transportasi para pekerja serta memudahkan pengendalian pada saat keadaan darurat (misal: kebakaran)
  - Disediakan hydrant disetiap plant (unit) untuk menanggulangi/ pencegahan awal pada saat terjadi kebakaran/ peledakan.
  - Memasang alarm disetiap plant (unit) sebagai tanda peringatan awal adanya keadaan darurat.
  - Disediakan pintu dan tangga darurat yang dapat digunakan sewaktu-waktu pada saat terjadi keadaan darurat.

## **BAB VIII**

### **UTILITAS**

Utilitas pada suatu pabrik adalah suatu bagian atau unit yang sangat penting untuk menunjang suatu proses produksi, sehingga kapasitas produksi semaksimal mungkin dapat di capai. Adapun unit utilitas di dalam Pra Rencana Pabrik Urea ini meliputi :

- Unit penyediaan air
  - a. Air umpan boiler
  - b. Air pendingin
  - c. Air sanitasi
- Unit penyediaan steam  
“*Steam*” ini dipakai dalam proses pada alat Amoniak Preheater, Stripper, Vaporizer 1, Vaporizer 2, Kondensat Preheater, Condensat Stripper.
- Unit penyediaan tenaga listrik
- Unit penyediaan bahan bakar

#### **8.1. UNIT PENYEDIAAN AIR**

Unit penyediaan air berfungsi sebagai unit yang bertugas memenuhi kebutuhan air yang ditinjau dari segi kuantitas maupun kualitasnya. Segi kuantitas air merupakan jumlah kebutuhan air yang harus dipenuhi, sedangkan segi kualitas air merupakan syarat air yang harus dipenuhi untuk kemudian dimanfaatkan. Dalam Pra Rencana Pabrik Urea ini ada beberapa kebutuhan air, adapun keperluan tersenut antara lain dipergunakan untuk :

##### **8.1.1. AIR UMPAN BOILER**

Air umpan *boiler* merupakan bahan baku pembuatan *steam* yang berfungsi sebagai pemanas pada *heater* dan *alat-alat proses*. Kebutuhan *steam* dipenuhi dengan jalan menguapkan air dalam sebuah ketel (*boiler*), sehingga kesadahan air umpan ketel (*boiler feed water*) harus benar-benar diperhatikan dan diperiksa dengan teliti serta harus bebas dari kotoran yang mungkin akan mengganggu proses produksi *steam* serta akan mengganggu pula jalannya operasi pabrik.

Air yang ada akan selalu mengandung mineral-mineral serta zat-zat yang dapat dikatakan pengganggu bagi proses produksi *steam*. Adanya zat-zat yang terkandung dalam air umpan *boiler* (bahan baku pembuatan *steam*) tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada *boiler*, adapun jenis-jenis zat yang harus selalu dikontrol tersebut antara lain :

- Kadar zat terlarut (*soluble metter*) yang tertinggi
- Zat padat terlarut (*suspended solid*)
- Garam-garam kalsium dan magnesium (penyebab kesadahan)
- Zat organik (*organic metter*)
- Silica, sulfat, asam bebas dan oksida

Air untuk keperluan umpan *boiler* harus memenuhi persyaratan agar air yang digunakan tidak merusak ketel (*boiler*). Persyaratan yang harus dipenuhi adalah air tidak mengandung kation-kation seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  dan anion-anion seperti  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  dan  $\text{SO}_3^{2-}$ . Untuk itu diperlukan treatment secara lebih sempurna. Air umpan *boiler* mempunyai syarat sebagai berikut :

- Total padatan ( <i>total dissolved solid</i> )	=	3500 ppm
- Padatan terlarut ( <i>suspended solid</i> )	=	300 ppm
- Alkalinitas	=	700 ppm
- Silika	=	60 – 100 ppm
- Besi	=	0,1 ppm
- Tembaga	=	0,5 ppm
- Oksigen	=	0,007 ppm
- Kesadahan ( <i>hardness</i> )	=	0
- Kekeruhan ( <i>turbidity</i> )	=	175 ppm
- Minyak	=	7 ppm
- Residual fosfat	=	140 ppm

(Perry, Robert H & Chilton Cecil H. 1997. *Perry's Chemical Engineer's Handbook*. 6th, 7th edition)

Syarat-syarat lain yang harus dipenuhi oleh air umpan *boiler* :

- a. Tidak boleh berbuih (berbusa)

Penyebab utama munculnya busa adalah disebabkan oleh adanya *soulbe matter*, *suspended metter* dan kebasaaan yang tinggi. Adapun kesulitan yang akan dihadapi dengan adanya busa pada *boiler* adalah :

- Kesulitan pembacaan tinggi permukaan air dalam *boiler*
- Dapat menyebabkan percikan yang kuat yang menyebabkan adanya *solid-solid* yang menempel dan terjadinya korosi dengan adanya pemanasan lanjut.
- Dapat menyebabkan timbulnya ledakan yang diakibatkan oleh percikan yang kuat sehingga menyulitkan pengontrolan tekanan.

Pencegahan masalah yang disebabkan oleh adanya busa pada air umpan boiler adalah dengan menganalisa terlebih dahulu menggunakan metode *salt content* dan *critical concentration*. Sedangkan untuk penanganan lebih lanjut dapat dilakukan dengan penurunan alkalinitas menggunakan penambahan asam serta selalu melakukan *control alkalinity*.

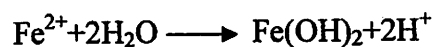
b. Tidak boleh membentuk kerak

Penyebab utama munculnya kerak antara lain disebabkan oleh adanya garam-garam  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Kerak yang terbentuk nantinya akan menyebabkan gangguan pada alat yang antara lain :

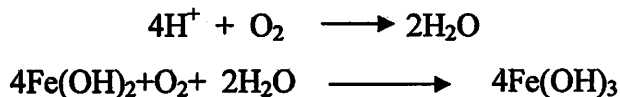
- Efisiensi dari perpindahan panas akan berkurang yang dikarenakan terjadinya isolasi oleh kerak terhadap panas yang masuk sehingga proses perpindahan panas terhambat.
- Kerak yang terbentuk dapat pecah sewaktu-waktu, sehingga dapat menimbulkan kebocoran akibat tekanan yang kuat.
- Kerak yang terbentuk juga dapat merusak kekuatan dari bahan konstruksi dari *boiler* itu sendiri sehingga akan menurunkan tingkat efisiensi dari segi waktu pemakaian alat.

c. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa

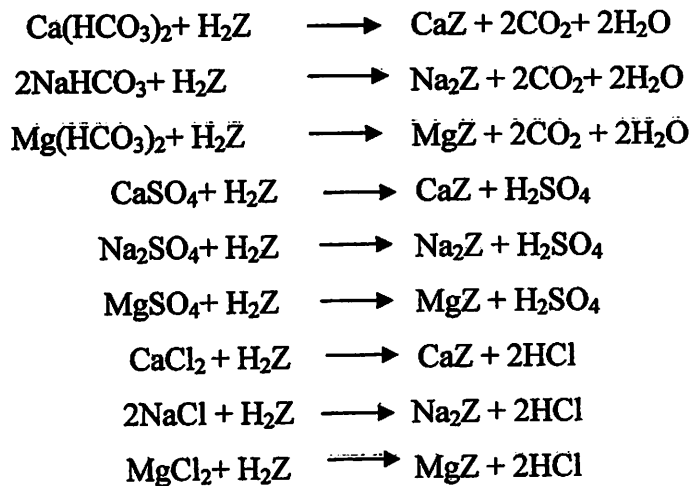
Korosi pada pipa *boiler* disebabkan oleh adanya kadar keasaman (pH rendah), minyak dan lemak, bikarbonat dan bahan-bahan organik serta gas  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu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



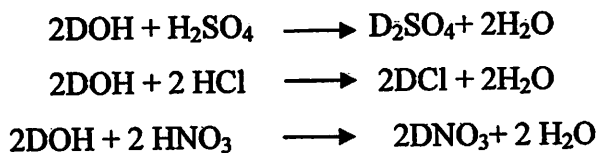
Tetapi bila terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hidrogen yang terbentuk akan bereaksi dengan oksigen membentuk air. Akibatnya dengan hilangnya lapisan pelindung tersebut maka terjadilah korosi, secara reaksi adalah sebagai berikut :



Proses pelunakan air umpan *boiler* dilakukan dengan menggunakan prinsip pertukaran ion-ion dalam *demineralizer* (*kation dan anion exchanger*). Mula-mula air bersih dilewatkan pada *kation exchanger* dengan menggunakan resin zeolit (*hydrogen exchanger*) sehingga terjadi reaksi sebagai berikut :

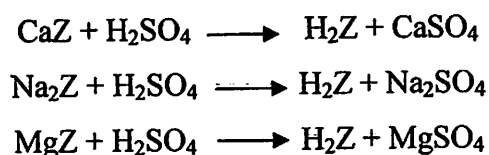


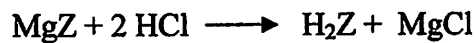
Air yang bersifat asam kemudian dialirkan ke dalam tangki *anion exchanger* untuk menghilangkan anion yang tidak dikehendaki. Tangki *anion exchanger* menggunakan De-acidite (DOH) sehingga terjadi reaksi sebagai berikut :



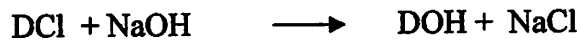
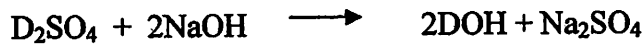
Setelah keluar dari tangki *anion exchanger*, air yang telah bebas dari ion-ion pengganggu dialirkan kedalam bak air lunak dan siap digunakan. Pemakaian resin yang terus menerus menyebabkan resin tidak lagi aktif. Hal ini dapat diketahui dari sifat kesadahan air umpan *boiler* yang dianalisa terus menerus. Jika terdapat kesadahan air umpan *boiler*, maka hal ini menunjukkan bahwa resin sudah jenuh dan perlu diregenerasi.

Regenerasi resin zeolit (*hydrogen exchanger*) dilakukan dengan menggunakan asam klorida atau asam sulfat, dengan reaksi sebagai berikut:





Regenerasi De-acidite (DOH) dilakukan dengan menggunakan larutan sodium hydroxide atau caustik soda dengan reaksi sebagai berikut :



Air yang digunakan untuk menghasilkan steam didalam boiler disebut juga air umpan boiler. Air pemanas digunakan pada alat – alat sebagai berikut :

**Tabel 8.1.1.1Kebutuhan Steam atau Air Umpan Boiler**

No.	Kode Alat	Nama Alat	Jumlah Steam (Kg/Jam)
1	E-113	<i>Amoniak Preheater</i>	8,506.1
2	D-116	<i>Stripper</i>	10,203.6
3	D-119	<i>Carbamat Condenser 2</i>	50,743.4
4	H-130	<i>Vaccum Concentartor 1</i>	13,475.9
5	V-134	<i>Vaporizer 2</i>	3,950.5
6	H-135	<i>Vaccum Concentartor 2</i>	324.0
7	E-164	<i>Kondensat Preheater</i>	998.9
8	D-160	<i>Condensat Stripper</i>	975.0
9	D-152	<i>LP Absorber</i>	12,306.3
10	D-150	<i>MP Absorber</i>	20,994.2
11	D-115	<i>Scrubber</i>	14,843.6
12	D-114	<i>Carbamat Condenser 1</i>	2,548.7
<b>Total</b>			<b>139.870</b>



Berdasarkan perhitungan dari Appendiks D keperluan *steam* sebesar 139,870 kg/jam. Direncanakan banyaknya *steam* disediakan dengan *excess* 20% sebagai pengganti *steam* yang hilang sehingga kebutuhan *steam* sebesar 167.844 kg/jam dan dengan menghitung faktor evaporasi didapatkan kebutuhan air umpan *boiler* sebesar 184.629 kg/jam.

### 8.1.2. AIR PENDINGIN

Air pendingin digunakan sebagai media pendingin pada alat perpindahan panas yang berfungsi untuk menurunkan panas maupun yang berfungsi mengubah fase dari bahan. Alasan mengapa digunakan air sebagai media pendingin disebabkan antara lain karena :

Air merupakan materi yang mudah didapat dalam jumlah besar.

- Mudah diatur dan dikerjakan.
- Dapat menyerap jumlah panas yang besar persatuan volume.
- Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendinginan.
- Tidak mudah terkondensasi

Hal-hal yang harus diperhatikan pada air pendingin antara lain :

- “*Hardness*”, yang memberikan efek pembentukan kerak.
- Besi, penyebab korosi kedua.
- Silika dan ion sulfat, penyebab kerak.
- Molaritas, pH, temperatur sangat menentukan konsentrasi dari karbonat, bikarbonat serta kelarutan dari kalsium karbonat.
- Padatan terlarut, penyebab “*fouling*” sehingga membutuhkan “*dispersant*”.
- Kontaminan seperti hidrokarbon, glikol,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , penyebab “*fouling*” dan pertumbuhan bakteri atau mikroba.
- Minyak, penyebab terganggunya ‘*film corrosion inhibitor*’, “*heat transfer coefiesient*” yang menurun dapat menjadi makanan mikroba yang bisa menyebabkan terbentuknya endapan.

Pada air pendingin ditambahkan zat kimia yang bersifat menghilangkan kerak, lumut, jamur dan korosi.

Air pendingin digunakan pada alat reaktor, MP Decomposer, LP Decomposer, Surface condensor:

**Tabel 8.1.2.1Kebutuhan Air Pendingin**

No.	Kode Alat	Nama Alat	Jumlah air (Kg/Jam)
1	R-110	Reaktor	46,436.7
2	D-120	<i>MP Decomposer</i>	16,113.1
3	D-121	<i>LP Decomposer</i>	17,109.5
4	E-161	<i>Surface Condenser</i>	15,941.7
<b>Total</b>			<b>95.601</b>

Dari tabel 8.1.2.1. air yang digunakan untuk keperluan pendingin adalah sebesar 95.601 kg/jam, direncanakan banyaknya air pendingin yang *display* adalah 20% berlebih dari jumlah air pendinginan make up sebesar 10%, maka kebutuhan air pendingin adalah 126.193 kg/jam.

### 8.1.3. AIR SANITASI

Air sanitasi didalam suatu pabrik biasanya dipakai untuk keperluan laboratorium, karyawan yaitu minum, memasak, mencuci dan mandi. Pada dasarnya untuk air sanitasi harus memenuhi syarat kualitas air bersih meliputi :

#### a. Syarat Fisik

- Suhu : dibawah suhu udara sekitar (< suhu udara)
- Warna : jernih (tidak bewarna)
- Rasa : tidak berasa
- Bau : tidak berbau
- Kekeruhan: < 1 mgr SiO<sub>2</sub>/liter

#### b. Kimia

- pH : 6,5 – 8,5
- Tidak mengandung zat terlarut berupa zat organik dan zat anorganik
- Tidak mengandung zat-zat beracun

### c. Biologis

- Tidak mengandung kuman atau bakteri terutama bakteri "*E. coli*" dan patogen.
- Untuk air sanitasi ditambahkan kaporit ( $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ) atau desinfektan.

Dalam proses penyediaan air sanitasi, air yang telah mengalami proses pengolahan terlebih dahulu harus diolah kembali untuk memenuhi persyaratan sebagai air sanitasi. Proses pemenuhan persyaratan air sanitasi tersebut adalah setelah proses penjernihan, air harus diberi desinfektan terlebih seperti klor cair maupun kaporit.

