



BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Gypsum merupakan salah satu mineral non logam dengan rumus kimia $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (*Calcium Sulfate Dihydrate*) yang berbentuk serbuk berwarna keputih-putihan. Gypsum pada saat ini banyak dimanfaatkan sebagai salah satu bahan utama dan bahan tambahan dalam konstruksi bangunan, dikarenakan gypsum memiliki berbagai keunggulan diantaranya ialah ringan, tahan api, fleksibel dan mudah dalam pemasangan dan desain. Gypsum yang digunakan untuk bahan pembantu semen sebanyak 4% dari kapasitas produksi semen (Mulyani 2011). Tercatat pada tahun 2020 konsumsi semen domestik sebanyak 66,21 juta ton maka diperlukan gypsum sebesar 2.648.400 ton. Papan gypsum juga menjadi salah satu material yang penting untuk pembangunan infrastruktur dan properti. Tercatat pada tahun 2020, kebutuhan dalam negeri untuk papan gypsum sebesar 98 juta m^2 per tahun. Kapasitas industri papan gypsum terpasang sebesar 238 juta m^2 per tahun dan realisasi produksinya sebanyak 120 juta m^2 per tahun (Agus, 2021). Selain dibidang konstruksi dan manufaktur, Gypsum dimanfaatkan pula pada bidang pertanian dan kedokteran. Gypsum digunakan sebagai campuran pada bahan baku pembuatan pupuk NPK dan ZA. PT Pupuk Sriwidjaja membutuhkan 90.000 ton/tahun yang digunakan sebagai bahan campuran pembuatan pupuk NPK, dan PT Petrokimia Gresik membutuhkan gypsum sebesar 1.100.000 ton/tahun untuk bahan baku *purified gypsum*, 300.000 ton/tahun untuk bahan baku petroCAS, dan 200.000 ton/tahun untuk bahan baku pupuk ZA. Pada kedokteran gigi, gypsum digunakan sebagai bahan baku pembuatan model studi dan model kerja, serta sebagai bahan baku pemendaman kuvet dalam pembuatan gigi tiruan.

Kebutuhan gypsum di Indonesia saat ini masih melakukan impor untuk mencukupi kebutuhan lokal meskipun bahan kimia ini diproduksi pula di dalam negeri. Menurut (Badan Pusat Statistik, 2024), pertumbuhan impor Gypsum di Indonesia mulai tahun 2019-2023 terus mengalami peningkatan. Pertumbuhan



Pra Rancangan Pabrik Pabrik Gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dari Limestone (CaCO_3) dan Asam Sulfat (H_2SO_4) dengan Proses Acydolisis

impor pada tahun 2019 hingga 2020 mengalami peningkatan 1,1 %, Pada tahun 2020 hingga 2021 mengalami peningkatan sebesar 7,89%. Tahun 2021 hingga 2022 mengalami peningkatan sebesar 2,6%. Peningkatan terbesar terjadi pada tahun 2022 menuju tahun 2023 yaitu sekitar 13,86%. Hasil prediksi kebutuhan gypsum pada tahun 2026 dengan menggunakan regresi linier dari data diperoleh sebesar 5.254.689,076 ton/tahun. Pabrik di Indonesia yang menghasilkan gypsum diantaranya adalah PT Smelting Gresik, PT Petrokimia Gresik, dan PT Petro Jordan Abadi, namun gypsum yang diproduksi oleh ketiga pabrik tersebut belum mencukupi seluruh kebutuhan gypsum yang ada di Indonesia dan pada PT Petrokimia Gresik, gypsum yang dihasilkan merupakan hasil samping dari produksi asam fosfat, sehingga harus dilakukan pemurnian terlebih dahulu untuk menghasilkan *purified gypsum*. Hal ini menunjukkan bahwa gypsum sangat dibutuhkan di Indonesia sehingga pendirian pabrik ini dapat mengurangi ketergantungan pada impor dan mengendalikan pasokan bahan baku untuk industri yang memanfaatkan gypsum sebagai bahan baku produksinya. Pendirian pabrik Gypsum di Indonesia telah direncanakan oleh beberapa perancang dengan berbagai metode produksi. Namun, beberapa perancang merencanakan pendirian pabrik ini dengan metode produksi yang sama.

Berdasarkan pra desain pabrik perancang terdahulu yaitu pabrik gypsum dari gypsum rock (Faith, 1961) menggunakan proses kalsinasi dengan alat utama yaitu *Calciner* memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari pra desain pabrik tersebut yaitu memiliki kemurnian produk yang tinggi karena bahan baku yang dipakai ialah gypsum rock dan tidak memiliki produk samping yang mencemari lingkungan, tetapi cadangan gypsum rock di Indonesia sudah mengalami penipisan sehingga penambangan gypsum rock sudah lama dihentikan. Pra rancangan pabrik gypsum yang dirancang (Wibowo, 2010) menggunakan bahan dasar batu kapur dan asam sulfat dengan proses utama yaitu kalsinasi. Kemurnian produk yang dihasilkan relative tinggi yaitu 91% yang sudah sesuai dengan SNI gypsum. Kekurangan pra rancangan pabrik ini memiliki biaya operasional yang cukup tinggi, karena untuk mengkalsinasi batu kapur menjadi



kalsium hidroksida membutuhkan bantuan alat yang cukup kompleks yaitu *rotary kiln* dan *mixing tank / reactor hydrator*. Penambahan alat akan menyebabkan *cost* pabrik meningkat maka ditinjau dari aspek ekonominya kurang efektif. Kondisi operasi yang digunakan yaitu pada suhu 93°C dan tekanan 1 atm. Kondisi operasi tersebut relatif rendah, tetapi gypsum yang dihasilkan sedikit karena gypsum yang terbentuk tidak dapat dipadatkan.

