

PRARANCANGAN PABRIK SODIUM BIKARBONAT MENGUNAKAN METODE KARBONASI DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 2.700 TON/ TAHUN

Michael Jordan Islami, Mohammad Nor, Marcellino Farhan Adha Maulana,
Istiqomah Rahmawati, Boy Arief Fachri

S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember
Jl. Kalimantan Tegalboto No. 37, Krajan Timur, Kecamatan Sumbersari,
Kabupaten Jember, Jawa Timur 68121
Email: 181910401033@mail.unej.ac.id

Abstrak

Produksi sodium bikarbonat dunia pada tahun 2018 mencapai 2.800.000 ton. Menurut data dari Badan Pusat Statistik, rata-rata Indonesia mengimpor 87.153,01 ton sodium bikarbonat setiap tahunnya. Sementara di Indonesia sendiri belum memiliki pabrik yang memproduksi sodium bikarbonat. Selama ini sodium bikarbonat hanya diimpor dari luar negeri saja. Hal ini menjadi kesempatan yang cukup berpotensi untuk mendirikan pabrik sodium bikarbonat, dimana hal ini dapat mengurangi impor bahan tersebut juga dapat menambah devisa negara jika diekspor. Karbonasi merupakan metode yang akan digunakan dalam produksi sodium bikarbonat pada pabrik ini. Penggunaan metode karbonasi memiliki banyak keunggulan diantaranya adalah produk yang dihasilkan memiliki tingkat kemurnian yang tinggi yaitu sebesar 99,30%, proses ini memiliki tingkat nilai konversi yang tinggi, tidak menghasilkan hasil samping yang berbahaya bagi lingkungan dan sedikit menghasilkan limbah. Pabrik ini dirancang dengan kapasitas produksi 2.700 ton/tahun. Pabrik ini beroperasi selama 330 hari/tahun. Bahan yang dibutuhkan yaitu Na_2CO_3 sebanyak 1.826,32 ton/tahun, H_2O sebanyak 2.739,48 ton/tahun, dan CO_2 sebanyak 1,31 ton/tahun. Proses pembuatan sodium bikarbonat meliputi persiapan bahan baku, proses mixing (pencampuran), proses karbonatasi dan proses pemurnian. Kondisi operasi pada proses karbonasi berjalan pada tekanan 3 atm dengan suhu 40°C . Pabrik ini akan beroperasi di wilayah kawasan industri JIPE (Java Integrated Industrial and Port Estate) Gresik, Jawa Timur dengan perkiraan mulai beroperasi pada tahun 2025. Berdasarkan hasil evaluasi analisis ekonomi, dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik sodium bikarbonat dengan berkapasitas 2.700 ton/tahun layak didirikan dengan rincian Pay Out Time (POT) 4,4 tahun Rate of Return (ROR) 19,04%, serta Break Even Point (BEP) sebesar 43,12%.

Kata Kunci: Sodium Bikarbonat, Metode Karbonasi, Sodium Karbonat

1. Pendahuluan

Sodium bikarbonat merupakan bubuk kristal putih (NaHCO_3) dan juga dikenal sebagai *baking soda*, *soda bikarbonat*, *sodium hidrogen karbonat*, atau *asam sodium karbonat* (Connelly, et al., 2005). Hal ini dikategorikan sebagai garam asam, dibuat dengan menggabungkan asam karbonat dan sodium hidroksida. Sodium bikarbonat (NaHCO_3) merupakan bahan kimia yang berbentuk serbuk putih yang digunakan sebagai *alkalizing agent* dan *effervescent agent* yang sangat baik untuk penyakit kulit wajah dalam industri kosmetik, digunakan sebagai kandungan obat untuk menurunkan asam lambung dalam industri farmasi (Willey, 2020), sebagai *baking soda* dalam industri makanan, dan berbagai industri lain seperti karet, plastik, produk pencuci, dan proses tekstil. Sodium bikarbonat dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam industri makanan (roti dan biskuit) (Migala, 2018).

Produksi sodium bikarbonat dunia pada tahun 2018 mencapai 2.800.000 ton (Survey Mineral Year Book, 2019). Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS, 2021), rata-rata Indonesia mengimpor 87.153,01 ton sodium bikarbonat setiap tahunnya. Sementara di Indonesia sendiri belum memiliki pabrik yang memproduksi sodium bikarbonat. Selama ini sodium bikarbonat hanya diimpor dari luar negeri saja. Hal ini menjadi kesempatan yang cukup berpotensi untuk mendirikan pabrik sodium bikarbonat, dimana hal ini dapat mengurangi impor bahan tersebut juga dapat menambah devisa negara jika diekspor (Nyamiati, 2019).

