

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya jumlah konsumsi di Indonesia tidak diiringi dengan produksi bahan kimia dalam negeri, sehingga negara harus melakukan impor dari negara produsen. Nilai impor tersebut akan terus meningkat apabila tidak diatasi. Pembangunan industri kimia merupakan salah satu langkah untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi untuk memenuhi kebutuhan produk kimia dasar di dalam negeri. Pembangunan pabrik kimia dapat mengurangi ketergantungan impor untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang terus meningkat. Salah satu industri kimia di Indonesia yang sampai saat ini masih kurang mencukupi kebutuhan konsumsi dalam negeri adalah industri sodium bikarbonat. Menurut Badan Pusat Statistik tahun 2022 tercatat bahwa Indonesia mengimpor sodium bikarbonat senilai 47.047.121 US\$ dan menjadi negara dengan pengimpor sodium bikarbonat terbesar ketiga di dunia (OEC, 2022).

Sodium bikarbonat atau monosodium karbonat atau soda kue, adalah garam berbentuk bubuk putih yang dicirikan sebagai bahan kimia yang larut dalam air. Senyawa ini adalah garam anorganik dengan permintaan global yang tinggi karena kegunaannya di berbagai sektor, seperti pembersih permukaan, penetral asam dalam gas buang dari beberapa industri, bahan tambahan makanan, pakan ternak, pembuatan kertas, *plastic foam*, pengolahan air, *scrubbing* asap, dan bubuk pemadam api (Yoshi et al., 2022). Pada sektor makanan memegang pangsa pasar yang paling besar, biasanya sebagai bahan pengembang, pengatur pH, meningkatkan rasa, pengawetan, melunakkan daging, dan bahan minuman karbonasi. Sektor farmasi banyak digunakan sebagai antasida untuk mengobati sakit maag dan gangguan pencernaan akibat asam. Sektor kimia untuk mengurangi keasaman dalam proses pengolahan air limbah dan disinfektan.

Menurut (Fortune Bussines Insights, 2023), pada tahun 2022, Asia Pasifik mendominasi pasar sodium bikarbonat dengan pangsa yakni sekitar 34%. Meningkatnya masalah lingkungan menyebabkan meningkatnya

permintaan akan bahan pembersih yang ramah lingkungan. Selain itu perkembangan pesat industri farmasi di negara-negara seperti India dan Cina yang banyak memnutuhkan senyawa ini. Hal tersebut merupakan dua faktor pendorong utama pasar sodium bikarbonat di Asia Pasifik.

1.2 Kapasitas Rancangan

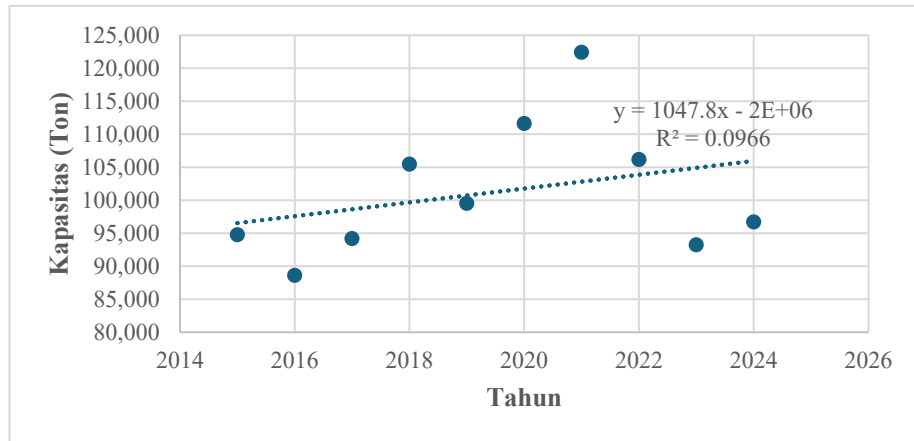
1.2.1 Prediksi Kebutuhan Sodium Bikarbonat di Indonesia

Permintaan sodium bikarbonat atau *baking soda* di Indonesia menunjukkan tren peningkatan setiap tahunnya, karena penggunaannya yang sangat luas di berbagai sektor. Terlebih lagi belum didirikannya pabrik sodium bikarbonat di Indonesia membuat nilai impor yang semakin besar dari tahun ke tahun. Data ekspor dan impor sodium bikarbonat 10 tahun terakhir di Indonesia adalah sebagai berikut:

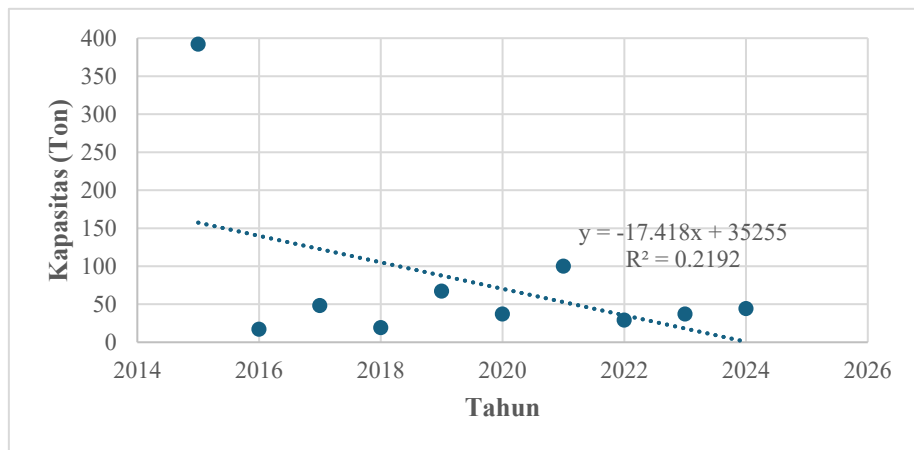
Tabel 1. 1 Data Ekspor dan Impor Sodium Bikarbonat di Indonesia
(Badan Pusat Statistik, 2024)

