

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara berkembang banyak melakukan pembangunan di segala bidang. Sampai saat ini pembangunan sektor industri di Indonesia mengalami peningkatan, salah satunya adalah pembangunan sub sektor industri kimia. Namun ketergantungan impor luar negeri masih lebih besar dibandingkan ekspornya. Indonesia masih banyak mengimpor bahan baku atau produk-produk suatu industri kimia dari luar negeri.

Akibat dari ketergantungan impor ini menyebabkan devisa negara berkurang. Oleh karena itu diperlukan suatu usaha untuk menanggulangi ketergantungan terhadap impor, salah satunya adalah dengan mendirikan pabrik untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Dengan berdirinya pabrik di Indonesia, akan menghemat devisa negara dan membuka peluang berdirinya pabrik lain yang menggunakan produk pabrik tersebut. Selain itu dapat membuka kesempatan untuk alih teknologi, membuka lapangan kerja baru dalam usaha ikut mengurangi angka pengangguran dan kemiskinan, serta meningkatkan pendapatan asli daerah setempat.

Ethylenediamine merupakan senyawa yang memiliki banyak kegunaan. Penggunaan yang utama adalah sebagai bahan baku pestisida (*fungisida*), bahan untuk mengolah selulosa pada industri pulp dan kertas, zat aditif pada minyak pelumas dan bahan bakar, *bleach activator*, bahan baku pembuatan

lem dan bahan pelapis (*coating*). Selain itu *ethylenediamine* juga digunakan untuk serat *sintetik*, dispersan pada detergen, serta pada industri farmasi. Penggunaan *ethylenediamine* dunia pada tahun 1990 sebesar 84.000 ton dan pada tahun 2003 mencapai 140.000 ton .

Dengan semakin beragam dan meningkatnya penggunaan *ethylenediamine*, maka diperkirakan permintaan pasar dunia terhadap *ethylenediamine* pada tahun-tahun mendatang juga akan terus meningkat. Oleh karena itu, pendirian pabrik *ethylenediamine* di Indonesia diharapkan memiliki masa depan yang cerah.

1.2 Kapasitas Perancangan

Kapasitas pabrik *ethylenediamine* ditentukan dengan didasarkan pada pertimbangan berikut :

- a. Prediksi kebutuhan *ethylenediamine*
- b. Ketersediaan bahan baku.
- c. Kapasitas komersial pabrik *ethylenediamine*

1.2.1 Prediksi Kebutuhan *Ethylenediamine*

Sampai saat ini, di Indonesia belum terdapat pabrik *ethylenediamine*, sehingga kebutuhan *ethylenediamine* masih harus diimpor dari luar negeri. Penggunaan *ethylenediamine* untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri akan terus mengalami peningkatan, terutama untuk industri pestisida. Berdasarkan data Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia, impor

..... Prarancangan Pabrik *Ethylenediamine*
 dari *Monoethanolamine* dan *Ammonia*
 Kapasitas 20.000 Ton / Tahun

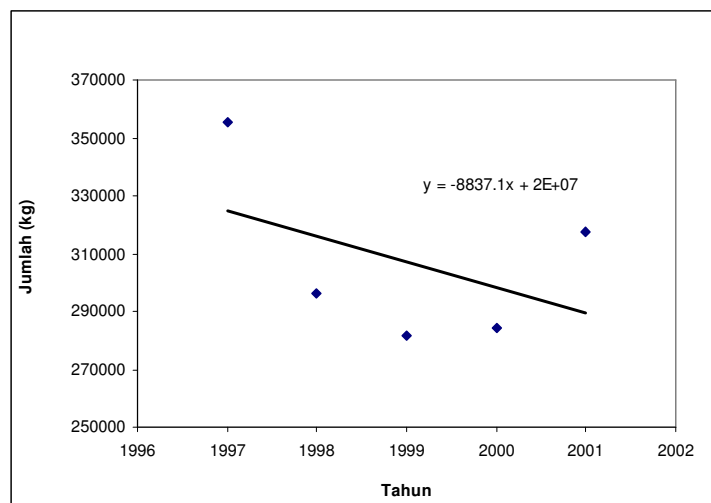
kebutuhan *ethylenediamine* di Indonesia cukup banyak. Hal ini dapat dilihat pada tabel 1.1.

