

Prarancangan Pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat  
dari Batuan Kapur dan Asam Sulfat  
Kapasitas 600.000 Ton/Tahun

---

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Dari tahun ke tahun, pembangunan di Indonesia semakin meningkat. Hal ini dapat dibuktikan dengan semakin banyaknya proyek pembangunan di berbagai daerah di Indonesia. Dengan semakin meningkatnya pembangunan di Indonesia, maka kebutuhan semen, pasir, dan bahan bangunan lainnya seperti *wallboard* juga akan memberi dampak pada kebutuhan kalsium sulfat dihidrat (gypsum). Kebutuhan kalsium sulfat dihidrat yang meningkat, sangat berdampak pada industri semen maupun industri pembuatan *wallboard* karena gypsum merupakan salah satu bahan baku pembuatan semen dan bahan utama pembuatan *wallboard*.

Kebutuhan gypsum dapat dicukupi dengan produksi dalam negeri maupun impor dari luar negeri. Dengan kebutuhan impor yang sangat meningkat tiap tahunnya, produksi gypsum dalam negeri masih belum mencukupi untuk memenuhi kebutuhan gypsum di Indonesia.

Kalsium sulfat dihidrat (gypsum) dengan rumus molekul  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  merupakan bahan yang paling banyak digunakan sebagai bahan baku maupun bahan pembantu dalam berbagai jenis industri. Oleh karena itu, diperlukan pendirian pabrik gypsum di Indonesia dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Dapat menghemat devisa negara, sehingga kebutuhan dalam negeri tercukupi dan nilai impor dikurangi.
2. Membuka lapangan kerja di sekitar wilayah industri yang didirikan.
3. Sebagai pemasok bahan baku bagi industri dalam negeri, sehingga dapat memacu perkembangan industri yang menggunakan gypsum.

Berdasarkan pertimbangan di atas, pabrik kalsium sulfat dihidrat dengan bahan baku batuan kapur dan asam sulfat diharapkan mempunyai prospek yang baik bagi Negara Indonesia.

*Prarancangan Pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat  
dari Batuan Kapur dan Asam Sulfat  
Kapasitas 600.000 Ton/Tahun*

## 1.2 Penentuan Kapasitas Perancangan Pabrik

Pabrik kalsium sulfat dihidrat ini direncanakan memiliki kapasitas sebesar 600.000 ton/tahun. Penentuan kapasitas produksi tersebut berdasarkan pada pertimbangan, seperti kebutuhan dalam negeri, ketersediaan bahan baku dan pendukung, nilai ekspor, serta nilai impor.

### 1.2.1 Kebutuhan Kalsium Sulfat Dihidrat di Indonesia

Dari tahun ke tahun, Indonesia melakukan impor kalsium sulfat dihidrat untuk menutupi kebutuhan dalam negeri. Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik jumlah impor kalsium sulfat dihidrat selama kurun waktu 2016 sampai 2020 dapat dilihat dalam Tabel 1.1

Tabel 1. 1 Data Impor Kalsium Sulfat Dihidrat di Indonesia (bps.go.id, 2021)

Tahun	Impor (kg/tahun)	Kenaikan (%)
2016	2.421.478.558	-
2017	2.424.786.981	0,14%
2018	2.726.284.738	12.43%
2019	2.598.128.082	-4,70%
2020	2.007.840.270	-22,72%
Rata-Rata		-3,71%

Dari data yang diuraikan Tabel 1.1 diketahui % rata-rata pertumbuhan impor yaitu sebesar -3,71%. Jika pabrik direncanakan akan selesai dibangun dan beroperasi pada tahun 2026, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan *discounted* sesuai persamaan (1.1).

$$m_5 = P(1+i)^n \quad (1.1)$$

*Prarancangan Pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat  
dari Batuan Kapur dan Asam Sulfat  
Kapasitas 600.000 Ton/Tahun*

dengan,

$m_5$  = nilai impor di Indonesia pada tahun 2026 (kg/tahun)

$P$  = nilai impor di Indonesia pada tahun 2020 (kg/tahun)

$i$  = pertumbuhan rata-rata per tahun (%)

$n$  = selisih tahun yang diperhitungkan

Perkiraan konsumsi dalam negeri pada tahun 2026 :

$$\begin{aligned} m_5 &= P (1+i)^n \\ &= 2.007.840.270 \text{ kg/tahun } (1+(-3,71))^6 \\ &= 1.600.108.080 \text{ kg/tahun} \\ &= 1.600.108,08 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan (1.1) dapat diketahui bahwa nilai impor kalsium sulfat dihidrat di Indonesia diperkirakan sebesar 1.600.108,08 ton pada tahun 2026.

