



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Urea dengan Proses Stamicarbon CO₂ Stripping”

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Sektor pertanian memiliki peran aktif dalam menopang perekonomian suatu bangsa. Pertumbuhan penduduk dalam satu negara berbanding lurus dengan kebutuhan peningkatan pangan secara berkelanjutan. Untuk mendukung hal ini, sektor pertanian memiliki peran krusial dalam produktivitas pangan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam meningkatkan hasil pertanian adalah dengan pemupukan yang tepat. Di antara berbagai jenis pupuk, pupuk nitrogen menjadi komponen penting karena ia berperan langsung dalam pembentukan protein serta klorofil pada tanaman (USU Extension, 2018). Oleh karena itu, permintaan akan pupuk nitrogen, khususnya urea, meningkat dari tahun ke tahun di berbagai belahan dunia termasuk juga di Indonesia.

Permintaan pupuk urea terus bertambah di Indonesia karena sektor pertanian serta industri berkembang. Urea merupakan salah satu pupuk nitrogen yang terpopuler di dunia karena kandungan nitrogennya tinggi, yaitu sekitar 46% (Salawati, 2023). Selain itu, urea efisien dalam hal penggunaan serta mudah untuk disimpan dan didistribusikan karena tidak mudah menggumpal (Alliance Chemical, 2023). Akan tetapi, Indonesia tetap mengimpor urea dalam jumlah besar (1.700.791, BPS 2024) untuk memenuhi permintaan karena produksi dalam negeri sering kali belum mencukupi kebutuhan nasional, menjadikan Indonesia sebagai salah satu importir urea terbesar di dunia. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat suatu peluang besar untuk pembangunan pabrik urea yang baru guna mendukung ketahanan pangan serta kemandirian industri pupuk nasional.

Proses produksi urea pada umumnya dilakukan pada tekanan dan suhu tinggi lewat reaksi antara amonia (NH₃) serta karbon dioksida (CO₂), yang dikenal



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Urea dengan Proses Stamicarbon CO₂ Stripping”

sebagai proses Bosch-Meiser Salah satu teknologi yang terbukti efisien dan banyak digunakan dalam industri adalah proses Stamicarbon CO₂ Stripper, di mana CO₂ digunakan sebagai agen stripping untuk memisahkan urea yang belum bereaksi. Teknologi ini unggul dalam hal efisiensi energi serta tingkat konversi reaktan yang tinggi (Stamicarbon proses, 2024). Struktur proses yang ringkas dan hemat energi menjadikan proses ini cocok diterapkan pada skala besar atau menengah.

Dengan penerapan proses Stamicarbon CO₂ Stripper pada prarancang pabrik urea berkapasitas tertentu, diharapkan kelayakan teknis beserta ekonominya dapat dianalisis, serta potensi kontribusinya terhadap industri pupuk nasional dapat dimaksimalkan.. Prarancang ini juga menjadi sarana untuk mengaplikasikan ilmu teknik kimia dalam skala industri, meliputi perancangan proses, perhitungan neraca massa dan energi, pemilihan alat utama, hingga aspek keselamatan dan ekonomi pabrik. Dengan demikian, dipilihlah pabrik urea dengan pertimbangan beberapa faktor berikut :

1. Ketersediaan bahan baku yang melimpah seperti gas alam dan karbon dioksida yang mana dapat mengurangi ketergantungan terhadap impor pupuk nitrogen.
2. mendukung ketahanan pangan nasional melalui pemenuhan kebutuhan pupuk dalam negeri yang meningkat seiring dengan waktu.
3. Berpotensi ekspor terutama pada negara ASEAN dan afrika yang dapat menambah devisa negara.
4. Mendorong pertumbuhan industri pendukung seperti industri pengemasan, transportasi dan distribusi.
5. Membuka lapangan kerja dan ekonomi daerah terutama jika ditempatkan pada wilayah potensi bahan baku atau pelabuhan logistik.



