

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara berkembang yang tengah melaksanakan pembangunan di berbagai bidang. Salah satu fokus utama pembangunan nasional adalah sektor ekonomi dengan tujuan mencapai kemandirian perekonomian. Dalam konteks tersebut, pembangunan industri diarahkan untuk memperkuat struktur ekonomi nasional melalui keterkaitan yang kuat dan saling mendukung antar sektor, meningkatkan daya tahan perekonomian nasional, memperluas lapangan kerja, serta mendorong berkembangnya sektor-sektor lainnya (Ar-rosyidah et al., 2016).

Sektor industri memiliki peran strategis dalam pembangunan ekonomi karena memiliki beberapa keunggulan dibandingkan sektor lainnya. Menurut Anwar et al. (2007), sektor industri mampu menyerap tenaga kerja dalam jumlah besar, memiliki nilai kapitalisasi modal yang tinggi, serta mampu meningkatkan nilai tambah (*value added creation*) dari bahan baku yang diolah. Di Indonesia, sektor industri mencakup berbagai jenis industri, antara lain industri pangan, farmasi, jasa, dan manufaktur. Industri manufaktur khususnya berperan dalam mengolah bahan baku mentah menjadi produk bernilai ekonomi tinggi dengan bantuan mesin dan tenaga kerja, termasuk di dalamnya industri kimia.

Industri kimia merupakan salah satu sektor penting dalam industri manufaktur karena produknya banyak digunakan sebagai bahan baku maupun bahan penunjang bagi industri lainnya. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan industri, ketersediaan bahan kimia dalam negeri menjadi faktor penting dalam menjaga keberlangsungan proses produksi. Namun demikian, hingga saat ini masih terdapat beberapa industri kimia di Indonesia yang bergantung pada impor untuk memenuhi kebutuhan bahan bakunya. Salah satu industri kimia yang masih mengalami ketergantungan terhadap impor adalah industri sodium sulfat.

Sodium sulfat (Na_2SO_4) merupakan garam natrium dari asam sulfat yang umumnya dijumpai dalam bentuk anhidrat berupa padatan kristal putih yang dikenal sebagai mineral thenardit. Selain itu, sodium sulfat juga terdapat dalam bentuk dekahidrat dengan rumus $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ yang dikenal sebagai garam Glauber (Putra, 2018). Sodium sulfat banyak digunakan sebagai bahan baku maupun bahan penunjang dalam berbagai sektor industri, antara lain industri pulp dan kertas, deterjen, kaca datar, tekstil, keramik, farmasi, zat pewarna, serta

sebagai pereaksi di laboratorium kimia. Seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan sektor industri, kebutuhan terhadap sodium sulfat terus mengalami peningkatan.

Penggunaan sodium sulfat telah dikenal sejak abad ke-16, yang pada awalnya dimanfaatkan sebagai garam dan air spa. Senyawa ini pertama kali dijelaskan secara ilmiah pada tahun 1658 oleh J. R. Glauber dan dikenal sebagai sal mirabile Glauberi, yang dibuat dari garam dapur dan asam sulfat serta digunakan dalam bidang pengobatan sebagai obat pencahar (Ullmann, 2012). Seiring dengan perkembangan industri kimia, sodium sulfat juga dihasilkan sebagai produk samping dalam proses pembuatan soda dan asam klorida pada abad ke-19. Meskipun metode tersebut saat ini sudah jarang digunakan, sodium sulfat tetap diproduksi baik sebagai produk samping dari berbagai proses kimia maupun melalui ekstraksi dari endapan alam di beberapa negara seperti Kanada, Amerika Serikat, dan Amerika Selatan (Ullmann, 2012).

Di Indonesia, kebutuhan akan sodium sulfat terus meningkat seiring dengan berkembangnya industri-industri pengguna. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, impor sodium sulfat Indonesia selama periode 2018–2025 mencapai rata-rata sekitar 293.627 ton per tahun. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara kebutuhan (*demand*) dan pasokan (*supply*) sodium sulfat dalam negeri. Hingga saat ini, Indonesia hanya memiliki tiga pabrik yang memproduksi sodium sulfat dengan total kapasitas produksi sekitar 265.000 ton per tahun, sementara produksi tersebut sebagian besar merupakan hasil samping dari produk utama pabrik, sehingga jumlah produksinya sangat bergantung pada keberlangsungan proses utama.

Di sisi lain, rata-rata ekspor sodium sulfat Indonesia pada periode yang sama hanya mencapai sekitar 51.375 ton per tahun, yang menunjukkan bahwa cadangan sodium sulfat nasional masih terbatas dan belum mampu memenuhi kebutuhan pasar domestik secara optimal. Kondisi ini menyebabkan industri dalam negeri masih bergantung pada produk impor untuk memenuhi kebutuhan bahan bakunya.