Pembaruan dalam pra desain pabrik gypsum ini, tidak menggunakan *mixer* batu kapur sehingga alat pemurnian produk tidak memerlukan energi yang cukup besar untuk memurnikan produk gypsum, dengan sifat reaksi *irreversible*, eksotermis, isothermal, *non adiabatis* yang berjalan pada suhu 60°C dan tekanan 1 atm. Selain digolongkan pabrik beresiko rendah karena kondisi operasi pada tekanan *atmosferis*, bahan baku dan produk tidak mudah terbakar dan meledak, penanganannya lebih mudah dan biaya *maintenance* lebih kecil. Pada kondisi operasi tersebut, gypsum yang terbentuk memiliki kemurnian yang lebih tinggi yaitu 97% dikarenakan gypsum mudah terbentuk dan memadat pada suhu berkisar $50\text{-}60^\circ\text{C}$. Penentuan kondisi operasi tersebut berdampak pula pada limbah yang dihasilkan, limbah dari proses ini memiliki kadar H_2SO_4 yang relatif rendah karena hampir seluruh H_2SO_4 bereaksi dengan CaCO_3 membentuk gypsum. Pabrik ini menggunakan sistem *size reduction* pada *up stream* sehingga bahan baku yang masuk reaktor akan seragam, mempermudah reaksi yang terjadi dan menyediakan proses yang ekonomis serta efisien. Pembangunan pabrik gypsum ini ditujukan dapat menghasilkan produk dengan persen hasil (*yield*) mencapai 96% serta memiliki karakteristik sesuai dengan standar nasional Indonesia (SNI) terkait produk *purified gypsum*. Menurut SNI 715-2016 syarat mutu gypsum buatan yaitu memiliki komposisi sebagai berikut, kadar $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ adbk min. 91% fraksi massa, kadar air bebas maks 8% fraksi massa, kadar air terikat atas dasar berat kering min. 19% fraksi massa, kadar SO_3 adbk min. 42% fraksi massa, kadar P_2O_5 total adbk maks. 0,5% fraksi massa, kadar P_2O_5 larut air adbk maks. 0,02% fraksi massa dan pH 10% sebesar 4-8.



Pendirian pabrik gypsum dari limestone dan asam sulfat ini diharapkan mampu mendukung program *roadmap making Indonesia 4.0* untuk memperkuat pembangunan industri di berbagai bidang termasuk sektor industri kimia yang menjadi salah satu sektor prioritas dimana produk yang dihasilkan adalah gypsum yang nantinya akan digunakan sebagai bahan baku campuran dalam industri pupuk, industri manufaktur, dan farmasi. Diharapkan juga dengan pendirian pabrik ini dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan memperoleh peningkatan devisa negara yang lebih besar melalui kegiatan ekspor sehingga pembangunan pabrik gypsum di Indonesia di masa depan akan menjadi sebuah prospek yang positif. Hal tersebut menyatakan bahwa perencanaan pembangunan pabrik gypsum di Indonesia sangat dibutuhkan

I.2. Kegunaan Produk Gypsum

Kegunaan dari gypsum pada bidang industri sebagai berikut :

1. Industri Konstruksi dan Manufaktur

a. Sebagai bahan baku pembantu dalam produksi Semen

Pada proses produksi semen, gypsum berperan sebagai *retarder* yaitu untuk mengatur waktu pengerasan dan menghambat waktu pengikatan sehingga campuran akan tetap mudah dikerjakan dalam jangka waktu lama. Waktu ikat atau *setting time* adalah waktu yang diperlukan oleh semen untuk mengalami pengerasan sejak semen bercampur dengan air menjadi pasta. Pada proses pembuatan semen, gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ditambahkan sekitar 3-7% dari total kebutuhan dasar semen (Nasution, Nurcahyo Putri, and Candra 2019). PT Semen Gresik (2024) membutuhkan gypsum sebesar 105.000 ton/tahun. PT Solusi Bangun Indonesia (2024) setiap tahunnya membutuhkan 750.000 ton/tahun gypsum untuk campuran semen. PT Semen Padang (2024) membutuhkan gypsum 364.00 ton/tahun

b. Sebagai bahan baku pembuatan papan gypsum dan plaster gypsum

Papan gipsium atau gypsum board merupakan material pelapis interior untuk dinding pembatas dan plafon gipsium, serta dapat diaplikasikan



sebagai pelapis dinding bata. Penggunaan plaster of paris (gypsum) pada cetakan keramik adalah berfungsi untuk menyerap air yang terdapat pada massa tuang (slip) sehingga didapatkan bentuk keramik yang diharapkan sesuai dengan model (bentuk) cetakan yang digunakan. PT Siam Indo (2024) membutuhkan sekitar 160.000 ton/tahun gypsum untuk diolah menjadi papan gypsum dan plaster gypsum. PT Jayaboard (2024) membutuhkan 95.000 ton/tahun gypsum untuk diolah menjadi papan gypsum.

