



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Industri merupakan salah satu pendorong utama perekonomian karena menciptakan banyak lapangan kerja dan menghasilkan berbagai produk yang kita butuhkan sehari – hari. Di dalam dunia industri, industri kimia memiliki peranan penting dalam mendukung berbagai sektor industri modern seperti tekstil, pertanian, farmasi, dan material fungsional. Melalui industri kimia, berbagai bahan kimia diproduksi untuk menunjang proses produksi industri. Salah satu bahan kimia yang memiliki peranan penting adalah EDA (*ethylenediamine*). EDA dikenal sebagai senyawa serbaguna yang digunakan dalam pembuatan chelates (pengkelat), deterjen, poliamida seperti resin, serta bahan tambahan pada industri tekstil dan produk kimia lainnya. Luasnya pemanfaatan EDA di berbagai sektor industri menyebabkan kebutuhan terhadap senyawa ini terus meningkat seiring dengan perkembangan industri, sehingga produksinya terus ditingkatkan untuk memenuhi permintaan pasar (Abdoul-Carime et al., 2024).

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan EDA di Indonesia sejalan dengan pertumbuhan industri, hingga saat ini pasokan bahan kimia ini masih banyak bergantung pada impor. Ketergantungan yang tinggi pada produk luar negeri menyebabkan industri dalam negeri rentan terhadap perubahan harga pasar global dan masalah pengiriman internasional, yang dapat berdampak pada kenaikan biaya produksi. Oleh karena itu, kemampuan untuk memproduksi EDA secara mandiri di dalam negeri menjadi semakin mendesak untuk diwujudkan. Pengembangan proses produksi yang efisien dan ramah lingkungan juga diperlukan agar industri dapat beroperasi secara berkelanjutan. Dengan membangun pabrik EDA sendiri di dalam negeri, Indonesia dapat menjamin ketersediaan bahan baku, meningkatkan kemandirian industri kimia nasional, serta menghasilkan nilai ekonomi lebih tinggi melalui pengolahan sumber daya lokal (Wu and An, 2024).



PRA RANCANGAN PABRIK

"Pabrik EDA (*Ethylenediamine*) dari MEA (*Monoethanolamine*) dan Ammonia dengan Proses *Ammonolysis Monoethanolamine*"

I.2 Kegunaan Etilendiamin

EDA memegang peran penting di berbagai sektor industri sebagai bahan utama maupun bahan pendukung. Berikut ini beberapa kegunaannya di berbagai sektor industri :

1. Industri Tekstil

EDA digunakan untuk memodifikasi kain poliester agar dapat mengikat partikel perak berukuran nano sehingga memberikan sifat antimikroba dan antioksidan pada kain. Aplikasi ini mendukung pengembangan tekstil yang lebih higienis dan tahan lama (Allehyani, 2022). Berdasarkan laporan *Chemical Analysis* tahun 2024, penggunaan EDA pada industri tekstil diperkirakan sekitar 10% dari total konsumsi EDA.

2. Industri Polimer

EDA digunakan sebagai *curing agent* pada resin epoksi untuk membentuk polimer yang kuat dan stabil secara kimia. EDA juga dimanfaatkan dalam sintesis polimer seperti poliamida dan poliurea untuk aplikasi pelapis, perekat, dan material komposit (Kusuma et al., 2025). Berdasarkan laporan *Chemical Analysis* tahun 2024, penggunaan EDA pada industri resin dan polimer diperkirakan sekitar 10% dari total konsumsi EDA.

3. Industri Farmasi

EDA digunakan dalam industri farmasi sebagai bahan pendukung pembentukan struktur obat melalui interaksinya dengan senyawa aktif. Salah satu aplikasinya adalah pada pembuatan aminofilin untuk membantu melegakan saluran pernapasan pada penderita asma (Kusuma et al., 2025). Berdasarkan laporan *Chemical Analysis* tahun 2024, penggunaan EDA di industri farmasi diperkirakan sekitar 15% dari total konsumsi EDA.