Adapun kebutuhan air sanitasi yang digunakan sebagai keperluan sehari-hari pada Pabrik Urea ini dapat dilihat pada table berikut ini :

**Tabel 8.1.3.1 Data Kebutuhan Air Sanitasi**

No	Keperluan	Kebutuhan
1	Karyawan	3.737
2	Laboratorium dan Taman	1.868
3	Pemadam Kebakaran	2.242
<b>Total</b>		<b>7.848</b>

**Tabel 8.1.3.2 Data Kebutuhan Air Total Pabrik Urea**

No	Keperluan	Kebutuhan (Kg/Jam)
1	Air umpan boiler	207,645
2	Air pendingin	126,193
3	Air sanitasi	7,848
<b>Total</b>		<b>341,686</b>

### 8.1.4. Uraian Proses Penyediaan Air

Air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan pabrik adalah air sungai. Dasar pemilihan air sungai untuk memenuhi kebutuhan air pabrik dikarenakan lokasi pabrik yang dekat dengan sungai Brantas Gresik, Jawa Timur. Sebelum digunakan, air sungai

akan diolah terlebih dahulu guna menyesuaikan dengan persyaratan air untuk peruntukan dan penggunaan dalam pabrik.

Air sungai pertama-tama dialirkan dari sungai dengan menggunakan pompa L-212 menuju bak sedimentasi F-213 untuk diendapkan kandungan pasir maupun pengotor lainnya. Sebelum dipompa kedalam bak sedimentasi air sungai telah melalui filtrasi pengotor yang berukuran besar dengan menggunakan *filter* H-221 yang terdapat diujung pipa yang tertanam di dalam badan sungai. Setelah mengalami proses pengendapan dalam bak sedimentasi, air sungai kemudian dialirkan dengan menggunakan pompa L-214 menuju bak *skimmer* F-215 untuk selanjutnya dilakukan proses pengolahan ataupun penghilangan bahan terapung seperti minyak dan pengotor-pengotor lain. Kemudian dari bak *skimmer* air sungai tersebut dialirkan kembali dengan menggunakan pompa L-216 menuju *clarifier* H-210 untuk dilakukan proses pemurnian tahap awal dengan menambahkan larutan  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  atau larutan alum guna memisahkan *suspended solid* serta zat terlarut lainnya yang terdapat dalam air sungai secara kimiawi. Padatan yang terbentuk pada *clarifier* akan dikeluarkan melalui bagian bawah *clarifier* sedangkan air bersih akan dikeluarkan dari *clarifier* melalui *over flow* atau bagian samping *clarifier* untuk kemudian difiltrasi kembali.

Air bersih yang keluar dari *clarifier* H-210 kemudian dialirkan kedalam *sand filter* H-221 untuk menyaring kembali apabila terdapat pasir maupun endapan yang terikat dalam aliran air bersih. Setelah melalui *sand filter*, air bersih kemudian dialirkan dan ditampung dalam bak air bersih F-222 untuk kemudian dibagi menjadi tiga aliran guna pengolahan lanjutan. Air bersih yang berada di dalam bak air bersih kemudian diolah kembali sesuai peruntukan masing-masing, adapun proses pengolahan berdasarkan fungsi masing-masing tersebut antara lain adalah sebagai berikut :

#### 1. Pengolahan air lunak

Air bersih dari bak air bersih F-222 dialirkan menggunakan pompa L-223 menuju alat *kation exchanger* D-220A untuk dilakukan proses pemisahan kandungan anion yang menyebabkan kesadahan maupun mineral-mineral lain yang dapat mengganggu proses penggunaan air. Dalam *kation exchanger* D-220A digunakan resin zeolit (*hydrogen exchanger*) untuk mengikat anion pengganggu sehingga air bebas dari mineral-mineral penyebab kesadahan. Setelah melalui *kation exchanger* D-220A, air bersih kemudian dialirkan

menuju *anion exchanger* D-220B untuk dihilangkan kandungan kation maupun mineral-mineral pengganggu. Dalam *anion exchanger* D-220B digunakan *De-acidite* (DOH) untuk memurnikan air dari ion pengotor. Setelah melalui tahapan (*Demineralizer*) air bersih tersebut kemudian dialirkan kedalam bak air lunak F-231.

Air lunak dari bak F-231 kemudian dialirkan dengan menggunakan pompa L-232 menuju deaerator D-233 untuk dilakukan proses penghilangan kandungan CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> terlarut serta pemanasan tahap awal. Setelah melalui proses awal dalam deaerator D-233, air lunak umpan boiler tersebut dialirkan dengan pompa L-234 menuju boiler Q-230 untuk diubah dari fase cair menjadi steam *superheated* yang nantinya akan dimanfaatkan sebagai media pemanas pada peralatan proses yang ada. Steam yang dihasilkan sebagian dimanfaatkan sebagai media pemanasan tahap awal untuk air umpan boiler pada deaerator D-233. Setelah digunakan, steam tersebut kemudian dikirim kembali kedalam bak air lunak dengan nama *steam condensate* dengan suhu yang disesuaikan dengan suhu dalam bak air lunak.

## 2. Pengolahan air pendingin

Air bersih yang berada di dalam bak air bersih F-222 dialirkan dengan menggunakan pompa L-241 kedalam bak air pendingin F-242 untuk ditampung sementara sebagai air media pendingin. Kemudian dari bak air pendingin F-242 air pendingin dialirkan kembali dengan menggunakan pompa L-243 untuk didistribusikan kedalam peralatan proses sebagai media pendingin proses. Setelah digunakan sebagai media pendingin, air pendingin tersebut kemudian dipompa keluar proses dengan menggunakan pompa L-244 untuk di alirkan menuju *cooling tower* P-240 untuk dilakukan proses pendinginan kembali sehingga air dapat dimanfaatkan kembali sebagai media pendingin. Setelah dilakukan proses pendinginan kembali dalam alat *cooling tower* P-240 air pendingin tersebut kemudian dikembalikan kedalam bak air pendingin F-242 untuk ditampung dan digunakan kembali.

## 3. Pengolahan air sanitasi

Air bersih dari bak air bersih F-222 dialirkan dengan menggunakan pompa L-251 untuk dialirkan kedalam bak klorinasi F-250 untuk kemudian

ditambahkan desinfektan berupa  $\text{Cl}_2$  (klor) cair untuk mematikan mikroorganisme merugikan dalam air sehingga air aman untuk keperluan sanitasi. Setelah proses klorinasi, air kemudian dialirkan dengan menggunakan pompa L-252 menuju bak air sanitasi F-253 untuk ditampung sebagai air sanitasi. Setelah ditampung dalam bak air sanitasi, air tersebut siap dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan karyawan, laboratorium, taman serta pemadam kebakaran.

## 8.2. UNIT PENYEDIAAN STEAM

Unit penyediaan *steam* berfungsi untuk menyediakan kebutuhan *steam* yang digunakan sebagai media pemanas pada proses produksi. Bahan baku pembuatan *steam* adalah air umpan *boiler*. *Steam* yang dibutuhkan dalam proses produksi mempunyai kondisi sebagai berikut :

Tekanan = 1 atm

Temperatur = 250 °C

*Steam* yang telah digunakan dan telah menjadi kondensat kemudian akan kirim keunit pengolahan untuk dilakukan proses *recovery* (disirkulasi). Hal ini dimaksudkan untuk menghemat pemakaian air umpan *boiler* sehingga pemakaian air umpan boiler segar dapat dikurangi baik secara jumlah maupun proses pengolahannya.

Adapun kebutuhan *steam* tersebut digunakan sebagai media pada beberapa peralatan proses, adapun peralatan-peralatan tersebut antara lain adalah sebagai berikut :

Tabel 8.2.1. Data Kebutuhan *Steam*

No.	Kode Alat	Nama Alat	Jumlah <i>Steam</i> (Kg/Jam)
1	E-113	<i>Amoniak Preheater</i>	8,506.1
2	D-116	<i>Stripper</i>	10,203.6
3	D-119	<i>Carbamat Condenser 2</i>	50,743.4
4	H-130	<i>Vaccum Concentartor 1</i>	13,475.9
5	V-134	<i>Vaporizer 2</i>	3,950.5
6	H-135	<i>Vaccum Concentartor 2</i>	441.9

7	E-164	<i>Kondensat Preheater</i>	998.9
8	D-160	<i>Condensat Stripper</i>	975.0
9	D-152	<i>LP Absorber</i>	12,306.3
10	D-150	<i>MP Absorber</i>	21,086.3
11	E-115	<i>Scrubber</i>	14,843.6
12	D-114	<i>Carbamat Condenser 1</i>	2,548.7
<b>Total</b>			<b>140,080</b>

Berdasarkan perhitungan dari Appendiks D keperluan *steam* sebesar 140.080kg/jam. Direncanakan banyaknya *steam* disediakan dengan *excess* 20% sebagai pengganti *steam* yang hilang dan make up sebesar 10 %, sehingga kebutuhan *steam* total sebesar 184.906 kg/jam.

### §.3. UNIT PENYIAPAN LISTRIK

Dalam memenuhi kebutuhan listrik, direncanakan diperoleh 40% dari PLN dan 60% dari generator. Tenaga listrik yang disediakan digunakan untuk menggerakkan motor instrumentasi dan lain-lain. Adapun perincian kebutuhan listrik adalah :

#### 1. Kebutuhan listrik untuk proses

- Total kebutuhan listrik untuk proses yaitu sebesar 10,5 Hp = 7,8299 kW
- Total kebutuhan listrik untuk daerah pengolah air adalah 41 Hp = 30,5737kW

Sehingga total kebutuhan listrik untuk proses dan utilitas adalah 51,5 Hp = 38,4036 kW

#### 2. Kebutuhan untuk instrumentasi

- Tenaga listrik yang dibutuhkan untuk instrumentasi 10% dari tenaga yang dibutuhkan untuk proses, maka kebutuhan listrik untuk instrumentasi adalah 3,8404kWH.

#### 3. Kebutuhan listrik untuk penerangan

- Penggunaan lampu merkuri 250 watt dengan lumen output 10.000  
Total listrik yang dibutuhkan yaitu sebesar  $=2.984 \times 250 \text{ watt} = 746,00$  kW

- Penggunaan lampu fluorescent 40 watt dengan lumen output 1960  
Listrik yang dibutuhkan yaitu sebesar  $\approx 313 \times 40 \text{ watt} = 12,520 \text{ kW}$
- Penggunaan lampu fluorescent 20 watt dengan lumen output 1.960  
Listrik yang dibutuhkan yaitu sebesar  $\approx 27 \times 20 \text{ watt} = 0,540 \text{ kW}$   
Sehingga total kebutuhan listrik untuk penerangan adalah  
Total listrik penerangan =  $(746,000 + 12,520 + 0,540) \text{ kW} = 759,060 \text{ kW}$

#### 4. Kebutuhan listrik untuk lain-lain

- Kebutuhan listrik untuk lain-lain seperti pemakaian computer, mesin fotokopi, mesin fax, AC, lemari es, dan lain-lain sebesar 10 kW.

Berdasarkan kebutuhan listrik dari masing-masing kebutuhan unit pabrik, maka total kebutuhan listrik dari Pabrik Urea adalah 811,3039 kWh

Guna menjaga ketersediaan listrik yang stabil maka *Safety factor* ditetapkan sebesar 10% dari total kebutuhan listrik 811,304 kW, jadi total kebutuhan listrik Urea = 892,4343 kW

Jadi total kebutuhan listrik adalah 892,4343kW, dimana listrik yang disuplai dari PLN sebesar 40% yaitu 356,9737kW. Sedangkan listrik yang disuplai generator set sebesar 60% yaitu 535,4606kW.

### 8.4. UNIT PENYIAPAN BAHAN BAKAR

Bahan bakar yang dibutuhkan oleh pabrik merupakan bahan bakar yang digunakan pada generator. Bahan bakar yang digunakan adalah *fuel oil*, pemilihan bahan bakar yang digunakan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

- Harga relatif murah
- Mudah didapat
- Viskositasnya relatif rendah sehingga mudah mengalami pengabutan
- Tidak menyebabkan kerusakan pada alat

Sifat-sifat *fuel diesel oil* antara lain sebagai berikut:

- Flash point = min. 38 °C (100 °F)
- Komposisi karbon = 86,47 %
- Komposisi nitrogen = 0,006 %
- Komposisi hydrogen = 12,6 %
- Komposisi sulfur = 0,22



- Pour point =  $-7^{\circ}\text{C}$  ( $20^{\circ}\text{F}$ )
- Densitas =  $0,88\text{g/cm}^3$
- Heating value =  $130.500\text{ Btu/gall}$
- Viscositas =  $\text{min. } 0,0011\text{ cp}$

(www.bioenergy.ornl.gov)  
(Perry's 5<sup>th</sup> ed., *Chemical Eng. 's Handbook*, hal. 9-8 s.d. 9-10)

**Spesifikasi Generator :**

- Type : AC generator 3 phase
- Kapasitas : 725 KW
- Effisiensi : 80%
- Jumlah : 2 buah (1 cadangan)

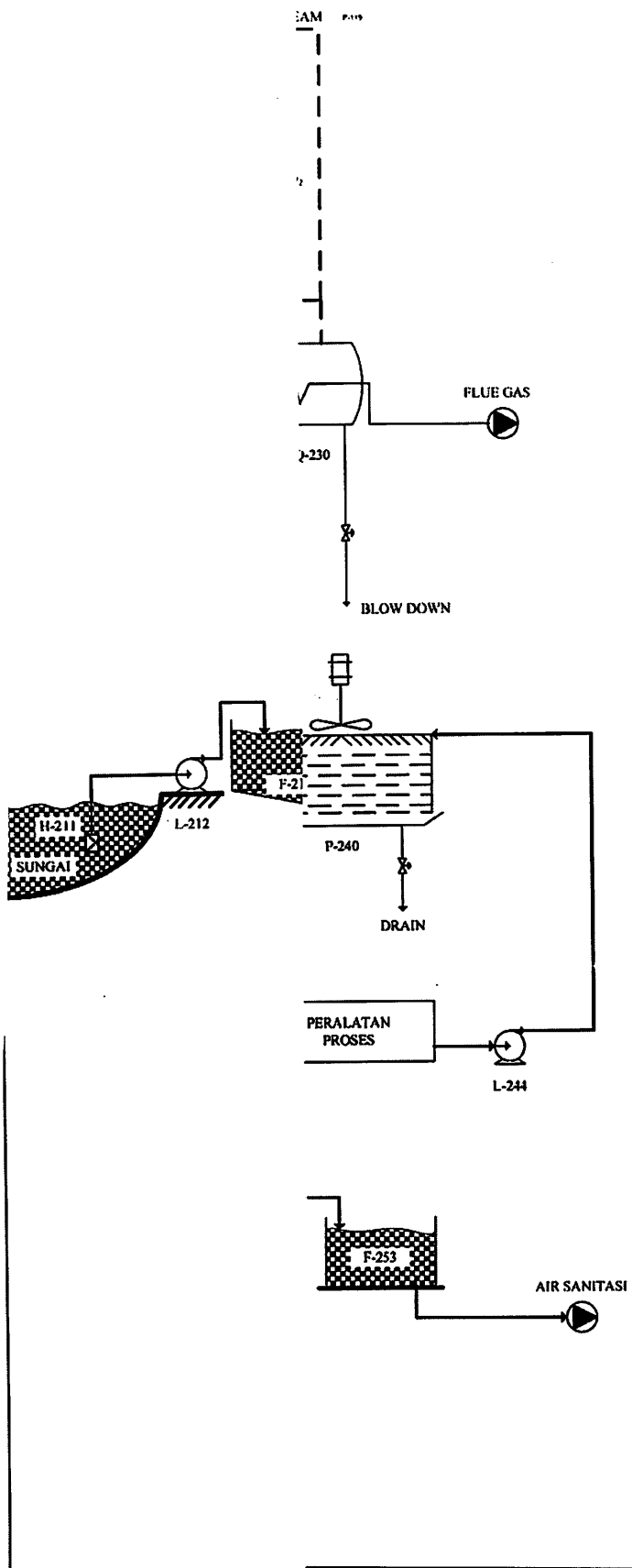
Jadi kebutuhan bahan bakar pada generator untuk pabrik Urea ini adalah 71,7575

