

# BAB I

## PENDAHULUAN

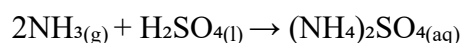
### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan jumlah penduduk yang besar dan terus mengalami pertumbuhan setiap tahunnya. Peningkatan jumlah penduduk ini secara langsung berdampak pada meningkatnya kebutuhan pangan nasional. Dalam hal ini, sektor pertanian memegang peranan penting sebagai penyedia utama kebutuhan pangan masyarakat. Oleh karena itu, peningkatan produktivitas sektor pertanian menjadi suatu hal yang sangat krusial untuk mendukung ketahanan pangan nasional.

Salah satu faktor utama dalam meningkatkan produktivitas pertanian adalah ketersediaan pupuk yang memadai, baik dari segi jumlah maupun kualitas. Pupuk berfungsi untuk menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman guna menunjang pertumbuhan dan hasil panen. Salah satu jenis pupuk yang banyak digunakan adalah amonium sulfat ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) atau yang dikenal dengan pupuk ZA (*Zwavelzure Ammonium*). Pupuk ini mengandung dua unsur hara penting, yaitu nitrogen (N) dan sulfur (S), yang sangat dibutuhkan oleh tanaman, terutama pada lahan dengan kandungan sulfur rendah.

Amonium sulfat memiliki peran penting dalam meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil pertanian. Unsur nitrogen berfungsi untuk merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman, seperti daun dan batang, sedangkan unsur sulfur berperan dalam pembentukan protein, enzim, serta meningkatkan efisiensi fotosintesis. Selain itu, amonium sulfat juga banyak dimanfaatkan dalam berbagai industri, seperti pengolahan air, fermentasi, serta bahan tambahan dalam industri makanan dan farmasi.

Produksi amonium sulfat dapat dilakukan melalui beberapa metode, salah satunya adalah proses netralisasi antara ammonia (NH<sub>3</sub>) dan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Proses netralisasi ini merupakan metode yang paling umum digunakan karena memiliki beberapa keunggulan, antara lain proses yang relatif sederhana, tidak memerlukan katalis, serta

menghasilkan produk dengan kemurnian tinggi. Selain itu, bahan baku yang digunakan, yaitu ammonia dan asam sulfat, tersedia dalam jumlah yang cukup di Indonesia sehingga mendukung keberlangsungan proses produksi secara kontinyu.

Kebutuhan amonium sulfat di Indonesia terus mengalami peningkatan seiring dengan berkembangnya sektor pertanian dan industri. Namun, kapasitas produksi dalam negeri saat ini masih terbatas sehingga belum mampu sepenuhnya memenuhi kebutuhan tersebut. Hal ini menyebabkan Indonesia masih bergantung pada impor amonium sulfat dari luar negeri. Ketergantungan ini tentunya kurang menguntungkan dari segi ekonomi maupun ketahanan industri nasional.

Dengan mempertimbangkan peningkatan kebutuhan amonium sulfat di masa mendatang serta ketersediaan bahan baku di dalam negeri, maka pendirian pabrik amonium sulfat menjadi suatu langkah strategis. Pabrik yang dirancang dengan kapasitas 800.000 ton/tahun diharapkan dapat berkontribusi signifikan dalam memenuhi kebutuhan dalam negeri, mengurangi ketergantungan impor, serta meningkatkan nilai tambah sumber daya alam yang tersedia.

Selain itu, pendirian pabrik ini juga memberikan dampak positif lainnya, seperti membuka lapangan kerja baru, mendorong pertumbuhan industri kimia nasional, serta mendukung kebijakan pemerintah dalam pengembangan sektor industri berbasis sumber daya dalam negeri. Dari sisi teknis, proses netralisasi yang digunakan tergolong aman dengan kondisi operasi pada tekanan rendah, meskipun tetap memerlukan penanganan khusus terhadap bahan baku yang bersifat korosif dan berbahaya seperti ammonia dan asam sulfat.

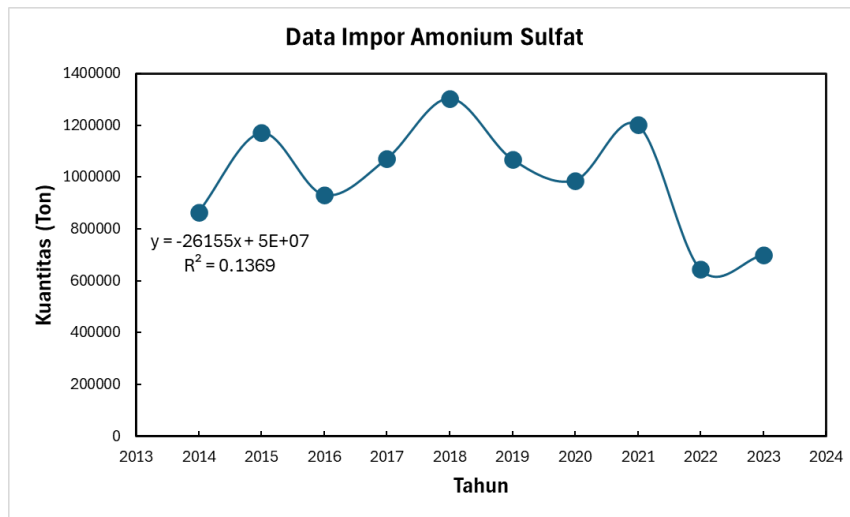
Berdasarkan berbagai pertimbangan tersebut, dapat disimpulkan bahwa prarancangan pabrik amonium sulfat dengan kapasitas 800.000 ton/tahun menggunakan proses netralisasi layak untuk dikembangkan sebagai salah satu upaya mendukung ketahanan pangan dan kemandirian industri di Indonesia.