Tahun	Jumlah (Ton)	
	Impor	Ekspor
2015	94.739	392
2016	88.576	17
2017	94.160	48
2018	105.430	19
2019	99.488	67
2020	111.609	37
2021	122.399	100
2022	106.137	29
2023	93.227	37
2024	96.674	44

Pada tabel 1.1 terdapat data ekspor impor akan dibuat grafik regresi linier untuk menentukan metode perhitungan kapasitas yang tepat. Apabila pada grafik nilai $R^2 > 0,9$, metode interpolasi linear dapat digunakan. Namun apabila nilai $R^2 < 0,9$, maka metode yang digunakan adalah pertumbuhan rata-rata (*discounted*).



Gambar 1. 2 Data Impor Sodium Bikarbonat di Indonesia



Gambar 1. 1 Data Ekspor Sodium Bikarbonat di Indonesia

Dari gambar 1.1 dan gambar 1.2, tampak bahwa nilai R^2 grafik data impor $< 0,9$, maka metode perhitungan kapasitas dilakukan melalui metode pertumbuhan rata-rata (*discounted*). Data yang diperlukan yaitu data ekspor, impor, konsumsi, dan produksi. Namun data produksi dan konsumsi sodium bikarbonat tidak tersedia. Oleh sebab itu, hanya data ekspor impor yang dipakai, dengan asumsi nilai produksi tidak ada karena belum ada pabrik yang berdiri dan nilai konsumsi adalah sama dengan nilai impor.

1.2.2 Perhitungan Kapasitas Produksi

Pabrik direncanakan akan berdiri pada tahun 2029. Produksi ini menggunakan data impor dan ekspor tahun 2015-2024, sehingga pabrik sodium bikarbonat pada tahun 2029 dapat dihitung menggunakan rumus metode *discounted* sebagai berikut:

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

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

Dimana:

M = Jumlah produk pada akhir tahun perhitungan

P = Data besarnya impor dan ekspor pada tahun 2024

M₁ = Nilai impor pada tahun 2029

M₂ = Nilai produksi pabrik lama pada tahun 2029

M₃ = Nilai produksi pabrik baru pada tahun 2029

M₄ = Nilai ekspor pada tahun 2029

i = Rata-rata kenaikan setiap tahun

n = Selisih tahun 2025 dan tahun 2029 (5 tahun)

Tabel 1. 2 Data Impor dan Ekspor Sodium Bikarbonat di Indonesia
(Badan Pusat Statistik, 2024)

Tahun	Jumlah (Ton)		% Prediksi	
	Impor	Ekspor	Impor	Ekspor
2015	94.739	392	-	-
			-	
2016	88.576	17	6,5052407	-95,6633
2017	94.160	48	6,3041908	182,3529
2018	105.430	19	11,968989	-60,4167
2019	99.488	67	-5,635967	252,6316
2020	111.609	37	12,183379	-44,7761
2021	122.399	100	9,6676791	170,2703
			-	
2022	106.137	29	13,286056	-71
			-	
2023	93.227	37	12,163525	27,58621
2024	96.674	44	3,6974267	18,91892
Total (%Prediksi)			6,230876	379,9039
i (Rata - Rata per Tahun)			0,6230876	37,99039

Neraca Massa Peluang Kapasitas

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

$$M_3 = (M_4 + M_5) - (M_1 + M_2)$$

Dimana:

M_1 = Nilai produksi

M_2 = Nilai perkiraan impor

M_3 = Nilai perkiraan kapasitas

M_4 = Nilai konsumsi

M_5 = Nilai perkiraan ekspor

a. Perkiraan Nilai Konsumsi (M_5)

$$M_5 = 96.674 (1 + 0,623)^5$$

$$M_5 = 99.724 \text{ ton/tahun}$$

b. Perkiraan Nilai Ekspor (M_4)

$$M_4 = 44 (1+37,99)^5$$

$$M_4 = 220,14 \text{ ton/tahun}$$

c. Perhitungan Peluang Kapasitas Produksi Pabrik Baru

$$M_3 = (M_4 + M_5) - (M_1 + M_2)$$

$$M_3 = M_4 + M_5$$

$$M_3 = 220,14 + 99.724$$

$$M_3 = 99.943,72 \text{ ton/tahun}$$

d. Perhitungan Kapasitas Produksi Pabrik pada Tahun 2029

$$\text{Kapasitas produksi} = 1,5 \times \text{Peluang Kapasitas}$$

$$\text{Kapasitas produksi} = 1,5 \times 99.943,72 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Kapasitas produksi} = 149.915,59 \text{ ton/tahun} \approx 150.000 \text{ ton/tahun}$$

Dari perhitungan di atas, prediksi impor pada tahun 2029 sebesar 99.724 ton/tahun, prediksi ekspor sebesar 220,14 ton/tahun dan kebutuhan sodium bikarbonat di Indonesia pada tahun 2029 sebesar 150.000 ton/tahun untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dengan kelebihan produksinya diperuntukan untuk ekspor.