L/jam

**Spesifikasi *storage fuel diesel oil***

Fungsi : Menyimpan diesel oil yang akan digunakan sebagai bahan bakar pada generator selama 15 hari

- Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 299 Grade C*
- Diameter dalam ( $D_i$ ) : 227,625 in
- Diameter luar ( $D_o$ ) : 228 in
- Tebal silinder ( $t_s$ ) :  $\frac{6}{16}$  in
- Tebal tutup atas :  $\frac{3}{16}$  in
- Tinggi silinder ( $L_s$ ) : 120,9453 in
- Jumlah : 3 buah



26	F-253	BAK AIR SANITASI
25	L-252	POMPA AIR KE BAK SANTITASI
24	L-251	POMPA AIR KE BAK Klorinasi
23	F-250	BAK Klorinasi
22	L-244	POMPA AIR PENDINGIN KE COOLING TOWER
21	L-243	POMPA AIR PENDINGIN KE PERALATAN PROSES
20	F-242	BAK AIR PENDINGIN
19	L-241	POMPA KE BAK AIR PENDINGIN
18	P-240	COOLING TOWER
17	L-234	POMPA AIR UMPAN BOILER
16	D-233	DEAERATOR
15	L-232	POMPA AIR LUNAK MENUJU DEAERATOR
14	F-231	BAK AIR LUNAK
13	Q-230	BOILER
12	F-223	POMPA AIR BERSIH KE KATION EXCHANGER
11	F-222	BAK AIR BERSIH
10	H-221	SAND FILTER
9	D-220B	ANION EXCHANGER
8	D-220A	KATION EXCHANGER
7	L-216	POMPA AIR DARI BAK SKIMMER
6	F-215	BAK SKIMMER
5	L-214	POMPA AIR DARI BAK SEDIMENTASI
4	F-213	BAK SEDIMENTASI
3	L-212	POMPA AIR SUNGAI
2	H-211	FILTER AIR SUNGAI
1	H-210	CLARIFIER
NO	KODE	NAMA ALAT

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

**UNIT PENGOLAHAN AIR  
PRA RENCANA PABRIK UREA DARI AMONIAK  
DAN KARBONDIOKSIDA DENGAN PROSES ACES  
KAPASITAS : 300.000 TON/TAHUN**

DIRANCANG OLEH :

DISETUJUI OLEH :  
DOSEN PEMBIMBING

DEBBY CYNTHIA WAHYUNI  
DIHENDYKIRAWAN S

10. 14. 924  
10. 14. 925

**L. MIYASSAROH.MT.**  
NIP. 103. 9700. 306

## **BAB IX**

### **LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK**

#### **9.1. Lokasi Pabrik**

Dalam Pra Rencana Pabrik, penentuan lokasi pabrik adalah salah satu hal yang paling penting. Hal tersebut dikarenakan akan sangat berpengaruh pada kelangsungan hidup pabrik yang akan didirikan itu sendiri. Selain itu pemilihan dan penentuan tata letak komponen-komponen dan fasilitas pabrik juga menentukan efisiensi dari proses produksi yang akan dilakukan.

Dasar pemilihan lokasi pabrik dari suatu perusahaan menjadi jauh lebih penting sehubungan dengan perkembangan ekonomi dan sosial masyarakat, dimana persaingan dan kedudukan pabrik dimata masyarakat menjadi salah satu penentu berjalannya kehidupan pabrik nantinya. Selain pertimbangan tersebut penentuan tata letak dan lokasi pabrik juga dapat membantu memperkirakan biaya seakurat mungkin sebelum mendirikan pabrik, maupun desain secara terperinci dimasa yang akan datang yang mana meliputi desain sistem perpipaan, fasilitas bangunan, jenis dan jumlah peralatan serta kelistrikan maupun utilitas.

Oleh karena itu, perlu diadakan seleksi dan evaluasi sehingga lokasi benar-benar memenuhi persyaratan bila ditinjau dari segala aspek. Adapun faktor-faktor yang harus diperhatikan dan dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik dapat digolongkan menjadi dua, antara lain :

##### **9.1.1. Faktor Utama**

###### **1. Penyediaan Bahan Baku**

Ditinjau dari tersedia bahan baku dan harga bahan baku, maka pabrik hendaknya didirikan dekat dengan sumber bahan baku. Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku :

- a. Letak sumber bahan baku
- b. Kapasitas sumber bahan baku dan berapa lama sumber tersebut dapat diandalkan pengadaannya untuk mencukupi kebutuhan pabrik yang akan didirikan.

- c. Kualitas dan kuantitas bahan baku yang ada dan apakah kualitas dan kuantitas bahan baku tersebut sesuai dengan persyaratan yang dibutuhkan.
- d. Cara mendapatkan bahan baku dan pengangkutan dari bahan tersebut.

## 2. Pemasaran

Pemasaran merupakan salah satu faktor yang paling penting dalam industri kimia karena berhasil atau tidaknya pemasaran akan menentukan keuntungan industri tersebut. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Dimana hasil produksi akan dipasarkan (*marketing area*)
- Kebutuhan produk pada saat sekarang dan pada masa yang akan datang
- Pengaruh persaingan yang ada
- Jarak pemasaran dari lokasi dan bagaimana sarana pengangkutan untuk sampai ke daerah pemasaran.

## 3. Utilitas (Bahan bakar, Sumber air dan listrik)

Utilitas merupakan unit yang sangat penting karena merupakan sarana bagi kelancaran proses produksi. Adapun bagian daripada utilitas adalah sebagai berikut :

### a. Air

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam industri kimia. Air digunakan untuk kebutuhan proses, air umpan boiler, air sanitasi dan kebutuhan lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan ini air dapat diambil dari 3 macam sumber, yaitu :

- Air sungai (sumber) atau air laut
- Air kawasan
- Air PDAM

Bila air dibutuhkan dalam jumlah besar, maka pengambilan air sungai (sumber) atau air laut akan lebih ekonomis. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan sumber air :

- Kemampuan sumber air untuk melayani pabrik
- Kualitas air yang disediakan, namun dilihat lagi dari jenis industri yang akan memanfaatkannya. Jika dalam jumlah yang tidak terlalu besar air sungai dapat digunakan tetapi jika dalam jumlah yang sangat besar dapat digunakan air laut yang telah diproses terlebih dahulu.

- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air
- Memperkirakan kebutuhan air yang mendukung industri termasuk untuk air proses, air pendingin, air sanitasi, air umpan boiler dan air yang tersedia untuk mencegah kebakaran.
- Memperhatikan efek pembuangan limbah dari aktivitas industri terhadap lingkungan sekitar terutama yang dapat menyebabkan kontaminasi terhadap air.

Untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari dapat diambil dari dua sumber : air sungai dan air laut. Air sungai dan air laut diolah terlebih dahulu pada unit utilitas untuk menghasilkan air yang berkualitas sesuai dengan ketentuan dan digunakan untuk keperluan pabrik, sarana dan prasarana, serta disalurkan kepemukiman disekitar pabrik. Air laut hanya digunakan untuk media pendinginan untuk alat yang memerlukan media pendingin dalam jumlah sangat besar. Sedangkan air kawasan dan air PDAM hanya bersifat cadangan.

**b. Listrik dan bahan bakar**

Listrik dan bahan bakar dalam industri mempunyai peranan penting terutama sebagai motor penggerak selain penerangan dan untuk memenuhi kebutuhan yang lainnya. Hal-hal yang harus diperhatikan :

- Ada tidaknya jumlah tenaga listrik yang tersedia didaerah tersebut.
- Harga tenaga listrik di daerah tersebut.
- Harga tenaga listrik dan bahan bakar dimasa yang akan datang.
- Mudah atau tidaknya mendapatkan bahan bakar.
- Persediaan tenaga listrik dimasa yang akan datang.

Sumber listrik sebagian didapatkan sebagian dari PLN dan sebagian dihasilkan oleh pabrik sendiri yaitu dari pembangkit listrik berbahan bakar solar dan generator. Bahan bakar digunakan untuk menghasilkan steam pada boiler dan sebagai bahan bakar untuk menggerakkan *generator*.

**4. Keadaan Geografis dan Masyarakat**

Keadaan geografis dan masyarakat di lingkungan sekitar pabrik harus mendukung iklim industri untuk menciptakan kenyamanan dan ketentraman

dalam bekerja. Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain adalah sebagai berikut :

- Kesiapan masyarakat untuk menjadi masyarakat industri.
- Keadaan alam yang ada, dimana keadaan alam yang menyulitkan akan mempengaruhi spesifikasi peralatan serta konstruksi peralatan dan bangunan.
- Keadaan angin (kecepatan dan arah angin) pada situasi terburuk yang pernah terjadi pada tempat tersebut.
- Kemungkinan terjadinya gempa bumi, banjir, angin topan dan lain-lain.
- Kondisi atau keadaan tanah tempat pabrik berdiri harus diperhatikan sebab dapat menyulitkan pemasangan konstruksi bangunan atau peralatan proses jika tidak dalam kondisi yang mendukung.
- Pengaruh produk yang dihasilkan maupun proses yang digunakan terhadap masyarakat di lingkungan sekitar pabrik terutama untuk industri yang menghasilkan bahan berbahaya.
- Kemungkinan untuk perluasan dimasa yang akan datang.

Dengan memperhatikan beberapa faktor tersebut maka sebelum pendirian pabrik harus dilakukan *survey area* terlebih dahulu sebelum pendirian pabrik sehingga keberlangsungan dan masa depan pabrik dapat terjamin.

(Timmerhaus, Peters M.S. 2003. *Plant Design & Economic For Chemical Engineering*, 5<sup>th</sup> edition )  
(Vilbrandt, Frank C & Dryden, Charlese. 1959. *Chemical Engineering Palnt Design*, 4<sup>th</sup> edition)

### 9.1.2. Faktor Khusus

#### 1. Transportasi

Masalah transportasi perlu diperhatikan agar kelancaran pembekalan (*supply*) bahan baku dan penyaluran produk dapat terjamin dengan biaya serendah mungkin dan dalam waktu yang singkat. Oleh sebab itu perlu diperhatikan faktor-faktor yang ada, seperti berikut

- Jalan raya yang dapat dilalui oleh kendaraan bermotor maupun kendaraan berat.
- Jalur kereta api.
- Adanya pelabuhan laut dan lapangan udara.
- Sungai atau laut yang dapat dilalui perahu atau kapal.
- Jarak pabrik dengan sumber bahan baku maupun dengan daerah pemasaran.

(Bernasconi, G. 1995. *Chemical Technology Handbook*)  
 (Vilbrandt, Frank C & Dryden, Charlese. 1959. *Chemical Engineering Plant Design*, 4<sup>th</sup> edition)

## 2. Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja baik tenaga kasar atau tenaga ahli perlu diperhatikan karena akan berpengaruh terhadap kinerja dan kelancaran dari perusahaan. Tingkat pendidikan dari masyarakat dan tenaga kerja juga mendukung pendirian pabrik ini. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam hal ini antara lain :

- Mudah atau tidaknya mendapatkan tenaga kerja yang diinginkan.
- Keahlian dan pendidikan tenaga kerja yang tersedia.
- Tingkat penghasilan tenaga kerja di daerah tersebut.
- Karakteristik dari lokasi.

## 3. Buangan Pabrik dan Pembuangan Limbah

Buangan pabrik dan pembuangan limbah merupakan salah satu faktor yang harus diperhitungkan, sebab apabila buangan pabrik (*waste disposal*) memiliki sifat berbahaya bagi kehidupan disekitarnya, maka yang harus diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- Cara menentukan bentuk buangan, terutama yang berhubungan dengan peraturan pemerintah dan peraturan setempat.
- Masalah polusi atau efek samping dari polusi yang mungkin timbul.

Untuk pembuangan limbah industri harus memperhatikan usaha pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh buangan pabrik yang berupa gas, cair maupun padatan dengan memperhatikan ketentuan dari pemerintah maupun peraturan-peraturan yang telah disepakati oleh dunia internasional, khususnya menyangkut ISO 14001 (*Environmental Protection*).

## 4. Perpajakan dan Asuransi

Perpajakan dan asuransi merupakan masalah yang berkaitan dengan pemberian ijin dan sistem perpajakan di daerah pendirian pabrik tersebut. Adapun hal-hal yang mempengaruhi pendirian pabrik dari sektor perpajakan dan asuransi antara lain :

- Pendapatan daerah tersebut
- Asuransi untuk pengangguran
- Monopoli perusahaan

### 5. Karakteristik dari Lokasi

Dalam pemilihan lokasi pabrik harus diperhatikan karakteristik dari lokasi tersebut, lokasi pendirian pabrik yang baik adalah daerah dengan faktor pendukung yang paling memadai. Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam memilih lokasi antara lain :

- Apakah daerah tersebut merupakan lokasi bebas sawah, rawa, bukit dan lain-lain.
- Harga tanah dan fasilitas lainnya.

### 6. Faktor Lingkungan (Komunitas)

Hal-hal yang menyangkut faktor lingkungan (komunitas) merupakan salah satu aspek yang harus dipertimbangkan, adapun hal-hal tersebut antara lain :

- Lokasi termasuk perkotaan atau pedesaan
- Fasilitas perumahan, sekolah, sarana kesehatan (poliklinik) dan tempat ibadah
- Adat istiadat atau budaya di daerah sekitar pabrik

### 7. Peraturan Perundang-undangan

Peraturan perundang-undangan merupakan aspek yang sangat penting untuk dipertimbangkan. Adapun hal-hal mengenai peraturan perundang-undangan yang perlu diperhatikan antara lain :

- Ketentuan-ketentuan mengenai wilayah industri di daerah tersebut
- Ketentuan mengenai jalan umum yang ada bagi industri di daerah tersebut

(Timmerhaus, Peters M.S. 2003. *Plant Design & Economic For Chemical Engineering*, 5<sup>th</sup> edition )  
(Vilbrandt, Frank C & Dryden, Charlese. 1959. *Chemical Engineering Plant Design*, 4<sup>th</sup> edition)

Berdasarkan pertimbangan dengan memperhatikan faktor-faktor yang telah diutarakan di atas, maka dapat ditentukan bahwa pendirian Pabrik Urea dari amoniak dan karbondioksida dengan proses aces dengan kapasitas 300.000 ton/tahun berada di Gresik Jawa Timur yang diharapkan dapat memberikan keuntungan yang sebesar-besarnya. Adapun faktor-faktor yang menjadi dasar pertimbangan dalam pendirian Pabrik Urea ini antara lain :

#### 1. Bahan baku

Ketersediaan bahan baku yang cukup memadai disebabkan daerah tersebut berdekatan dengan kegiatan eksplorasi bahan baku produksi Urea yang nantinya akan dihasilkan pula produk Urea, sehingga memudahkan dalam



penyediaan bahan baku, maka akan diadakanya pembangunan jalan maupun pipa-pipa.