### 1.2.2 Peluang Ekspor Kalsium Sulfat Dihidrat

Pada perancangan ini, kalsium sulfat dihidrat direncanakan akan ekspor ke beberapa negara di Asia seperti Hongkong, Jepang, Brunei Darussalam, dan Singapura. Data impor kalsium sulfat dihidrat di negara-negara tersebut dijadikan acuan untuk memprediksi jumlah ekspor kalsium sulfat dihidrat yang disajikan pada Tabel 1.2.

Tabel 1. 2 Data Impor Kalsium Sulfat Dihidrat di Asia (UNdata, 2021)

Tahun	Impor (kg/tahun)					% Kenaikan
	Hongkong	Jepang	Brunei Darussalam	Singapura	Total	
2015	13.968.653	2.214.284.212	22.164	11.196.937	2.239.471.966	-
2016	7.710.709	2.258.321.928	21.551	4.354.550	2.270.408.738	1,38%
2017	1.294.670	2.543.007	8.195.800	-	12.033.477	-99,47%
2018	2.370.762	2.676.090	8.837.569	6.080.229	19.964.650	65,91%
Rata-Rata						-10,73%

*Prarancangan Pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat  
dari Batuan Kapur dan Asam Sulfat  
Kapasitas 600.000 Ton/Tahun*

Dari tabel 1.2 dapat diketahui bahwa nilai pertumbuhan rata-rata impor kalsium sulfat dihidrat di Asia sebesar -10,73%. Perkiraan nilai ekspor tahun 2026 dengan persamaan (I.1) menggunakan nilai impor beberapa negara di Asia.

$$m_4 = P (1+i)^n \quad (1.2)$$

dengan,

$m_4$  = nilai ekspor produk pada tahun 2026 (kg/tahun)

$P$  = jumlah produk pada data tahun terakhir (kg/tahun)

$i$  = pertumbuhan rata-rata per tahun (%)

$n$  = selisih tahun yang diperhitungkan

Perkiraan nilai ekspor pada tahun 2026:

$$\begin{aligned} m_4 &= P (1+i)^n \\ &= 19.964.650 \text{ kg/tahun } (1+(-10,73))^8 \\ &= 8.054.852,20 \text{ kg/tahun} \\ &= 8.054,852 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan (1.2) dapat diperoleh bahwa peluang ekspor kalsium sulfat dihidrat di Indonesia pada tahun 2026 diperkirakan mencapai 8.054,852 ton/tahun. Maka, diketahui bahwa nilai impor kalsium sulfat dihidrat di Asia diperkirakan hingga sebesar 8.054,61 ton pada tahun 2026. Pabrik kalsium sulfat dihidrat yang akan didirikan ditargetkan dapat memenuhi 25% dari total peluang ekspor. Hal tersebut untuk menghindari risiko produk yang tidak laku karena persaingan perdagangan kalsium sulfat dihidrat. Karena alasan ini, maka nilai ekspor pada tahun 2026 menjadi :

$$\begin{aligned} m_4 &= 8.054,61 \text{ ton/tahun} \times 25\% \\ &= 2.013,713 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

### 1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang dibutuhkan dalam perancangan pabrik kalsium sulfat dihidrat adalah asam sulfat dan batuan kapur. Bahan baku asam sulfat dapat diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik yang berlokasi di Gresik. Kapasitas produksi asam sulfat dari PT. Petrokimia Gresik mencapai 1.170.000 ton/tahun dengan kebutuhan asam sulfat dalam pendirian pabrik ini sebesar 338.491,0864 ton/tahun.

*Prarancangan Pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat  
dari Batuan Kapur dan Asam Sulfat  
Kapasitas 600.000 Ton/Tahun*

Untuk batuan kapur diperoleh dari pertambangan di daerah Tuban, Jawa Timur dengan kapasitas produksi sebesar 3.653.340 ton/tahun dengan kebutuhan batuan kapur 358.594,59 ton/tahun. Sedangkan kebutuhan air diperoleh dari Sungai Bengawan Solo yang diproses di dalam utilitas.