1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku

Mempertimbangkan kapasitas produksi diperlukan juga analisis ketersediaan bahan baku. Bahan baku produksi sodium bikarbonat yaitu

Na₂CO₃ dan CO₂. Bahan baku tersebut dapat diperoleh di dalam negeri yaitu:

1. Bahan baku Na₂CO₃ diperoleh dari pabrik soda ash yang sedang didirikan milik PT Pupuk Kalimantan Timur yang berlokasi di kawasan PT Kaltim Industrial Estate yang ditargetkan mulai beroperasi tahun 2027 dengan kapasitas 300.000 ton/tahun.
2. Bahan baku CO₂ diperoleh dari PT Samator Gas Industri, Plant Cilegon dengan kapasitas 360 ton/hari.
3. Bahan baku H₂O diperoleh dari PT Krakatau Tirta Industri, Cilegon dengan kapasitas 2.600 liter/detik

Untuk menentukan kebutuhan bahan baku pembuatan sodium bikarbonat dapat dilakukan perhitungan stoikiometri dengan kapasitas produksi yang direncanakan sebesar 150.000 ton/tahun, sehingga kebutuhan bahan baku dapat dihitung sebagai berikut:



$$\text{Konversi (x)} = 98\%$$

$$Cc = \frac{150.000 \text{ ton}}{168 \text{ ton/ton mol}} = 892,85 \text{ ton mol}$$

$$Cc = Ca0.x$$

$$892,85 \text{ ton mol} = Ca0.98\%$$

$$Ca0 = 911,07 \text{ ton mol}$$

	Na ₂ CO ₃	H ₂ O	CO ₂	2 NaHCO ₃
Mula – mula	911,07	892,85	892,85	-
Reaksi	892,85	892,85	892,85	892,85
Sisa	18,22	-	-	1.785,5

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Na}_2\text{CO}_3 &= 911,07 \text{ ton mol} \times 105,99 \text{ ton/ton mol} \\ &= 96.564,30 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ bereaksi} &= 892,85 \text{ ton mol} \times 105,99 \text{ ton/ton mol} \\ &= 94.633,17 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sisa Na}_2\text{CO}_3 &= 18,22 \text{ ton mol} \times 105,99 \text{ ton/ton mol} \\ &= 1931,14 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan H}_2\text{O} &= 892,85 \text{ ton mol} \times 18 \text{ ton/ton mol} \\ &= 16.071,3 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan CO}_2 &= 892,85 \text{ ton mol} \times 44 \text{ ton/ton mol} \\ &= 39.285,4 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Produk NaHCO}_3 &= 1.785,5 \text{ ton mol} \times 84 \text{ ton/ton mol} \\ &= 149.999,8 \text{ ton}\end{aligned}$$

1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Dalam menentukan lokasi pabrik, penting untuk memahami proses produksi natrium bikarbonat, salah satunya dengan menentukan apakah pabrik yang akan didirikan. Menurut (Weber, 1909) lokasi optimal pabrik tergantung pada jenis industri yang dijalankan, yaitu:

- *Weight Losing Industry*

Industri *weight losing* adalah industri di mana produk akhirnya (produk jadi) memiliki berat yang lebih ringan dibandingkan dengan bahan bakunya setelah melalui proses produksi. Untuk mengurangi biaya transportasi bahan baku yang lebih mahal dibandingkan produk jadi, industri *weight losing* sebaiknya berlokasi dekat dengan sumber bahan bakunya.

- *Weight Gaining Industry*

Industri *weight gaining* adalah industri di mana produk akhirnya (produk jadi) memiliki berat yang lebih besar dibandingkan bahan bakunya setelah melalui proses produksi. Untuk mengurangi biaya transportasi produk jadi yang lebih mahal daripada bahan baku, industri *weight gaining* sebaiknya berlokasi dekat dengan pasar. Pada pabrik sodium bikarbonat termasuk dalam kategori industri *weight gaining*, karena produk akhir yang dihasilkan, yaitu sodium bikarbonat, memiliki berat lebih besar dibandingkan bahan bakunya setelah melalui proses produksi. Selain itu, ada faktor lain yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik, seperti ketersediaan bahan baku, kedekatan dengan pasar sasaran, aksesibilitas, serta karakteristik lokasi. Faktor lain yang perlu diperhatikan adalah ketersediaan sumber air dan utilitas, keberadaan tenaga kerja, kebijakan pemerintah, standar pembayaran upah, serta kemungkinan untuk memperluas pabrik di masa depan. Lokasi yang direncanakan untuk pendirian pabrik dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. 3 Lokasi yang Dipertimbangkan

Parameter	Lokasi yang Dipertimbangkan					
	Gresik, Jawa Timur		Sentul, Jawa Barat		Cilegon, Banten	
Ketersediaan Bahan Baku	Sodium karbonat dan CO ₂ tersedia dari PT Samator Gas dan Credit Chemical Co.		Sodium karbonat perlu diimpor		Sodium karbonat dan CO ₂ tersedia dari industri lokal	
Skor	2		1		3	
Kompetitor	Beberapa pabrik kimia, tetapi pasar masih terbuka		Terbatas, tetapi potensi pasar besar		Banyak kompetitor di sektor kimia	
Skor	2		3		1	
Pelabuhan Terdekat	Pelabuhan Gresik dan JIPE (1 km)		Pelabuhan Tanjung Priok, Jakarta (50 km)		Pelabuhan Merak atau Pelabuhan Ciwandan (Banten) (15 km), atau Tanjung Priok (100 km)	
Skor	1		3		2	
Pelabuhan Rute Pelayaran Nasional (Bahan Baku)	Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya		Pelabuhan Tanjung Priok, Jakarta		Pelabuhan Merak atau Pelabuhan Ciwandan (Banten)	
Skor	2		1		3	
Pelabuhan Rute Pelayaran Internasional (Ekspor Produk)	Tj. Perak – Singapura;	Tj. Perak – Malaysia;	Tj. Priok – Amerika Serikat;	Tj. Priok – Eropa	Ciwandan – Singapura;	Ciwandan –
	Tj. Perak – Filipina;	Tj. Perak – Vietnam;	(Jerman, Prancis, Belanda);	Tj. Priok – China, Jepang,	Malaysia; Ciwandan – Australia;	Ciwandan – Timur