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Urea dengan Proses Stamicarbon CO₂ Stripping”

1.2 Kegunaan Produk

Urea merupakan produk yang memiliki banyak kegunaan karena kandungan nitrogennya. beberapa kegunaannya antara lain :

1. pupuk pertanian
urea digunakan sebagai sumber nitrogen pada tanaman. nitrogen pada tanaman digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan vegetatif, serta meningkatkan hasil panen.
2. bahan industri kimia
urea dapat digunakan sebagai bahan untuk membuat berbagai produk turunan seperti melamin, urea formaldehid resin, serta perekat pada dunia otomotif
3. pengolahan limbah
urea digunakan dalam sistem pengolahan limbah cair industri guna mengikat nitrogen atau sebagai media netralizer
4. farmasi dan kosmetik
dalam konsentrasi tertentu urea dapat dimanfaatkan sebagai bahan krim dan lotion, produk perawatan kuku, serta agen keratolitik (melunakkan dan mengelupaskan kulit mati)
5. penelitian dan laboratorium
urea dapat digunakan sebagai reagen dalam beberapa uji laboratorium serta sintesis kimia, seperti uji protein.

1.3 Perencanaan Pabrik

Salah satu hal penting yang perlu diperhatikan dalam merancang suatu pabrik adalah menentukan kapasitas produksi pabrik. Kapasitas ini akan mempengaruhi perhitungan baik dari segi teknik maupun ekonomis. Dengan menentukan kapasitas pabrik yang tepat, diharapkan pabrik yang dibangun akan menghasilkan keuntungan. Saat ini di indonesia telah memiliki beberapa produsen pupuk urea dengan total kapasitas produksi sebesar 9.362.500 ton/tahun (Pupuk indonesia, 2022). Faktor yang mempengaruhi dalam penentuan kapasitas produksi



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Urea dengan Proses Stamicarbon CO₂ Stripping”

pabrik adalah konsumsi, produksi ekspor dan impor tahunan. Data konsumsi asam akrilat dapat dilihat pada tabel I.1 serta data impor dan ekspor dapat dilihat pada

Tabel I. 1 Data Konsumsi Urea di Indonesia

Tahun	Total Impor (ton)	Total Ekspor(ton)	Konsumsi (ton)	%Pertumbuhan
2020	24.084,46	579.797,79	8.844.286,66	0,00
2021	7.515,22	772.907,09	8.634.608,13	-2,37
2022	67.676,30	1.100.873,91	8.366.802,39	-3,10
2023	75.288,43	488.375,73	8.986.912,70	7,41
2024	1.700,79	667.587,87	8.734.112,92	-2,81
Rata-Rata Pertumbuhan				-0,17

Tabel I. 2 Data Ekspor dan Impor Urea di Indonesia

Ekspor

Tahun	Total Ekspor (kg)	Total Ekspor (ton)	% Pertumbuhan
2020	579.797.791,69	579.797,79	0,00
2021	772.907.092,01	772.907,09	33,31
2022	1.100.873.907,24	1.100.873,91	42,43
2023	488.375.725,60	488.375,73	-55,64
2024	667.587.872,23	667.587,87	36,70
Rata-Rata Pertumbuhan			11,36

Impor

Tahun	Total Impor (kg)	Total Impor (ton)	% Pertumbuhan
2020	24.084.455	24.084,455	0,00
2021	7.515.222	7.515,222	-68,80
2022	67.676.300	67.676,300	800,52
2023	75.288.430	75.288,430	11,25
2024	1.700.791	1.700,791	-97,74
Rata-Rata Pertumbuhan			129,05

(BPS 2024)

Berikut merupakan perhitungan kapasitas produksi di hitung menggunakan metode discounted dengan persamaan:

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5$$

Keterangan:



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Urea dengan Proses Stamicarbon CO₂ Stripping”

m_1 = nilai impor pada tahun tertentu

m_2 = nilai produksi pabrik didalam negeri = 9.362.500 ton/tahun

Data produksi pupuk urea di Indonesia tersedia sebagai berikut :

Tabel I. 3 Produksi Pupuk Urea di Indonesia

Nama pabrik	Lokasi Pabrik	Kapasitas Produksi
PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang	Palembang	2.618.500,00
PT. Pupuk Iskandar Muda	Aceh	1.144.000,00
PT. Petrokimia Gresik	Gresik	1.030.000,00
PT. Pupuk Kalimantan Timur	Bontang	3.430.000,00
PT. Pupuk Kujang	Karawang	1.140.000,00
Total		9.362.500,00

(PT. Pupuk Indonesia, 2025)

m_3 = kapasitas pabrik yang akan didirikan

m_4 = nilai ekspor tahun tertentu

m_5 = nilai konsumsi tahun tertentu

Dengan menggunakan data produksi, konsumsi, impor dan ekspor didapatkan rata-rata pertumbuhan konsumsi sebesar -0,17%, pertumbuhan impor sebesar 129,0466% dan pertumbuhan ekspor sebesar 11,3595%. Sedangkan untuk perkiraan nilai impor (m_1) pada saat tahun 2030 adalah

$$\begin{aligned}m_1 &= P (1+i)^n \\ &= 1.700,79 (1+1,29)^{(2030-2024)} \\ &= 245.581,20 \text{ ton}\end{aligned}$$

perkiraan nilai ekspor (m_4) pada tahun 2030 adalah

$$\begin{aligned}m_4 &= P (1+i)^n \\ &= 667.587,87 (1+0,11)^{(2030-2024)} \\ &= 1.273.125,33 \text{ ton}\end{aligned}$$

perkiraan nilai konsumsi (m_5) pada tahun 2030 adalah

$$\begin{aligned}m_5 &= P (1+i)^n \\ &= 8.696.612,92 (1+(-0))^{(2030-2024)} \\ &= 8.605.616,24 \text{ ton}\end{aligned}$$

maka kapasitas pabrik yang akan didirikan pada tahun 2030 adalah



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Urea dengan Proses Stamicarbon CO₂ Stripping”

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5$$

$$245.581,20 \text{ ton} + 9.362.500 \text{ ton} + m_3 = 1.273.125,33 \text{ ton} + 8.605.616,24 \text{ ton}$$

$$m_3 = 270.660,375 \text{ ton/tahun}$$

sehingga ditentukan kapasitas untuk perancangan pabrik pabrik Urea yang akan didirikan pada tahun 2030 direncanakan memiliki kapasitas produksi sebesar 55% dari M3 yaitu 150.000 ton/tahun

1.4 Spesifikasi Bahan dan Produk

1.4.1 Bahan Baku

1.4.1.1 Amonia

Nama IUPAC	: Azane
Wujud	: Cair
Rumus Molekul	: NH ₃
Berat Molekul	: 17,03 g/mol
Titik Didih	: -33,34°C
Densitas	: 0,6942 g/L
Titik Leleh	: -77,73°C
Kelarutan dalam air	: 89 g/10 ml (25°C)
Temperatur Kritis	: 1.324°C
Tekanan Kritis	: 1.113 bar
Warna	: Tidak Berwarna

(Perry, 2008)

Kadar NH₃ : 99.5%

(Petrokimia, 2019)

1.4.1.2 Karbon Dioksida

1. Nama IUPAC : Carbon dioxide
2. Wujud : Gas
3. Rumus Molekul : CO₂
4. Berat Molekul : 44 g/gmol



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Urea dengan Proses Stamicarbon CO₂ Stripping”

5. Titik Didih : -78,5°C
6. Densitas : 1,98 g/L
7. Titik Leleh : -57°C
8. Kelarutan dalam air : 1,45 g/L
9. Temperatur Kritis : 30.85
10. Tekanan Kritis : 73.7 bar