## **1.2 Kapasitas Rancangan**

### **1.2.1 Proyeksi Kebutuhan Pasar**

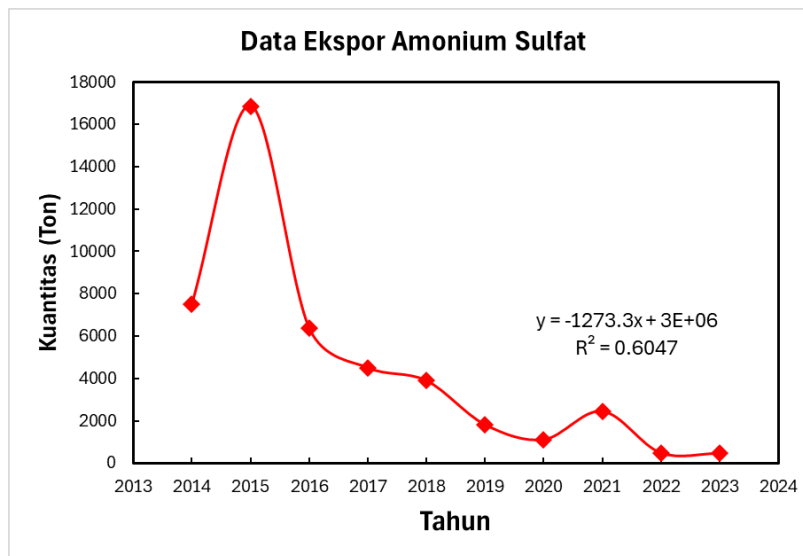
Kebutuhan amonium sulfat diproyeksikan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan sektor pertanian di Indonesia. Meskipun demikian, hingga tahun 2025 kapasitas produksi dalam

negeri belum mampu sepenuhnya memenuhi kebutuhan tersebut, sehingga Indonesia masih mengandalkan impor untuk menutup kekurangan pasokan,



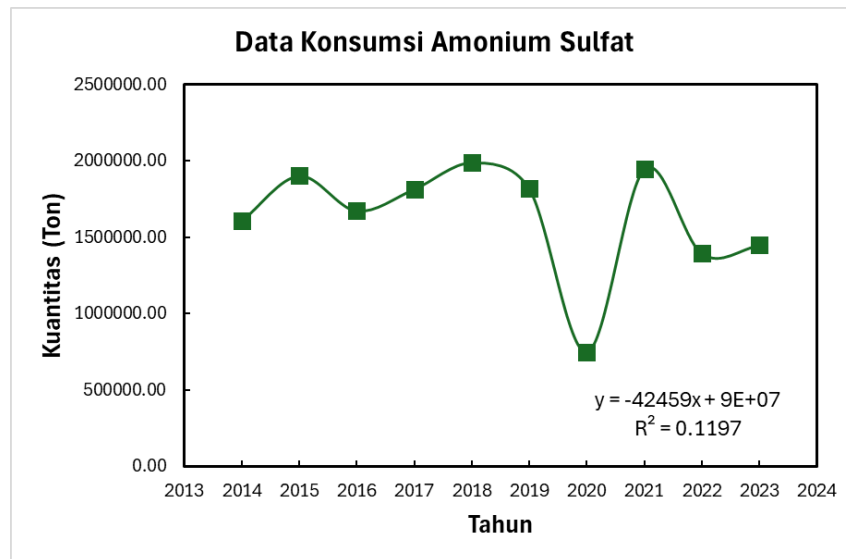
Gambar 1. 1 Data Impor Amonium Sulfat di Indonesia (WITS, 2026)

Berkaitan dengan hal tersebut, analisis terhadap data perdagangan menjadi penting untuk memahami pola pemenuhan kebutuhan nasional. Gambar 1.1 memperlihatkan perkembangan impor amonium sulfat dalam beberapa tahun terakhir yang menunjukkan fluktuasi cukup signifikan.



Gambar 1. 2 Data Ekspor Amonium Sulfat di Indonesia (WITS, 2026)

Sebagai perbandingan, Gambar 1.2 menyajikan tren ekspor amonium sulfat pada periode yang sama, yang secara umum memiliki nilai lebih rendah dibandingkan impor, sehingga menunjukkan bahwa Indonesia lebih berperan sebagai negara pengimpor.



Gambar 1. 3 Data Konsumsi Amonium Sulfat di Indonesia

Untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kebutuhan dalam negeri, disajikan Gambar 1.3 tren konsumsi amonium sulfat di Indonesia. Grafik ini memperlihatkan bahwa konsumsi cenderung berada pada nilai yang tinggi dan relatif meningkat dalam jangka panjang, meskipun terdapat fluktuasi pada beberapa tahun tertentu, seperti penurunan pada tahun 2020 yang dipengaruhi oleh kondisi global.

Berdasarkan ketiga grafik tersebut, dapat disimpulkan bahwa pola impor, ekspor, dan konsumsi bersifat fluktuatif dan tidak menunjukkan tren linier yang kuat. Hal ini didukung oleh nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang relatif rendah, sehingga metode interpolasi linier kurang sesuai untuk digunakan dalam prediksi kebutuhan di masa mendatang. Oleh karena itu, dalam penentuan kapasitas perancangan pabrik amonium sulfat hingga tahun 2030, digunakan metode *discounted* yang dinilai lebih mampu merepresentasikan kondisi pasar yang dinamis.

Untuk memberikan dasar yang lebih kuat bagi analisis tren pada grafik sebelumnya, dilampirkan data numerik impor, ekspor, konsumsi, dan produksi amonium sulfat pada tabel 1.1 dan 1.2 dari tahun 2014 hingga 2023, dilengkapi dengan persentase kenaikannya tiap tahun.