#### 1.2.4 Kapasitas Pabrik yang Telah Beroperasi

Kapasitas pabrik yang akan didirikan harus mempertimbangkan keuntungan. Sebaiknya besar kapasitasnya minimal atau di antara kapasitas pabrik kalsium sulfat dihidrat yang sudah ada. Kapasitas pabrik kalsium sulfat dihidrat yang telah berdiri dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1. 3 Kapasitas Pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat yang Telah Berdiri

No.	Nama Perusahaan	Negara	Kapasitas (Ton/Tahun)	Sumber
1.	PT. Petrokimia Gresik	Indonesia	800.000	<a href="http://www.petrokimia-gresik.com">www.petrokimia-gresik.com</a>
2.	PT. Smelting Freeport	Indonesia	35.000	<a href="http://www.ptsmelting.com">www.ptsmelting.com</a>
3.	PT. Siam Indo Gypsum	Indonesia	180.000	<a href="http://www.siam-indo.com">www.siam-indo.com</a>
4.	Fertilisers and Chemicals Travancore (FACT)	India	1.815.000	<a href="http://www.icis.com">www.icis.com</a>
5.	Agrium	Kanada	680.000	<a href="http://www.icis.com">www.icis.com</a>
6.	Phosphate Fertiliser Corp (Philphos)	Philipina	450.000	<a href="http://www.icis.com">www.icis.com</a>

Dari data diatas, dapat disimpulkan bahwa kapasitas produksi pabrik kalsium sulfat dihidrat di Indonesia(m<sub>2</sub>) merupakan total dari kapasitas pabrik PT. Petrokimia Gresik, PT. Smelting Freeport, dan PT. Siam Indo Gypsum sebesar 1.015.000 ton/tahun.

*Prarancangan Pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat  
dari Batuan Kapur dan Asam Sulfat  
Kapasitas 600.000 Ton/Tahun*

---

### 1.2.5 Penentuan Kapasitas Produksi Kalsium Sulfat Dihidrat

Untuk menentukan nilai kapasitas produksi dari pabrik kalsium sulfat dihidrat yang akan didirikan dan direncanakan akan beroperasi pada tahun 2026, maka dapat menggunakan persamaan 1.3, yakni sebagai berikut:

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5 \quad (1.3)$$

dengan,

$m_1$  = nilai impor pada tahun 2026 (ton)

$m_2$  = produksi pabrik dalam negeri pada tahun 2026 (ton)

$m_3$  = kapasitas pabrik yang akan didirikan pada tahun 2026 (ton)

$m_4$  = nilai ekspor pada tahun 2026 (ton)

$m_5$  = nilai konsumsi dalam negeri pada tahun 2026 (ton)

Diasumsikan bahwa kebutuhan kalsium sulfat dihidrat di Indonesia dari nilai impor pada tahun 2026 dapat terpenuhi oleh pabrik yang akan didirikan, maka nilai  $m_1 = 0$ .

Perkiraan kebutuhan dalam negeri kalsium sulfat dihidrat pada tahun 2026 diasumsikan sebagai nilai impor kalsium sulfat dihidrat di Indonesia pada tahun 2026, maka  $m_5 = 1.600.108,08$  ton/tahun.

Sehingga, kapasitas pabrik kalsium sulfat dihidrat yang akan didirikan pada tahun 2026 adalah :

$$\begin{aligned} m_3 &= m_4 + m_5 - (m_1 + m_2) \\ &= 2.013,713 + 1.600.108,08 - (0 + 1.015.000) \\ &= 587.121,73 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

