



BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

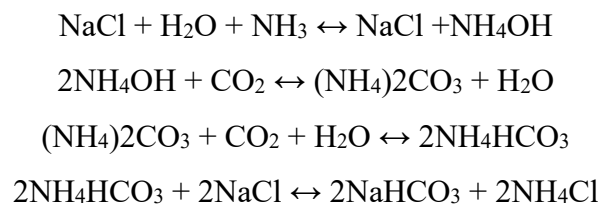
II.1 Jenis-Jenis Proses

Ada beberapa proses yang digunakan dalam produksi *Sodium Hydrogen Carbonate* yaitu:

- Proses Solvay
- Proses Le Blanc
- Proses Karbonasi.

II.1.1 Proses Solvay

Natrium bikarbonat (NaHCO_3) umumnya diproduksi melalui proses Solvay, yang terdiri dari reaksi antara air garam (natrium klorida), amonia (NH_3), dan karbon dioksida. Produksi natrium bikarbonat melalui proses Solvay memberikan hasil terbaik dalam hal pengembangan teknologi dan biaya ekonomi. Proses Solvay awalnya dikembangkan untuk produksi natrium bikarbonat, di mana larutan air garam pekat direaksikan dengan gas NH_3 dan karbondioksida untuk membentuk amonium bikarbonat yang larut, yang bereaksi dengan natrium klorida untuk membentuk endapan amonium klorida yang larut. Proses Solvay biasanya dilakukan dalam reaktor kolom gelembung dengan menggunakan dua tahap masukan gas (CO_2 dan NH_3). Reaktor kolom gelembung ini dapat menghasilkan natrium bikarbonat dengan kemurnian tinggi.



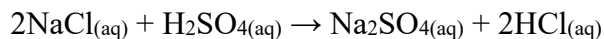
(Sudiby, 2022)



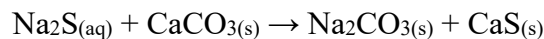
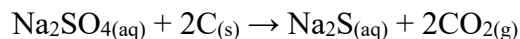
II.1.2 Proses Le Blanc

Proses Le Blanc merupakan proses tertua sebelum adanya proses solvay dan proses karbonasi / natural .Pada proses ini asam sulfat & garam dimasukkan ke dalam *salt cake furnace*.

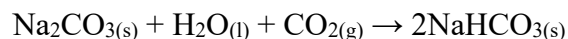
Reaksi yang terjadi dalam proses leblanc adalah sebagai berikut :



Pada awalnya gas HCl di buang ke udara, tetapi dengan adanya perkembangan industri ini, hal tersebut ternyata merupakan polusi yang membahayakan lingkungan , maka gas tersebut diabsorb dan didapatkan larutan HCl.Selanjutnya Na_2SO_4 direaksikan dengan limestone dan dimasukkan ke dalam reverbetory furnace, dikenal sebagai '*black ash furnace*'. Dalam furnace ini berlangsung reaksi sebagai berikut :



Produk berupa padatan berpori (black ash) ini dicuci dengan air pada temperatur rendah. Larutan yang dihasilkan banyak mengandung Na_2CO_3 , NaS, NaOH & banyak pengotor lainnya. Larutan tersebut kemudian dipancarkan ke menara secara counter current dengan gas dari "*black ash furnace*". Pada proses ini terjadi pemindahan sebagian hidrogen sulfide dan juga perubahan natrium hidroksida, aluminat, silikat dan sianat menjadi Na_2CO_3 . Larutan Na_2CO_3 yang terbentuk direaksikan dengan H_2O dan CO_2 didalam carbonating tower



Dari uraian reaksi – reaksi yang terjadi pada proses Leblanc, kita bisa menyimpulkan bahwa proses leblanc tidak ramah lingkungan karena menghasilkan limbah HCl dan CO_2 , selain itu proses leblanc lebih sulit penanganannya karena menggunakan suhu tinggi dengan produk samping yang kurang bisa dipisahkan dari

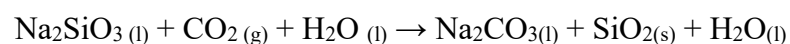


produk utama, sehingga produk akhir memiliki kadar pengotor (impurities) yang cukup tinggi sehingga tidak cocok sebagai baking soda untuk pembuatan makanan (Riski, 2010).

