

BAB III PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

3.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Umpan segar karbon dioksida gas ditekan dengan menggunakan kompresor sampai 175 bar dengan dicampur arus hasil *recycle* dari sesi *recovery* dan dinaikan suhunya untuk di alirkan ke reaktor. Umpan segar amonia cair ditekan dengan pompa sampai tekanan 175 bar dan dicampur dengan ammonia hasil *recycle* dari sesi *recovery* , dinaikan suhunya untuk kemudian di alirkan ke reaktor.

3.1.2 Tahap Sintesa Urea

Sintesa terjadi pada reaktor utama yang beroperasi pada suhu 190 °C dan tekanan 175 bar dengan perbandingan rasio NH₃/CO₂ yaitu 4 dihasilkan konversi sebesar 68%. Reaksi yang terjadi yaitu reaksi (1) pembentukan amonium karbamat dengan konversi 99% dan reaksi (2) pembentukan urea dari amonium karbamat dengan konversi 68%.



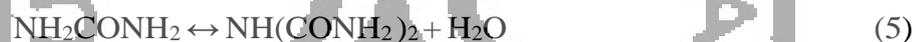
Reaksi (1) berlangsung cepat dan menghasilkan panas sehingga diperlukan pengontrolan terhadap suhu. Reaksi (2) berlangsung lambat dan membutuhkan panas.

3.1.3 Tahap Dekomposisi

Amonium karbamat yang tidak terkonversi menjadi urea akan di dekomposisi menjadi NH_3 dan CO_2 pada *Medium Pressure Decomposer*. Selain proses dekomposisi, terjadi juga proses evaporasi NH_3 . Proses ini berlangsung pada tekanan 21 atm dan suhu 160°C dan reaksi yang terjadi didalam *stripper* yaitu :



Pada *Medium Pressure Decomposer* terjadi dekomposisi karbamat yang dan evaporasi NH_3 dalam larutan mengikuti reaksi 3 dan 4. Proses dekomposisi dilakukan dengan penambahan panas yang berjalan pada suhu 152°C dan tekanan 16 atm. Dengan kondisi operasi tersebut, sebagian kecil urea akan berubah menjadi biuret mengikuti reaksi hidrolisa sebagai reaksi samping, sebagai berikut :



Gas-gas hasil dekomposisi keluaran atas *Medium Pressure Decomposer* dikirim ke sesi *recovery* dan hasil bawah dialirkan menuju *Low Pressure Decomposer*.

Dekomposisi ammonium karbamat dilanjutkan pada *Low Pressure Decomposer*, dengan asumsi seluruhnya terdekomposisi, gas amoniak dan karbon dioksida seluruhnya teruapkan mengikuti persamaan reaksi 3 dan 4 dan terjadi proses pembentukan biuret mengikuti persamaan reaksi 5. Proses berjalan pada tekanan 3 atm dan suhu 140 °C. Gas-gas amonia dan karbon dioksida yang terbentuk di alirkan menuju sesi *recovery* dan hasil bawah dialirkan menuju sesi konsentrasi.

3.1.4 Tahap *Recovery*

Gas-gas hasil dekomposisi maupun evaporasi dari tahap sebelumnya, dialirkan menuju kondensor parsial untuk mengembunkan gas amonia. Keluaran kondensor parsial dialirkan ke separator untuk di pisahkan antara fase gas dan cairnya. Hasil bawah separator berupa amonia cair di campur dengan aliran segar amonia masuk reaktor. Sedangkan hasil atas gas karbon dioksida di alirkan dan dicampur dengan aliran segar karbon dioksida menuju reaktor dan separator.

3.1.5 Tahap Pemurnian

Larutan urea keluar *Low Pressure Decomposer* kemudian dipekatkan menggunakan *vacuum evaporator*. Kondisi operasi pada 0,17 atm dan 140 °C. Larutan urea pekat hasil di alirkan ke sesi pembututiran.

Pembutiran berlangsung pada *prilling tower* dengan proses kontak antara larutan urea pekat dan udara untuk membentuk butir-butir urea padat. Padatan urea kemudian di tampung dalam silo untuk selanjutnya dikemas.

3.1 Spesifikasi Alat

3.2.1 Alat Besar

Harga alat yang digunakan berdasarkan referensi buku *Plant Design and Economic for Chemical Engineers* oleh Peters & Timmerhaus, ed.5, 2003.