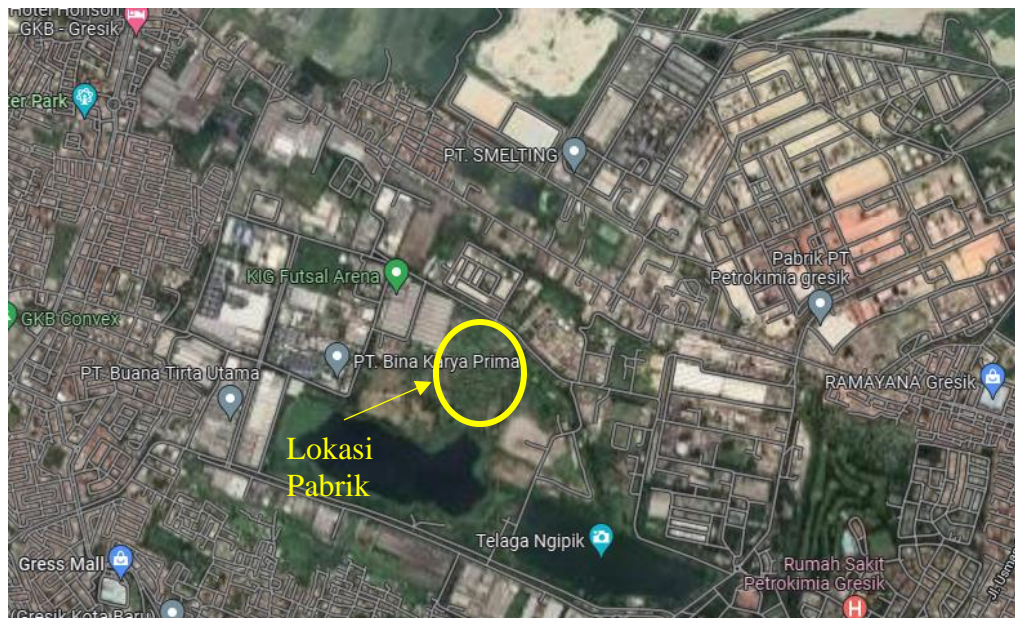
Maka diputuskan perancangan pabrik kalsium sulfat dihidrat yang akan didirikan pada tahun 2026 memiliki kapasitas sebesar 600.000 ton/tahun.

### 1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi suatu perusahaan sangat penting dalam perancangan pabrik, dikarenakan berhbungan langsung dengan nilai ekonomis pabrik yang akan

*Prarancangan Pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat  
dari Batuan Kapur dan Asam Sulfat  
Kapasitas 600.000 Ton/Tahun*

dibangun. Pabrik kalsium sulfat dihidrat ini akan direncanakan dibangun di Gresik, Jawa Timur.



Gambar 1. 1 Denah Lokasi Pabrik (Google Maps, 2022)

Pemilihan ini dimaksudkan untuk mendapatkan keuntungan secara teknis maupun ekonomis. Adapun faktor-faktor yang harus dipertimbangkan, yaitu:

1. Faktor Utama :

a. Sumber Bahan Baku

Kemudahan dalam memperoleh sumber bahan baku sangat dititik beratkan dalam perancangan pabrik. Dalam hal ini, bahan baku asam sulfat diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik yang berjarak  $\pm 1,5$  km dan batuan kapur diperoleh dari pertambangan yang tersedia di wilayah Tuban, Jawa Timur  $\pm 80$  km dari area pabrik kalsium sulfat dihidrat.

b. Sarana Prasarana

Pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat memiliki tujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan sisanya untuk kebutuhan luar negeri. Untuk proses penyediaan bahan baku dan pemasaran produk sangat diperlukan sarana dan prasarana yang mudah dijangkau. Dengan adanya fasilitas jalan raya dan pelabuhan laut yang memadai, maka pemilihan lokasi Gresik sangat tepat.

c. Penyediaan Utilitas

Unit utilitas seperti air, listrik hingga bahan bakar sangatlah penting agar proses produksi dapat berjalan dengan baik. Kebutuhan sarana penunjang seperti listrik dipenuhi dari PT PLN (Persero) UPT Gresik, sedangkan untuk kebutuhan air dapat dipenuhi dari Sungai Bengawan Solo dengan debit aliran  $684 \text{ m}^3/\text{s}$  yang menyediakan air untuk utilitas. Selain itu, kebutuhan bahan bakar dibeli dari PT Pertamina Patra Niaga, Gresik.

2. Faktor Penunjang

Faktor penunjang dalam pemilihan lokasi pabrik dipengaruhi oleh letak geografis. Faktor penunjang ini meliputi :

a. Ketersediaan Tenaga Kerja

Tersedianya tenaga kerja yang terampil sangat diperlukan untuk menjalankan mesin-mesin produksi. Tenaga kerja dapat direkrut dari wilayah Jawa Timur, Madura, dan Sekitarnya.