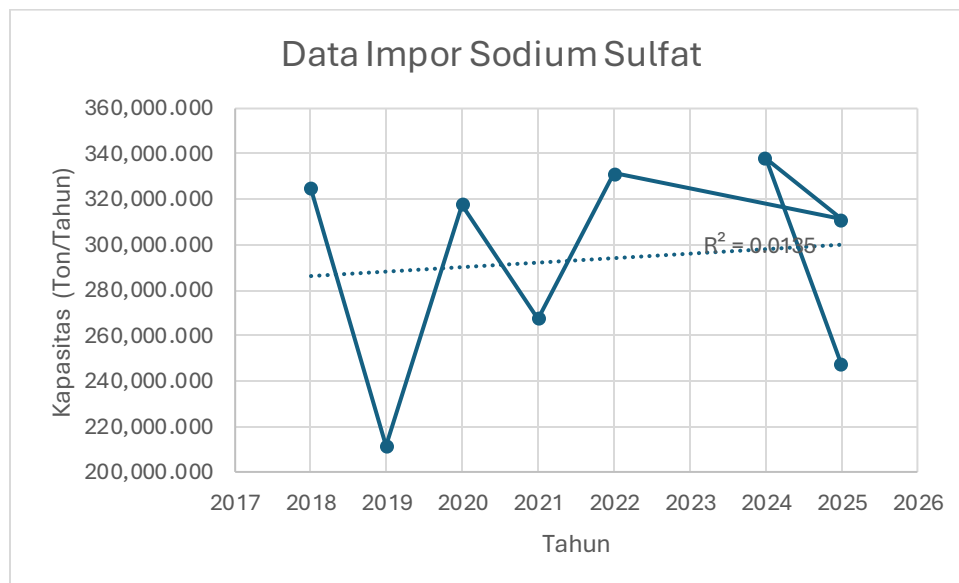
Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan upaya untuk meningkatkan kapasitas produksi sodium sulfat di dalam negeri. Pendirian pabrik sodium sulfat dengan menggunakan bahan baku natrium klorida (NaCl) dan asam sulfat (H₂SO₄) diharapkan dapat menjadi solusi untuk mengurangi ketergantungan terhadap impor serta menjamin ketersediaan bahan baku bagi industri pengguna. Selain berpotensi memberikan keuntungan secara ekonomi, pendirian pabrik ini juga diharapkan mampu mendorong pertumbuhan industri hilir, membuka lapangan kerja, serta memberikan kontribusi positif terhadap pembangunan industri kimia nasional. Oleh karena itu, direncanakan pendirian pabrik sodium sulfat dekahidrat di Indonesia yang diharapkan mampu bersaing di tingkat nasional maupun internasional.

1.2 Kapasitas Pabrik

1.2.1 Proyeksi Kebutuhan Pasar

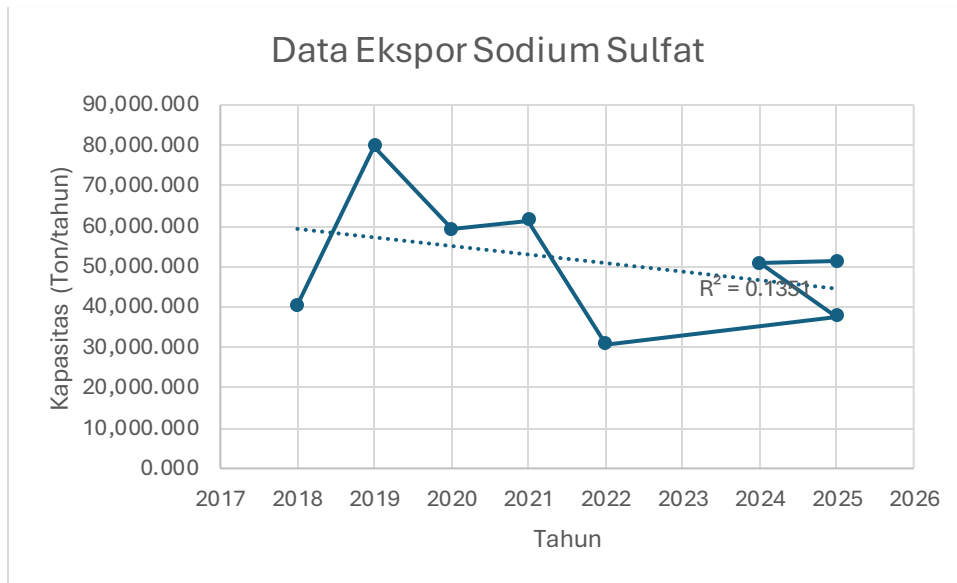
Kebutuhan sodium sulfat diperkirakan akan terus meningkat dalam beberapa tahun mendatang seiring dengan berkembangnya industri-industri pengguna di Indonesia. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), produksi sodium sulfat dalam negeri hingga tahun 2025 masih belum mampu memenuhi kebutuhan nasional. Kondisi tersebut menyebabkan Indonesia masih harus melakukan impor sodium sulfat untuk memenuhi permintaan pasar, terutama dari negara-negara kawasan Asia Tenggara dan Asia Tengah. Tren impor dan ekspor sodium sulfat di Indonesia beserta pertumbuhannya dapat dilihat pada Gambar 1.1 dan Gambar 1.2, yang datanya diperoleh dari Tabel 1.1 dan Tabel 1.2.

Setelah memahami konteks kebutuhan nasional, Gambar 1.1 menyajikan secara visual perkembangan impor sodium sulfat dalam kurun waktu delapan tahun. Grafik ini memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai pola fluktuasi impor yang terjadi dari 2018 hingga 2025.



Gambar 1.1 Data Impor Sodium Sulfat di Indonesia (BPS, 2018-2025)

Sebagai pembandingan, Gambar 1.2 berikut memperlihatkan tren ekspor sodium sulfat pada periode yang sama. Penyajian ini penting untuk menunjukkan perbedaan karakteristik antara aktivitas impor dan ekspor serta kontribusinya terhadap keseimbangan kebutuhan dalam negeri.



Gambar 1.2 Data Ekspor Sodium Sulfat di Indonesia (BPS, 2018-2025)

Dari kedua grafik tersebut, dapat dianalisis bahwa pola kenaikan dan penurunan nilai impor maupun ekspor bersifat fluktuatif. Namun, karena nilai koefisien determinasi (R^2) yang diperoleh lebih kecil dari 0,9, maka metode interpolasi linier dinilai kurang tepat untuk digunakan dalam memprediksi kapasitas pembangunan pabrik. Oleh sebab itu, metode yang digunakan untuk memprediksi kapasitas pembangunan pabrik sodium sulfat pada tahun 2030 adalah metode *discounted*.