Tabel 1.1. Data Impor *Ethylenediamine* di Indonesia tahun 1997-2001

Tahun	Kebutuhan (kg)
1997	355701
1998	296197
1999	281875
2000	284324
2001	317452

(Badan Pusat Statistik, 1997-2001)

Dari data Tabel 1.1. akan diperoleh grafik pada gambar :



Gambar.1.1. Grafik Impor *Ethylenediamine* di Indonesia

Dari data impor *ethylenediamine* Indonesia, bila dilakukan pendekatan dengan regresi linier dapat dinyatakan dengan persamaan garis lurus

..... Prarancangan Pabrik *Ethylenediamine*
 dari *Monoethanolamine* dan *Ammonia*
 Kapasitas 20.000 Ton / Tahun

$$y = -8837,1 x + 2.10^7$$

Dengan : y = jumlah impor *ethylenediamine* (kg/tahun)

x = tahun.

Besarnya impor *ethylenediamine* di Indonesia untuk tahun 2012 adalah sebesar 19.000 ton, sehingga prarancangan pabrik berkapasitas 20.000 ton/tahun mampu mencukupi kebutuhan impor.

Sedangkan pabrik *ethylenediamine* yang sudah berdiri di dunia dapat dilihat pada tabel 1.2.

Tabel 1.2. Data Pabrik *Ethylenediamine*

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (ton/th)
Union Carbide	Lousiana, Amerika Serikat	82.000
Texaco	Texas, Amerika Serikat	32.000
BASF AG	Antwerp, Jerman	30.000
Berol Kemi	Jerman	25.000
Dow Jefferson	Texas, AS	22.500
Modokemi	Stenungsund, Jerman	10.000
Synair	Amerika Serikat	20.000

(Kirk Othmer,1997dan Mc.Ketta, 1972)

1.2.2. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku utama pembuatan *ethylenediamine* yang berupa *ammonia* diperoleh dari PT. Pupuk Kaltim yang memiliki kapasitas 1000 ton/hari. Sedangkan *monoethanolamine* masih harus diimpor dari Funshun Beifhang

Chemical Co, Northeast China yang berkapasitas 150.000 ton/tahun. Hal ini karena di Indonesia masih belum terdapat pabrik *monoethanolamine*.

1.2.3. Kapasitas Ekonomis Pabrik dengan Proses yang Sama

Proses yang dipakai dalam pembuatan *ethylenediamine* ini adalah proses dengan bahan baku *monoethanolamine* dan *ammonia* yang memiliki rentang kapasitas antara 10.000 sampai 82.000 ton per tahun.

Kapasitas rancangan minimum pabrik *ethylenediamine* dapat diketahui dari kapasitas pabrik *ethylenediamine* yang telah berdiri yaitu Modokemi di Stenungsund, Jerman dengan kapasitas 10.000 ton per tahun.

Berdasarkan hal tersebut, maka dalam prarancangan pabrik *ethylenediamine* ini ditetapkan kapasitas produksi sebesar 20.000 ton per tahun dan pabrik mulai beroperasi pada tahun 2012.

1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pabrik yang akan didirikan berlokasi di kawasan industri Bontang Kalimantan Timur. Faktor – faktor yang mempengaruhi dalam pemilihan lokasi pabrik di daerah Kalimantan Timur antara lain :

1.3.1 Faktor Primer

1.3.1.1 Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan operasi sehingga keberadaannya harus benar – benar diperhatikan. *Ammonia* yang menjadi bahan baku utama diperoleh dari PT. Pupuk Kaltim, Kalimantan Timur, sedangkan

monoethanolamine diimpor dari China. Sehingga pemilihan lokasi di kawasan industri Bontang Kalimantan Timur ini diharapkan dapat menjamin kelangsungan operasi pabrik.

1.3.1.2 Pemasaran

Lokasi pabrik berada di kawasan industri sehingga merupakan area yang potensial untuk pemasaran. Selain itu lokasi yang berdekatan dengan pantai dan pelabuhan akan menguntungkan untuk keperluan ekspor produk ke luar negeri.

1.3.1.3 Utilitas

Utilitas yang dibutuhkan adalah keperluan air, listrik, dan bahan bakar. Kebutuhan air pendingin diperoleh dari laut. Kebutuhan tenaga listrik diperoleh dari generator yang dibangun sendiri serta pasokan dari PLN. Sedangkan kebutuhan bahan bakar dapat diperoleh dari Pertamina.

