



---

## BAB II

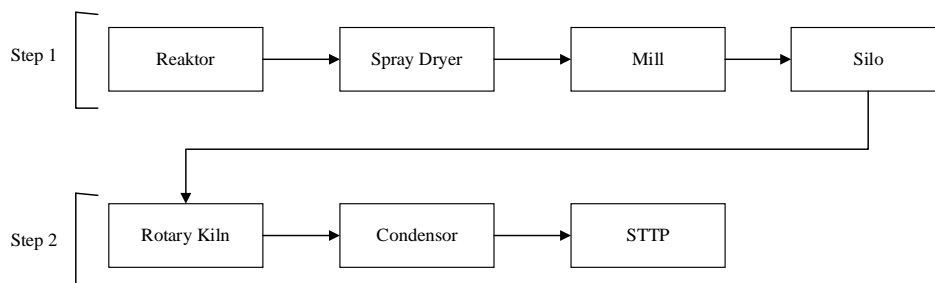
### SELEKSI DAN URAIAN PROSES

#### II.1 Macam Proses

Pemilihan proses produksi merupakan salah satu hal yang sangat penting dalam pendirian suatu pabrik agar suatu pabrik dapat memproduksi secara efisien dengan mempertimbangkan segala aspek yang ada, baik dari kebutuhan bahan baku, bahan penunjang, sistem utilitas, hingga biaya produksi. Secara umum proses pembuatan Sodium Tripolyphosphate ini dapat diperoleh dari :

1. **Proses Dua Tahap**
2. **Proses Hoechst-Knapsack/ Satu Tahap**
3. **Proses Kombinasi dari Proses Dua Tahap dan Proses Hoechst-Knapsack**

##### II.1.1 Proses Dua Tahap



**Gambar 2.1** Proses Dua Tahap Sodium Tripolyphosphate

(Sumber : Ullmann's, 1990)

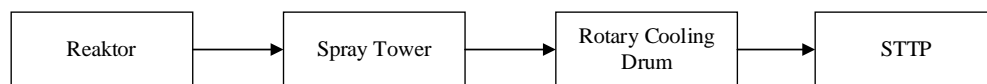
Menurut Ullmann's (1990), dalam proses dua tahap terdiri dari tahap satu dan tahap dua. Pada tahap pertama terjadi dehidrasi untuk mencampurkan monofosfat anhidrat pada receiver. Dari receiver dipompa dengan heavy duty pump menuju spray tower untuk tahap pengeringan atau proses terbentuknya butiran granul. Seringkali kondensasi parsial dengan pembentukan difosfat sudah terjadi pada tahap ini. Kondensasi aktual untuk melakukan triphosphate atau monodyle terjadi di tahap kedua.



Umumnya, spray dryer digunakan untuk dehidrasi monofosfat. Pada spray tower gas panas di peroleh dari hasil pembakaran dari udara alam dengan combustion chamber. Debu dari Spray tower dan silo nantinya akan dialirkan pada wet dust removal from flue gas sebelum di buang ke udara bebas. Butiran granular setelah itu masuk ke sieve untuk tahap screening untuk nantinya dialirkan ke alat mill untuk di menghancurkan butiran monodyle menjadi yang lebih halus. Pneumatic conveyor membawa butiran granul monodyle ke silo sebagai tempat penyimpanan sementara.

Pada tahap dua, Sodium Tripolyphosphate rotary kiln untuk konversi menjadi trifosfat. Energi yang dibutuhkan dipasok oleh gas panas dari ruang bakar atau oleh nyala api minyak atau gas di rotary kiln. Fluidized-bed reaktor juga direkomendasikan untuk konversi monofosfat kering menjadi trifosfat. Dalam proses lain rotary kiln digunakan pada kedua tahap, granular dan produk diperoleh dengan menggiling produk setengah jadi dan menambahkan air sebelum kalsinasi. Dalam proses dua tahap juga melibatkan dehidrasi larutan monofosfat konsentrat untuk menghasilkan dinatrium hidrogen fosfat anhidrat, yang kemudian diubah menjadi natrium pirofosfat dalam rotary kiln. Keluar dari rotary kiln, produk atau sodium tripolyphosphate mempunyai suhu yang tinggi kemudian masuk ke kondensor untuk tahap pendinginan. Dari kondensor, Sodium Tripolyphosphate dibawa dengan bucket chain masuk ke tahap screening pada sieve. Tahap akhir yaitu bagging scale sebelum produk siap di distribusikan.