2. Industri Pertanian

a. Digunakan sebagai campuran pada bahan baku pembuatan pupuk

Daerah-daerah yang tidak memiliki gunung api yang aktif seperti Sumatra bagian selatan dan Kalimantan mengalami kekurangan sumber sulfur yang berasal dari aktivitas vulkanisme. Sulfur sangat berperan pada tanaman dalam pembentukan asam amino sistein, sistin, dan metionin pada protein bersama N. Pada negara berkembang penggunaan unsur-unsur hara makro sekunder maupun mikro belum memiliki perhatian seperti pada unsur makro primer. Sulfur juga berkaitan dengan unsur lain seperti N, P, K, Ca, Mg, Mo, Fe dan lain sebagainya (Nurpriambodo and Mada 2021). PT Pupuk Sriwidjaja (2024) membutuhkan 90.000 ton/tahun gypsum yang digunakan sebagai bahan campuran pembuatan pupuk NPK. PT Saraswanti Anugerah Makmur (2024) membutuhkan gypsum 24.000 ton/tahun. PT Petrokimia Gresik (2024) membutuhkan gypsum sebesar 1.100.000 ton/tahun untuk bahan baku purified gypsum, 300.000 ton/tahun untuk bahan baku petroCAS, dan 200.000 ton/tahun untuk bahan baku pupuk ZA.

3. Industri Kedokteran

Produk gypsum dalam kedokteran gigi digunakan untuk berbagai aplikasi yaitu pembuatan dai untuk mahkota dan jembatan, pembuatan model studi dan model kerja, serta sebagai bahan pemendam kuwet dalam pembuatan gigi tiruan (Wahyuni, Tamin, and Agusnar 2016)



I.3. Aspek Ekonomi

I.3.1. Kebutuhan Gypsum di Indonesia

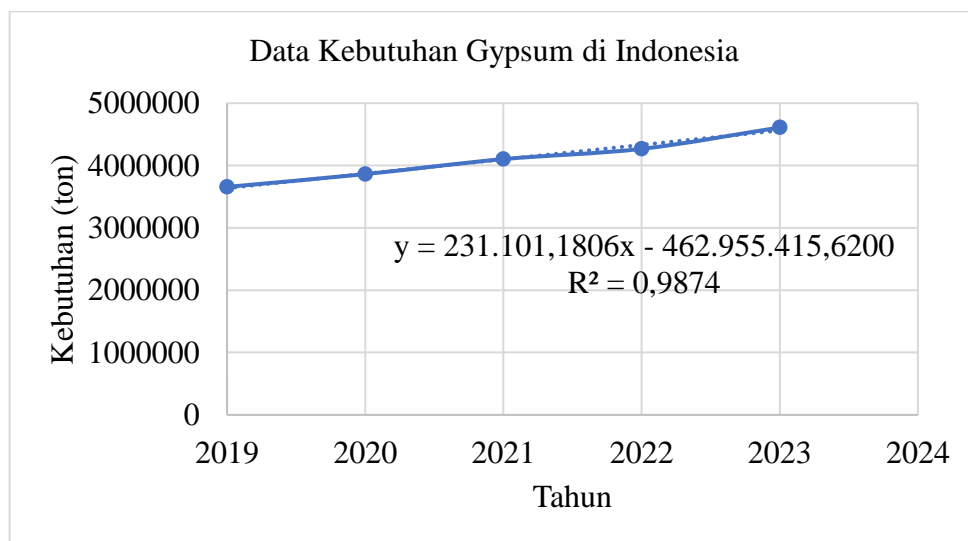
Kebutuhan gypsum di Indonesia terus mengalami peningkatan. Sampai saat ini, produksi gypsum masih belum mencukupi kebutuhan dalam negeri. Berikut Tabel I.1 menunjukkan kebutuhan gypsum di Indonesia.

Tabel I. 1 Data Kebutuhan Gypsum di Indonesia

Data (n)	Tahun	Kebutuhan
		(ton/tahun)
1	2019	3.657.127
2	2020	3.862.500
3	2021	4.103.218
4	2022	4.267.246
5	2023	4.610.260

(Badan Pusat Statistik, 2024)

Berdasarkan Tabel I.1 dapat diketahui bahwa kebutuhan gypsum di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya dikarenakan permintaan pasar untuk produk gypsum di Indonesia sangat tinggi. Tingginya kebutuhan gypsum di Indonesia mengakibatkan nilai impor terus meningkat. Hal ini dikarenakan Indonesia belum bisa memenuhi kebutuhan gypsum dalam negeri.



