

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan gipsum di Indonesia terus meningkat seiring dengan pesatnya pertumbuhan sektor konstruksi dan industri terkait, menciptakan permintaan yang signifikan untuk bahan bangunan seperti papan gipsum, semen, dan plester. Meskipun Indonesia memiliki sumber daya alam batu kapur yang melimpah sebagai bahan baku utama, produksi gipsum dalam negeri belum sepenuhnya memenuhi kebutuhan pasar, sehingga ketergantungan pada impor masih tinggi. Kondisi ini membuka peluang besar bagi pendirian pabrik gipsum di Indonesia, tidak hanya untuk memenuhi permintaan domestik yang terus tumbuh, tetapi juga untuk mengurangi ketergantungan impor dan berpotensi menjadi pemain utama dalam pasar ekspor di kawasan Asia Tenggara.

Menurut (CCI Indonesia, 2020) konsumsi gipsum 5 tahun terakhir mengalami kenaikan. Pertumbuhan gipsum di Indonesia mencapai 2,9% per tahun dan perkembangan sektor industri pemakaian gipsum di Indonesia telah menunjukkan peningkatan yang cukup berarti, terutama industri semen. Selain itu penggunaan bahan baku lokal yang berkualitas dapat menekan biaya produksi dan mendorong inovasi dan pengembangan teknologi dalam negeri untuk memproduksi komponen-komponen yang dibutuhkan dalam sektor industri. Dengan berdirinya pabrik gipsum ini diharapkan dapat menjadi salah satu faktor pendorong meningkatnya konsumsi dalam negeri sehingga mampu menciptakan nilai TKDN (Tingkat Komponen Dalam Negeri) yang tinggi utamanya pada industri semen.

Gipsum merupakan salah satu material penting dalam industri konstruksi dan berbagai sektor lainnya. Senyawa ini memiliki formula kimia $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan dikenal dengan sifatnya yang mudah dibentuk, memiliki daya rekat yang baik, serta tahan api. Permintaan gipsum terus meningkat seiring dengan pertumbuhan industri properti, infrastruktur, dan manufaktur, menjadikannya komoditas yang strategis untuk diproduksi dalam skala industri.

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan gipsum di berbagai sektor, pengembangan pabrik gipsum menjadi suatu langkah yang penting untuk memenuhi permintaan pasar domestik maupun internasional. Indonesia memiliki sumber daya alam yang mendukung produksi gipsum, baik dalam bentuk tambang batuan gipsum maupun sebagai produk sampingan dari industri lain, seperti desulfurisasi gas buang di pembangkit listrik tenaga batu bara.

Pra-rancangan pabrik gipsum bertujuan untuk merancang proses produksi yang efisien, mulai dari pemilihan bahan baku, teknologi produksi, desain pabrik, hingga analisis ekonomi. Faktor-faktor seperti kapasitas produksi, lokasi pabrik, metode produksi misalnya proses kalsinasi atau sintesis gipsum dari limbah industri, serta dampak lingkungan perlu diperhitungkan dengan cermat agar pabrik dapat beroperasi secara optimal dan berkelanjutan.

Dengan adanya pra-rancangan pabrik gipsum, diharapkan dapat dihasilkan suatu rancangan industri yang tidak hanya memenuhi kebutuhan pasar tetapi juga memperhitungkan aspek teknis, ekonomis, dan keberlanjutan lingkungan. Hal ini akan memberikan manfaat besar bagi perkembangan sektor industri serta mendukung pembangunan infrastruktur yang lebih maju di Indonesia.

1.2 Kapasitas Rancangan

Pada penentuan kapasitas produksi diperlukan data ekspor dan data import . Dari data tersebut dapat diperkirakan kebutuhan dalam negeri. Dalam menentukan kapasitas suatu pabrik perlu ditinjau berdasarkan kapasitas minimum atau sama dengan kapasitas yang sudah ada. Untuk dapat menentukan kapasitas pabrik, ada beberapa hal yang dapat menjadi pertimbangan, yaitu:

- a. Prediksi kebutuhan gipsum di Indonesia.
- b. Ketersediaan bahan baku.
- c. Proses yang digunakan.

