



## Pra Rencana Pabrik

Pra Rancangan Pabrik Kalium Karbonat dari Kalium Hidroksida dan Karbon Dioksida dengan Proses Karbonasi

---

## BAB II

### SELEKSI DAN URAIAN PROSES

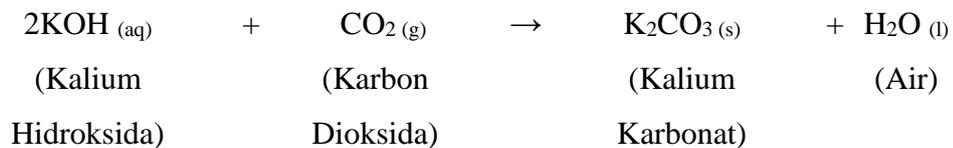
#### II.1 Macam-macam Proses

Beberapa proses produksi Kalium Karbonat dalam dunia industri yaitu antara lain :

1. Proses karbonasi
2. Proses *continuous countercurrent cation exchange*
3. Proses formate

##### II.1.1 Proses Karbonasi

Proses karbonasi dalam pembuatan kalium karbonat ( $K_2CO_3$ ) menggunakan bahan baku kalium hidroksida (KOH) dan karbon dioksida ( $CO_2$ ) dengan produk samping yaitu air ( $H_2O$ ). Kondisi operasi pada proses ini yaitu  $85^\circ C$  pada tekanan 130 torr. Reaksi yang berlangsung dalam proses ini adalah sebagai berikut :



Proses ini menggunakan *bubble column reactor* untuk mereaksikan kedua bahan baku. Larutan kalium hidroksida yang sebelumnya sudah melalui proses pelarutan akan direaksikan di reaktor dengan gas karbon dioksida yang akan diumpankan dengan sparger dari bagian bawah reaktor. Besarnya konversi reaksi pada proses ini yaitu  $\geq 96\%$  terhadap kalium hidroksida (KOH). Selama reaksi terjadi penguapan total air sebesar 70%. Hasil reaksi yaitu produk kalium karbonat *hydrate* yang kemudian dilakukan proses pemurnian kembali dengan menghilangkan sisa kandungan air pada padatan kalium karbonat yang terbentuk. Proses ini memiliki rangkaian yang cukup sederhana dan dapat menghasilkan kemurnian yang cukup tinggi (US Patent 3,773,902).

##### II.1.2 Proses *Continuous Countercurrent Cation Exchange*

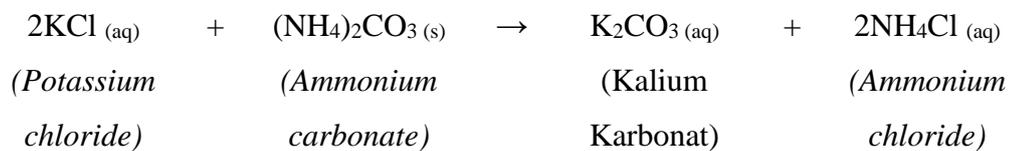
Proses *continuous countercurrent cation exchange* dalam pembuatan kalium karbonat ( $K_2CO_3$ ) menggunakan bahan baku kalium klorida (KCl) dan *ammonium carbonate* ( $(NH_4)_2CO_3$ ) dengan produk samping berupa *ammonium*



## Pra Rencana Pabrik

### Pra Rancangan Pabrik Kalium Karbonat dari Kalium Hidroksida dan Karbon Dioksida dengan Proses Karbonasi

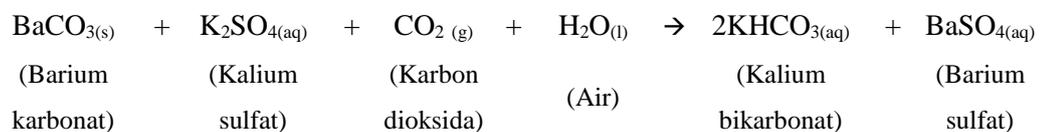
*chloride* ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ). Kondisi operasi pada proses ini berkisar pada suhu  $148^\circ\text{C}$ . Proses ini dijalankan dengan reaktor resin dimana menggantikan ion amonium dengan ion kalium. Ion ammonium yang berasal dari bahan baku *ammonium carbonate* akan berkontak dengan kalium klorida secara *countercurrent*. Ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) akan bertukar dengan ion Kalium ( $\text{K}^+$ ) yang menghasilkan *ammonium chloride* ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ). Sedangkan resin yang mengandung ion Kalium ( $\text{K}^+$ ) akan mengalir kebawah dan bereaksi dengan ion karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ). Reaksi yang berlangsung pada proses ini adalah sebagai berikut:



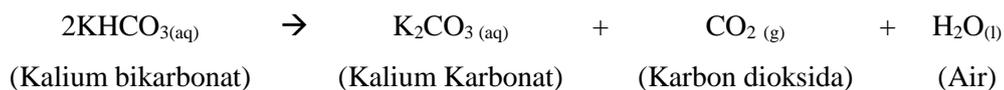
Proses ini menghasilkan produk kalium karbonat dengan kemurnian yang tinggi yaitu  $>75\%$  namun peralatan yang digunakan lebih rumit dibandingkan proses lainnya (US Patent 5,449,506).