## 2. Pemasaran

Produk urea yang dihasilkan akan didistribusikan melalui kapal maupun darat. Dengan didukung oleh daerah yang dekat dengan pelabuhan, sehingga memudahkan dalam pendistribusian produk.

## 3. Sarana Transportasi

Telah tersedia jalan raya yang memadai sehingga pengiriman barang keluar maupun ke dalam pabrik tidak mengalami kesulitan yang berarti.

## 4. Penyediaan Utilitas

Pabrik urea ini memerlukan air yang cukup banyak baik untuk media pendingin, penghasil steam dan keperluan lainnya. Sehingga untuk memenuhi diperlukan air sungai dan air bor. Energi listrik sebagian diperoleh dari PLN dan sebagian dihasilkan oleh pabrik sendiri, sedangkan bahan bakar diperoleh dari PT. Pertamina, Tbk

## 5. Tenaga Kerja

Tersedianya tenaga kerja yang terampil dan terdidik untuk pengoperasian alat-alat industri perlu dipertimbangkan. Tenaga kerja Indonesia cukup banyak sehingga penyediaan tenaga kerja tidaklah begitu sulit. Untuk ketersediaan tenaga kerja, daerah Gresik, Jawa Timur merupakan salah satu daerah penyedia tenaga kerja yang produktif dan potensial. Tenaga kerja dengan pendidikan menengah dan kejuruan dapat diambil dari daerah sekitar sedangkan untuk tenaga ahli dapat didatangkan dari daerah lain maupun daerah sekitar, karena banyak perguruan tinggi terkemuka yang selalu mampu menghasilkan sumber daya manusia yang berkualitas.

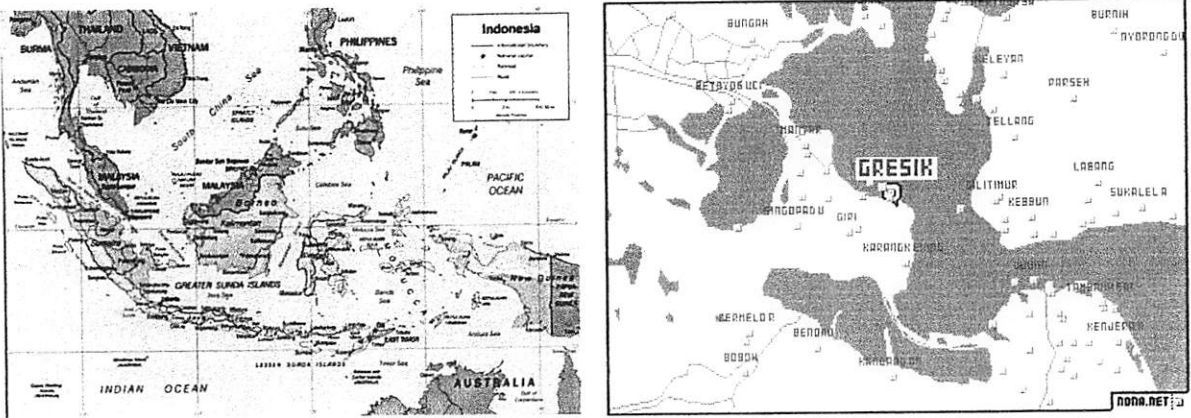
## 6. Karakteristik Lingkungan dan Iklim.

Faktor- faktor yang menyangkut karakteristik lingkungan, iklim dan faktor-faktor sosial tidak menjadi masalah bila ditinjau dari industri-industri yang telah ada sebelumnya. Disamping itu mengingat daerah Gresik, Jawa Timur dan sekitarnya merupakan daerah yang memiliki banyak pabrik maka pemerintah setempat akan lebih mudah memberikan izin pendirian dan usaha. Keadaan iklim dan cuaca di daerah Gresik, Jawa Timur dapat dikatakan stabil

dimana tingkat curah hujan masih normal dan kisaran suhu antara 24 °C hingga 31 °C.

Peta lokasi Pabrik Urea ini direncanakan akan didirikan di Jl. Raden Ajeng Kartini, Kecamatan Kebomas, Kabupaten Gresik, Jawa Timur dapat dilihat pada Gambar 9.1.1. Peta Lokasi Pabrik Urea dari amoniak dan karbondioksida :

### Peta Gresik Provinsi Jawa Timur



Gambar 9.1.1. Peta Lokasi Pabrik Urea

Keterangan :



= Lokasi Pabrik Urea

## **9.2. Tata Letak Pabrik**

Tata letak pabrik adalah pengaturan atau peletakan bangunan dan peralatan dalam pabrik, yaitu meliputi areal proses, areal penyimpanan dan areal material sedemikian rupa sehingga pabrik dapat beroperasi secara efektif dan efisien. Tujuan utama dari tata letak pabrik adalah :

- Untuk mengatur alat-alat serta fasilitas produksi
- Untuk menjaga keselamatan
- Supaya pemeliharaan dapat diatur dengan mudah
- Pembiayaan dapat ditekan seminimal mungkin
- Fungsi dari peralatan dan bangunan dapat dipakai seefisien mungkin

Tata letak pabrik dapat dibagi menjadi 2 bagian :

1. Tata letak bangunan
2. Tata letak peralatan

### **9.2.1. Tata Letak Bangunan Pabrik**

Pengaturan tata letak ruangan dari unit-unit bangunan dalam suatu pabrik dapat dilaksanakan sedemikian rupa sehingga :

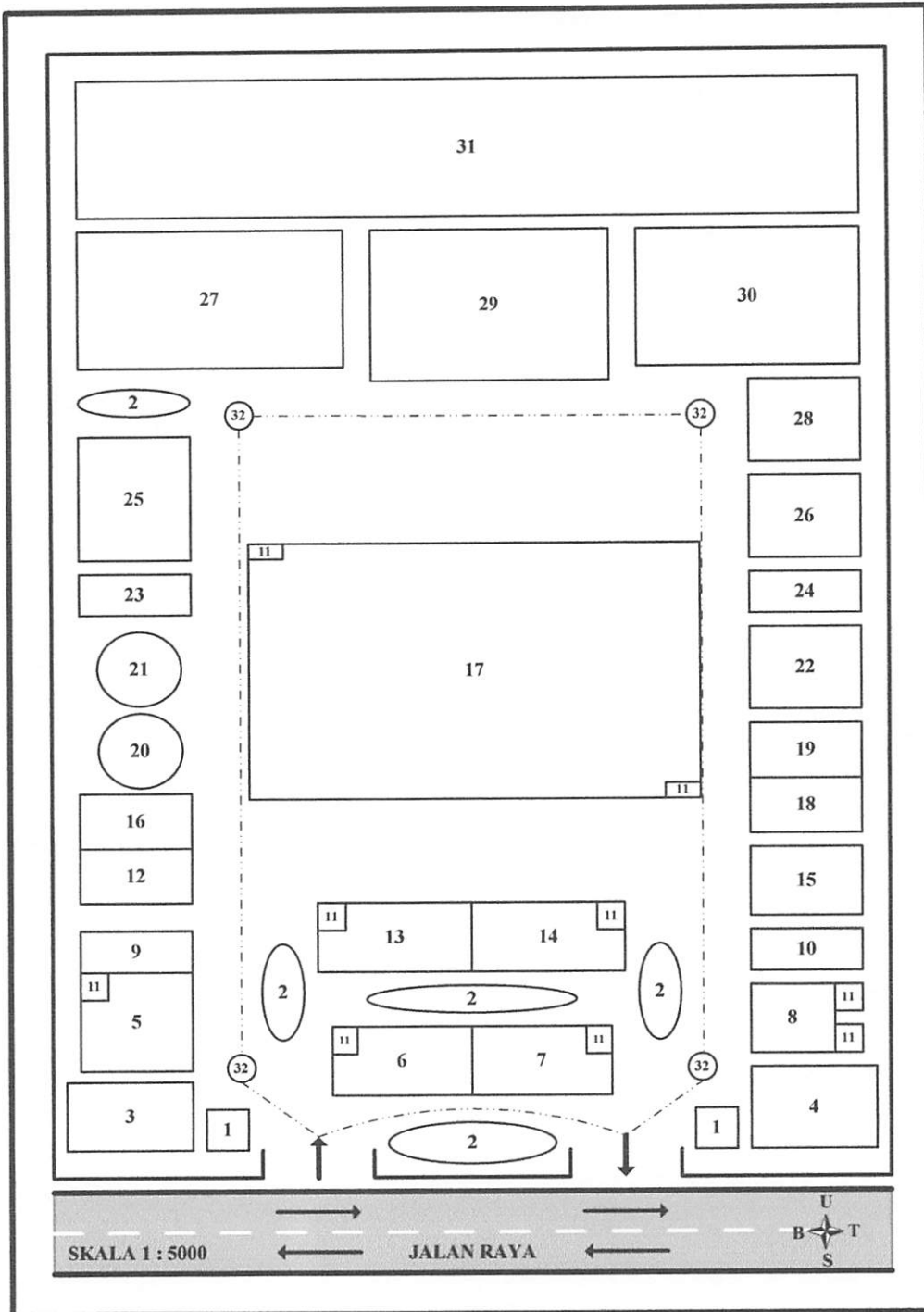
- Pemakaian areal tanah sekecil mungkin.
- Letak bangunan sesuai dengan urutan proses
- Letak bangunan kantor dan bangunan untuk proses harus terpisah, hal ini dimaksudkan untuk mencegah terjadinya bahaya yang mungkin timbul
- Bahan baku dan produk dapat diangkut dengan mudah
- Terjadinya areal tanah jalan maupun perluasan pabrik
- Ventilasi dan penerangan yang cukup pada bangunan pabrik

Adapun perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik adalah sebagai berikut :

Tabel 9.2.1.1. perincian Luas Bangunan Pabrik

No	Jenis Bangunan	Ukuran (m)		Luas (m <sup>2</sup> )	Jumlah	Luas Total	
		<i>p</i>	<i>l</i>			(m <sup>2</sup> )	(ft <sup>2</sup> )
1	Pos Keamanan	5	4	20	2	40	431
2	Taman	15	10	150	5	750	8.073
3	Parkir Tamu	30	3	90	1	90	969
4	Parkir Karyawan	40	3	120	1	120	1.292
5	Aula	10	10	100	1	100	1.076
6	<i>Main Office Building A</i>	20	15	300	1	300	3.229
7	<i>Main Office Building B</i>	20	15	300	1	300	3.229
8	Mushola	10	5	50	1	50	538
9	Perpustakaan	6	5	30	1	30	323
10	Poliklinik	10	5	50	1	50	538
11	Toilet	4	4	16	9	145	1.561
12	Ruang Kontrol	8	5	40	1	40	431
13	Kantor Pusat Divisi Teknik	25	15	375	1	375	4.036
14	Kantor Pusat Divisi Produksi	25	15	375	1	375	4.036
15	Kantin	15	5	75	1	75	807
16	Laboratorium	20	20	400	1	400	4.306
17	Area Proses Produksi	100	200	20.000	1	20.000	215.278
18	Garasi	10	6	60	1	60	646
19	Bengkel	10	6	60	1	60	646
20	Storage NH <sub>3</sub>	10	8	80	1	80	861
21	Storage CO <sub>2</sub>	10	8	80	1	80	861
22	Gudang Bahan Bakar	20	20	400	1	400	4.306
23	<i>Industrial Safety dan Pemadam Kebakaran</i>	15	10	150	1	150	1.615
24	Timbangan Truk	10	8	75	1	75	807
25	Area Utilitas	25	40	1.000	1	1.000	10.764

26	Unit Granulation	15	30	450	1	450	4.844
27	Pengolahan Air	50	60	3.000	1	3.000	32.292
28	Gudang Urea	25	30	750	1	750	8.073
29	Cooling Tower	50	50	2.500	1	2.500	26.910
30	Area <i>Waste Water Treatment</i>	50	30	1.500	1	1.500	16.146
31	Area Perluasan Pabrik	100	70	7.000	1	7.000	75.347
32	Halaman dan Jalan			9.000	1	9.000	96.875
<b>Total</b>					<b>45</b>	<b>49.345</b>	<b>531.145</b>

Gambar 9.2.1. *Plant Lay Out* Pra Rencana Pabrik Urea

**Keterangan :**

1. Pos Keamanan
2. Taman
3. Parkir Tamu
4. Parkir Karyawan
5. Aula
6. *Main Office Building A* (Kantor Pusat Divisi *Marketing* dan Divisi Keuangan)
7. *Main Office Building B* (Kantor Pusat Divisi Administrasi dan Divisi *Human Resources Management*)
8. Musholla
9. Perpustakaan
10. Poliklinik
11. Toilet
12. Ruang Kontrol
13. Kantor Pusat Divisi Teknik
14. Kantor Pusat Divisi Produksi
15. Kantin
16. Laboratorium
17. Area Proses Produksi
18. Garasi
19. Bengkel
20. Storage NH<sub>3</sub>
21. Storage CO<sub>2</sub>
22. Gudang Bahan Bakar
23. *Industrial Safety* dan Pemadam Kebakaran
24. Timbangan Truk
25. Area Utilitas
26. Unit granulation
27. Pengolahan Air
28. Gudang Urea
29. Cooling Tower
30. *Area Waste Water Treatment*