1.2.1 Prediksi kebutuhan Gipsum di Indonesia

Permintaan akan gipsum di Indonesia dari tahun ke tahun semakin meningkat namun, selama ini hanya terpenuhi sebagian dikarenakan pabrik yang didirikan di Indonesia belum mencukupi untuk kebutuhan dalam negeri. Dilihat dari data impor dan

data ekspor gipsum yang bersumber dari Badan Pusat Statistika (BPS) disajikan pada Tabel 1.1 dan Tabel 1.2 sebagai berikut:

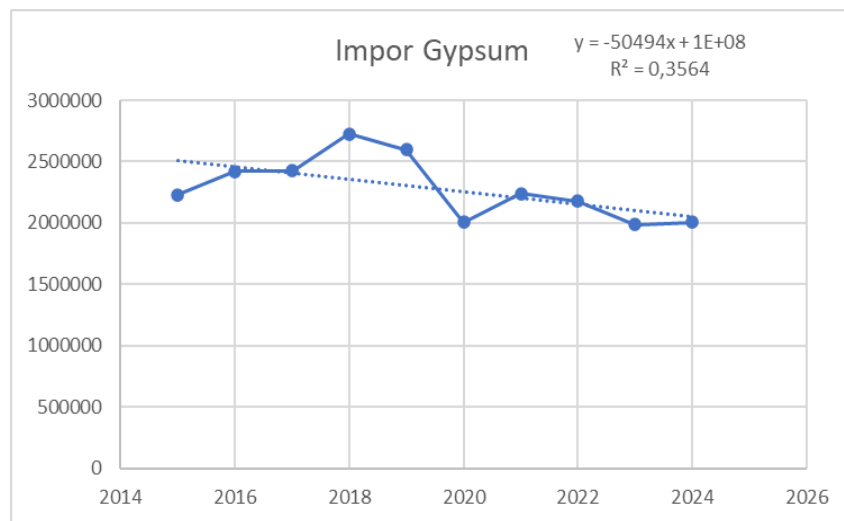
Tabel 1.1 Data Impor Gipsum

Tahun	Kapasitas (Ton)
2015	2.230.296,645
2016	2421478,558
2017	2424786,981
2018	2726284,738
2019	2598128,082
2020	2007840,27
2021	2238086,316
2022	2179842,398
2023	1985797,931
2024	2007840,27

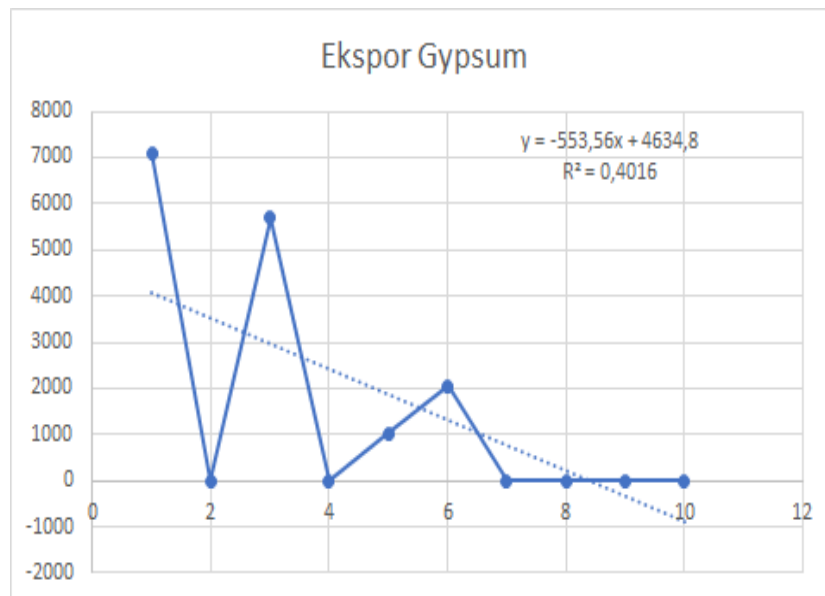
Tabel 1.2 Data Ekspor Gipsum

Tahun	Kapasitas (Ton)
2015	7101,731
2016	0,4000
2017	5700,202
2018	1,8500
2019	1030,985
2020	2060,12
2021	0,035
2022	0,28445
2023	0,5339
2024	5,814