Tabel 1. 1 Data Ekspor, Impor, Produksi, dan Konsumsi (WITS &amp; BPS, 2026)

Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)			
	Impor	Ekspor	Produksi	Konsumsi
2014	864452	7525	750000.00	1606927.00
2015	1170190	16867	750000.00	1903323.00
2016	930688	6378.06	750000.00	1674309.94
2017	1070492.35	4508.00	750000.00	1815984.35
2018	1303700.00	3898.00	750000.00	1989802.00
2019	1068550.00	1820.50	750000.00	1816729.50
2020	986750.28	1114.00	750000.00	748886.00
2021	1200790.00	2452.00	750000.00	1948338.00
2022	642983.00	488.82	750000.00	1392494.18
2023	698985.00	463.77	750000.00	1448521.23

Tabel 1. 2 % prediksi ekspor, impor, produksi, dan konsumsi

Tahun	% Prediksi			
	Impor	Ekspor	Produksi	Konsumsi
2014	-	-	-	-
2015	35.368	124.146	0.000	18.445
2016	-20.467	-62.186	0.000	-12.032
2017	15.022	-29.320	0.000	8.462
2018	21.785	-13.531	0.000	9.572
2019	-18.037	-53.297	0.000	-8.698
2020	-7.655	-38.808	0.000	-58.778
2021	21.691	120.108	0.000	160.165
2022	-46.453	-80.064	0.000	-28.529
2023	8.710	-5.125	0.000	4.024
<b>Total % P</b>	<b>9.963</b>	<b>-38.078</b>	<b>0.000</b>	<b>92.629</b>
<b>i</b>	<b>1.107</b>	<b>-4.231</b>	<b>0.000</b>	<b>10.292</b>

Dengan menggunakan data yang telah diperoleh, proyeksi kebutuhan impor ekspor, produksi, dan konsumsi kebutuhan amonium sulfat di Indonesia dapat dihitung. Menurut Timmerhaus (1981), perhitungan proyeksi kebutuhan dari tahun 2024 sampai tahun 2030 dapat diperkirakan melalui perhitungan Metode *Compound Interest* (Bunga Majemuk) atau sering disebut sebagai proyeksi pertumbuhan/estimasi kebutuhan masa depan. sebagai berikut:

$$m = P(1 + i)^n$$

Dimana:

- P = nilai impor atau ekspor pada tahun terakhir (ton/tahun)
- m = jumlah impor atau ekspor pada tahun-tahun mendatang (ton/tahun)
- i = nilai rata-rata laju pertumbuhan impor atau ekspor per tahun (%)
- n = selisih tahun antara tahun proyeksi dengan tahun dasar (Tahun 2023-2030)

Dengan menggunakan rumus tersebut, nilai proyeksi untuk masing-masing variabel kemudian dihitung berdasarkan rata-rata laju pertumbuhan tahunannya. Hasil perhitungan ini memberikan gambaran awal mengenai kecenderungan perubahan kebutuhan sodium sulfat di Indonesia pada periode mendatang, sehingga dapat dijadikan dasar untuk analisis lanjutan. Berdasarkan pola data historis tersebut, selanjutnya dilakukan proyeksi kebutuhan pasar untuk beberapa tahun mendatang. Melalui metode *discounted*, dapat dihitung estimasi impor, ekspor, konsumsi, serta produksi amonium sulfat hingga tahun 2030. Proyeksi ini bertujuan untuk memberikan gambaran kebutuhan kapasitas produksi nasional pada masa depan.

### 1.2.2 Penetapan Kapasitas Produksi

Berdasarkan rumus Metode *Compound Interest* (Bunga Majemuk) atau sering disebut sebagai proyeksi pertumbuhan/estimasi kebutuhan masa depan. tersebut, dilakukan perhitungan prediksi kebutuhan impor dan ekspor amonium sulfat di Indonesia untuk periode tahun 2024 hingga tahun 2030. Hasil perhitungan prediksi tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

- Perkiraan impor pada Tahun 2030
 
$$m_1 = P(1 + i)^{2030-2025}$$

$$m_1 = 754.986,876 \text{ ton/tahun}$$
- Perkiraan produksi dalam negeri pada Tahun 2030
 
$$m_2 = P(1 + i)^{2030-2025}$$

$$m_2 = 750.000 \text{ ton/tahun}$$

- Perkiraan ekspor pada Tahun 2030  
 $m_4 = P(1 + i)^{2030-2025}$   
 $m_4 = 342.671 \text{ ton/tahun}$
- Perkiraan konsumsi dalam negeri pada Tahun 2030  
 $m_5 = P(1 + i)^{2030-2025}$   
 $m_5 = 2.875.643,978 \text{ ton/tahun}$

Perhitungan kapasitas produksi amoni sulfat dilakukan dengan menggunakan metode *discounted* berdasarkan hubungan neraca antara kebutuhan dan ketersediaan produk pada saat pabrik didirikan. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

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

Dimana:

- $m_1$  = nilai impor pada saat pabrik didirikan (ton/tahun)
- $m_2$  = kapasitas produksi yang telah beroperasi (pabrik lama) (ton/tahun)
- $m_3$  = kapasitas produksi yang akan didirikan (ton/tahun)
- $m_4$  = prediksi nilai ekspor pada saat pabrik didirikan (ton/tahun)
- $m_5$  = prediksi kebutuhan dalam negeri pada saat pabrik didirikan (ton/tahun)

Berdasarkan persamaan tersebut, dilakukan perhitungan kapasitas produksi sodium sulfat pada Tahun 2030 dapat dilihat sebagai berikut:

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

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

$$m_3 = 1.371.004,733 \text{ ton/tahun}$$

Kapasitas = Peluang kapasitas x 0,6 (karena sudah ada pabrik di Indonesia)

$$\text{Kapasitas} = 822.602,863 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Kapasitas} \approx 800.000 \text{ ton/tahun}$$

Dari perhitungan yang telah dilakukan, pabrik direncanakan akan beroperasi dan didirikan pada Tahun 2030 dengan kapasitas 800.000 ton/tahun.