Sodium bikarbonat sangat berpotensi dikembangkan di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan menutupi impor sodium bikarbonat. Pendirian pabrik sodium bikarbonat di Indonesia selain untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri juga akan diproyeksikan untuk ekspor. Didirikannya pabrik sodium



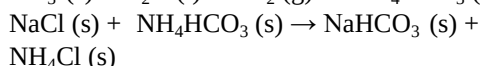
bikarbonat ini diharapkan mampu memberikan keuntungan seperti; mengurangi ketergantungan impor, membantu pemenuhan bahan baku bagi pabrik-pabrik di Indonesia yang menggunakan bahan baku sodium bikarbonat, dan membuka lapangan kerja baru bagi penduduk sekitar pabrik sehingga menurunkan angka pengangguran. Dengan berbagai peluang besar tersebut maka dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik sodium bikarbonat di Indonesia akan memiliki peluang investasi yang menguntungkan.

2. Pemilihan dan Uraian Proses

Dalam pembuatan sodium bikarbonat didasarkan beberapa proses penting, antara lain:

a) Proses Solvay

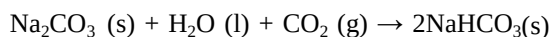
Proses amonium-soda sering juga disebut proses *solvay*. Merupakan salah satu metode dalam pembuatan industri alkali sodium bikarbonat (*sodium bicarbonate*). Dalam proses ini, sodium bikarbonat akan dihasilkan dari mereaksikan ammonia, karbon dioksida dengan air. Proses *solvay* merupakan proses yang paling tua dan bahkan masih digunakan dalam pembuatan sodium bikarbonat. Dalam proses ini, air laut atau air garam disempatkan dari atas menara, sedangkan ammonia dan karbon dioksida dialirkan melalui bawah menara. Menara yang biasa dipakai adalah menara *perforated plates* dan *rotary blades*. Selama reaksi berlangsung, produk yang dihasilkan yaitu sodium bikarbonat akan mengalir kearah samping menara, *rotary scrubber* atau *blades* bergerak kearah samping menara, dengan reaksi sebagai berikut:



Dalam proses ini dihasilkan hasil samping berupa amonium klorida kemudian dimurnikan dengan cara sublimasi (Wiberg, 2001).

b) Proses Karbonasi

Proses ini merupakan proses pembuatan sodium bikarbonat yang terbuat dari larutan sodium karbonat yang direaksikan dengan gas karbon dioksida secara berlawanan arah didalam suatu reaktor pada suhu 40°C. Suspensi sodium bikarbonat yang terbentuk kemudian akan dikeluarkan dari dasar menara dan disaring oleh suatu filter penyaring putar. Ampas atau *cake* saringan kemudian dikeringkan dengan menggunakan *rotary dryer*. Sodium karbonat yang terkonversi sebesar 98%. Sodium bikarbonat yang dibuat dengan cara ini mempunyai kemurnian sebesar 99,30%. Reaksi pembuatannya adalah sebagai berikut:



Proses ini tidak menghasilkan hasil samping, dan hampir tidak ada limbah yang dihasilkan. Proses ini dikenal sebagai teknologi ramah lingkungan (Yoshi, 2022).

Dengan membandingkan kedua proses pembuatan sodium bikarbonat yang telah diuraikan diatas. Maka dalam perancangan ini, proses yang dipilih adalah proses karbonasi. Pemilihan proses ini didasarkan pada beberapa kelebihan yang dimiliki proses ini dibandingkan dengan proses yang ada, antara lain adalah:

- Produk yang dihasilkan memiliki tingkat kemurnian yang tinggi yaitu sebesar 99,30%.
- Proses memiliki tingkat nilai konversi yang tinggi.
- Tidak menghasilkan hasil samping yang berbahaya bagi lingkungan dan sedikit menghasilkan limbah.

