

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi memberikan pengaruh pada sektor industri yang ada di Indonesia, salah satunya adalah pabrik kimia. Kebutuhan bahan-bahan kimia juga meningkat seiring dengan bertambahnya pabrik-pabrik kimia di Indonesia. Natrium karbonat (Na_2CO_3) atau yang biasa dikenal dengan *Soda Ash* merupakan salah satu material yang memiliki nilai ekspor dan impor terbesar di dunia. Pada tahun 2005 produksi Natrium Karbonat di dunia mencapai sekitar 48 juta ton. Produsen Natrium Karbonat paling besar berada di China untuk kawasan Asia Timur serta USA dan Meksiko untuk kawasan Amerika Utara (Nyamiati et al., 2019). Sedangkan di Indonesia menurut Badan Pusat Statistika (2025) kebutuhan Natrium Karbonat selama 5 tahun terakhir sekitar 1.192.132.155 kg. Nilai kebutuhan ini hanya dipenuhi dari sektor impor yang akan terus meningkat tiap tahunnya. Untuk memenuhi kebutuhan konsumsi dalam negeri yang harus dilakukan adalah dengan mendirikan pabrik. Dan salah satu industri kimia yang sampai saat ini belum ada pabriknya di Indonesia adalah Pabrik Natrium Karbonat.

Di Indonesia sendiri Natrium Karbonat memiliki peran yang besar dalam industri kaca, bahan kimia, ketas, dan detergen. penggunaan natrium karbonat pada industri pulp dan kertas bisa mencapai 65%, untuk industri kaca/gelas sebesar 29%, industri keramik 4% dan 1% lainnya untuk industri makanan dan minuman (Nyamiati et al., 2019). Berdasarkan data tersebut membuktikan bahwa pasar Natrium Karbonat sangat besar di Indonesia. Ketersediaan bahan baku seperti garam (NaCl) dan batu kapur (CaCO_3) sebagai bahan utama pembuatan natrium karbonat yang melimpah di Indonesia membuat Pabrik Natrium Karbonat dapat didirikan. Oleh karena itu, pembangunan pabrik natrium karbonat di Indonesia tidak hanya menjadi solusi untuk memenuhi kebutuhan domestik, tetapi juga sebagai upaya meminimalisir kegiatan ekspor dan meningkatkan kegiatan impor natrium karbonat.

1.2 Kapasitas Rancangan

Kapasitas rancangan suatu pabrik perlu ditinjau berdasarkan kapasitas minimum dan mampu memenuhi kebutuhan dalam negeri. Terdapat beberapa hal untuk menentukan kapasitas suatu pabrik kimia.

1. Prediksi kebutuhan Natrium Karbonat di Indonesia
2. Ketersediaan bahan baku
3. Kapasitas komersial (minimal) pabrik Natrium Karbonat
4. Proses yang digunakan

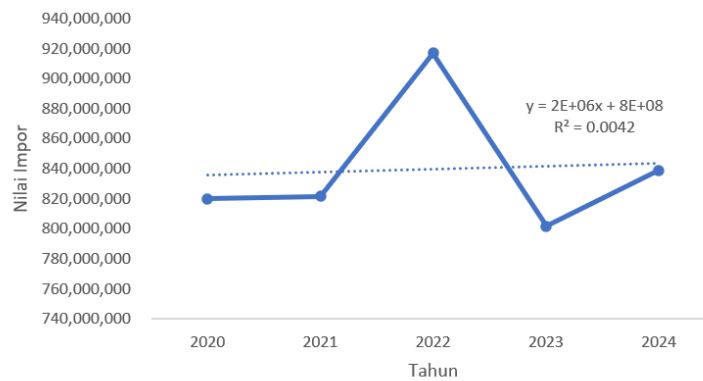
1.2.1 Prediksi Kebutuhan Natrium Karbonat di Indonesia

Kebutuhan natrium karbonat yang tinggi setiap tahunnya namun, kebutuhan ini tidak terpenuhi dikarenakan belum ada pabrik yang memproduksi natrium karbonat. Dilihat dari data impor-ekspor dalam 5 tahun terakhir, total kebutuhan natrium karbonat sangat banyak.

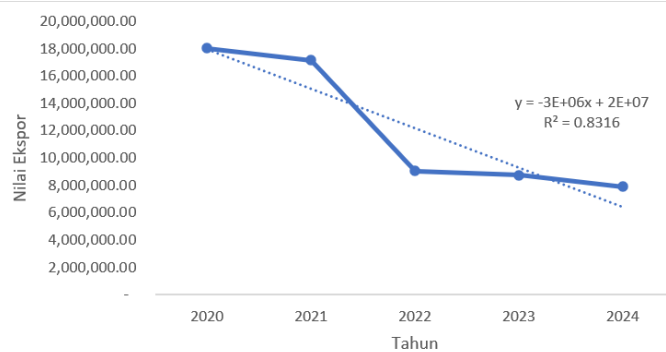
Tabel 1. 1 Kebutuhan Natrium Karbonat di Indonesia (Badan Pusat Statistika, 2025)

Tahun	Impor (ton/tahun)	Ekspor (ton/tahun)
2020	819.912.215	18.027.300,34
2021	821.456.004	17.150.486,98
2022	916.828.796	9.039.625,84
2023	801.626.641	8.733.803,98
2024	839.007.458	7.881.653,21
Total	4.198.831.114	60.832.870,35

Dilihat dari tingginya kebutuhan natrium karbonat ini membuka peluang pasar untuk perkembangan industri di Indonesia. Dan dilihat dari tabel kebutuhan natrium karbonat diperkirakan akan terus bertambah setiap tahunnya.



Gambar 1. 1 Grafik Nilai Impor Natrium Karbonat



Gambar 1. 2 Grafik Nilai Ekspor Natrium Karbonat

Dari grafik di atas menunjukkan nilai $R^2 < 0,9$ yang membuktikan bahwa metode interpolasi linier untuk memprediksi kapasitas tidak bisa digunakan. Sehingga harus menggunakan metode pertumbuhan rata-rata per tahun untuk menentukan kapasitas pabrik.