### II.1.2 Proses Hoechst-Knapsack



**Gambar 2.2** Process Hoechst Knapsack (Sumber : Ullmann's, 1990)

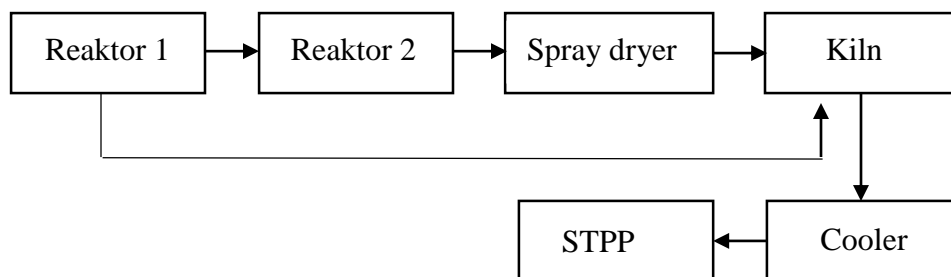
Menurut Ullmann's (1990), proses Hoechst Knapsack untuk pembuatan Sodium Tripolyphosphate dimana proses single stage yang melibatkan rotary kiln atau



spray drying towers. caustic soda dan phosphoric acid dari tanki di umpankan ke dalam reaktor netralisasi dimana di tambahkan larutan soda dan wash water. Kemudian larutan monofosfat disemprotkan pada 1-2 Mpa ke dalam stainless-stell spray tower. Pembakar disusun secara konsentris di sekitar nosel dan menghasilkan zona api yang diarahkan secara bersinggungan ke arah pusat menara. Penyemprotan bergerak kebawah cocurrent dengan gas burner dan cepat mengalami dehidrasi menjadi trifosfat. Sebagian besar  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$  di kumpulkan di tower cone dan dilepaskan. Partikel yang lebih halus akan dipisahkan dari gas oleh cyclone. Gas kemudian dimurnikan lebih lanjut dengan cairan pencuci. Produk dari Sodium Tripolyphosphate ini masuk ke dalam rotary cooling drum dimana produk ini didinginkan terlebih dulu dengan menggunakan cooling water sehingga suhu produk berkisar  $T = 60^\circ\text{C}$ . Setelah dari rotary cooling drum produk masuk ke dalam cylo dan di packing.

Produk yang berbentuk kristal diperoleh dengan kandungan triphosphate hingga 98%. Selain itu, bentuk kristal tertentu dapat diperoleh dengan mensimulasikan kristal benih secara serentak dengan modifikasi yang diinginkan. Partikel kasar  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$  ( $>0,15$  mm) juga dapat di buat dengan dengan metode kristal ini. Kristal yang dibutuhkan diambil dari residu kantong saringan debu dikarenakan debu buangan ini memiliki karakteristik spray dan suspensi yang baik.

### II.1.3 Proses Kombinasi dari Proses Dua Tahap dan Proses Hoechst-Knapsack



**Gambar 2.3.** Proses Kombinasi dari Proses Dua tahap dan Proses Hoechst-Knapsack pada Pabrik Petrocentral Gresik (Sumber : US. Patent, 1981)



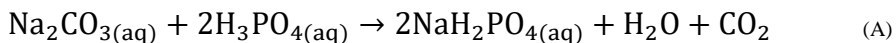
Pra Rencana Pabrik  
"Pabrik Sodium Tripolyphosphate Dari Sodium Carbonate dan Asam  
Phosphate Dengan Proses Kombinasi"

Proses pembuatan sodium tripolyphosphate untuk memudahkan reaksi netralisasi dalam tangki reaktor, soda ash yang berbentuk kristal diangkut dengan menggunakan belt conveyor kemudian dimasukkan ke dalam tangki pelarutan soda ash yang dilengkapi pengaduk dan pemanas. bersamaan itu pula dipompakan air dari tangki air proses sehingga soda ash dapat larut dalam tangki pelarutan soda ash.