Parameter	Lokasi yang Dipertimbangsn		
	Gresik, Jawa	Sentul, Jawa	Cilegon, Banten
	Timur	Barat	
	– Thailand; Tj. Korea; Tj. Priok – Tengah (UAE, Arab Perak – Australia. Timur Tengah Saudi); Ciwandan – (UAE, Arab Eropa. Saudi).		
Skor	2	1	3
Indeks Risiko Bencana (BNPB, 2023)	120 (terdapat risiko gempa dan banjir)	125 (risiko banjir)	105 (lebih stabil secara geologis)
Skor	2	1	3
UMK	Rp 4.874.133 (Sumber: Data UMK 2025 Gresik)	Rp 5.126.898 (Sumber: Data UMK 2025 Bogor)	Rp 4.857.353 (Sumber: Data UMK 2025 Serang)
Skor	2	1	3
Total Skor	13	11	18

Secara lebih detail, faktor penentuan lokasi berdasarkan delapan aspek pada penjelasan berikut. Terdapat dua aspek yang dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi, yaitu aspek primer dan aspek spesifik. Aspek primer meliputi keterjangkauan pabrik dengan bahan utama, aksesibilitas menuju target pasar, aksesibilitas dengan sumber air dan utilitas, dan karakteristik lokasi, kondisi iklim serta potensi bencana. Sementara itu, aspek spesifik meliputi aksesibilitas beberapa modal transportasi, aksesibilitas terhadap fasilitas umum, kebijakan pemerintah serta standar UMK, ketersediaan tenaga kerja, dan ketersediaan lahan kosong untuk perluasan pabrik (Vilbrandt & Dryden, 1959).

1.3.1 Bahan Baku

Bahan baku memiliki peran krusial dalam memastikan keberlangsungan pemilihan lokasi pabrik. Faktor ini dapat membantu menekan biaya transportasi dan penyimpanan. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan harga bahan baku, jarak dari sumber bahan

baku, biaya pengangkutan, ketersediaan bahan baku yang berkelanjutan, serta pengelolaan penyimpanannya. Untuk sodium bikarbonat, bahan baku utamanya adalah sodium karbonat (*soda ash*). Karena Indonesia belum memproduksi sodium karbonat, maka bahan baku tersebut diimpor dari Dalian Chem. Ind. Corp. Liaoning, China berkapasitas 3.000.000 ton/tahun. Selain itu, alasan lain yang mendukung pendirian pabrik ini adalah adanya rencana dari Pemerintah Indonesia untuk membangun pabrik sodium karbonat pertama dengan kapasitas 300.000 ton per tahun. Pabrik tersebut direncanakan akan didirikan di wilayah Gresik pada tahun 2024, sehingga sumber bahan baku utamanya dapat diperoleh dari pabrik ini. Dengan berdirinya pabrik sodium karbonat di wilayah Gresik, Indonesia tidak lagi perlu bergantung pada impor dari China. Langkah ini juga berkontribusi pada pengurangan nilai impor nasional, karena bahan baku utamanya dapat diperoleh langsung dari industri lokal. Dengan mempertimbangkan ketersediaan dan lokasi bahan baku, Kawasan Ciwandan, Cilegon, Banten dipilih sebagai lokasi pembangunan pabrik. Lokasi ini juga berdekatan dengan pelabuhan, yang mempermudah pengiriman bahan baku dan dapat menekan biaya transportasi.

1.3.2 Target Pasar

Pasar sodium bikarbonat di Indonesia sangat luas, dengan konsentrasi utama di Pulau Jawa mengingat banyaknya pabrik hilir di kawasan tersebut. Pabrik-pabrik ini memproses bahan baku menjadi produk setengah jadi dan produk jadi yang siap digunakan oleh masyarakat. Sektor makanan dan farmasi menjadi target utama karena permintaan yang tinggi. Dengan mendirikan pabrik sodium bikarbonat di daerah strategis seperti di Cilegon, produsen dapat memenuhi kebutuhan domestik sekaligus mengurangi ketergantungan pada impor.

1.3.3 Aksesibilitas dengan Sumber Air dan Utilitas

Pemilihan lokasi untuk pendirian pabrik harus mempertimbangkan aksesibilitas terhadap sumber air dan fasilitas pendukung lainnya. Hal ini penting karena industri membutuhkan

pasokan air sebagai bagian dari operasional pabrik. Lokasi pabrik akan didirikan di Kawasan Industri Ciwandan, Cilegon. Kawasan Ciwandan memiliki pasokan air bersih yang stabil melalui jaringan PDAM setempat. Kawasan industri di Ciwandan juga sering bekerja sama dengan penyedia air industri seperti Krakatau Tirta Industri (KTI), yang merupakan anak perusahaan Krakatau Steel. KTI memasok air bersih ke berbagai kebutuhan industri di Cilegon. Selain itu, untuk sumber listrik Kawasan Ciwandan dilayani oleh PLN dengan kapasitas besar karena kawasan ini termasuk dalam area industri utama. Selain itu, terdapat pembangkit listrik lokal, seperti PLTU Krakatau Daya Listrik, yang memasok kebutuhan energi ke kawasan industri.