### 1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku utama dalam pembuatan amonium sulfat ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) adalah amonia (NH<sub>3</sub>) dan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Amonia diperoleh dari industri pupuk seperti PT Pupuk Sriwidjaja Palembang, PT Pupuk Kalimantan Timur, dan PT Pupuk Kujang Cikampek. Sementara itu, asam sulfat dipasok oleh PT Petrokimia Gresik, PT Smelting, serta PT Petro Jordan Abadi. Ketersediaan kedua bahan baku ini mendukung keberlangsungan proses produksi. Data kapasitas produksi amonia dan asam sulfat di Indonesia disajikan pada Tabel 1.4 dan 1.5.

Tabel 1. 3 Kapasitas Pabrik Amonia di Indonesia

<b>Sumber</b>	<b>Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)</b>
PT Pupuk Sriwidjaja Palembang	1.500.000
PT Petrokimia Gresik	1.105.000
PT Pupuk Kujang Cikampek	660.000
PT Pupuk Kalimantan Timur	2.740.000
PT Pupuk Iskandar Muda	726.000

Sumber : Data diolah dari PT Pupuk Sriwidjaja Palembang, PT Petrokimia Gresik, PT Pupuk Kujang, PT Pupuk Kalimantan Timur, dan PT Pupuk Iskandar Muda (diakses tahun 2026).

Tabel 1. 4 Kapasitas Pabrik Asam Sulfat di Indonesia

<b>Sumber</b>	<b>Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)</b>
PT Petrokimia Gresik	1.770.000
PT Smelting	1.200.000
PT Petro Jordan Abadi	600.000

Sumber : Data diolah dari PT Petrokimia Gresik, PT Smelting, PT Petro Jordan Abadi(diakses tahun 2026).

Berdasarkan Tabel 1.4 dan 1.5, kapasitas produksi amonia di Indonesia sangat besar, dengan kontribusi terbesar berasal dari PT Pupuk Kalimantan Timur yang mencapai 2.740.000 ton/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pasokan amonia sangat melimpah dan mampu memenuhi kebutuhan bahan baku dalam proses produksi amonium sulfat.

Di sisi lain, kapasitas produksi asam sulfat juga menunjukkan ketersediaan yang sangat memadai. PT Smelting dan PT Petrokimia Gresik masing-masing memiliki kapasitas lebih dari satu juta ton per tahun, yang jauh melebihi kebutuhan bahan baku untuk pabrik amonium sulfat yang direncanakan.

Secara keseluruhan, baik amonia maupun asam sulfat tersedia dalam kapasitas yang sangat mencukupi di Indonesia. Oleh karena itu, ketersediaan bahan baku tidak menjadi faktor pembatas dalam perencanaan pendirian pabrik amonium sulfat dan dapat menjamin keberlangsungan proses produksi secara berkelanjutan.

#### 1.2.4 Kapasitas Pabrik yang Sudah Beroperasi

Selain data impor dan ekspor, pemetaan kapasitas produksi amonium sulfat ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) yang telah beroperasi di Indonesia menjadi langkah penting untuk mengetahui besarnya pasokan domestik yang tersedia. Informasi ini diperlukan agar perancangan kapasitas pabrik baru tidak berlebihan (*overdesign*) dan tetap sesuai dengan kebutuhan pasar nasional. Daftar pabrik amonium sulfat yang beroperasi di Indonesia beserta kapasitas produksinya disajikan pada Tabel 1.5.

Tabel 1. 5 Pabrik Amonium Sulfat di Indonesia (Pupuk Indonesia, 2026)

Sumber	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
PT Petrokimia Gresik	750.000

Sumber : *Company Profile Pupuk Indonesia, 2026*

Berdasarkan Tabel 1.6, kapasitas produksi amonium sulfat di Indonesia saat ini masih didominasi oleh PT Petrokimia Gresik dengan kapasitas sebesar 750.000 ton/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pasokan domestik masih terbatas pada satu produsen utama, sehingga peluang pendirian pabrik baru masih terbuka untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang terus meningkat.

### 1.3 Tinjauan Proses

#### 1.3.1 Macam-macam Proses

Produksi amonium sulfat dapat dilakukan melalui beberapa proses yang digunakan dan berkembang di industri kimia. Secara umum, metode pembuatan amonium sulfat adalah sebagai berikut.

1. Proses *Coke-Oven Gas*
2. Reaksi fase gas-cair amonia dan asam sulfat (proses netralisasi)
3. *Coproduct in Organic Syntheses*

#### 4. Reaksi antara Gypsum dengan Ammonium Karbonat (Proses Merseburg)

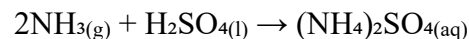
Berikut merupakan uraian dari masing-masing metode pembuatan amonium sulfat

##### 1. *Coke-Oven Gas*

Metode ini memanfaatkan gas hasil samping dari proses pembuatan kokas pada industri baja. Seiring menurunnya produksi kokas, penggunaan metode ini juga semakin terbatas. Pada proses tidak langsung, amonia terlebih dahulu dipisahkan dari gas kokas, kemudian direaksikan dengan asam sulfat untuk menghasilkan amonium sulfat. Namun, pada proses langsung, gas yang belum dimurnikan dapat menyebabkan produk terkontaminasi oleh senyawa seperti tar, sehingga kualitas produk relatif lebih rendah (Ullmann, 1996).