Tabel 1. 2 Pertumbuhan Rata-rata per Tahun

Tahun	Jumlah (ton)		% Prediksi	
	Impor	Ekspor	Impor	Eskpor
2020	819.912.215	18.027.300,34	-	-
2021	821.456.004	17.150.486,98	0,1882871	-4,863808465
2022	916.828.796	9.039.625,84	11,610213	-47,29230808
2023	801.626.641	8.733.803,98	-12,59529	-3,383125202
2024	839.007.458	7.881.653,21	4,6631206	-9,756925756
Total (%P)			3,8963353	-65,2962675
i (Pertumbuhan rata-rata per tahun)			0,7792671	-13,0592335

1.2.2 Perhitungan Kapasitas Produksi

Pabrik direncanakan akan berdiri pada tahun 2029. Pada produksi ini data yang digunakan adalah data impor ekspor tahun 2020 – 2024, sehingga perkiraan penggunaan natrium karbonat pada tahun 2029 dapat dihitung menggunakan metode discounted sebagai berikut,

$$M = P \times (1+i)^n$$

Dimana :

M = Jumlah Produk pada akhir tahun perhitungan

P = data besarnya impor dan ekspor pada tahun 2024

i = rata-rata kenaikan impor setiap tahun

n = selisih tahun 2024 dan tahun 2029 (5 tahun)

1. Perkiraan nilai ekspor pada tahun 2029

$$M_{2029} = P \times (1+i)^n$$

$$M_{2029} = 7.881.653,21 \times (1+(-13,0592335\%))^5$$

$$M_{2029} = 3.915.025,96 \text{ ton/tahun}$$

2. Perkiraan impor pada tahun 2029

$$M_{2029} = P \times (1+i)^n$$

$$M_{2029} = 839.007.458 \times (1+(0,7792671\%))^5$$

$$M_{2029} = 872.211.480,98 \text{ ton/tahun}$$

3. Perkiraan konsumsi kebutuhan dalam negeri

$$M_{2029} = P \times (1+i)^n$$

$$M_{2029} = 831.125.804,79 \times (1+(1,06666303\%))^5$$

$$M_{2029} = 876.408.133,88 \text{ ton/tahun}$$

4. Peluang kapasitas berdasarkan data ekspor impor

$$M_{2029} = (\text{Perkiraan nilai ekspor} + \text{perkiraan konsumsi}) - \text{Produksi 2024}$$

$$M_{2029} = (3.915.025,96 + 876.408.133,88) - 0$$

$$M_{2029} = 880.323.159,84 \text{ ton/tahun}$$

5. Kapasitas produksi

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas} &= 1,5 \times \text{peluang kapasitas} \\ &= 1,5 \times 880.323.159,84 \text{ ton/tahun} \\ &= 1.320.484.159,84 \text{ ton/tahun} \\ &= 0,01\% \times 1.320.484.159,84 \text{ ton/tahun} \\ &= 132.048 \text{ ton/tahun} \\ &= 132.000 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan peluang kapasitas ditetapkan kapasitas produksi natrium karbonat pada tahun 2029 adalah 0,01 dari peluang kapasitas yang didapatkan yaitu 132.000 ton/tahun.

1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan untuk memproduksi natrium karbonat ada garam (NaCl), batu kapur (CaCO_3), dan amonia (NH_3). Ketiga bahan ini harus memenuhi ketersediaannya di Indonesia untuk keberlangsungan proses produksi. Berikut merupakan daftar pabrik yang memproduksi ketiga bahan tersebut baik internasional maupun nasional.

1. NaCl

Tabel 1. 3 Daftar Perusahaan Penyuplai NaCl

No	Nama Pabrik	Lokasi Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
1	Cargil Salt	Michigan, USA	4.000.000
2	K+S Group	Kessel, Jerman	5.000.000
3	China National Salt Industry Corporation (CNSIC)	Beijing, China	8.000.000
4	PT Garam (Persero)	Madura, Jawa Timur	300.000
5	Cheetham Garam Indonesia	Cilegon, Banten	240.000
6	Unichem Candi Indonesia	Sidoarjo, Jawa Timur	150.000

2. CaCO_3

Tabel 1. 4 Daftar Perusahaan Penyuplai CaCO_3

No	Nama Pabrik	Lokasi Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
1	Omya AG	Oftringen, Swiss	7.000.000
2	Imerys	Paris, Prancis	4.000.000
3	Mississippi Lime Company	Ste. Genevieve, USA	2.000.000
4	PT Omya Indonesia	Cikarang, Jawa Barat	150.000
5	PT Indokarst <i>Limestone</i>	Cilegon, Banten	80.000
6	PT Glorofy Mega Minerals	Tuban, Jawa Timur	100.000
7	CV. Sembilan Jaya Abadi	Gresik, Jawa Timur	150.000

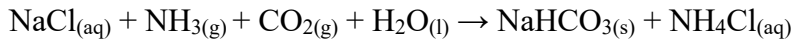
3. NH_3

Tabel 1. 5 Daftar Perusahaan Penyuplai NH_3

No	Nama Pabrik	Lokasi Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
1	Yara Internasional	Oslo, Norwegia	8.500.000
2	CF Industries	Illinois, USA	9.000.000
3	Saudi Basic Industries Corporation (SABIC)	Riyadh, Arab	5.000.000
4	PT Pupuk Kalimantan Timur (Pupuk Kaltim)	Bontang, Kalimantan Timur	2.700.000
5	Pupuk Sriwidjaja Palembang (PUSRI)	Palembang, Sumatra Selatan	2.200.000
6	PT Petrokimia Gresik	Gresik, Jawa Timur	850.000