Proses Pre netralisasi yang dimaksudkan yaitu pencampuran atau penetralan asam fosfat dengan soda ash dalam tangki Pre netralisasi yang menghasilkan larutan garam mono sodium phosphate seperti pada reaksi (A). Sebagian mengandung mono sodium phosphate dipindahkan ke tangki reaksi kedua atau tangki netralisasi dimana dengan penambahan soda ash sehingga terbentuk disodium phosphate seperti pada reaksi (B). Proses ini merupakan tahap yang menentukan untuk mendapatkan produk akhir Sodium Tripolyphosphate yang mempunyai konversi tinggi. Proses netralisasi ini nantinya akan menghasilkan garam – garam orthophosphate yang berupa monosodium phosphate dan disodium phosphate.

Reaksi yang terjadi sebagai berikut :

Reaksi Pre-netralisasi



Reaksi Netralisasi



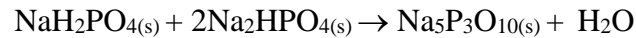
Proses Pre-Netralisasi dan Netralisasi terjadi dalam 2 reaktor dengan suhu 60°C-105°C yang dilengkapi dengan agitator. Reaksi terjadi dalam kondisi eksotermis, sehingga untuk menjaga suhu agar suhu reaksi stabil maka dilakukan pendinginan dengan air pendingin. Larutan orthophosphate yang telah terbentuk selanjutnya dialirkan ke Spray Dryer dengan panas 165°C. Gas panas berasal dari burner yang menggunakan bahan bakar gas alam dan gas panas yang merupakan output dari calciner. Gas panas dari calciner akan ditangkap oleh cyclone untuk memisahkan debu dan gas panasnya. Gas panas akan kontak langsung secara co-current dengan



---

monodyle lalu membentuk orthophosphate yang berbentuk kasar. Gas hasil pengeringan dari spray dryer dialirkan ke cyclone untuk dipisahkan debunya.

Tahap kalsinasi yaitu reaksi pembentukan Sodium Tripolyphosphate dari garam orthophosphate kering.



Reaksi ini berlangsung dalam kiln dengan panas 400°C-700°C. Gas panas kontak dengan orthophosphate secara counter-current. Gas panas yang berasal dari burner yang menggunakan bahan bakar fuel oil. Produk dari kalsinasi adalah Sodium Tripolyphosphate.

Sodium Tripolyphosphate akan didinginkan dengan cooling conveyor, produk yang telah didinginkan diumpukan kedalam ball mill yang bertujuan untuk mengatur ukuran partikel dengan ukuran 200 mesh, lalu diangkut menuju bagging unit menggunakan conveyor. Setelah dimasukkan kedalam storage, maka Sodium Tripolyphosphate mengalir ke packing. Sodium Tripolyphosphate berbentuk bubuk.



## II.2 Seleksi Proses

Berdasarkan uraian singkat mengenai proses yang digunakan untuk menghasilkan produk Sodium Tripolyphosphate, dapat dilihat kelebihan dan kekurangan proses sebagai berikut :