##### 2. Reaksi Fase Gas Cair Amonia dan Asam Sulfat (Proses Netralisasi)

Metode ini merupakan proses yang paling banyak digunakan dalam produksi amonium sulfat secara komersial. Reaksi berlangsung antara amonia dalam fase gas dan asam sulfat dalam fase cair pada tekanan atmosfer. Reaksi bersifat eksotermis dan ditunjukkan sebagai berikut:



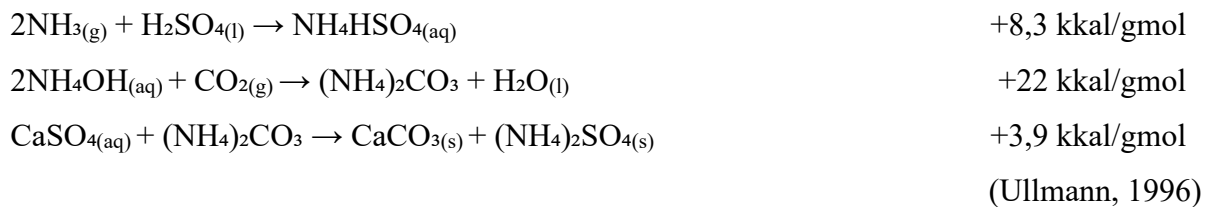
Proses dilakukan di dalam alat yang disebut saturator, yang berfungsi sebagai reaktor sekaligus kristalisator. Panas reaksi yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk menguapkan sebagian air dalam sistem. Produk kristal yang terbentuk dipisahkan menggunakan *centrifuge*, kemudian dikeringkan dan didinginkan. Larutan induk selanjutnya dikebalikan ke dalam proses. Untuk meningkatkan kualitas kristal, terkadang ditambahkan zat aditif tertentu guna mengontrol pertumbuhan kristal (Ullmann, 1996).

##### 3. *Coproduct in Organic Syntheses*

Amonium sulfat juga dapat diperoleh sebagai produk samping dari berbagai proses industri kimia organik, seperti produksi *caprolactam*, *acrylonitrile*, dan *methyl methacrylate*. Pada proses ini, pembentukan amonium sulfat umumnya berasal dari reaksi netralisasi antara amonia dan asam sulfat yang digunakan dalam tahapan pemurnian atau *recovery*. Produk kemudian dikristalkan melalui proses evaporasi menggunakan *crystallizer* untuk memperoleh bentuk padat (Ullmann, 1996).

##### 4. Reaksi antara Gypsum dengan Amonium Karbonat

Salah satu metode produksi amonium sulfat adalah melalui *Merseburg Process*, yang diterapkan di Inggris, Austria, dan India menggunakan gipsum (kalsium sulfat) sebagai bahan baku utama. Proses ini berlangsung melalui tiga tahap reaksi hingga menghasilkan produk akhir berupa Kalsium Karbonat dan amonium sulfat. Metode ini cocok untuk negara yang memiliki ketersediaan kalsium sulfat melimpah namun kekurangan sumber belerang, dengan produk sampingan yang dapat dimanfaatkan di industri semen maupun pabrik kalsium amonium nitrat. Reaksi yang terjadi adalah:



### 1.3.2 Seleksi Proses

Berdasarkan tinjauan terhadap beberapa proses produksi amonium sulfat yang telah diuraikan sebelumnya, dilakukan pemilihan proses yang paling sesuai untuk diterapkan dalam perancangan pabrik amonium sulfat. Pemilihan dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai aspek yang terdapat pada Tabel 1.6 sebagai berikut.

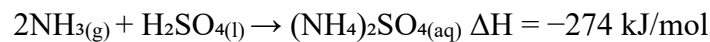
Tabel 1. 6 Perbandingan Proses *Coke-Oven Gas*, Netralisasi, *Coproduction Organic Synthesis*, dan *Merseburg* (Ullman, 1996)

Aspek	<i>Coke-Oven Gas</i>	Netralisasi NH <sub>3</sub> & H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	<i>Coproduction Organic Synthesis</i>	<i>Merseburg Process</i>
Bahan baku	Gas kokas ( <i>coke-oven gas</i> )	NH <sub>3</sub> gas + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> cair	<i>Caprolactam</i> , <i>acrylonitrile</i> , dll	Gypsum (CaSO <sub>4</sub> ) + (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
Ketersediaan bahan baku	Terbatas	Melimpah	Terbatas	Cukup tersedia
Kondisi operasi	Tekanan & suhu tinggi	Tekanan atmosfer, suhu rendah	Bergantung proses induk	Tekanan atmosfer
Kebutuhan katalis	Tidak	Tidak	Bergantung proses induk	Tidak
Konversi	Rendah	Tinggi (97–98%)	Bergantung proses induk	Sedang
Kemurnian produk	Rendah (terkontaminasi tar)	Tinggi	Sedang	Sedang
Reaksi samping	Ada	Tidak ada	Ada	Ada
Kompleksitas proses	Tinggi	Rendah	Sangat tinggi	Sedang
Biaya investasi	Tinggi	Rendah	Sangat tinggi	Sedang

Berdasarkan perbandingan pada tabel di atas, proses netralisasi antara amonia gas dengan asam sulfat cair dipilih sebagai proses yang akan digunakan dalam perancangan pabrik ini. Proses ini dipilih karena bahan bakunya tersedia melimpah di dalam negeri, reaksinya sederhana tanpa katalis dan tanpa reaksi samping, beroperasi pada tekanan atmosfer sehingga lebih aman dan hemat energi, serta menghasilkan konversi yang tinggi sebesar 97–98% sehingga menguntungkan secara ekonomis.

### 1.3.3 Uraian Proses Terpilih

Proses yang dipilih adalah proses netralisasi antara amonia ( $\text{NH}_3$ ) fase gas dengan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) fase cair dengan reaksi sebagai berikut:



Proses ini terdiri dari tiga tahap. Pada tahap pertama, amonia gas dan asam sulfat cair dialirkan ke dalam saturator sebagai bahan baku. Pada tahap kedua, amonia dan asam sulfat bereaksi di dalam saturator pada tekanan atmosfer. Saturator dirancang sehingga proses netralisasi dan pembentukan kristal terjadi dalam satu alat yang sama. Larutan yang belum terkristalisasi dikembalikan ke saturator. Pada tahap ketiga, kristal amonium sulfat yang terbentuk dipisahkan menggunakan *centrifuge*, lalu dikeringkan dan didinginkan hingga menjadi produk akhir dengan konversi sebesar 97–98%.

