

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Industri kimia adalah salah satu jenis industri yang cocok dikembangkan di Indonesia, karena sumber daya alam dan manusia yang tersedia memungkinkan tumbuh dan berkembangnya industri kimia. Mengingat kebutuhan suatu produk kimia dan bahan baku pabrik kimia semakin meningkat (Kusnarjo,2010). Namun ketergantungan impor luar negeri masih besar dibandingkan eksponya. Indonesia masih banyak mengimpor bahan baku atau produk industri kimia dari luar negeri. Sebagai contoh natrium karbonat yang berperan penting dalam menempati industri hulu maupun hilir (Hari,2012). Natrium bikarbonat merupakan bubuk kristal putih (NaHCO_3) dan juga dikenal sebagai baking soda, soda bikarbonat, natrium hidrogen karbonat, atau asam natrium karbonat. Nama IUPAC adalah natrium hidrogen karbonat. Hal ini dikategorikan sebagai garam asam, dibuat dengan menggabungkan asam (karbonat) dan dasar (natrium hidroksida), dan merespon bahan kimia lainnya sebagai alkali ringan. Ini memiliki rasa sedikit asin dan basa. Nahcolite adalah bentuk mineral alami natrium bikarbonat. Pada suhu di atas 149°C , baking soda terurai menjadi zat yang lebih stabil dari natrium karbonat, air, dan karbon dioksida. $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$. Natrium bikarbonat digunakan untuk aplikasi sebagai berikut :

- Pengendalian hama: Sebagai contoh, adalah dapat digunakan untuk membunuh kecoa.
- Digunakan sebagai bio-pestisida
- Cat dan korosi penghapusan
- Digunakan sebagai pH *Balancer*
- Digunakan sebagai fungisida yang efektif
- Digunakan untuk memadamkan kebakaran kecil yang disebabkan oleh minyak atau listrik.
- Digunakan sebagai antasida untuk mengobati gangguan pencernaan asam dan mulas.

- Digunakan sebagai bahan dalam beberapa obat kumur dan pasta gigi.
- Digunakan sebagai deterjen untuk menghilangkan teh atau kopi noda atau untuk menghilangkan bau dari pakaian.

1.1.1 Tinjauan Pustaka

Natrium bikarbonat adalah serbuk kristal putih monosodium asam karbonat dengan sifat alkali dan pengganti elektrolit yang mana setelah disosiasi, natrium karbonat membentuk ion natrium dan bikarbonat. Pembentukan ion meningkatkan bikarbonat plasma dan menyangga konsentrasi ion hydrogen berlebih yang biasa digunakan sebagai agen buffer pH dalam darah. Natrium bikarbonat atau biasa disebut baking soda sering diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari salah satu contohnya untuk penggunaan dalam industri makanan, farmasi karet dan lain sebagainya. Istilah "bikarbonat" diberikan pada tahun 1814 oleh kimiawan Inggris *William Hyde Wollaston*. Awalan "bi" dalam "bikarbonat" berasal dari sistem penamaan kuno dan berdasarkan pengamatan bahwa terdapat dua karbonat (CO_3^{2-}) per ion natrium dalam natrium bikarbonat (NaHCO_3) dan bikarbonat lain kecuali dalam natrium karbonat (Na_2CO_3) dan karbonat lainnya. Dalam kimia anorganik, bikarbonat adalah bentuk antara dari deprotonasi asam karbonat. Ia merupakan anion poliatomik dengan rumus kimia HCO_3^- . Deprotonasi adalah istilah kimia yang merujuk pada pelepasan sebuah proton (kation hidrogen H^+) dari sebuah molekul, membentuk konjugat basa. Kemampuan relatif sebuah molekul untuk melepaskan sebuah proton diukur dengan menggunakan nilai pK_a . (<https://www.ebi.ac.uk>.2009).

1.1.2 Proses-proses Pembentukan Natrium Bikarbonat

A. Proses Solvey

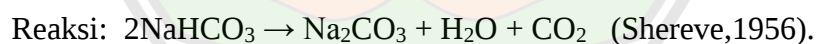
Proses amonium soda sering juga disebut proses *solvey*, merupakan salah satu metode dalam pembuatan industri alkali *sodium carbonat* dan *sodium bicarbonat*. Dalam proses ini *sodium carbonat* ataupun *sodium bicarbonat* akan dihasilkan dari mereaksikan amonia, karbon dioksida dan air. Proses *solve* ini merupakan proses

yang paling tua dan masih digunakan pada pembuatan *sodium carbonat* ataupun *sodium bicarbonat*. Dalam proses ini air laut atau air garam disemprotkan dari atas menara, sedangkan amonia dan karbon dioksida dialirkan dari bawah menara. Menara yang biasa dipakai adalah menara *perforated plates* dan *rotaring blades*. Selama reaksi berlangsung, produk yang dihasilkan akan mengalir kesamping menara. *Rotaring scrubber* atau *blades* bergerak kearah samping menara dan membawanya dengan *screw conveyor*. (Hari, 2012). Kelemahan dari proses ini adalah bahan kimia yang digunakan adalah bahan kimia yang menghasilkan polutan.

B. Proses Sodium Bicarbonat Murni

Proses ini merupakan proses pembuatan *sodium bicarbonat* yang terbuat dari larutan jenuh *sodium carbonat* yang direaksikan dengan gas karbon dioksida secara berlawanan arah dalam suatu reaktor pada suhu 40°C. konversi yang dicapai dalam proses ini adalah 98%.

Suspensi *sodium bicarbonat* yang terbentuk kemudian dikeluarkan dari dasar menara dan disaring menggunakan suatu filter daun putar. Ampas saringan akan dikeringkan di rotary dryer. *sodium bicarbonat* yang dihasilkan mempunyai kemurnian 99,9%. (Hari, 2012).