**Tabel II.1 Data Perbandingan Proses**

Parameter	Macam Proses		
	Proses Dua Tahap (Ulmann's, 1990)	Hoechst Knapsack (Satu Tahap) (Ulmann's, 1990)	Proses Kombinasi Dua Tahap dan Proses Hoechst-Knapsack (Rodney, 2014)
Bahan baku	Caustic soda atau soda ash	Caustic soda	Soda ash
Proses	1. Drying 2. Calcination	1. Netralisasi 2. Drying	1. Netralisasi 2. Drying 3. Calcination
Tekanan pada spray tower	1 atm	9,87 – 19,72 atm	1 atm
Yield	95%	80-88 %	96,59%
Energi yang dibutuhkan	Sedang	Banyak	Sedang
Kelebihan	1. Kemurnian lebih tinggi jika di bandingkan dengan 1 tahap 2. Terdapat	1. Biaya investasi lebih kecil 2. Alat proses lebih sedikit	1. Tekanan operasi sama 1 atm. 2. Menggunakan 2 reaktor sehingga reaksi lebih sempurna



Pra Rencana Pabrik  
“Pabrik Sodium Tripolyphosphate Dari Sodium Carbonate dan Asam Phosphate Dengan Proses Kombinasi”

	produk samping yang bisa dijual 3. Produk lebih kering jika dibandingkan dengan 1 tahap.		3. kontrol proses lebih mudah 4. yield yang dihasilkan lebih besar dari dua tahap.
Kekurangan	1. Investasi lebih besar 2. Peralatan proses lebih banyak jika dibandingkan dengan 1 tahap.	1. menggunakan 1 reaktor netralisasi 2. Banyak energy yang dibutuhkan karena tekanan tinggi 3. Kontrol proses lebih sulit	1. Investasi lebih besar 2. Peralatan proses lebih banyak jika dibandingkan dengan 1 tahap.

Maka proses yang dipilih dalam pembuatan Sodium Tripolyphosphate adalah proses kombinasi dari proses Dua Tahap dan proses Hoechst-Knapsack dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Proses netralisasi terbagi menjadi dua tahap yaitu pre-netralisasi dan netralisasi, sehingga reaksi lebih sempurna.
2. Steam tidak ada yang terbuang sehingga lebih ekonomis.
3. Pengeringan dilakukan dengan 2 alat sehingga didapatkan produk yang lebih kering.
4. Yield Sodium Tripolyphosphate yang dihasilkan cukup besar yaitu 96,59%.



## Pra Rencana Pabrik “Pabrik Sodium Tripolyphosphate Dari Sodium Carbonate dan Asam Phosphate Dengan Proses Kombinasi”

---

Terdapat kebaruan pada didirikannya pabrik sodium tripolyphosphate ini yaitu jika ditinjau dari perancang sebelumnya yang memiliki kekurangan dan kelebihan pada alat-alat industri maupun proses nya. Perancangan sebelumnya seperti yang dilakukan oleh Agnarindra, 2018 dimana pada pra rancangan pabrik sodium tripolyphosphate menggunakan proses kombinasi yaitu proses satu tahap dan dua tahap, pada perancangan pabrik Agnarindra,2018 terdapat kekurangan dan kelebihan pada alat-alat proses maupun prosesnya. Pertama terdapat kekurangan pada alat proses seperti ball mill masih menggunakan alat penghancur dan screening yang terpisah, sehingga menambahkan alat screening tersendiri, kemudian tidak menambahkan tangki penyimpanan sementara setelah gudang penyimpanan awal soda ash sehingga proses pengambilan bahan berlangsung terus menerus. Kedua, kelebihan pada perancangan Agnarindra,2018 yaitu memilih proses kombinasi (satu tahap dan dua tahap) yaitu pada alat proses nya menggunakan 2 reaktor yaitu reaktor pre netralisasi dan reaktor netralisasi sehingga pada reaksi menghasilkan reaksi yang sempurna dengan kemurnian produk yang diperoleh 96%, serta menggunakan tekanan operasi yang sama yaitu 1 atm, dan pada proses pengeringan menggunakan 2 alat pengering yaitu spray dryer dan rotary kiln sehingga produk yang dihasilkan lebih kering. Peneliti lainnya yang dilakukan oleh Indira, 2022 dimana pada pra rancangan pabrik sodium tripolyphosphate menggunakan proses satu tahap, pada perancangan pabrik Indira, 2022 terdapat kekurangan dan kelebihan pada alat-alat proses maupun prosesnya. Pertama, terdapat kekurangan yaitu alat proses netralisasi hanya menggunakan 1 alat reaktor netralisasi sehingga proses netralisasi kurang bereaksi sempurna serta menggunakan 1 alat pengering yaitu spray dryer dimana pada produk yang dihasilkan akan kurang maksimal jika dibandingkan dengan menggunakan proses kombinasi yang menggunakan 2 alat pengering spray dryer dan rotary kiln, serta banyak energy yang dibutuhkan karena memiliki tekanan 9,87-19,72 atm. Kedua, kelebihan pada perancangan Indira, 2022 memilih proses satu tahap yaitu biaya investasi yang dikeluarkan pada alat-alat industri lebih kecil jika dibanding dengan proses kombinasi serta alat-alat proses yang digunakan tidak terlalu banyak tetapi banyak energy yang