### 1.3.4 Kegunaan Produk

Amonium sulfat memiliki beberapa kegunaan utama, antara lain:

#### a. Pertanian

Amonium sulfat atau lebih dikenal Pupuk ZA banyak digunakan sebagai karena mampu menyuplai dua unsur hara sekaligus, yaitu nitrogen dan belerang. unsur nitrogen berperan dalam membuat tanaman lebih hijau, mempercepat pertumbuhan, serta meningkatkan kandungan protein hasil panen. Sementara itu, unsur Belerang membantu pembentukan klorofil, menambah kandungan protein dan vitamin, memacu pertumbuhan anakan produktif, serta berperan dalam sintesis zat gula pada tanaman.

#### b. Mikrobiologi

Dalam bidang mikrobiologi, amonium sulfat dimanfaatkan sebagai sumber nitrogen tambahan dalam proses fermentasi, mengingat nitrogen merupakan unsur esensial yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk tumbuh dan berkembang.

### c. Industri

Selain sebagai pupuk, amonium sulfat juga digunakan dalam berbagai sektor industri, di antaranya sebagai bahan aditif pada produk pembersih, agen pengubah warna pada proses pemurnian logam, serta dalam proses penyamakan kulit.

## 1.4 Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi geografis pabrik merupakan faktor penting dalam pendirian pabrik amonium sulfat ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) karena berpengaruh terhadap kelancaran operasional, efisiensi produksi, serta distribusi produk. Pemilihan lokasi yang tepat dapat menekan biaya produksi dan transportasi, sehingga mendukung keberlanjutan operasi pabrik. Oleh karena itu, penentuan lokasi perlu mempertimbangkan ketersediaan bahan baku, kedekatan dengan pasar, akses transportasi, serta ketersediaan utilitas.

Dalam penentuan lokasi pabrik amonium sulfat digunakan pendekatan teori lokasi industri menurut Alfred Weber, khususnya konsep *weight loss* (pengurangan berat). Proses produksi amonium sulfat melalui reaksi netralisasi antara amonia (NH<sub>3</sub>) dan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) termasuk kategori pengurangan berat karena melibatkan penggunaan bahan baku dalam jumlah besar untuk menghasilkan produk akhir.

Selain itu, bahan baku amonia dan asam sulfat disimpan dalam bentuk cair pada kondisi cair, sehingga memerlukan penanganan khusus dalam penyimpanan dan distribusinya. Oleh karena itu, lokasi pabrik yang dekat dengan sumber bahan baku akan lebih menguntungkan untuk mempermudah proses pengadaan serta meningkatkan aspek keselamatan.

Ditinjau dari aspek keselamatan, amonia dan asam sulfat bersifat korosif dan berpotensi berbahaya, sehingga lokasi pabrik sebaiknya berada dekat dengan sumber bahan baku untuk meminimalkan risiko selama proses transportasi. Sementara itu, produk amonium sulfat sebagai pupuk relatif lebih aman dan mudah didistribusikan ke wilayah pemasaran seperti sektor pertanian dan perkebunan.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, alternatif lokasi yang dipilih adalah Gresik (Jawa Timur) dan Bontang (Kalimantan Timur). Kedua lokasi ini memiliki keunggulan berupa kedekatan dengan sumber bahan baku utama, keberadaan kawasan industri, serta dukungan infrastruktur transportasi yang memadai. Dengan demikian, pemilihan lokasi diharapkan mampu memberikan efisiensi optimal baik dari segi teknis maupun ekonomis dalam pendirian pabrik amonium sulfat.

### 1.4.1 Parameter Pemilihan Lokasi Pabrik

Menurut Baasel, (1974) halaman 25-34, parameter yang digunakan dalam pemilihan lokasi pabrik amonium sulfat meliputi ketersediaan bahan baku, pemasaran, utilitas, kondisi geografis dan masyarakat, transportasi, tenaga kerja, pengelolaan limbah, karakteristik lokasi, serta peraturan yang berlaku.

#### 1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan suatu pabrik sehingga pengadaannya harus diprioritaskan. Pabrik yang berlokasi dekat dengan sumber bahan baku memiliki beberapa keuntungan, di antaranya menurunkan biaya transportasi dan mempermudah pengadaan bahan baku. Oleh karena itu, dilakukan perbandingan ketersediaan bahan baku di kawasan industri Gresik dan Bontang yang disajikan pada Tabel 1.7 dan Tabel 1.8.

Tabel 1. 7 Daftar Kapasitas Pabrik Amonia di Kawasan Industri Gresik dan Bontang

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
PT Pupuk Kaltim	Bontang	1.105.000
PT Petrokimia Gresik	Gresik	2.740.000

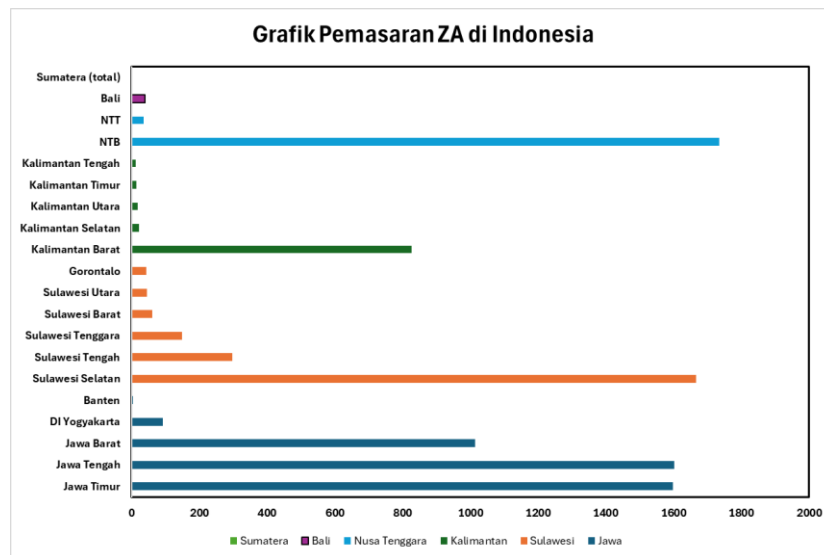
Tabel 1. 8 Daftar Kapasitas Pabrik Amonia di Kawasan Industri Gresik dan Bontang

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
PT Petrokimia Gresik	Gresik	1.170.000
PT Smelting	Gresik	1.200.000

Berdasarkan Tabel 1.7 dan Tabel 1.8, ketersediaan amonia terdapat di kedua lokasi, yaitu Bontang dan Gresik, dengan kapasitas terbesar berada di Gresik. Namun, untuk bahan baku asam sulfat hanya tersedia di kawasan Gresik dan tidak diproduksi di Bontang. Hal ini menunjukkan bahwa dari sisi ketersediaan bahan baku secara keseluruhan, Gresik lebih unggul karena memiliki kedua bahan baku utama dalam satu kawasan, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pengadaan bahan baku dan operasional pabrik.