4. Industri Agrokimia

EDA digunakan sebagai bahan baku dalam sintesis senyawa agrokimia seperti herbisida, pestisida, dan fungisida karena struktur diaminanya yang mendukung aktivitas biologis dalam pengendalian hama dan penyakit tanaman (Kusuma et al., 2025). Berdasarkan laporan *Chemical Analysis*



PRA RANCANGAN PABRIK

"Pabrik EDA (*Ethylenediamine*) dari MEA (*Monoethanolamine*) dan Ammonia dengan Proses *Ammonolysis Monoethanolamine*"

tahun 2024, penggunaan EDA pada industri agrokimia diperkirakan sekitar 25% dari total konsumsi EDA.

I.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan EDA (*ethylenediamine*) metode *ammonolysis monoethanolamine* adalah MEA (*monoethanolamine*) dan Ammonia. Bahan baku MEA belum di produksi di Indonesia sehingga harus diimpor dari negara lain, sedangkan bahan baku ammonia terdapat pasokan dari dalam negeri. Industri komersial baha baku utama pembuatan EDA yang telah beroperasi dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel I.1 Pabrik Komersial MEA di Negara Lain

Industri	Negara	Kapasitas (Ton/Tahun)	Harga Kg produk (USD)
Lotte Chemical Engineering Plastics (Jiaxing) Co., Ltd.	Jiaxing City, China	50.000	1,74
PTT Global Chemical	Map Ta Phut, Thailand	50.000	1,5
Petronas Chemicals Group	Terengganu, Malaysia	75.000	0,69

(Sumber : Situs Resmi Perusahaan dan www.alibaba.com, 2025)

Tabel I.2 Pabrik Komersial Ammonia di Indonesia

Industri	Daerah	Kapasitas (Ton/Tahun)	Harga Kg produk (USD)
PT. Pupuk Kalimantan Timur	Kalimantan Timur	2.740.00	0,5
PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang	Sumatera Selatan	1.283.991	0,5
PT. Pupuk Iskandar Muda	Aceh Utara	726.000	0,5

(Sumber : Situs Resmi Perusahaan dan www.alibaba.com, 2025)



PRA RANCANGAN PABRIK

"Pabrik EDA (*Ethylenediamine*) dari MEA (*Monoethanolamine*) dan Ammonia dengan Proses *Ammonolysis Monoethanolamine*"

Tabel I.3 Pabrik Komersial Katalis Nikel

Industri	Daerah	Kapasitas (Ton/Tahun)	Harga Kg produk (USD)
Shandong Dengzhuo Chemical Co., Ltd.	Shandong, China	50.000	5,11
Gongyi Yalv Material Co., Ltd.	Henan, China	10.000	8
Shanghai Fuyu New Material Technology Co., Ltd.	Jiangsu, China	5.000	15

(Sumber : Situs Resmi Perusahaan dan www.alibaba.com, 2025)

Kebutuhan amonia diperoleh dari PT. Pupuk Iskandar Muda dengan kapasitas produksi 726.000 ton/tahun, sedangkan MEA diperoleh melalui impor dari Petronas Chemicals Group yang memiliki kapasitas produksi sebesar 75.000 ton/tahun. Selain itu, katalis zeolit yang digunakan dalam proses produksi diperoleh dari Shandong Dengzhuo Chemical Co., Ltd. dengan kapasitas produksi pabrik sekitar 50.000 ton/tahun.

I.4 Penentuan Kapasitas Produksi Pabrik

Kapasitas pabrik merupakan suatu hal yang diperhatikan untuk memengaruhi perhitungan dari segi teknis maupun ekonomis. Pabrik yang didirikan menggunakan kapasitas yang tepat akan menghasilkan keuntungan. Kebutuhan produk merupakan pertimbangan dalam menentukan kapasitas pabrik. Jika semakin banyak permintaan produk, maka pabrik dapat didirikan dengan kapasitas produksi yang lebih besar. Penentuan kapasitas pabrik yang akan kami dirikan menggunakan metode *discounted*, yang mempertimbangkan kenaikan rata – rata setiap tahun dengan data yang dibutuhkan. Tujuannya untuk menghitung jumlah kebutuhan sementara untuk memprediksi kapasitas pabrik yang akan didirikan pada tahun 2030.



