



BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

I.1.1 Alasan Pendirian Pabrik

Indonesia dikenal sebagai negara dengan potensi sumber daya alam yang melimpah. Pada sektor pertambangan, mineral menjadi salah satu komoditas yang berperan penting dalam mendorong perkembangan industri, khususnya pada industri kimia. Salah satu mineral yang melimpah adalah kalsium karbonat dan pasir silika. Pasir silika dan kalsium karbonat merupakan dua sumber daya alam yang melimpah di Indonesia dan memiliki berbagai aplikasi di berbagai bidang industri. Pasir silika, atau sering disebut pasir kuarsa, merupakan salah satu jenis pasir yang mengandung kandungan silika tinggi dan memiliki beragam kegunaan. Pasir silika ditemukan secara luas, terutama di pulau-pulau seperti Jawa, Sumatra, Kalimantan, dan Sulawesi. Sementara itu, kalsium karbonat adalah mineral yang banyak terdapat dalam batu kapur dan dolomit. Indonesia memiliki cadangan besar batu kapur dan dolomit, terutama di daerah-daerah seperti Jawa Tengah, Jawa Timur, Sumatra, dan Kalimantan. Keberlimpahan kedua sumber daya alam ini, memiliki potensi besar untuk mengembangkan industri kimia.

Industri kimia secara keseluruhan berhasil mencatat peningkatan produksi yang signifikan. Peningkatan permintaan dari pasar, terutama dari segmen ekspor, turut berperan penting dalam mendorong pertumbuhan produksi di sektor industri kimia, salah satunya kalsium silikat. Kalsium silikat (CaSiO_3) atau wollastonite biasa di produksi dalam bentuk padatan baik berupa papan ataupun serbuk. Pabrik kalsium silikat sendiri di Indonesia tergolong jarang berdiri di Indonesia. Hal ini ditunjukkan oleh data impor yang ada. Dengan demikian, pembangunan pabrik industri kimia Kalsium Silikat ini sangat penting, agar Indonesia tidak lagi ketergantungan pada bahan impor. Hal ini akan dapat juga menghemat pengeluaran Indonesia terhadap devisa negara.



Kebutuhan akan kalsium silikat di Indonesia semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan industri konstruksi dan manufaktur. Sebagai bahan bangunan yang memiliki sifat tahan api, isolasi termal, dan kekuatan struktural yang baik, kalsium silikat menjadi pilihan utama dalam berbagai proyek konstruksi, termasuk gedung perkantoran, rumah tinggal, fasilitas industri, dan infrastruktur transportasi. Permintaan yang terus meningkat dari sektor-sektor ini memicu perlunya pasokan kalsium silikat yang memadai dan berkualitas tinggi di pasar domestik. Selain itu, industri-industri terkait seperti industri metalurgi, pembangkit listrik, dan industri perminyakan juga membutuhkan kalsium silikat sebagai bahan tahan api dan isolasi termal dalam proses produksinya. Dengan demikian, pengembangan kapasitas produksi kalsium silikat di Indonesia menjadi strategi untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri serta memanfaatkan potensi ekspor ke pasar regional dan global untuk meningkatkan devisa negara.

I.1.2 Sejarah Perkembangan Pabrik

Kalsium silikat pertama kali berevolusi sekitar tahun 1950 dari dua jenis isolasi termal suhu tinggi sebelumnya yaitu 85% magnesium karbonat dan isolasi asbes murni. Seiring berjalannya waktu, terdapat delapan pabrik di Amerika Utara yang menggunakan sejumlah proses manufaktur yang berbeda. Saat pertama kali dikembangkan, isolasi kalsium silikat diperkuat dengan serat asbes. Pada akhir tahun 1972, semua produsen Amerika Utara telah mengalihkan serat promosi ke serat kaca, serat tumbuhan, linter kapas, atau rayon.

Kalsium silikat (CaSiO_3) atau dengan nama lain disebut *wollastonite* merupakan salah satu dari kelompok senyawa yang diperoleh dari reaksi kalsium karbonat dan silika (Jacob, 1976). Kalsium silikat termasuk bahan mineral alami yang berwarna putih serta struktur kristalnya berbentuk acicular. Kandungan kalsium silikat ini terdiri atas kalsium, silikon dan oksigen. Kalsium silikat (CaSiO_3) ini memiliki komposisi massa teoritis yaitu CaO sebesar 48,28% dan SiO_2 sebesar 51,72% (Collie, 1976). Kalsium silikat banyak digunakan sebagai



bahan pengganti, seperti pada pipa dan peralatan di kilang minyak, pabrik petrokimia, pembangkit listrik, jalur distribusi uap, dan untuk aplikasi suhu tinggi lainnya yang membutuhkan bahan insulasi berkekuatan tinggi.