Untuk memenuhi kebutuhan bahan baku proses pembuatan natrium karbonat dapat dilakukan dengan perhitungan stoikiometri. Perhitungan ini menggunakan hasil kapasitas

yang sudah dihitung sebelumnya. Diketahui kapasitas pabrik natrium karbonat setelah dilakukan perhitungan adalah 132.000 ton/tahun maka,



$$\begin{aligned}\text{Massa} &= \text{Kapasitas Pabrik} \times 10.000.000 \\ &= 132.000 \text{ ton/tahun} \times 10.000.000 \\ &= 132.000.000.000 \text{ gr/tahun}\end{aligned}$$

$$\text{BM} = 84,01 \text{ gr/mol}$$

$$\begin{aligned}\text{Mol NaHCO}_3 &= \text{Massa NaHCO}_3 \times \text{BM NaHCO}_3 \\ &= 132.000.000.000 \text{ gr/tahun} \times 84,01 \text{ gr/mol} \\ &= 1.571.241.518,87 \text{ mol/tahun}\end{aligned}$$

$$\text{Massa NaCl} = \frac{\text{Koefisien NaCl}}{\text{Koefisien NaHCO}_3} \times \text{BM NaCl} \times \text{Mol NaHCO}_3$$

$$\text{BM NaCl} = 58,44 \text{ gr/mol}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa NaCl} &= (1/1) \times 58,44 \text{ gr/mol} \times 1.571.241.518,87 \text{ mol/tahun} \\ &= 91.823.354.362,58 \text{ gr/tahun} \\ &= 91.823,35 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

$$\text{Massa NH}_3 = \frac{\text{Koefisien NH}_3}{\text{Koefisien NaHCO}_3} \times \text{BM NH}_3 \times \text{Mol NaHCO}_3$$

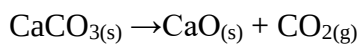
$$\text{BM NH}_3 = 17,031 \text{ gr/mol}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa NH}_3 &= (1/1) \times 17,031 \text{ gr/mol} \times 1.571.241.518,87 \text{ mol/tahun} \\ &= 26.759.814.307,82 \text{ gr/tahun} \\ &= 26.759,81 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

$$\text{Massa CO}_2 = \frac{\text{Koefisien CO}_2}{\text{Koefisien NaHCO}_3} \times \text{BM CO}_2 \times \text{Mol NaHCO}_3$$

$$\text{BM CO}_2 = 44,009 \text{ gr/mol}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa CO}_2 &= (1/1) \times 44,009 \text{ gr/mol} \times 1.571.241.518,87 \text{ mol/tahun} \\ &= 69.148.768.003,81 \text{ gr/tahun} \\ &= 69.148,77 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
\text{Mol CO}_2 &= \text{Massa CO}_2 \times \text{BM CO}_2 \\
&= 69.148.768.003,81 \text{ gr/tahun} \times 44,009 \text{ gr/mol} \\
&= 1.571.241.518,87 \text{ mol/tahun}
\end{aligned}$$

$$\text{Massa CaCO}_3 = \frac{\text{Koefisien CaCO}_3}{\text{Koefisien CO}_2} \times \text{BM CaCO}_3 \times \text{Mol CO}_2$$

$$\text{BM CaCO}_3 = 100,09 \text{ gr/mol}$$

$$\begin{aligned}
\text{Massa CaCO}_3 &= (1/1) \times 100,09 \text{ gr/mol} \times 1.571.241.518,87 \text{ mol/tahun} \\
&= 157.265.563.623,38 \text{ gr/tahun} \\
&= 157.265,56 \text{ ton/tahun}
\end{aligned}$$

1.2.4 Kapasitas Komersial (minimal) Pabrik Natrium Karbonat

Kapasitas pabrik yang didirikan harus berada di atas kapasitas minimum atau sama dengan kapasitas yang sudah berjalan. Dan dikarenakan belum ada satu pun pabrik natrium karbonat yang berdiri di Indonesia maka tidak ada batas minimum yang harus dipenuhi namun mengacu pada pabrik-pabrik yang sudah berdiri di berbagai negara. Pabrik natrium karbonat dengan kapasitas paling kecil ada di Botswana yaitu, Botswana Ash (Botash) dengan kapasitas 300.000 ton/tahun.

Tabel 1. 6 Daftar Pabrik Na₂CO₃ di Berbagai Negara

Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
Genesis Alkali (Tata Chemicals)	Wyoming, USA	4.000.000
Grupo Vitro	Neuvo Leon, Meksiko	570.000
Kazan Soda Elektrik	Ankara, Turki	2.500.000
Solvay Sodi	Devnya, Bulgaria	1.500.000
Bashkhim Group	Sterlitamak, Rusia	1.800.000
Shandong Haihua Group	Shandong, China	3.500.000
GHCL Limited	Gujarat, India	850.000
Botswana Ash (Botash)	Sowa Pan, Botswana	300.000

Sehingga penentuan kapasitas pabrik natrium karbonat sebesar 132.000 ton/tahun pada tahun 2029 layak untuk didirikan mengingat belum adanya pabrik yang berdiri di Indonesia. Walaupun masih belum memenuhi kebutuhan natrium karbonat dalam negeri.

1.2.5 Proses yang Digunakan

Proses yang digunakan pada proses pembuatan natrium karbonat adalah proses kontinu. Di mana proses ini memiliki banyak keuntungan dari segi efisiensi tenaga kerja dan produk yang dihasilkan lebih banyak. Dengan pertimbangan di atas, kapasitas pabrik Natrium Karbonat ditetapkan akan memenuhi 1/100% dari kebutuhan nasional atau dapat dihitung dengan 0,01 kali prediksi kapasitas sebesar 132.000 ton/tahun.

1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

1.3.1 Faktor Penentuan Lokasi

Menurut Vilbrandt & Dryden (1959) terdapat 2 faktor dalam menentukan lokasi pembangunan pabrik, faktor primer dan faktor sekunder. Kedua faktor ini penting untuk memutuskan lokasi berdirinya suatu pabrik kimia.

a. Faktor Primer

1. Kebutuhan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan lebih baik jika dapat di distribusikan dengan jalur darat, kereta ataupun air yang lokasinya tidak terlalu jauh dengan lokasi pabrik. Kebutuhan bahan baku juga setidaknya harus dapat bertahan hingga 30 – 50 tahun ke depan. Selain itu harga pembelian dan kendala pasokan juga menjadi penentu.

2. Pasar

Lokasi pabrik juga harus dipertimbangkan dari segi pasar, apakah tempat kita mendirikan pabrik dekat dengan industri pengguna produk kita atau tidak. Hal ini dapat meminimalisir pendistribusian produk kepada konsumen.