Hal ini merupakan peluang pasar yang baik bagi perkembangan industri gipsum yang dilihat dari orientasi pasar dalam negeri maupun luar negeri. Kebutuhan gipsum diperkirakan akan terus bertambah dalam beberapa tahun mendatang, hal ini berkaitan dengan perkembangan industri semen yang terus berlangsung, sehingga penggunaan gipsum dalam industri tersebut dan beberapa industri lainnya terus mengalami peningkatan, yang dapat dilihat dari Gambar 1.1 data impor gipsum dan Gambar 1.2 data ekspor gipsum pada Tabel 1.2



Gambar 1.1 Data Impor Gipsum (Badan Pusat Statistik)



Gambar 1.2 Data Ekspor Gipsum (Badan Pusat Statistik)

1.2.2 Perhitungan Kapasitas Produksi

Perhitungan kapasitas didapat dari data pendukung seperti data pertumbuhan konsumsi dan impor suatu produk dengan rumus sebagai berikut:

$$i = \frac{\sum \% P}{n} \dots (1)$$

$$M = P (1 - i)^n \dots (2)$$

Dimana:

M = Prediksi data yang dicari

P = Data besarnya kebutuhan pada tahun terakhir

i = Parameter kenaikan kebutuhan produk rata-rata

n = Selisih tahun pendirian pabrik dan tahun data terakhir

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_5$$

$$M_3 = (M_4 + M_5) - (M_1 + M_2) \dots (3)$$

Dimana:

M₁ = Nilai pertumbuhan impor (ton)

M₂ = Produksi pabrik dalam negeri (ton)

M₃ = Peluang kapasitas produksi pada tahun 2030 (ton)

M₄ = Nilai pertumbuhan ekspor (ton)

M₅ = Konsumsi dalam negeri (ton)

Data pendukung yang digunakan dalam perhitungan kebutuhan gipsum di Indonesia adalah data konsumsi dan impor gipsum di Indonesia pada tahun 2015– 2024 yang dapat dilihat pada Tabel 1.1-1.2.

$$\begin{aligned} M_1 &= 817.848 \times (1 + (-1\%))^6 \\ &= 874.562 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

$$M_2 = 0 \text{ ton/tahun}$$

$$M_4 = 0 \text{ ton/tahun}$$

$$M_5 = 858.092 \text{ ton/tahun}$$

$$\begin{aligned} M_3 &= (0 + 817.847) - (858.092 + 0) \\ &= 1.732.655 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil data yang telah dihitung untuk mengetahui peluang kapasitas produksi pabrik tahun 2030 dengan mempertimbangkan jumlah kapasitas pabrik sebesar 1.732.655 ton/tahun. Berikut perhitungan peluang kapasitas produksi gipsum di tahun 2030 yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Produksi Gipsum 2030} &= 11,6\% \times 1.732.655 \text{ ton/tahun} \\ &= 183.661,3941 \text{ ton/tahun} \approx 185.000 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan nilai peluang sebesar 1.732.655 ton/tahun. Dari nilai peluang yang didapatkan, ditentukan kapasitas produksi pabrik gipsum pada tahun 2030 diambil $\pm 11,6\%$ sehingga dihasilkan 183.661,3941 ton/tahun atau dibulatkan menjadi 185.000 ton/tahun didasarkan pada pertimbangan kebutuhan akan produk yang meningkat tiap tahunnya serta ketersediaan bahan baku yang mencukupi di Indonesia, dengan harapan:

- a. Mampu mencukupi kebutuhan gipsum dalam negeri yang diproyeksikan pada tahun 2030.
- b. Berpotensi memberikan keuntungan karena kapasitas produksinya dirancang melebihi kapasitas minimum pabrik serupa yang telah beroperasi secara global.
- c. Berkontribusi dalam meningkatkan pemanfaatan dan nilai ekonomis sumber daya alam Indonesia yang melimpah.
- d. Meningkatnya permintaan gipsum sebagai bahan baku industri konstruksi dan manufaktur, seiring dengan pertumbuhan sektor infrastruktur nasional yang diperkirakan terus berkembang hingga tahun 2030.
- e. Mengurangi ketergantungan terhadap impor gipsum, sehingga memperkuat ketahanan industri nasional dan menekan defisit neraca perdagangan.