I.1.3 Manfaat

Pendirian pabrik kalsium silikat ini diharapkan memiliki manfaat :

1. Pendirian pabrik kalsium silikat diharapkan dapat memenuhi permintaan domestik dan mengurangi ketergantungan pada impor.
2. Ketersediaan produk kalsium silikat sebagai barang ekspor berpotensi untuk meningkatkan pendapatan devisa negara.
3. Adanya pembukaan lapangan kerja diharapkan dapat mengurangi tingkat pengangguran.

I.1.4 Penentuan Kapasitas Produksi

Kebutuhan kalsium silikat semakin meningkat seiring dengan berkembangnya waktu. Mengingat akan kebutuhan tersebut, maka pendirian pabrik kalsium silikat ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan beberapa industri di Indonesia, seperti industri keramik dan isolator. Kebutuhan kalsium silikat di Indonesia dapat dianalisis dari data impor, konsumsi, dan produksi kalsium silikat di Indonesia dalam beberapa tahun terakhir.

A. Data Impor

Tabel I.1 Data Impor Kalsium Silikat di Indonesia (2019-2023)

Tahun	Kebutuhan (Ton/tahun)
2018	28446.03
2019	30452.39
2020	30197.71
2021	32016.43
2022	34754.84

Sumber : Biro Pusat Statistika Perdagangan Luar Negeri Indonesia Impor, 2024



B. Data Pertumbuhan Kalsium Silikat

Tabel I.2 Data Pertumbuhan Impor Kalsium Silikat di Indonesia (2019-2023)

Tahun	Kebutuhan Kalsium Silikat	
	Kebutuhan (ton/tahun)	Kenaikan (%)
2018	28446.03	0
2019	30452.39	7,05%
2020	30197.71	-0,84%
2021	32016.43	6,02%
2022	34754.84	8,55%
Rata-rata		4,16%

Sumber : Badan Pusat Statistika, 2024

Berdasarkan Tabel I.2 Data Pertumbuhan Kalsium Silikat di Indonesia (2019-2022) diatas dapat terlihat kenaikan impor kalsium silikat rata-rata sebesar 4.16%, sehingga perkiraan konsumsi pada tahun 2027 dapat dihitung dengan persamaan :

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

Keterangan :

- m : Jumlah produk pada tahun 2027
- P : Data besarnya impor pada tahun 2022
- i : Rata-rata kenaikan impor per tahun
- n : Selisih tahun

Diperkirakan jumlah impor padatahun 2027 sebesar :

$$\begin{aligned}
m &= P(1+i)^n \\
&= 34754,84 (1+ 4,16\%)^{(2027-2022)} \text{ ton} \\
&= 42607,87637 \text{ ton}
\end{aligned}$$

Berdasarkan rata-rata kenaikan impor sebesar 4,16% per tahun, diketahui perkiraan nilai impor pada tahun 2027 yaitu sebesar 42607,87637 ton, maka menurut Kusnarjo (2010) kapasitas pabrik dapat ditentukan menggunakan persamaan

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5 \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

- m₁ : Nilai impor (ton)
- m₂ : Kapasitas pabrik lama (ton)



m_3 : Kapasitas pabrik baru (ton)

m_4 : Jumlah ekspor (ton)

m_5 : Konsumsi dalam negeri (ton)

Terdapat ketentuan dimana saat berdirinya pabrik maka impor diberhentikan dan di Indonesia belum terdapat pabrik yang memproduksi kalsium silikat maka nilai $m_1 = m_2 = 0$. Nilai ekspor yang diperkirakan yaitu 20% dari kapasitas pabrik baru sehingga $m_4 = 0.2 m_3$. Berdasarkan persamaan 4 maka dapat dihitung peluang kapasitas pabrik baru, yaitu :