(Perry, 2008)

11. Warna : Tidak Berwarna
12. Kadar CO₂ minimal : 99,9%
13. Kadar H₂O maks : 150 ppm
14. H₂S maks : 0,1 ppm
15. Kadar SO₂ maks : 1 ppm
16. Benzene maks : 0,02 ppm
17. Asetaldehyde maks : 0,2 ppm

(Petrokimia, 2019)

1.4.2 Produk

1.4.2.1 Urea

- Nama IUPAC : Diaminomethanal
- Wujud : Padat
- Rumus Molekul : CO(NH₂)₂
- Titik Leleh : 132,7°C
- Kelarutan dalam air : 108 g/100 mL (20°C)
167 g/100mL (40°C)
251 g/100 mL (60°C)
400 g/100 mL (80°C)
733 g/100 mL (100°C)
- Densitas : 1,33 x 10³ kg/m³
- Kemurnian : 98% urea
- Impurities : 0,02% H₂O dan Biuret



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Urea dengan Proses Stamicarbon CO₂ Stripping”

(Ullmann's, 2002)

N total	: Minimum 46% berat
Biuret	: Maksimum 1,2% berat
Air	: Maksimum 0,5% berat
Bentuk	: Prill
Ukuran butir	: 1-3,55 mm
Warna	: Putih (non-subsidi), pink (subsidi)

(SNI-2801-2010)

I.5 Pemilihan Lokasi dan Tata Letak Pabrik

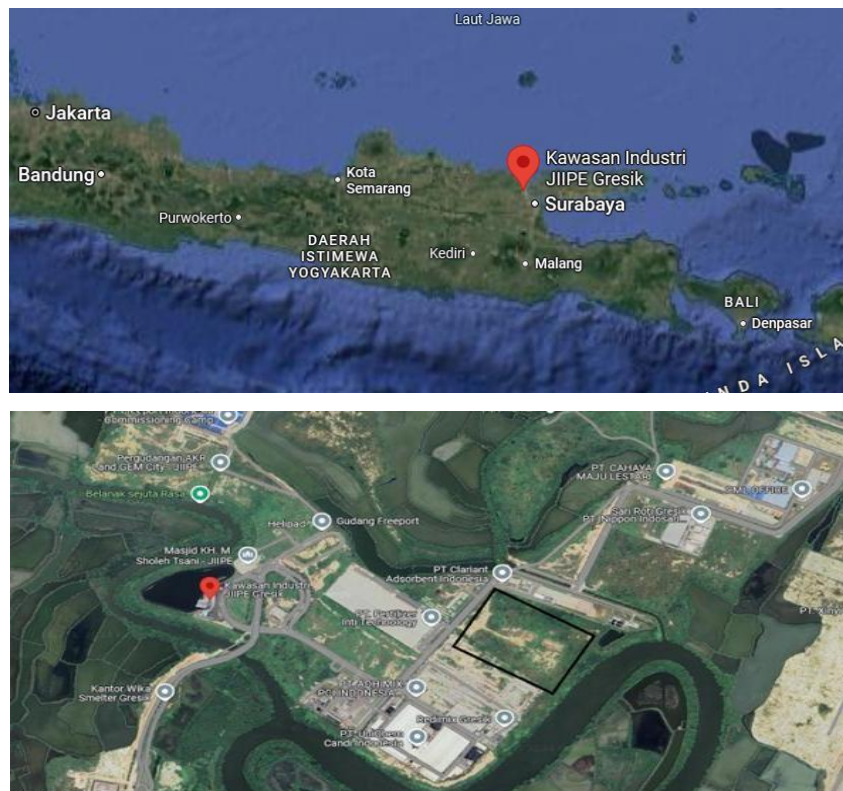
I.5.1 Pemilihan Lokasi

Penentuan lokasi pabrik merupakan bagian penting dalam perencanaan pembangunan pabrik, karena memiliki dampak langsung terhadap efisiensi ekonomi operasionalnya. Lokasi yang dipilih akan berpengaruh pada pertumbuhan ekonomi dan sosial di sekitarnya, serta dapat menentukan daya saing dan kelangsungan hidup perusahaan di masa depan. Oleh karena itu, proses pemilihan lokasi harus melalui evaluasi dan seleksi yang cermat berdasarkan berbagai kriteria. Secara umum, faktor-faktor yang memengaruhi pemilihan lokasi pabrik dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu faktor utama dan faktor pendukung.