Gambar I. 1 Kebutuhan Gypsum di Indonesia



Pabrik didirikan pada tahun 2026 sehingga dengan persamaan linier yang didapatkan dapat dihitung kebutuhan gypsum di Indonesia sebesar:

Persamaan linier :

$$y = ax + b$$

$$y = 231.101,1806 x - 462.955.415,6200$$

Kebutuhan gypsum pada tahun 2026 sebesar :

$$y = 231.101,1806 (2026) - 462.955.415,6200$$

$$y = 5.255.576,2765 \text{ ton/tahun}$$

Jadi, kebutuhan gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) di Indonesia pada tahun 2026 sebesar 5.255.576,2765 ton/tahun.

I.3.2. Produksi Gypsum

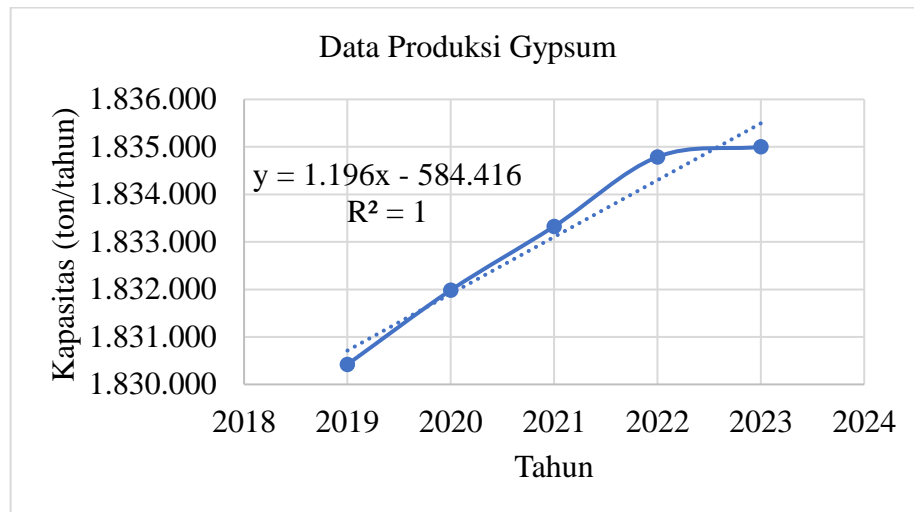
Perkembangan produksi Gypsum di Indonesia dapat dilihat pada tabel Tabel I.2 yang menunjukkan perusahaan yang memproduksi gypsum di Indonesia.

Tabel I. 2 Data Produksi Gypsum di Indonesia

Data (n)	Tahun	Kapasitas (ton/tahun)
1	2019	1.830.421
2	2020	1.831.985
3	2021	1.833.327
4	2022	1.834.789
5	2023	1.835.000

(Badan Pusat Statistik, 2024)

Berdasarkan Tabel I.2 dapat diketahui perkembangan produksi gypsum di Indonesia selama 5 tahun mengalami kenaikan dari tahun 2019 hingga tahun 2021, sehingga perkiraan produksi gypsum dalam negeri pada tahun 2026 dapat dihitung dengan metode regresi linier.



Gambar I. 2 Data Produksi Gypsum di Indonesia

Berdasarkan gambar I.2 perkembangan produksi gypsum selama 5 tahun terus mengalami kenaikan dari tahun 2019 hingga tahun 2023. Dari grafik dengan metode regresi linear, maka didapat persamaan :

$$y = ax + b$$

$$y = 1.196 x - 584.416$$

Produksi gypsum pada tahun 2026 sebesar :

$$y = 1.196 (2026) - 584.416$$

$$y = 1.838.680 \text{ ton/tahun}$$

Jadi, produksi gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) di Indonesia pada tahun 2026 sebesar 1.838.680 ton/tahun.

Di luar negeri pabrik yang memproduksi gypsum dapat dilihat pada Tabel I.3.

Tabel I. 3 Perusahaan Produksi Gypsum di Luar Negeri

Nama Perusahaan	Produksi (ton/tahun)
Fertilisers and Chemicals Travancore (FACT) (India)	1.815.000
Sai Ram Exports (India)	3.360.000
Pingyi Taifeng Medicine Imp & Exp.Co., Ltd (Cina)	10.000.000
Market Success International MA SARL AU (Tunisia)	12.000.000



Lanjutan Tabel I.3 Perusahaan Produksi Gypsum di Luar Negeri	
Nama Perusahaan	Kapasitas (ton/tahun)
Liaocheng Sanyou Sunshine Import and Export Co, Ltd (Cina)	12.000.000
Beijing Anshuntai Construction Technology (Cina)	1.200.000

Tabel I.3 merupakan pabrik-pabrik dari luar negeri yang memproduksi gypsum. Dapat dikatakan bahwa pabrik-pabrik tersebut merupakan pabrik yang dituju ketika Indonesia mengimpor gypsum untuk memenuhi kebutuhan gypsum dalam negeri.

I.3.3. Data Ekspor & Impor Gypsum di Indonesia

Gypsum memiliki banyak kegunaan baik dibidang industri atau lainnya. Namun, masih sedikit pabrik di Indonesia yang memproduksinya. Pemenuhan kebutuhan gypsum dalam negeri tidak terpenuhi sehingga guna memenuhi kebutuhan gypsum dalam negeri, Indonesia masih impor dari berbagai negara. Berikut Tabel I.4 data ekspor dan Tabel I.5 data impor gypsum dari tahun 2019 sampai 2023.