PRA RANCANGAN PABRIK

"Pabrik EDA (*Ethylenediamine*) dari MEA (*Monoethanolamine*) dan Ammonia dengan Proses *Ammonolysis Monoethanolamine*"

Pada metode *discounted* memiliki rumus untuk perhitungan kapasitas yaitu :

$$m_3 = (m_5 + m_4) - (m_1 + m_2) \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan,

m_1 = Nilai impor dalam negeri pada tahun 2030 (ton/tahun)

m_2 = Nilai produksi pabrik di dalam negeri (ton/tahun)

m_3 = Kapasitas pabrik yang didirikan pada tahun 2030 (ton/tahun)

m_4 = Nilai ekspor pada tahun 2030 (ton/tahun)

m_5 = Nilai konsumsi dalam negeri pada tahun 2030 (ton/tahun)

Dimana, untuk menghitung nilai setiap masing – masing m , menggunakan rumus :

$$m_1 = P \times (1 + i)^n \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan,

P = Jumlah pertumbuhan tahunan (%)

i = Pertumbuhan rata – rata (%)

n = Selisih tahun yang diperhitungkan

Nilai m_1 yaitu nilai impor *Ethylenediamine* pada tahun 2030 sebesar 0. Karena kami mengasumsikan, pabrik telah memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga,

$$m_1 = 0 \text{ ton/tahun} \dots\dots\dots(3)$$

Kemudian nilai m_2 merupakan data kapasitas pabrik yang berdiri di Indoensia. Karena belum terdapat pabrik *Ethylenediamine* yang berdiri dan beroperasi di Indonesia sehingga,

$$m_2 = 0 \text{ ton/tahun} \dots\dots\dots(4)$$

Nilai m_4 yaitu nilai ekspor *Ethylenediamine* pada 2030, *Ethylenediamine* akan diekspor ke negara tetangga atau asia tenggara. Nilai ekspor dapat diketahui dengan menghitung nilai impor atau kebutuhan dari negara yang akan dituju. Berikut merupakan tabel kebutuhan atau impor dari beberapa negara asia tenggara :



PRA RANCANGAN PABRIK

"Pabrik EDA (*Ethylenediamine*) dari MEA (*Monoethanolamine*) dan Ammonia dengan Proses *Ammonolysis Monoethanolamine*"

Tabel I.4 Data Impor EDA di Beberapa Negara Asia Tenggara

Tahun	Data Impor <i>Ethylenediamine</i> di Negara ASEAN (Ton/Tahun)				Total	Kenaikan (i) (%)
	Malaysia	Singapura	Vietnam	Thailand		
2020	5.394,122	0	2.430,45	499,549	8.324,12	0,00%
2021	6.392,71	2.906,057	3.058,69	509,617	12.867,08	54,58%
2022	0	2.963,732	2.395,52	954,903	6.314,155	-50,93%
2023	0	2.489,905	2.381,43	5914,09	10.785,42	70,81%
2024	5.799,14	2.061,987	0	7.901,254	15.762,38	46,15%
Kenaikan rata – rata (i)						24,12%

(Comtrade.ung, 2026)

$$m_4 = P \times (1 + i)^n$$

$$m_4 = 15.762,38 \times (1 + 0,2412)^6$$

$$m_4 = 57.636,86 \text{ ton/tahun} \dots \dots \dots (5)$$

Hasil nilai perhitungan m_4 perlu dipertimbangkan. Jika tidak semua negara *supply Ethylenediamine* dari Indonesia saja. Oleh karena itu, pabrik *Ethylenediamine* yang didirikan hanya memenuhi 45% dari kebutuhan karena menghindari risiko tidak terjualnya produk dan menimbulkan persaingan antar negara pengekspor. Sehingga,

$$m_4 = 57.636,86 \text{ ton/tahun} \times 0,45$$

$$m_4 = 25.936,59 \text{ ton/tahun} \dots \dots \dots (6)$$

Nilai m_5 yaitu konsumsi *Ethylenediamine* pada tahun 2030 dapat diketahui dengan data impor *Ethylenediamine* di Indonesia sebagai berikut :



PRA RANCANGAN PABRIK

"Pabrik EDA (*Ethylenediamine*) dari MEA (*Monoethanolamine*) dan Ammonia dengan Proses *Ammonolysis Monoethanolamine*"