1.3.4 Karakteristik Lokasi, Iklim, dan Potensi Bencana

Pertimbangan karakteristik lokasi mencakup aspek iklim, kondisi musim, potensi bencana seperti gempa bumi, serta kondisi kontur tanah, baik yang terjal maupun datar. Cilegon memiliki iklim monsun tropis (Koppen: Am), dengan suhu rata-rata berkisar antara 22 °C hingga 33 °C. Curah hujan tahunan berkisar antara 1800 mm hingga 2100 mm, dengan bulan Desember hingga Februari sebagai periode hujan tertinggi. Dengan iklim ini, Cilegon berada dalam kawasan yang berpotensi mengalami bencana alam seperti gempa bumi dan tsunami karena kedekatannya dengan Selat Sunda. Meskipun risiko gempa bumi ada, tingkat risiko bencana secara keseluruhan dianggap sedang. Berdasarkan Indeks Risiko Bencana Indonesia (IRBI) yang diterbitkan oleh Badan Penanggulangan Bencana Nasional (BNPB) untuk Kota Cilegon pada tahun 2024 menunjukkan nilai paling rendah yaitu 105 dibandingkan dengan daerah Gresik, Jawa Timur senilai 120 dan Sentul, Bogor senilai 125. Berikut tabel tertera indeks risiko bencana.

Tabel 1. 4 Indeks Risiko Bencana Indonesia (IRBI)

Indeks Bencana (BNPB, 2024)	Nilai Angka		
	Gresik, Jawa Timur	Sentul, Bogor	Cilegon, Banten
Umum (multi- Ancaman)	120	125	105
Banjir	90	110	85
Gempa Bumi	100	120	95
Tsunami	70	75	80
Kebakaran Hutan	65	50	60
Tanah Longsor	80	90	75
Kekeringan	70	60	65
Cuaca Ekstrem	85	90	80

Berdasarkan analisis di atas, Cilegon adalah lokasi yang paling cocok untuk pendirian pabrik sodium bikarbonat. Keunggulan dalam hal infrastruktur, ketersediaan bahan baku, serta dukungan pemerintah menjadikannya pilihan terbaik.

1.3.5 Aksesibilitas Transportasi dan Fasilitas Umum

Sarana dan prasarana transportasi sangat diperlukan untuk proses penyediaan bahan baku dan pemasaran produk. Fasilitas transportasi berupa angkutan darat cukup memadai, sehingga pengiriman bahan baku ataupun pemasaran produk dapat berjalan lancar. Kawasan Ciwandan dekat dengan Pelabuhan Ciwandan yang berjarak 3,3 km dan bisa juga Pelabuhan Merak yang berjarak 23 km untuk pengangkutan bahan baku dan produk. Serta terdapat akses langsung ke Jalan Tol Cilegon Barat dan Cilegon Timur dan adanya Stasiun Cilegon yang terhubung dengan jaringan kereta api Banten sebagai sarana prasarana pengangkutan.

1.3.6 Ketersediaan Tenaga Kerja

Pemilihan lokasi untuk pendirian pabrik didasarkan pada kemudahan dalam mendapatkan tenaga kerja. Ketersediaan tenaga

kerja yang terampil sangat penting untuk mendukung operasional, baik sebagai teknisi produksi maupun dalam bidang pemasaran dan administrasi. Tenaga kerja dapat direkrut dari penduduk setempat Kabupaten Banten yang berkisar 12,47 juta jiwa pada pertengahan tahun 2024. Untuk tenaga ahli (teknisi) dapat dipenuhi oleh penduduk Banten yang telah lulus dari berbagai universitas setempat, seperti Universitas Sultan Ageng Tirtayasa (UNTIRTA), Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten (UIN Banten), Politeknik Kesehatan Kemenkes Banten, Universitas Banten Jaya (UNBAJA), Universitas Serang Raya (UNSERA), dan masih banyak lagi.

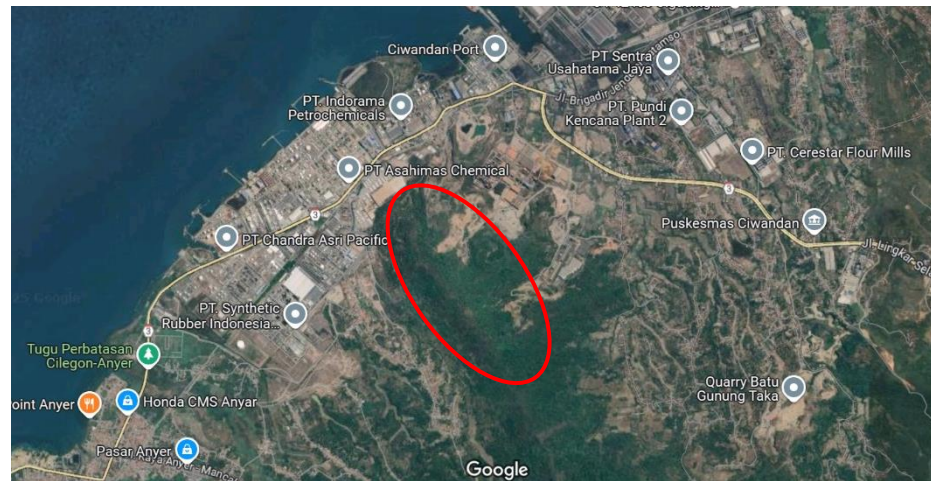
1.3.7 Kebijakan Pemerintah dan UMK

Pendirian sebuah pabrik memerlukan pertimbangan terhadap kebijakan pemerintah setempat, termasuk perizinan usaha hingga regulasi terkait pengupahan. Dalam mendukung pengembangan industri, pemerintah telah menetapkan Cilegon sebagai kawasan industri yang terbuka bagi investor asing. Sebagai fasilitator, pemerintah menyediakan berbagai kemudahan seperti perizinan, insentif pajak, dan aspek teknis lainnya yang berkaitan dengan proses pendirian pabrik. Selain itu, UMK Banten pada tahun 2025 senilai Rp 4.857.353 yang dinilai tidak terlalu tinggi yang nantinya akan ditetapkan sebagai upah pekerja.