1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku

Penentuan ketersediaan bahan baku sangat penting untuk menjamin kelangsungan dan kelayakan operasional pabrik. Bahan baku yang tersedia harus dalam jumlah yang cukup, berkelanjutan dan dengan harga yang mampu mendukung kapasitas produksi yang direncanakan. Kebutuhan pokok pada pabrik gipsum yaitu kalsium karbonat dan asam sulfat. Bahan baku batu kapur dipeloreh dari PT Pentawira Agraha Sakti. Sedangkan kebutuhan bahan baku asam sulfat diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik.

Tabel 1.3 Kapasitas Pabrik Gipsum di Indonesia

Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
PT Petrokimia Gresik	800.000
PT Smelting	1.000.000
PT Petro Jordan Abadi	35.000

Dari data impor dan kapasitas pabrik yang sudah ada diperoleh kapasitas produksi pabrik gipsum dari kalsium karbonat dan asam sulfat sebanyak 185.000 ton/tahun dengan mempertimbangkan jumlah kebutuhan dalam negeri yang cukup tinggi sehingga memberikan keuntungan pabrik.

1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Untuk menentukan lokasi pabrik perlu diketahuin beberapa faktor seperti sifat proses produksi gipsum. Faktor dalam menentukan lokasi pabrik perlu diperhatikan beberapa proses yaitu sebagai berikut

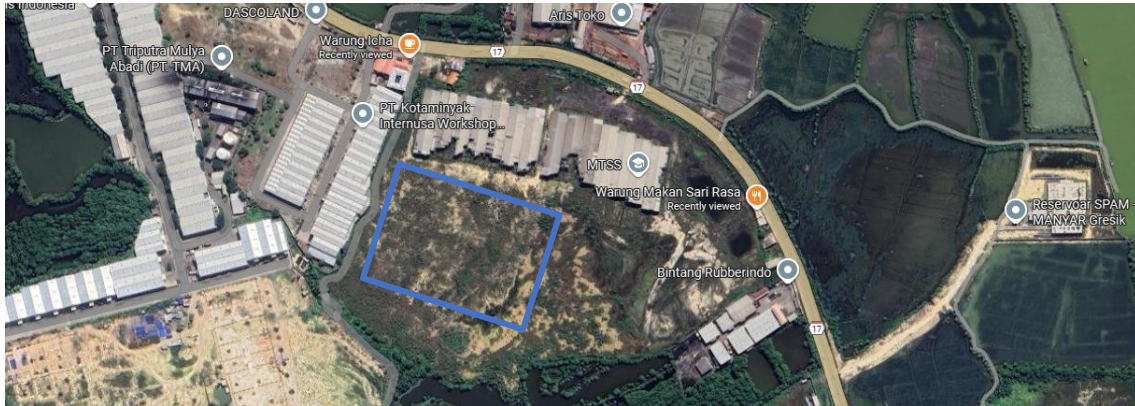
- *Weight Gain*

Weight gain merupakan industri yang menghasilkan produk akhir dengan total berat lebih besar dibandingkan bahan baku yang digunakan. Hal tersebut disebabkan oleh penambahan unsur atau material yang membuat bobot pada produk meningkat. Umumnya industri ini berlokasi dekat dengan daerah pemasaran atau konsumen utama agar meminimalisir biaya transportasi dan memudahkan distribusi produk.

- *Weight Loss*

Weight loss merupakan industri dengan produk akhir yang dihasilkan lebih ringan dibandingkan bahan baku. Hal tersebut dikarenakan selama proses produksi, bahan mengalami pengurangan massa. Umumnya disebabkan oleh penguapan,

pembakaran, pemurnian, dan semacamnya pada proses tertentu dari bahan baku. Umumnya industri dengan kategori *weight loss*, berlokasi dekat dengan sumber bahan baku untuk meminimalisir biaya pengangkutan bahan baku.