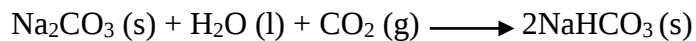
Proses ini lebih banyak dipilih dalam pembuatan natrium bikarbonat karena memiliki nilai konversi yang tinggi, tidak ada hasil samping serta menghasilkan sedikit limbah.

1.1.3 Tinjauan Termodinamika

Menurut Perry 1999, untuk menentukan sifat reaksi apakah berjalan secara eksotermis atau endotermis, maka perlu pembuktian dengan menggunakan panas reaksi (ΔH) pada reaksi 3 atm. Panas reaksi (ΔH) dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan :

$$\Delta H^{\circ} \text{ produk} = \sum \Delta H^{\circ}_f \text{ produk} - \sum \Delta H^{\circ}_f \text{ reaktan}$$

Persamaan reaksi :



Data-data harga ΔH°_f untuk masing-masing komponen pada 298°K adalah:

$$\Delta H^{\circ} \text{Na}_2\text{CO}_3 = -275,230 \text{ kcal/kmol}$$

$$\Delta H^{\circ} \text{H}_2\text{O} = -57,796 \text{ kcal/kmol}$$

$$\Delta H^{\circ} \text{CO}_2 = -94,052 \text{ kcal/kmol}$$

$$\Delta H^{\circ} \text{NaHCO}_3 = -222,100 \text{ kcal/kmol}$$

$$\text{Jika } \Delta H^{\circ} = (-) \text{ maka reaksi bersifat eksotermis}$$

$$\text{Jika } \Delta H^{\circ} = (+) \text{ maka reaksi bersifat endotermis}$$

$$\begin{aligned} \Delta H^{\circ} \text{ reaksi} &= \sum \Delta H^{\circ}_f \text{ produk} - \sum \Delta H^{\circ}_f \text{ reaktan} \\ &= 2(-222,100) - ((-275,230) + (-57,796) + (-94,052)) \\ &= -17,220 \text{ kcal/kmol (Hari, 2012).} \end{aligned}$$

Menurut Yaws, 1999, dari harga ΔH sebesar -17,220 dapat disimpulkan bahwa reaksi berlangsung secara eksotermis. Untuk mengetahui reaksi pembentukan natrium bikarbonat berlangsung secara *reversible* atau *irreversible*, maka harus dihitung harga tetapan kesetimbangan (K), diketahui data-data sebagai berikut :

$$\Delta G^{\circ}_f \text{Na}_2\text{CO}_3 = -251,360 \text{ kcal/kmol}$$

$$\Delta G^{\circ}_f \text{H}_2\text{O} = -54,635 \text{ kcal/kmol}$$

$$\Delta G^{\circ}_f \text{CO}_2 = -94,260 \text{ kcal/kmol}$$

$$\Delta G^{\circ}_f \text{NaHCO}_3 = -202,870 \text{ kcal/kmol}$$

Perubahan energi Gibbs reaksi dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned}\Delta G^{\circ} \text{ reaksi} &= \sum \Delta G^{\circ}_f \text{ produk} - \sum \Delta G^{\circ}_f \text{ reaktan} \\ &= 2 (-202, 870) - ((-251, 360) + (-54, 635) + (-94, 260)) \\ &= -22,949 \text{ kcal/kmol}\end{aligned}$$

$$\Delta G^{\circ} \text{ reaksi}_1 = -RT \ln K$$

$$\ln K = \frac{\Delta G^{\circ}}{-RT} = \frac{-22,949 \text{ kcal/kmol}}{-1,987 \frac{\text{kcal}}{\text{kmol}} \cdot k \times 298,15 \text{ K}} = 38,737$$

$$K = 6,66 \times 10^6$$

Untuk harga tetapan kesetimbangan pada $T = 313,15 \text{ K}$

$$\ln \left(\frac{K}{K_1} \right) = \frac{\Delta H^{\circ}}{-R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$K_{\text{reaksi}} = 1,654 \times 10^{16}$$

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa harga K_{reaksi} sangat besar, maka reaksi berlangsung secara *irreversible*. (Hari, 2012).

1.2 Maksud dan Tujuan

1.2.1 Maksud

Maksud dari Prarancangan Pabrik Pembuatan natrium bikarbonat dari natrium karbonat dan CO_2 . Jika didirikan di Indonesia adalah seperti berikut ini.

1. Untuk memenuhi kebutuhan natrium bicarbonat di Indonesia.
2. Sebagai bahan acuan untuk penelitian-penelitian dan perancangan selanjutnya tentang proses pembuatan natrium bikarbonat.
3. Sebagai aplikasi bagi mahasiswa dari teori-teori yang didapat di perkuliahan.
4. Meningkatkan kesempatan kerja, yang berarti menurunkan jumlah pengangguran di Indonesia.
5. Membuka pemikiran masyarakat terhadap perkembangan sains dan teknologi.

1.2.2 Tujuan

Tujuan Perancangan Pabrik Pembuatan natrium bicarbonat dari natrium karbonat dan CO_2 adalah untuk mengaplikasikan ilmu teknik kimia dalam pendirian pabrik pembuatan natrium di Indonesia yang meliputi neraca massa, neraca energi,

spesifikasi peralatan, operasi teknik kimia, utilitas dan bagian ilmu teknik kimia lainnya, juga untuk memenuhi aspek ekonomi dalam pembiayaan pabrik sehingga memberikan gambaran kelayakan pra rancangan pabrik pembuatan natrium bicarbonat dari natrium carbonat dan CO₂.