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Urea dengan Proses Stamicarbon CO₂ Stripping”



Gambar I. 1 Lokasi Pendirian Pabrik

I.5.1.1 Faktor Utama

Faktor-faktor utama dalam pemilihan lokasi pabrik adalah sebagai berikut:

1. Sumber Penyediaan Bahan Baku

Sumber bahan baku adalah salah satu faktor penting dalam penentuan lokasi pabrik. Bahan baku utama dari pabrik Petrokimia Gresik ini adalah Amonia. Urea ini diperoleh dari PT. Petrokimia Indonesia yang berlokasi di Gresik, Jawa Timur yang jaraknya 17 km dari lokasi pabrik pendirian pabrik dengan jumlah kapasitas produksi Amonia sebanyak 825.000 ton/tahun. Sedangkan udara (CO₂) diperoleh dari lingkungan.

2. Utilitas



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Urea dengan Proses Stamicarbon CO₂ Stripping”

a. Air

Pabrik Urea yang akan didirikan harus dekat dengan sumber air. Air yang digunakan pada pabrik ini merupakan air yang menunjang kelancaran proses seperti air proses, air pendingin, dan air untuk keperluan lainnya. Pemenuhan kebutuhan air yang dialirkan langsung dari sungai. Selain itu, penyedia air disediakan oleh PDAM dan unit pengolahan air yang berada di dalam kawasan industri tersebut.

b. Listrik

Ketersediaan listrik juga salah satu faktor penting dalam pengopersian alat serta penerangan sehingga akan dibutuhkan tenaga listrik dalam jumlah yang besar untuk memaksimalkan operasional pabrik Urea ini. Kebutuhan listrik ini akan disediakan oleh PLN ULP Giri di daerah Gresik yang dapat memberikan supply listrik secara kontinyu dalam mendukung produksi industri.

3. Keadaan Geografis dan Iklim

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Gresik (2024), Kabupaten Gresik merupakan wilayah yang memiliki luas sebesar 1.191,26 km² yang hampir sepertiga bagian wilayah termasuk wilayah pesisir pantai. Secara astronomis, Kabupaten Gresik terletak antara 112^o - 113^o bujur timur dan 7^o - 8^o lintang selatan. Kabupaten Gresik memiliki batas-batas yakni sebelah utara berbatasan dengan laut Jawa, sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Mojokerto dan Kota Surabaya, sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Lamongan dan sebelah timur berbatasan dengan Selat Madura.

4. Pemasaran

Pemasaran menjadi salah satu aspek penting dalam industri kimia, karena keberhasilan aktivitas pemasaran akan sangat mempengaruhi keuntungan yang diperoleh oleh industri tersebut. Apabila pemilihan lokasi pabrik dekat dengan lokasi pemasaran hasil produksinya, maka produk akan dengan cepat sampai pada tujuan. Hal ini akan mempengaruhi harga produk, biaya



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Urea dengan Proses Stamicarbon CO₂ Stripping”

produksi serta akomodasi. Beberapa aspek penting yang perlu diperhatikan dalam pemasaran meliputi:

- a. Lokasi tempat produk akan dijual
- b. Permintaan produk, baik saat ini maupun di masa depan
- c. Dampak dari persaingan yang ada
- d. Jarak pemasaran di daerah lokasi pabrik, serta ketersediaan sarana transportasi untuk mendukung distribusi produk