Gambar 1.3 Lokasi Pendirian Pabrik Gypsum

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam penentuan Lokasi pabrik yang dirancang secara teknis dan ekonomis, antara lain:

1.3.1 Bahan Baku

Bahan baku utama yang digunakan dalam memproduksi gipsum adalah kalsium karbonat dan asam sulfat. Kalsium karbonat (CaCO_3) didapatkan dari PT. Pentawira Agraha Sakti dengan kapasitas total 369.000 ton/tahun dengan jarak 69 km, dan asam sulfat yang diperoleh dari PT.Petrokimia Gresik dengan kapasitas 1.170.000 ton/tahun dengan jarak 12 km. Pabrik gipsum direncanakan dibangun di Manyar kawasan industri Gresik JIPE. Pemilihan lokasi tersebut untuk meminimalisir biaya penyediaan bahan baku, maka dalam hal ini pabrik didirikan dekat dengan penghasil bahan baku. Pada pemilihan Lokasi pabrik digunakan 12.400 m² dan harga tanah Rp3.500.000/m².

1.3.2 Sarana dan Transportasi

Dalam mempermudah pengangkutan bahan baku, produk maupun bahan pendukung lainnya sebaiknya dipilih lokasi pabrik yang mudah dijangkau oleh kendaraan bermuatan besar. Dengan adanya sarana transportasi yang memadai seperti transportasi darat, laut, maupun udara dapat mempermudah pemenuhan kebutuhan dalam negeri maupun proses ekspor ke luar negeri. Kabupaten Gresik merupakan wilayah yang sarana transportasi dan telekomunikasinya cukup memadai.

1.3.3 Tenaga Kerja

Ketersediaan dan kualitas tenaga kerja yang sesuai dengan kebutuhan produksi menjadi faktor krusial dalam menentukan tingkat efisiensi dan produktivitas perusahaan. Oleh karena itu, beberapa aspek penting perlu diperhatikan, seperti jumlah penduduk di sekitar area pembangunan, tingkat keterampilan, ketersediaan tenaga kerja, serta standar upah di wilayah tersebut, yang semuanya turut mempengaruhi perencanaan anggaran perusahaan. Kebutuhan tenaga kerja untuk pabrik gipsum ini dapat dipenuhi dari penduduk Kabupaten Gresik, yang memiliki total populasi sebanyak 1.377.287 jiwa (BPS, 2025). Ketersediaan tenaga kerja dinilai memadai mengingat tingkat pengangguran di Kabupaten Gresik mencapai sekitar 6,45% (BPS, 2024).

1.3.4 Karakteristik Lokasi

Karakteristik lokasi menyangkut iklim dan musim di daerah tersebut, kemungkinan gempa, dan perubahan iklim. Kabupaten Gresik, Jawa Timur sebagai kawasan industri memiliki kelayakan yang baik.

1.3.5 Kebijakan Pemerintah

Kebijakan pemerintah diperlukan dalam pembangunan pabrik karena peran pemerintah sangat penting dalam menciptakan iklim investasi yang kondusif, menyediakan struktur pendukung, serta menjamin kepatuhan terhadap regulasi lingkungan dan ketenagakerjaan. Pendirian pabrik perlu mempertimbangkan berbagai aspek yang terkait di dalamnya. Dengan mmempertimbangkan kebijakan pengembangan industri yang mendukung pemerataan kesempatan kerja, peningkatan kesejahteraan, serta pemerataan hasil pembangunan.

1.3.6 Perluasan Pabrik

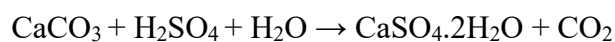
Lokasi yang dipilih memiliki potensi pengembangan di masa mendatang karena masih tersedia lahan yang cukup luas untuk ekspansi, seiring dengan meningkatnya permintaan gipsum akibat pertumbuhan industri semen nasional. Tuban dan Gresik merupakan alternatif lokasi yang sangat potensial karena keduanya telah menjadi pusat industri semen di Indonesia, sehingga kedekatan geografis ini akan mempermudah distribusi bahan baku dan menekan biaya logistik. Selain itu, infrastruktur pendukung seperti akses jalan, pelabuhan, serta ketersediaan tenaga kerja terampil di kedua daerah tersebut semakin memperkuat kelayakan pembangunan pabrik gipsum di wilayah ini.