Tabel I.5 Data Impor EDA di Indonesia

Tahun	Impor	Kenaikan (i)
	(Ton/ tahun)	(%)
2020	3.972,2280	0,0000
2021	4.157,1420	4,6552
2022	3.963,8790	-4,6489
2023	3.328,0600	-16,0403
2024	3.954,4780	18,8223
Total	19.375,7870	2,7882
Kenaikan Rata - Rata (i)		0,5576

(Badan Pusat Statistik, 2026)

$$m_5 = P \times (1 + i)^n$$

$$m_5 = 19.375,78 \times (1 + 0,0056)^6$$

$$m_5 = 4.088,6 \text{ ton/tahun} \dots \dots \dots (7)$$

Berikut merupakan Industri yang mengonsumsi *Ethylenediamine* di Indonesia dengan data konsumsi pada tahun 2024.

Tabel I.6 Data Konsumsi EDA di Industri Indonesia Pada Tahun 2024

No.	Industri	Kebutuhan (Ton/Tahun)
1	PT. Merck Kimia dan Ilmu Hayati	2.240,2767
2	Samsung Kimia Indonesia	746,7585
3	PT. Wiralab Analitika Solusindo	353,7279
4	Industri lainnya seperti PT.Sakata INX, PT.Multi Eka	598,5456
Total		3.930,31

(Volza, 2026)

Berikut perhitungan kapasitas pabrik *Ethylenediamine* di Indonesia untuk tahun 2030, yaitu :

$$m_3 = (m_5 + m_4) - (m_1 + m_2)$$

$$m_3 = (4.088,6 + 25.936,6) - (0 + 0)$$

$$m_3 = 30.025,2 \text{ ton/tahun} \dots \dots \dots (8)$$



PRA RANCANGAN PABRIK

"Pabrik EDA (*Ethylenediamine*) dari MEA (*Monoethanolamine*) dan Ammonia dengan Proses *Ammonolysis Monoethanolamine*"

Untuk menunjang nilai pasokan dalam negeri, maka kapasitas yang akan dirancang sebesar 133% dari hasil perhitungan kebutuhan awal. Penetapan kapasitas ini dimaksudkan untuk mengantisipasi peningkatan permintaan di masa mendatang, baik dari pasar dalam negeri maupun luar negeri. Dengan kapasitas produksi yang lebih besar, pabrik diharapkan memiliki daya saing yang lebih baik, mampu memperluas cakupan pemasaran, serta menjamin keberlanjutan dan kestabilan pasokan *Ethylenediamine* dalam jangka panjang. Kapasitas pabrik *Ethylenediamine* yang dihasilkan sebesar :

$$m_3 = 133\% \times 30.025,2 \text{ ton}$$

$$m_3 = 1,33 \times 30.025,2 \text{ ton}$$

$$m_3 = 39.339,6 \text{ ton/tahun} \approx 40.000 \text{ ton/tahun} \dots \dots \dots (9)$$

Kemudian, setelah menentukan kapasitas yang sudah dirancang perlu mengacu pada kapasitas pabrik sejenis yang telah beroperasi. Penetapan kapasitas minimal setara atau lebih besar bertujuan untuk memastikan kemampuan pabrik dalam memenuhi kebutuhan pasar secara efisien serta menjaga daya saing industri. Berikut merupakan Tabel Kapasitas Pabrik yang telah beroperasi di dunia.

Tabel I.7 Data Kapasitas Pabrik *Ethylenediamine* yang Telah Beroperasi

Nama Perusahaan	Negara	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
Shandong Lianmeng Chemical	China	10.000
Berol Kemi	Jerman	25.000
Doww Jefferson	Texas, Amerika Serikat	22.500
Texaco	Texas, Amerika Serikat	32.000
Union Carbide	Lousiana, Amerika Serikat	82.000

(McKetta, 1983)

Kapasitas pabrik 40.000 ton/tahun sudah sesuai dengan beberapa pabrik yang beroperasi di dunia. Sehingga pabrik *Ethylenediamine* bisa memenuhi kebutuhan domestic dan luar negeri secara efisien.