#### II.1.3 Proses Formate

Proses formate dalam pembuatan kalium karbonat ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) menggunakan bahan baku barium karbonat ( $\text{BaCO}_3$ ) dan kalium sulfat ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) dengan produk berupa barium sulfat ( $\text{BaSO}_4$ ) dan kalium bikarbonat ( $\text{KHCO}_3$ ) yang dipisahkan. Senyawa kalium bikarbonat ( $\text{KHCO}_3$ ) yang dipisahkan akan dikalsinasi untuk menciptakan kalium karbonat. Kondisi operasi pada proses ini berkisar pada suhu  $90^\circ\text{C}$  dengan tekanan 4 atm. Reaksi yang berlangsung untuk mensintesis kalium karbonat dengan proses formate adalah sebagai berikut :



Reaksi pemisahan kalium karbonat dari kalium bikarbonat :



Proses ini menghasilkan produk kalium karbonat dengan kemurnian yaitu  $65\%$ . (US Patent 1,992,324).



## Pra Rencana Pabrik

Pra Rancangan Pabrik Kalium Karbonat dari Kalium Hidroksida dan Karbon Dioksida dengan Proses Karbonasi

### II.2 Pemilihan Proses

Perbandingan proses pembuatan Kalium Karbonat ( $K_2CO_3$ ) dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel II.1 Perbandingan Proses Pembuatan Kalium Karbonat ( $K_2CO_3$ )

Parameter	Proses Karbonasi	Proses <i>continuous countercurrent cation exchange</i>	Proses <i>Formate</i>
Bahan baku	Kalium Hidroksida (KOH) dan Karbon Dioksida ( $CO_2$ )	Kalium klorida (KCl) dan Amonium Karbonat ( $(NH_4)_2CO_3$ )	Barium Karbonat ( $BaCO_3$ ), Kalium Sulfat ( $K_2SO_4$ ), dan Karbon dioksida ( $CO_2$ )
Produk samping	Air ( $H_2O$ )	Amonium Klorida ( $NH_4Cl$ )	Barium sulfat ( $BaSO_4$ )
Suhu operasi ( $^{\circ}C$ )	85	148	>90
Tekanan operasi (atm)	<1atm	1 atm	4 atm
Alat Utama	Reaktor <i>Bubble column</i>	Reaktor <i>Ion exchanger</i>	Reaktor karbonasi dan kalsinasi
Peralatan	Sederhana	Lebih rumit	Lebih rumit
Konversi	>96%	>75%	65%

Berdasarkan perbandingan tiga proses pembuatan Kalium Karbonat ( $K_2CO_3$ ) yang diuraikan di atas sehingga dapat dinyatakan proses yang dipilih dalam perancangan pabrik ini yaitu proses karbonasi. Pemilihan proses tersebut didasarkan oleh beberapa kelebihan yaitu :

1. Kebutuhan bahan baku yang lebih sedikit
2. Kondisi operasi yang relatif lebih rendah
3. Proses dijalankan dengan peralatan yang relatif lebih sederhana
4. Konversi yang dihasilkan cukup besar



## Pra Rencana Pabrik

Pra Rancangan Pabrik Kalium Karbonat dari Kalium Hidroksida dan Karbon Dioksida dengan Proses Karbonasi

---

### II.3 Uraian Proses

Proses prarancangan pabrik Kalium Karbonat ini menggunakan bahan baku Kalium Hidroksida (KOH) dan Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>). Proses prarancangan pabrik ini dibagi menjadi 3 tahap, yaitu :

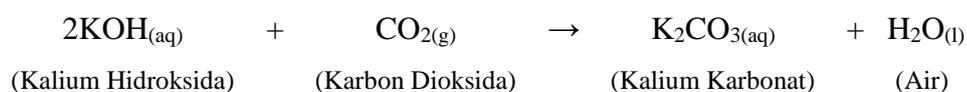
1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap reaksi
3. Tahap pemurnian