Tabel 1.4 Pemilihan Lokasi Pabrik

Parameter	Lokasi	
	Tuban, Jawa Timur	Gresik, Jawa Timur
Tenaga Kerja	Potensi sumber daya manusia baik	Potensi sumber daya manusia baik
Upah Minimum Regional	Rp 3.050.400	Rp 4.874.133
Harga Tanah	Rp 3.500.000	Rp 3.500.000
Ketersediaan Bahan Baku	Kabupaten Tuban memiliki jumlah cadangan sumber daya batu kapur yang melimpah. Tuban berjarak dekat dengan bahan baku asam sulfat yang berlokasi di Gresik.	Bahan baku kalsium karbonat yang melimpah dari Tuban dan memiliki produsen bahan baku asam sulfat yang satu daerah yaitu di Gresik.
Letak Pasar	Tuban memiliki keunggulan karena dekat dengan pusat industri semen nasional seperti Semen Indonesia dan Solusi Bangun Indonesia sehingga distribusi gipsum ke pabrik-pabrik tersebut lebih efisien. Lokasinya juga strategis untuk menjangkau pasar di Jawa Tengah dan sebagian Jawa Barat melalui jalur Pantura, serta menawarkan biaya lahan dan operasional yang lebih rendah dibanding Gresik.	Gresik memiliki lokasi dekat dengan pusat industri di Jawa Timur seperti Surabaya dan Sidoarjo, serta didukung pertumbuhan pembangunan yang pesat di wilayah tersebut. Selain itu, akses transportasi yang baik melalui jalur pantura dan pelabuhan memudahkan distribusi produk ke Jawa Tengah, Bali, hingga Nusa Tenggara. Gresik juga unggul dalam konektivitas ekspor karena terintegrasi dengan Pelabuhan Tanjung Perak.
Fasilitas Transportasi	Tuban memiliki akses yang baik ke jalur transportasi utama dan pelabuhan. Serta memiliki akses tol yang memadai.	Gresik dilengkapi dengan infrastruktur transportasi yang sangat termasuk baik, akses mudah ke pelabuhan, jalan tol, dan rel kereta api.
Peraturan Pemerintah	Regulasi diatur sudah dalam peraturan daerah, mendukung dan menguntungkan.	Regulasi diatur sudah dalam peraturan daerah, mendukung dan menguntungkan.

1.4 Tinjauan Proses

Gypsum (kalsium sulfat dihidrat, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) merupakan mineral anorganik yang terbentuk dari berbagai proses baik alami maupun sintetis. Secara umum, gipsum alami diperoleh dari hasil penambangan batuan sedimen yang kemudian melalui tahapan kalsinasi atau pemanasan pada suhu tertentu. Selain proses alami, gipsum juga dapat disintesis secara kimia melalui beberapa reaksi. Reaksi antara kalsium karbonat (CaCO_3) dengan asam sulfat (H_2SO_4) akan menghasilkan gipsum dan karbon dioksida pada suhu $93,3^\circ\text{C}$ dan tekanan 1 atm. Secara umum reaksi pembuatan gipsum berlangsung sebagai berikut:



Proses pembuatan gipsum melibatkan beberapa tahapan dari penambangan sampai dengan produk. Berikut merupakan tahapan umum dalam proses pembuatan gipsum:

1. Penambangan bahan baku, gipsum diperoleh dari batuan sedimen seperti batu kapur (CaCO_3) yang ditambang dari kawasan pegunungan kapur.
2. Penghancuran dan penggilingan, batu kapur dihancurkan dan digiling menjadi ukuran yang lebih kecil untuk mempermudah proses kalsinasi.
3. Pemanasan (kalsinasi), batu kapur dipanaskan pada suhu sekitar $900\text{--}1000^\circ\text{C}$ untuk menghasilkan kalsium oksida (CaO) dan melepas karbondioksida.
4. Pencampuran, kalsium oksida (CaO) direaksikan dengan air untuk membentuk kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Kemudian direaksikan dengan asam sulfat untuk membentuk gipsum.
5. Pengeringan, endapan gipsum dikeringkan untuk menghilangkan kelebihan air dan menghasilkan gipsum dalam bentuk granula atau serbuk.
6. Pengemasan produk.