I.3.3.1 Data Ekspor Gypsum di Indonesia

Tabel I. 4 Data Ekspor Gypsum

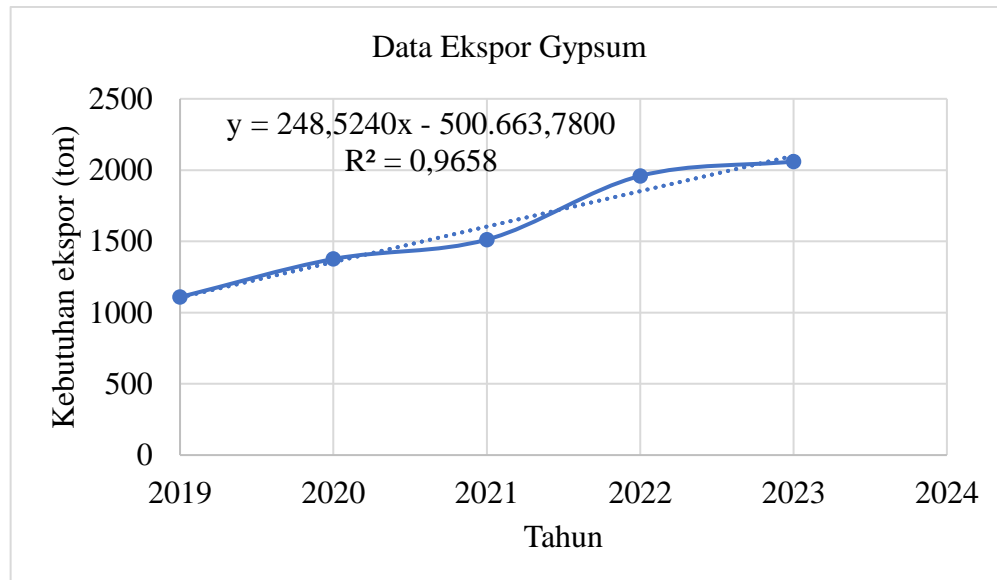
Data (n)	Tahun	Ekspor
		(ton/tahun)
1	2019	1109
2	2020	1376
3	2021	1512
4	2022	1959
5	2023	2060,12

(Badan Pusat Statistik, 2024)

Berdasarkan Tabel I.4, dapat diketahui bahwa ekspor gypsum mengalami kenaikan dan penurunan. Meskipun terdapat data ekspor, namun kebutuhan gypsum dalam negeri belum terpenuhi sehingga menimbulkan ketergantungan untuk



mengimpor lebih besar. Berdasarkan data di atas, dilakukan perencanaan kapasitas produksi dari data ekspor dengan menggunakan metode regresi linier.



Gambar I. 3 Data Ekspor Gypsum

Berdasarkan Gambar I.3 perkembangan kegiatan ekspor gypsum selama 5 tahun mengalami kenaikan dari tahun 2019 hingga tahun 2023. Hal ini dikarenakan permintaan pasar dalam negeri sangat tinggi sehingga gypsum yang diproduksi dalam negeri digunakan untuk memenuhi permintaan pasar tersebut dan tidak bisa dilakukan ekspor setiap tahunnya. Dari gambar I.3 dilakukan metode regresi linier dan didapatkan persamaan linier sebagai berikut.

Persamaan linier:

$$y = ax + b$$

$$y = 248,5240x + 500.663,7800$$

Pabrik direncanakan didirikan pada tahun 2026, dengan persamaan linier di atas, Indonesia dapat mengekspor sebesar :

$$y = 248,5240(2026) + 500.663,7800$$

$$y = 2.845,844 \text{ ton/tahun}$$

Jadi, kebutuhan ekspor gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) pada tahun 2026 sebesar 2.845,844 ton/tahun.



