



## BAB II

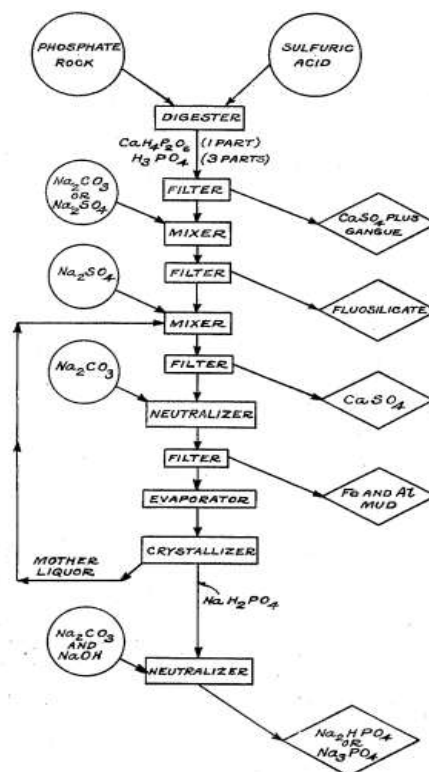
### SELEKSI DAN URAIAN PROSES

#### II.1 Macam – Macam Proses

Berdasarkan bahan baku yang digunakan untuk memproduksi Dinatrium Hidrogen Fosfat Dihidrat, produk ini dapat dibuat dengan mereaksikan antara Natrium Karbonat atau batuan Fosfat dengan Asam Fosfat atau Asam Sulfat. Secara umum dapat dilakukan dengan 2 proses, yaitu :

1. Dinatrium Fosfat dengan Proses Netralisasi
2. Dinatrium Fosfat dengan Proses Kristalisasi

#### II.1.1 Dinatrium Hidrogen Fosfat dengan Proses Netralisasi



**Gambar II. 1** Diagram Alir Proses Pembuatan Dinatrium Hidrogen Fosfat dengan Proses Netralisasi

Pembuatan Dinatrium Hidrogen Fosfat dengan proses netralisasi membutuhkan bahan baku berupa batuan fosfat ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) dan asam sulfat dengan perbandingan 3:1 yang direaksikan pada alat digester dengan suhu operasi 80°C



sehingga dihasilkan asam fosfat dan garam kalsium fosfat. Hasil reaksi yang terjadi pada alat digester kemudian difiltrasi untuk dilakukan pemisahan antara kalsium sulfat yang terbentuk. Setelah di filtrasi, akan diumpankan menuju mixer. Larutan yang terdapat di dalam mixer kemudian ditambahkan dengan natrium karbonat sehingga akan bereaksi dengan asam fosfat dan dihasilkan monosodium fosfat. Produk yang dihasilkan dalam mixer ini kemudian difiltrasi untuk memisahkan antara larutan monosodium fosfat dengan senyawa – senyawa silikat. Larutan monosodium fosfat ini kemudian ditambahkan dengan sodium sulfat, sehingga senyawa kalsium akan terendapkan dalam bentuk kalsium sulfat.

Memasuki proses netralisasi, larutan monosodium fosfat ditambahkan dengan natrium karbonat atau soda abu sehingga dihasilkan endapan besi dan aluminium. Kemudian larutan monosodium fosfat dipekatkan dengan menggunakan evaporator sampai dengan kadar 60% dalam keadaan vacum pada suhu 150°F. Setelah dilakukan pemekatan, larutan monosodium fosfat pekat akan dikristalisasi dengan menggunakan *crystallizer*, sehingga dihasilkan kristal monosodium fosfat.

