



## PRA-RANCANGAN PABRIK

### PABRIK SODIUM HYDROGEN CARBONATE DARI SODIUM CARBONATE

### DAN CARBON DIOXIDE DENGAN PROSES CARBONATION

---

## BAB II

### SELEKSI PROSES

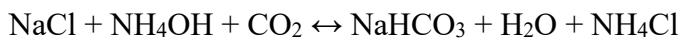
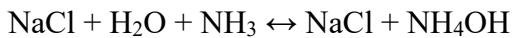
#### II.1 Macam-macam Proses

Proses pembuatan sodium hidrogen karbonat dapat diproduksi melalui tiga proses utama, yaitu :

- a. Proses Solvay
- b. Proses Karbonasi
- c. Proses Karbonasi dengan penambahan ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ )

#### II.1.1 Proses Solvay

Proses solvay dapat disebut dengan *ammonia - soda ash process*, yaitu proses untuk memproduksi *sodium hidrogen karbonat* atau natrium hidrogen karbonat dengan menggunakan ammonia, karbon dioksida dan penambahan natrium klorida sebagai bahan baku. Dalam proses solvay, ammonia dan karbon dioksida dilarutkan terlebih dalam natrium klorida encer kemudian di kalsinasi membentuk natrium bikarbonat (Ullman, 2005). Reaksi pembentukan natrium hidrogen karbonat yaitu sebagai berikut :



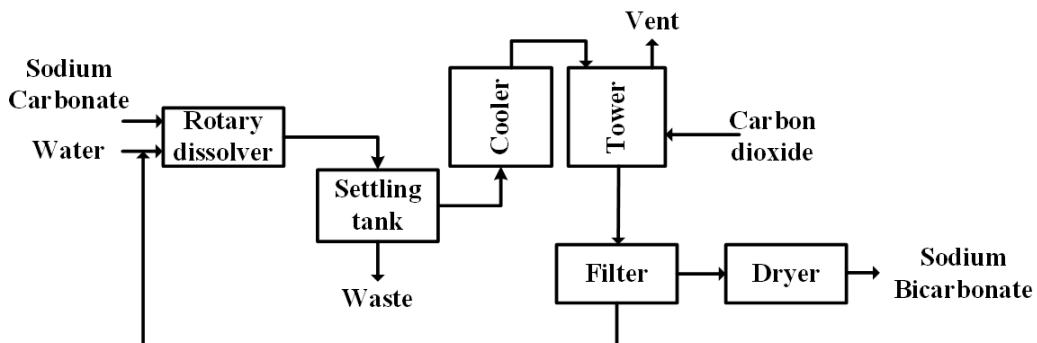
Padatan natrium klorida akan dilarutkan terlebih dahulu dengan air lalu larutan natrium klorida direaksikan dengan gas ammonia di dalam reaktor 1 membentuk campuran ammonium hidroksida dan natrium klorida. Kemudian campuran tersebut diumpulkan ke reaktor 2 untuk direaksikan dengan penambahan gas karbondioksida untuk membentuk campuran *sodium hydrogen carbonate* sebagai produk utama, lalu air dan ammonia klorida sebagai produk samping (Vandervorst, 2020). Natrium hidrogen karbonat akan di kalsinasi untuk menghilangkan kandungan air, sedangkan ammonium klorida dipisahkan lalu dikeringkan dan di simpan ke silo untuk dijual (Ullman, 2005).

---



**PRA-RANCANGAN PABRIK**  
**PABRIK SODIUM HYDROGEN CARBONATE DARI SODIUM CARBONATE**  
**DAN CARBON DIOXIDE DENGAN PROSES CARBONATION**

## II.1.2 Proses Karbonasi



Gambar II.1 Flowsheet proses karbonasi (Sumber : Keyes, 1957)

Bahan baku yang digunakan pada metode karbonasi adalah natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), air ( $\text{H}_2\text{O}$ ), dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Natrium karbonat mulai diumpulkan ke dalam tangki pelarutan dengan penambahan air. Larutan natrium karbonat kemudian dikontakkan dengan gas karbon dioksida dalam *carbonating tower* yang beroperasi pada suhu  $40^\circ\text{C}$ . Larutan natrium karbonat dipompa ke bagian atas *carbonating tower* sedangkan gas karbon dioksida disemprotkan dari bagian bawah *carbonating tower* menggunakan kompresor. Pada *carbonating tower* terjadi reaksi berikut:



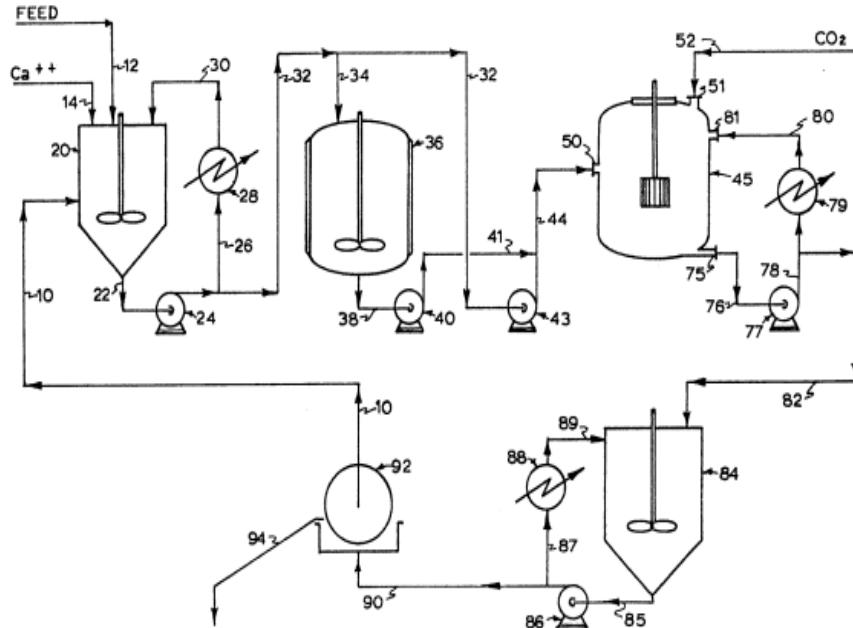
Hasil dari *carbonating tower* yang berupa natrium bikarbonat diumpulkan ke *rotary drum vacuum filter* untuk memisahkan antara fase solid dan liquidnya. Liquid di-recycle ke tangki pelarutan sedangkan solid diangkut menggunakan *screw conveyor* dan diumpulkan ke *rotary dryer* untuk dikeringkan dengan udara pemanas. Udara yang keluar dari *rotary dryer* membawa sedikit solid yang akan ditangkap oleh *cyclone*. Pada *cyclone* terjadi pemisahan antara partikel solid dan udara. Partikel solid dari *cyclone* dan produk dari *rotary dryer* kemudian diumpulkan ke *cooling conveyor* untuk mendinginkan produk dengan menggunakan air pendingin, dan produk siap untuk dikemas (Keyes, 1957).



**PRA-RANCANGAN PABRIK**  
**PABRIK SODIUM HYDROGEN CARBONATE DARI SODIUM CARBONATE**  
**DAN CARBON DIOXIDE DENGAN PROSES CARBONATION**

---

### II.1.3 Proses Karbonasi dengan Penambahan Ion Kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ )



Gambar II.2 Flowsheet proses karbonasi dengan penambahan ion  $\text{Ca}^{2+}$

(Sumber : Cortessis, 1979)

Proses pembuatan *sodium hydrogen carbonate* metode karbonasi dengan penambahan ion  $\text{Ca}^{2+}$  ditujukan untuk menghasilkan produk *sodium hydrogen carbonate* dengan ukuran kristal dan *bulk density* yang terkontrol serta meminimalisir gas karbon dioksida yang terbuang selama proses produksi berlangsung. Proses produksi dilakukan dengan cara mencampurkan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  padat,  $\text{CaCO}_3$  padat, air, dan *recycle mother liquor* dari *rotary drum vacuum filter* ke dalam *mixer*. Hasil dari proses *mixing* berupa *saturated solution* yang dinamakan “*crystallized feed*”. *Saturated solution* direaksikan dengan gas karbon dioksida pada reaktor *crystallizer* dengan suhu operasi 60-80°C. Pada reaktor terjadi reaksi berikut:



Hasil dari reaktor *crystallizer* berupa *slurry* yang mengandung suspensi  $\text{NaHCO}_3$  diumpulkan ke *rotary drum vacuum filter* untuk memisahkan antara *cake*  $\text{NaHCO}_3$  dengan *mother liquor*nya. *Mother liquor* akan di-*recycle* ke *mixer*, sedangkan *cake* merupakan produk  $\text{NaHCO}_3$  (Cortessis, 1979).