1.3 Penentuan Kapasitas Produksi

1.3.1. Perhitungan Kapasitas Produksi

Berdasarkan data impor natrium bikarbonat yang dihimpun dari Badan Pusat Statistik selama periode tahun 2012 – 2016 diperoleh data kebutuhan dalam negeri seperti pada Tabel 1.1.

Berdasarkan data yang diperoleh, penentuan kapasitas produksi dapat dilakukan dengan memperkirakan kebutuhan natrium bikarbonat di Indonesia pada tahun yang akan datang. Proyeksi kebutuhan dilakukan menggunakan analisa regresi *Least Square*, di bawah ini :

$$y = a + b (x - \bar{x})$$

Dengan,

$$a = \bar{y}$$

$$b = \frac{\sum(\bar{x}-x) \cdot (\bar{y}-y)}{\sum(\bar{x}-x)^2} = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}$$

Keterangan:

y = variabel terikat (konsumsi)

a = *axis interscept*

b = *slope of regression line*

x = variabel bebas (periode tahun)

$\bar{x}$ = x rata – rata

$\bar{y}$ = y rata – rata

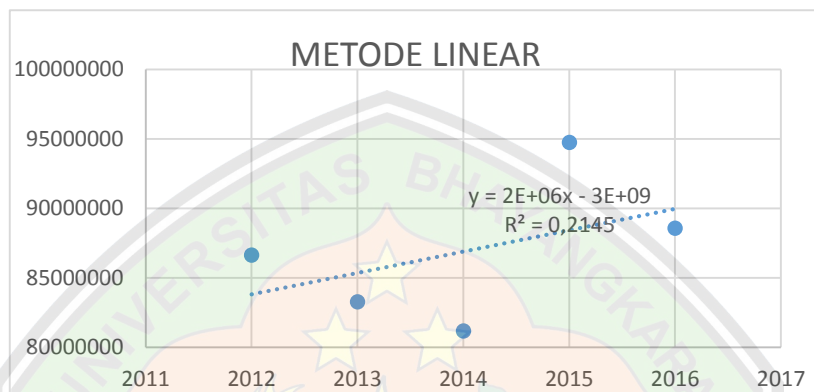
n = jumlah data yang diobservasi

(Miller, 2010)

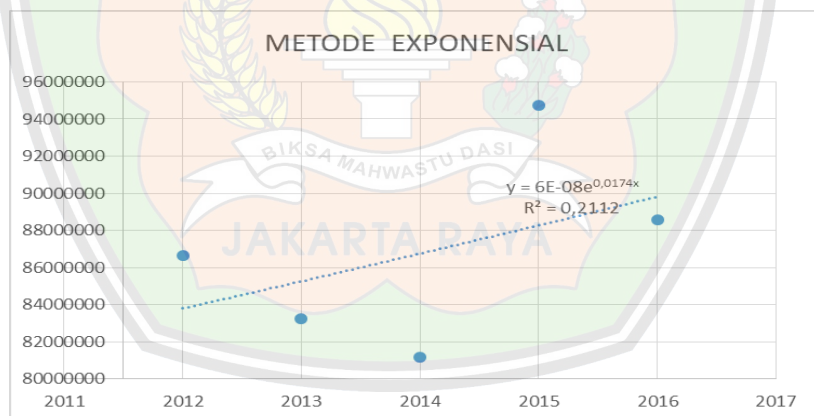
Metode *Least Square* (kuadrat terkecil) ini adalah metode yang didapat dengan cara menentukan persamaan garis yang mempunyai jumlah terkecil dari kuadrat selisih data asli dengan data pada garis *trend* (suatu kecendrungan garis

naik atau turun dalam jangka panjang yang didapat dari rata-rata perubahan dari waktu ke waktu). Analisis *Least Square* ini sering digunakan untuk peramalan bisnis. Alasan pemilihan metode ini adalah agar hasil yang didapat lebih teliti dan lebih spesifik.

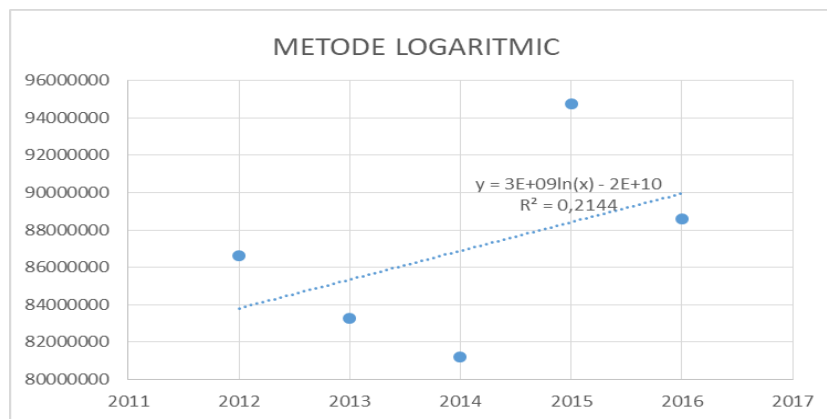
Berdasarkan hasil perbandingan regresi(R) dengan metode linear, eksponensial dan logaritmik, ketiga metode tersebut menunjukkan bahwa hasil yang mendekati angka R=1 adalah dengan menggunakan metode linear.