#### II.3.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Tahap persiapan bahan baku merupakan tahap yang bertujuan untuk menyiapkan kondisi dan spesifikasi bahan baku sehingga sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan pada reaktor. Bahan baku yang digunakan adalah Kalium Hidroksida (KOH) dan Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>). KOH yang digunakan dalam proses berwujud padatan, sehingga sebelum masuk kedalam reaktor KOH perlu dilarutkan terlebih dahulu dengan air. KOH diumpankan kedalam *mixer* dengan menggunakan *belt conveyor* dan air proses akan diumpankan dengan pompa. Larutan kalium hidroksida yang disiapkan untuk reaksi adalah larutan kalium hidroksida 50% w/w yang akan dicampurkan dengan air proses dan dipanaskan dengan heater hingga suhu 85°C. Bahan baku lainnya yaitu gas karbon dioksida yang disimpan didalam tangki penyimpanan dengan tekanan 14 atm dan suhu 30°C. Sebelum diumpankan kedalam reaktor, karbon dioksida masuk ke expander untuk diubah tekanannya menjadi 1 atm serta dinaikkan suhunya dengan *heater* hingga menjadi 85°C. Setelah kondisinya sesuai maka bahan baku akan diumpankan kedalam reaktor karbonasi.

#### II.3.2 Tahap Reaksi

Larutan KOH yang telah disiapkan sebelumnya akan diumpankan kedalam reaktor dari bagian atas reaktor sedangkan gas CO<sub>2</sub> akan diumpankan kedalam reaktor dari bagian bawah. Pada reaktor terjadi reaksi karbonasi dengan persamaan sebagai berikut :





## Pra Rencana Pabrik

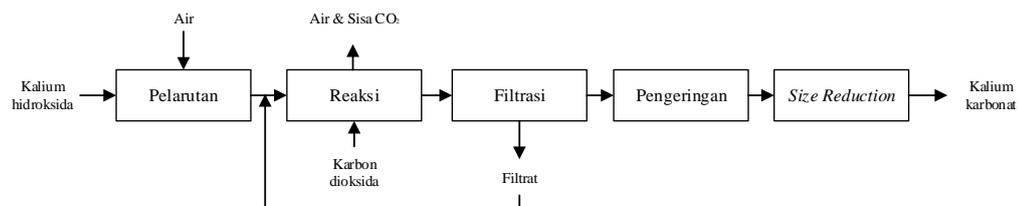
### Pra Rancangan Pabrik Kalium Karbonat dari Kalium Hidroksida dan Karbon Dioksida dengan Proses Karbonasi

Proses karbonasi dilakukan pada suhu  $85^{\circ}\text{C}$  dengan tekanan  $0,2\text{ atm}$  (*vacuum*). Proses kontak yang terjadi antara dua bahan yaitu proses *countercurrent*. Kondisi vakum dihasilkan oleh *steam jet ejector* yang dihubungkan dengan reaktor. Sebanyak 70% air akan menguap karena tekanan rendah. Uap air yang dihasilkan akan naik ke *precondensor* untuk dikondensasi dan mengurangi beban *steam jet ejector*. Gas yang tidak terkondensasi akan diumpukan kembali ke *aftercondensor* untuk mengurangi kandungan uap air yang masih terbawa sebelum *noncondensable gas* dikembalikan ke aliran gas  $\text{CO}_2$ . Produk yang dihasilkan dari reaksi ini adalah *slurry* kalium karbonat *hydrate*.

#### II.3.3 Tahap Pemurnian

Tahap ini bertujuan untuk menghasilkan produk dengan kemurnian tinggi dengan ukuran partikel yang sesuai. Produk kemudian akan diumpukan ke *crystallizer* untuk membentuk kristal produk lalu hasil dari *crystallizer* akan masuk ke *centrifuge* untuk dipisahkan antara padatan yang terbentuk dengan filtratnya. Filtrat yang masih mengandung  $\text{KOH}$  dan air diumpukan kembali, sedangkan kristal yang terbentuk akan dilanjutkan ketahap pemurnian. Padatan dari *centrifuge* selanjutnya akan diumpukan ke *rotary dryer* untuk dilakukan proses pengeringan pada suhu  $120^{\circ}\text{C}$  hingga terbentuk kalium karbonat anhidrat. Produk dari proses pengeringan memiliki kemurnian yang lebih tinggi dari sebelumnya karena hilangnya kandungan *hydrate* didalamnya. Kalium karbonat yang terbentuk kemudian dibawa ke *ball mill* untuk dilakukan proses *size reduction*. Produk *undersize* yang keluar dari *ball mill* akan ditampung dalam silo penyimpanan produk untuk dilakukan proses pengemasan dan distribusi pada temperatur  $30^{\circ}\text{C}$  dan tekanan  $1\text{ atm}$ .

#### II.4 Process Flow Diagram



Gambar II.1 Diagram Alir Proses