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

$$m_3 = (0.2m_3 + 42607,87637 \text{ ton}) - (0 + 0)$$

$$0,8m_3 = 42724,25121$$

$$m_3 = 53259,84547 \text{ ton}$$

Pabrik kalsium silikat ini (CaSiO_3) ini rencananya akan didirikan dengan kapasitas 75% dari kebutuhan kalsium silikat (CaSiO_3) domestic, mengingat pabrik kalsium silikat sebagai produsen baru yang belum dapat secara langsung untuk menguasai 100% pasar domestik. Oleh karena itu, kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas pabrik kalsium silikat} &= \text{Produksi } \text{CaSiO}_3 \text{ tahun 2027} \times 75\% \\ &= 53259,84547 \text{ ton} \times 75\% \\ &= 39944,884 \text{ ton/tahun} \\ &\approx 40.000 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Pabrik kalsium silikat ini direncanakan berdiri dengan kapasitas 40.000 ton/tahun dengan pertimbangan tingginya prediksi kebutuhan kalsium silikat dalam negeri pada tahun 2027. Selain itu beberapa pertimbangan sebagai berikut :

- a. Mempertimbangkan ketersediaan bahan baku pasir silika, kalsium karbonat, dan asam klorida. Bahan baku pasir silika diperoleh dari PT. Mekar Jaya Silica dengan kapasitas produksi 850.000 ton/tahun. Bahan baku kalsium karbonat diperoleh dari PT. Bhumidana Indonesia Tuban dengan kapasitas produksi



300.000 ton/tahun. Sedangkan, bahan baku asam klorida diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik dengan kapasitas 650.000 ton/tahun.

- b. Dapat mengurangi kebutuhan impor kalsium silikat yang meningkat setiap tahun
- c. Dapat memberi kesempatan berkembangnya industri yang menggunakan bahan baku kalsium silikat

C. Konsumsi Pabrik

Konsumsi kalsium silikat banyak digunakan dalam industri besar di Indonesia. Beberapa industri mengonsumsi kalsium silikat sebagai bahan baku pada produk keramik dan semen. Berikut merupakan daftar pabrik yang memanfaatkan kalsium silikat sebagai bahan baku utamanya :

Tabel 1.3 Daftar Pabrik yang Memanfaatkan Kalsium Silikat

Nama Pabrik	Produk	Lokasi
PT. Keramik Diamond	Keramik	Gresik, Jawa Timur
PT. Kobin Keramik Industri	Keramik	Mojokerto, Jawa Timur
PT. Platinum Ceramic Industry	Keramik	Surabaya, Jawa Timur
PT. Nano Ceramic Nasional Indonesia	Keramik	Bogor, Jawa Barat
PT. Sinar Tambang Arthalestari (Semen Bima)	Semen	Banyumas, Jawa Tengah
PT. Semen Indonesia	Semen	Jakarta Selatan, Jawa Barat
PT. Cement Puger Jaya Raya Sentosa	Semen	Jember, Jawa Timur

I.1.5 Penentuan Lokasi Pabrik

Menentukan lokasi untuk mendirikan pabrik adalah aspek yang penting untuk dipertimbangkan karena mempengaruhi kelangsungan operasional dan keberhasilan ekonomi pabrik. Faktor-faktor seperti ketersediaan bahan baku,



infrastruktur transportasi, strategi pemasaran, kondisi lingkungan sekitar, serta ketersediaan fasilitas di sekitar lokasi menjadi pertimbangan penting dalam proses pemilihan lokasi pabrik. Pabrik kalsium silikat direncanakan didirikan di Desa Jatisari, Kecamatan Bancar, Kabupaten Tuban, Jawa Timur.



Gambar I.1 Lokasi Pabrik

Beberapa faktor yang mempengaruhi penentuan lokasi pabrik :

A. Faktor Utama

1. Bahan Baku

Kebutuhan bahan baku merupakan kebutuhan utama untuk keberlangsungan pabrik. Lokasi pabrik yang dekat dengan sumber bahan baku bertujuan meminimalkan biaya transportasi bahan baku yang besar. Bahan baku pembuatan kalsium silikat adalah pasir silika , kalsium karbonat dan asam klorida. Pasir silika didapatkan dari PT. Mekar Jaya Silica Tuban, kalsium karbonat yang berasal dari PT. Bhumidana Indonesia Tuban, dan asam klorida yang didapatkan dari PT. Petrokimia Gresik.