1.3.1.4 Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang dibutuhkan diperoleh dari masyarakat sekitar selain tenaga ahli yang harus didatangkan dari luar wilayah.

1.3.1.5 Transportasi dan Telekomunikasi

Transportasi dan telekomunikasi di kawasan industri Bontang, Kalimantan Timur cukup baik, sehingga arus barang dan komunikasi dapat berjalan dengan lancar. Transportasi, baik darat, laut, maupun udara cukup baik dan relatif mudah diperoleh.

1.3.2. Faktor Sekunder

1.3.2.1 Kebijakan Pemerintah

Bontang merupakan kawasan industri dan berada dalam teritorial Negara Republik Indonesia sehingga secara geografis pendirian pabrik di kawasan tersebut tidak bertentangan dengan kebijakan pemerintah

1.3.2.2 Tanah dan Iklim

Penentuan suatu kawasan tentunya terkait dengan masalah tanah, yaitu tidak rawan terhadap bahaya tanah longsor, gempa, maupun banjir. Jadi pemilihan lokasi pendirian pabrik di kawasan industri Bontang sudah tepat. Kondisi iklim di Bontang seperti iklim di Indonesia pada umumnya ini tidak membawa pengaruh yang besar terhadap jalannya proses produksi.

1.3.2.3 Buangan Pabrik

Hasil buangan pabrik sebelum dibuang ke lingkungan, harus diolah terlebih dahulu. Lokasi pabrik berada di kawasan industri Bontang, yang telah tersedia unit pengolahan limbah akan memberikan kemudahan dalam menangani masalah limbah.

1.3.2.4 Keamanan Masyarakat

Masyarakat Bontang merupakan campuran dari berbagai suku bangsa yang hidup saling berdampingan, hal ini bukan merupakan faktor penghambat tetapi menjadi faktor pendukung pendirian suatu pabrik. Pembangunan pabrik di lokasi tersebut

dipastikan akan mendapat sambutan baik dan dukungan dari masyarakat setempat, dan dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat.

1.4 Tinjauan Pustaka

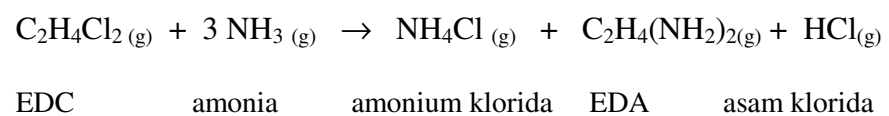
1.4.1 Macam – macam Proses Pembuatan Ethylenediamine

Ada beberapa macam proses utama yang digunakan dalam proses pembuatan *ethylenediamine*, yaitu:

1.4.1.1 Metode Ammonolysis Ethylene Dichloride

Metode ini telah digunakan sejak enam puluh tahun yang lalu. Pembuatan *ethylenediamine* dengan metode ini dilakukan dengan mereaksikan *ethylene dichloride* ($C_2H_4Cl_2$ atau EDC) dengan *ammonia* (NH_3) pada reaktor *fixed bed* fase gas dengan suhu dan tekanan yang tinggi, sehingga dihasilkan produk yang berupa campuran *ethylenediamine* dan garam amonium klorida. Garam tersebut kemudian dinetralisasi, biasanya dengan larutan soda kaustik (NaOH).

Reaksi :



Distribusi produk dapat dikendalikan dengan mengatur perbandingan mol NH_3 : EDC dan *me-recycle* produk. Jika perbandingan mol NH_3 :EDC diperbesar, maka akan meningkatkan

produk *ethylenediamine*. Namun jika perbandingan mol $\text{NH}_3:\text{EDC}$ diperkecil akan memacu terbentuknya *polyethylene polyamine* lain, seperti *piperazine*, *diethylenetriamine* (DETA), *amino ethyl piperazine* (AEP), *triethylenetetramine* (TETA) dan *tetraethylenepentamine* (TEPA). Produk-produk amina tersebut dapat dipisahkan dari campuran yang mengandung garam dengan kristalisasi disertai penguapan, ekstraksi pelarut atau kombinasi dari proses-proses tersebut. Setelah produk-produk amina dipisahkan dari garamnya, harus dimurnikan lagi dengan metode distilasi fraksional. (Kirk Othmer, 1983)