31. Area Perluasan Pabrik
32. Halaman dan Jalan

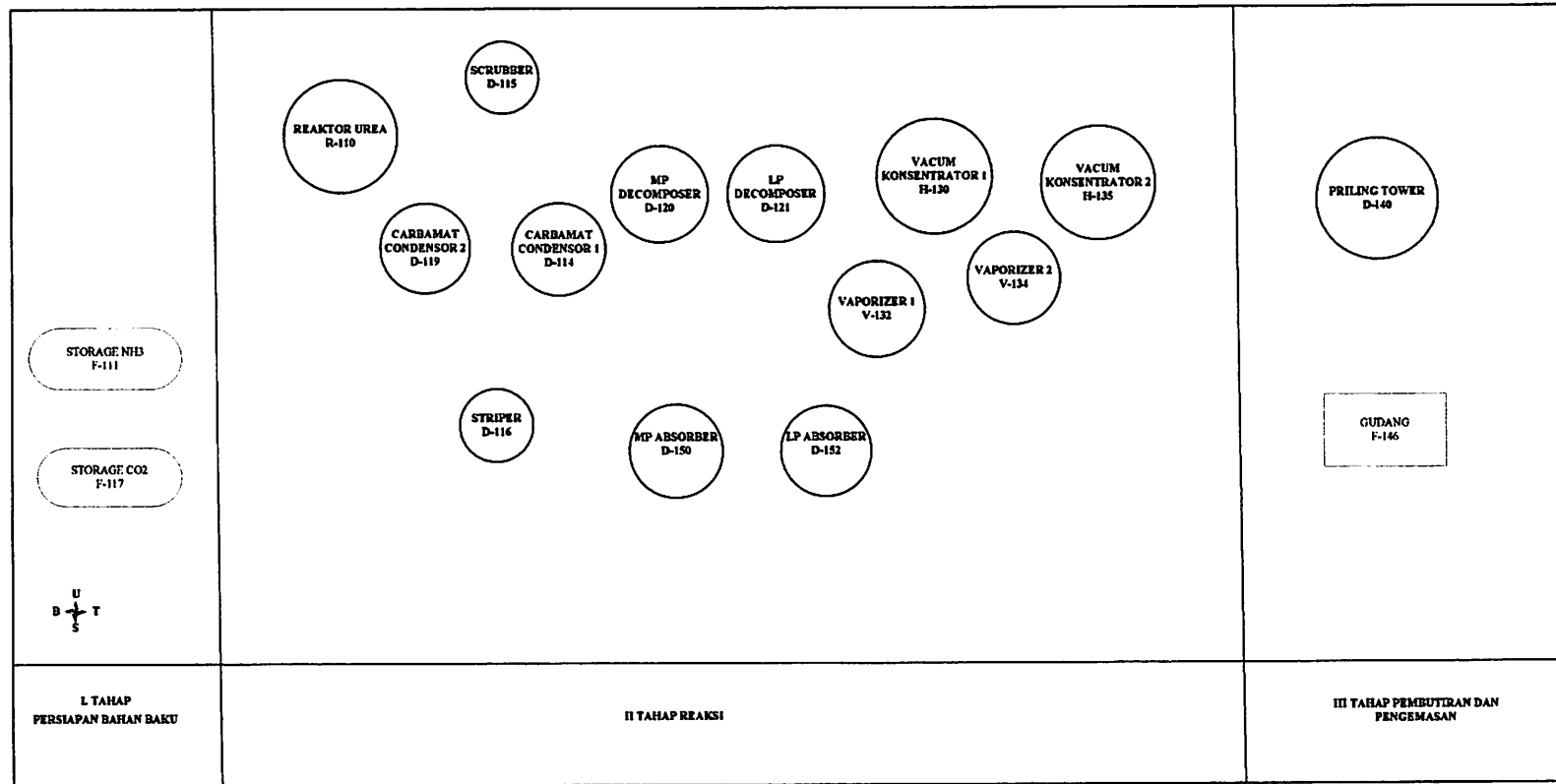
### **9.2.2. Tata Letak Peralatan Pabrik**

Tata letak peralatan adalah cara menempatkan peralatan-peralatan didalam pabrik sedemikian rupa sehingga pabrik dapat bekerja secara efektif dan efisien. Perencanaan yang baik dalam tata letak pabrik harus mencakup arus proses, storage dan *material handling* yang efisien serta diharapkan adanya kombinasi yang sempurna. Dalam menentukan tata letak dari peralatan perlu diperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhi, antara lain :

- a. Pengaturan jarak antara peralatan proses yang satu dengan yang lain sehingga mempermudah pengontrolan peralatan.
- b. Pengaturan sistem yang ada pada tempat yang tepat agar tidak mengganggu aktifitas kerja serta pemberian warna yang jelas pada aliran proses.
- c. Peletakkan alat pemadam kebakaran yang mudah dijangkau.
- d. Peletakkan alat kontrol sehingga mudah diawasi oleh operator.
- e. Peralatan diusahakan tersusun berurutan sehingga memudahkan pemeriksaan dan pengawasan.
- f. Ruangan harus cukup untuk peralatan.
- g. Bila sekiranya ada alat yang diletakkan diatas maka dapat disusun sesuai dengan prosesnya.

Gambar tataletak peralatan proses Pra rencana Pabrik Urea dapat dilihat pada gambar 9.2.2. berikut ini :





Gambar 9.2.2. *Equipment Lay Out* Pra Rencana Pabrik Urea

## **BAB X**

### **STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN**

Dalam menciptakan suatu pengelolaan perusahaan agar mencapai sasaran secara efektif dan hasil produksi yang tinggi, maka harus diperhitungkan elemen dasar yang diperlukan dalam suatu perusahaan sebagai alat pelaksana.

Elemen dasar itu terdiri dari :

- a. Manusia (man)
- b. Bahan (material)
- c. Mesin (machine)
- d. Metode (methode)
- e. Uang (money)
- f. Pasar (market)

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

#### **10.1. Dasar Perusahaan**

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Lokasi Pabrik	: Gresik, Jawa Timur
Kapasitas Produksi	: 300.000 Ton/Tahun
Status Perusahaan	: Swasta Nasional
Modal	: Penanaman Modal Dalam Negeri

#### **10.2. Bentuk Perusahaan**

Pabrik pupuk urea ini direncanakan berstatus perusahaan swasta nasional yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT), bentuk ini digunakan dengan alasan :

- a. Kedudukan atau wewenang antara pimpinan perusahaan dan para pemegang saham (pemilik) terpisah satu sama lain.
- b. Terbatasnya tanggung jawab para pemegang saham karena segala sesuatu yang menyangkut kelancaran perusahaan dipegang oleh pimpinan perusahaan dan setiap

pemegang saham hanya mungkin menderita kerugian sebesar jumlah yang ditanamkan pada PT yang bersangkutan.

- c. Kemungkinan terhimpunnya modal yang besar dan mudah, yaitu dengan membagi modal atas sejumlah saham-sahamnya. PT dapat menarik modal dari banyak orang.
- d. Kehidupan PT lebih terjamin karena tidak berpengaruh oleh berhentinya salah seorang pemegang saham, direktur atau karyawan. Ini berarti suatu PT mempunyai potensi hidup lebih permanen dari bentuk perusahaan lainnya.
- e. Adanya efisiensi dalam perusahaan. Tiap bagian dalam PT dipegang oleh orang yang ahli dalam bidangnya. Tiap orang atau tiap bagian mempunyai bagian dengan tugas yang jelas, sehingga ada dorongan untuk mengerjakan sebaik-baiknya.

### 10.3. Struktur Organisasi

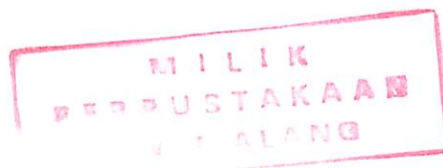
Struktur organisasi yang digunakan adalah sistem garis dan staff. Alasan pemilihan sistem garis dan staff adalah :

- a. Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi terus menerus.
- b. Terdapat satu kesatuan pimpinan dan perintah, sehingga disiplin kerja lebih baik.
- c. Sering digunakan dalam perusahaan yang memproduksi secara massal.
- d. Masing-masing kepala bagian/manager secara langsung bertanggung jawab atas aktivitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan.
- e. Pimpinan tertinggi pabrik dipegang oleh seorang direktur yang bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris. Anggota Dewan Komisaris merupakan wakil-wakil dari pemegang saham dan dilengkapi dengan staff ahli yang bertugas memberikan saran kepada direktur.

Di samping alasan tersebut ada beberapa kebaikan yang dapat mendukung pemakaian sistem organisasi staf dan garis yaitu :

- a. Dapat digunakan oleh setiap organisasi besar, apapun tujuannya, betapapun luas tugasnya dan betapapun kompleks susunan organisasinya.
- b. Pengambilan keputusan yang sehat lebih mudah dapat diambil, karena adanya staf ahli.
- c. Perwujudan "*the right man in the right place*" lebih mudah dilaksanakan.

Dari kelebihan-kelebihan sistem organisasi garis dan staf di atas maka dapat dipakai sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan sistem organisasi perusahaan pada Pra Rencana Pabrik Pupuk Urea ini, yaitu menggunakan sistem organisasi garis



dan staf. Pembagian tanggung jawab dan wewenang berdasarkan departementasi. Pada setiap departemen dibagi lagi menjadi bagian-bagian yang lebih kecil lagi yaitu divisi. Selanjutnya tiap divisi dibagi lagi menjadi unit-unit.

Setiap departemen dipimpin oleh seorang manajer yang dibantu oleh asisten manajer, sedangkan untuk divisi dikepalai oleh seorang divisi manajer yang dibantu oleh asisten divisi manajer.

#### **10.4. Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab (Job Description)**

##### **10.4.1. Pemegang saham**

Merupakan beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk pabrik dengan cara membeli saham perusahaan. Pemegang saham adalah pemilik perusahaan dimana jumlah yang dimiliki, tergantung/terbatas sesuai dengan besarnya modal saham yang dimiliki, sedangkan kekayaan pribadi dari pemegang saham tidak dipertanggungjawabkan sebagai jaminan atas hutang-hutang perusahaan. Pemegang saham harus menanamkan saham paling sedikit 1 (satu) tahun. Kekuasaan tertinggi terletak pada pemegang saham yang memilih direktur dan dewan komisaris dalam rapat umum pemegang saham ( RUPS) serta menentukan gaji direktur tersebut.

Pada rapat umum tersebut, para pemegang saham :

- a. mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
- b. mengangkat dan memberhentikan Dewan Direksi
- c. mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca untung rugi tahunan

##### **10.4.2. Dewan Komisaris**

Merupakan badan kekuasaan tertinggi dalam perusahaan. Dewan komisaris bertindak sebagai wakil dan pemegang saham. Komisaris diangkat menurut ketentuan yang ada dalam perjanjian dan dapat diberhentikan setiap waktu dalam/oleh RUPS apabila melakukan tindakan yang bertentangan dengan anggaran dasar dari perseroan tersebut.

Dewan komisaris pada umumnya dipilih dalam RUPS dari kalangan pemegang saham yang mempunyai saham terbanyak dari perseroan tersebut.

Tugas dewan komisaris :

- menentukan kebijaksanaan perusahaan.

- Mengadakan evaluasi/pengawasan tentang hasil yang diperoleh perusahaan.
- Memberikan nasihat kepada direktur bila direktur ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan.
- Menyetujui atau menolak rancangan yang diajukan direktur.

#### **10.4.3. Direktur Utama**

Merupakan pimpinan eksekutif tertinggi dalam perusahaan dan dalam tugasnya sehari-hari dibantu oleh direktur teknik dan direktur administrasi.

Tugas dan wewenang direktur utama adalah :

- melaksanakan policy perusahaan dan mempertanggungjawabkan pada pemegang saham pada masa akhir jabatannya.
- Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan membantu kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan.
- Mengangkat dan memberhentikan Kepala Bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
- Mengkoordinir kerjasama dengan direktur produksi, direktur keuangan dan umum.

Tugas Direktur Teknik dan Produksi antara lain :

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

Tugas Direktur Keuangan dan Umum antara lain :

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

#### **10.4.4 Wakil Direktur Utama**

Wakil direktur utama dalam kesehariannya adalah merupakan pelaksana tugas direktur utama secara langsung dilapangan dan sebagai penanggung jawab dalam pelaksanaan setiap keputusan dan kebijakan yang telah di putuskan oleh direktur utama. Adapun tugas wakil direktur utama adalah sebagai berikut :

1. Melaksanakan dan mengawasi secara langsung setiap ketetapan strategi, rumusan rencana kerja perusahaan dan cara-cara pelaksanaannya.
2. Memberikan instruksi resmi kepada bawahannya untuk melaksanakan tugas masing-masing.
3. Mengkoordinasi kerjasama antara direktur teknik dan produksi dengan direktur administrasi dan operasional.
4. Mengangkat dan memberhentikan staff perusahaan dengan mengajukan keputusan tersebut kepada direktur utama.
5. Mengatur dan mengawasi keuangan perusahaan untuk selanjutnya dilaporkan kepada direktur utama.
6. Mengevaluasi hasil kerja setiap departemen bersama direktur utama guna peningkatan kerja dikemudian hari.
7. Melaporkan dan mempertanggungjawabkan kepada direktur utama segala hal yang berkaitan dengan operasional perusahaan.

#### **10.4.5. Manager**

Merupakan orang yang memanager orang-orang agar mau bekerja sesuai dengan yang dikehendaki. Manager terdiri dari :

##### **a. Plant Manager**

- Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi
- Mengkoordinir dan megawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala biro
- Melakukan tugas-tugas yang diberikan oleh direktur

##### **b. Office Manager**

- Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi
- Mengkoordinir dan megawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala biro.
- Melakukan tugas-tugas yang diberikan oleh direktur

#### **10.4.6. Kepala Bagian**

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoodinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala Bagian terdiri dari :

##### **a. Kepala Bagian Produksi**

Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi.

Kepala Bagian produksi membawahi :

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

Mengawasi hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.
- Seksi Laboratorium
  - Mengawasi dan menganalisa mutu serta bahan pembuatan
  - Mengawasi dan menganalisa mutu produksi
  - Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan bagian pabrik
  - Membuat laporan berkala kepada Biro Produksi
- Seksi Utilitas
 

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

**b. Kepala Bagian Pemasaran**

Bertanggung jawab kepada Direktur Produksi dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi.

Kepala Bagian Pemasaran membawahi :

- Seksi Pembelian
  - Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan pemasaran
  - Mengetahui harga pasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang
- Seksi Pemasaran
  - Merencanakan strategi hasil produksi
  - Mengatur distribusi hasil produksi dan gudang

**c. Kepala Bagian Teknik**

Bertanggung jawab kepada Direktur Produksi dalam bidang peralatan

Kepala Bagian Teknik membawahi :

- Seksi Pemeliharaan  
Melaksanakan pemeliharaan dan memperbaiki fasilitas gedung dan peralatan proses.
- Seksi Perawatan  
Bertugas untuk merawat, memelihara gedung, taman, dan peralatan proses termasuk utilitas serta bertugas dalam memperbaiki peralatan yang rusak dan mempersiapkan suku cadangnya, agar peralatan tersebut dapat dipergunakan lagi dalam proses produksi.
- Seksi K<sub>3</sub>  
Bertugas untuk mengatur dan mengawasi semua kegiatan yang berhubungan dengan keselamatan kerja, memberikan pelatihan keselamatan kerja.

d. Kepala Bagian Keuangan

Bertanggung jawab untuk merencanakan dan mengawasi keluar masuknya arus uang dari perusahaan. Seksi-seksi yang dibawahnya meliputi :

- Seksi Administrasi  
Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan, serta masalah perpajakan.
- Seksi Kas  
Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengatur uang dan membuat ramalan tentang keuangan masa depan

e. Kepala Bagian Umum

Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.

- Seksi Personalia
  - Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antar pekerja dan lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
  - Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi untuk menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis
- Seksi Keamanan
  - Menjaga semua bagian pabrik dan fasilitas perusahaan



- Mengawasi keluar masuknya orang-orang bahkan karyawan maupun bukan karyawan dilingkungan perusahaan
- Seksi Humas  
Mengadakan hubungan baik dengan masyarakat sekitar perusahaan maupun dengan pemerintah

#### **10.4.7. Litbang**

Research and Development terdiri atas ahli-ahli sebagai pembantu direktur dan bertanggung jawab kepada direktur.