1.4.1 Macam-macam Proses Pembuatan Gipsum

Terdapat beberapa macam proses yang dapat digunakan untuk memproduksi gipsum yaitu:

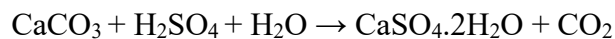
A. Produksi Gipsum dari Gypsum *Rock*

Proses produksi gipsum dari gipsum rock yaitu dengan cara menghancurkan batuan gipsum yang didapatkan dari daerah pegunungan. Setelah itu akan melalui tahapan pengecilan ukuran sebesar 100 mesh dengan alat *primary crusher*. Apabila

ukuran sudah sesuai maka akan dicampur dengan air dan menghasilkan gumpalan. Gumpalan tersebut dikeringkan dengan menggunakan dryer dan diayak untuk didapatkan batuan yang lebih halus. Sebagian batuan masuk ke *sink float* agar batuan-batuan tersebut bersih dari kotoran. Lalu, batuan batuan yang belum halus akan dihancurkan lagi menggunakan *secondary crusher* dan sebagian lain masuk ke dalam *fine grinding* untuk digiling menjadi butiran halus. Tahap paling utama yaitu butiran yang halus dikalsinasi dan menghasilkan board plaster, sebagian *ball mill* menghasilkan *blagged plaster*.

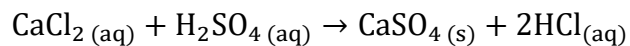
B. Produksi Gypsum dari Batu Kapur dan Asam Sulfat

Proses produksi gipsum dari batu kapur dan asam sulfat yaitu menggunakan batu kapur (CaCO_3) yang direaksikan dengan asam sulfat. Proses ini memanfaatkan reaksi kimia antara senyawa basa CaCO_3 dengan asam kuat H_2SO_4 dengan kondisi operasi suhu 93°C pada tekanan 1 atm yang menghasilkan endapan gipsum berupa kalsium sulfat dihidrat (*cake*) serta melepaskan karbon dioksida (CO_2) sebagai hasil samping. Sebelum dimasukkan ke *rotary dryer*, *cake* yang terbentuk akan dicuci dengan menggunakan air proses yang bertujuan untuk mengurangi kandungan air dalam *cake*. Hasil yang diperoleh berupa $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ atau disebut juga gypsum dengan kemurnian 91%. Adapun reaksi yang terjadi di dalam reaktor adalah:



C. Produksi Gypsum dari Kalsium Klorida dan Asam Sulfat

Proses produksi gipsum dari kalsium klorida (CaCl_2) dan asam sulfat (H_2SO_4) merupakan reaksi kimia sederhana yang menghasilkan gipsum (CaSO_4) sebagai produk utama dan asam klorida (HCl) sebagai produk samping. Reaksi ini berlangsung melalui pencampuran larutan CaCl_2 dengan H_2SO_4 dalam kondisi suhu ruang atau sedikit dipanaskan untuk mempercepat reaksi. Reaksi kimia yang terjadi adalah:

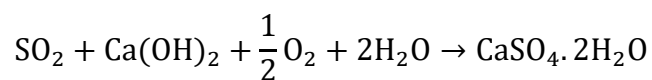


Dalam reaksi ini, ion kalsium (Ca^{2+}) dari kalsium klorida bereaksi dengan ion sulfat (SO_4^{2-}) dari asam sulfat membentuk endapan kalsium sulfat (gipsum), yang tidak larut dalam air dan akan mengendap dari larutan. Produk samping berupa asam klorida tetap berada dalam larutan dan harus ditangani dengan sistem penanganan gas atau dapat dimanfaatkan dalam proses lain. Proses ini menghasilkan gipsum dengan

kemurnian tinggi (umumnya >95%) dan cocok untuk keperluan industri yang memerlukan bahan baku berkualitas tinggi, seperti industri konstruksi atau kosmetik, terutama bila kalsium klorida tersedia sebagai limbah dari proses lain seperti produksi soda ash, sehingga dapat meningkatkan efisiensi ekonomi dan mendukung prinsip daur ulang bahan.