Kelemahan utama dari proses ini adalah adanya resiko terjadinya korosi pada peralatan yang disebabkan terbentuknya garam amonium klorida serta kesulitan untuk *recovery* senyawa-senyawa *amine* dari produk larutan yang bercampur dengan asam klorida. (US.Patent No.3068290)

1.4.1.2. Metode Ammonolysis Ethylene Glicol

Ethylenediamine dapat diproduksi dengan mereaksikan *ethylene glicol* dan *ammonia* serta hidrogen. Reaksi dilakukan pada fase cair, suhu dan tekanan tinggi pada reaktor *fixed bed*. Suhu reaksi antara 220°C sampai 270°C . Tekanan operasi harus lebih tinggi dari 1000 lb/in^2 , yaitu sekitar 3000 sampai 6000 lb/in^2 . Perbandingan mol umpan *ethylene glicol* dan *ammonia* minimal 1:15, dan sebaiknya digunakan perbandingan 20 – 30 mol *ammonia*

per mol *ethylene glycol*. Katalis yang dapat digunakan dalam proses ini adalah nikel dan tembaga. (US.Patent No.3137730)

Proses yang terjadi pada pembuatan *ethylenediamine* dari *ethylene glycol* dan *ammonia* serta hidrogen adalah sebagai berikut. Umpan *ethylene glycol*, *ammonia* dan hidrogen dengan perbandingan tertentu sebelum direaksikan dalam reaktor dipanaskan terlebih dahulu dalam *preheater*. Selanjutnya *ethylene glycol*, *ammonia* dan hidrogen bereaksi di dalam reaktor *fixed bed* fase gas pada suhu dan tekanan tertentu. Aliran hasil dari reaktor kemudian dialirkan ke *stripper* untuk memisahkan sisa *ammonia* dan hidrogen yang tidak bereaksi. Produk yang mengandung *ethylenediamine* kemudian dipisahkan di dalam menara distilasi hingga diperoleh produk dengan kemurnian tertentu.(US.Patent No.3137730)

Keuntungan dari proses ini adalah baik reaktan, produk utama maupun produk samping tidak menimbulkan masalah korosi pada peralatan proses. Sedangkan kelemahannya adalah memerlukan tekanan operasi yang sangat tinggi, yaitu minimal 3000 psia atau sekitar 200 atm. Selain itu, dalam prosesnya memerlukan *ammonia* dalam jumlah yang sangat besar.

1.4.1.3. Metode Ammonolysis Monoethanolamine

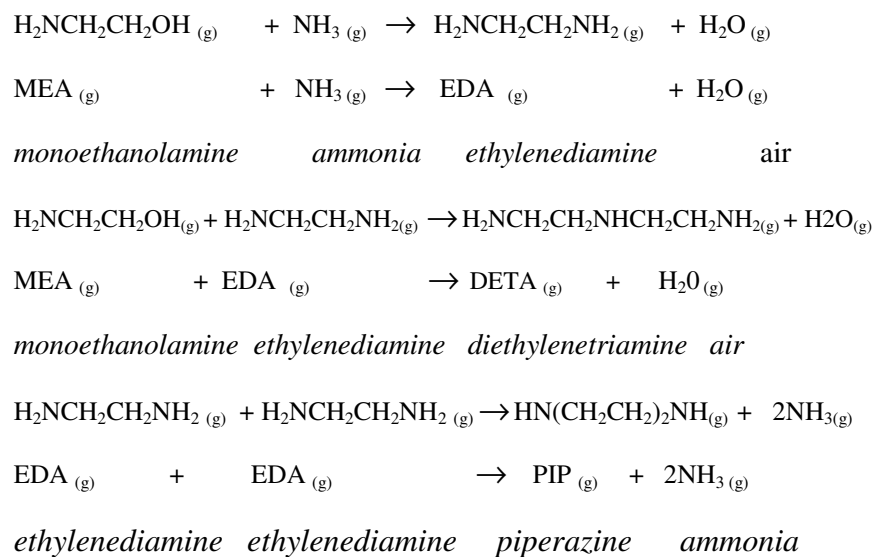
Metode ini ditemukan sejak akhir tahun 1960 dan diharapkan dapat menjadi metode alternatif sebagai pengganti proses

..... Prarancangan Pabrik Ethylenediamine
 dari Monoethanolamine dan Ammonia
 Kapasitas 20.000 Ton / Tahun

pembuatan *ethylenediamine* dari *ethylene dichloride* yang dinilai kurang menguntungkan dari segi korosivitas terhadap peralatan proses.