b. Kondisi Tanah dan Daerah

Untuk pengelolaan dan perkembangan dalam rangka meningkatkan Pendapatan Asli Daerah (PAD) serta kesejahteraan masyarakat, Gresik memiliki potensi ekonomi, geografis, dan sumber daya alam yang strategis. Selain itu, kondisi tanah yang relatif masih luas dan merupakan tanah datar dengan kondisi iklim yang relatif stabil sepanjang tahun sangat menguntungkan untuk pendirian pabrik ini.

c. Perluasan Area Pabrik

Gresik merupakan pengembangan industri yang relatif luas dengan lahan yang tersedia sekitar 3 ha, sehingga masih memungkinkan untuk memperluas area pabrik apabila diperlukan.

d. Kebijakan Pemerintah

Pendirian pabrik perlu memperhatikan faktor kepentingan pemerintah yang terkait di dalamnya. Pabrik kalsium sulfat dihidrat ini didirikan sesuai dengan Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Gresik, Peraturan Pemerintah Nomor 142 Tahun 2015 tentang Kawasan Industri



dan Peraturan Daerah Kabupaten Gresik Nomor 6 Tahun 2017 tentang Izin Mendirikan Bangunan.

## 1.4 Tinjauan Pustaka

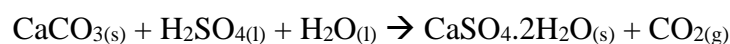
### 1.4.1 Macam-Macam Proses

#### a. Pembuatan Gypsum dari *Gypsum Rock*

Proses pembuatan gypsum dari *gypsum rock* dengan cara menghancurkan batuan gypsum yang diperoleh dari daerah pegunungan. Batuan gypsum dihancurkan menggunakan *primary crusher*, kemudian diayak agar memperoleh batuan yang halus. Proses penghancuran batuan gypsum dan pengayakan dilakukan beberapa kali hingga mendapatkan hasil sesuai yang diinginkan. Batuan gypsum yang telah diayak dibersihkan menggunakan *sink float*, kemudian dimasukkan ke dalam *secondary crusher* agar batuan gypsum yang belum halus dapat dihancurkan lagi dan sebagian dimasukkan ke dalam *fine grinding* untuk digiling menjadi butiran yang halus. Butiran halus dikalsinasi dan menghasilkan *board plaster*, dan sebagian masuk ke *ball mill* dan menghasilkan *bagged plaster*. Proses ini apabila dilihat dari aspek ekonomi tidak menguntungkan, karena membutuhkan biaya investasi yang sangat besar untuk proses penambangan, namun kapasitas produksi yang dihasilkan belum tentu besar dan tidak menghasilkan produk samping yang dapat dijual (W.L., Faith dkk, 1957).

#### b. Pembuatan Gypsum dari Batuan Kapur

Proses pembuatan gypsum dari batu kapur ( $\text{CaCO}_3$ ) yang direaksikan dengan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) encer di reaktor pada kondisi operasi suhu  $93,3^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm. Produk yang dihasilkan dari reaktor dimasukkan ke dalam alat pemisah untuk menghilangkan impuritasnya. Kemurnian dari gypsum yang dihasilkan pada proses ini lebih dari 91%. Reaksi pembentukannya sebagai berikut :



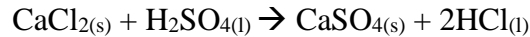
(US Patents 6.613.141)

#### c. Pembuatan Gypsum dari $\text{CaCl}_2$ dan $\text{H}_2\text{SO}_4$

Proses pembuatan gypsum ini dengan cara memasukkan  $\text{CaCl}_2$  ke dalam reaktor dengan ditambahkan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pada suhu antara  $50\text{-}80^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm.

Prarancangan Pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat  
dari Batuan Kapur dan Asam Sulfat  
Kapasitas 600.000 Ton/Tahun

Reaksi yang terjadi di dalam reaktor yaitu reaksi netralisasi yang menghasilkan  $\text{CaSO}_4$  dan  $\text{HCl}$  dengan konversi mencapai 100%.



Proses pemisahan  $\text{CaSO}_4$  dan  $\text{HCl}$  menggunakan absorber yang berupa larutan  $\text{CaSO}_4$  diupkan sehingga menghasilkan  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  kemudian dimasukkan dalam alat pengering sehingga menghasilkan gipsum dengan kemurnian 91% (Kirk & Othmer, 1978).