Uraian proses produksi sodium bikarbonat adalah sebagai berikut:

1. Proses Pencampuran (*Mixing*)

Pembuatan sodium bikarbonat dengan proses karbonasi ini menggunakan bahan baku sodium karbonat (Na_2CO_3) 99,80% fase padat. Sodium karbonat tersebut diumpankan ke dalam *mixer* (M-110) bersamaan dengan air supaya menjadi larutan sodium karbonat (Na_2CO_3). Sodium karbonat diumpankan dari silo (S-101) pada suhu 30°C menggunakan *belt conveyor* (J-112) sedangkan untuk air diumpankan dari tangki penyimpanan (F-113) pada suhu 40 °C tekanan 1 atm dengan menggunakan pompa (L-114). Air yang digunakan sebelumnya telah dilewatkan *heater* (E-103) sebelum dimasukkan ke *mixer* (M-110) untuk menaikkan suhu air dari 30°C menjadi 40°C.

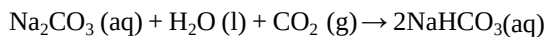
2. Proses Karbonasi

Setelah larutan sodium karbonat jenuh terbentuk di dalam *mixer* (M-110), selanjutnya larutan tersebut diumpankan ke dalam reaktor (R-210) melalui bagian atas reaktor dengan bantuan pompa (L-116). Reaktor yang digunakan adalah jenis reaktor gelembung (*bubble column reactor*) dengan suhu operasi 40 °C dan tekanan 3 atm. Di dalam reaktor ini, larutan sodium karbonat dikontakkan dengan gas karbon dioksida (CO_2). Gas CO_2 diumpankan dari tangki penyimpanan (F-211) pada tekanan 3,42 atm dan suhu 40 °C melalui bagian bawah reaktor.

Dimana sebelum gas CO_2 diumpankan ke dalam reaktor, gas tersebut sebelumnya dilewatkan *control valve* (K-212) yang bertujuan untuk menurunkan tekanan gas sebelum masuk reaktor,



kemudian setelah itu, gas CO_2 dipanaskan dengan *heater* (E-213). Di dalam reaktor gelembung ini, larutan sodium karbonat (Na_2CO_3) akan bereaksi dengan gas karbon dioksida (CO_2) membentuk senyawa sodium bikarbonat (NaHCO_3). Dengan konversi reaksi 98% dan reaksi sebagai berikut:



Reaksi tersebut berlangsung secara eksotermis sehingga diperlukan pendingin yang berupa *coil* pendingin agar suhu di dalam reaktor tetap stabil. Pendingin *coil* yang digunakan menggunakan air sebagai media pendingin, dimana air yang masuk pada suhu 30°C dan keluar pada suhu 48°C . Untuk menjaga tekanan di dalam reaktor tetap 3 atm, reaktor dilengkapi dengan *exhaust valve* dibagian atas reaktor yang berfungsi membuang gas CO_2 sisa ke atmosfer. Produk keluaran dari reaktor ini berupa sodium bikarbonat (NaHCO_3) yang berbentuk *slurry* bersuhu 40°C yang masih mengandung sisa reaktan sodium karbonat (Na_2CO_3) dan air. Oleh karena itu diperlukan proses lanjutan guna menghilangkan sisa reaktan tersebut di dalam produk.

3. Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk

Produk reaktor yang masih berupa *slurry* suhu 40°C kemudian diumpankan ke dalam *rotary drum vacuum filter* (H-310). *Rotary filter* ini berfungsi untuk memisahkan produk sodium bikarbonat (NaHCO_3) dari filtratnya dan diopersikan secara kontinyu. Dalam proses ini, produk keluaran *rotary filter* terbagi menjadi 2 jenis, yaitu filtrat dan *cake*. Cairan filtrat keluaran *rotary filter* yang masih mengandung sedikit produk kemudian dipompakan ke Unit Pengolah Limbah (UPL) dengan menggunakan pompa (L-312). *Cake* yang terbentuk dari proses ini mengandung air dengan kadar 4% berat *cake*, yang kemudian dikeringkan di dalam *rotary dryer* (H-320) dengan menggunakan udara panas pada suhu 115°C dan tekanan 1 atm agar kadar airnya berkurang sehingga *cake* menjadi serbuk padatan.