D. Produksi Gypsum dari *Flue Gas Desulfurization*

Proses produksi gypsum dari *Flue Gas Desulfurization* merupakan bagian dari sistem pengendalian emisi sulfur dioksida (SO₂) yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) berbahan bakar batu bara. Dalam proses ini, gas buang yang mengandung SO₂ dialirkan ke dalam *scrubber* dan disemprot dengan larutan penyerap berupa *slurry* kapur (Ca(OH)₂). Reaksi kimia antara SO₂, oksigen, dan kapur membentuk kalsium sulfat dihidrat (CaSO₄·2H₂O), yaitu gypsum sintetis. Reaksi yang terjadi adalah:



Gypsum yang terbentuk kemudian dipisahkan dari *slurry* melalui proses sedimentasi atau filtrasi, kemudian dikeringkan untuk digunakan dalam berbagai aplikasi seperti bahan baku semen, papan gypsum, dan industri lainnya. Proses ini tidak hanya menghasilkan produk gypsum dengan kemurnian tinggi (sekitar 90–96%), tetapi juga membantu mengurangi pencemaran udara secara signifikan dengan menangkap emisi gas SO₂ sebelum dilepaskan ke atmosfer, menjadikannya solusi yang efisien dan ramah lingkungan.

1.4.2 Kegunaan Produk

Gypsum memiliki berbagai kegunaan di berbagai bidang, terutama dalam industri konstruksi, pertanian, dan manufaktur. Dalam industri konstruksi, gypsum digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan papan gypsum *drywall*, plester, dan cat dinding, yang memiliki sifat tahan api dan suara yang baik. Di bidang pertanian, gypsum digunakan sebagai bahan pengkondisi tanah untuk meningkatkan kualitas tanah dengan mengurangi kadar sodium dan memperbaiki struktur tanah. Gypsum juga digunakan dalam industri kimia untuk pembuatan bahan baku pupuk, serta dalam proses pengolahan air limbah untuk menurunkan kadar logam berat. Selain itu, gypsum digunakan dalam pembuatan

cetakan dan di industri makanan sebagai bahan tambahan (E516) yang berfungsi sebagai pengental atau pematat.

1.5 Tinjauan Proses Secara Umum

Tabel 1.5 Kelebihan dan Kekurangan Metode Pembuatan Gypsum

Proses	Kelebihan	Kekurangan
Produksi Gypsum dari Gypsum <i>Rock</i>	• Kemurnian produk disesuaikan dari sumber batuan berkualitas umumnya 80–95% • Konsumsi energi yang dibutuhkan lebih sedikit.	• Kualitas bisa bervariasi tergantung pada lokasi tambang • Ketergantungan pada sumber daya alam • Biaya transportasi bisa tinggi jika tambang jauh dari lokasi produksi. • Investasi yang dibutuhkan menelan biaya yang besar.
Produksi Gypsum dari Batu Kapur dan Asam Sulfat	• Bahan baku mudah diperoleh • Kemurnian produk yang cukup tinggi di angka 91-92% • Konsumsi energi yang dibutuhkan sedang.	• Investasi yang dibutuhkan sedang.
Produksi Gypsum dari Kalsium Klorida dan Asam Sulfat	• Dapat memanfaatkan limbah CaCl_2 dari industri lain (misalnya industri soda ash). • Kemurnian produk yang	• Investasi yang dibutuhkan mahal • Penanganan khusus pada limbah kalsium klorida dan HCl

	cukup tinggi di angka 95%.	● Ketersediaan bahan baku yaitu CaCl masih sedikit.
Produksi Gypsum dari <i>Flue Gas Desulfurization</i>	● Dapat mengurangi emisi SO⁺ sampai 70-95 % ● Kemurnian produk yang cukup tinggi di angka 90-96% ● Produk samping dari proses ramah lingkungan sehingga dapat mengurangi pencemaran udara dari PLTU.	● Investasi yang dibutuhkan mahal ● Bahan baku sulit didapat dan memiliki jumlah terbatas.