3. Kebutuhan Bahan Bakar dan Listrik

Pendirian pabrik juga harus mempertimbangkan kebutuhan bahan bakar. jika suatu pabrik menggunakan batu bara sebagai bahan bakar akan lebih baik jika lokasi pendirian pabrik terletak dekat dengan ladang batu

bara. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir penggunaan biaya berlebih untuk bahan bakar. Kebutuhan listrik harus di hitung dengan baik untuk pengoperasian jangka panjang pabrik, begitu pula dengan kebutuhan uap. Penentuan kebutuhan ini harus disesuaikan dengan bagaimana pabrik memperoleh listrik dan uap, apakah dari listrik pemerintah, tenaga motor, atau tenaga penggerak lainnya.

4. Kebutuhan Air

Air merupakan salah satu sumber yang paling banyak digunakan dalam pabrik, baik untuk kebutuhan pengoperasian alat-alat maupun kebutuhan kantor-kantor. Dari kebutuhan ini pun kualitas dan temperatur air yang digunakan berbeda-beda. Seperti air untuk umpan boiler harus sesuai dengan kualitas yang telah ditentukan dan air untuk *heat exchanger* harus dari air yang berada di bawah permukaan, karena suhunya akan lebih dingin dibandingkan dengan air yang ada di permukaan. Terdapat beberapa sumber air yang dapat digunakan untuk kebutuhan pabrik seperti, air dari pemerintah, air sumur, air sungai, air danau, dan air laut. Jenis air ini akan berbeda-beda kebutuhannya tergantung penggunaannya dalam pabrik.

5. Iklim

Kondisi iklim sangat berpengaruh pada proses produksi suatu pabrik kimia. Jika suatu daerah terlalu dingin, terlalu panas, memiliki lapisan salju yang tebal akan mengurangi produktivitas pekerja dan kemampuan alat pabrik beroperasi. Dan juga jika suatu pabrik beroperasi dekat dengan pantai harus memiliki antisipasi terjadinya korosi pada alat karena terkena air laut.

b. Faktor Sekunder

1. Transportasi

Pemilihan tempat berdirinya pabrik kimia harus mempertimbangkan transportasi baik untuk produk yang dihasilkan maupun bahan baku dan lainnya. Suatu pabrik kimia akan lebih baik jika dekat dengan akomodasi darat dan laut. Hal ini dilakukan untuk menjaga harga tarif pengiriman dan untuk memberikan layanan yang baik.

Penggunaan jalan biasa juga harus menjadi pertimbangan apakah dekat dengan tol atau tidak. Hal ini bertujuan untuk menentukan harga pengiriman.

2. Kebutuhan Tenaga Kerja

Pemilihan lokasi pendirian pabrik harus mempertimbangkan ketersediaan tenaga kerja di daerah tersebut. Selain ketersediaan tenaga kerja, skala upah di kota tersebut dan regulasi harus menjadi pertimbangan lebih lanjut sebelum menetapkan lokasi pabrik.

3. Kebijakan Pemerintah dan kondisi wilayah

Selain banyak faktor diatas, yang harus lebih di pertimbangkan dalam pemilihan pabrik adalah pajak wilayah, besar wilayah yang akan ditempati, apakah cukup untuk dilakukan perluasan dalam beberapa tahun kedepan, regulasi pemerintah setempat perihal bangunan dan tenaga kerja, jenis tanah yang akan mempengaruhi fondasi pabrik, kondisi drainase air, keadaan iklim, dan kondisi khusus seperti gempa bumi.

1.3.2 Metode Pemilihan Lokasi

a. Metode Factor Rating

Metode ini digunakan untuk menentukan dan mengurutkan faktor-faktor yang mempengaruhi penentuan lokasi pendirian pabrik kimia. Cara menggunakan metode ini dengan memberikan poin pada faktor-faktor yang mempengaruhi pendirian pabrik. Bobot poin akan disesuaikan dengan keterbutuhan pabrik. Hasil akan diperoleh dengan menjumlahkan semua total nilai pada faktor-faktor dan hal ini yang menjadi penentu di mana pabrik akan berdiri.

b. Metode Analisis Ekonomi

Metode ini digunakan untuk menentukan pendirian suatu pabrik kimia berbasis analisa ekonomi pabrik tersebut. Analisa ekonomi ini mencakup biaya tenaga kerja, biaya lokasi, biaya transportasi, dan lainnya.

c. Metode Pusat Gravitasi

Metode ini digunakan untuk menentukan pendirian suatu pabrik dengan memanfaatkan lokasi geografisnya. Ada beberapa langkah untuk melakukan metode ini,

1. Tentukan pasar yang akan dituju dan nilai kebutuhan pasarnya
2. Tentukan titik koordinat pasar yang telah ditentukan dengan menggunakan peta geografis
3. Hitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut,

$$X = \sum \frac{X_i.V_i}{V_i}$$

$$Y = \sum \frac{Y_i.V_i}{V_i}$$

Dimana:

V_i = Kebutuhan produk di suatu lokasi

X_i = Koordinat suatu tempat pada sumbu X

Y_i = Koordinat suatu tempat pada sumbu Y

d. Metode Analisa Transportasi

Metode ini digunakan untuk menentukan pola distribusi yang efisien dari lokasi pabrik ke pasar yang dituju. Metode ini akan memperlihatkan struktur biaya transportasi yang ada dengan lokasi pasar.

1.3.3 Penentuan Lokasi Pendirian Pabrik Natrium Karbonat

Pada penentuan lokasi Pabrik Natrium Karbonat digunakan metode factor rating dengan mempertimbangkan beberapa hal seperti, bahan baku, air bersih, bahan bakar dan listrik, lingkungan, tenaga kerja, dan pasar.