Pada metode ini, *ethylenediamine* dibuat dengan cara mereaksikan *monoethanolamine* dan *ammonia* di dalam suatu reaktor *fixed bed* dengan suhu dan tekanan tinggi. Reaksi ini menghasilkan *ethylenediamine* sebagai hasil utama dan *diethylenetriamine*, *piperazine* serta air sebagai hasil samping.

Reaksi :



Proses pembuatan *ethylenediamine* dari *monoethanolamine* dan *ammonia* adalah sebagai berikut: *ammonia*, *monoethanolamine*, aliran *recycle* diumpankan ke dalam suatu reaktor *fixed bed* fase gas. Reaksi berlangsung pada suhu sedang dan hasil keluaran reaktor mengandung produk *ethylenediamine*,

diethylenetriamine, piperazine, monoethanolamine dan ammonia yang tidak bereaksi serta air.

Setelah melalui serangkaian proses pemisahan untuk memisahkan *ammonia* yang tidak bereaksi, produk dan reaktan dipisahkan dalam menara distilasi. *Monoethanolamine* di-recycle ke reaktor sedangkan air dibuang. (Mc.Ketta,1972)

Ethylenediamine dapat dihasilkan dengan cara mereaksikan *monoethanolamine* dengan perbandingan mol *monoethanolamine* dan *ammonia* paling sedikit 1:1 sampai 1:16 pada tekanan sekitar 25-1000 psig untuk proses kontinyu dan 200-5000 psig untuk proses *batch*. Suhu operasi berkisar antara 100 sampai 400°C.

Jika *monoethanolamine* direaksikan dengan *ammonia* dengan perbandingan mol paling sedikit 1:3, pada tekanan 25-1000 lb/in², dalam suatu reaktor unggun tetap berkatalis (*fixed bed catalytic*) fase gas dengan sekitar 100-400°C maka akan dihasilkan produk-produk yang mengandung nitrogen. Pada kondisi tersebut *monoethanolamine* yang terkonversi sekitar 70 sampai 80%. Katalis yang biasa digunakan dalam proses ini adalah *nickel, cobalt*, dan katalis logam lain seperti platina dan *palladium*. Namun, yang paling sering digunakan adalah *Raney nickel* dan *Raney cobalt*.

Berdasarkan beberapa proses pembuatan *ethylenediamine*, maka dipilih proses dengan bahan baku *monoethanolamine* dan *ammonia* karena memiliki beberapa kelebihan diantaranya :

- Tidak menimbulkan korosi pada peralatan proses baik yang disebabkan oleh reaktan, produk utama maupun produk samping seperti pada metode dengan bahan baku *ethylene dichloride*.
- Tekanan operasi tidak terlalu tinggi dan kebutuhan *ammonia* tidak terlalu besar bila dibandingkan proses dengan bahan baku *ethylene glicol*.

1.4.2 Kegunaan produk

Ethylenediamine dapat dimanfaatkan pada berbagai industri, baik sebagai bahan baku maupun bahan baku pendukung. Pemanfaatan *ethylenediamine* diantaranya adalah sebagai berikut:

1.4.2.1 Industri Pestisida

Pada industri ini, *ethylenediamine* digunakan sebagai bahan baku pembuatan pestisida, terutama fungisida. Beberapa jenis fungisida yang dibuat dari *ethylenediamine* adalah sebagai berikut:

a. *Ethylene-bis-dithiocarbamate (EBDC)*

Merupakan fungisida yang dibuat dengan cara mereaksikan *ethylenediamine* dengan *carbon disulfide* dalam suasana basa dengan menambahkan natrium hidroksida.



b. *Imidazoline*

Golongan *imidazoline* yang merupakan jenis pestisida adalah *2-heptadecyl-2-imidazoline* yang dibuat dengan cara mereaksikan *ethylenediamine* dengan asam stearat.

1.4.2.2 Industri pulp dan kertas

Pada industri kertas, *ethylenediamine* digunakan untuk delignifikasi pada proses *pulping*.

1.4.2.3 Industri minyak pelumas dan bahan bakar minyak

Ethylenediamine yang telah dialkylasi dapat digunakan sebagai zat aditif pada minyak pelumas dan bahan bakar minyak untuk mencegah terjadinya endapan.