1. *Partial Condensor* (E-103)

Kode	:	E-103
Tugas	:	Mengembunkan uap air di arus
Type	:	<i>Shell and tube heat exchanger</i>
Kebutuhan Air	:	3718132,099 Btu/jam
<i>Tube side</i> :		
- OD	:	1 in
- BWG	:	18
- Panjang	:	20 ft
- Jumlah Tube	:	256 buah
- Pass	:	2
- hio	:	270818,1
- <i>pressure drop</i>	:	0,00001645 psi
<i>Shell side</i> :		
- ID	:	18 in
- ho	:	1000
- <i>Pressure drop</i>	:	0,003791457 psi
- Uc	:	996
- UD	:	250
- Rd Hitung	:	0,01
- Pass	:	1

Bahan : *Carbon Steel*

Harga : \$ 10.410,00

2. *Partial Condensor (E-104)*

Kode : E-104

Tugas : Mengembunkan uap air sehingga kemurnian arus gas bertambah.

Type : *Shell and tube heat exchanger*

Kebutuhan Dewterm : 6810000 Btu/jam

Tube side :

- OD : 1 in

- BWG 18

- Panjang : 16 ft

- Jumlah Tube : 58 buah

- Pass 2

- hio : 2200

- *pressure drop* : 0,000372 psi

Shell side :

- ID : 18 in

- ho 1000

- *Pressure drop* : 0,004372 psi

- Uc 665

- UD 250

- Rd Hitung : 0,003463

- Rd min : 0,003

- Pass 1

Bahan : *Carbon Steel*

Harga : \$ 52.051,00

3. *Total Condensor (E-105)*

Kode : E-105

Tugas : Mengembunkan uap air sehingga kemurnian
 arus gas bertambah.

Type : *Shell and tube heat exchanger*

Kebutuhan Air : 2522102,97 Btu/jam

Tube side :

- OD : 1 in

- BWG 18

- Panjang : 16 ft

- Jumlah Tube : 55 buah

- Pass 2

- hio : 2200

- *pressure drop* : 0,00037 psi

Shell side :

- ID : 18 in

- ho 1000

- *Pressure drop* : 0,004 psi

- Uc 665
- UD 250
- Rd Hitung : 0,003
- Rd min : 0,003

- Pass 2

Bahan : Carbon Steel

Harga : \$ 1,349,00

4. *Vacum Evaporator (EV-101)*

Kode : EV-101

Fungsi : Menguapkan Air dalam Larutan Urea

Type : *Vacum Drum Evaporator*

Steam yang dibutuhkan : 6811380,36 Btu/jam

Tube side :

- OD : 1 in

- BWG 18

- Panjang : 16 ft

- Jumlah Tube : 60 buah

- Pass : 1 pass

- hio : 2000

- pressure drop : 0,002 psi

Shell side :

- ID : 25 in

- ho 1500

- *Pressure drop* : 0,00592 psi
- *Uc* : 857
- *UD* : 200
- *Rd Hitung* : 0,007
- *Rd min* : 0,003

Bahan : *Carbon Steel*

Harga : \$ 306.616,00

5. *Medium Pressure Decomposer (MPD-101)*

Kode : MPD-101

Fungsi : Untuk mendekomposisi amonium karbamat dan memisahkan gas hasil dekomposisi.

Type : *Horizontal Drum Separator*

Tekanan Operasi Dekomposer : 21,51 atm

Diameter Shell : 59,5 in

Panjang Dekomposer : 5 m :

- Tinggi Lilitan Koil : 3,9 m

Suhu *Steam* : 200 °C

Suhu Operasi : 160 °C

Jumlah *Steam* yang Dibutuhkan : 22392692,47 Btu/jam

Tinggi *Head* : 0,3 m

Tebal *Head* : 0,11 in

Tebal *Shell* : 0,11 in

Bahan : *Carbon Steel SA-285 Grade C*

Harga : \$ 112.835,00

6. *Low Pressure Decomposer (LPD-101)*

Kode : LPD-101

Fungsi : Untuk mendekomposisi amonium

karbamat dan memisahkan gas-gas

Type : *Horizontal Drum Separator*

Tekanan Operasi Dekomposer : 2,96 atm

Diameter *Shell* : 35,5 in

Panjang Dekomposer : 3,5611 m

- Tinggi Lilitan Koil : 1,5354 m

Suhu *Steam* : 200 °C

Suhu Operasi : 140 °C

Jumlah *Steam* yang Dibutuhkan : 5887293,18 Btu/jam

Tinggi *Head* : 0,2012 m

Tebal *Head* : 0,21 in

Tebal *Shell* : 0,21 in

Bahan : *Carbon Steel SA-285 Grade C*

Harga : \$ 31.397,00

7. *Reaktor (R-101)*

Kode : R-101

Fungsi : Untuk mereaksikan larutan amonia dan gas karbon dioksida 100%wt menjadi urea