Gambar 1.1 Grafik dengan metode linear



Gambar 1.2 Grafik dengan metode eksponensial



Gambar 1.3 Grafik dengan metode logaritmik

Untuk menghitung proyeksi kebutuhan natrium bikarbonat Indonesia, dihitung terlebih dahulu variabel-variabel yang diperlukan seperti pada Tabel 1.1 di bawah ini:

Tabel 1.1 Perhitungan Proyeksi Kebutuhan Natrium Bikarbonat

Tahun	Periode Waktu (X)	X ²	Konsumsi dalam Ton (Y)	X.Y
2012	1	1	86.626,67	86.626,67
2013	2	4	83.266,27	166.532,54
2014	3	9	81.187,96	243.563,88
2015	4	16	94.739,61	378.958,43
2016	5	25	88.576,14	442.880,68
Σ	15	55	434.396,64	1.318.562,20
n (data)	5	5	5,00	5,00
Average	3	11	86.879,33	263.712,44

Perhitungan :

$$a = \bar{y} = 86.879,33$$

$$b = \frac{\sum(\bar{x} - x) - (\bar{y} - y)}{\sum(\bar{x} - x)^2} = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}$$

$$b = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} = \frac{\left\{ 1.318.562,20 - \frac{(15)(434.396,64)}{5} \right\}}{\left\{ 55 - \frac{(15)^2}{5} \right\}}$$

$$b = \frac{\{1.318.562,20 - 1.303.189,932\}}{\{55 - 45\}} = \frac{15.372,27}{10} = 1.537,227$$

Maka diperoleh persamaan,

$$y = a + b (x - \bar{x})$$

$$y = 86879328.8 + 1537.227 (x - 3)$$

$$y = 82.267,65 + 1537,227x$$

Berdasarkan persamaan di atas dapat dibuat proyeksi konsumsi natrium bikarbonat pada tahun mendatang dengan mengubah x sebagai periode tahun yang ingin ditentukan, Misal : Untuk menghitung konsumsi natrium bikarbonat pada tahun 2017 ($x = 10$) adalah sebagai berikut :

$$y = 86879328.8 + 1537.227 (x - 3)$$

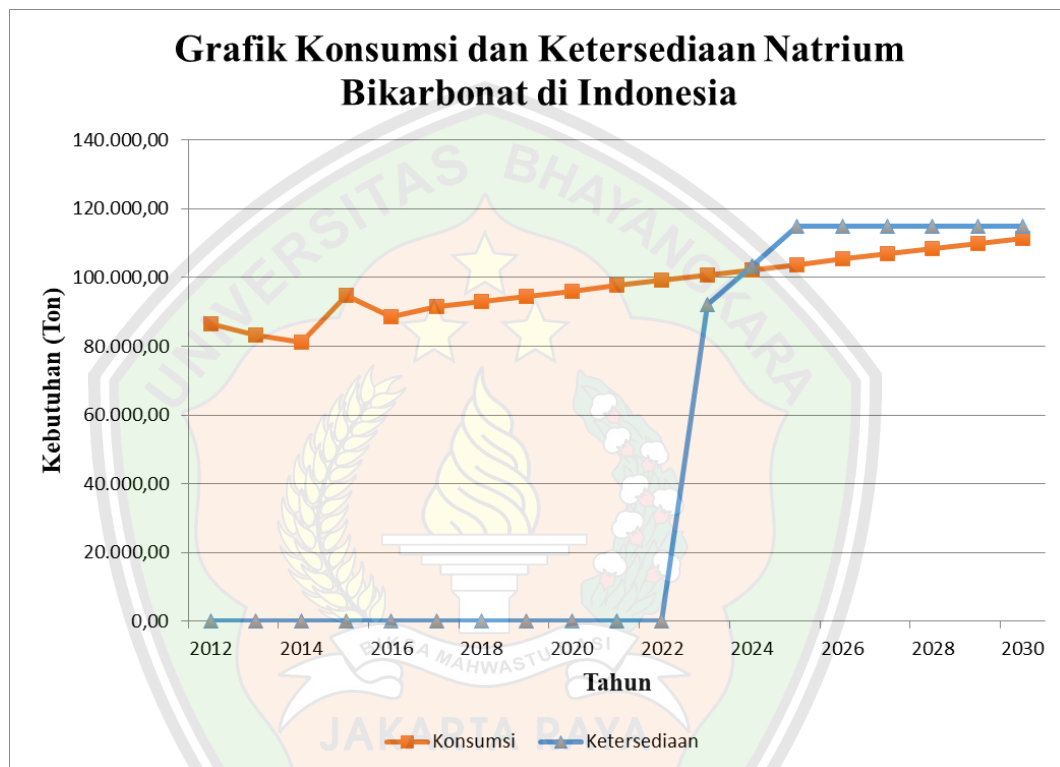
$$y = 82.267,65 + 1537,227(6) = 77655,97$$

Dengan cara yang sama jumlah konsumsi natrium bikarbonat di Indonesia pada tahun 2017 – 2030 dapat diproyeksikan pada Tabel 1.2 di bawah ini.

Tabel 1.2 Proyeksi Konsumsi Natrium Bikarbonat di Indonesia

Tahun	Periode Tahun (X)	Konsumsi dalam Ton/tahun (Y)
2017	6	91.491,01
2018	7	93.028,24
2019	8	94.565,46
2020	9	96.102,69
2021	10	97.639,92
2022	11	99.177,14
2023	12	100.714,37
2024	13	102.251,60
2025	14	103.788,83
2026	15	105.326,05
2027	16	106.863,28
2028	17	108.400,51
2029	18	109.937,73
2030	19	111.474,96

Tabel diatas dapat di tuangkan kedalam grafik untuk melihat perbandingan atau dampak dari di bangunnya pabrik natrium bikarbonat ini. Grafik 1.1 akan menggambarkan bahwa dengan dibangunnya pabrik natrium bikarbonat dengan kapasitas 115.000 ton / tahun maka akan memenuhi kebutuhan dalam negri bahkan mampu melakukan ekspor guna membantu menaikkan devisa negara.