Selain itu, *ethylenediamine* juga digunakan sebagai zat aditif pada bahan bakar mesin diesel yang berguna untuk menaikkan angka *cetane* sehingga dapat meningkatkan kualitas bahan bakar mesin diesel.

1.4.2.4 Industri tekstil dan serat

Pada industri tekstil dan serat, baik serat alami maupun serat sintetis, *ethylenediamine* digunakan sebagai bahan

pendukung pada industri zat pewarna untuk serat sintetis. Selain itu *ethylenediamine* juga digunakan untuk meningkatkan mutu produk tekstil, misalnya sebagai bahan pengawet pada kain dan serat, menghaluskan serat *wool* dari kerutan serta untuk melindungi kain dan serat dari ngelat.

1.4.3 Sifat Fisis dan Kimia

1.4.3.1 Bahan Baku *Monoethanolamine* (MEA)

Monoethanolamine adalah cairan tidak berwarna, mempunyai viskositas sedang, berbau menyengat, larut dalam air dan alkohol. *Monoethanolamine* digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan *ethyleneamines*, industri kimia, industri kosmetik, industri pengolahan karet, serta industri farmasi.

a. Sifat Fisis *Monoethanolamine*

Rumus Molekul	:	C_2H_7NO
Bentuk (pada 25°C)	:	Cair
Berat molekul, [gr/mol]	:	61,084
Titik didih (pada 1 atm), [°K]	:	444,15
Titik beku (pada 1 atm), [°K]	:	283,66
Densitas (pada 25 °C), [gr/ml]	:	1,014
Tekanan kritis, [bar]	:	68,70
Temperatur kritis, [°K]	:	638,0

(Yaws, 1999)

b. Sifat Kimia Monoethanolamine

- Dengan bantuan air, *monoethanolamine* bereaksi dengan CO_2 membentuk *carbamat*
- *Monoethanolamine* jika bereaksi dengan formaldehid akan membentuk senyawa *hidroxymethyl*
- *Monoethanolamine* bereaksi dengan *carbon disulfide* membentuk *2-mercaptothiazoline*
- Reaksi antara *monoethanolamine* dengan asam akan membentuk garam
- *Monoethanolamine* bereaksi dengan asam atau asam klorida membentuk *amides*
- *Monoethanolamine* jika bereaksi dengan *ammonia* dapat membentuk *ethyleneamines*.

(Ulmann,1999)

1.4.3.2 Bahan Baku Ammonia

Ammonia pada suhu kamar berbentuk gas, berbau menyengat serta mudah terserap di dalam air membentuk larutan *ammonia*. Penggunaan *ammonia* yang terbesar adalah sebagai bahan baku pupuk. Selain itu *ammonia* juga digunakan pada berbagai industri kimia.

a. Sifat Fisis Ammonia

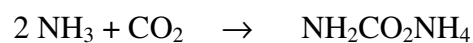
Rumus Molekul : NH_3
 Bentuk (pada 25°C) : Gas

Berat molekul, [gr/mol]	:	17,031
Titik didih (pada 1 atm), [°K]	:	239,72
Titik beku (pada 1 atm), [°K]	:	195,41
Densitas (pada 25 °C), [gr/ml]	:	0,602
Viskositas cairan (pada 25 °C), [Cp]	:	0,135
Viskositas gas (pada 25 °C), [μp]	:	101,28
Tekanan kritis, [bar]	:	112,78
Temperatur kritis, [°K]	:	405,65

(Yaws, 1999)

b. Sifat Kimia Ammonia

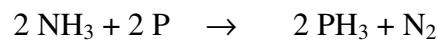
- *Ammonia* stabil pada temperatur sedang, tetapi terdekomposisi menjadi hidrogen dan nitrogen pada temperatur yang tinggi. Pada tekanan atmosfer dekomposisi terjadi pada 450 – 500 °C.
- Oksidasi *ammonia* pada temperatur yang tinggi menghasilkan nitrogen dan air.
- Reaksi antara *ammonia* dengan karbondioksida menghasilkan *ammonium carbamat*, reaksinya sebagai berikut :



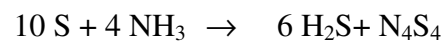
Ammonium carbamat kemudian terdekomposisi menjadi urea dan air.