2. Pemasaran Produk

Berdirinya suatu pabrik karena adanya permintaan pasar. Tuban merupakan salah satu kawasan industri dan perdagangan yang padat. Kecamatan Bancar merupakan daerah yang dekat dengan pusat Kabupaten Tuban, hal ini dapat mempermudah transportasi pemasaran ke wilayah-wilayah kota besar seperti Surabaya, Gresik, Mojokerto, dan kota besar lainnya. Pasar yang luas untuk kalsium silikat diantaranya pabrik keramik, semen maupun isolator.

3. Utilitas

Utilitas menjadi faktor penunjang dalam pendirian pabrik. Listrik memiliki peranan yang penting untuk menyuplai kebutuhan pabrik. Tenaga Listrik yang diperoleh dalam mendirikan pabrik kalsium silikat adalah pembangkit listrik yang terdekat dari lokasi pendirian pabrik. Selain tenaga listrik, air sebagai penunjang kegiatan produksi diperoleh dari Daerah Aliran Sungai Prumpung yang berlokasi dekat dengan pabrik didirikan. Air sungai yang diperoleh kemudian diolah pada unit pengolahan air sehingga dapat digunakan sebagai air proses, air sanitasi, dan air umpan pada pabrik.

B. Faktor Khusus

1. Transportasi

Sarana dan prasarana transportasi dapat meningkatkan efisiensi untuk transportasi pengiriman bahan baku. Akses transportasi di Tuban antara lain jalan nasional, jalan kabupaten, dan jalan poros desa dalam kondisi baik. Selain itu, akan direncanakan Pembangunan jalan tol yang menghubungkan Ngawi – Bojonegoro – Tuban – Lamongan – Gresik yang akan mempermudah transportasi barang dan jasa. Reaktifitas jalur kereta dan Pembangunan Pelabuhan juga akan masuk dalam



infrastruktur mendatang di Tuban sehingga dapat meningkatkan konektivitas produksi.

2. Tenaga kerja

Tenaga kerja juga menunjang keberlangsungan proses produksi. Tenaga kerja dapat direkrut pada daerah dekat pabrik seperti warga yang berpendidikan menengah kejuruan. Sementara untuk tenaga ahli dapat diambil pada kota besar dengan pendidikan yang lebih tinggi.

3. Kondisi Geografis

Tuban, Jawa Timur merupakan suatu daerah yang beriklim tropis, sehingga cuaca, iklim dan keadaan tanah relatif stabil dan tidak ekstrim. Kecamatan Bancar terletak pada koordinat $10^{\circ}25'$ sampai dengan $9^{\circ}29'$ Bujur Timur dan $4^{\circ}30'$ sampai dengan $5^{\circ}15'$ Lintang Selatan Kecamatan Bancar bagian selatan berbatasan dengan Kecamatan Jatirogo, sedangkan bagian barat berbatasan dengan Kabupaten Rembang dan Blora (Jawa Tengah), bagian timur berbatasan dengan Kecamatan Tambakboyo, dan bagian timur berbatasan langsung dengan Laut Jawa.



I.2 Sifat Fisika dan Kimia

I.2.1 Bahan Baku

I.2.1.1 Pasir Silika

Sifat Fisika

- Rumus Molekul : SiO_2
- Bentuk Fisik : Padat
- Berat Molekul : 60,0843 g/mol
- Titik Didih : 2230°C
- Densitas : 2,196 g/cm³
- Titik Leleh : 1523°C

(Perry, 1997 “*Silicon Dioxide*”)

Sifat Kimia

- Flammabilitas : tidak mudah terbakar
- Kelarutan : tidak larut dalam air
- Reaktivitas : tidak reaktif dalam kondisi ruangan normal
- Stabilitas Kimia : stabil pada kondisi lingkungan dan penyimpanan yang diantisipasi suhu dan tekanan

(MSDS ROTH 2022, “*Silicone Dioxide*”)

Tabel I.4 Komposisi Pasir Silika (PT. Mekar Jaya Silica)

Komposisi	% berat
SiO_2	97,24
Al_2O_3	1,25
Fe_2O_3	0,43
CaO	0,42
CuO	0,02
Cr_2O_3	0,04
TiO_2	0,06