1.3.8 Ketersediaan Lahan Kosong untuk Perluasan Pabrik

Lokasi yang dipilih harus memiliki lahan kosong di sekitarnya untuk mengakomodasi kebutuhan perluasan pabrik di masa depan seiring dengan meningkatnya permintaan produk. Cilegon menjadi pilihan yang tepat karena memiliki area yang cukup luas untuk mendukung ekspansi pabrik. Setelah meninjau hasil komparasi dan pertimbangan detail, maka lokasi yang dipilih untuk mendirikan pabrik

sodium bikarbonat ialah di Gunung Sugih, Kecamatan Ciwandan, Kota Cilegon, Banten.



Gambar 1. 3 Peta Lahan Pendirian Pabrik Sodium Bikarbonat

Pertimbangan yang mendasari pemilihan area lokasi pabrik di Gunung Sugih, Kecamatan Ciwandan, Kota Cilegon, Banten, adalah sebagai berikut:

- 1. Lokasi dekat dengan target pasar.** Sebagai industri yang tergolong *weight gaining*, pabrik sodium bikarbonat memproduksi barang dengan bobot yang lebih besar dari bahan bakunya. Oleh karena itu, lokasi pabrik yang dekat dengan target pasar, khususnya Pulau Jawa sebagai pusat industri hilir, sangat menguntungkan untuk menekan biaya distribusi produk jadi.
- 2. Lokasi mudah diakses berbagai jalur pengiriman.** Gunung Sugih memiliki akses yang mudah ke berbagai jalur transportasi utama, termasuk Pelabuhan Ciwandan untuk pengiriman bahan baku dan Pelabuhan Merak untuk distribusi produk ke berbagai daerah. Hal ini mendukung kelancaran logistik dan efisiensi biaya pengiriman.
- 3. Lokasi dengan Indeks Risiko Bencana paling rendah.** Dibandingkan dengan lokasi lainnya, Gunung Sugih memiliki indeks risiko bencana yang lebih rendah. Hal ini penting untuk menjaga keberlanjutan operasi pabrik dan meminimalkan risiko kerugian akibat bencana alam.

4. **Lokasi dekat dengan sumber pendukung.** Lokasi ini berada dekat dengan sumber air industri yang disediakan oleh PT Krakatau Tirta Industri, serta dilengkapi dengan infrastruktur utilitas seperti listrik, gas, dan fasilitas pendukung lainnya. Hal ini memastikan kebutuhan operasional pabrik dapat terpenuhi dengan baik.
5. **Kebutuhan tenaga kerja yang terpenuhi.** Kawasan Ciwandan memiliki akses yang baik terhadap tenaga kerja lokal yang terampil, baik untuk posisi teknis produksi, pemasaran, maupun administrasi. Selain itu, kebijakan pemerintah daerah mendukung pengembangan kawasan industri dengan memberikan kemudahan perizinan dan fasilitas bagi investor.

1.4 Tinjauan Proses

Pembuatan sodium bikarbonat pada umumnya dengan mereaksikan sodium karbonat sebagai bahan baku dan gas karbon dioksida untuk menghasilkan *baking soda* (soda kue). Dalam pembuatannya, sodium bikarbonat didasarkan pada beberapa proses, yaitu:

- a. Proses Ammonia – Soda (Proses *Solvay*)
- b. Proses *Soda-Ash* Karbonasi
- c. Proses Sodium Sulfat Karbonasi

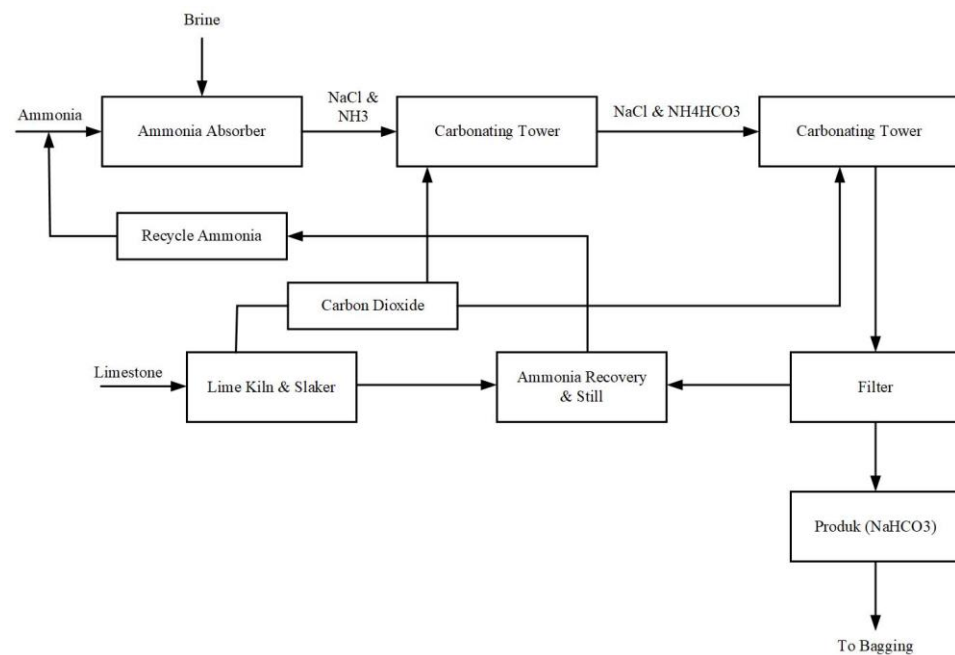
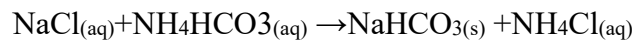
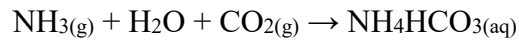
1.4.1 Macam – Macam Proses Pembuatan Sodium Bikarbonat

Beberapa macam proses pembuatan sodium bikarbonat, diantaranya:

1. Ammonia-Soda (Solvay)

Proses Ammonia-Soda atau yang biasa disebut dengan Proses Solvay merupakan proses yang paling tua yang biasa digunakan dalam proses pembuatan sodium bikarbonat dan *Sodium Carbonate*. Proses Solvay terjadi dengan mereaksikan amonia, karbon dioksida dengan air sehingga dapat menghasilkan sodium bikarbonat maupun sodium karbonat. Dalam prosesnya, air garam dan amonia dimasukan ke dalam *ammonia absorber*. Aliran yang keluar dari *ammonia absorber* akan masuk ke dalam menara karbonasi lalu karbon dioksida dialirkan melalui bawah menara. Menara yang digunakan yaitu menara *perforated plates* dan *rotating blades*. Selama reaksi

berlangsung, akan menghasilkan produk berupa sodium bikarbonat yang akan mengalir menuju samping menara, *rotating scrubber* atau *blades* akan bergerak ke arah samping menara dan membawa produk dengan menggunakan *screw conveyor* dan diarahkan keluar menuju *filter* untuk disaring impuritinya. Reaksi ini beroperasi pada tekanan 4 atm pada suhu 70°C reaksi yang terbentuk pada proses ini yaitu:



Gambar 1. 4 Block Flow Diagram Solvay

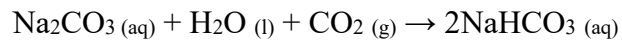
Pada proses ini menghasilkan produk samping berupa *ammonium salt* atau *ammonium chloride* yang dapat dimurnikan dengan cara di sublimasi. Sodium karbonat jika dipanaskan pada suhu 200°C maka akan terbentuk sodium karbonat dengan reaksi:



2. Karbonasi Soda-Ash

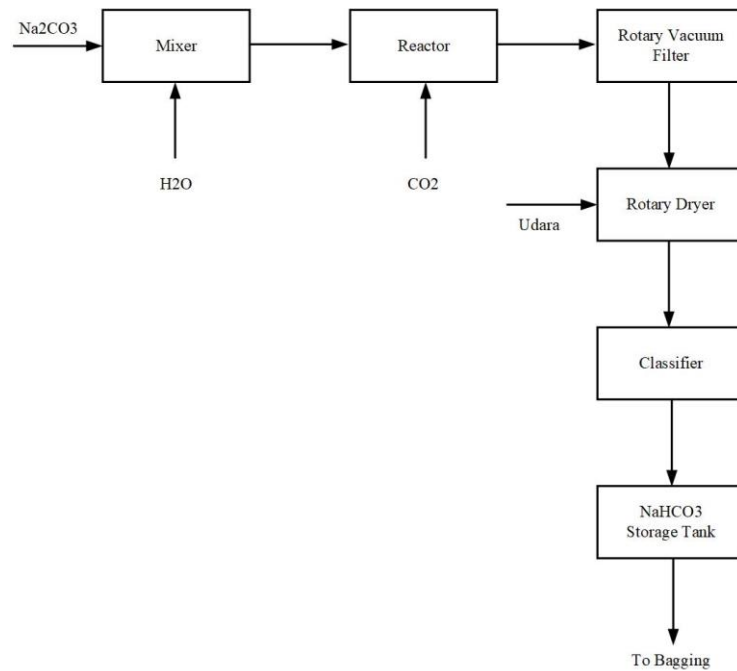
Proses karbonasi *soda-ash* merupakan proses pembuatan sodium bikarbonat dengan menggunakan sodium karbonat sebagai bahan baku. Sodium bikarbonat yang dihasilkan dari proses ini mempunyai

kemurnian yang tinggi yaitu 99,9%. Proses pembentukan sodium bikarbonat dari karbonasi sodium karbonat menghasilkan reaksi:



Sodium bikarbonat terbentuk dengan cara mereaksikan sodium karbonat dengan gas CO₂ dan H₂O. Larutan sodium carbonate dimasukin ke dalam *coloumn bubble reactor* bersamaan dengan gas CO₂ yang masuk secara *counter current* pada suhu 40°C dan tekanan 2,7 atm. Kristal padat sodium bikarbonat yang terbentuk kemudian dikeluarkan dari dasar reaktor, lalu dipisahkan menggunakan *rotary drum vacuum filter* untuk memisahkan *mother liquor* berupa larutan sodium carbonate. Sodium bikarbonat dalam bentuk *cake* basah akan dimasukkan ke dalam *rotary dryer* untuk mengurangi kadar airnya hingga mencapai 0,01%. Selanjutnya, alat *ball mill* digunakan untuk memperkecil ukuran *output* dari *rotary dryer* agar memenuhi spesifikasi yang diinginkan.

Produk padatan sodium bikarbonat dengan spesifikasi jenis granular berukuran 150 mesh memerlukan penggunaan *classifier* untuk memisahkan produk sesuai ukuran tersebut. Kristal yang berukuran di atas atau di bawah 150 mesh akan dialokasikan sebagai *product off*. Setelah proses pemisahan selesai, kristal sodium bikarbonat yang memenuhi spesifikasi siap untuk dikemas dengan kapasitas 25 kg per kemasan.

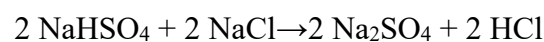
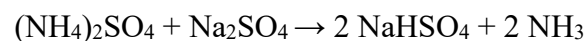


Gambar 1. 5 *Block Flow Diagram* Karbonasi Soda-Ash

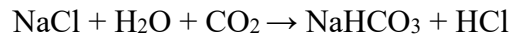
Proses produksi karbonasi *soda-ash* ini tidak menghasilkan produk samping dan dapat dikatakan bebas limbah. Karena tidak ada hasil samping, proses ini dikenal sebagai proses yang ramah lingkungan.