#### 2. Pemasaran Produk

Pemasaran produk berkaitan dengan kedekatan lokasi pabrik terhadap konsumen untuk menekan biaya dan waktu distribusi. Berdasarkan data distribusi pupuk ZA (Pupuk Indonesia, 2025) pada gambar, distribusi terbesar terkonsentrasi di Pulau Jawa, khususnya di Jawa Timur (1.599 ton), Jawa Tengah (1.603 ton), dan Jawa Barat (1.015 ton). Hal ini menunjukkan bahwa Pulau Jawa merupakan pusat konsumsi utama pupuk ZA di Indonesia.



Gambar 1. 4 Data Pemasaran ZA di Indonesia

Selain itu, terdapat permintaan yang cukup besar di luar Pulau Jawa, seperti di Nusa Tenggara Barat (1.736 ton) dan Sulawesi Selatan (1.666 ton), yang umumnya didominasi oleh sektor pertanian dan perkebunan. Sementara itu, wilayah Kalimantan menunjukkan permintaan yang lebih terbatas, dengan konsentrasi terbesar di Kalimantan Barat (827 ton). Di sisi lain, berdasarkan data yang tersedia, distribusi pupuk ZA di wilayah Sumatera relatif tidak signifikan.

Gresik memiliki keunggulan karena berada di Pulau Jawa sebagai pusat konsumsi terbesar, sehingga mampu menekan biaya distribusi dan mempercepat penyaluran produk ke pasar utama. Selain itu, Gresik didukung oleh infrastruktur industri dan jaringan distribusi yang telah berkembang dengan baik. Sementara itu, Bontang memiliki keunggulan geografis karena dekat dengan wilayah Kalimantan yang merupakan area perkebunan, serta didukung oleh akses pelabuhan yang memadai untuk distribusi antar pulau. Namun, secara keseluruhan, Gresik lebih unggul dari sisi pemasaran karena lokasinya yang lebih dekat dengan pasar terbesar di Indonesia, yaitu Pulau Jawa, yang menyerap sebagian besar kebutuhan pupuk ZA nasional.

### 3. Utilitas

Ketersediaan air, listrik, dan bahan bakar harus memadai untuk menunjang proses produksi. Di kawasan Gresik (Jawa Timur), kebutuhan listrik umumnya dipenuhi oleh Perusahaan Listrik Negara, dengan dukungan fasilitas utilitas industri di kawasan tersebut. Sementara itu, kebutuhan air industri didukung oleh fasilitas milik PT Petrokimia Gresik yang memanfaatkan sumber air dari Sungai Bengawan Solo dan Sungai Brantas, sehingga ketersediaannya relatif terjamin.

Di kawasan Bontang (Kalimantan Timur), suplai listrik berasal dari Perusahaan Listrik Negara serta didukung oleh utilitas industri seperti PT Kaltim Daya Mandiri yang menyediakan tenaga listrik dan uap (*steam*). Kebutuhan air industri di kawasan ini juga dipasok oleh PT Kaltim Daya Mandiri, sehingga mendukung operasional industri di wilayah tersebut.

### 4. Keadaan Geografis dan Masyarakat

Lokasi harus memiliki kondisi geografis yang mendukung pembangunan pabrik serta masyarakat yang siap terhadap aktivitas industri. Gresik sebagai kawasan industri memiliki kondisi yang lebih siap dibandingkan Bontang dari sisi kesiapan lingkungan industri.

### 5. Transportasi

Lokasi pabrik harus didukung oleh sarana transportasi yang memadai untuk menjamin kelancaran distribusi bahan baku dan produk. Di Bontang (Kalimantan Timur), akses transportasi didukung oleh jaringan jalan Trans Kalimantan serta keberadaan Pelabuhan Lok Tuan yang berperan dalam distribusi bahan baku dan produk melalui jalur laut. Fasilitas ini cukup mendukung kegiatan logistik, terutama untuk pengiriman antar pulau.

Sementara itu, kawasan Gresik (Jawa Timur) memiliki keunggulan dari sisi transportasi karena dekat dengan Pelabuhan Tanjung Perak sebagai salah satu pelabuhan utama di Indonesia dengan aktivitas ekspor-impor yang tinggi. Selain itu, Gresik juga didukung oleh jaringan jalan nasional dan akses tol yang memadai sehingga distribusi darat menjadi lebih efisien.

Dengan demikian, meskipun Bontang memiliki fasilitas transportasi yang cukup baik, Gresik lebih unggul dari sisi konektivitas dan kelengkapan infrastruktur transportasi, sehingga lebih mendukung kelancaran distribusi bahan baku maupun produk.