Gambar 1.4 Grafik Konsumsi dan Ketersediaan Natrium Bikarbonat di Indonesia

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, jika ingin didirikan pabrik natrium bikarbonat di Indonesia yang berproduksi optimal pada 2025, maka kapasitas produksi minimal pabrik ini adalah 103.788,83 ton/tahun maka dibulatkan menjadi 115.000 ton / tahun.

1.4 Penentuan Lokasi Pabrik

1.4.1 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan natrium bicarbonat ini adalah natrium karbonat, karbon dioksida dan air. Untuk sampai saat ini natrium karbonat masih impor dari Cina yaitu PT. Dalian Chem. Ind. Corp. Liaoning. Sedangkan untuk gas CO₂ sumbernya diperoleh dari PT. AGI (Aneka Gas Industri) yang terletak di Surabaya, Jawa Timur.

Tabel 1.3 Pabrik Natrium karbonat di dunia dan jumlah kapasitas (ton/th)

No	Pabrik	Negara	Kapasitas
1	FMC Wyoming Corp.	Amerika Serikat	4.850.000
2	Solvay Chemicals, Inc	Amerika Serikat	3.800.000
3	OCI Chemical Corp	Amerika Serikat	3.100.000
4	General Che. Corp.	Amerika Serikat	2.800.000
5	Searles valley Minerals, Inc	Amerika Serikat	1.450.000
6	Penrica Sod. Carbonat Prod. PT, Ltd	Australia	400.000
7	Nacional De Alcanis CAN	Brazil	800.000
9	Dalian Chem. Ind. Corp. Liaoning	China	14.210.000
10	Tata Chemical, Ltd, Mithapur	India	875.000
11	Gujarat Heavy Chemicals, Ltd	India	525.000
12	Asahi Glass.co., Ltd	Jepang	400.000
13	Magadi Soda, Co.	Kenya	360.000
14	Industrial Del Ateati SA	Mexico	290.000
15	ICI Pkistan Ltd	Pakistan	225.000
16	SC Bega Upsom	Rumania	200.000

(Sumber: Mc-Ketta Vol 51, 1978 & USGS Minerals Yearbook 2005)

1.4.2 Sarana Transportasi

Sarana transportasi sangat penting dalam proses penyediaan bahan baku serta pemasaran produk, untuk itu pemilihan lokasi pabrik yang dekat dengan penyedia bahan baku gas CO₂ serta untuk pemasaran dan penerimaan bahan baku dapat dilakukan di Pelabuhan Tanjung Perak yang dekat dengan lokasi pabrik. Selain itu lokasi ini juga dekat dengan sarana dan prasarana transportasi kawasan bandara Ir. Juanda dan sarana pengangkutan dengan kereta api maupun jalan raya.

1.4.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik sangat dipengaruhi dengan kegiatan industri yang akan dijalani, hal ini berkaitan dengan kegiatan fabrikasi, produksi dan distribusi. Perencanaan penentuan lokasi pabrik yang baik akan dapat menekan biaya produksi dan distribusi. Dapat dikatakan bahwa tujuan utama dalam menentukan lokasi pabrik yaitu untuk mendapatkan keuntungan seoptimal mungkin.



Gambar 1.5 Google Maps Lokasi Pabrik 2018

Gambar diatas merupakan suatu pemikiran mengenai lokasi dimana suatu pabrik akan didirikan. Maka pabrik natrium bikarbonat akan didirikan di Surabaya, Jawa Timur.

1.4.4 Sumber Daya Manusia

- Ketersediaan tenaga kerja yang terampil diperlukan untuk menjalankan mesin-mesin produksi dan juga bagian pemasaran serta administrasi. Tenaga kerja dapat direkrut dari daerah Jakarta, Jawa Barat maupun tempat sekitar lokasi pabrik.
- Sesuai dengan kebijaksanaan pengembangan industri, pemerintah telah menetapkan daerah Surabaya sebagai kawasan industri yang terbuka bagi investor asing. Pemerintah sebagai fasilitator telah memberikan kemudahan-kemudahan dalam perizinan pembangunan, pajak, serta lain sebagainya yang bersangkutan dengan pendirian pabrik.
- Dengan keadaan masyarakat yang akomodatif terhadap perkembangan industri dan tersedianya fasilitas umum untuk hidup dalam bermasyarakat, maka lokasi Surabaya dirasa tepat untuk mendirikan pabrik natrium bikarbonat.

1.5 Uraian Proses

1.5.1 Proses Persiapan Bahan Baku

Persiapan bahan baku pembuatan natrium bikarbonat dimulai dari pencampuran Na_2CO_3 fasa padat pada suhu 30°C dengan tekanan 1 atm yang diumpankan ke *mixer* dengan menggunakan *belt coveyor-01* dan dicampur dengan air menggunakan pompa-01 dari tangki-01 pada suhu 30°C . Didalam *mixer* terjadi pengadukan sampai membentuk larutan jenuh Na_2CO_3 .