**PRA-RANCANGAN PABRIK**  
**PABRIK SODIUM HYDROGEN CARBONATE DARI SODIUM CARBONATE**  
**DAN CARBON DIOXIDE DENGAN PROSES CARBONATION**

## II.2 Pemilihan Proses

Pemilihan proses dalam pembuatan *sodium hydrogen carbonate* dapat dilihat pada Tabel II.1 berikut :

Tabel II.1 Perbandingan Proses Pembuatan *Sodium Hydrogen Carbonate*

Parameter	Proses		
	Solvay	Karbonasi	Karbonasi dengan penambahan ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ )
Bahan baku	Ammonia, natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), natrium klorida ( $\text{NaCl}$ )	Natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), air ( $\text{H}_2\text{O}$ ), dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ )	Natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), air ( $\text{H}_2\text{O}$ ), ion $\text{Ca}^{2+}$
Alat utama	<i>Crystallization reactor or column</i>	<i>Carbonating tower</i>	Reaktor alir tangki berpengaduk (CSTR)
Suhu operasi	35°C	40°C	60-80°C
Hasil samping	Ammonium klorida	-	-
Konversi	90%	90-95%	90%
Harga bahan baku	1. Ammonia (Rp 30.000 /L) 2. Natrium karbonat (Rp 7.000 /Kg) 3. Natrium klorida (Rp 8.500 /Kg) 4. Karbon dioksida (Rp 6.000 /Kg)	1. Natrium karbonat (Rp 4.424 /Kg) 2. Karbon dioksida (Rp 8.000 /Kg)	1. Natrium karbonat (Rp 4.424 /Kg) 2. Karbon dioksida (Rp 8.000 /Kg) 3. Kalsium Karbonat (Rp 13.000 /Kg)

Proses pembuatan natrium hidrogen karbonat yang paling baik dilakukan dengan menggunakan proses karbonasi, karena menghasilkan konversi hingga 95%, pada proses produksi tidak menghasilkan produk samping dan beroperasi pada suhu yang relatif rendah, sehingga tidak memerlukan biaya operasional yang



## PRA-RANCANGAN PABRIK

### PABRIK SODIUM HYDROGEN CARBONATE DARI SODIUM CARBONATE DAN CARBON DIOXIDE DENGAN PROSES CARBONATION

---

tinggi. Kemudian, dilihat dari harga bahan baku di ketiga macam proses, harga bahan baku pada proses karbonasi paling rendah daripada proses yang lain sehingga kebutuhan biaya untuk pengadaan bahan baku tidak terlalu tinggi.

#### II.3 Uraian Proses

Pada pra rancangan pabrik *sodium hydrogen carbonate*, digunakan bahan baku berupa larutan jenuh *sodium carbonate* dan gas karbon dioksida. Proses pra rancangan pabrik ini dibagi menjadi 4 tahap, yaitu:

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

Berikut adalah uraian prosesnya :

1. Tahap persiapan bahan baku

*Sodium hydrogen carbonate* diproduksi dengan menggunakan bahan baku berupa *sodium carbonate*, dan *carbon dioxide*. Padatan *sodium carbonate* 99,9% dari gudang penyimpanan (F-110) dialirkan dengan screw conveyor (J-111) dan diumpulkan melalui bucket elevator (J-112) untuk menuju *rotary dissolver* (M-130) dengan ditambahkan dengan air proses dengan kondisi operasi 30°C pada tekanan 1 atm hingga menjadi larutan *sodium carbonate* jenuh. Kemudian larutan *sodium carbonate* dengan suhu 51,19 °C akan dinaikkan tekanannya menjadi 2,5 atm dengan pompa sentrifugal (L-131) untuk menyesuaikan kondisi operasi reaktor. Bahan baku kedua yakni gas *carbon dioxide* pada tangki penyimpanan (F-120) memiliki tekanan sebesar 75 atm, sehingga akan disesuaikan tekanannya hingga 2,5 atm dengan *expansion valve* (K-121) untuk menyesuaikan kondisi operasi pada reaktor (R-210).