### 6. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan faktor penting dalam operasional pabrik, baik dari segi jumlah maupun kualitas. Gresik memiliki keunggulan karena dekat dengan Surabaya dan Malang

sebagai pusat pendidikan, sehingga ketersediaan tenaga kerja lebih banyak dan berkualitas. Namun, tingkat upah di Gresik relatif tinggi, yaitu sekitar Rp5.195.401 per bulan (Surat Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 100.3.3.1/937/013/2025). Sebaliknya, Bontang memiliki ketersediaan tenaga kerja yang cukup meskipun tidak sebanyak di Jawa, tetapi lebih unggul dari sisi biaya dengan UMK Rp4.017.950 per bulan (Surat Keputusan Gubernur Kalimantan Timur Nomor 500.15.14.1/5096/DTKT.Srk-IV/2025). Dengan demikian, Gresik unggul dalam kualitas dan ketersediaan tenaga kerja, sedangkan Bontang lebih kompetitif dari segi biaya.

#### 7. Buangan Pabrik (*Waste Disposal*)

Lokasi harus mempertimbangkan dampak limbah terhadap lingkungan. Kawasan industri seperti Gresik dan Bontang umumnya telah memiliki sistem pengelolaan limbah sehingga dapat meminimalkan dampak pencemaran.

#### 8. Pembuangan Limbah

Harus tersedia sistem pengolahan limbah padat, cair, dan gas sesuai regulasi. Kedua lokasi memiliki fasilitas pengolahan limbah industri, namun kawasan industri Gresik lebih berkembang dalam pengelolaan limbah.

#### 9. *Site* dan Karakteristik Lokasi

*Site* dan karakteristik lokasi meliputi harga tanah, kondisi lahan, serta fasilitas pendukung yang mempengaruhi biaya investasi dan kelancaran operasional pabrik. Harga tanah di Gresik, khususnya di Kawasan Industri Gresik (KIG), relatif tinggi sekitar Rp6.000.000 per m<sup>2</sup> karena didukung infrastruktur dan fasilitas industri yang lengkap. Sebaliknya, Bontang memiliki harga tanah yang lebih rendah, sekitar Rp2.600.000 per m<sup>2</sup>, namun dengan fasilitas dan infrastruktur yang tidak sepadat Gresik. Dengan demikian, Bontang lebih unggul dari sisi biaya lahan, sedangkan Gresik unggul dari segi infrastruktur dan kelengkapan fasilitas.

#### 10. Peraturan Perundang-undangan

Lokasi harus sesuai dengan kebijakan pemerintah dan perizinan industri. Kedua lokasi berada di kawasan industri sehingga telah memenuhi regulasi, namun Gresik lebih matang dalam aspek perizinan dan pengembangan industri.

### 1.4.2 Matriks *Scoring* Lokasi Pabrik dan Penetapan Lokasi Terpilih

Berdasarkan parameter pada poin 1.4.1 dilakukan analisis kuantitatif menggunakan *metode factor rating* yang mengacu pada (Rafidanta & Lusiani, 2021) dengan skala 1–5. Skor 5

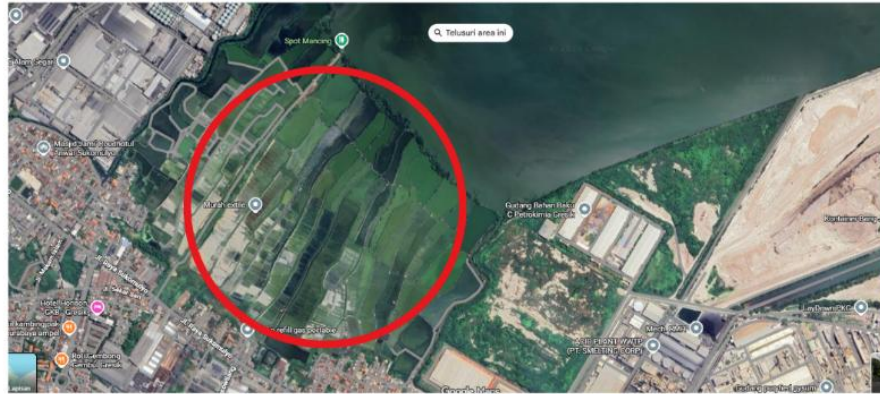
menunjukkan kondisi paling menguntungkan, sedangkan skor 1 menunjukkan kondisi paling tidak menguntungkan. Hasil penilaian disajikan pada Tabel 1.9

Tabel 1. 9 Matriks Pemilihan Lokasi Pabrik Amonium Sulfat

No	Faktor	Bobot	Skor		Nilai	
			G	B	G	B
1.	Ketersediaan bahan baku	0,15	90	70	13,5	10,5
2.	Pemasaran	0,1	90	80	9	8
3.	Utilitas	0,1	85	85	8,5	8,5
4.	Keadaan geografis & masyarakat	0,08	85	80	6,8	6,4
5.	Transportasi	0,12	90	80	10,8	9,6
6.	Tenaga kerja	0,1	85	75	8,5	7,5
7.	Buangan pabrik ( <i>waste disposal</i> )	0,08	85	80	6,8	6,4
8.	Pembuangan limbah	0,07	85	80	6	5,6
9.	<i>Site</i> & karakteristik lokasi	0,1	80	85	8	8,5
10.	Peraturan perundang-undangan	0,1	85	85	8,5	8,5
Total		1,00			86,4	79,5

Keterangan : G = Gresik, B = Bontang

Berdasarkan hasil analisis *scoring* pada Tabel 1.9, Gresik (Jawa Timur) memiliki skor tertinggi dibandingkan Bontang, sehingga ditetapkan sebagai lokasi terpilih. Oleh karena itu, Gresik dipilih sebagai lokasi pembangunan pabrik amonium sulfat karena dinilai paling memenuhi aspek teknis, ekonomi, dan operasional.



Gambar 1. 5 Lokasi Pabrik (Google Maps, 2026)

Berdasarkan seluruh pertimbangan tersebut, Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik, Jawa Timur dinilai sebagai lokasi yang strategis untuk pendirian pabrik amonium sulfat. Lokasi ini memenuhi kriteria pemilihan lokasi industri dan diharapkan mampu menunjang efisiensi proses produksi serta distribusi produk secara optimal. Denah atau peta lokasi pabrik di wilayah Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik, Jawa Timur disajikan pada Gambar 1.3.