



Pra Rancangan Pabrik

Pabrik *Disodium Phosphate Heptahydrate* dari *Phosphate Acid* dan *Natrium Chloride* dengan Proses Kristalisasi”

BAB II

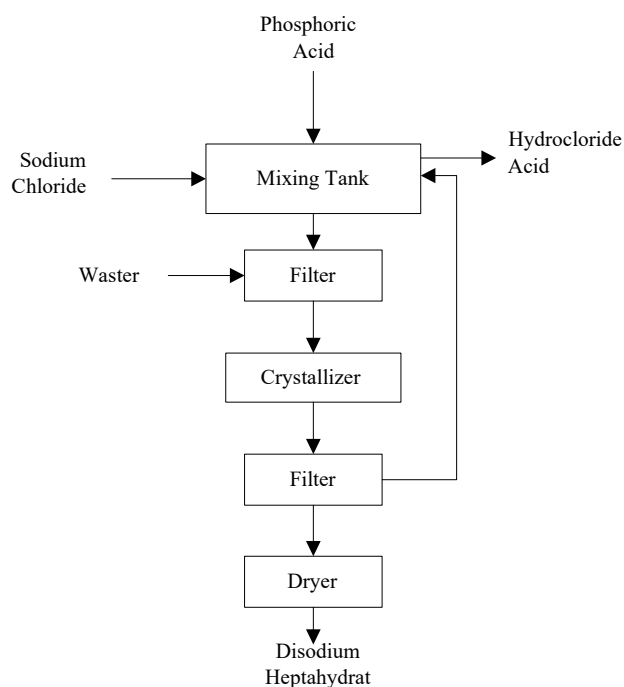
MACAM DAN SELEKSI PROSES

II.1. Macam - Macam Proses

Beberapa tahun perkembangan dalam teknologi, pembuatan disodium fosfat ini dapat dilakukan dengan dua macam cara atau proses dan dengan bahan baku yang digunakan sama. Adapun proses yang digunakan dalam pembuatan disodium fosfat heptahydrate adalah:

- Proses Kristalisasi
- Proses Netralisasi

II.1.1 Proses Kristalisasi



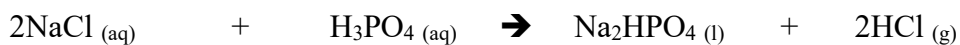
Gambar II.1 Diagram Alir Disodium Phosphate Heptahydrat dari Asam Phosphate dan Sodium chloride Dengan Proses kristalisasi



Pra Rancangan Pabrik

Pabrik *Disodium Phosphate Heptahydrate* dari *Phosphate Acid* dan *Natrium Chloride* dengan Proses Kristalisasi”

Metode pembuatan dinatrium fosfat heptahidrat dengan bahan baku asam fosfat (H_3PO_4) dan natrium klorida (NaCl), reaksi yang terjadi adalah:



(Natrium Klorida) (Asam Fosfat) (Dinatrium Fosfat) (Asam Klorida)

Pembuatan dinatrium fosfat heptahidrat dapat dilakukan dengan cara melarutkan natrium klorida (NaCl) padat dengan air (H_2O) untuk mencapai larutan NaCl dengan konsentrasi 26,5% lalu direaksikan dengan asam fosfat (H_3PO_4) 65% dalam reaktor alir tangki berpengaduk pada suhu 60-100°C pada tekanan 1 atm. Digunakan H_3PO_4 dengan konsentrasi 60-65% sesuai Perbandingan mol bahan baku antara asam fosfat dengan natrium klorida dibuat berlebih dengan rasio mol 1:2. Waktu reaksi yang dibutuhkan di dalam reaktor adalah 1 jam. Konversi yang dihasilkan dengan metode ini sebesar 90-95% (Kayes,1975). Produk keluar reaktor berupa dinatrium fosfat (Na_2HPO_4) dan hasil samping yaitu asam klorida (HCl), asam klorida dialirkan ke tangki penyimpanan produk samping.