2. Tahap reaksi

Pada tahap reaksi, larutan *sodium carbonate* dan gas karbon dioksida akan direaksikan di *bubble reactor* (R-210) dan dijaga kondisi operasinya pada temperatur 50°C dengan tekanan 2,5 atm dengan tujuan menghasilkan *slurry sodium hydrogen carbonate*. Larutan *sodium carbonate* dialirkan melalui bagian

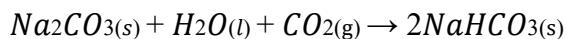
---



**PRA-RANCANGAN PABRIK**  
**PABRIK SODIUM HYDROGEN CARBONATE DARI SODIUM CARBONATE**  
**DAN CARBON DIOXIDE DENGAN PROSES CARBONATION**

---

samping atas reaktor, sedangkan *carbon dioxide* diinjeksikan melalui bagian bawah reaktor dengan menggunakan *sparger*. Reaksi antara larutan *sodium carbonate* dan gas *carbon dioxide* pada kondisi operasi tersebut akan menghasilkan *slurry sodium hydrogen carbonate* dengan konversi sebesar 90% - 95%. Reaksi pembentukan *sodium hydrogen carbonate* yaitu sebagai berikut :



Reaksi yang terjadi pada reaktor (R-210) tersebut berjalan secara eksoterm, sehingga diperlukan jaket pendingin untuk mempertahankan temperatur operasinya. Hasil reaksi tersebut kemudian diumpulkan ke *rotary drum vacuum filter* (H-310) pada tahap pemisahan.

#### 3. Tahap pemisahan

Tahap pemisahan bertujuan untuk memisahkan *cake sodium hydrogen carbonate* dari *mother liquornya*, sehingga dihasilkan padatan *sodium hydrogen carbonate* dengan kadar air yang rendah. *Slurry sodium hydrogen carbonate* dialirkan menuju *rotary drum vacuum filter* (H-310) sehingga menghasilkan *cake sodium hydrogen carbonate* dan filtrat *sodium hydrogen carbonate*. Filtrat dari RDVF akan *direcycle* menuju *rotary dissolver* dan dilarutkan bersama *sodium carbonate*, sedangkan *cake sodium hydrogen carbonate* di transportasikan oleh *screw conveyor* (J-311) dan menuju *rotary dryer* (B-320) untuk dilakukan proses pengeringan hingga diperoleh *sodium hydrogen carbonate* kering.

#### 4. Tahap *finishing*

Tahap *finishing* bertujuan untuk menghasilkan padatan kering *sodium hydrogen carbonate* dengan ukuran padatan sebesar 100 mesh dan dengan kemurnian 99%, sehingga produk dapat dipasarkan. *Cake sodium hydrogen carbonate* akan dikeringkan dalam *rotary dryer* (B-320). Pada *rotary dryer* (B-320) menggunakan udara kering yang di *blower* (G-321), lalu udara tersebut akan dipanaskan dengan *heater* udara (E-322) hingga mencapai 85°C untuk kemudian dikontakkan menuju *rotary dryer* (B-320) untuk mengeringkan *cake sodium hydrogen carbonate*. Setelah itu, padatan kering *sodium hydrogen carbonate* yang keluar dari *rotary dryer* (B-320) didinginkan menggunakan *cooling screw conveyor* (J-330) hingga mencapai temperatur 30°C. Padatan *sodium hydrogen carbonate*

---



**PRA-RANCANGAN PABRIK**  
**PABRIK SODIUM HYDROGEN CARBONATE DARI SODIUM CARBONATE**  
**DAN CARBON DIOXIDE DENGAN PROSES CARBONATION**

---

yang telah didinginkan kemudian diumpulkan oleh bucket elevator (J-331) ke dalam *ball mill* (C-340) untuk dilakukan proses *size reduction*, sehingga diperoleh padatan halus dengan ukuran 100 mesh. Produk *sodium hydrogen carbonate* yang telah mencapai 100 mesh kemudian ditampung dalam silo penyimpanan (F-350) produk dengan suhu ruang ( $30^{\circ}\text{C}$  pada 1 atm) untuk dilakukan proses pengemasan.

#### II.4 Blok diagram Alir

