



BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

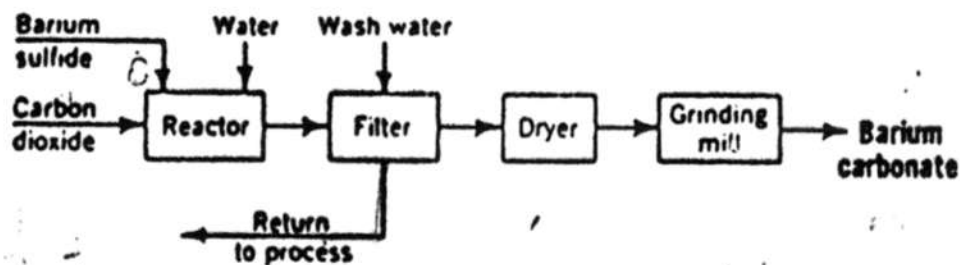
II.1 Macam-Macam Proses

Secara umum, proses produksi Barium Karbonat dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis berdasarkan bahan baku yang digunakan, yaitu:

1. Barium Karbonat dari Barium Sulfat dan Karbon Dioksida
2. Barium Karbonat dari Barium Sulfat dan Natrium Karbonat

II.1.1 Metode Pembuatan Barium Karbonat (BaCO_3)

A. Pembuatan Barium Karbonat dari Barium Sulfat dan Karbon Dioksida



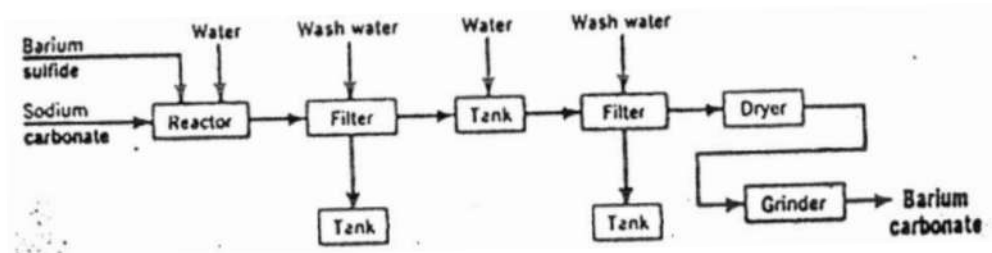
Gambar II. 1 Diagram alir pembuatan Barium Karbonat dari Barium Sulfat dan Karbon Dioksida

Pada proses ini, larutan Barium Sulfat (BaSO_4) mula-mula direaksikan dengan gas karbon dioksida (CO_2) di dalam tangki presipitasi dengan penambahan air, sehingga terjadi reaksi kimia yang menghasilkan endapan Barium Karbonat (BaCO_3). Endapan BaCO_3 yang terbentuk kemudian dipisahkan dari fase cair menggunakan rotary drum vacuum filter, yaitu alat pemisah padat-cair yang bekerja secara kontinu dengan prinsip vakum, untuk menghasilkan padatan BaCO_3 dengan kadar air yang rendah. Setelah tahap filtrasi, padatan dikeringkan menggunakan rotary dryer guna menurunkan kadar kelembapan hingga mencapai tingkat minimum. Proses berikutnya adalah pendinginan menggunakan rotary cooler, dilanjutkan dengan penggilingan menggunakan ball mill. Pada tahap akhir, hasil gilingan disaring



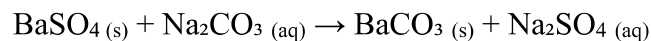
melalui unit screening untuk memperoleh distribusi ukuran partikel yang sesuai dengan spesifikasi produk (Faith dkk., 1957).

B. Pembuatan Barium Karbonat dari Barium Sulfat dan Natrium Karbonat



Gambar II. 2 Diagram alir pembuatan Barium Karbonat dari Barium Sulfat dan Natrium Karbonat

Pada proses ini, larutan Barium Sulfat (BaSO_4) dan Sodium Karbonat (Na_2CO_3) dimasukkan ke dalam reaktor. Di dalam reaktor, kedua bahan tersebut bereaksi secara kimia dengan bantuan penambahan air, menghasilkan endapan Barium Karbonat (BaCO_3) dan larutan Sodium Sulfide (Na_2SO_4), sesuai dengan reaksi berikut:



Suspensi hasil reaksi kemudian dipompa menuju *Rotary Drum Vacuum Filter* untuk memisahkan padatan (cake) dan cairan (filtrat). Filtrat yang dihasilkan dialirkan ke tangki penampung, sedangkan cake BaCO_3 yang tertahan dipindahkan menggunakan *screw conveyor* ke dalam *rotary dryer* untuk proses pengeringan. Setelah kadar airnya berkurang secara signifikan, padatan kering tersebut diarahkan ke *ball mill* untuk proses penghalusan. Selanjutnya, produk yang telah digiling disaring menggunakan *vibrating screen* guna memperoleh ukuran partikel yang seragam sebelum akhirnya masuk ke tahap pengemasan di unit packing (Faith dkk., 1957).