Research and Development membawahi dua departemen :

- Departemen Pemeliharaan
- Departemen Pengembangan

Tugas dan wewenang :

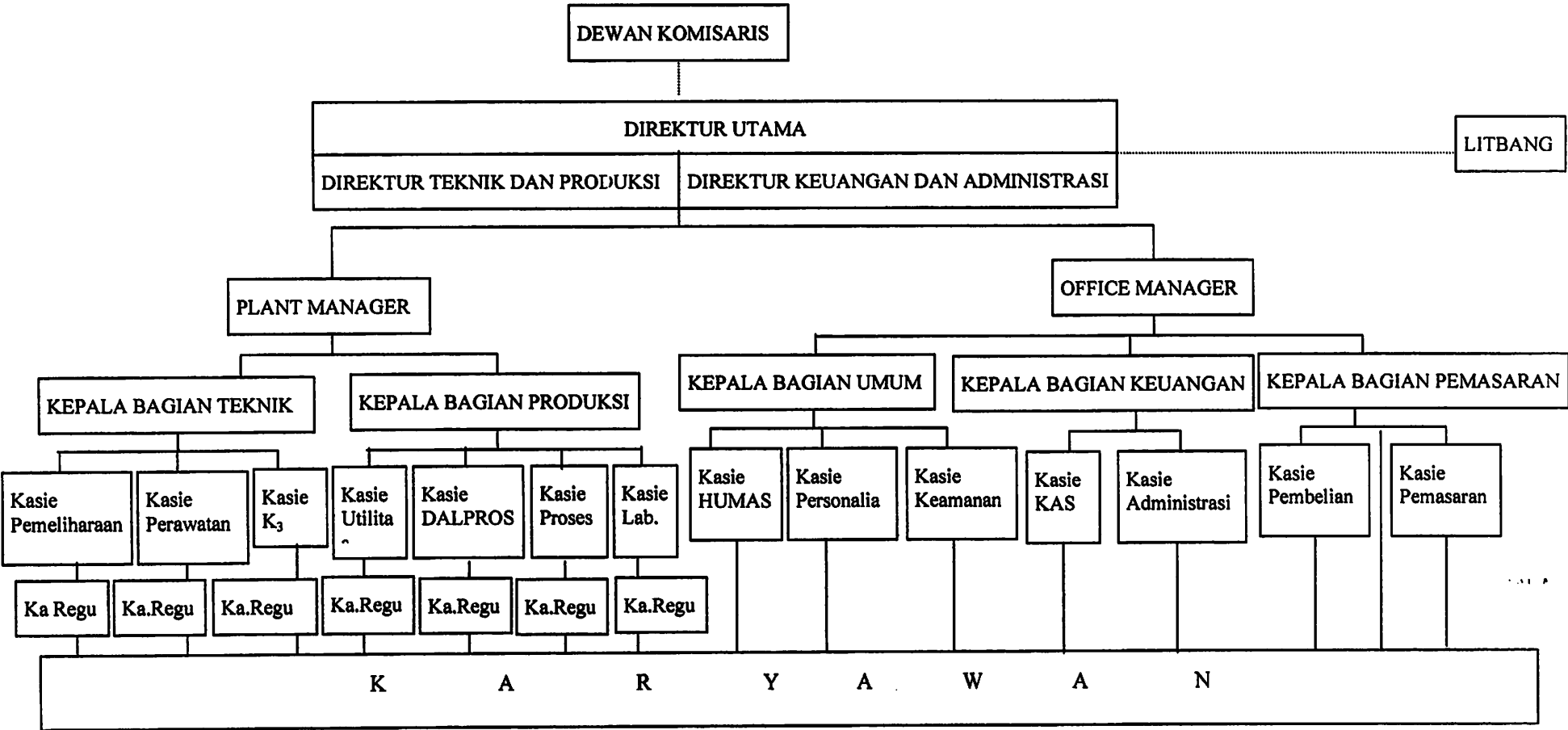
- Mempelajari mutu produk
- Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat-alat pengembang produksi
- Mengadakan penelitian pemasaran produk kesuatu tempat
- Mempertinggi efisiensi kerja

#### **10.4.8. Kepala Regu**

Kepala Regu adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur para Kepala Seksi masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimal dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap Kepala Regu bertanggung jawab terhadap kepala seksi masing-masing sesuai dengan seksinya.

Struktur organisasi pra rencana pabrik Pupuk Urea dapat dilihat pada Gambar

10.1



Gambar 10.1. Struktur Organisasi

### 10.5. Jaminan Sosial

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

Jaminan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan adalah :

#### a. Tunjangan

- Tunjangan di luar gaji pokok, diberikan kepada tenaga kerja tetap berdasarkan prestasi yang telah dilakukannya dan lama pengabdianya kepada perusahaan tersebut.
- Tunjangan lembur yang diberikan kepada tenaga kerja yang bekerja di luar jam kerja yang telah ditetapkan (khusus untuk tenaga kerja shift)

#### b. Fasilitas

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

#### c. Pengobatan

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

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

#### d. Insentive atau bonus

Insentive diberikan dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas dan merangsang gairah kerja karyawan. Besarnya insentive ini dibagi menurut golongan dan jabatan. Pemberian insentive untuk golongan operatif (golongan kepala seksi ke bawah) diberikan setiap bulan sedangkan untuk golongan di atasnya diberikan pada akhir tahun produksi dengan melihat besarnya keuntungan dan target yang dicapai.

**e. Cuti**

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

**10.6. Jadwal dan Jam Kerja**

Pabrik Pupuk Urea ini direncanakan akan beroperasi selama 330 hari dalam setahun dan 24 jam per hari, sisa harinya digunakan untuk pembersihan serta perbaikan dan perawatan peralatan proses produksi, atau yang dikenal dengan istilah shut down.

**a. Untuk pegawai non shift**

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

Ketentuan jam kerja adalah sebagai berikut :

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

**b. Untuk pegawai shift**

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

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

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

Tabel 10.1. Jadwal Kerja Karyawan Pabrik

R E G U	HARI											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
II	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S
III	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M
IV	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P

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

#### 10.7. Penggolongan dan Tingkat Pendidikan Karyawan

Penggolongan dan tingkat pendidikan karyawan berdasarkan tingkat kedudukan dalam struktur organisasi Pra Rencana Pabrik Urea (gambar 10.1) yaitu sebagai berikut

:

1. Direktur Utama : Sarjana Strata 2 Teknik Kimia.
2. Direktur Teknik dan Produksi
3. Direktur Keuangan dan Administrasi
4. Manager
  - a. Plant Manager : Sarjana Teknik Kimia Strata 2.
  - b. Office Manager : Sarjana Ilmu Administrasi (FIA) Strata 2.
5. Penelitian & Pengembangan : Sarjana Kimia (MIPA), T. Kimia, Ekonomi
6. Kepala Bagian
  - a. Bagian Produksi : Sarjana Teknik Kimia
  - b. Bagian Teknik : Sarjana Teknik Mesin
  - c. Bagian Keuangan : Sarjana Ekonomi

- d. Bagian Umum : Sarjana Psikologi Industri
- e. Bagian Pemasaran : Sarjana Ekonomi
- 7. Kepala Seksi
  - a. Seksi Proses : Sarjana Teknik Kimia
  - b. Seksi Gudang : Sarjana Teknik Kimia
  - c. Seksi Utilitas : Sarjana Teknik Mesin, Teknik Elektro
  - d. Seksi Bengkel dan Perawatan : Sarjana Teknik Mesin
  - e. Seksi QC. dan Laboratorium : Sarjana Teknik Kimia, Kimia (MIPA)
  - f. Seksi Pembelian : Sarjana Ekonomi
  - g. Seksi Pemasaran : Sarjana Ekonomi
  - h. Seksi Humas : Sarjana Psikologi dan Hukum
  - i. Seksi Administrasi : Sarjana Ilmu Administrasi (FLA)
  - j. Seksi Keamanan : Diploma / SMU / SMK
  - k. Seksi Pengendalian : Sarjana Teknik Mesin, Teknik elektro
  - l. Seksi K<sub>3</sub> : Diploma / SMU / SMK
  - m. Dokter : Sarjana Kedokteran
- 8. Karyawan : Sarjana / Diploma / SMU / SMK / SLTP.

### 10.8. Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Perhitungan jumlah tenaga operasional didasarkan pada pembagian proses yang dilakukan. Pada rencana pabrik Urea ini, proses yang dilakukan terbagi dalam beberapa tahapan proses, antara lain :

1. Proses Penyiapan Bahan Baku
2. Proses Reaksi
3. Proses Pemisahan
4. Proses Pemurnian
5. Proses Penanganan Produk
6. Proses Penyediaan Utilitas (Steam, Air, Nitrogen Cair, Listrik)

Sehingga proses keseluruhan yang membutuhkan tenaga operasional adalah 6 tahap. Berdasarkan *Vilbrant & Dryen, figure 6.35, page. 235*, diperoleh jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk kapasitas produksi 300.000 ton/tahun dan beroperasi 330 hari/tahun adalah :

Jumlah karyawan = 60 orang-jam/hari/tahapan

Karena jumlah tahapan proses keseluruhan terbagi dalam 6 tahap, maka:

$$\begin{aligned} \text{Karyawan proses} &= 60 \text{ orang-jam/hari/tahapan} \times 6 \text{ tahap} \\ &= 360 \text{ orang-jam/hari} \end{aligned}$$

Direncanakan kegiatan produksi dalam satu hari dilaksanakan dalam 3 *shift* kerja dan masing-masing *shift* adalah 8 jam/hari, maka:

$$\begin{aligned} \text{Karyawan proses} &= 360 \text{ orang-jam/hari} : 3 \text{ shift/hari} \\ &= 120 \text{ orang-jam/hari/shift} \end{aligned}$$

Karena setiap karyawan *shift* bekerja selama 8 jam/hari, maka :

$$\begin{aligned} \text{Karyawan proses} &= 120 \text{ orang-jam/hari} : 8 \text{ jam/hari} \\ &= 15 \text{ orang-hari/shift} \end{aligned}$$

Karena karyawan *shift* terdiri atas 4 regu, yaitu 3 regu bekerja dan 1 regu libur, maka :

Jumlah karyawan proses keseluruhan = 15 orang hari/shift  $\times$  4 regu = 60 orang setiap hari (untuk 4 regu). Sedangkan perincian kebutuhan tenaga kerja yang diperlukan pada pabrik Urea ini dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 10.8.1. Perincian Kebutuhan Tenaga Kerja.

No.	Jabatan	Jumlah
1	Dewan Komisaris	5
2	Direktur Utama	1
3	Direktur produksi	1
4	Direktur Administrasi	1
5	Sekretaris Direktur	3
6	Plant Manager	1
7	Office Manager	1
8	Litbang	4
9	Kepala Bagian Teknik	1
10	Kepala Bagian Produksi	1
11	Kepala Bagian Umum	1

12	Kepala Bagian Keuangan	1
13	Kepala Bagian Pemasaran	1
14	Kepala Seksi Perawatan	1
15	Kepala Seksi Utilitas	1
16	Kepala Seksi K <sub>3</sub>	1
17	Kepala Seksi Proses	1
18	Kepala Seksi Gudang	1
19	Kepala Seksi QC dan Lab	1
20	Kepala Seksi Humas	1
21	Kepala Seksi Personalia	1
22	Kepala Seksi Pengendalian	1
23	Kepala Seksi Keamanan	1
24	Kepala Seksi Kas	1
25	Kepala Seksi Pembelian	1
26	Karyawan Administrasi	5
27	Karyawan Proses	140
28	Karyawan Personalia	4
29	Karyawan Humas	4
30	Karyawan Keamanan	12
31	Karyawan Pemasaran	5
32	Karyawan Keuangan	4
33	Karyawan Pembelian	3
34	Karyawan Perpustakaan	2



35	Karyawan Pengendalian	6
36	Karyawan Laboratorium	20
37	Karyawan Kebersihan	4
38	Dokter	1
39	Perawat	2
40	Karyawan Parkir	3
41	Sopir	1
<b>Jumlah</b>		<b>250</b>

### 10.9. Status Karyawan dan Sistem Upah

Pabrik Urea ini mempunyai sistem pembagian gaji yang berbeda-beda kepada karyawan, dimana pembagian gaji disesuaikan kriteria sebagai berikut:

1. Status kepegawaian dari karyawan yang bersangkutan
2. Tingkat pendidikan.
3. Pengalaman kerja.
4. Tanggung jawab.
5. Kedudukan
6. Keahlian.
7. Pengabdian pada perusahaan (lamanya bekerja).

Berdasarkan kriteria di atas, karyawan akan menerima gaji sesuai dengan status kepegawaiannya. Status kepegawaiannya dibagi menjadi 3 bagian, yaitu:

#### 1. Karyawan reguler (Karyawan Tetap)

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

#### 2. Karyawan harian

Karyawan harian adalah pekerja yang diangkat dan diberhentikan oleh manajer pabrik berdasarkan nota persetujuan manager pabrik atas pengajuan

kepala yang membawahnya dan menerima upah harian yang dibayarkan setiap akhir pekan.

### 3. Karyawan borongan

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

Adapun besaran upah (gaji) karyawan yang didasarkan pada pertimbangan seperti yang telah diutarakan diatas adalah sebagai berikut :

Tabel 10.9.1. Daftar Upah (Gaji) Karyawan

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji (Rp/Orang)	Total
1	Dewan Komisaris	5	Rp 5.480.000	Rp 27.400.000
2	Direktur Utama	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
3	Direktur Produksi	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
4	Direktur Administrasi	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
5	Sekretaris Direktur	3	Rp 3.000.000	Rp 9.000.000
6	Plant Manager	1	Rp 8.000.000	Rp 8.000.000
7	Office Manager	1	Rp 8.000.000	Rp 8.000.000
8	Litbang	4	Rp 3.000.000	Rp 12.000.000
9	Kepala Bagian Teknik	1	Rp 4.000.000	Rp 4.000.000
10	Kepala Bagian Produksi	1	Rp 4.000.000	Rp 4.000.000
11	Kepala Bagian Umum	1	Rp 4.000.000	Rp 4.000.000
12	Kepala Bagian Keuangan	1	Rp 4.000.000	Rp 4.000.000
13	Kepala Bagian Pemasaran	1	Rp 4.000.000	Rp 4.000.000
14	Kepala Seksi Perawatan	1	Rp 3.000.000	Rp 3.000.000
15	Kepala Seksi Utilitas	1	Rp 3.000.000	Rp 3.000.000
16	Kepala Seksi K <sub>3</sub>	1	Rp 3.000.000	Rp 3.000.000
17	Kepala Seksi Proses	1	Rp 3.000.000	Rp 3.000.000
18	Kepala Seksi Gudang	1	Rp 3.000.000	Rp 3.000.000
19	Kepala Seksi QC dan Lab	1	Rp 3.000.000	Rp 3.000.000
20	Kepala Seksi Humas	1	Rp 3.000.000	Rp 3.000.000
21	Kepala Seksi Personalia	1	Rp 3.000.000	Rp 3.000.000

22	Kepala Seksi Pengendalian	1	Rp 3.000.000	Rp 3.000.000
23	Kepala Seksi Keamanan	1	Rp 3.000.000	Rp 3.000.000
24	Kepala Seksi Kas	1	Rp 3.000.000	Rp 3.000.000
25	Kepala Seksi Pembelian	1	Rp 3.000.000	Rp 3.000.000
26	Karyawan Administrasi	5	Rp 1.800.000	Rp 9.000.000
27	Karyawan Proses	140	Rp 1.300.000	Rp 182.000.000
28	Karyawan Personalia	4	Rp 1.800.000	Rp 7.200.000
29	Karyawan Humas	4	Rp 1.800.000	Rp 7.200.000
30	Karyawan Keamanan	12	Rp 1.800.000	Rp 21.600.000
31	Karyawan Pemasaran	5	Rp 1.800.000	Rp 9.000.000
32	Karyawan Keuangan	4	Rp 1.800.000	Rp 7.200.000
33	Karyawan Pembelian	3	Rp 1.800.000	Rp 5.400.000
34	Karyawan Perpustakaan	2	Rp 1.300.000	Rp 2.600.000
35	Karyawan Pengendalian	6	Rp 1.800.000	Rp 10.800.000
36	Karyawan Laboratorium	20	Rp 1.800.000	Rp 36.000.000
37	Karyawan Kebersihan	4	Rp 1.000.000	Rp 4.000.000
38	Dokter	1	Rp 3.000.000	Rp 3.000.000
39	Perawat	2	Rp 1.500.000	Rp 3.000.000
40	Karyawan Parkir	3	Rp 1.000.000	Rp 3.000.000
41	Sopir	1	Rp 1.000.000	Rp 1.000.000
<b>Jumlah</b>		<b>250</b>		<b>Rp 482.400.000</b>