Untuk memberikan dasar yang lebih kuat bagi analisis tren pada grafik sebelumnya, Tabel 1.1 berikut menyajikan data numerik impor sodium sulfat dari tahun 2018 hingga 2025, dilengkapi dengan persentase kenaikannya tiap tahun.

Tabel 1.1 Data Impor Sodium Sulfat Tahun 2018-2025 (BPS, 2025)

Tahun	Total Impor (Ton)	Kenaikan (%)
2018	324,819	0
2019	211,447	-0.349
2020	317,659	0.502
2021	267,398	-0.158
2022	331,496	0.240
2023	311,139	-0.061
2024	337,944	0.086
2025	247,118	-0.269

Rata-rata	293,627	-0.001
------------------	----------------	---------------

Selain data impor, Tabel 1.2 berikut menunjukkan perkembangan ekspor sodium sulfat pada periode yang sama. Data ini membantu memperlihatkan sejauh mana aktivitas ekspor Indonesia mampu mengimbangi konsumsi dalam negeri.

Tabel 1.2 Data Ekspor Sodium Sulfat Tahun 2018-2025 (BPS, 2025)

Tahun	Total Ekspor (Ton)	Kenaikan (%)
2018	40,278	0
2019	79,674	0.978
2020	59,260	-0.256
2021	61,430	0.037
2022	30,636	-0.501
2023	37,579	0.227
2024	50,851	0.353
2025	51,300	0.009
Rata-rata	51,376	0.121

Dengan menggunakan data yang telah diperoleh, proyeksi kebutuhan impor dan ekspor sodium sulfat di Indonesia dapat dihitung. Menurut Timmerhaus (1981), perhitungan proyeksi kebutuhan dari tahun 2026 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 2025-2030)

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 sodium sulfat hingga tahun 2030. Proyeksi ini bertujuan untuk memberikan gambaran kebutuhan kapasitas produksi nasional pada masa depan yang dapat dilihat pada Tabel 1.3 berikut.

Tabel 1.3 Proyeksi Kebutuhan Sodium Sulfat di Indonesia Tahun 2026-2030

Tahun	Impor (Ton)	Ekspor (Ton)	Konsumsi (Ton)	Produksi (Ton)
2026	246,792	57,498	457,792	265,000
2027	246,466	64,446	454,784	265,000
2028	246,140	72,233	451,797	265,000
2029	245,815	80,962	448,829	265,000
2030	245,490	90,744	445,880	265,000

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

- Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku utama dalam pembuatan sodium sulfat (Na_2SO_4) adalah asam sulfat (H_2SO_4) dan natrium klorida (NaCl). Asam sulfat diperoleh dari PT Petrokimia Gresik yang berlokasi di Jawa Timur, sedangkan natrium klorida diperoleh dari PT Garam (Persero) yang berlokasi di Kecamatan Kebonagung, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Ketersediaan bahan baku tersebut menjadi faktor penting dalam menjamin keberlangsungan proses produksi sodium sulfat. Pemenuhan kebutuhan bahan baku dalam proses produksi sodium sulfat (Na_2SO_4) dapat ditinjau berdasarkan kapasitas produksi masing-masing pemasok bahan baku. Untuk mendukung pendirian pabrik sodium sulfat, kapasitas produksi pabrik asam sulfat dan natrium klorida yang tersedia di Indonesia disajikan pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Kapasitas Pabrik Asam Sulfat dan Natrium Klorida di Indonesia (Kementerian Perindustrian RI, 2020)

Bahan Baku	Sumber	Kapasitas Produksi
Asam Sulfat	PT Petrokimia Gresik	1.770.000 ton/tahun
Natrium Klorida	PT Garam (Persero)	40.000 ton/tahun

Kapasitas produksi asam sulfat PT Petrokimia Gresik mencapai 1.170.000 ton/tahun, jauh di atas kebutuhan bahan baku yang diperlukan untuk kapasitas pabrik sodium sulfat yang direncanakan. Besarnya kapasitas tersebut menunjukkan bahwa asam sulfat tidak berpotensi

menjadi *bottleneck* dalam proses penyediaan bahan baku. Sementara itu, kapasitas produksi natrium klorida oleh PT Garam (Persero) sebesar 40.000 ton/tahun masih mencukupi untuk memenuhi kebutuhan pabrik sodium sulfat, terutama karena kebutuhan NaCl untuk proses produksi berada pada kisaran yang dapat dipenuhi tanpa mengganggu pasokan nasional. Dengan demikian, ketersediaan NaCl juga dinilai memadai.

Secara keseluruhan, kedua bahan baku utama, baik asam sulfat maupun natrium klorida, tersedia dalam kapasitas yang mencukupi. Oleh karena itu, ketersediaan bahan baku dinyatakan tidak membatasi kapasitas pabrik dan tidak menjadi faktor penghambat dalam perencanaan pendirian pabrik sodium sulfat.

- Ketersediaan Bahan Pendukung

Bahan pendukung dalam pembuatan sodium sulfat (Na_2SO_4) adalah Kalsium Hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) dan Sodium Karbonat (Na_2CO_3). Kalsium Hidroksida diperoleh dari PT Petrokimia Gresik yang berlokasi di Jawa Timur, sedangkan Sodium Karbonat diperoleh dari PT Pentawira Agraha Sakti (PT PAS) di Tuban, Jawa Timur. Ketersediaan bahan pendukung tersebut sebenarnya dapat di peroleh selain kedua perusahaan yang sudah disebutkan, sehingga bahan pendukung dalam pembuatan sodium sulfat (Na_2SO_4) mudah didapat dan menjadi faktor penting dalam menjamin keberlangsungan proses produksi sodium sulfat.