1.5.2 Tahap Reaksi Pembentukan Natrium Bikarbonat

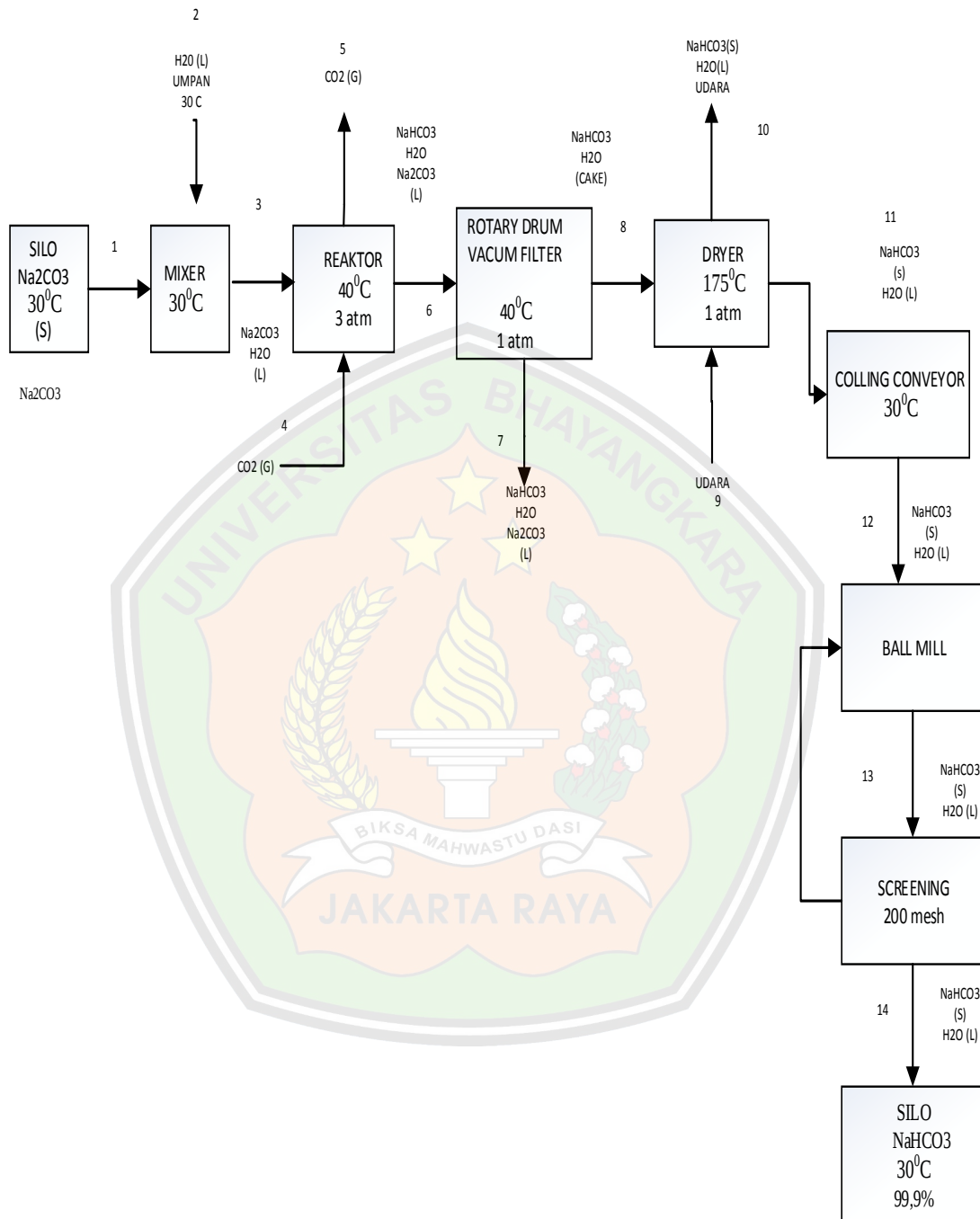
Umpan dari mixer-01 di alirkan dengan pompa-02 menuju reaktor, reaktor yang digunakan adalah jenis reaktor gelembung (*bubble*), dimana gas CO_2 diumpankan dari bagian bawah reaktor pada tekanan 3,42 atm dan suhu 40°C , gas CO_2 berjalan melewati ekspander (E-01) serta dipanaskan dengan menggunakan *heat exchanger* (HE-01). Didalam reaktor gelembung terjadi reaksi antara larutan Na_2CO_3 dan gas CO_2 membentuk NaHCO_3 . Reaksi berlangsung secara eksotermis, sehingga diperlukan pendingin agar suhu tetap terjaga 40°C . Pendingin yang masuk menggunakan air yang berasal dari *cooling tower* suhu yang masuk adalah 30°C

dan keluar pada suhu 35°C. Untuk menjaga tekanan pada reaktor agar tetap 3 atm, maka reaktor selain dilengkapi dengan ekspander, dilengkapi juga dengan *exhaust valve* yang akan membuang sisa gas CO₂ ke atmosfer. Produk yang diperoleh adalah natrium bikarbonat.