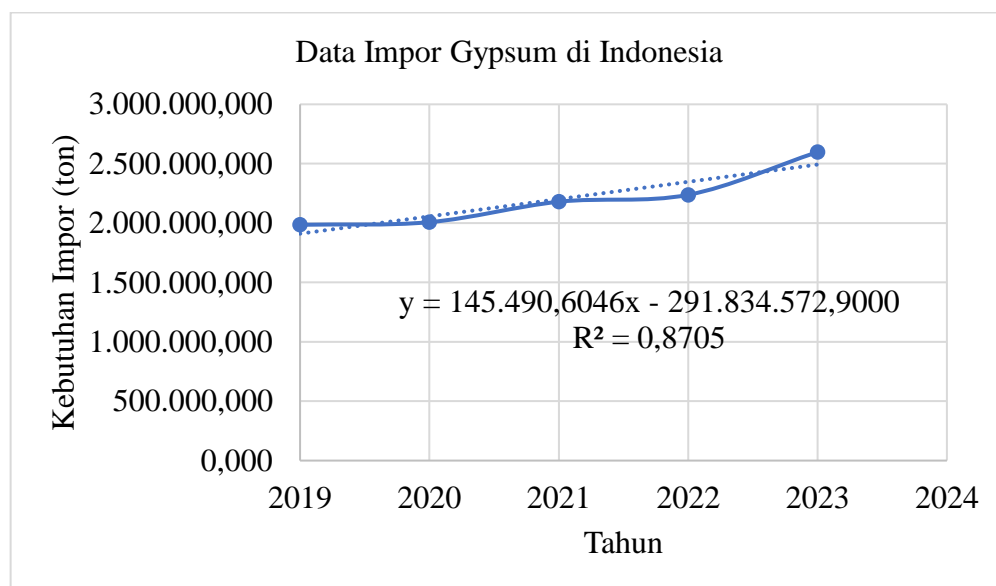
I.3.3.2 Data Impor Gypsum di Indonesia

Tabel I. 5 Data Impor Gypsum di Indonesia

Data	Tahun	Impor (ton)
1	2019	1.985.798
2	2020	2.007.840,27
3	2021	2.179.842,398
4	2022	2.238.086,316
5	2023	2.598.128

(Badan Pusat Statistik, 2024)

Berdasarkan Tabel I.5 kegiatan impor gypsum di Indonesia mengalami kenaikan setiap tahunnya, sehingga perkiraan konsumsi gypsum dalam negeri pada tahun 2026 dapat dihitung dengan metode regresi linier.



Gambar I. 4 Data Impor Gypsum di Indonesia

Berdasarkan Gambar I.4 dapat dilihat bahwa jumlah impor gypsum selama 5 tahun terakhir mulai tahun 2019 hingga tahun 2023 mengalami kenaikan terus-menerus. Hal ini dikarenakan produksi gypsum dalam negeri belum bisa memenuhi permintaan pasar sehingga Indonesia perlu mendirikan pabrik gypsum. Dalam mendirikan pabrik diperlukan suatu perhitungan perencanaan kapasitas produksi



dari data impor gypsum. Perencanaan kapasitas produksi dapat dihitung menggunakan metode regresi linier.

Persamaan linier :

$$y = ax + b$$

$$y = 145.490,6046x - 291.834.572,9$$

Pabrik direncanakan didirikan pada tahun 2026, dengan persamaan linier di atas, Indonesia mengimpor gypsum sebesar :

$$y = 145.490,6046 (2026) - 291.834.472,9$$

$$y = 2.929.392,02 \text{ ton/tahun}$$

Jadi, kebutuhan impor gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) pada tahun 2026 sebesar 2.929.392,02 ton/tahun.

Menurut (Kusnarjo, 2010) kapasitas pabrik dapat ditentukan menggunakan persamaan :

$$m1 + m2 + m3 = m4 + m5$$

$$m3 = (m4 + m5) - (m1 + m2)$$

Keterangan :

m1 : nilai impor

m2 : kapasitas pabrik lama

m3 : kapasitas pabrik baru

m4 : nilai ekspor

m5 : kebutuhan dalam negeri

Pabrik direncanakan didirikan pada tahun 2026 sehingga kapasitas produksi dapat dihitung sebagai berikut :

$$m3 = (2.845,844 + 5.255.576,2765) - (2.929.392,0196 + 1.838.680)$$

$$m3 = 490.350,1 \text{ ton/tahun} \approx 500.000 \text{ ton/tahun}$$

Jadi, didapatkan kapasitas produksi pabrik gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dari Limestone (CaCO_3) dan Asam Sulfat (H_2SO_4) pada tahun 2026 sebesar 500.000 ton/tahun.



I.4. Ketersediaan Bahan Baku dan Pemasaran Produk

Bahan baku yang digunakan dalam produksi gypsum adalah asam sulfat dan limestone, sedangkan bahan pendukung adalah air. Berikut Tabel I.6 dan I.7 merupakan beberapa industri produsen asam sulfat dan limestone.

Tabel I. 6 Produsen Asam Sulfat di Indonesia

No.	Nama Produsen	Lokasi	Kapasitas
			(Ton/Tahun)
1.	PT. Petrokimia Gresik [a]	Gresik	800.000
2.	PT. Petro Jordan Abadi [b]	Gresik	600.000
3.	PT. Liku Telaga [c]	Gresik	33.000
4.	PT. Smelting Gresik [d]	Gresik	920.000

(Sumber : [a] PT Petrokimia Gresik, 2024a ; [b] PT Petro Jordan Abadi, 2024a ; [c] Kemenprin, 2024b ; [d] PT Smelting Gresik, 2024b)

Asam sulfat (H_2SO_4) yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik yang berlokasi di Gresik, Jawa Timur. Selain PT. Petrokimia Gresik, asam sulfat (H_2SO_4) juga diperoleh dari PT. Petro Jordan Abadi, PT. Liku Telaga, dan PT. Smelting Gresik yang ketiganya juga berlokasi di Gresik, Jawa Timur. Perusahaan-perusahaan tersebut dipilih sebagai supplier asam sulfat (H_2SO_4) dikarenakan lokasinya berdekatan dengan daerah perencanaan pembangunan gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

