

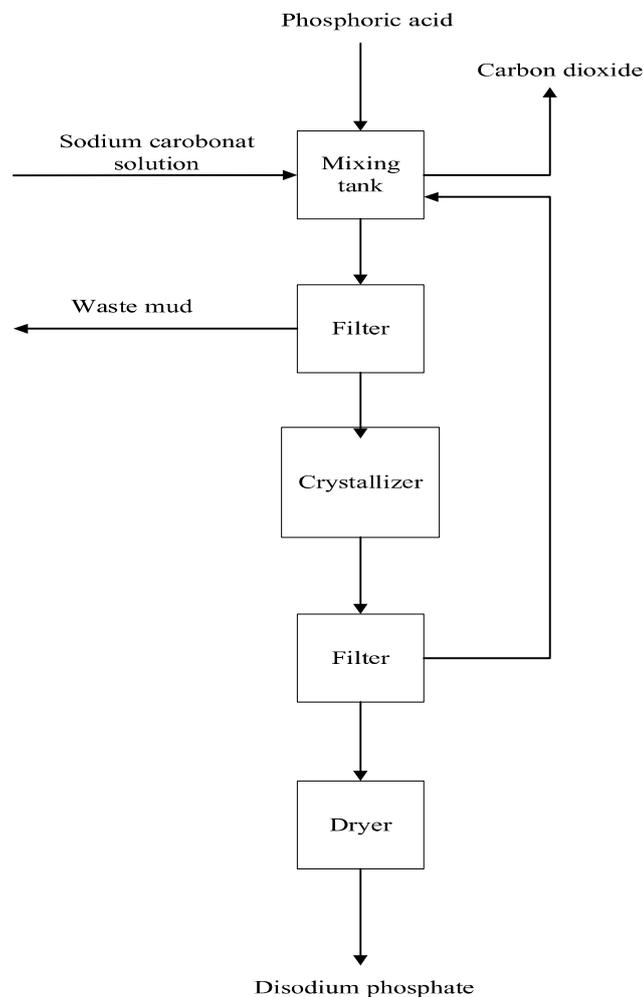
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### II.1 Macam – Macam Proses

Secara umum pembuatan disodium phosphat anhidrat dapat dilakukan dengan 2 proses berdasarkan bahan baku yang digunakan, yaitu pembuatan disodium phosphat anhidrat dari batuan phosphat yang direaksikan dengan asam sulfat dan soda ash yang direaksikan dengan asam phosphat.

##### II.1.1 Disodium Phosphat Anhidrat dari Soda Ash dengan Proses Kristalisasi

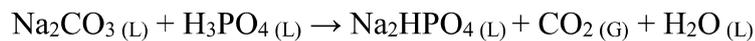


Gambar II.1 Diagram Alir Disodium Phosphat Anhidrat dengan Proses Kristalisasi



Pada proses ini digunakan soda ash ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) sedikit berlebih untuk kemudian direaksikan dengan asam fosfat (85%) membentuk disodium fosfat dengan suhu reaksi antara ( $85^\circ\text{C}$ - $100^\circ\text{C}$ ). (Keyes : 696)

Reaksi yang terjadi (Keyes : 695) :



Campuran produk reaksi kemudian dipisahkan pada filter untuk memisahkan impuritis berupa padatan yang kemudian dibuang ke pengolahan limbah padat, sedangkan larutan disodium fosfat yang telah dipisahkan kemudian dikristalisasi di crystallizer sehingga dihasilkan kristal disodium fosfat dodecahydrat ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ). (Keyes: 696)

Campuran kristal dan mother liquor kemudian dipisahkan dalam filter untuk memisahkan antara kristal dan mother liquor. Mother liquor yang dipisahkan direcycle kembali untuk proses lebih lanjut, sedangkan kristal disodium fosfat dodecahydrat kemudian dikeringkan dalam dryer dengan suhu  $100^\circ\text{C}$ , untuk menghasilkan kristal disodium fosfat anhidrat dan siap untuk dikemas sebagai produk akhir. (Keyes : 696) Yield yang didapat dengan proses ini sebesar 90%-95%. (Keyes: 695)