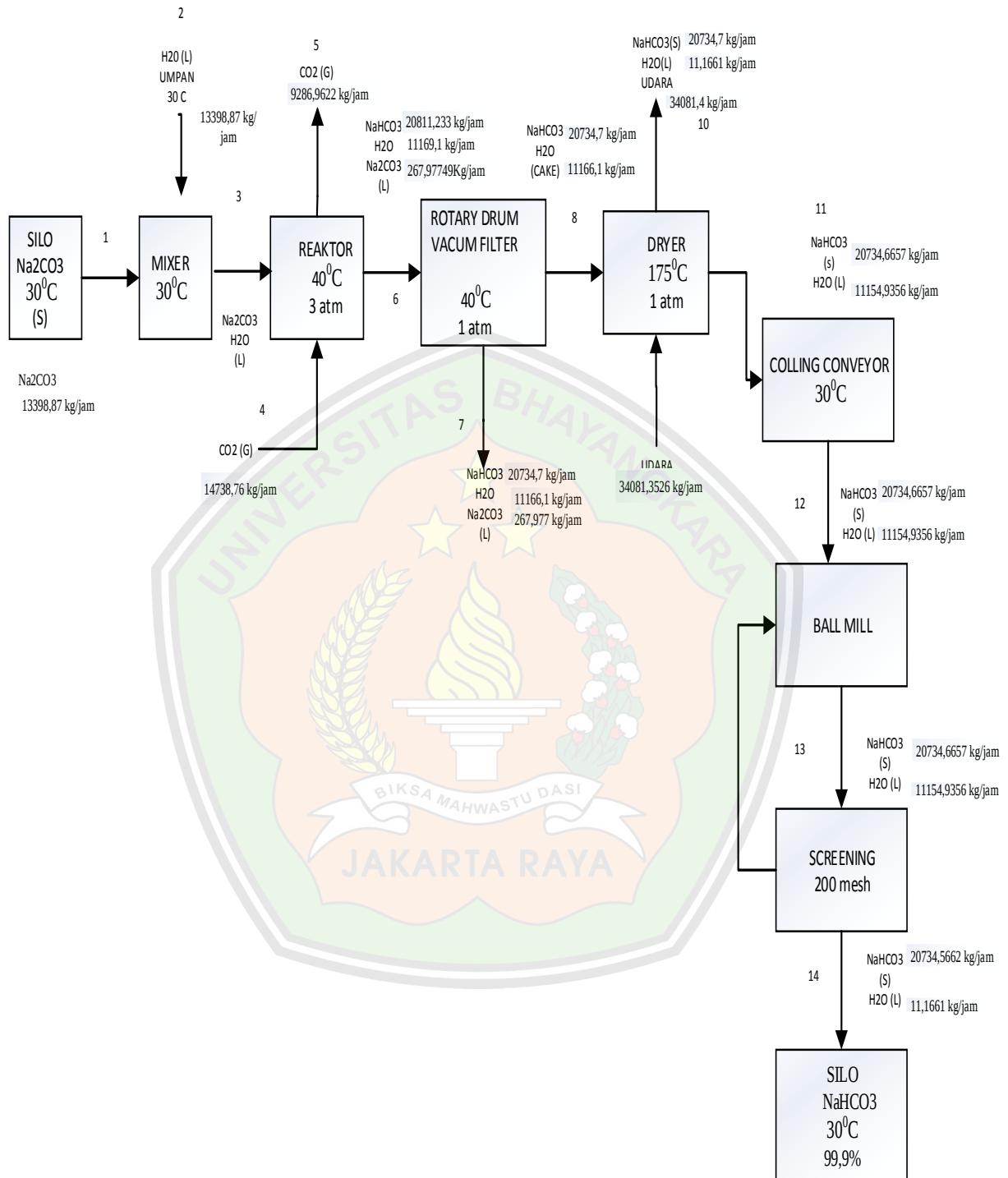
1.5.3 Tahap Pemurnian Produk

Hasil keluaran reaktor dibawa menuju *rotary drum vacuum filter* (RF-01) untuk memisahkan produk dari filtratnya dengan menggunakan pompa-03. Filtrat yang terbentuk akan diproses di pemurnian limbah. Hasil yang terbentuk berupa *cake*. *Cake* keluaran filter diangkut menggunakan *screw conveyor* (SC) menuju *rotary dryer* (RD-01) untuk dikeringkan. Di *rotary dryer* terdapat udara panas yang diperoleh dari lingkungan dengan bantuan blower yang sudah terkandung udara panas sebesar 175°C. Hasil keluaran *dryer* masuk menuju mesin *ball mill* agar produk menjadi lebih halus dengan menggunakan *cooling conveyor* (CC-01). Setelah dilakukan penghalusan, produk dibawa ke mesin *screen* untuk dilakukan pengayakan, penyeragaman serta penyaringan produk dengan ukuran pengayakan sebesar 200 mesh, sehingga didapatkan produk dengan ukuran 70 µ. Hasil keluaran *screen* yang belum lolos menuju penampungan produk akan di *recycle* lagi di dalam *ball mill* menggunakan *belt conveyor*. Produk jadi langsung dibawa menuju silo NaHCO₃. NaHCO₃ yang terbentuk memiliki kemurnian sebesar 99,9%.

1.5.4 Diagram Alir Kualitatif



1.5.5 Diagram Alir Kuantitatif



1.6 Spesifikasi Bahan Baku

1.6.1 Bahan Baku

a. Natrium Karbonat (Na_2CO_3)

Natrium Karbonat adalah garam natrium netral dari asam karbonat yang memiliki sifat higroskopis serta bahan baku yang paling penting digunakan dalam industri kimiadan telah dikenal oleh manusia dari zaman kuno. Produksi natrium karbonat dalam jumlah yang besar dilakukan setelah ditemukannya pengembangan proses baru oleh *Lablanc* pada tahun 1742 sampai 1806 (Rima, dkk, 2010). Natrium karbonat adalah garam yang mudah larut dalam air, memiliki rasa yang pahit serta membentuk larutan alkali yang kuat. Pengaplikasian natrium karbonat dalam kehidupan sehari-hari biasanya digunakan untuk menetralkan efek korosi dari klorin pada kolam renang, pembuatan sabun serta digunakan sebagai larutan elektrolit.

Sifat fisik dan kimia natrium karbonat (sumber : BPOM)

- Rumus molekul : Na_2CO_3
- Wujud : padat, serbuk kristal dan granul
- Warna : putih, tidak berbau
- Berat molekul : 105,99 g/mol
- Titi lebur : $563,8^\circ\text{F}$ (851°C)
- Berat jenis : 2,532 (air = 1)
- Kelarutan : 45,5 g/100 ml air @ 100°C (212°F) larut dalam air panas dan gliserol, larut dalam sebagian air dingin, tidak larut dalam aseton dan alkohol
- Identifikasi bahaya : berbahaya jika terhirup, dapat menyebabkan iritasi pada mata dan kulit serta saluran pernafasan

b. Karbon Dioksida (CO₂)

Sifat fisik CO₂ (Perry, 1997)

- Berat molekul : 44,01 g/mol
- Densitas : 1,98 x 10⁻³ gram/ml (pada 1 atm dan 0°C)
- Titik leleh : -55,6°C (pada tekanan 5,2 atm)
- Titik didih : -78,5°C
- Warna : gas cair, tidak berbau, tidak mudah terbakar dan sedikit asam

<http://www.airproducts.co.id>

Sifat kimia CO₂

Karbon dioksida bereaksi dengan natrium hidroksida membentuk natrium karbonat.