Pemenuhan kebutuhan bahan pendukung dalam proses produksi sodium sulfat (Na_2SO_4) dapat ditinjau berdasarkan kapasitas produksi masing-masing pemasok bahan pendukung. Untuk mendukung pendirian pabrik sodium sulfat, kapasitas produksi pabrik Kalsium Hidroksida dan Sodium Karbonat yang tersedia di Indonesia disajikan pada Tabel 1.5.

Tabel 1.5 Kapasitas Pabrik Asam Sulfat dan Natrium Klorida di Indonesia (Kementerian Perindustrian RI, 2020)

Bahan Baku	Sumber	Kapasitas Produksi
Kalsium Hidroksida	PT Pentawira Agraha Sakti	369.000 ton/tahun
Sodium Karbonat	PT Petrokimia Gresik	300.000 ton/tahun

Kapasitas produksi Kalsium Hidroksida PT Pentawira Agraha Sakti dengan kapasitas 369.000 ton/tahun. Sementara itu, kapasitas produksi Sodium Karbonat oleh PT Petrokimia Gresik sebesar 300.000 ton/tahun masih mencukupi untuk memenuhi kebutuhan sebagai bahan baku dalam pembuatan sodium sulfat. Secara keseluruhan, kedua bahan baku utama, baik kalsium hidroksida maupun sodium karbonat, tersedia dalam kapasitas yang mencukupi. Oleh karena itu, ketersediaan bahan baku dan bahan pendukung dinyatakan tidak membatasi

kapasitas pabrik dan tidak menjadi faktor penghambat dalam perencanaan pendirian pabrik sodium sulfat.

1.2.3 Kapasitas Pabrik yang sudah Beroperasi

Selain data impor dan ekspor, pemetaan kapasitas produksi sodium sulfat yang telah beroperasi di Indonesia menjadi langkah penting untuk mengetahui besarnya pasokan domestik yang sudah tersedia. Informasi ini dibutuhkan agar perancangan kapasitas pabrik baru tidak berlebihan (*overdesign*) dan tetap selaras dengan kebutuhan pasar nasional. Daftar pabrik sodium sulfat yang beroperasi di Indonesia beserta kapasitas produksinya dapat dilihat pada Tabel 1.6 berikut.

Tabel 1.6 Kapasitas Produksi Pabrik Sodium Sulfat yang ada di Indonesia

No	Nama Perusahaan	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
1	PT South Pacific Viscose	188.000
2	PT Indo Bharat Rayon	55.000
3	PT Indah Kiat Pulp and Paper	22.000
Total		265.000

Total kapasitas produksi eksisting sebesar 265.000 ton/tahun ini merupakan gambaran kapasitas pasokan domestik yang sudah tersedia dan menjadi parameter penting dalam penyusunan neraca kebutuhan nasional. Kapasitas tersebut digunakan sebagai komponen m_2 , yaitu kapasitas produksi dalam negeri yang berperan sebagai pembanding terhadap nilai kebutuhan pasar hasil proyeksi. Dengan demikian, data kapasitas pabrik yang telah beroperasi berfungsi sebagai dasar untuk menilai apakah pembangunan pabrik baru dibutuhkan, serta untuk menentukan kapasitas optimal agar mampu menutup kekurangan pasokan tanpa menimbulkan kelebihan produksi di pasar domestik.

1.2.4 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 sodium sulfat di Indonesia untuk periode tahun 2026 hingga tahun 2030. Hasil perhitungan prediksi tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

- Perkiraan impor pada Tahun 2030

$$m_1 = P(1 + i)^{2030 - 2025}$$

$$m_1 = 245.490 \text{ Ton/Tahun}$$

- Perkiraan produksi dalam negeri pada Tahun 2030

$$m_2 = P(1 + i)^{2030-2025}$$

$$m_2 = 265.000 \text{ Ton/Tahun}$$

- Perkiraan ekspor pada Tahun 2030

$$m_4 = P(1 + i)^{2030-2025}$$

$$m_4 = 90.744 \text{ Ton/Tahun}$$

- Perkiraan konsumsi dalam negeri pada Tahun 2030

$$m_5 = P(1 + i)^{2030-2025}$$

$$m_5 = 445.880 \text{ Ton/Tahun}$$

Perhitungan kapasitas produksi sodium 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:

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

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

$$m_3 = 26.134 \text{ Ton/Tahun}$$

$$\text{Kapasitas} = \text{Peluang kapasitas} \times 0,6 \text{ (karena sudah ada pabrik di Indonesia)}$$

$$= 26.134 \times 0,6$$

$$= 15.681 \text{ Ton/Tahun}$$

$$\approx 16.000 \text{ Ton/Tahun}$$

Dari perhitungan yang telah dilakukan, pabrik direncanakan akan beroperasi dan didirikan pada Tahun 2030 dengan kapasitas 16,000 Ton/Tahun.

1.3 Tinjauan Proses

1.3.1 Macam-macam Proses

Macam-macam proses yang dapat digunakan dalam pembuatan sodium sulfat diantaranya sebagai berikut :

- Produksi Sodium Sulfat dari Alam

1. Pembuatan sodium sulfat dari *natural brine*

Proses yang berasal dari air laut/ danau *evaporite* yang mengandung bahan baku sodium sulfat (7 – 11%) dan kandungan NaCl dan MgSO₄ ini berguna untuk menurunkan kelarutan sodium sulfat dalam air laut dengan menjenuhkannya dengan penambahan NaCl dan dipisahkan dengan pencucian menggunakan larutan NaCl. Larutan NaCl yang terdapat dalam larutan sisa akan larut dalam larutan pencuci sedangkan sebagian besar sodium sulfat tidak larut dalam NaCl karena kecepatan kelarutannya lebih rendah. Kemudian sodium sulfat yang masih mengandung sedikit NaCl dipisahkan dari larutan pencuci yang selanjutnya dicuci dengan air untuk melarutkan NaCl (Faith, WL et al., 1975).