II.1.3 Proses Karbonasi

Produk sampingan dari reaksi natrium silikat (Na_2SiO_3) dengan karbon dioksida ini meliputi natrium karbonat yang mudah larut dalam air dan sebagian bersifat hidroskopis, dekstrosa, dekstrin, gula, urea, dan resin fenolik pada campuran pasir/silikat. Beberapa fenolik Bahan baku yang digunakan memiliki rasio Natrium silikat terhadap CO_2 yaitu 1:1,5. Dalam proses ini digunakan reaktor aliran pengaduk dengan suhu operasi 70°C dan tekanan 2 atm. Konversi dalam proses ini adalah 100%.

Meskipun inti pasir yang disiapkan melalui proses ini memiliki sejumlah kelemahan, banyak dari kelemahan ini telah dihilangkan atau dikurangi secara substansial melalui berbagai modifikasi proses dasar. Misalnya, inti pasir yang disiapkan melalui praktik sederhana proses CO_2 memiliki karakteristik kolapsabilitas yang buruk. Namun, karakteristik kolapsabilitas inti pasir tersebut dapat ditingkatkan secara substansial dengan menambahkan produk seperti molase, dekstrosa, dekstrin, gula, urea dan resin fenolik pada campuran pasir/silikat. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut

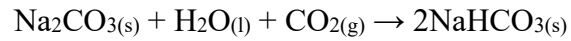


(Muller, 1969)

Sodium karbonat (*soda ash*) dimasukkan bersamaan dengan air ke dalam *rotary dissolver* untuk membuat larutan jenuh. Larutan tersebut, setelah mengendap dan dingin, dipompa ke atas menara karbonasi, yang mirip dengan menara yang digunakan dalam proses Solvay untuk memproduksi sodium karbonat. Karbondioksida disemprotkan ke bagian bawah menara (dengan suhu 40°C) dengan kompresor. Suspensi sodium bikarbonat yang terbentuk diambil dari bottom menara, disaring, dan dicuci pada *rotary drum filter*. Filtrat didaur ulang ke *rotary*



dissolver. Bubur filter yang telah dicuci, yang mengandung sekitar 8 persen uap air, dikeringkan pada *continuous belt conveyer* (tertutup dalam ruang pada suhu 70°C) atau dalam *vertical tube dryer*, dimana suhu udara panas dipertahankan pada 70 hingga 90°C. Dari *cyclone* pada pengering tabung, bikarbonat diangkut oleh *screw conveyor* ke tempat pengemasan. Reaksi yang terjadi adalah:



(Keyes, 1961)



II.2 Seleksi Proses

Perbandingan dari berbagai proses pembuatan Sodium Hidrogen Karbonat disajikan pada Tabel II.1 sebagai berikut:

Tabel II. 1 Tabel Perbandingan Berbagai Proses

No	Aspek	Proses Le blanc	Proses Solvay	Proses Karbonasi
1	Konversi	90.80%	95.7%	99.0%
2	Produk	NaCl (solid) & H ₂ SO ₄	NH ₃ , H ₂ O, CO ₂ dan NaCl	Na ₂ SiO ₃
3	Kondisi Operasi	95°C, pada 3 atm	70°C pada 4 atm	70°C pada 2 atm
4	Produk Samping	HCl, CO ₂ , CaS	NH ₄ Cl	SiO ₂

Berdasarkan tabel perbandingan masing masing dari tiga proses tersebut, maka diperoleh proses yang paling efektif adalah pembuatan Sodium Hidrogen Carbonate dari Sodium Karbonat yang berasal dari karbonasi *Water Glass* dan gas CO₂.