Sebelum menentukan pilihan proses yang tepat perlu adanya studi perbandingan dari beberapa proses alternatif baik dari aspek teknis yang dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1. 4 Perbandingan Proses Pembentukan Kalsium Sulfat Dihidrat

Parameter	Proses I	Proses II	Proses III
<b>Bahan Baku</b>	<i>Gypsum Rock</i>	$\text{CaCO}_3$ dan $\text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{CaCl}_2$ dan $\text{H}_2\text{SO}_4$
<b>Kemurnian</b>	Tergantung bahan baku	$\geq 91\%$	91%
<b>Produk</b>			
<b>Suhu</b>	$< \text{melting point gypsum}$	$93,3^\circ\text{C}$	$50^\circ\text{C} - 80^\circ\text{C}$
<b>Tekanan</b>	1 atm	1 atm	1 atm
<b>Reaktor</b>	-	RATB	RATB
<b>Persediaan Bahan Baku</b>	Terbatas jumlahnya	Berlimpah dan mudah didapat	$\text{CaCl}_2$ sangat sedikit
<b>Limbah</b>	Serbuk pecahan	Karbondioksida	Asam Klorida

Dari ketiga proses di atas dipilih proses pembuatan gipsum dengan batuan kapur dan asam sulfat dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Bahan baku yang digunakan berlimpah dan mudah didapatkan.
2. Kondisi operasi yang berlangsung pada suhu yang rendah dan tekanan atmosferis.
3. Kemurnian yang digunakan lebih tinggi dari proses lainnya dan sudah memenuhi kebutuhan pasar.

### 1.4.2 Tinjauan Proses Secara Umum

Kalsium sulfat dihidrat diproduksi melalui reaksi antara batuan kapur dengan asam sulfat. Proses reaksi ini dijalankan dalam fase padat-cair dengan menggunakan reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Reaksi ini menghasilkan produk samping berupa karbondioksida. Persamaan reaksi pembentukan kalsium sulfat dihidrat ditunjukkan pada persamaan 1.4.



Reaksi ini berlangsung pada suhu 93,3°C dan tekanan 1 atm. Reaksi ini dijalankan pada keadaan non adiabatik sehingga membutuhkan pendingin sebagai pengendali panas.

Keluaran produk utama reaktor berupa kalsium sulfat dihidrat dan produk samping berupa karbondioksida yang dibuang langsung ke lingkungan. Produk utama berupa *slurry* kemudian disalurkan pada alat penyaring untuk memisahkan antara gipsum dan cairannya. Produk cairan hasil filtrasi berupa asam sulfat yang diumpankan kembali menuju mixer. Produk bubuk gipsum dilakukan proses purifikasi dengan menggunakan pengering agar mendapatkan gipsum dengan kemurnian yang diinginkan.

### 1.4.3 Kegunaan Produk

Kegunaan gipsum sebagai berikut:

1. Sebagai bahan untuk memperlambat pengerasan pada semen (*cement retarder*).
2. Sebagai bahan untuk membuat *wall board* dan kapur papan tulis.
3. Pada bidang kedokteran dan farmasi, dapat digunakan sebagai plester dan cetakan.
4. Pada industri elektronika, digunakan sebagai bahan pembuat komponen-komponen elektronika.
5. Pada industri cat, digunakan sebagai bahan pengisi dan campuran cat putih.
6. Pada industri keramik, digunakan untuk bahan pengisi keramik.

#### 1.4.4 Sifat-sifat Fisik dan Kimia

##### A. Spesifikasi Bahan Baku

###### 1. Kalsium Karbonat

###### a. Sifat Fisis

- Rumus Molekul :  $\text{CaCO}_3$
- Berat Molekul : 100 g/mol
- Kenampakan : Padatan berwarna putih
- Titik Lebur :  $825^\circ\text{C}$
- Densitas :  $2,71 \text{ gr/cm}^3$
- Viskositas : 0,32 cP
- Specific Gravity : 2,8
- Kapasitas panas :  $0,217 \text{ kal/g. } ^\circ\text{C}$
- Kelarutan ( $18^\circ\text{C}$ ) :  $0,00013 \text{ g/100 g H}_2\text{O}$

(Kirk & Othmer, 1978; Perry, 1999, Science Lab, 2005)

###### b. Sifat Kimia

- Bersifat *irritant*
- Tidak bersifat korosi, tidak mudah terbakar
- Reaksi kalsinasi:  
 $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$
- Reaksi Hidrasi:  
 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$
- Reaksi Karbonasi:  
 $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