2. Pembuatan sodium sulfat dari penambangan *mirabilite*

Mirabilite (dikenal sebagai garam glauber) merupakan kristal Na₂SO₄ (Na₂SO₄·10H₂O). Kristal ini fisiknya bening seperti kaca, tidak berwarna, diperoleh melalui proses evaporasi dari sodium sulfat. *Mirabilite* ini bersifat halus dengan tingkat kekerasan 1,5 – 2 dan memiliki *specific gravity* yang rendah, yaitu 1,49. Kemudian kristal *mirabilite* dicuci bersih dengan menggunakan larutan jenuh sodium sulfat yang berfungsi menghilangkan kandungan *clay* and *mud* yang terikat pada temperature atmosferik (Faith, WL et al., 1975).

- Produksi Sodium Sulfat dari Industri Kimia

1. Pembuatan sodium sulfat dari garam dan asam sulfat (Proses Mannheim)

Pada proses Mannheim ini, sodium sulfat diperoleh dari pembentukan antara garam sodium klorida (NaCl) dengan asam sulfat (H₂SO₄). Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah:

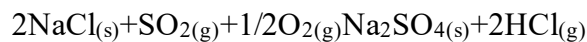


Garam dan asam sulfat dimasukkan kedalam *furnace* yang dilengkapi dengan agitator, dimana massa pereaksi dipanaskan secara perlahan hingga suhu tepat di bawah suhu peleburan (843°C). HCl dialirkan melalui sistem pendinginan dan kondensasi ke penyerap. *Salt cake* (natrium sulfat mentah) terus dikeluarkan dari pinggiran tungku.

Salt cake dilarutkan dalam air panas untuk membentuk larutan spgr 1,29 untuk membentuk garam gluber kembali. Soda abu atau kapur kemudian ditambahkan untuk menetralkan kelebihan asam sulfat dan mengendapkan menggunakan besi dan alumina. Kemudian endapan dibiarkan mengendap, dan cairan supernatan yang jernih dipompa ke *crystalizer*. Lapisan bawah yang berlumpur disaring dan juga dikirim ke *crystalizer*. Setelah proses kristalisasi, garam glauber disimpan pada tempat/wadah tertutup untuk mencegah pengeringan. Cairan induk dikembalikan ke tangki larutan untuk digunakan dalam batch berikutnya. Cairan *crystalizer* harus dipertahankan pada sisi asam netral supaya kristal menjadi tidak berwarna. Asam bebas dalam produk jadi akan berkisar 0,01% (Faith, WL et al., 1975).

2. Pembuatan sodium sulfat dari gas SO₂ dan O₂ (Proses Hargreave-Robinson)

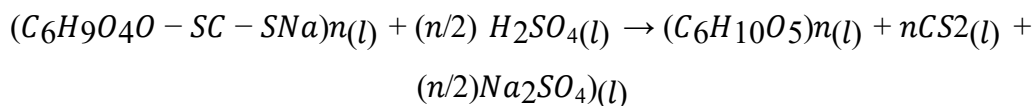
Negara Amerika Serikat menggunakan proses ini dalam produksi sodium sulfat. Pada proses ini, sulfur oksida (SO₂), udara (O₂) dan steam dikontakkan hingga menjadi butiran garam.



Yield yang diperoleh dari proses ini sebesar 93% hingga 95% (Faith, WL, Keyes BD, Clark RL, 1975).

3. Pembuatan sodium sulfat sebagai produk samping industri rayon

Pada pembuatan rayon, pengkoagulan adalah larutan yang mengandung 9-11% asam sulfat, dan 20% natrium sulfat, ditambah dengan material lainnya dengan jumlah kecil. Selama proses sodium sulfat diperoleh dari setiap *pound* produk rayon, dalam proses wet spinning. Tempat pemintalan sisa diperoleh kembali dengan pemekatan lebih lanjut dari cairan, diikuti dengan pendinginan dalam alat pengkristal vakum. Kemudian garam Glauber mengkristal dan dapat dijual seperti itu atau dapat diubah terlebih dahulu menjadi natrium sulfat anhidrat. Larutan induk dari *crystalizer* diperkaya dengan kandungan asam sulfat dan dikembalikan ke bak spin. Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah :



Berdasarkan reaksi tersebut, asam sulfat menguraikan *xanthate* dan menghasilkan selulosa dalam proses *wet spinning*. Sodium sulfat mengontrol kecepatan penguraian *xanthate* menjadi selulosa dan membentuk fiber (Faith, WL et al., 1975).

1.3.2 Seleksi Proses

Pra-perancangan pabrik ini menggunakan proses industri kimia yang berbahan dasar sodium klorida. Dalam seleksi proses, akan dilakukan seleksi pada dua macam proses yang biasanya digunakan, yaitu *natural brine*, proses Mannheim dan proses Hargreaves-Robinson.

Tabel 1.7 Perbandingan Proses Natural Brine, Proses Manheim dan Proses Hargraves-Robinson (Faith, W L et al., 1975).