II.2 Potensial Ekonomi

Untuk perhitungan Ekonomi Potensial pembuatan Barium Karbonat untuk kedua proses dihitung berdasarkan reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Pembuatan Barium Karbonat dari Barium Sulfat dan Karbon Dioksida

Basis massa = 100 kg

Yield = 85%

	2 Bas	+	CO₂	+	H₂O	→	BaCO₃	+	Ba(HS)₂	
m	4,5444		2,2722		2,2722		-		-	
r	2,0450		2,0450		2,0450		2,0450		2,0450	-
s	2,4994		0,2272		0,2272		2,0450		2,0450	

Bahan / Produk	BM (kg/kmol)	Massa (kg)	Harga (Rp/kg)	Sumber
BaS	169,39	769,7796	3.800	Alibaba, 2026
CO ₂	44,01	100	4.250	Samator, 2026
H ₂ O	18	40,8998	0	Perry, 8 th ed., 2008
BaCO ₃	197,34	403,5582	12.512,50	Anhui Fitech Material Co., Ltd., 2026
Ba(HS) ₂	171,46	350,6339	0	Perry, 8 th ed., 2008

$$\begin{aligned}
 \text{Ekonomi Potensial} &= \text{Harga Produk} - \text{Harga Bahan Baku} \\
 &= \text{Rp } 5.049.523,01 / \text{kg} - \text{Rp } 3.350.162,46 / \text{kg} \\
 &= \text{Rp } 1.699.360,54 / \text{kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rasio} &= \text{Harga Produk} : \text{Harga Bahan Baku} \\
 &= \text{Rp } 5.044.522,92 / \text{kg} : \text{Rp } 3.350.162,46 / \text{kg} \\
 &= 1,5072 : 1
 \end{aligned}$$

Pembuatan Barium Karbonat dari Barium Sulfide dan Natrium Karbonat

Basis massa = 100 kg

Yield = 85%

Excess Na₂CO₃ = 100% BaSO₄



Pra-Rancangan Pabrik

“Pabrik Barium Karbonat Dari Barium Sulfat Dan Natrium Karbonat Kapasitas 25.000 Ton/Tahun”

	BaSO₄	+ Na₂CO₃	→ BaCO₃	+ Na₂SO₄	
m	0,5071	1,0141	-	-	
r	0,5067	0,5067	0,5067	0,5067	-
s	0,0003	0,5074	0,5067	0,5067	

Bahan / Produk	BM (kg/kmol)	Massa (kg)	Harga (Rp/kg)	Sumber
BaSO ₄	233,39	118.3432	400	PT. Gochem Globalindo, 2026
Na ₂ CO ₃	106	107,4971	200	PT. Gochem Globalindo, 2026
BaCO ₃	197,34	100	12.512,50	Anhui Fitech Material Co., Ltd., 2026
Na ₂ SO ₄	142,04	71,9773	0	Perry, 8 th ed., 2008

$$\begin{aligned}
 \text{Ekonomi Potensial} &= \text{Harga Produk} - \text{Harga Bahan Baku} \\
 &= \text{Rp } 1.251.250 / \text{kg} - \text{Rp } 58.086,99 / \text{kg} \\
 &= \text{Rp } 1.193.163,01 / \text{kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rasio} &= \text{Harga Produk} : \text{Harga Bahan Baku} \\
 &= \text{Rp } 1.250.011 / \text{kg} : \text{Rp } 68.836,71 / \text{kg} \\
 &= 21,5409 : 1
 \end{aligned}$$



Berdasarkan perhitungan di atas, Ekonomi Potensial untuk pereaksi Natrium Karbonat sebesar Rp 1.181.174,29 / kg dengan rasio bahan baku dibanding produk sebesar 1 : 18.1590. Sedangkan Ekonomi Potensial untuk pereaksi Karbon Dioksida sebesar Rp 1.694.360,46 / kg dengan rasio bahan baku dibanding produk sebesar 1 : 1,5057.

II.3 Seleksi Proses

Berdasarkan macam-macam proses di atas, maka dapat dibuat perbandingan sebagai berikut:

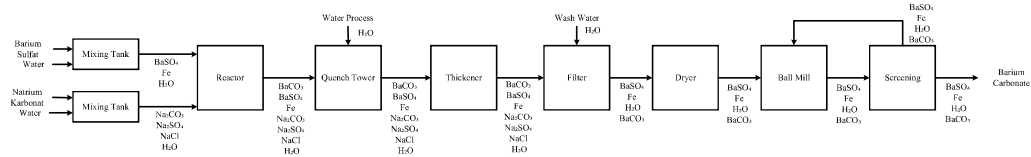
Tabel II. 1 Seleksi proses pembuatan Barium Karbonat

Pembatas	Nama Proses	
	Barium Sulfide dan Carbon Dioxide	Barium Sulfat dan Sodium Karbonat
Bahan Baku	Karbon dioksida (gas)	Natrium karbonat (padat)
Jenis Reaktor	Bubble reactor	Autoklaf reactor
Suhu Operasi	50-100 °C	220 °C
Waktu Tinggal	3 – 7 jam	5 – 20 menit
Harga Bahan Baku	Mahal	Murah

Berdasarkan beberapa pertimbangan tersebut, proses yang dipilih untuk dikaji dalam perancangan ini adalah proses dengan Barium Sulfide dan Natrium Karbonat karena lebih ekonomis, menghasilkan produk samping yang mudah diolah, serta beroperasi pada waktu yang lebih singkat.