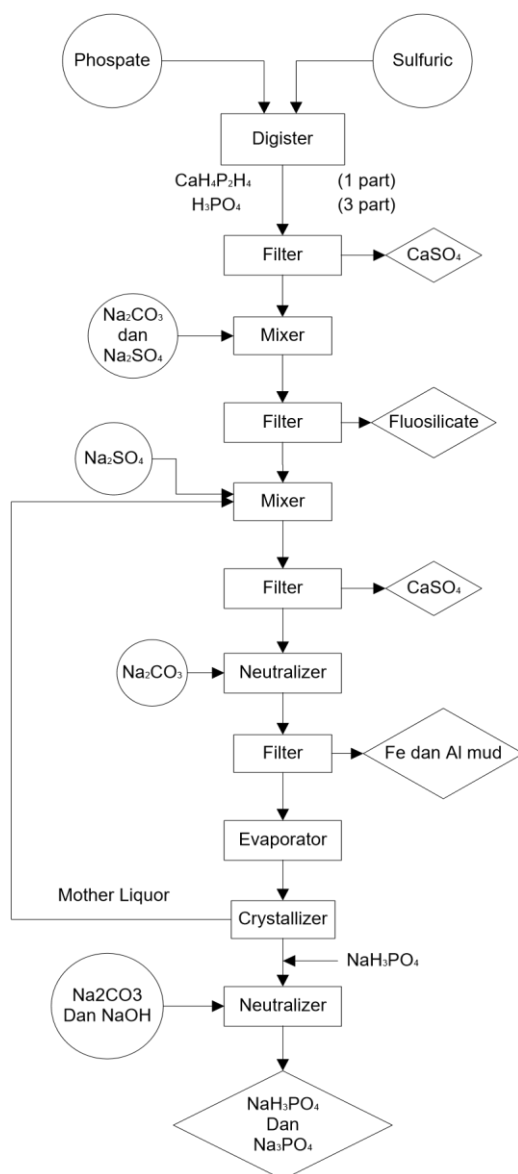
Dinatrium fosfat (Na_2HPO_4) diumpankan menuju evaporator untuk menguapkan kandungan air. Hasil keluaran dari evaporator yaitu dinatrium fosfat (Na_2HPO_4) dikristalkan dalam *crystallizer* untuk mendapatkan kristal heptahidrat. Dinatrium fosfat heptahidrat ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) terbentuk pada suhu >20–25°C dan *dinatrium fosfat dodekahidrat* ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) terbentuk pada suhu <20°C (US Patent 3,421,846). Produk kristal berupa dinatrium fosfat heptahidrat kemudian dipisahkan dari filtratnya menggunakan *centrifuge*, kemudian dikeringkan menggunakan *rotary dryer* dengan media pengering udara sehingga dihasilkan dinatrium fosfat heptahidrat dengan kemurnian $\geq 95\%$ (US Patent 4,759,920).



Pra Rancangan Pabrik

Pabrik *Disodium Phosphate Heptahydrate* dari *Phosphate Acid* dan *Natrium Chloride* dengan Proses Kristalisasi”

II.1.2. Proses Netralisasi



Gambar II.2 Diagram Alir *Disodium Phosphate Heptahydrat* dengan Proses Netralisasi

Pada pembuatan disodium phosphate dengan proses netralisasi, digunakan batuan fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) dan asam sulfat dengan perbandingan sebesar 3:1 yang kemudian direaksikan pada digester dengan suhu operasi 80°C , sehingga membentuk asam fosfat dan asam kalsium fosfat. Produk digester kemudian



Pra Rancangan Pabrik

Pabrik *Disodium Phosphate Heptahydrate* dari *Phosphate Acid* dan *Natrium Chloride* dengan Proses Kristalisasi”

difiltrasi untuk memisahkan Kalsium sulfat yang terbentuk, dan kemudian diumpankan pada mixer. (Us. Patent: 1961).

Pada mixer, campuran kemudian ditambahkan sodium karbonat untuk direaksikan dengan asam fosfat menghasilkan monosodium fosfat. Produk mixer kemudian difiltrasi untuk memisahkan senyawa silikat. 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 fosfat dinetralisasi dengan penambahan sodium karbonat sehingga didapat endapan besi dan aluminium. Larutan monosodium fosfat kemudian dipekatkan pada evaporator sampai dengan kadar 60% secara vacuum dengan suhu 150°F (66°C). Larutan monosodium fosfat kemudian dikristalisasi pada crystallizer, sehingga dihasilkan kristal monosodium fosfat. (Us. Patent: 1961).