3. Karbonasi Sodium Sulfat

Sebagai solusi alternatif terhadap proses konvensional, sodium sulfat (Na_2SO_4) telah dikaji lebih lanjut dan menjadi salah satu inovasi yang paling menonjol. Metode ini pertama kali diperkenalkan sebagai pengembangan dari proses *Solvay*, yang tidak lagi memerlukan bahan berkapur. Sebagai gantinya, klorin dari natrium klorida diubah menjadi gas asam klorida (HCl). Proses ini memanfaatkan anion sulfat untuk memindahkan kation natrium dari natrium klorida ke tahap pembentukan bikarbonat. Selama proses, amonium sulfat $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$ dihasilkan sebagai produk antara. Reaksi-reaksi utama dalam proses karbonasi sodium sulfat yaitu:



Secara keseluruhan, proses ini melibatkan reaksi antara karbon dioksida dan natrium klorida untuk menghasilkan sodium bikarbonat dalam bentuk kristal, seperti yang ditunjukkan dalam persamaan berikut:



1.4.2 Kegunaan Produk

Sodium bikarbonat, yang lebih dikenal sebagai soda kue, memiliki berbagai aplikasi di berbagai pasar, diantaranya:

1. Industri Makanan

Sektor makanan dan minuman sangat bergantung pada sodium bikarbonat sebagai bahan pengembang dalam pembuatan roti, yang membantu dalam pembentukan dan tekstur roti serta kue. Selain itu, sodium bikarbonat digunakan dalam pengolahan daging dan unggas untuk melunakkan daging, memperbaiki tekstur, serta meningkatkan rasa. Sodium bikarbonat juga diterapkan dalam produksi minuman, khususnya untuk karbonasi, memberikan buih pada minuman ringan dan air soda.

2. Farmasi

Sodium bikarbonat banyak dimanfaatkan dalam sektor farmasi sebagai antasida untuk meredakan sakit maag dan gangguan pencernaan akibat asam. Bahan ini berfungsi sebagai penyangga dalam pengobatan untuk menjaga keseimbangan pH tubuh. Selain itu, sodium bikarbonat juga digunakan dalam pengobatan gangguan ginjal tertentu, membantu mencegah atau mengatur kadar asam dalam darah.

3. Rumah Tangga

Dalam sektor rumah tangga, sodium bikarbonat dapat berfungsi sebagai bahan tambahan untuk pemadam kebakaran, serta digunakan dalam produk pembersih dan pencuci perabot rumah tangga dan toilet untuk menghilangkan noda membandel. Selain itu, sodium bikarbonat juga bermanfaat untuk menyeimbangkan pH dalam akuarium dan kolam.

4. Bahan Kimia

Di sektor kimia, sodium bikarbonat digunakan dalam berbagai industri, seperti untuk mengurangi keasaman dalam proses pengolahan air limbah, bertindak sebagai disinfektan ringan dalam perawatan kesehatan untuk tujuan pembersihan, serta berfungsi sebagai bahan pengembang dalam industri makanan untuk membantu adonan makanan panggang mengembang.

1.5 Tinjauan Proses Secara Umum

Pertimbangan proses pembuatan sodium bikarbonat dapat dilihat pada tabel:

Tabel 1. 5 Pertimbangan Proses Pembuatan Sodium Bikarbonat (Bonfim-Rocha et al., 2020)

Proses	Keuntungan	Kerugian
<i>Soda Ash Carbonation</i>	– Bahan baku murah, mudah didapat, dan tidak beracun – Proses lebih mudah karena hanya terbentuk satu produk saja, tidak memerlukan proses pemisahan sehingga mengurangi biaya produksi – Alur proses bersifat linier jika dibandingkan metode lain, hanya <i>recycling</i> aliran cairan setelah reaksi	– Bahan bakunya dekat dengan produksi soda kue, namun terkonsentrasi di wilayah tertentu di seluruh dunia, sehingga meningkatkan biaya impor – Bila bahan baku yang dipakai dari bahan alam maka perlu dilakukan pengolahan awal untuk menghilangkan senyawa organik yang mudah larut dan senyawa yang tidak mudah larut – Bila trona sebagai bahan baku, diperlukan konversi total menjadi sodium karbonat lalu dikarbonasi lagi menjadi sodium bikarbonat
<i>Solvay Process</i>	– Teknologi terkonsolidasi dan proses secara luas sudah digunakan di seluruh dunia – Mampu memanfaatkan limbah dari industri desalinasi air laut – Bahan baku murah dan melimpah serta proses regenerasi anionia dalam proses memungkinkan biaya operasi rendah	– Potensi menghasilkan produk samping polutan yang besar yang kurang memiliki kepentingan komersial – Sodium karbonat harus diproduksi terlebih dahulu untuk menghasilkan sodium bikarbonat – Dibandingkan dengan proses lainnya, jumlah bahan baku lebih

	– Secara stoikiometri, sejumlah besar CO² dikurangi	- banyak dan diagram alirnya lebih kompleks – Perlu ada pemurnian bahan baku
<i>Sodium Sulfate Carbonation</i>	– Produksi paralel menghasilkan pupuk yang memiliki nilai komersial baik – Bahan baku mudah didapat dari alam – Biaya investasi modal lebih rendah karena tidak diperlukan produksi bahan baku di tempat – Proses memerlukan suhu lebih rendah	– Memungkinkan terbentuknya garam ganda yang sulit dipisahkan – Harus ada kontrol yang kuat terhadap kondisi proses untuk mendapatkan kemurnian yang tinggi – Diperlukan proses pemisahan dan pemurnian produk sampingan – Garam padat membutuhkan dekontaminasi ammonia dari prosesnya – Fase cair harus dipisahkan menggunakan <i>multiple effect evaporators</i>