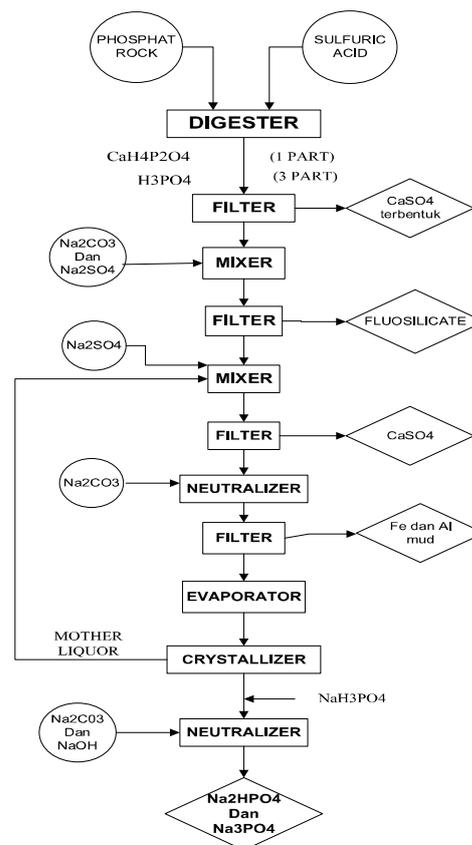
### **II.1.2 Disodium Phosphat Anhidrat dari Batuan Phosphat dengan Proses Netralisasi**

Dalam proses ini digunakan batuan fosfat ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) dan asam sulfat yang digunakan dengan perbandingan 3:1 yang direaksikan dalam digester dengan suhu operasi  $80^\circ\text{C}$ , untuk membentuk asam fosfat dan asam kalsium fosfat. Produk dari digester kemudian difiltrasi untuk memisahkan kalsium sulfat yang terbentuk, yang kemudian dimasukkan ke dalam mixer. (Us. Patent 1,961,127: 3-4)

Pada mixer, campuran tersebut kemudian ditambahkan soda ash untuk bereaksi dengan asam fosfat untuk menghasilkan monosodium fosfat. Produk dari mixer kemudian difiltrasi untuk memisahkan senyawa silikat. Kemudian, larutan monosodium fosfat kemudian ditambahkan dengan sodium sulfat untuk mengendapkan senyawa kalsium, sehingga dihasilkan kalsium sulfat. (Us. Patent 1,961,127 : 3-4)

Larutan monosodium phosphat dinetralisasi dengan penambahan soda ash untuk memperoleh endapan besi dan aluminium. Larutan monosodium phosphat kemudian dipekatkan dalam evaporator sampai dengan kadar 60% secara vacum dengan suhu 150°F (66°C). Larutan monosodium phosphat kemudian dikristalkan dalam crystallizer, menghasilkan kristal monosodium phosphat. (Us. Patent 1,961,127 : 3-4)

Kristal monosodium phosphat kemudian dinetralkan pada neutralizer dengan menambahkan larutan encer soda ash ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dan sedikit larutan encer soda caustic ( $\text{NaOH}$ ), sehingga produk yang dihasilkan adalah disodium phosphat dodecahidrat. Produk disodium phosphat dodecahidrat kemudian dikeringkan dengan dryer sehingga sebagian air keluar dari kristal dan membentuk produk disodium phosphat anhidrat. Yield yang diperoleh dari proses ini adalah 93%-95%. (Us. Patent 1,961,127: 3-4)



Gambar II.2 Diagram Alir Disodium Phosphat Anhidrat dengan Proses Netralisasi



## II.2 Pemilihan Proses

Tabel II.1 Perbandingan Proses pembuatan Disodium Phosphat Anhidrat

Parameter	Macam Proses	
	Kristalisasi	Netralisasi
Bahan Baku Utama	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ dan $\text{H}_3\text{PO}_4$	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ dan $\text{H}_2\text{SO}_4$
Bahan Pembantu	-	$\text{NaOH}$ , $\text{Na}_2\text{SO}_4$ dan $\text{Na}_2\text{CO}_3$
Suhu Operasi	80-100°C	80°C
Instalasi Peralatan	Sederhana	Kompleks
Yield Produk	90-95%	93-95%

Dari uraian cara pembuatan disodium phosphat anhidrat yang telah dijelaskan di atas, proses yang paling efisien dan efektif adalah pembuatan disodium phosphat anhidrat dari soda ash dengan proses kristalisasi. Keuntungan dari proses ini antara lain:

1. Bahan baku yang tersedia di Indonesia melimpah
2. Bahan baku pembantu lebih sedikit dari proses lainnya
3. Peralatan utama lebih sederhana dari proses lainnya
4. Yield dan kemurnian produk yang diperoleh cukup tinggi
5. Investasi lebih ekonomis berkat instalasi sederhana

## II.3 Uraian Proses

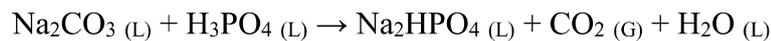
Deskripsi proses pembuatan disodium phosphat anhidrat dengan proses kristalisasi adalah sebagai berikut:

Pertama, soda ash dengan persentase berat 99,7% dari supplier SREE Int. Indonesia ditampung pada silo dengan bantuan belt conveyor. Soda ash kemudian diumpukan ke mixer untuk dilakukan proses pengenceran berdasarkan persentase berat soda ash dengan penambahan air proses dari utilitas sampai dengan kadar  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  28% (Keyes : 696). Larutan soda ash dan larutan asam phosphat dipanaskan menggunakan heater dengan suhu 85°C sebelum dimasukkan ke reaktor



Larutan soda ash kemudian dimasukkan ke dalam reaktor 1 untuk bereaksi dengan asam fosfat 85%. Di dalam reaktor, terjadi reaksi antara soda ash dengan asam fosfat membentuk disodium fosfat pada suhu 85°C (US Patent 2390400).

Reaksi yang terjadi (Keyes : 695) :



Produk atas reaktor adalah CO<sub>2</sub> yang kemudian dikompresi oleh sebuah kompresor pada tekanan 24,8 atm untuk kemudian ditampung dalam bentuk liquid pada tangki sebagai produk samping gas CO<sub>2</sub>. Produk bawah berupa larutan disodium fosfat (Keyes : 696).

Filtrat larutan disodium fosfat kemudian dipekatkan dengan menggunakan evaporator, untuk mendapatkan larutan disodium fosfat jenuh, kemudian dikristalisasi pada crystallizer sehingga didapat kristal disodium fosfat anhidrat (Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>). (Keyes : 695)

Campuran kristal dan mother liquor kemudian dipisahkan dalam centrifuge, di mana mother liquor berupa air dibuang ke pengolahan limbah, sedangkan kristal basah berupa kristal disodium fosfat anhidrat diumpankan pada rotary dryer dengan screw conveyor.

Pada rotary dryer, terjadi proses pengeringan kristal terjadi dengan bantuan udara panas dalam arah yang berlawanan. Pengeringan berlangsung dengan suhu 100°C (sesuai dengan titik didih air). Produk disodium fosfat anhidrat yang mengkristal kemudian diumpankan pada cooling conveyor untuk proses pendinginan hingga suhu ruangan (30°C), sedangkan udara panas dan padatan terikut keluar dari dryer kemudian dipisahkan pada cyclone, dimana udara panas dibuang ke pengolahan limbah gas, sedangkan padatan terikut diumpankan ke cooling conveyor bersamaan dengan produk bawah rotary dryer.

Kristal disodium fosfat anhidrat, kemudian diumpankan ke ball mill dengan bucket elevator untuk proses penghalusan. Pada ball mill, kristal dihaluskan sampai ukuran 100 mesh dan kemudian disaring pada screen. Kristal yang tidak lolos ayak kemudian direcycle ke ball mill dengan belt conveyor, sedangkan kristal disodium fosfat anhidrat 100 mesh kemudian ditampung pada silo sebagai produk akhir kristal disodium fosfat anhidrat.



#### II.4 Kelayakan Ekonomi



Dengan basis 1 kg produk dan konversi 95% maka mol produk 0,0070422

Reaktan yang masuk

$$\text{Kebutuhan soda ash} = \frac{0,0070422 \times 106}{0,95} = 0,7857 \text{ kg}$$

$$\text{Kebutuhan asam phosphate} = \frac{0,0070422 \times 98}{0,95} = 0,7264 \text{ kg}$$

Produk yang keluar

Disodium phosphate = 1 kg

Karbon dioksida =  $0,0070422 \times 44 = 0,3098 \text{ kg}$

Maka gross profit yang didapat adalah

$$\begin{aligned} \text{Gross profit} &= (0,7857 \times \text{Rp } 4.500) + (0,7264 \times \text{Rp } 8.000) - (1 \times \text{Rp } 21.000) - \\ & (0,3098 \times \text{Rp } 3.000) \\ &= \text{Rp } 12.582,55 \end{aligned}$$