## **BAB XI**

### **ANALISA EKONOMI**

Perencanaan pendirian suatu pabrik memerlukan beberapa pertimbangan dalam berbagai aspek, salah satu aspek dalam perencanaan suatu pabrik perlu ditinjau dari faktor-faktor ekonomi yang menentukan apakah pabrik tersebut layak atau tidak untuk didirikan. Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan untung rugi dalam mendirikan pabrik adalah sebagai berikut :

- Laju pengembalian modal / *Return Of Investment* (ROI)
- Lama pengembalian modal / *Pay Out Time* (POT)
- Titik impas / *Break Event Point* (BEP)
- *Net Present Value* (NPV)
- *Internal Rate of Return* (IRR)

Sedangkan untuk menghitung faktor-faktor di atas perlu diadakan penaksiran yang menyangkut administrasi perusahaan dan jalannya proses produksi, adapun penjelasan serta perhitungan untuk faktor-faktor tersebut antara lain menyangkut :

#### **11.1. Faktor-faktor Penentu**

##### **A. Modal Investasi Total / *Total Capital Investment* (TCI)**

Yaitu modal atau biaya yang dibutuhkan untuk mendirikan suatu pabrik mulai dari awal hingga pabrik siap untuk beroperasi, dimana TCI terdiri dari:

##### **1. *Fixed Capital Investment* (FCI)**

Merupakan modal tetap yang dibutuhkan suatu industri yang akan didirikan, adapun yang termasuk *Fixed Capital Investment* (FCI) antara lain :

##### **a. Biaya langsung (*Direct cost*), meliputi :**

- Pembelian alat
- Instrumentasi dan alat kontrol
- Instalasi
- Listrik terpasang
- Harga tanah
- Harga bangunan

b. Biaya tak langsung (*Indirect cost*)

- Teknik dan supervisi
- Biaya konstruksi

2. *Working Capital Investment (WCI)*

Modal kerja yaitu modal yang digunakan untuk menjalankan pabrik yang berhubungan dengan laju produksi dan besarnya kapasitas dalam beberapa waktu tertentu. Modal kerja terdiri dari :

- a. Penyediaan bahan baku dalam waktu tertentu
- b. Pengemasan produk dalam waktu tertentu
- c. Utilitas dalam waktu tertentu
- d. Gaji dalam waktu tertentu
- e. Uang tunai
- f. *Patent and royalty*
- g. Pemeliharaan
- h. Laboratorium

Sehingga :

$$\text{Total Capital Investment (TCI)} = \text{Modal tetap (FCI)} + \text{Modal kerja (WCI)}$$

**B. Biaya produksi / *Total Production Cost (TPC)***

Biaya produksi total adalah biaya yang digunakan untuk operasi pabrik atau biaya yang dikeluarkan untuk mengeluarkan satu-satuan produk dalam waktu tertentu. Biaya produksi terdiri dari :

- a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*), terdiri dari :
  - Biaya produksi langsung / *Direct Production Cost (DPC)*
  - Biaya tetap / *Fixed Charges (FC)*
  - *Biaya overhead pabrik / Plant Overhead Cost*
- b. Biaya umum (*General Expenses*), terdiri dari :
  - Biaya administrasi
  - Biaya distribusi
  - Litbang
  - Bunga

Sehingga :

*Total Production Cost(TPC) = Manufacturing Cost (MC) + General Expenses(GE)*

Adapun biaya produksi total terbagi menjadi :

a. Biaya variabel (*Variable Cost = VC*)

Biaya variabel yaitu, segala biaya yang pengeluarannya berbanding lurus dengan laju produksi atau biaya yang tergantung dengan kapasitas pabrik secara langsung. Biaya variabel terdiri :

- Biaya bahan baku
- Biaya utilitas
- Biaya pengemasan

b. Biaya semi variabel (*Semi Variable Cost = SVC*)

Biaya semi variabel yaitu, biaya pengeluaran yang tidak berbanding lurus dengan laju produksi atau yang tergantung dengan kapasitas pabrik secara tidak langsung. Biaya semi variabel terdiri dari :

- Biaya Umum (GE)
- *Plant overhead*
- Penyediaan operasi
- Perawatan dan pemeliharaan
- Gaji karyawan
- Biaya laboratorium
- Supervisi

c. Biaya tetap (*Fixed Cost = FC*)

Biaya tetap adalah biaya yang dikeluarkan secara tetap, tidak tergantung pada kapasitas pabrik. Biaya tetap terdiri dari :

- Asuransi
- Depresiasi
- Pajak
- Bunga bank

## 11.2. Penafsiran Harga Alat

Harga suatu alat setiap saat akan berubah, tergantung pada perubahan kondisi ekonomi. Oleh karena itu, digunakan beberapa cara konversi harga alat terhadap harga

alat pada beberapa tahun yang lalu, sehingga diperoleh harga yang ekuivalen dengan harga sekarang.

Harga alat pada Pra Rencana Pabrik Urea ini didasarkan pada data harga alat yang terdapat pada literatur Peters and Klaus D. Timmerhaus, Gael D. Ulrich dan www.matche.com. Untuk menaksir harga alat pada tahun 2015, maka digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Harga alat sekarang} = \frac{\text{Nilai indeks tahun terhitung}}{\text{Nilai indeks original}} \times \text{Harga alat original}$$

atau  $C_X = C_K \times \frac{I_X}{I_K}$

(Peters and Klaus D. Timmerhaus, edisi 4. hal.164)

Dimana :

- $C_X$  = Taksiran harga alat pada tahun 2015
- $C_K$  = Taksiran harga alat pada tahun basis (2007)
- $I_X$  = Indeks harga pada tahun 2015
- $I_K$  = Indeks harga pada tahun basis (2007)

Untuk menaksir harga alat yang sama dengan kapasitas berbeda digunakan persamaan :

$$V_A = V_B \left( \frac{C_A}{C_B} \right)^n$$

(Peters and Klaus D. Timmerhaus, edisi 4, hal. 169)

Dimana :

- $V_A$  = Harga alat A
- $V_B$  = Harga alat B
- $C_A$  = Kapasitas alat A
- $C_B$  = Kapasitas alat B
- $n$  = eksponen harga alat (Peters and Klaus D. Timmerhaus, edisi 4, hal. 170)

### 11.3. Penentuan Total Capital Investment (TCI)

#### A. Biaya langsung (Direct Cost / DC)

Harga Peralatan	E	Rp	607.930.910.861,45
Instrumentasi dan kontrol	13% E	Rp	79.031.018.411,99

Instrumentasi dan kontrol	13% E	Rp	79.031.018.411,99
Instalasi	40% E	Rp	243.172.364.344,58
Listrik terpasang	5% E	Rp	30.396.545.543,07
Harga tanah		Rp	14.803.500.000,00
Harga bangunan		Rp	24.446.250.000,00
<b>Total Direct Cost (DC)</b>		<b>Rp</b>	<b>999.780.589.161,09</b>

**B. Biaya Tak langsung (*Indirect Cost / IC*)**

Engineering dan supervisi	33% E	Rp	200.617.200.584,28
Biaya Konstruksi	41% E	Rp	249.251.673.453,20
<b>Total Indirect Cost (IC)</b>		<b>Rp</b>	<b>449.868.874.037,47</b>

**C. Total Plant Cost (TPC)**

Total Plant Cost	DC + IC	Rp	1.449.649.463.199
Biaya tak terduga	1% TPC	Rp	14.496.494.632
Biaya kontraktor	5% TPC	Rp	72.482.473.159,93
<b>Total FCI</b>		<b>Rp</b>	<b>1.536.628.430.990,48</b>

**D. Modal Kerja (*Working Capital Investment / WCI*)**

$$WCI = 15\% \times TCI$$

$$TCI = FCI + WCI$$

$$= \text{Rp. } 1.536.628.430.990,48 + (15\% \times TCI)$$

$$= \text{Rp. } 1.807.798.154.106,45$$

Modal yang digunakan terdiri atas :

a. Modal sendiri (60% FCI) = Rp. 921.977.058.594,29

b. Modal Pinjaman Bank (40% FCI) = Rp. 614.651.372.396,19



**Penentuan *Total Production Cost (TPC)***

**A. *Manufacturing Cost (MC)***

1. Biaya produksi langsung (DPC)

Bahan baku ( 1 tahun)		Rp 475.005.960.000,00
Tenaga kerja	TK	Rp 5.788.800.000,00
Biaya utilitas		Rp 17.349.845.236,97
Maintenance dan perbaikan	4% FCI	Rp 61.465.137.239,62
Penyediaan bahan	1% FCI	Rp 7.683.142.154,95
Biaya laboratorium	10% TK	Rp 578.880.000,00
Biaya Supervisi	10% TK	Rp 578.880.000,00
Produk dan Royalti	1% TPC	Rp 13.552.934.610,29
<b>Total Biaya Produksi Langsung</b>		<b>Rp 582.003.579.241,83</b>

2. Biaya produksi tetap (FC)

Depresiasi alat	10% FCI	Rp 153.662.843.099,05
Pajak	3% FCI	Rp 46.098.852.929,71
Asuransi	1% FCI	Rp 7.683.142.154,95
Bunga	12.5% MPB	Rp 76.831.421.549,52
Depresiasi bangunan	2% Bgnan	Rp 488.925.000,00
<b>Total Fixed Charge (FC)</b>		<b>Rp 284.765.184.733,24</b>

**B. *Biaya Overhead Pabrik***

Biaya overhead pabrik = Rp. 144.964.946.319,86

**C. *General Expenses (GE)***

Biaya administrasi	2,5% TK	Rp 144.720.000,00
Biaya distribusi & pemasaran	10% TPC	Rp 135.529.346.102,91

Biaya R & D	2% TPC	Rp 27.105.869.220,58
Bunga	10% TCI	Rp 180.779.815.410,65
<b>Total Biaya Pengeluaran Umum</b>		<b>Rp 343.559.750.734,13</b>

#### D. Biaya Produksi Total (TPC)

$$\begin{aligned}
 \text{TPC} &= \text{Manufacturing Cost} + \text{Biaya Pengeluaran Umum} \\
 &= \text{Rp. } 1.011.733.710.294,93 + \text{Rp. } 343.559.750.734,13 \\
 &= \text{Rp. } 1.355.293.461.029,06
 \end{aligned}$$

#### 11.5. Penentuan Harga Jual Produk

Laba perusahaan yaitu keuntungan yang diperoleh dari penjualan produk.

Total penjualan per tahun = Rp. 2.100.000.672.000,00

$$\begin{aligned}
 \text{Laba kotor} &= \text{Harga jual} - \text{Biaya Produksi} \\
 &= \text{Rp. } 2.100.000.672.000 - \text{Rp. } 1.355.293.461.029,06 \\
 &= \text{Rp. } 744.707.210.970,9400
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pajak penghasilan} &= 30 \% \times \text{Laba kotor} \\
 &= 30 \% \times \text{Rp. } 744.707.210.970,9400 \\
 &= \text{Rp. } 223.412.163.291,28
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Laba bersih} &= \text{Laba kotor} \times (1 - \% \text{ pajak}) \\
 &= \text{Rp. } 744.707.210.970,9400 \times (1 - 30\%) \\
 &= \text{Rp. } 521.295.047.679,66
 \end{aligned}$$

Nilai penerimaan Cash Flow setelah pajak ( $C_A$ ) :

$$\begin{aligned}
 C_A &= \text{Laba bersih} + \text{Depresiasi alat} \\
 &= \text{Rp. } 521.295.047.679,66 + \text{Rp. } 153.662.843.099,05 \\
 &= \text{Rp. } 674.957.890.778,71
 \end{aligned}$$

#### 11.6. Menghitung Penilaian Investasi

##### A. Waktu Pengembalian Modal (*Pay Out Time / POT*)

Waktu Pengembalian Modal / *Pay Out Time* (POT) adalah masa tahunan pengembalian modal investasi dari laba yang dihitung dikurangi penyusutan atau waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal investasi.

$$\begin{aligned}
 \text{POT} &= \frac{\text{FCI}}{\text{cash flow setelah pajak}} \times 1 \text{ tahun} \\
 &= \frac{1.536.628.430.990,48}{674.957.890.778,71} \times 1 \text{ tahun} \\
 &= 2,28 \text{ tahun}
 \end{aligned}$$

**B. Laju Pengembalian Modal (*Rate of Investment* / ROI)**

Laju pengembalian modal / *Rate of Investment* (ROI) adalah pernyataan umum yang digunakan untuk menunjukkan laba tahunan sebagai usaha untuk mengembalikan modal.

ROI sebelum pajak:

$$\begin{aligned}
 \text{ROI}_{\text{BT}} &= \frac{\text{Laba kotor}}{\text{FCI}} \times 100\% \\
 &= \frac{744.707.210.970,9400}{1.536.628.430.990,48} \times 100\% \\
 &= 48,46\%
 \end{aligned}$$

ROI setelah pajak:

$$\begin{aligned}
 \text{ROI}_{\text{AT}} &= \frac{\text{Laba bersih}}{\text{FCI}} \times 100\% \\
 &= \frac{521.295.047.679,66}{1.536.628.430.990,48} \times 100\% \\
 &= 33,9\%
 \end{aligned}$$

(Vilbrant and Drydent, hal 254)

**C. Titik Impas / *Break Event Point* (BEP)**

BEP adalah titik dimana jika kapasitas pabrik berada pada titik tersebut, maka pabrik itu tidak untung dan tidak rugi atau harga penjualan sama dengan biaya produksi.