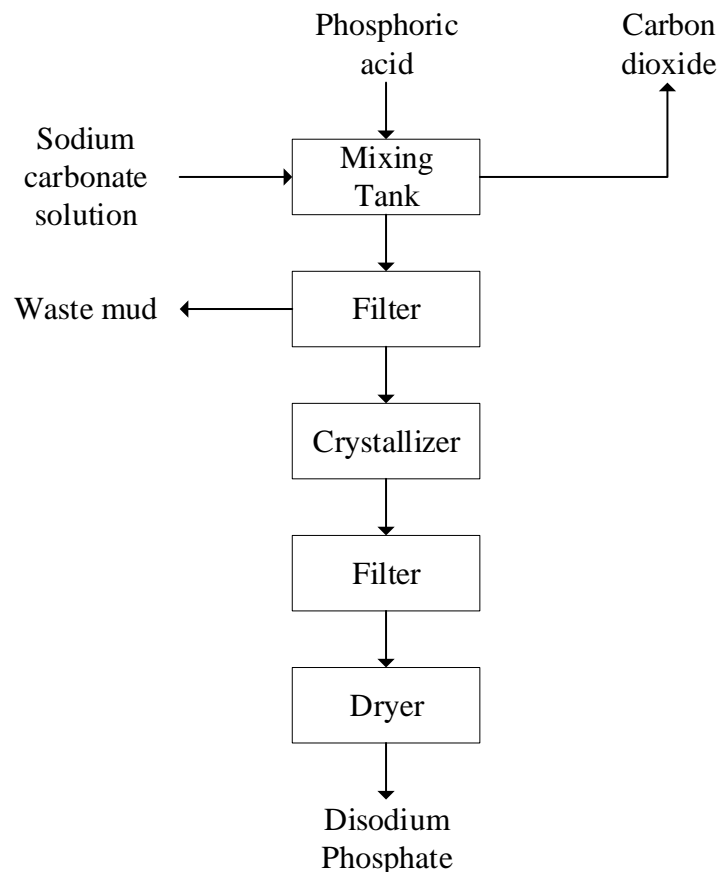
Kristal monosodium fosfat yang dihasilkan, akan dinetralisasi pada neutralizer dengan penambahan larutan encer soda abu ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dan juga sedikit larutan natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) encer, sehingga akan dihasilkan produk Dinatrium Hidrogen Fosfat Dodecahidrat. Produk yang dihasilkan ini, kemudian akan dikeringkan dengan menggunakan *dryer* untuk mengurangi sebagian kadar air yang terkandung di dalam produk.

Kelebihan dalam penggunaan proses netralisasi yaitu pada proses ini menggunakan batuan fosfat memberikan yield kristal yang baik tanpa banyak bahan yang terbuang serta adanya proses pembentukan monosodium fosfat sebelum dijadikan disodium fosfat memberikan pengaruh pada hasil kristal yang hanya mengandung air 23% setelah dikristalisasi. Kekurangan dalam penggunaan proses netralisasi yaitu pada aplikasinya proses netralisasi cukup rumit dikarenakan terdapat banyak proses filtrasi dan banyak daur ulang kristal bahan. Hal ini mengharuskan adanya banyak alat untuk melakukan proses tersebut, lalu *maintenance* dari alat juga akan lebih sering dilakukan sehingga kurang ekonomis.



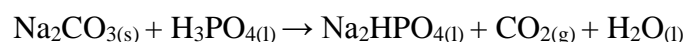
Untuk kristal yang dikirim juga masih mengandung *mother liquor* (Us. Patent 1.961. 127 : 3 – 4).

### II.1.2 Dinatrium Hidrogen Fosfat dengan Proses Kristalisasi



**Gambar II. 2** Diagram Alir Proses Pembuatan Dinatrium Hidrogen Fosfat dengan Proses Kristalisasi

Proses pembuatan Dinatrium Hidrogen Fosfat dengan proses kristalisasi ini dilakukan dengan mereaksikan antara natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dengan asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ , 60 – 65%) pada suhu reaksi antara  $85^\circ\text{C}$  -  $100^\circ\text{C}$ , sehingga dihasilkan dinatrium fosfat. Reaksi yang terjadi pada proses pembuatan dinatrium hidrogen fosfat dengan proses kristalisasi adalah sebagai berikut :



Setelah mengalami reaksi, produk yang dihasilkan kemudian di filter untuk menghilangkan pengotor yang terdiri dari silika, besi dan aluminium fosfat. Pengotor yang berhasil dipisahkan ini kemudian di buang menuju ke unit limbah.



Setelah dipisahkan dari pengotor, larutan dinatrium fosfat yang dihasilkan akan dikristalisasi dengan menggunakan *crystallizer*, sehingga akan dihasilkan kristal dinatrium fosfat yang mengandung 12 molekul air ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ).

Setelah dilakukan proses kristalisasi, campuran antara kristal dan *mother liquor* akan dipisahkan dengan sentrifugasi. *Mother liquor* yang berhasil dipisahkan akan di *recycle* kembali untuk proses lanjutan dan kristal Dinatrium Hidrogen Fosfat Dodekahidrat akan dikeringkan dengan menggunakan *dryer* pada suhu  $92,5^\circ\text{C}$ , sehingga akan dihasilkan kristal Dinatrium Hidrogen Fosfat Dihidrat. Proses ini menghasilkan yield sebanyak 90 – 95%.