1.6.2 Bahan Pembantu

a. Air (H₂O)

Air merupakan sesuatu hal yang unik, ia berada di mana-mana dan mendominasi komponen-komponen dalam kehidupan. Sifat dan ciri khasnya memiliki filosofi yang menarik perhatian naturalis dan ilmuan pada jaman dahulu. Bahkan sampai sekarang pun air masih mengikat perhatian para ilmuan karena sifatnya yang sulit dipahami walaupun sudah diteliti selama bertahun-tahu. Ini terutama karena air bersifat anomali dalam banyak sifat fisik dan kimia. Beberapa sifat unik air secara harfiah penting untuk kehidupan, sementara yang lain memiliki efek mendalam pada ukuran dan bentuk organisme hidup, bagaimana mereka bekerja, dan batas fisik atau batasan yang harus mereka operasikan (Sharp, 2000).

Sifat fisik dan sifat kimia air :

- Air tidak memiliki rasa, tidak berbau, berfasa cair pada suhu dan tekanan standar. Warna air dan es, pada dasarnya berwarna sedikit biru, meskipun air muncul berwarna dalam jumlah kecil. Es juga tidak berwarna, dan uap air pada dasarnya tak terlihat dengan kasap mata layaknya gas di udara.
- Air transparan, sehingga tanaman air dapat hidup di dalamnya karena sinar matahari dapat menjangkau mereka. Hanya sinar UV yang kuat akan sedikit diserap oleh air.
- Karena molekul air tidak linear dan atom oksigen memiliki elektronegativitas yang lebih tinggi daripada atom hidrogen, ia membawa muatan negatif sedikit, sedangkan atom hidrogen sedikit positif. Akibatnya, air adalah molekul polar dengan momen dipol listrik. Air juga dapat membentuk ikatan hidrogen intermolekuler yang luar biasa dalam jumlah besar (empat) untuk molekul dengan ukurannya. Faktor-faktor ini menyebabkan kekuatan menarik yang kuat antara molekul air, sehingga menimbulkan tegangan permukaan air yang tinggi dan kekuatan kapiler. Aksi kapiler mengacu pada kecenderungan air untuk naik ke tabung sempit melawan gaya gravitasi. Properti ini diandalkan oleh semua tanaman vaskular, seperti pohon.
- Air adalah pelarut yang baik dan sering disebut sebagai pelarut universal. Zat yang larut dalam air, misalnya, garam, gula, asam, alkali, dan beberapa gas - terutama oksigen, karbon dioksida (karbonasi) dikenal sebagai zat hidrofilik (zat pencinta air), sementara zat yang tidak bercampur dengan air (misalnya, lemak dan minyak), dikenal sebagai zat hidrofobik (takut akan air).
- Semua komponen utama dalam sel (protein, DNA dan polisakarida) juga larut dalam air.
- Air murni memiliki konduktivitas listrik yang rendah, tetapi ini meningkat secara signifikan dengan pembubaran sejumlah kecil bahan ionik seperti natrium klorida.

- Titik didih air (dan semua cairan lainnya) tergantung pada tekanan barometer. Misalnya, di atas *Mt. Everest water* mendidih pada 68 ° C (154 ° F), dibandingkan dengan 100 ° C (212 ° F) di permukaan laut. Sebaliknya, air yang berada jauh di samudera dekat ventilasi geotermal dapat mencapai suhu ratusan derajat dan tetap cair.
- Air memiliki kapasitas panas spesifik molar tertinggi kedua dari substansi yang diketahui, setelah amonia, serta panas penguapan yang tinggi (40,65 kJ · mol⁻¹), keduanya merupakan hasil dari ikatan hidrogen yang luas antara molekulnya. Dua sifat yang tidak biasa ini memungkinkan air untuk memoderasi iklim Bumi dengan menyangga fluktuasi besar dalam suhu

Tabel 1.4 Sifat Fisik Air dalam Fasa Cair dan Padat

Sifat	Nilai
Berat molekul,	18,02 g/mol
Titik Lebur (101,3 kPa)	0 °C
Titik Didih (101,3 kPa)	100 °C
Temperatur Kritis	647,096 K
Tekanan Kritis	22,604 MPa
Densitas	1000 g/mL
Viskositas (cair jenuh)	0,413 + (-0,0047)T cP

sumber: Perry's Hand Book

1.6.3 Spesifikasi Produk

a. Natrium Bikarbonat (NaHCO_3)

Sifat fisik NaHCO_3 : (sumber : prarancangan pabrik biskuit marie 1-3)

- Berat molekul : 84,007 g/mol
- Bentuk : serbuk
- Warna : putih
- Kemurnian : 99%
- Titik leleh : 60°C
- pH : 8,3
- Kelarutan : 7,8 g/100 g air pada suhu 18°C
- Bau : tidak berbau

Karakteristik NaHCO_3 :

- Memiliki titik lebur yang tinggi
- Merupakan senyawa ionik dengan ikatan yang kuat
- Dalam bentuk leburan atau larutan dapat menghantarkan listrik