PRA RANCANGAN PABRIK

"Pabrik EDA (*Ethylenediamine*) dari MEA (*Monoethanolamine*) dan Ammonia dengan Proses *Ammonolysis Monoethanolamine*"

I.5 Sifat Bahan Baku dan Produk

1.5.1 Bahan Baku

A. *Monoethanolamine* (PETRONAS, 2018, diakses 6 Januari 2026)

1. Sifat Fisika

- a. Rumus kimia : C_2H_7NO
- b. Berat molekul : 61,08 g/mol
- c. Bentuk : Cair
- d. Warna : Tidak berwarna
- e. Titik didih : $170^{\circ}C$ pada 1 atm
- f. Titik lebur : $10,5^{\circ}C$ pada 1 atm
- g. Tekanan uap : 0,13 hPa pada $20^{\circ}C$
- h. *Flash point* : $96^{\circ}C$
- i. Kelarutan : Larut dalam air
- j. pH : 12,6
- k. Kandungan MEA : 90 wt%
- l. Kandungan air : 10 wt%

2. Sifat Kimia

- a. Bersifat basa kuat dan korosif terhadap kulit dan mata.
- b. Memiliki sifat hidroskopis (menyerap air) dan membutuhkan penyimpanan dalam kondisi kering.
- c. Mudah terurai secara alami (*biodegradable*) di lingkungan.
- d. Tidak mengalami polimerisasi berbahaya dalam kondisi normal.

B. Ammonia (PT. Pupuk Iskandar Muda, 2009, diakses 6 Januari 2026)

1. Sifat Fisika

- a. Rumus kimia : NH_3
- b. Berat molekul : 17,03 g/mol
- c. Bentuk : Cair
- d. Warna : Bening
- e. Titik beku : $-77,74^{\circ}C$ pada 1 atm
- f. Titik didih : $-33,43^{\circ}C$ pada 1 atm
- g. Tekanan uap : 888 kPa pada $21,1^{\circ}C$



PRA RANCANGAN PABRIK

"Pabrik EDA (*Ethylenediamine*) dari MEA (*Monoethanolamine*) dan Ammonia dengan Proses *Ammonolysis Monoethanolamine*"

h. Kelarutan : Larut dalam air

i. Kandungan NH_3 : 99,5 %

j. Kandungan air : 0,5 %

2. Sifat Kimia

- Bersifat basa kuat dan korosif terhadap kulit dan mata.
- Mudah larut dalam air dan membentuk amonium hidroksida.
- Reaktif dengan logam tertentu seperti emas, perak, tembaga, dan seng.
- Tidak stabil pada suhu tinggi ($>840^\circ\text{C}$) dan terurai menjadi nitrogen dan hidrogen.
- Mudah terurai secara alami (*biodegradable*) di lingkungan.

1.5.2 Bahan Pendukung

A. Katalis Nikel-Alumina (Alibaba.com, diakses pada 4 Agustus 2026)

1. Sifat Fisika

- Bentuk : Bola padat (*Spherical pellets*)
- Warna : Abu-abu kebiruan
- Ukuran partikel : 3-5 mm
- Kandungan NiO : 2-3%
- Kandungan MO_3 : 4,52%
- Kandungan Al_2O_3 : $\geq 78\%$
- Kekuatan hancur : $\geq 50 \text{ N/cm}$
- Bulk density : 0,6-0,8 kg/L
- Suhu operasi : $250\text{-}450^\circ\text{C}$
- Tekanan operasi : 6 MPa

2. Sifat Kimia

- Memiliki aktivitas katalitik yang tinggi, bahkan pada suhu operasi relatif tinggi.
- Mampu menghasilkan konversi reaksi hingga lebih dari 98%.



PRA RANCANGAN PABRIK

"Pabrik EDA (*Ethylenediamine*) dari MEA (*Monoethanolamine*) dan Ammonia dengan Proses *Ammonolysis Monoethanolamine*"

- c. Memiliki distribusi komponen aktif yang merata sehingga meningkatkan aktivitas dan selektivitas katalis.
- d. Memiliki stabilitas kimia yang baik selama proses operasi.