Kelebihan dalam menggunakan proses kristalisasi yaitu proses lebih sederhana dengan menggunakan bahan baku yang ketika direaksikan langsung membentuk larutan dinatrium fosfat sehingga dapat meminimalkan operasional alat serta Penambahan asam fosfat pada permukaan tangki dapat membebaskan  $\text{CO}_2$  dengan mudah sehingga dapat meminimalisir biaya pembelian alat untuk proses pembebasan  $\text{CO}_2$ . Kekurangan dari proses ini yaitu Suhu reaksi yang digunakan ( $85^\circ\text{C}$ - $100^\circ\text{C}$ ) lebih tinggi dari proses netralisasi (Keyyes, 1957).

## II.2 Pemilihan Proses

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat dibandingkan antara kekurangan dan kelebihan dari proses pembuatan Dinatrium Hidrogen Fosfat berikut :

**Tabel II. 1** Perbandingan Proses Pembuatan Dinatrium Hidrogen fosfat, Proses Netralisasi dan Kristalisasi

Parameter	Macam Proses	
	Netralisasi	Kristalisasi
Bahan baku utama	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ dan $\text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ dan $\text{H}_3\text{PO}_4$
Bahan baku pendukung	$\text{NaOH}$ , $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , dan $\text{Na}_2\text{CO}_3$	-
Suhu operasi	$80^\circ\text{C}$	$80^\circ\text{C}$ - $100^\circ\text{C}$
Instalasi peralatan	Kompleks	Sederhana
Yield yang dihasilkan	93 – 95%	90 – 95%



Kelebihan dalam penggunaan proses netralisasi yaitu pada proses ini menggunakan batuan fosfat memberikan yield kristal yang baik tanpa banyak bahan yang terbuang serta adanya proses pembentukan monosodium fosfat sebelum dijadikan disodium fosfat memberikan pengaruh pada hasil kristal yang hanya mengandung air 23% setelah dikristalisasi. Kekurangan dalam penggunaan proses netralisasi yaitu pada aplikasinya proses netralisasi cukup rumit dikarenakan terdapat banyak proses filtrasi dan banyak daur ulang kristal bahan. Hal ini mengharuskan adanya banyak alat untuk melakukan proses tersebut, lalu *maintenance* dari alat juga akan lebih sering dilakukan sehingga kurang ekonomis. Untuk kristal yang dikirim juga masih mengandung *mother liquor* (Us. Patent 1.961. 127 : 3 – 4). Sedangkan kelebihan dalam menggunakan proses kristalisasi yaitu proses lebih sederhana dengan menggunakan bahan baku yang ketika direaksikan langsung membentuk larutan dinatrium fosfat sehingga dapat meminimalkan operasional alat serta Penambahan asam fosfat pada permukaan tangki dapat membebaskan CO<sub>2</sub> dengan mudah sehingga dapat meminimalisir biaya pembelian alat untuk proses pembebasan CO<sub>2</sub>. Kekurangan dari proses ini yaitu Suhu reaksi yang digunakan (85°C-100°C) lebih tinggi dari proses netralisasi (Keyyes, 1957).

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat diketahui bahwa proses pembuatan Dinatrium Hidrogen Fosfat Dihidrat yang paling efektif dan efisien adalah dengan menggunakan proses kristalisasi. Hal ini dikarenakan :

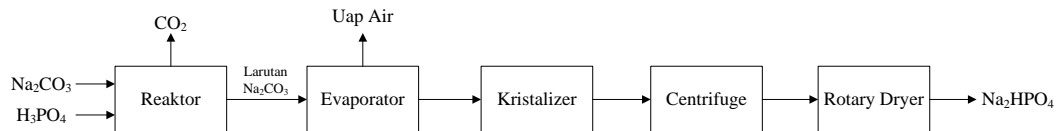
1. Bahan baku yang diperlukan ketersediaannya cukup melimpah di Indonesia.
2. Tidak membutuhkan bahan baku pendukung lagi, jika dibandingkan dengan proses lainnya. Penambahan asam fosfat pada permukaan tangki dapat membebaskan CO<sub>2</sub> dengan mudah.
3. Peralatan yang digunakan lebih sederhana jika dibandingkan dengan proses lainnya, hal ini dikarenakan proses lebih sederhana dengan menggunakan bahan baku yang ketika direaksikan langsung membentuk larutan dinatrium fosfat sehingga dapat meminimalkan operasional alat serta Penambahan asam fosfat pada permukaan tangki dapat membebaskan CO<sub>2</sub> dengan mudah



sehingga dapat meminimalisir biaya pembelian alat untuk proses pembebasan CO<sub>2</sub>.