II.3 Uraian Proses

Pada pra desain pabrik sodium hydrogen karbonat dari *water glass* dengan proses karbonasi. Proses pra desain ini dibagi menjadi 4 tahap, yaitu :

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap reaksi
3. Tahap pemisahan
4. Tahap finishing

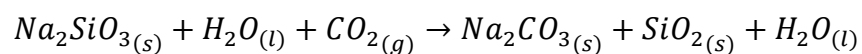
Berikut ini untuk uraian proses diatas :

1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan berupa *water glass* dari tangki penyimpanan (F-110) dimasukkan dalam *Mixer 1* (M-140) pada suhu 30°C dengan tekanan 1 atm untuk dilakukan proses pengenceran terhadap H₂O dengan perbandingan *water glass* dibanding H₂O adalah 1 : 3. Tujuan pengenceran ini untuk menghindari agglomerasi saat proses reaksi di dalam *reactor*. Setelah dilakukan pengenceran, *feed* akan dialirkan menuju *Cotinuuous Stirrer Tank Reactor 1* (R-210) menggunakan *pump* (L-141) yang memiliki tipe pompa sentrifugal dengan tekanan output 2 atm dan dinaikkan suhunya menggunakan *heater* (E-142) dari suhu 30 °C menjadi 70 °C.

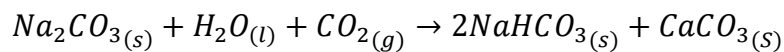
2. Tahap Reaksi

Setelah dipanaskan, *water glass* akan dimasukkan ke dalam *reactor* dengan tipe *Cotinuuous Stirrer Tank Reactor 1* (R-210) dimana *water glass* akan berkontak dengan gas CO₂ pada suhu 70°C dan tekanan 2 atm. Reaksi karbonasi *water glass* ini bersifat eksotermis sehingga dibutuhkan pengontrol suhu berupa jaket pendingin untuk menjaga suhu tetap di 70°C. Reaksi ini terjadi karena afinitas CO₂ yang tinggi terhadap Na₂O membentuk produk *Sodium Carbonate* (Na₂CO₃) sedangkan SiO₂ terpisah dan membentuk padatan-padatan Silikon Dioksida (SiO₂) dengan pH 8-9 (basa). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:





Produk yang keluar dari *Cotinuuous Stirrer Tank Reactor 1* berupa suspensi dengan suhu 70°C pada tekanan 1 atm dan gas karbondioksida *rejection* yang disimpan dalam CO₂ Storage (F-130). Suspensi masuk ke dalam *Rotary Drum Vacum Filter* (H-220) dengan menggunakan *pump* (L-211) bertipe *rotary pump*. Di dalam RDVF, larutan *Sodium Carbonate* dan padatan Silikon Dioksida dipisahkan dengan pencucian, Padatan Silikon Dioksida keluar menuju *screw conveyor* (J-221) lalu disimpan sebagai produk samping pada tangki produk Silikon Dioksida (F-230). Larutan Sodium Carbonate dipompa menggunakan *pump* (L-222) dengan tipe pompa sentrifugal masuk ke dalam *Mixer 2* (M-240) untuk ditambahkan zat aditif berupa powder limestone (CaCO₃) dengan komposisi 50 ppm. *Feed* yang keluar dari *Mixer 2* akan dipompa menggunakan *pump* (L-241) bertipe sentrifugal ke dalam *Cotinuuous Stirrer Tank Reactor 2* (R-260). Gas CO₂ diumpankan setelah dinaikkan dinaikkan suhunya menggunakan *heater* (E-261) menuju *Cotinuuous Stirrer Tank Reactor 2*. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Produk yang keluar dari *reactor* berupa padatan kristal *Sodium Hydrogen Carbonate* dan gas CO₂ akan keluar dari *reactor* menuju *Water Gas Treatment*