Tabel 1. 7 Penentuan Lokasi Pendirian Pabrik

Aspek	Rembang	Tuban	Gresik
Bahan Baku	NaCl : didapatkan dari tambak sekitar dengan kandungan di bawah 94%	NaCl : didapat dari tambak sekitar dengan kandungan 90%	NaCl : didapat dari PT. Unichem Candi Indonesia dengan kandungan 99%
	CaCO ₃ : tersedia di beberapa tambang di sekitar dengan kandungan >90%	CaCO ₃ : tersedia di beberapa tambang dan dapat diperoleh dari PT. Bhumidana Indonesia dan PT. Indo Sinar Abadi	CaCO ₃ : tersedia dari CV. Sembilan Jaya Abadi
	NH ₃ : produksi terdekat yaitu PT		NH ₃ : dapat diperoleh dari PT. Petrokimia dengan

	Petrokimia dengan jarak tempuh 195 Km	NH ₃ : produksi terdekat yaitu PT. Petrokimia dengan jarak 88,5 Km	produksi 825 ribu ton/tahun
Nilai	2	3	3
Pasar	Banyak digunakan di industri kaca, detergen, dan kertas. Ketiga industri ini banyak terdapat di Jawa Tengah dan Jawa Timur	Banyak digunakan di industri kaca, detergen, dan kertas. Ketiga industri ini banyak terdapat di Jawa Tengah dan Jawa Timur	Banyak digunakan di industri kaca, detergen, dan kertas. Ketiga industri ini banyak terdapat di Jawa Tengah dan Jawa Timur
Nilai	3	3	3
Listrik & Air	Listrik : PLN Air : Sungai Randungting dan Air Tanah	Listrik : PLN dan beberapa pembangkit captive Air : Sungai Bengawan Solo, Mata Air sumber ssemen, dan Air Tanah	Listrik : PLN, PLTGU, dan PLTS Air : Sungai Surabaya, Sungai Lamongan, dan Air Tanah
Nilai	2	2	3
Transportasi	Darat : Jalan Pantura, belum ada akses langsung ke tol Kereta : Jalur Semarang-Surabaya, St. Rembang (kapasitas 8-12 gerbong)	Darat : Jalur Pantura, akses tidak langsung ke Tol Ngawi-Kertosono Kereta : Jalur Surabaya-Jakarta, St. Tuban (kapasitas 10-15 gerbong) Air : Pelabuhan Tanjung Awar-awar	Darat : Jalan Pantura, Jalan Tol Tuban-Gresik dan Surabaya-Gresik Kereta : Jalur Surabaya-Jakarta, St. Barang Gresik (kapasitas 15-20 gerbong)

	Air : Pelabuhan (khusus pabrik Air : Pelabuhan Rembang (kapasitas semen dan PT Gresik (kapasitas terbatas) Petrokimia) besar)	
	Udara : Bandara Udara : Bandara Udara : Udara Ahmad Yani Juanda Surabaya, Bandara Juanda Semarang, 120 Km 100 Km dari Tuban, Surabaya, 35 Km dari Rembang, hanya dapat memuat kargo dari gresik, muat dapat memuat kargo 120.000 ton/tahun kargo 120.000 ton/tahun 30.000 ton/tahun	
Nilai	2	3
Tenaga Kerja	Karakteristik : Karakteristik : Karakteristik : Mayoritas Terdapat kombinasi Mayoritas bekerja di menggeluti bidang antara pertanian dan sektor industri dan pertanian, perikanan, industri, terutama di pabrik industri menengah. industri semen. Tingkat Partisipasi Kerja sebesar 72% Kerja sebesar 74% dan Tingkat dan Tingkat Pengangguran sebesar 2,6% Pengangguran sebesar 6,8% Universitas Daerah : Universitas Daerah : Institut Teknologi Universitas Islam PGRI Sepuluh November Nahdlatul Ulama Tonggolawe Tuban, Surabaya, Jepara, Universitas Universitas Sunan Universitas Diponegoro Bonang Tuban, dan Airlangga Surabaya, Semarang, dan Institut Teknologi Universitas Universitas Negeri Sepuluh November Muhammadiyah Semarang Surabaya Gresik, dan Universitas Gresik	
Nilai	2	2
UMK	UMK 2024 : Rp 2.100.000 – Rp	UMK 2024 : Rp 2.700.000 – Rp
		UMK 2024 : Rp 4.500.000 – Rp

	2.200.000, dengan kenaikan 5-8% per tahun	2.900.000, dengan kenaikan 6-9% per tahun	4.700.000, dengan kenaikan 7-10% per tahun
Nilai	3	2	1
Kondisi Wilayah	Terletak di pesisir utara Jawa tengah, berbatasan dengan Jawa Timur, Luas wilayah sekitar 1014 km ² , Cadangan batu kapur di pegunungan Kendeng cukup besar	Terletak di pesisir utara Jawa Timur, berbatasan dengan Jawa Tengah, Luas wilayah sekitar 1839 km ² , Cadangan batu kapur sangat besar	Terletak di pesisir utara Jawa Timur, berdekatan dengan Surabaya, Luas wilayah 1191 km ² , Cadangan batu kapur dan tanah liat, potensi tambak garam yang signifikan
Nilai	2	3	2
Harga Tanah	Pusat Kota : Rp 1.500.000 – Rp 2.000.000 Pinggiran Kota : Rp 300.000 – Rp 800.000	Pusat Kota : Rp 500.000 – Rp 3.000.000 Kawasan Industri : Rp 1.500.000 – Rp 3.000.000	Pusat Kota : Rp 1.000.000 – Rp 5.000.000 Kawasan Industri : Rp 3.000.000 – Rp 5.000.000
Nilai	3	2	1
Total	19	20	22

Tabel di atas menjelaskan perbandingan beberapa lokasi yang menjadi potensi untuk didirikannya pabrik Natrium Karbonat. Berdasarkan hasil nilai total dari ketiga lokasi yaitu, rembang, tuban, dan Gresik, diperoleh Gresik sebagai lokasi pendirian

pabrik dengan nilai total sebesar 22. Penentuan Kota Gresik sebagai lokasi pendirian pabrik didukung oleh faktor-faktor berikut:

1. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku utama untuk membuat natrium karbonat adalah NaCl, CaCO₃, dan NH₃. Bahan NaCl dan CaCO₃ di dapatkan dari PT. Unichem Candi Indonesia yang berlokasi di Sidoarjo dengan kapasitas 300.000 ton/tahun (P3DN, 2024). Sedangkan NH₃ di dapatkan dari PT. Petrokimia yang berlokasi di Gresik dengan kapasitas 825.000 ton/tahun (P3DN, 2024).

2. Pasar

Pasar atau daerah pemasaran menjadi salah satu pertimbangan untuk menentukan lokasi pabrik agar hasil produksi dapat dipasarkan dengan mudah dan meminimalkan biaya transportasi. Sebagian besar industri yang membutuhkan Natrium Karbonat terletak di daerah Pulau Jawa, Jawa Tengah, Jawa Timur bagian Utara, dan Jawa Barat.