Kristal monosodium fosfat kemudian dinetralisasi pada neutrallizer dengan penambahan larutan encer soda ash (Na_2CO_3) dan sedikit larutan encer soda caustic (NaOH), sehingga dihasilkan produk disodium fosfat dodecahidrat. Produk disodium fosfat dodecahidrat kemudian dikeringkan dengan dryer sehingga sebagian air akan terlepas pada kristal dan membentuk produk disodium fosfat dihidrat. (Us. Patent: 1961) Yield yang didapat dengan proses ini sebesar 93%-95% (Us. Patent :1961)



Pra Rancangan Pabrik

Pabrik *Disodium Phosphate Heptahydrate* dari *Phosphate Acid* dan *Natrium Chloride* dengan Proses Kristalisasi”

Tabel II.1 Perbandingan Macam-macam Proses Pembuatan Disodium Phosphate Heptahidrat

Parameter Proses	Macam – Macam Proses	
	Kristalisasi	Netralisasi
Bahan Baku	Asam Phosphate Sodium Chloride	Calcium Phosphate Natrium Karbonat
Harga Bahan Baku	8.500 Rp/Kg. 15.000 Rp/Kg.	21.000 Rp/Kg. 25.000 Rp/Kg.
Temperatur (C)	90	80
Yield (%)	90 – 95 %	93 – 95%
Produk Samping	Hydrochloric Acid	Calcium Sulfat
Proses	Sederhana	Kompleks

(Faith, 1975)

Dari tinjauan proses pembuatan disodium fosfat diatas maka dapat kami tarik kesimpulan bahwa proses yang dipilih adalah proses pembuatan *Disodium Phosphate Heptahydrat* dengan proses kristalisasi dengan faktor pertimbangan:

1. Bahan baku yang diperlukan tersedia dengan jumlah yang melimpah di Indonesia.
2. Bahan baku pembantu lebih sedikit dibandingkan proses lainnya.
3. Peralatan yang digunakan lebih sederhana dibandingkan proses lainnya.
4. Yield dan kemurnian produk yang diperoleh cukup tinggi.
5. Investasi lebih ekonomis, dengan menggunakan instalasi sederhana.



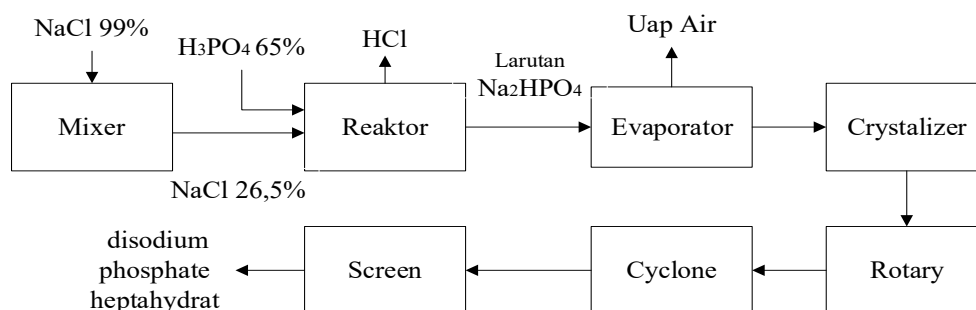
Pra Rancangan Pabrik

Pabrik *Disodium Phosphate Heptahydrate* dari *Phosphate Acid* dan *Natrium Chloride* dengan Proses Kristalisasi”

II.2 Uraian Proses

Proses pembuatan disodium fosfat secara garis besar dibagi menjadi 5 tahap proses yaitu:

1. Persiapan bahan baku
2. Pembentukan larutan *disodium phosphate*
3. Pengkristalan produk *disodium phosphate heptahydrate*
4. Pengeringan *disodium phosphate heptahydrate*
5. Pengambilan produk (packing)



Gambar II.3 Diagram Alir *Disodium Phosphate Heptahydrate* Dengan Proses Kristalisasi

II.2.1 Penyiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan untuk membuat *disodium phosphate heptahydrate* ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) adalah asam fosfat (H_3PO_4) dan natrium klorida (NaCl). Asam fosfat disimpan dalam tangki penyimpanan (F-130) pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm dengan kemurnian 65%. Natrium klorida yang berupa padatan disimpan pada gudang penyimpanan (F-110) kemudian masuk ke hopper (F-123) untuk menampung sementara sebelum dilarutkan dengan air menggunakan *mixer* (M-120) dari kemurnian 99% menjadi 26,5% NaCl . Larutan natrium klorida (NaCl) akan dipanaskan terlebih dahulu untuk mencapai suhu operasi yaitu 90°C