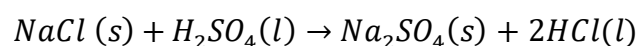
Aspek	<i>Natural Brine Process</i>	Proses Mannheim	Proses Robinson
Status global	Paling dominan di negara Amerika	20–30% dari total kapasitas produksi dunia	<5% dari total kapasitas produksi dunia
Ketersediaan bahan baku di Indonesia	<5% potensi (tidak ada danau evaporit besar)	>90% tersedia (NaCl & H ₂ SO ₄)	Tergantung bahan kimia impor.
Produk utama proses	Sodium sulfat	Sodium Sulfat	Sodium sulfat
Konversi	98%	95-98%	93-95%
Suhu operasi	±40°C	±843°C	±600°C
Tekanan operasi	1 atm (±0.1 MPa)	1–1.2 atm (0.1–0.12 MPa)	1–2 atm (0.1–0.2 MPa)
Konsumsi energi	0.5–1.5 GJ/ton produk	4–6 GJ/ton produk	3–5 GJ/ton produk
Katalis	Tidak menggunakan katalis	Tidak menggunakan katalis	Menggunakan promotor (misal Fe ³⁺ atau katalis asam lemah)

Aspek	<i>Natural Brine Process</i>	Proses Mannheim	Proses Robinson
Biaya produksi Na ₂ SO ₄	50–80 USD/ton	120–180 USD/ton	180–250 USD/ton
Ketergantungan impor	Tinggi (brine)	Rendah	Tinggi
Produk samping	Natrium Klorida (NaCl) dan Kalsium Sulfat (CaSO ₄)	Asam Klorida (HCl)	Asam Klorida (HCl) dan Air (H ₂ O)

Dari Tabel 1.7 dapat dilihat perbandingan antara proses *natural brine*, proses Mannheim, dan proses Hargreaves-Robinson. Dari aspek teknis proses *natural brine* lebih mudah dan sederhana, karena bahan yang didapat mudah di ambil dari alam tepatnya danau Great Salt Lake, Amerika Serikat, akan tetapi dari proses tersebut jika didirikan di Indonesia sangat terbatas pada bahan bakunya, karena bahan baku yang diinginkan perlu impor dan di Indonesia tidak ada danau yang serupa seperti di Amerika Serikat. Jika dibandingkan dengan proses Hargreaves-Robinson dari aspek teknis proses Mannheim prosesnya lebih mudah dan sederhana, prosesnya kontinyu, serta dilihat dari aspek ekonomisnya proses Mannheim mempunyai bahan baku yang relatif lebih murah dan penyimpanannya tidak memerlukan desain khusus dibandingkan dengan proses Hargreaves-Robinson. Sehingga berdasarkan pertimbangan tersebut proses yang dipilih yaitu proses Mannheim.

1.3.3 Uraian Proses Terpilih

Proses Mannheim sodium sulfat (Na₂SO₄) dibuat dengan menggunakan bahan baku berupa natrium klorida (NaCl) dan asam sulfat (H₂SO₄). Garam asam sulfat ini lalu diolah untuk membuat sodium sulfat. Reaksi terjadi di dalam *furnace Mannheim* yang terbuat dari *brick* atau batu. *Brick* merupakan batu yang tahan terhadap panas tinggi dan korosi. Proses ini disebut dengan Mannheim. Reaksi yang terjadi yaitu sebagai berikut:



1.3.4 Kegunaan Produk

Dalam industri, sodium sulfat dimanfaatkan untuk proses pembuatan deterjen, dan dapat membantu daya bersih produk sabun colek. Bahan ini memiliki bentuk bubuk putih dan mudah

larut dalam air. Selain itu, dalam industri tekstil, sodium sulfat dapat membantu meratakan warna pada produk tekstil dan mengurangi muatan negatif pada serat sehingga pewarna dapat menembus secara merata. Selain dimanfaatkan sebagai pembuatan deterjen dan tekstil, sodium sulfat bisa digunakan untuk proses pembuatan *pulp* atau kertas dengan metode sulfat yaitu untuk membuat sulfida dengan tingkat alkalinitas tinggi sehingga dapat memisahkan selulosa dari zat-zat lain.

1.4 Penentuan Lokasi Pabrik

Lokasi geografis pabrik merupakan salah satu faktor penting dalam pendirian suatu pabrik karena sangat mempengaruhi kelancaran operasional, efisiensi produksi, serta rencana pengembangan di masa mendatang. Pemilihan lokasi pabrik harus mempertimbangkan berbagai faktor yang dapat memberikan kemudahan dalam pengadaan bahan baku, distribusi produk, ketersediaan utilitas, dan akses transportasi. Pemilihan lokasi yang tepat diharapkan mampu menurunkan biaya produksi dan transportasi sehingga meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan.

Dalam penentuan lokasi pabrik sodium sulfat, digunakan pendekatan teori lokasi industri menurut Alfred Weber, khususnya konsep *weight gain* dan *weight loss*. Pabrik sodium sulfat cenderung mengikuti pendekatan *weight gain*, karena produk yang dihasilkan memiliki massa relatif besar dan digunakan secara luas oleh industri hilir, sehingga lokasi pabrik idealnya berada dekat dengan sumber bahan baku utama dan pasar pengguna.

Pemilihan lokasi didasarkan pada akses terhadap bahan baku utama natrium klorida (NaCl) dan asam sulfat (H₂SO₄), serta infrastruktur industri yang relatif berkembang. Berdasarkan pertimbangan tersebut, dilakukan kajian penentuan lokasi pabrik sodium sulfat dengan membandingkan tiga alternatif wilayah yang dibandingkan, yaitu:

1. Gresik (Jawa Timur)
2. Kota Cilegon (Banten)
3. Kota Surabaya (Jawa Timur)

1.4.1 Parameter Pemilihan Lokasi Pabrik

Parameter yang digunakan dalam pemilihan lokasi pabrik sodium sulfat meliputi ketersediaan bahan baku, pemasaran produk, harga tanah, sistem pengupahan, ketersediaan tenaga kerja, kebijakan pemerintah daerah, utilitas, pengelolaan limbah, dan transportasi. Uraian perbandingan ketiga lokasi disajikan pada Tabel 1.8.