Tabel 1. 8 Daftar Pasar Na₂CO₃ di Indonesia

Nama Industri	Komoditi	Lokasi
PT. Sinar Surya Sakti Glassindo	Kaca tempered	Demak, Jawa Tengah
PT Matahari Silverindo Jay	Kaca cermin, Painted glass, Laminated	Semarang, Jawa Tengah
PT KCC Glass Indonesia	Kaca	Batang, Jawa Tengah
PT. Aristar Kencana Glassindo	Kaca	Semarang, Jawa Tengah
PT. Bintang Mas Glassolutions	Kertas	Kudus, Jawa Tengah
PT. Bintang Mas Glassolutions	Kaca	Malang, Jawa Timur
Sumber Jaya Glassindo	Kaca	Surabaya, Jawa Timur
PT. Wings Surya	Detergen	Gresik, Jawa Timur

PT. Multi Arthamas Glass Industri	Kaca	Surabaya, Jawa Timur
PT. Aquamate Indonesia Industri	Kaca tempered	Sidoarjo, Jawa Timur
PT. Asahimas Flat Glass	Kaca lembaran	Sidoarjo, Jawa Timur ; Cikampek, Jawa Barat
PT. Tamindo Lamiglass	Kaca	Bekasi, Jawa Barat

3. Listrik dan Air

Selain kebutuhan bahan baku suatu pabrik juga membutuhkan air dan listrik untuk menjalankan kegiatan pabrik. Pabrik Natrium Karbonat akan mengambil sumber listrik dari PT PLN Gresik dan generator. Dan untuk sumber air mengambil dari Sungai Lamongan.

4. Transportasi

Sarana transportasi sangat penting untuk menunjang penyediaan bahan dan pemasaran produk. Fasilitas transportasi meliputi jalur darat, udara, dan air. Pada daerah Kabupaten Gresik terdapat beberapa jalur darat berupa jalur tol pantura, jalur tol tuban-gresik dan jalur tol surabaya-gresik. Dan ada jalur kereta api surabaya-Jakarta pada stasiun barang gresik yang dapat memuat 15-20 gerbong (600-800 ton). Untuk jalur air kabupaten gresik mempunyai pelabuhan gresik yang dapat menampung kapal hingga 50.000 DWT. Dan untuk jalur udara terdapat bandara Djuanda Surabaya yang terletak 35 km dari gresik dan dapat memuat kargo 120.000 ton/tahun.

5. Tenaga Kerja

Berdasarkan data Badan Pusat Statistika (2024) di kabupaten gresik tercatat tingkat partisipasi kerja masyarakat setempat sebesar 70% dan tingkat pengangguran sebesar 6,8%. Dengan pendirian pabrik di kabupaten gresik akan menurunkan tingkat pengangguran di gresik. Untuk upah karyawan kabupaten gresik sebesar Rp 4.874.133 sesuai penetapan dalam surat keputusan gubernur jawa timur nomor 100.3.3.1/775/KPTS/013/2024 tentang upah minimum kabupaten/kota di Jawa Timur tahun 2025 (KepGub, 2024).

6. Kondisi Wilayah

Kabupaten Gresik terletak di pesisir utara Jawa Timur, berdekatan dengan Surabaya dengan luas wilayah sebesar 1191 km². Terletak di pesisir menimbulkan kerentanan terhadap risiko banjir rob. Beberapa kawasan industri di Gresik mengalami penurunan permukaan tanah. Harga Tanah di Kabupaten Gresik untuk kawasan industri berkisar dari Rp 3.000.000 – Rp 5.000.000 per m².

1.4 Tinjauan Proses

Natrium karbonat (Na₂CO₃) atau yang dikenal dengan *Washing Soda* atau soda abu merupakan garam natrium dari asam karbonat. Pada abad ke-18 natrium karbonat diperoleh dari bahan alami berupa abu suatu tanaman dan rumput laut. Kedua bahan ini digunakan di beberapa daerah Eropa. Natrium karbonat merupakan bahan baku penting bagi beberapa industri seperti, industri tekstil yang digunakan untuk pemutih bahan linen dan katun, industri kaca yang digunakan sebagai bahan fluks untuk menurunkan titik leleh pada komposisi kaca soda kapur, dan dalam industri pembersih yang digunakan untuk pembuatan sabun. Seiring berkembangnya teknologi, mulai ditemukan metode sintesis untuk membuat natrium karbonat (Wisniak, 2003).

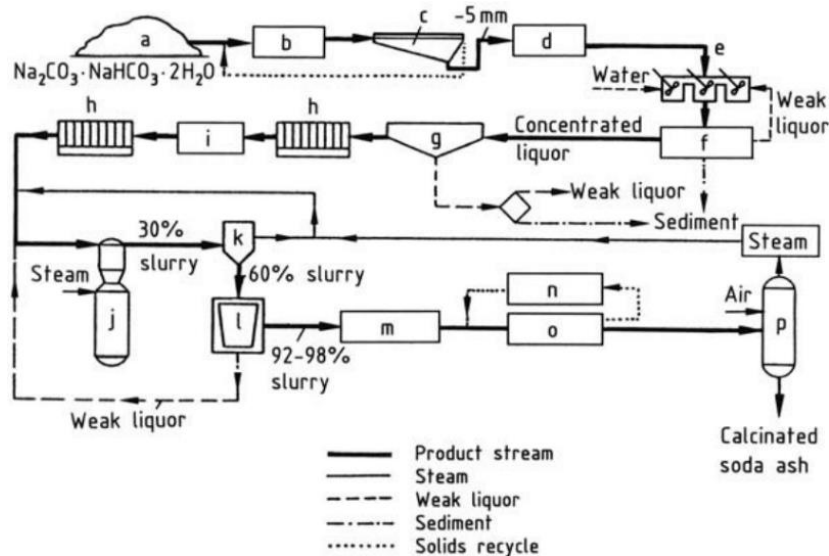
1.4.1 Macam-macam Proses Pembuatan Natrium Karbonat

A. Proses Natural

Proses natural merupakan salah satu metode pertama untuk memperoleh natrium karbonat. Natrium karbonat pertama kali ditemukan dalam endapan sumber mineral yang ditemukan dalam air *geyser* di Islandia. Natrium karbonat murni juga ditemukan dalam kandungan air di danau garam yang berada di Mesir dan dari sinilah muncul kata *Trona*. Selain kedua mineral murni, natrium karbonat juga terdapat pada tanaman seperti kelp dan rumput laut (Wisniak, 2003).