Tabel I. 7 Produsen Limestone di Indonesia

No.	Nama Produsen	Lokasi	Kapasitas
			(Ton/Tahun)
1.	PT. Saribumi Sidayu Gresik [a]	Gresik	8.000
2.	PT. Niraku Jaya Abadi [b]	Tuban	30.000
3.	CV. Subur Jaya Abadi [c]	Tuban	11.000
4.	CV. Putra Lima Jaya [d]	Tuban	6.600

(Sumber : [a] Kemenprin, 2024c ; [b] PT Niraku Jaya Abadi, 2024 ; [c] CV Subur Jaya Abadi, 2024 ; [d] CV Putra Lima Jaya, 2024)



Bahan baku lain dari gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) adalah limestone. Kabupaten Tuban merupakan salah satu kabupaten yang ada di Jawa Timur yang memiliki potensi sumber daya mineral yang melimpah, salah satunya yaitu limestone. Limestone diperoleh dari Tuban yaitu dari PT. Niraku Jaya Abadi, CV. Subur Jaya Abadi, CV Putra Lima Jaya dan dari Gresik yaitu dari PT. Saribumi Sidayu Gresik. Pemilihan ini juga didasari, lokasi supplier limestone berada di daerah yang dekat dengan perencanaan pembangunan pabrik gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) sehingga dapat menekan biaya transportasi bahan.

I.5. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

I.5.1. Spesifikasi Bahan Baku

1. Limestone

A. Sifat Fisika dan Kimia

- 1) Rumus molekul : CaCO_3
- 2) Berat molekul : 100,09 gr/mol
- 3) Fase : Padat
- 4) Warna : Putih
- 5) Kelarutan : 0,0014 g/100 ml air pada 25°C
- 6) Titik didih : 1339°C pada tekanan 103 atm
- 7) Kekerasan : 2 – 4 Mohs
- 8) Komposisi limestone sebagai bahan baku :

Tabel I. 8 Komposisi Limestone

Komponen	% Berat
CaCO_3	98,65
MgCO_3	0,54
Al_2O_3	0,05
SiO_2	0,50
H_2O	0,17
Fe_2O_3	0,09

(PT Saribumi Sidayu, 2024)

- B. Perkiraan harga tahun 2026 : Rp320.000 /10 ton (dump truck)



2. Asam Sulfat

A. Sifat Fisika dan Kimia

- 1) Rumus molekul : H_2SO_4
- 2) Berat molekul : 98,08 gr/mol
- 3) Fase : Cair
- 4) Warna : Tidak berwarna
- 5) Titik lebur : $10,49^\circ\text{C}$
- 6) Titik didih : 340°C
- 7) Specific gravity : 1,8357
- 8) Komposisi asam sulfat sebagai bahan baku :

Tabel I. 9 Komposisi H_2SO_4

Komponen	% Berat
H_2SO_4	98
H_2O	2

(PT Petrokimia Gresik, 2024)

- B. Perkiraan harga tahun 2026 : Rp6.500 /liter

3. Air

Kebutuhan air untuk pabrik terbagi menjadi 4 yaitu air sanitasi, air pendingin, air umpan boiler, dan air proses. Air dipasok dari Sungai Bengawan Solo yang letaknya dekat dengan lokasi pabrik. Air Sungai Bengawan Solo memiliki kandungan sebagai berikut :

Tabel I. 10 Analisis Kandungan Air Sungai Bengawan Solo

No.	Parameter	Hasil Analisis (a)	Standar Baku Mutu (b)
1.	Temperatur ($^\circ\text{C}$)	30,3	Deviasi 3
2.	TSS (mg/L)	170,5	100
3.	TDS (mg/L)	786	1000
4.	pH	6,86	6 - 9
5.	BOD (mg/L)	6,30	6



No	Parameter	Hasil Analisis (a)	Standar Baku Mutu (b)
6.	COD (mg/L)	22,28	40
7.	DO (mg/L)	6,88	3
8.	Phospat	0,0927	1
9.	Nitrat (mg/L)	0,6399	20
10.	Nitrit (mg/L)	0,2935	0,06
11.	Ammonia (mg/L)	0,1075	0,5
12.	Tembaga (mg/L)	0,0158	0,02
13.	Chrommium (mg/L)	0,0043	0,05
14.	Kalsium karbonat (mg/L)	363,83	500
15.	Minyak dan lemak (mg/L)	0,94	1
16.	Total caliform (MPN/100 ml)	2175	10000

(Sumber : [a] (Setiyowati, Bukhori, and Ramadani 2024); [b] Peraturan Pemerintah RI, 2021)

Dari Tabel dapat dilihat bahwasannya air Sungai Bengawan Solo belum memenuhi standart baku mutu apabila langsung digunakan untuk operasional pabrik sehingga diperlukan pengolahan atau *treatment* tertentu agar air dapat digunakan sesuai keperluan pabrik. Proses pengolahan air sungai dilakukan dengan proses koagulasi, flokulasi, filtrasi dan penambahan desinfektan.