1.5.3 Produk

A. *Ethylenediamine* (PT. Dow Indonesia, diakses pada 5 Maret 2026)

1. Sifat Fisika

- a. Rumus kimia : $C_2H_8N_2$
- b. Berat molekul : 60,10 g/mol
- c. Bentuk : Cair
- d. Warna : Bening
- e. Titik beku : 11°C pada 1 atm
- f. Titik didih : 117°C pada 1 atm
- g. Tekanan uap : 9,75 mmHg pada 20°C
- h. *Spesific gravity* : 0,897 pada 20°C
- i. Viskositas : 1,265 – 1,725 cP pada 20°C
- j. Flash point : 38°C
- k. Batas ledakan : 4,2% - 14,4% vol
- l. Kelarutan : Larut dalam air
- m. pH : 11,5
- n. Konsentrasi : $> 99,0\%$

2. Sifat Kimia

- a. Bersifat basa kuat dan sangat korosif, dapat menyebabkan luka bakar parah pada kulit dan kerusakan mata.
- b. Sangat higroskopis dan mudah menyerap karbon dioksida dari udara membentuk amina karbamat.
- c. Reaktif terhadap oksidator kuat, asam, aldehyd, keton, dan senyawa karbonil dengan reaksi yang bersifat eksotermik.
- d. Mudah menguap dan uapnya mudah menyala, sehingga berisiko kebakaran dan kilat balik.
- e. Stabil pada kondisi normal dan tidak mengalami polimerisasi berbahaya.



PRA RANCANGAN PABRIK

"Pabrik EDA (*Ethylenediamine*) dari MEA (*Monoethanolamine*) dan Ammonia dengan Proses *Ammonolysis Monoethanolamine*"

B. *Diethylenetriamine* (PT. Dow Indonesia, diakses pada 5 Maret 2026)

1. Sifat Fisika

- a. Rumus kimia : $C_4H_{13}N_3$
- b. Berat molekul : 103,17 g/mol
- c. Bentuk : Cair
- d. Warna : Bening
- e. Titik beku : -39°C pada 1 atm
- f. Titik didih : 207°C pada 1 atm
- g. Tekanan uap : 0,021 kPa pada 20°C
- h. *Specific gravity* : 0,959 pada 20°C
- i. Viskositas : 5,05 mPa.s pada 20°C
- j. *Flash point* : 97°C
- k. Batas ledakan : 1,9% - 11,6% vol
- l. Kelarutan : Larut dalam air
- m. pH : 11,6
- n. Konsentrasi : $> 98,5\%$

2. Sifat Kimia

- a. Bersifat basa kuat dan korosif terhadap kulit, mata, serta membran mukosa.
- b. Larut sempurna dalam air, menyerap karbondioksida dari udara, dan dapat membentuk amina karbamat.
- c. Reaktif dengan bahan pengoksida, asam, akrilat, alkohol, aldehyd, hidrokarbon terhalogen, keton, dan nitrit.
- d. Jika terbakar atau terurai menghasilkan karbon dioksida, karbon monoksida, nitrogen oksida, amonia, etilendiamin, dan amina volatil.
- e. Stabil pada kondisi normal, tidak mengalami polimerisasi berbahaya.



PRA RANCANGAN PABRIK

"Pabrik EDA (*Ethylenediamine*) dari MEA (*Monoethanolamine*) dan Ammonia dengan Proses *Ammonolysis Monoethanolamine*"

C. Air (Sigma-Aldrich, 2025, diakses 6 Januari 2026)

1. Sifat Fisika

- a. Rumus kimia : H_2O
- b. Berat molekul : 18,02 g/mol
- c. Bentuk : Cair
- d. Warna : Bening
- e. Titik beku : 1°C pada 1 atm
- f. Titik didih : 100°C pada 1 atm
- g. Densitas : 1 g/cm³ pada $3,98^\circ\text{C}$
- h. pH : 6 – 8 pada 25°C

2. Sifat Kimia

- a. Tidak mudah terbakar dan tidak bersifat eksplosif.
- b. Tidak reaktif dalam kondisi normal, tapi dapat bereaksi hebat dengan logam alkali, karbida, dan asam kuat.
- c. Stabil secara kimia pada suhu dan tekanan penyimpanan normal.
- d. Tidak bersifat toksik, korosif, iritan, atau sensitisan.
- e. Tidak memiliki batas paparan kerja, sehingga tidak berbahaya pada konsentrasi normal.