Proses natural mulai berkembang lebih lanjut sejak Peran Dunia II, proses ini menggunakan bahan berupa air garam dari danau atau endapan *trona*. *Trona* dari *storage* akan dihaluskan terlebih dahulu sebelum masuk ke *kalsiner* untuk di kalsinasi. Abu soda hasil kalsinasi akan masuk ke tangki pelarutan untuk dilarutkan dengan air, komponen yang tidak larut akan dipisahkan dengan *klasifier*, hasil pemisahan akan dipisahkan dan cairan pekat akan dimurnikan.

dengan *filter press*. Kemudian larutan pekat akan di uapkan untuk menghasilkan bubuk $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, bubuk kemudian akan di *centrifudge* dan hasilkan akan di kalsinasi lebih lanjut untuk menghilangkan kadar air yang masih terkandung (Thieme, 2000). Diagram alir proses natural dapat dilihat di bawah

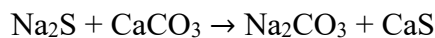
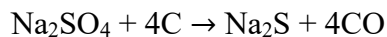
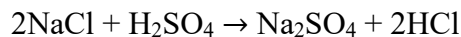


Gambar 1. 3 Diagram Alir Proses Natural

B. Proses Sintetis

1. Proses *Leblanc*

Proses ini menggunakan bahan baku berupa NaCl , CaCO_3 , C , dan menggunakan bahan tambahan H_2SO_4 . Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah :



Natirum klorida (NaCl) akan di campurkan dengan Asam Sulfat dan dipanaskan untuk menghasilkan Na_2SO_4 dan gas HCl . Proses selanjutnya merupakan kalsinasi Salt Cake dengan karbon (batu bara) dan Batu kapur di dalam kiln, hasil kalsinasi akan didinginkan dan dikeraskan dengan menggunakan air. hasil produk kasar ini disebut dengan black ash. Kemudian black ash akan di ubah menjadi karbon menggunakan gas hasil CO_2 dari kiln. Larutan Na_2CO_3 yang dihasilkan akan dipekatkan dan dikeringkan. Selanjutnya padatan Na_2CO_3 akan di seragamkan ukurannya dengan alat size

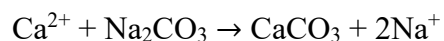
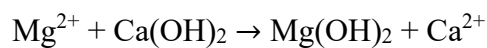
reduction dan dipisahkan dengan proses leaching. Proses pemisahan ini dilakukan untuk memisahkan Na_2CO_3 dengan CaS (Wisniak, 2003).

2. Proses *Solvay*

Proses ini didasarkan pada pembentukan natrium hidrogen karbonat dengan mereaksikan natrium klorida dengan amonium hidrogen dalam keadaan larutan. Bahan utama yang digunakan adalah NaCl dan CaCO_3 dengan bahan tambah amoniak (NH_3) sebagai bahan tambahan. Amoniak digunakan untuk mendorong pembentukan natrium bikarbonat melalui perantara amonium bikarbonat. Menurut Thieme (2000) proses ini terdiri dari beberapa bagian berupa pemurnian brine, kalsinasi CaCO_3 , Amoniak absorpsi, pengendapan bikarbonat dengan karbon dioksida, filtrasi dan pencucian bikarbonat, dekomposisi bikarbonat ke sodium karbonat, produksi *Lime milk*, dan *amonia recovery*.

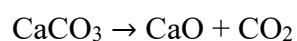
a. Pemurnian Brine

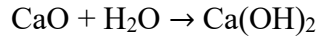
Proses ini dilakukan untuk memurnikan air garam dari ion kalsium dan magnesium yang dapat menyebabkan kerat pada peralatan dan pipa, hal ini berpengaruh pada proses pembentukan karbonat selama penyerapan amonia. Reagen yang digunakan untuk proses pemurnian ini ada Na_2CO_3 dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Reaksi pemurnian sebagai berikut:



b. Kalsinasi *Limestone*

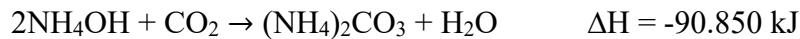
Proses kalsinasi CaCO_3 bisa dilakukan di dalam *rotary kiln* dengan menggunakan bahan bakar batu bara, cair atau gas. Perbedaan penggunaan bahan bakar akan mempengaruhi gas CO_2 yang dihasilkan. Proses kalsinasi yang optimal berada di suhu antara $1050 - 1100^\circ\text{C}$. Hasil gas CO_2 akan didinginkan dan di cuci dengan air baru di alirkan ke kompresor yang mana akan mengarah ke proses karbonasi. Sedangkan hasil CaO akan direaksikan dengan air pendingin horizontal rotaring drums untuk memproduksi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (*lime milk*). *Lime milk* akan digunakan untuk proses *amonia recovery*. Reaksi yang terjadi adalah:





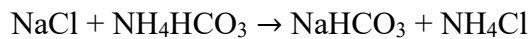
c. Amoniak absorpsi

Proses penyerapan amonia ini dilakukan dengan gas NH_3 dan CO_2 yang akan diserap oleh NaCl murni. NH_3 akan ter saturasi terlebih dahulu dengan H_2O baru akan bereaksi dengan NaCl . Pada proses ini digunakan *tower bubble trays* dengan pendingin eksternal, penggunaan pendingin karena reaksi ini menghasilkan panas. Reaksi yang terjadi adalah:



d. Pengendapan bikarbonat dengan karbon dioksida

Reaksi presipitasi pada proses ini dilakukan dengan mereaksikan NaCl dengan NH_4HCO_3 dan menghasilkan NaHCO_3 dan NH_4Cl