Tabel I. 11 Standar Baku Mutu Air Bersih

No.	Parameter	Unit	Standart Baku Mutu (Kadar Maksimum)
1	Kekeruhan	NTU	25
2	Warna	TCU	500
3	Zat padat terlarut	mg/L	1000
4	Suhu	°C	Suhu udara ± 3



Pra Rancangan Pabrik
Pabrik Gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dari Limestone (CaCO_3) dan Asam
Sulfat (H_2SO_4) dengan Proses Acydolisis

No	Parameter	Unit	Standart Baku Mutu (Kadar Maksimum)
5	Rasa		Tidak berasa
6	Bau		Tidak berbau
7	Total Coliform	CFU/100ml	50
8	E. coli	CFU/100ml	0
9	pH	mg/L	6,5 - 8,5
10	Besi	mg/L	1
11	Fluorida	mg/L	1,5
12	Kesadahan (CaCO_3)	mg/L	500
13	Mangan	mg/L	0,5
14	Nitrat	mg/L	10
15	Nitrit	mg/L	1
16	Sianida	mg/L	0,1
17	Seng	mg/L	0,05
18	Detergen	mg/L	0,1
19	Pestisida Total	mg/L	0,1
20	Air Raksa	mg/L	0,001
21	Arsen	mg/L	0,05
22	Kadmium	mg/L	0,005
23	Kromium	mg/L	0,05
24	Selenium	mg/L	0,01
25	Seng	mg/L	15
26	Sulfat	mg/L	400
27	Timbal	mg/L	0,05
28	Benzene	mg/L	0,01
29	KMnO_4	mg/L	10

(Kementerian Kesehatan, 2017)



Tabel I.11 merupakan tabel syarat baku mutu air bersih. Tujuan dilakukannya *pre-treatment* pada air sungai adalah agar air sungai yang akan digunakan untuk keperluan air bersih sesuai dengan syarat baku mutu tersebut. Jika tidak dilakukan *pre-treatment* dan air yang digunakan tidak sesuai dengan syarat baku mutu maka akan menimbulkan banyak dampak negatif.

Tabel I. 12 Syarat Air Pendingin dan Air Umpan Boiler

Karakteristik	Kadar Maximum (ppm)	
	Air Boiler	Air Pendingin
Silica	0,7	50
Aluminum	0,01	-
Iron	0,05	-
Manganese	0,01	-
Calcium	-	200
Sulfate	-	680
Chloride	-	600
Dissolved Solid	200	1000
Suspended Solid	0,5	5000
Hardness	0,07	850
Alkalinity	40	500

(Lamb, 1985)

Tabel I.12 merupakan tabel syarat air pendingin dan air umpan boiler. Tujuan dilakukannya *pre-treatment* pada air sungai adalah agar air sungai yang akan digunakan untuk keperluan air pendingin dan air umpan boiler sesuai dengan syarat baku mutu tersebut. Jika tidak dilakukan *pre-treatment* dan air yang digunakan tidak sesuai dengan syarat baku mutu maka akan menimbulkan banyak dampak negatif seperti terbentuk kerak/endapan, terbentuk korosi sehingga terjadi pengeroposan pada alat yang mengakibatkan alat mengalami kerusakan.



I.5.2. Spesifikasi Produk

Produk Utama

1. Gypsum

A. Sifat Fisika dan Kimia

- 1) Rumus molekul : $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- 2) Berat molekul : 172,17 gr/mol
- 3) Fase : Padat
- 4) Warna : Putih
- 5) Specific gravity : 2,32 g/cm^3
- 6) Kelarutan : 0,223 g/100 ml air
- 7) Kekerasan : 2 mohr
- 8) Bentuk kristal : Monoclinic
- 9) Titik didih : 163°C
- 10) Titik lebur : 128°C

Komposisi Gypsum sesuai dengan syarat mutu pemasaran sesuai dengan Standar Nasional Indonesia:

- 11) Kadar $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ adb : Min. 91%
- 12) Kadar air bebas : Maks 8%
- 13) Kadar air terikat adb : Min. 19%
- 14) Kadar SO_3 adb : Min. 42%
- 15) Kadar P_2O_5 total adb : Maks. 0,5%
- 16) Kadar P_2O_5 larut air adb : Maks. 0,02%
- 17) pH 10% : 4-8

(Badan Standarisasi Nasional, 2016)

- B. Perkiraan harga tahun 2026 : Rp12.500 /kg

Produk Samping

2. Karbondioksida

A. Sifat Fisika dan Kimia

- 1) Rumus molekul : CO_2
- 2) Berat molekul : 44,01 gr/mol



Pra Rancangan Pabrik
Pabrik Gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dari Limestone (CaCO_3) dan Asam
Sulfat (H_2SO_4) dengan Proses Acydolisis

- 3) Fase : Gas
 - 4) Titik didih : $-78,5^\circ\text{C}$
 - 5) Titik lebur : $-56,6^\circ\text{C}$
 - 6) Densitas gas pada suhu 273 K dan tekanan 101,3 kPa : 1,976 g/L
 - 7) Densitas liquid pada suhu 273 K : 928 g/L
 - 8) Viskositas pada suhu 298 K dan tekanan 101,3 kPa : 0,015 cP
 - 9) Titik menyublim pada tekanan 101,3 kPa : $-78,5^\circ\text{C}$
 - 10) Kadar CO_2 minimal : 99,9%
- Impurities:
- a. Kadar H_2O : 0,1%

(Badan Standarisasi Nasional, 2008)