3. Tahap Pemisahan

Feed yang keluar dari *Bubble Coloum Reactor 2* berupa suspensi padatan kristal *Sodium Hydrogen Carbonate* akan diumpankan menuju *Rotary Drum Vacuum Filter* (H-310) dengan menggunakan *pump* (L-262) bertipe pompa sentrifugal untuk memisahkan dari larutan induknya. Filtrat yang berupa larutan *sodium carbonate* yang akan dibuang ke *water treatment process*. Setelah itu, *cake* berupa padatan kristal *Sodium Hydrogen Carbonate* diangkut dengan *screw conveyor* (J-311) dan masuk ke dalam *rotary dryer* (B-320) dimana *rotary dryer* ini menggunakan udara yang dipanaskan



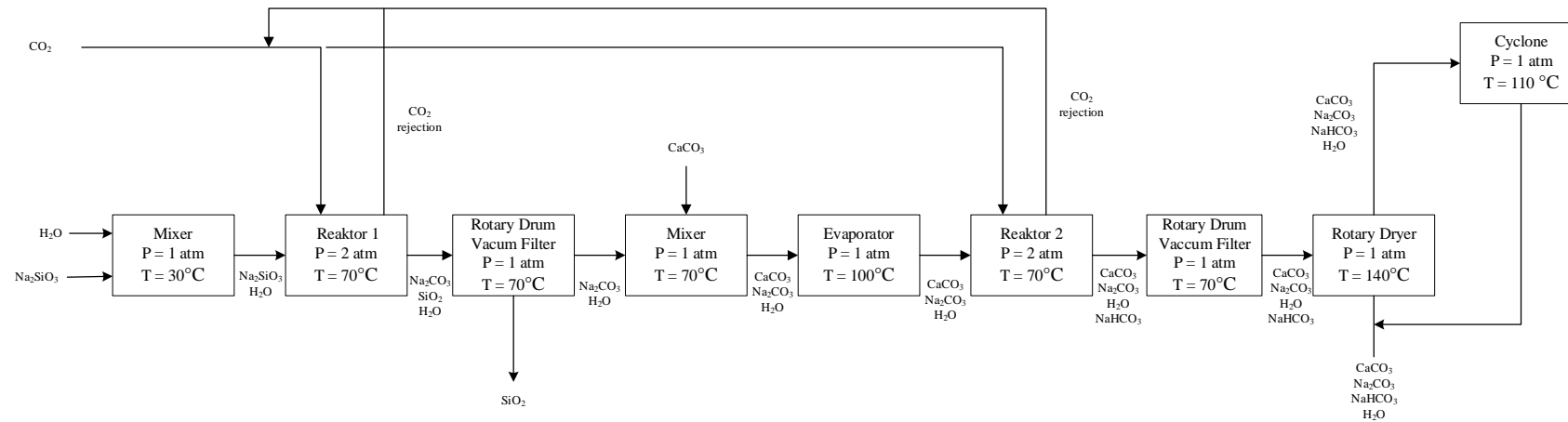
dengan *heater* (E-323) pada suhu 140°C. Udara tersebut dihisap oleh *blower* (G-322) dari atmosfer. Padatan kristal *Sodium Hydrogen Carbonate* akan keluar dari bagian bawah *rotary dryer* menuju *cooling screw conveyor* (J-324) sedangkan udara akan keluar dari *rotary dryer* menuju *cyclone* (H-321). Padatan kristal *Sodium Hydrogen Carbonate* yang terbawa udara di dalam *Cyclone* akan jatuh kembali dan masuk ke dalam *cooling screw conveyor* (J-324) untuk dilakukan pengangkutan dan pendinginan hingga suhu 30°C.

4. Tahap Finishing

Serbuk padatan *Sodium Hydrogen Carbonate* dari *cooling screw conveyor* akan diumpan ke dalam *Ball Mill* (C-330) menggunakan *Bucket Elevator* (J-325) untuk dilakukan proses *size reduction*, sehingga diperoleh serbuk dengan ukuran undersize 150 mesh. Produk undersize yang keluar dari *ball mill* akan ditampung dalam silo penyimpanan produk (F-410) untuk dilakukan proses *packaging* dan distribusi pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm.



II.4 Flowsheet (*Block Flow Diagram*)



Gambar II. 1 *Basic Flow Diagram* (BFD) Pabrik Sodium Bikarbonat