4. Yield yang dihasilkan lebih tinggi dari proses pembuatan lainnya.

### II.3 Uraian Proses



**Gambar II. 3** Diagram Alir Proses Pembuatan Dinatrium Hidrogen Fosfat dengan Proses Kristalisasi

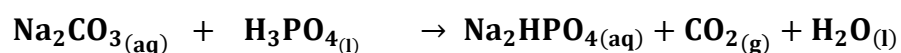
(Keyyes, 1957)

#### 1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Proses pembuatan Dinatrium Hidrogen Fosfat Dihidrat dengan proses kristalisasi dimulai dengan proses persiapan bahan baku. Soda abu (Natrium Karbonat) dengan konsentrasi 99,7% yang diperoleh dari PT. SREE Int, Indonesia ditampung pada hopper dengan bantuan belt conveyor untuk kemudian diumpungkan menuju mixer. Di dalam mixer, terjadi proses pelarutan dengan penambahan air proses dari utilitas.

#### 2. Tahap Reaksi

Setelah dilakukan pelarutan, larutan natrium karbonat akan diumpungkan menuju reaktor, untuk kemudian direaksikan dengan asam fosfat dengan konsentrasi 65%. Reaksi ini terjadi pada tekanan 1 atm dan suhu operasi 85°C sehingga dihasilkan Dinatrium Phosphate. Adapun reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Produk atas yang dihasilkan, yaitu gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) akan dinaikkan tekanannya dengan menggunakan compressor untuk kemudian ditampung dalam tangki penampung sebagai produk samping berbentuk liquid. Produk samping berupa karbon dioksida ini nantinya akan di jual kembali. Sedangkan untuk produk bawahnya, yaitu larutan Dinatrium Hidrogen Fosfat.



### 3. Tahap Evaporasi

Filtrat yang dihasilkan, yaitu larutan Dinatrium Phosphat kemudian dipekatkan dengan menggunakan evaporator hingga didapatkan larutan Dinatrium Hidrogen Phosphat pekat. Proses pemekatan ini dilakukan pada kondisi operasi suhu 100°C (Titik didih air) dan tekanan 1 atm.

### 4. Tahap Kristalisasi

Larutan jenuh yang dihasilkan dari evaporator ini kemudian akan dikristalisasi dengan menggunakan *crystallizer* sehingga didapatkan kristal Dinatrium Phosphat Dihidrat ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Campuran kristal Dinatrium Phosphat dan *mother liquor* kemudian dipisahkan dengan menggunakan alat centrifuge, untuk *mother liquor* nya *direcycle* menuju *evaporator* untuk dipekatkan kembali, sedangkan kristal basahnya akan diumpankan ke *rotary dryer* dengan bantuan *screw conveyor*.

### 5. Tahap Pengeringan

Pada *rotary dryer*, terjadi proses pengeringan kristal dengan bantuan udara panas. Udara *output* dari *rotary dryer* nantinya akan dialirkan menuju cyclone. Hal ini bertujuan untuk memisahkan antara kristal Dinatrium Hidrogen Fosfat Dihidrat yang terikat dengan udara kering. Padatan kristal yang telah dipisahkan dengan udara kering ini nantinya akan diumpankan kembali menuju *cooling conveyor* bersamaan dengan kristal dari *rotary dryer*

### 6. Tahap Penanganan Produk

Kristal Dinatrium Phosphat yang telah di keringkan dengan *rotary dryer* kemudian didinginkan hingga suhu ruang menggunakan *cooling conveyor*. Tujuan dari pendinginan ini yaitu agar nanti ketika dilakukan proses pengemasan tidak terbentuk embun air yang berasal dari perbedaan suhu antara suhu ruang dan suhu produk yang dapat mengganggu kualitas produk itu sendiri. Selanjutnya Kristal Dinatrium Hidrogen Fosfat kering dengan suhu ruang tersebut akan diumpankan ke *ball mill* dengan bantuan *bucket elevator* untuk dihaluskan. Proses penghalusan bertujuan untuk memperoleh ukuran kristal yang telah ditentukan. Kristal dengan ukuran yang sesuai kemudian akan ditampung pada silo sebagai produk akhir.