SVC (biaya semi variabel) :

Biaya Umum (GE)	Rp. 343.559.750.734,13
Biaya overhead	Rp. 144.964.946.319,86

Penyediaan operasi	Rp. 135.529.346.102,91
Biaya laboratorium	Rp. 27.105.869.220,58
Gaji karyawan langsung	Rp. 5.788.800.000,00
Supervisi	Rp. 578.880.000,00
Perawatan dan Pemeliharaan	Rp. 61.465.137.239,62
<b>Total Biaya Semi Variabe (SVC)</b>	<b>Rp. 718.992.729.617,10</b>

VC (biaya produksi) :

Bahan baku 1 tahun	Rp. 475.005.960.000,00
Biaya utilitas 1 tahun	Rp. 17.349.845.236,97
Biaya pengemasan 1 tahun	Rp. 4.500.001.440,00
<b>Total Biaya Variabe (VC)</b>	<b>Rp. 496.855.806.676,97</b>

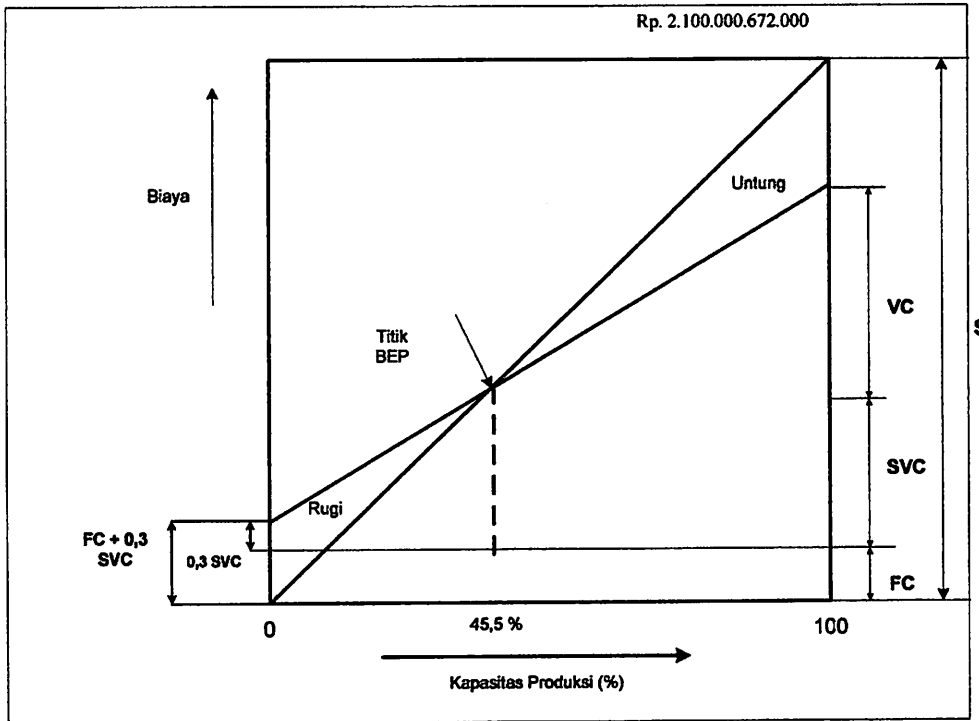
FC (biaya produksi tetap) = Rp. 284.765.184.733,24

S (harga jual) = Rp. 2.100.000.672.000,00

$$\text{BEP} = \frac{\text{FC} + (0,3 \text{ SVC})}{\text{S} - 0,7 \text{ SVC} - \text{VC}} \times 100\%$$

$$= 45,5 \%$$

Titik BEP terjadi pada kapasitas produksi = 45,5 % × 300.000 ton/tahun  
 = 136.508,53 ton/tahun



Gambar 11.1. Break Event Point Pra Rencana Pabrik Urea

Untuk produksi tahun I kapasitas pabrik 65% dari kapasitas sesungguhnya, sehingga keuntungannya adalah :

$$\frac{P_{Bi}}{P_B} = \frac{(100 - BEP) - (100 - \% \text{kapasitas})}{(100 - BEP)}$$

Dimana :

$P_{Bi}$  = keuntungan pada % kapasitas yang tercapai (dibawah 100%)

$P_B$  = keuntungan pada kapasitas 100%

%Kapasitas = % kapasitas yang tercapai

$$\frac{P_{Bi}}{521.295.047.679,66} = \frac{(100 - 45,52) - (100 - 65)}{(100 - 45,52)}$$

$P_{Bi}$  = Rp. 186.500.943.877,43

Sehingga *cash flow* setelah pajak untuk tahun pertama adalah :

$C_A$  = Laba bersih tahun pertama + depresiasi

= Rp. 186.500.943.877,43 + Rp. 153.662.843.099,05

= Rp. 340.163.786.976,47

**D. Shut Down Point (SDP)**

*Shut down point* adalah suatu titik yang merupakan kapasitas minimal pabrik yang masih boleh beroperasi.

$$\begin{aligned} \text{SDP} &= \frac{0,3\text{SVC}}{\text{S} - 0,7\text{SVC} - \text{VC}} \times 100\% \\ &= 19,61\% \end{aligned}$$

Titik *shut down point* terjadi pada kapasitas :

$$\begin{aligned} &= 19,61\% \times 300.000 \text{ ton/tahun} \\ &= 58.834,7032 \text{ ton/tahun.} \end{aligned}$$

**E. Net Present Value (NPV)**

Metode ini digunakan untuk menghitung selisih dari nilai penerimaan kas bersih dengan nilai investasi sekarang.

Langkah-langkah menghitung NPV :

*Menghitung  $C_{A0}$  (tahun ke - 0) untuk masa konstruksi 2 tahun*

$$\begin{aligned} C_{A-2} &= 40\% \times \text{FCI} \times (1 + i)^2 \\ &= 40\% \times \text{Rp. } 1.536.628.430.990,48 \times (1 + 0,125)^2 \\ &= \text{Rp. } 777.918.143.188,93 \\ C_{A-1} &= 60\% \times \text{FCI} \times (1 + i)^1 \\ &= 60\% \times \text{Rp. } 1.536.628.430.990,48 \times (1 + 0,125)^1 \\ &= \text{Rp. } 1.037.224.190.918,57 \\ C_{A0} &= - (C_{A-1} + C_{A-2}) \\ &= - (\text{Rp. } 1.037.224.190.918,57 + \text{Rp. } 777.918.143.188,93) \\ &= \text{Rp. } -1.815.142.334.107,51 \end{aligned}$$

*Menghitung NPV tiap tahun :*

$$\text{NPV} = C_A \cdot F_d$$

Dimana :

$$F_d = \text{faktor diskon} = 1 / (1 + i)^n$$

$i$  = tingkat bunga

$C_A$  = *cash flow* setelah pajak

$n$  = tahun ke- $n$

Tabel 11.1. *Cash flow* untuk NPV selama 10 tahun

Tahun ke-	Cash Flow (C <sub>A</sub> ) (Rp.)	Fd i = 12,50%	NPV (Rp.)
0	-1.815.142.334.107,51	1	-1.815.142.334.107,51
1	340.163.786.976,47	0,8889	302.367.810.645,75
2	531.474.703.434,89	0,7901	419.930.629.874,48
3	674.957.890.778,71	0,7023	474.044.499.422,08
4	674.957.890.778,71	0,6243	421.372.888.375,18
5	674.957.890.778,71	0,5549	374.553.678.555,72
6	674.957.890.778,71	0,4933	332.936.603.160,64
7	674.957.890.778,71	0,4385	295.943.647.253,90
8	674.957.890.778,71	0,3897	263.061.019.781,25
9	674.957.890.778,71	0,3464	233.832.017.583,33
10	674.957.890.778,71	0,3079	207.850.682.296,29
WCI			271.169.723.115,97
Total			1.781.920.865.957,09

Karena harga NPV = (+) maka pra rencana pabrik urea layak untuk didirikan.

**F. Internal Rate Of Return (IRR)**

Metode ini menghitung tingkat bunga yang menyamakan nilai sekarang investasi dengan nilai sekarang penerimaan kas bersih yang akan datang.

Tabel 11.2. *Cash Flow* untuk IRR

Tahun ke-	Cash Flow (C <sub>A</sub> ) (Rp.)	NPV i = 12,50%	NPV i = 13,10%
0	-1.815.142.334.107,51	-1.815.142.334.107,51	-1.815.142.334.107,51
1	340.163.786.976,47	302.367.810.645,75	300.769.077.212,63
2	531.474.703.434,89	419.930.629.874,48	415.501.704.215,49
3	674.957.890.778,71	474.044.499.422,08	466.564.827.228,88

4	674.957.890.778,71	421.372.888.375,18	412.531.486.060,88
5	674.957.890.778,71	374.553.678.555,72	364.755.800.394,09
6	674.957.890.778,71	332.936.603.160,64	322.513.064.860,93
7	674.957.890.778,71	295.943.647.253,90	285.162.502.950,23
8	674.957.890.778,71	263.061.019.781,25	252.137.547.122,02
9	674.957.890.778,71	233.832.017.583,33	222.937.244.592,10
10	674.957.890.778,71	207.850.682.296,29	197.118.658.421,24
WCI		271.169.723.115,97	271.169.723.115,97
Total		1.781.920.865.957,09	1.696.019.302.066,95

$$\begin{aligned}
 \text{IRR} &= i_1 + \frac{\text{NPV}_1}{\text{NPV}_1 - \text{NPV}_2} \times (i_2 - i_1) \\
 &= 12,5 \% + \frac{1.780.267.394.322,92}{1.780.267.394.322,92 + 1.694.406.421.988,31} \times (13,10 \% - \\
 &\quad 12,50\%) \\
 &= 24,90 \%
 \end{aligned}$$

Karena harga IRR lebih besar dari bunga bank (12,50%), maka pra rencana pabrik urea layak untuk didirikan.



## **BAB XII**

### **KESIMPULAN**

Pra Rencana Pabrik Urea dengan proses *Aces* ini diharapkan mampu mencapai hasil produksi dan sesuai dengan tujuan pendirian pabrik. Berdasarkan seleksi proses pembuatan, tata letak pabrik serta pertimbangan lainnya, maka Pra Rencana Pabrik Urea direncanakan didirikan di Jl. Raden Ajeng Kartini, Kecamatan Kebomas, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur pada tahun 2015 dengan kapasitas 300.000 ton/tahun dengan memperhatikan berbagai aspek yang ada, adapun aspek aspek yang mendasari ditariknya kesimpulan ini antara lain :

#### **12.1. Aspek Teknis**

Ditinjau dari aspek teknis, proses pembuatan Urea ini menggunakan proses *Aces* lebih menguntungkan dari proses yang lainnya. Selain itu proses ini dinilai lebih baik dengan proses lain.

#### **12.2. Aspek Sosial**

Ditinjau dari aspek sosial, pendirian pabrik Urea ini dinilai menguntungkan karena :

- Dapat menciptakan lapangan kerja baru.
- Mengurangi tingkat pengangguran di daerah maupun di Indonesia.
- Meningkatkan pendapatan perkapita penduduk di daerah sekitar lokasi pabrik.
- Mendorong terciptanya kemandirian bangsa dalam meningkatkan kualitas dibidang industri non migas maupun pendukung sektor migas.

#### **12.3. Aspek Lokasi Pabrik**

Ditinjau dari aspek lokasi pendirian di daerah Gresik ,Provinsi Jawa Timur, sangat menguntungkan karena :

- Lokasi pabrik dekat dengan bahan baku dan pemasaran produk
- Dekat dengan pelabuhan sehingga pembelian bahan baku dan distribusi penjualan produk lebih mudah.
- Tersedianya kebutuhan air, bahan bakar dan tenaga listrik yang memadai sehingga dapat memenuhi kebutuhan pabrik.
- Fasilitas sarana transportasi yang memadai baik untuk pengiriman bahan baku maupun produk.
- Tersedianya tenaga kerja yang memadai.

#### 12.4. Aspek Pemasaran

Ditinjau dari aspek pemasaran produk utama yaitu urea ini diperkirakan akan mendapatkan peluang keuntungan yang cukup besar karena :

- Kebutuhan urea yang terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun akan membuka peluang pemasaran maupun perluasan sasaran pemasaran.
- Banyaknya manfaat urea disegala bidang akan menjadikan urea sebagai bahan yang akan terus diperlukan sehingga akan membuat industri urea terus hidup.
- Meningkatnya perkembangan populasi manusia sehingga mendorong peningkatan kebutuhan pangan yang mengakibatkan kebutuhan pupuk meningkat.

#### 12.5. Aspek Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi sangat diperlukan untuk menguji kelayakan suatu pabrik untuk didirikan, baik dalam jangka waktu yang panjang maupun pendek. Ditinjau dari aspek ekonomi dan setelah melakukan perhitungan analisa ekonomi terhadap Pra Rencana Pabrik Urea dengan kapasitas 300.000 ton/tahun, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- *Total Capital Investment (TCI)* = Rp. 1.807.798.154.106,45
- *Total Production Cost (TPC)* = Rp. 1.355.293.461.029,06
- *Rate Of Return (ROI)* :
- *ROI Before Tax* = 48,46 %
- *ROI After Tax* = 33,92 %
- *Pay Out Time (POT)* = 2,28 tahun
- *Break Event Point (BEP)* = 45,5 %
- *Net Present Value (NPV)* = Rp. 1.781.920.865.957,09 bernilai (+)
- *Internal Rate of Return (IRR)* = 24,9 %
- *Bunga bank* = 12,5%

Berdasarkan pada berbagai aspek tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa Pabrik Urea dengan kapasitas 300.000 ton/tahun yang akan didirikan di Daerah Gresik Provinsi Jawa Timur ini layak untuk didirikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2011. *Peta Wilayah Indonesia*. <http://www.googleearth.com/>., diakses tanggal 30 Mei 2011.
- Anonymous. 2012. *Procces Equipment Cost*. <http://www.matche.com/>., diakses tanggal 3 April 2012.
- Anonymous. 2012. *Alibaba Manufacture Directory-Suppliers, manufactures, Exporters and Importers*, <http://www.alibaba.com.>, diakses tanggal 24 Januari 2012.
- Austin T., George, "*Shreves Chemical Process Industries*", 5<sup>th</sup> edition, McGraw Hill Book Company, hal 581-582 dan 762.
- Brownell, L.E., and Young, E.H., 1959, "*Process Equipment Design*", 1<sup>st</sup> U.S edition, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F. 1983. "*Chemical Engineering*". Vol. 6. Oxford : Pergamon Press, New York.
- Douglas, M, Considine, "*Chemical & Process Technology Encyclopedia*", 1974, hal 211.
- Geankoplis, Christie J., 1993, "*Transport Process and Unit Operation*", 4<sup>rd</sup> edition, Prentice – Hall, Inc., New Jersey.
- Hesse, H. C. 1945. *Process Equioment Design*. United State of America : Van Nostrand Company.
- Hougen, Olaf A., 1954, "*Chemical Process Principles*", 2<sup>rd</sup> edition, Prentice – Hall, Inc., New York.
- Kern, D.Q., 1983, "*Process Heat Transfer*", International student edition, Mc Graw – Hill International Book Co., Tokyo.

- Kirk-Othmer, "*Encyclopedia of Chemical Technology*", 3rd, vol9, New York, John Willey and Son Inc, 1983,hal 339-340, 342-345, 348, 384 dan 428
- Mitsui Toatsu Chemical, Incorporated, 1974, "*Urea Handbook*, Japan.
- Perry, Robert H., and Green, Don W., 1999, "*Perry's Chemical Engineering Handbook*", 7<sup>th</sup> edition, Mc Graw – Hill Co. Inc., United States.
- Perry, Robert H., and Green, Don W., 1999, "*Perry's Chemical Engineering Handbook*", 3<sup>th</sup> edition, Mc Graw – Hill Co. Inc., United States.
- Peters, Max S., and Timmerhaus Klaus D., 1991, "*Plant Design and Economics for Chemical Engineers*", 4<sup>th</sup> edition, Mc Graw – Hill Book Co., Singapore.
- Smith, J.H., and Van Ness H.C., 1959, "*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*", 2<sup>nd</sup> edition, Mc Graw – Hill Co. Inc., New York.
- Ulrich, G.D., 1984, "*A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*", John Wiley
- Vibrandt, F. C and Dryen, C. E. 1959. *Chemical Engineering Plant Design*. Tokyo : Mc Graw Hill Book Company.