II.4 Uraian Proses



Gambar II. 3 Diagram alir pengembangan pembuatan Barium Karbonat dari Barium Sulfate dan Sodium Karbonat

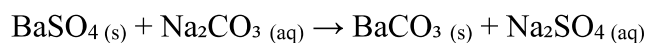
Berdasarkan isi patent US3304155, berikut adalah uraian proses dalam setiap tahap yang disusun secara runtut.

1. Tahap Persiapan dan Pencampuran

Pada tahap awal, Barium Sulfate (BaSO_4) dari gudang penyimpanan dipindahkan menggunakan belt conveyor ke bucket elevator, kemudian ditampung sementara di dalam hopper sebelum dialirkan ke tangki pelarutan. Di dalam tangki pelarutan, BaSO_4 dilarutkan dengan air proses dari unit utilitas hingga mencapai konsentrasi 65%. Secara paralel, Sodium Karbonat (Na_2CO_3) juga dialirkan dari gudang penyimpanan menuju bucket elevator menggunakan belt conveyor, lalu ditampung di hopper sebelum diarahkan ke tangki pelarutan. Dalam tangki tersebut, Sodium Karbonat dilarutkan dengan air proses. Digunakan larutan Natrium Karbonat berlebih sebesar 2 molar terhadap barium sulfat. Larutan Barium sulfat dan Natrium Karbonat kemudian dimasukkan ke dalam bejana berpengaduk dan dicampur secara kontinu dengan larutan natrium karbonat berlebih pada tekanan atmosfer. Setelah itu, campuran dipompa menuju unit pemanas (heater) untuk dinaikkan suhunya hingga 220°C agar sesuai dengan kondisi operasi dalam reaktor.

2. Tahap Reaksi

Campuran barium sulfat dan natrium karbonat selanjutnya dipompa secara kontinu ke dalam autoklaf berpengaduk pada suhu 220°C membentuk endapan Barium Karbonat (BaCO_3) dan larutan Sodium Sulfate (Na_2SO_4), dengan reaksi:





Tekanan dalam autoklaf dijaga pada kisaran 9 atm (gauge). Waktu tinggal rata-rata campuran dalam zona ini diatur hanya sekitar 15 menit. Dalam kondisi ini, reaksi dekomposisi barium sulfat menjadi barium karbonat berlangsung cepat dengan konversi 99%.

3. Tahap Pendinginan Cepat

Campuran reaksi yang keluar dari autoklaf diekspansikan melalui katup yang membuka secara berkala dan langsung disemprotkan ke dalam sejumlah besar air dingin hingga suhu 40°C di dalam Quench Tower. Pendinginan mendadak ini bertujuan untuk mencegah reaksi balik pembentukan barium sulfat. Air pendingin dialirkan secara siklus melalui kondensor untuk menjaga suhunya.

4. Tahap Pemisahan

Barium karbonat yang terbentuk dan tersuspensi dalam air kemudian dipisahkan menggunakan filter putar. Hasilnya adalah endapan barium karbonat dengan kemurnian tinggi. Slurry dari quench tower selanjutnya dialirkan menuju rotary drum vacuum filter untuk proses pemisahan antara padatan dan cairan. Filtrat yang mengandung larutan Na_2SO_4 dipompa ke tangki penampungan, sedangkan padatan BaCO_3 (cake) diteruskan ke rotary dryer menggunakan screw conveyor untuk dikeringkan dengan udara panas berlawanan arah (counter current). Udara panas diperoleh dari udara luar dialirkan menggunakan blower ke dalam heater untuk dipanaskan terlebih dahulu. Produk kering dari rotary dryer serta padatan yang terikut dalam udara panas kemudian dipisahkan di dalam cyclone. Uap air dilepaskan ke atmosfer, sedangkan partikel padat BaCO_3 dikumpulkan dan diarahkan ke cooling conveyor. Setelah mencapai suhu sekitar 30°C, padatan dari rotary dryer dan cyclone digabungkan dan didinginkan sebelum diangkut dengan bucket elevator menuju ball mill. Di ball mill, BaCO_3 dikecilkan ukurannya hingga mencapai ukuran partikel 100 mesh. Selanjutnya, produk hasil penghalusan tersebut dipisahkan berdasarkan ukuran menggunakan vibrating screen untuk memisahkan partikel dengan ukuran yang tidak sesuai. Partikel yang lebih besar dari 100 mesh dikembalikan ke ball mill, sedangkan partikel berukuran



Pra-Rancangan Pabrik

“Pabrik Barium Karbonat Dari Barium Sulfat Dan Natrium Karbonat Kapasitas 25.000 Ton/Tahun”

sesuai ditampung dalam tangki penyimpanan produk akhir dengan suhu kamar sekitar 30°C dan ukuran partikel 100 mesh.

(Eberhard, 1969)