..... Prarancangan Pabrik Ethylenediamine
 dari Monoethanolamine dan Ammonia
 Kapasitas 20.000 Ton / Tahun

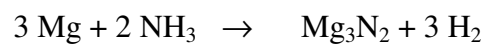
- Ammonia bereaksi dengan uap *phospor* pada panas yang tinggi menghasilkan *nitrogen* dan *phospine*



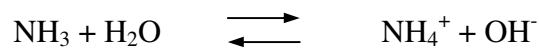
- Ammonia bereaksi dengan uap belerang menghasilkan *ammonium sulfat* dan *nitrogen*. Belerang dan *anhydrous ammonia* cair bereaksi menghasilkan *nitrogen sulfida*.



- Pemanasan *ammonia* dengan logam yang reaktif seperti *magnesium* menghasilkan *nitride*:



- Reaksi antara *ammonia* dengan air bersifat reversibel reaksinya adalah sebagai berikut :



- Kelarutan *ammonia* dalam air turun dengan cepat dengan naiknya temperatur
- *Halogen* bereaksi dengan *ammonia*. *Chlorine* dan *bromine* melepaskan nitrogen dari *ammonia* yang berlebihan untuk menghasilkan garam-garam amonium.
- Reaksi antara *ammonia* dengan *ethylene oxide* akan membentuk *mono-*, *di-* dan *triethanolamine*

(Kirk & Othmer, 1983)

1.4.3.3 Produk *Ethylenediamine* (EDA)

Ethylenediamine pada suhu kamar berbentuk cair tidak berwarna hingga kekuning-kuningan dan berbau menyengat. Bersifat basa kuat. Larut secara sempurna dalam air dan alkohol. Dalam industri kimia, *ethylenediamine* merupakan bahan baku pembuatan fungisida. Selain itu, *ethylenediamine* banyak dimanfaatkan sebagai bahan intermediet dan bahan aditif pada berbagai industri.

a. Sifat Fisis *Ethylenediamine*

Rumus Molekul	:	$C_2H_8N_2$
Bentuk (pada 25°C)	:	Cair
Berat molekul, [gr/mol]	:	60,099
Titik didih (pada 1 atm), [°K]	:	390,41
Titik beku (pada 1 atm), [°K]	:	284,29
Densitas (pada 25 °C), [gr/ml]	:	0,983
Viskositas gas (pada 25 °C), [μ p]	:	72,45
Tekanan kritis, [bar]	:	62,90
Temperatur kritis, [°K]	:	593,0

(Yaws, 1999)

b. Sifat Kimia *Ethylenediamine*

- *Ethylenediamine* bereaksi dengan asam nitrat menghasilkan *ethylenedinitramine* dan air pada suhu tinggi

- *Ethylenediamine* bereaksi dengan cepat dengan epoksi, seperti *ethylene oxide* atau *propilen oxide* menghasilkan campuran *hydroxyalkyl*. Jika *ethylenediamine* direaksikan dengan *etilen oxide* dengan perbandingan mol 1:4 akan menghasilkan campuran yang terdiri dari mono-, di-, tri-, dan *tetrahidroxyethyl*
- *Ethylenediamine* bereaksi dengan *aziridine* menghasilkan *epoxy*. Distribusi produk dikendalikan oleh perbandingan mol *ethylenediamine* dan *aziridine*.
- *Ethylenediamine* bereaksi secara eksotermis dengan aldehyd menghasilkan mono- dan *disubstituted imidazolidines*. Distribusi produk tergantung pada stoikiometri dan kondisi reaksi.
- *Ethylenediamine* dapat bereaksi dengan formaldehyd dan *sodium cyanide*, dalam kondisi basa, akan menghasilkan garam *tetrasodium* dari *ethylenediaminetetraaceticacid*. Produk reaksi ini digunakan sebagai *chelating agent*.
- *Ethylenediamine* bereaksi dengan *carbon disulfide* menghasilkan *ethylene bis-dithiocarbamat*
- *Ethylenediamine* jika direaksikan dengan urea, *diethyl carbonate*, karbondioksida, atau *fosgen* menghasilkan etilen urea (*2-imidozolidinone*)

(Kirk & Othmer, 1983)

1.4.3.4 Produk *Diethylenetriamine* (DETA)

Diethylenetriamine pada suhu kamar berbentuk cair berwarna kuning dan berbau menyengat dan merupakan cairan higroskopis. Larut dalam air dan hidrokarbon. *Diethylenetriamine* digunakan sebagai bahan aditif pada bahan bakar minyak dan pelumas. Selain itu *diethylenetriamine* juga digunakan sebagai bahan intermediet dalam industri lem, pelembut serat kain dan lain sebagainya.