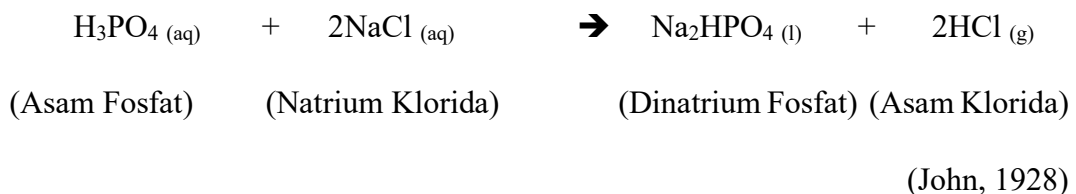
Pra Rancangan Pabrik

Pabrik *Disodium Phosphate Heptahydrate* dari *Phosphate Acid* dan *Natrium Chloride* dengan Proses Kristalisasi”

pada tekanan 1 atm sebelum diumpankan ke dalam reaktor. Asam fosfat kemurnian 65% dari tangki penyimpanan akan dialirkan menuju *heater* untuk mencapai kondisi operasi yaitu 90°C pada tekanan 1 atm, kemudian asam fosfat akan diumpankan ke dalam reaktor (R-210) bersama dengan larutan natrium klorida.

II.2.2 Pembentukan Dinatrium Phosphate

Larutan asam fosfat dialirkan ke dalam reaktor direaksikan dengan sodium chloride. Reaktor yang digunakan adalah *mixed flow reactor* yang dilengkapi dengan pengaduk. Sebagai media pendingin digunakan air dengan suhu masuk 30°C. Kondisi operasi reaktor pada suhu 90°C dan tekanan 1 atm. Reaksi yang terjadi dalam reaktor 1 adalah:



Produk atas reaktor berupa gas karbon dioksida (HCl) kemudian didinginkan dengan kondensor sampai suhu 25°C untuk kemudian ditampung dalam bentuk *liquid* pada tangki sebagai produk samping HCl. Produk bawah berupa larutan *disodium phosphate heptahydrate* (Keyes, 1975). *disodium phosphate* hasil reaksi dialirkan menggunakan pompa menuju evaporator.

II.2.3 Pengkristalan Disodium Phosphate Heptahydrate

Produk bawah berupa larutan *disodium phosphate heptahydrate* kemudian dipompa untuk masuk ke dalam evaporator (Keyes, 1975). Filtrat yang berupa larutan disodium phosphat kemudian dipekatkan sampai dengan 45,56% menggunakan *Double Effect Evaporator* dengan tekanan 1 atm dan suhu 100°C, sehingga didapat larutan *disodium phosphate heptahydrate* jenuh. Larutan *disodium*



Pra Rancangan Pabrik

Pabrik *Disodium Phosphate Heptahydrate* dari *Phosphate Acid* dan *Natrium Chloride* dengan Proses Kristalisasi”

phosphat heptahydrat jenuh, kemudian dikristalisasi pada *crystallizer* sehingga didapat kristal *disodium phosphat heptahydrat* ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). (Keyes, 1975). Sedangkan uapnya dikondensasi pada barometrik kondensor (BK). Produk keluar *Crystallizer* diumpankan ke dalam *Centrifugal Filter* untuk dipisahkan kristalnya dengan *mother liquor* yang masih melekat. *Mother liquor* yang terpisah akan dialirkan kedalam bak penampung kemudian dilarutkan dengan menggunakan steam untuk menaikkan suhu nya menjadi 90°C sehingga *mother liquor* nya dapat *direcycle* menuju evaporator 1. Sedangkan hasil berupa Kristal *Disodium Phosphate Heptahydrat* dibawa menuju *Rotary Dryer* untuk mengurangi kadar air sampai 0,5% berat.

II.2.4 Pengeringan Produk

Tahap pengeringan dilakukan di dalam *rotary dryer* untuk menghasilkan produk dengan kandungan air sebesar 0,2 % dengan bantuan udara panas yang kemudian dialirkan ke *rotary dryer* secara berlawanan arah. Produk kristal kering $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ kemudian didinginkan menggunakan *cooling conveyor* hingga 30°C , sedangkan udara panas dan padatan terikut keluar dari *rotary dryer* (B-440) masuk ke *cyclone* untuk kemudian dipisahkan dan diumpankan kembali menuju *cooling conveyor* bersamaan dengan kristal dari *rotary dryer*.

II.2.5 Pengambilan Produk

Kristal *disodium phosphat heptahydrat* yang telah di keringkan dengan bantuan *bucket elevator* diumpankan ke *pin mill* untuk proses pengecilan ukuran yang dilengkapi screen *Disodium Fosfat heptahydrat* akan masuk ke dalam coater dimana didalam coater akan ada pelapisan menggunakan coating untuk mencegah agar produk menyerap air kembali Pengambilan hasil Kristal *disodium phosphate heptahydrat* yang telah kering kemudian dimasukkan ke dalam silo. Selanjutnya dilakukan proses packing produk kedalam bentuk sak-sak menggunakan alat pempackingan.