Udara yang digunakan pada *dryer* diperoleh dari lingkungan dengan bantuan *Fan* dan dipanaskan dalam *heater* (E-322) hingga suhunya mencapai 115°C dengan bantuan *steam* pemanas (*saturated steam*). Debu NaHCO_3 yang terbawa keluar udara ditangkap kembali dengan *cyclone* (H-324) sekitar 90% berat dan bersama hasil keluaran *rotary dryer* (H-320) diangkut dengan *belt conveyor* (J-323). Sodium bikarbonat yang terbentuk saat itu masih berbentuk butiran yang tidak seragam, maka dari itu dilanjutkan ke alat *size reduction*, yaitu *ball mill* (C-330). Setelah itu menuju ke *vibrating screen*

(H-331) untuk mendapatkan produk sodium bikarbonat yang seragam yaitu berukuran 100 *mesh*. Produk sodium bikarbonat yang *oversize* dikembalikan lagi ke *ball mill* untuk di-*size reduction*. Produk keluaran *vibrating screen* ditampung ke dalam gudang produk (F-333).

3. Neraca Massa dan Neraca Energi

A. Neraca Massa

Pada pra rancangan pabrik sodium bikarbonat menggunakan metode karbonasi dengan kapasitas produksi 2.700 ton/ tahun ini membutuhkan bahan baku yaitu Na_2CO_3 sebanyak 1.826,32 ton/tahun, H_2O sebanyak 2.739,48 ton/tahun, dan CO_2 sebanyak 1,31 ton/tahun yang beroperasi dengan waktu operasi 330 hari/tahun.

B. Neraca Energi

Pada rancangan pabrik pembuatan sodium bikarbonat dengan proses karbonasi dengan kapasitas produksi 2.700 ton/tahun ini membutuhkan energi yang diperoleh dari *steam* sebesar 57,03 kg/jam, listrik sebesar 95,92 kWh, *chilled water* sebesar 62.262,66 kg/jam, dan air umpan *boiler* sebesar 57,03 kg/jam.

4. Evaluasi Ekonomi

Berdasarkan analisa ekonomi yang telah diperhitungkan pabrik sodium bikarbonat dengan kapasitas 2.700 ton/tahun, dibutuhkan biaya produksi sebesar Rp 66.889.078.122 dengan *total capital investment* sebesar Rp 228.901.204.825. Rancangan pabrik kristal *patchouli alcohol* memiliki *Rate of Return* (ROR) sebesar 19,02% per tahun, *Pay Out Time* (POT) 4,44 tahun, dan *Break Even Point* (BEP) sebesar 43,10%.

5. Kesimpulan

Rancangan pabrik pembuatan sodium bikarbonat dengan kapasitas 2.700 ton/tahun dengan proses karbonasi ini membutuhkan bahan baku yaitu Na_2CO_3 sebanyak 1.826,32 ton/tahun, H_2O sebanyak 2.739,48 ton/tahun, dan CO_2 sebanyak 1,31 ton/tahun, dengan jumlah karyawan yang dibutuhkan sebanyak 131 orang. Rancangan pabrik ini memiliki laju pengembalian modal (ROR) sebesar 19,02% per tahun, waktu pengembalian modal (POT) selama 4,44 tahun, dengan titikimpas (BEP) sebesar 43,10%. Pabrik akan beroperasi di wilayah kawasan industri JIPE (Java Integrated Industrial and Port Estate) Gresik, Jawa Timur.





Daftar Pustaka

- BPS. 2021. *Gresik Dalam Angka*. BPS: Kabupaten Gresik.
- Connelly, et al. 2005. *Nomenclature of Inorganic Chemistry: IUPAC Recommendations*. Cambridge: RSC Publishing.
- Migala, J. 2018. *All About Baking Soda: History, Surprising Uses, and What it Can and Can't Do for Your Health*. Everyday Health. New York: Everyday Health Group.
- Nyamiati, et al., 2019. *Pra-Desain Pabrik Pembuatan Natrium Bikarbonat dengan Menggunakan Proses Solvay*. JURNAL TEKNIK ITS Vol. 8 No.1 ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print). Surabaya: ITS. Wiberg,
- Egon., Wiberg, Nils. 2001. *Inorganic Chemistry*. Academic Press page 614. ISBN 0-12-352651-5.
- Wiley, F. 2020. *What is Sodium Bicarbonate*. Everyday Health. New York: Everyday Health Group.
- Yoshi, Henryck C. M. H. 2022. *Multi-criteria Assessment of Sodium Bicarbonate Optimized Production Through CO₂ Utilization Strategies*. Journal of Cleaner Production. Vol. 349. Science Direct.