a. Sifat Fisis *Diethylenetriamine*

Rumus Molekul	:	$C_4H_{13}N_3$
Bentuk (pada 25°C)	:	Cair
Berat molekul, [gr/mol]	:	103,167
Titik didih (pada 1 atm), [°K]	:	482,25
Titik beku (pada 1 atm), [°K]	:	234,15
Densitas (pada 25 °C), [gr/ml]	:	0,954
Viskositas gas (pada 25 °C), [μp]	:	62,73
Tekanan kritis, [bar]	:	42,20
Temperatur kritis, [°K]	:	676,0

(Yaws, 1999)

b. Sifat Kimia *Diethylenetriamine*

- *Diethylenetriamine* beraksi secara eksotermal dengan aldehid menghasilkan *imidazolidine*.

- *Diethylenetriamine* bereaksi dengan ethylene oxide atau propilen oxide membentuk campuran *hidroxyalkyl derivative*.
- *Diethylenetriamine* bereaksi dengan *aziridine* membentuk *epoxide*.
- *Diethylenetriamine* bereaksi dengan asam, ester, asam anhidrid menghasilkan *amidoamines* dan *polyamides*.

(Kirk & Othmer,1983)

1.4.3.5 Produk Air

a. Sifat Fisis Air

Rumus Molekul	:	H ₂ O
Bentuk (pada 25°C)	:	Cair
Berat molekul, [gr/mol]	:	18,015
Titik didih (pada 1 atm), [°K]	:	373,155
Titik beku (pada 1 atm), [°K]	:	273,15
Densitas (pada 25 °C), [gr/ml]	:	1,027
Viskositas cairan (pada 25 °C), [Cp]	:	0,911
Tekanan kritis, [bar]	:	220,55
Temperatur kritis, [°K]	:	676,0

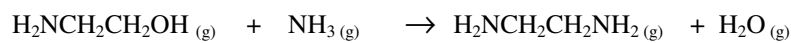
(Yaws, 1999)

1.4.4 Tinjauan Proses Secara Khusus

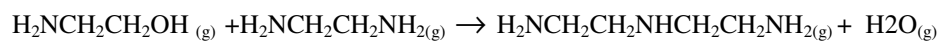
Reaksi antara *monoethanolamine* dan *ammonia* yang menghasilkan *ethylenediamine*, *diethylenetriamine* dan air merupakan reaksi *ammonolysis*.

Reaksi *ammonolysis* didefinisikan sebagai reaksi antara *ammonia* dengan suatu senyawa, dimana *ammonia* bereaksi dengan suatu senyawa membentuk amida atau amina dan hasil yang lain. Reaksi ini umumnya berdasarkan adanya ikatan valensi dalam senyawa, selanjutnya terjadi penambahan rantai $-NH_2$ pada salah satu pecahannya dan atom hidrogen pada pecahan yang lain.

Reaksi yang terjadi adalah :



monoethanolamine ammonia ethylenediamine air



monoethanolamine ethylenediamine diethylenetriamine air

Reaksi *ammonolysis* terhadap *monoethanolamine* ini biasanya berlangsung pada fase gas, tekanan dan suhu sedang dan merupakan reaksi katalitik. Reaktor yang digunakan adalah reaktor *fixed bed* berkatalis. Katalis yang biasa digunakan untuk reaksi ini adalah tipe katalis hidrogenasi seperti nikel, *cobalt*, platina dan palladium.

Produk yang berupa campuran *ethylenediamine*, *diethylenetriamine*, air, dan *ammonia* serta *monoethanolamine* yang tidak bereaksi ini selanjutnya dipisahkan dalam *partial condenser* dan

..... Prarancangan Pabrik Ethylenediamine
dari Monoethanolamine dan Ammonia
Kapasitas 20.000 Ton / Tahun

rangkaian menara distilasi untuk memperoleh produk *ethylenediamine* sebagai produk utama dan *diethylenetriamine* sebagai produk samping. Sedangkan *ammonia* dan *monoethanolamine* yang tidak bereaksi di-*recycle* untuk direaksikan kembali pada reaktor.

..... *Prarancangan Pabrik Ethylenediamine
dari Monoethanolamine dan Ammonia
Kapasitas 20.000 Ton / Tahun*