Tabel 1.8 Tabel Penentuan Lokasi Pabrik Sodium Sulfat

Lokasi / Parameter	Gresik, Jawa Timur	Cilegon, Banten	Surabaya, Jawa Timur
Bahan Baku	Natrium klorida (NaCl) diperoleh dari PT Garam (Persero) wilayah Gresik & Madura. Asam sulfat (H ₂ SO ₄) dipasok oleh PT Petrokimia Gresik yang memproduksi H ₂ SO ₄ konsentrasi industri (±98%). Kedekatan lokasi menurunkan biaya transportasi dan menjamin kontinuitas pasokan.	Natrium klorida (NaCl) dipasok oleh PT Cheetham Garam Indonesia. Asam sulfat (H ₂ SO ₄) diperoleh dari PT Indonesian Acids Industry di kawasan industri Cilegon. Kedua bahan baku tersedia dalam satu kawasan industri sehingga logistik relatif efisien.	Natrium klorida (NaCl) dipasok oleh PT Garam (Persero) melalui distribusi Madura & Surabaya. Asam sulfat (H ₂ SO ₄) diperoleh dari PT Satona. Jarak pasok relatif dekat, namun tidak terintegrasi dalam satu kawasan industri.
Harga Tanah Kawasan Industri	Relatif sedang, sekitar Rp 2,5 – 4,0 juta/m ² , tersedia lahan luas untuk industri kimia skala besar.	Relatif tinggi, sekitar Rp 3,0 – 5,5 juta/m ² karena berada di kawasan industri strategis Banten.	Tinggi, sekitar Rp 4,0 – 8,0 juta/m ² , keterbatasan lahan industri dalam wilayah perkotaan.
Upah Minimum Tenaga Kerja	UMK Gresik sekitar Rp 5,1 juta/bulan, tenaga kerja industri kimia berpengalaman cukup banyak.	UMK Cilegon/Banten sekitar Rp 5,4 juta/bulan, tenaga kerja tersedia namun persaingan industri berat tinggi.	UMK Surabaya sekitar Rp 5,2 juta/bulan, tenaga kerja terampil melimpah tetapi biaya hidup tinggi.
Utilitas (Listrik, Air, IPAL)	Listrik dari PLN dan PLTU Gresik, air industri dan IPAL tersedia di kawasan industri kimia.	Utilitas kawasan industri lengkap, namun biaya operasional utilitas relatif tinggi.	Utilitas kota lengkap, namun kapasitas IPAL industri terbatas dan biaya tinggi.

Lokasi / Parameter	Gresik, Jawa Timur	Cilegon, Banten	Surabaya, Jawa Timur
Transportasi & Logistik	Dekat Pelabuhan Tanjung Perak dan Teluk Lamong, terhubung jaringan tol nasional.	Dekat Pelabuhan Merak dan akses tol Jabodetabek–Merak.	Dekat Pelabuhan Tanjung Perak dan pusat distribusi Jawa Timur.
Kebijakan Pemerintah Daerah	Pemerintah daerah sangat mendukung industri kimia dan pupuk, perizinan relatif cepat.	Mendukung industri berat, namun regulasi lingkungan lebih ketat.	Mendukung industri, tetapi regulasi perkotaan lebih kompleks.
Kedekatan Pasar	Dekat industri pulp dan kertas, tekstil, deterjen, dan kaca di Jawa Timur.	Dekat pasar Jabodetabek dan industri nasional skala besar.	Dekat pasar industri Jawa Timur, namun persaingan lokasi tinggi.

1.4.2 Matriks Skoring Pemilihan Lokasi

Berdasarkan parameter pada Tabel 1.7, dilakukan analisis kuantitatif menggunakan metode skoring 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 Sodium Sulfat

Parameter	Gresik	Cilegon	Surabaya
Bahan Baku	5	4	4
Pemasaran Produk	5	4	4
Harga Tanah	4	3	2
Sistem Pengupahan	4	4	4
Persediaan Tenaga Kerja	5	4	4
Kebijakan Pemda	5	4	4
Utilitas	5	5	4
Limbah	4	4	3
Transportasi	5	5	4
Total	42	37	33
Rata-rata	4,67	4,11	3,67

Keterangan:

5 = sangat baik, 4 = baik, 3 = cukup, 2 = kurang baik, 1 = tidak baik

1.4.3 Penetapan Lokasi Terpilih

Berdasarkan hasil analisis skoring pada Tabel 1.8, Kabupaten Gresik, Jawa Timur memiliki nilai total dan rata-rata tertinggi dibandingkan lokasi alternatif lainnya, sehingga ditetapkan sebagai lokasi terpilih. Oleh karena itu, Kabupaten Gresik dipilih sebagai lokasi pembangunan pabrik karena dinilai paling memenuhi aspek teknis, ekonomi, dan operasional. Dalam penerapannya, beberapa faktor utama yang menjadi dasar pertimbangan lebih rinci pemilihan lokasi pabrik di Gresik adalah sebagai berikut.

a. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku utama dalam pembuatan sodium sulfat dekahidrat adalah asam sulfat (H_2SO_4) dan natrium klorida ($NaCl$). Asam sulfat diperoleh dari pabrik penghasil asam sulfat, yaitu PT Petrokimia Gresik yang berlokasi di Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Sementara itu, natrium klorida diperoleh dari PT Garam (Persero) dengan Kantor Pusat Administrasi di Surabaya dan kantor pusat operasional di Kalianget, Sumenep, sementara pabrik produksi dan pegaraman utama berada di wilayah Madura (Sumenep, Sampang, Pamekasan) dan Gresik. Kedekatan lokasi pabrik dengan sumber bahan baku ini memberikan keuntungan dalam hal efisiensi transportasi dan menjamin kontinuitas pasokan bahan baku ke area proses.