ZrO ₂	0,02
H ₂ O	0,53

I.2.1.2 Kalsium Karbonat

Sifat Fisika

- Rumus Molekul : CaCO₃
- Berat Molekul : 100,09 g/mol
- Bentuk Fisik : Padat
- Warna : Putih
- Specific gravity : 2,93
- Titik Leleh : 825°C
- Kelarutan dalam air : 0,017 g/l (20°C)
(Perry, 1997 “*Calcium Carbonate*”)

Sifat Kimia

- Flammabilitas (padatan, gas) : tidak mudah menyala
- Sifat peledak : tidak mudah meledak
- pH : 9,5- 10,5
- Stabilitas kimia : produk ini stabil secara kimiawi di bawah kondisi ruangan standar (suhu kamar)
- Reaktifitas : asam asam, carbon dioxide, senyawa ammonium, seperti asam-garam
(MSDS Smart-Lab 2018, “*Calcium Carbonate Presipitated*”)

Tabel I.5 Komposisi Kalsium Karbonat (PT. Bhumidana Indonesia)

Komposisi	% berat
CaCO ₃	97
MgCO ₃	1,1
MgO	0,6
SiO ₂	1,3



I.2.1.3 Asam Klorida

Sifat Fisika

- Rumus Molekul : HCl
 - Berat Molekul : 36,47 g/mol
 - Bentuk Fisik : Cair
 - Warna : Tidak Berwarna
 - Densitas : 1,18 g/cm³
 - Titik Leleh : 111°C
 - Titik Didih : 85 °C
- (Perry, 1997 “*Hydrochloric Acid*”)

Sifat Kimia

- Flammabilitas (padatan, gas) : tidak mudah menyala
 - Sifat peledak : tidak mudah meledak
 - pH : 1,2
 - Stabilitas kimia : produk ini stabil secara kimiawi di bawah kondisi ruangan standar (suhu kamar)
 - Reaktifitas : logam, air
- ((MSDS Smart-Lab 2017, “*Hydrochloric Acid*”)

Tabel I.6 Komposisi Asam Klorida (PT. Petrokimia Gresik)

Komposisi	% berat
HCl	32
H ₂ O	68

I.2.2 Produk

I.2.2.1 Kalsium Silikat (Produk Utama)

Sifat Fisika

- Rumus Molekul : CaSiO₃
- Berat Molekul : 116,14 g/mol



- Specific gravity : 2,915
- Titik Leleh : 1190°C
(Perry, 1997 “*Calcium Silicate*”)
- Warna : Putih
- Bentuk : Padatan

(MSDS Thermo Fisher Scientific 2020, “*Calcium Silicate*”)

Sifat Kimia

- pH : 12-13
- Stabilitas kimia : Stabil di bawah kondisi penyimpanan yang direkomendasikan
- Reaktifitas : asam kuat (misalnya asam hidrofluorik)

(MSDS PT. ETEX BUILDING PERFORMANCE INDONESIA 2018, “*Kalsi*”)

I.2.2.2 Karbon Dioksida (Produk Samping)

Sifat Fisika

- Rumus Molekul : CO₂
- Berat Molekul : 44,01 g/mol
- Specific gravity : 1,101 (fase liquid dengan suhu – 87°C)
1,53 (fase gas)
- Titik Leleh : -56,6°C (tekanan 5,2 atm)
- Titik Didih : -78,5°C
- Warna : Tidak berwarna
- Bentuk : Gas

(Perry, 1997 “*Carbon Dioxide*”)

Sifat Kimia

- Flamabilitas (padat, gas) : Tidak mudah terbakar
- Stabilitas kimia : Stabil dalam kondisi normal



- Reaktifitas : Tidak ada bahaya reaktifitas
(SDS Air Liquide 2020, “*Carbon Dioxide*”)

I.3 Kegunaan Produk

Mengingat banyaknya kegunaan kalsium silikat sebagaimana telah diuraikan. Kalsium silikat merupakan bahan baku setengah jadi yang menjadi bahan baku industri hilir. Berikut ini disajikan kegunaan kalsium silikat:

- a. Bahan baku untuk keramik tradisional
- b. Bahan isolator
- c. Bahan bioaktif untuk aplikasi ortopedi dan digunakan untuk meningkatkan sifat mekanik biopolymer karena bioaktifitas dan biokompabilitasnya yang baik

(Lin, et.al., 2006)