Type : Reaktor Gelembung

Diameter Reaktor : 2.5 m
 Suhu Reaktor : 180 °C
 Tekanan : 172,712 atm
 Tinggi : 11,5797 m

Tebal *shell* : 0,18 in
 Tebal *Head* : 0,18 in
 Tinggi *Head* : 0.68 m
 Jenis Pendingin : Jaket Pendingin
 Tebal Jaket : 0,23 m
 Fase : Gas- cair
 Bahan : *Low Alloy Carbon Steel*
 Harga : \$ 614.948,00

8. Separator (S-101)

Kode : S-101
 Fungsi : Memisahkan Kondensat Air
 Type : *Vertical Drum Decomposer*

Bahan : *Carbon steel*
 Kondisi Operasi : 53 °C & 1,1053 bar

Diameter : 1,5 m
 Volume : 196830648,1 m³
 Tinggi *head* : 0,29 m
 Total Panjang : 5,45 m
 Tebal *shell* : 0,173 in

Tebal *head* : 0,176 in
 Bahan : *Carbon Steel SA-285 Grade C*
 Harga : \$ 18.397,00

9. Separator (S-102)

Kode : S-102
 Fungsi : Memisahkan Konsdensat Amonia
 Type : *Vertical Drum Decomposer*
 Bahan : *Carbon steel*
 Kondisi Operasi : Suhu : 25 °C & 10,96 bar
 Volume : 244263949,11 m³
 Tinggi *head* : 0,21 m
 Total panjang : 4,3 m
 Diameter : 1 m
 Tebal *shell* : 0,47 in
 Tebal *head* : 0,47 in
 Bahan : *Carbon Steel SA-285 Grade C*
 Harga : \$ 12.265,00

10. Prilling Tower (T-101)

Kode : T-101
 Fungsi : Membedakan produk Urea
 Type : *Spray Drying*
 Bahan : *Carbon steel*
 Kondisi Operasi : Suhu : 140 °C

	Tekanan	: 1 atm
Volume tower		: 22,96 m ³
Diameter		: 1,94 m
Tinggi		: 7,76 m
Bahan		: <i>Carbon steel</i>
Harga		: \$ 257.557,04

3.2.1 Alat Kecil

1. *Belt Conveyor*

Kode		: BC-101
Fungsi		: Untuk mengangkut Produk urea prill ke gudang pengepakakan.
Bahan		: logam <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Kondisi Operasi	Suhu	: 30 °C
	Tekanan	: 1 atm
Panjang conveyor		: 28,86 m
Tinggi conveyor		: 14,433 m

Lebar belt		: 40,46 cm
Daya		: 1 HP
Bahan		: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Harga		: \$ 55.191,00

2. *Blower (BL-101)*

Kode		: BL-101
Fungsi		: Untuk mengalirkan udara lingkungan ke

prilling tower

Type : *Blower Centrifugal*

Kondisi Operasi : Suhu : 30 °C

Tekanan : 1 atm

Harga : \$ 6.132,00

3. Tangki Penyimpanan Amonia (NH₃)

Kode : TK-101

Fungsi : Menyimpan reaktan amonia cair selama satu bulan.

Jenis : Bola (*Spherical*)

Kondisi Operasi : Suhu : 29,85 °C

Tekanan : 16,770 atm

Diameter : 18 m

Laju alir : 9621,04 kg/jam

Tebal tangki : 0,5 in

Bahan : *Alloy Steel* jenis SA-203 grade C

Harga : \$ 250.000,00

4. Tangki Penyimpanan Karbon dioksida (CO₂)

Kode : TK-102

Fungsi : Menyimpan reaktan karbondioksida cair selama satu bulan.

Jenis : Bola (*Spherical*)

Kondisi Operasi : Suhu : 30 °C
Tekanan : 80 atm

Diameter : 14,9 m

Laju alir : 11413,669 kg/jam

Tebal tangki : 2,25 in

Bahan : Alloy Steel jenis SA-203 grade C

Harga : \$ 735.887,00

5. Silo (S-01)

Kode : TK-103

Fungsi : Menyimpan produk Urea padat dengan laju kebutuhan 15602 kg/jam untuk produksi selama 10 hari.