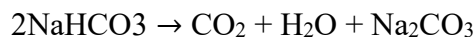
Reaksi presipitasi berlangsung secara eksotermis dimana ammonical brine dari absorber akan bereaksi dengan CO_2 hasil kalsinasi lime di kiln. pada proses ini biasanya menggunakan *double tray column*, yang berlangsung secara *countercurrent flow*. Temperatur yang digunakan untuk proses ini berkisar dari $50^\circ\text{C} - 60^\circ\text{C}$ dan hasil yang keluar berupa *slurry bicarbonat + mother liquor* bersuhu 30°C .

e. Filtrasi Bikarbonat

Filtrasi ini bertujuan untuk memisahkan bikarbonat dengan *mother liquor*, alat yang biasa digunakan ada *rotary vacuum filters* atau *band filters*, dan bisa menggunakan *centrifudge*.

f. Kalsinasi Bikarbonat

Proses ini bertujuan untuk mendekomposisi dari bikarbonat menjadi karbonat, reaksi utamanya adalah



Proses kalsinasi ini bisa menggunakan rotary kalsiner dengan menggunakan panas dari pembakaran batubara, oil atau menggunakan steam panas. Gas CO_2 , H_2O dan debu hasil pembakaran akan keluar dari bagian atas kiln dan menuju *cyclone* untuk di pisahkan. Na_2CO_3 hasil dekomposisi akan dari bagian samping rotary kalsiner.

g. *Amonia Recovery*

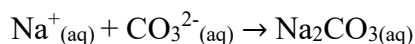
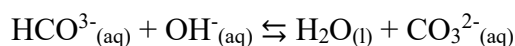
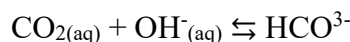
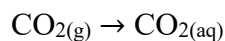
Hasil pemisahan dengan *rotary drum vacuum filter*, *mother liquor*, akan bercampur dengan *lime milk* ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), reaksi yang terjadi adalah

$$2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CaCl}_2$$

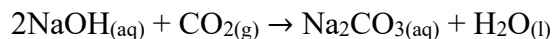
Campuran ini akan menghasilkan gas NH_3 yang akan dipisahkan dengan *stripping*. Hasil NH_3 yang telah terpisahkan akan digunakan kembali pada proses amonia absorpsi.

3. Proses Karbonasi

Proses karbonasi menggunakan bahan utama berupa natrium hidroksida (NaOH). Pada umumnya NaOH diperoleh dari hasil samping pembuatan klorin dan air garam, jadi proses ini akan sangat bergantung pada produksi klorin. Jika proses produksi klorin tinggi maka produk samping berupa NaOH akan tinggi juga. Menurut Minallah et al. (2017) Mekanisme pembuatan Na_2CO_3 dengan proses ini dilakukan dengan absorpsi CO_2 dalam larutan NaOH . Pertama Na^+ dan OH^- akan terionisasi sempurna dalam *pure water* dan ketika gas CO_2 diumpungkan ke larutan NaOH untuk diabsorb, CO_2 akan secara fisik berubah menjadi larutan CO_2 yang mana akan bereaksi dengan OH^- . Dan Ion Na^+ akan beraksi dengan CO_3^{2-} hasil proses absorpsi CO_2 dengan OH^-



Dan jika dapat dijabarkan secara keseluruhan reaksi akan berlangsung seperti dibawah ini,



Tabel 1. 9 Perbandingan Proses Pembuatan Na_2CO_3

No	Pertimbangan	Proses		
		LeBlanc	Solvay	Karbonasi
1	Aspek teknis			
	Bahan Baku	NaCl , CaCO_3 , C	NaCl , CaCO_3	CO_2 , NaOH

	Bahan Tambahan	H ₂ SO ₄	NH ₃	-
	Produk Samping	HCl, CaS	CaCl ₂	-
	Kemurnian Produk	96,8%	99,6%	99%
	Korosivitas Bahan	Tinggi	Sedang	Sedang
2	Kondisi Operasi			
	Tekanan (atm)	Tinggi	2	1
	Temperatur (°C)	Tinggi	65	30
3	Aspek Dampak lingkungan	Tinggi	Sedang	Rendah
4	Kerugian	Tingkat korosifitas tinggi dan menghasilkan limbah yang berbahaya dan susah terurai	Proses produksi lebih kompleks karena proses reaksi antara dengan bantuan reagen amonia	Bahan baku tergantung dengan produksi klorin dimana NaOH merupakan hasil samping dari produksi klorin

Dari hasil di atas dapat diketahui kekurangan dan kelebihan dari masing-masing proses. Dalam seleksi ini pertimbangan didasarkan pada segala aspek yang menguntungkan, maka pada proses pembuatan natrium karbonat dipilih proses solvay dengan pertimbangan di antaranya kemurnian produk yang tinggi. Dan juga ditinjau dari aspek teknis, terdapat sistem *recycle* di dalam proses ini sehingga penggunaan bahan baku akan lebih efisien.

1.4.2 Kegunaan Produk

Natrium karbonat merupakan salah satu bahan yang banyak digunakan di dalam industri kimia, salah satunya adalah penggunaan dalam industri kaca. Menurut Thieme (2000) Natrium Karbonat dapat digunakan pada berbagai industri seperti:

1. Industri Kimia: digunakan untuk memproduksi pemutih, pupuk, pewarna, katalis, perekat, natrium nitrat, dan pewarna

2. Industri Detergen dan Sabun: digunakan sebagai salah satu bahan untuk membuat detergen dan digunakan pada proses saponifikasi
3. Petrochemical: digunakan saat proses netralisasi
4. Industri Pulp and Paper: digunakan pada proses pemasakan kayu, netralisasi, pembersihan, pemutihan, dan perawatan kertas daur ulang
5. Industri Tekstil: digunakan untuk pewarna, pemutih, dan tahap finishing pada wol dan kapas
6. Industri Besi dan Baja: digunakan untuk penghapusan sulfur dan fosfor dari besi kasar, besi tuang, dan baja, digunakan sebagai agen flotasi dan agen fluks
7. Industri Gelas: digunakan sebagai bahan baku untuk peleburan kaca dan untuk bereaksi dengan pasir
8. Industri Aluminium: digunakan untuk proses reaksi dengan bauksit
9. Industri Keramik: digunakan untuk memproduksi baja tahan api dan glasir
10. Industri Pangan: digunakan untuk hidrolisis protein, produksi margarin dan pati, dan untuk pelunakan pada gula jus buah bit