b. Transportasi

Aspek transportasi merupakan faktor penting lainnya yang berperan dalam kelancaran proses penyediaan bahan baku maupun distribusi produk ke pasar. Kawasan industri di Kabupaten Gresik memiliki sarana dan prasarana transportasi yang memadai, baik jalur darat, laut, maupun udara. Untuk transportasi laut, wilayah ini didukung oleh Pelabuhan Teluk Lamong dan Pelabuhan Tanjung Perak yang berperan sebagai pusat distribusi regional dan internasional. Akses transportasi darat didukung oleh jaringan jalan tol seperti Tol Kebomas dan Tol Manyar, sedangkan transportasi udara didukung oleh Bandar Udara Internasional Juanda. Ketersediaan sarana transportasi tersebut memberikan keuntungan dalam menunjang kegiatan impor bahan baku dan ekspor produk sodium sulfat.

c. Pemasaran

Pendirian pabrik sodium sulfat di Kabupaten Gresik memiliki keuntungan dari sisi pemasaran karena wilayah Jawa Timur merupakan salah satu pusat industri di

Indonesia. Produk sodium sulfat banyak digunakan pada industri pulp dan kertas, tekstil, farmasi, serta industri kimia lainnya yang sebagian besar berlokasi di wilayah Jawa Timur dan sekitarnya. Kedekatan antara lokasi pabrik dan pasar pengguna diharapkan dapat menekan biaya distribusi serta mengurangi potensi kerugian selama proses pemasaran produk. Keberadaan dan sebaran industri-industri pengguna sodium sulfat di Indonesia, khususnya di wilayah Jawa Timur, ditunjukkan pada Tabel 1.10 yang menyajikan data industri pabrik pengguna sodium.

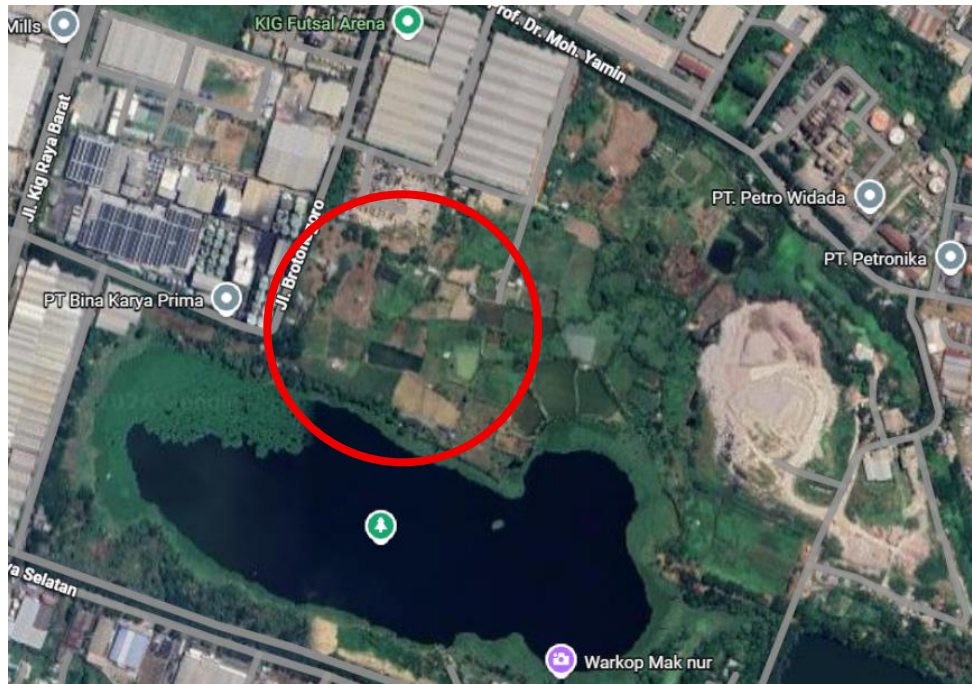
Tabel 1.10 Data Industri Pabrik Pengguna Sodium Sulfat

No	Nama Pabrik	Jenis Pabrik	Lokasi
1	PT Adiprima Suraprinta	Kertas	Gresik
2	PT Ekamas Fortuna	Kertas	Malang
3	PT Integra Lestari	Kertas	Mojokerto
4	PT Suparma, Tbk	Kertas	Surabaya
5	PT Surya Pamenang	Kertas	Kediri
6	PT Sayap Mas Utama (Wings)	Deterjen	Surabaya
7	PT Asahimas Flat Glass, Tbk	Gelas	Sidoarjo
8	PT Multi Arthamas Glass Industry	Gelas	Surabaya
9	PT New Minatex	Tekstil	Malang
10	PT Lotus Indah Tekstil Industries	Tekstil	Nganjuk

(Kementerian Perindustrian RI, 2020)

d. Utilitas dan Unit Pembantu Proses

Ketersediaan utilitas dan unit pembantu proses juga menjadi pertimbangan utama dalam pemilihan lokasi pabrik. Kabupaten Gresik memiliki sarana dan prasarana utilitas yang cukup memadai. Kebutuhan air proses dapat dipenuhi dari sumber air permukaan yang berasal dari Sungai Bengawan Solo dan Sungai Brantas, sedangkan kebutuhan energi listrik dapat dipenuhi oleh PT PLN (Persero). Ketersediaan utilitas yang dekat dengan lokasi pabrik sangat mendukung kelancaran operasi serta menurunkan biaya penyediaan utilitas.



Gambar 1.3 Lokasi Pabrik (Google Maps, 2026)

Berdasarkan seluruh pertimbangan tersebut, Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik, Jawa Timur dinilai sebagai lokasi yang strategis untuk pendirian pabrik sodium sulfat. Lokasi ini memenuhi kriteria pemilihan lokasi industri berdasarkan teori weight gain, sehingga 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.