Type : Cylindrical Vessel dengan dasar Conical

Kondisi Penyimpanan : Suhu : 30 °C

Tekanan : 1 atm

Kapasitas Tangki : 686,49 m³

Diameter : 7,4 m

Tinggi *Shell* : 7,4 m

Tinggi *bottom* : 3,70 m

Tinggi total : 11,09 m

Harga : Carbon Steel

Harga : \$ 42.926,00

6. Kompresor

Tabel 3. 1 Spesifikasi kompresor

Nama Alat	Jenis	jumlah <i>stage</i>	P masuk (atm)	P keluar (atm)	T masuk (K)	T keluar (K)	Power (Hp)	Harga (\$)
(C-101)	<i>Sentrifugal single stage</i>	1	80	173.0000	303	329.4584	7.5171	14.717,00
(C-102)	<i>Sentrifugal single stage</i>	1	0.4	1	413	461.2581332	7.71249891	3.925,00
(C-103)	<i>Sentrifugal multi stage</i>	2	11	173	413	544.0833454	7.57048399	49.058,00

7. Pompa

Tabel 3. 2 Spesifikasi pompa

Nama Alat	Fungsi	Jumlah Stage	power pompa (HP)	power motor (HP)	efisiensi pompa	efisiensi motor	kapasitas pompa (gpm)	Harga (\$)
(P-101)	Menaikan tekanan <i>fresh feed</i> amonia	5	21.500	25.0000	0.630	0.8800	49.6965	38.634,00
(P-102)	Menaikan tekanan keluaran <i>vacuum concentrator</i>	1	1.000	1.500	0.380	0.750	59.323	2.576,00
(P-103)	Menaikkan tekanan <i>recycle</i> amonia	5	37.000	40.000	0.650	0.910	86.274	45.634,00

8. Heat Exchanger

Tabel 3. 3 Spesifikasi *Heat Exchanger*

Nama Alat	Jenis	Fungsi	Shell Side			Tube Side			
			ID (in)	Pressure Drop (psi)	Rd	OD (in)	Panjang (ft)	Jumlah Tube	Pressure Drop (psi)
<i>Heat Exchanger</i> (E-101)	<i>Shell & Tube</i>	Memanaskan suhu NH ₃ sebelum masuk reaktor	25	0.0000053	0.0050476	0.25	20	295	0.852
<i>Heat Exchanger</i> (E102)	<i>Shell & Tube Vaporizer</i>	Menguapkan CO ₂	27	0.028	0.062	0.25	20	305	0.0062

3.2 Perencanaan Produksi

3.3.1 Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan Urea di Indonesia, mulai dari ketersediaan bahan baku hingga ketentuan kapasitas minimal. Melihat kebutuhan Urea dari tahun ke tahun yang mengalami peningkatan menunjukkan bahwa melesatnya perkembangan industri kimia di Indonesia. Diperkirakan kebutuhan Urea akan terus meningkat seiring kebutuhan pada kondisi sekarang. Maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 125.000 ton/tahun.

Dalam penentuan kapasitas produksi, ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu :

1. Proyeksi Kebutuhan dalam Negeri

Berdasarkan data statistik yang diperoleh dari Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia (APPI) tentang kebutuhan Urea di Indonesia dari taun ke tahun cenderung mengalami peningkatan.

Dengan kapasitas tersebut diharapkan :

a. Dapat menghemat devisa negara karena laju import Urea bisa ditekan seminimal mungkin.

b. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri

2. Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku merupakan hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan Urea dan penentuan kapasitas produksi pada suatu pabrik. Diharapkan kebutuhan bahan baku Amonia dapat diperoleh dari

P.T Panca Amara Utamma di Kabupaten Banggai, Sulawesi dengan kapasitas produksi 2000 ton/hari, dan CO₂ dapat diperoleh dari P.T Krakatau Stell

3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

Dalam penyusunan rencana produksi ada beberapa hal penting yang perlu diperhatikan, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal terletak pada kemampuan pabrik sedangkan faktor eksternal adalah suatu hal yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan.

1. Kemampuan Pasar

- a. Ketika kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka perencanaan produksi disusun secara maksimal.
- b. Ketika produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
- c. Ketika rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan di tahun berikutnya.

2. Kemampuan Pabrik

- a. Material (bahan baku)

Dalam pemilihan dan pemakaian material yang memenuhi kualitas serta kuantitas maka akan tercapai target produksi yang diinginkan.

b. Manusia (tenaga kerja)

Dengan memeberikan beberapa pelatihan terhadap karyawan, sehingga akan meningkatkan keterampilan dan bisa memaksimalkan kinerjanya.

c. Mesin (peralatan)

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