(Science Lab, 2005; Kirk & Othmer, 1978)

###### 2. Asam Sulfat

###### a. Sifat Fisis

- Rumus Molekul :  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- Berat Molekul : 98 g/mol
- Kenampakan : Cairan tidak berwarna

Prarancangan Pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat  
dari Batuan Kapur dan Asam Sulfat  
Kapasitas 600.000 Ton/Tahun

---

- Titik Didih : 340°C
- Viskositas : 25,10 cp (293 K)
- Specific Gravity : 1,834 (70°C)
- Densitas : 0,5540 gr/cm<sup>3</sup>
- Suhu Kritis (Tc) : 925,10 K
- Tekanan Kritis (Pc) : 64 bar
- Volume Kritis (Vc) : 177 cm<sup>3</sup>/gmol

(Yaws, 1999; Science Lab, 2005))

b. Sifat Kimia

- Asam kuat
- Bersifat higroskopis
- Bahan berbahaya dan beracun
- Larut dalam air dan kebanyakan larutan organik
- Bersifat toksik, korosif, *irritant*, dan reaktif
- Tidak mudah terbakar

(Kirk & Othmer, 1997; Science Lab, 2005)

3. Air

a. Sifat Fisis

- Rumus Molekul : H<sub>2</sub>O
- Berat Molekul : 18 gr/mol
- Kenampakan : Cairan tidak berwarna
- pH : 7
- Titik Didih : 100°C
- Viskositas : 1,002 cp (293 K)
- Specific Gravity : 1,834 (70°C)
- Densitas : 0,99823 gr/cm<sup>3</sup>
- Suhu Kritis (Tc) : 374,1 °C
- Tekanan Kritis (Pc) : 218,3 atm

(LabChem, 2012)

b. Sifat Kimia

- Merupakan zat kovalen polar dan bersifat netral
- Zat pencuci dan pelarut yang baik
- Merupakan elektrolit lemah karena terionisasi menjadi  $H^+$  dan  $OH^-$
- Dapat menguraikan garam menjadi asam dan basa
- Bahan tidak akan terbakar dan tidak reaktif

(Perry, 1997; LabChem, 2012)

**B. Spesifikasi Produk**

1. Kalsium Sulfat Dihidrat

a. Sifat Fisis

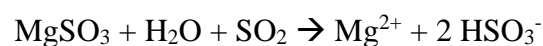
- Rumus Molekul :  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$
- Berat Molekul : 172 gr/mol
- Kenampakan : Bubuk berwarna putih
- Titik Lebur :  $150^\circ C$
- Viskositas : 0,0112 cP
- Densitas :  $1,0252 \text{ gr/cm}^3$
- Bulk Density :  $-600 \text{ kg/m}^3$
- Kelarutan Dalam Air : 0,21 g/100 g  $H_2O$  ( $20^\circ C$ )

(Science Lab, 2005; Perry, 1999)

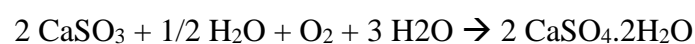
b. Sifat Kimia

- Bersifat *irritant*
- Tidak bersifat korosi maupun toksik, tidak mudah terbakar, tidak reaktif

- Reaksi *Absorption*:



- Reaksi *Oxidation-Crystallization*:



(Science Lab, 2005; Kirk & Othmer, 1997)

## 2. Karbondioksida

### a. Sifat Fisis

- Rumus Molekul : CO<sub>2</sub>
- Berat Molekul : 44 gr/mol
- Kenampakan : Gas tidak berwarna
- Titik Didih : -78,5°C
- Viskositas : 0,015 cP
- Densitas : 1,98 g/L
- Suhu Kritis (T<sub>c</sub>) : 31 °C
- Tekanan Kritis (P<sub>c</sub>) : 73,7 bar

(PRAXAIR, 1980; Kirk & Othmer, 1997)

### b. Sifat Kimia

- Sedikit mengandung asam
- Tidak mudah terbakar, tidak reaktif
- Karbondioksida bereaksi dengan ammonia pada pembuatan urea membentuk ammonium karbamat:  
$$\text{CO}_2 + 2 \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_2\text{COONH}_4$$
- Fermentasi gula menjadi etil alkohol dan karbondioksida:  
$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2 \text{CO}_2$$

(PRAXAIR, 1980; Kirk & Othmer, 1997)