---





---

dibutuhkan, serta menghasilkan kemurnian 85% yang lebih kecil jika dibandingkan dengan proses kombinasi.

Ditinjau dari penelitian sebelumnya maka dari itu perancangan pabrik ini dilakukan pembaruan dan perbaikan pada alat-alat maupun proses nya agar proses pembuatan sodium tripolyphosphate lebih efektif dan menghasilkan kemurnian produk yang tinggi. Perancangan ini dilakukan perbaikan alat seperti alat penghancur ball mill menggunakan alat penghancur yang sudah jadi satu dengan penyaring nya (screening) sehingga proses penghalusan lebih efektif, dan menambahkan alat tangki penyimpanan sementara setelah gudang penyimpanan awal sehingga proses pengambilan bahan tidak berlangsung secara terus menerus, dan mengganti alat pendingin rotary cooler dengan menggunakan cooling conveyor agar dapat mengurangi sedikit biaya investasi. Memilih pembuatan sodium tripolyphosphate dengan menggunakan proses kombinasi (satu tahap dan dua tahap) yaitu pada alat proses nya menggunakan 2 reaktor yaitu reaktor pre netralisasi dan reaktor netralisasi sehingga pada reaksi menghasilkan reaksi yang sempurna dengan kemurnian produk yang diperoleh hingga 96,59%, serta menggunakan tekanan operasi yang sama yaitu 1 atm, dan pada proses pengeringan menggunakan 2 alat pengering yaitu spray dryer dan rotary kiln sehingga produk sodium tripolyphosphate yang dihasilkan lebih kering.

### **II.3 Uraian Proses**

Pada proses pembuatan Sodium Tripolyphosphate ini ada 3 (tiga) tahapan yang dapat dibagi menjadi tiga unit utama, yaitu antara lain :

- A. Tahap Pre-Netralisasi dan Netralisasi**
- B. Tahap Proses**
- C. Tahap Pengendalian Produk**

Adapun untuk uraian proses pembuatan Sodium Tripolyphosphate adalah sebagai berikut :



---

Sebelum melaksanakan tahap – tahap proses, perlu adanya persiapan bahan baku yang dimaksud persiapan bahan baku adalah mengolah bahan baku agar dapat digunakan dalam ketiga tahapan proses. Pertama Sodium Carbonate 99% dari supplier PT. Sree int Indonesia disimpan digudang penyimpanan (F-120) dengan suhu penyimpanan 30°C. Sodium Carbonate selanjutnya diumpankan ke tangki pelarutan (M-124) dengan menggunakan buket elevator. Untuk melarutkan Sodium Carbonate dengan penambahan air proses sampai kadar  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  65% sehingga memudahkan reaksi dalam tangki reaktor. Selanjutnya Sodium Carbonate 65% dipanaskan menggunakan Heater dengan suhu mencapai 85°C sebelum diumpankan ke Reaktor untuk proses Pre-netralisasi dengan Asam Phosphate. Asam Phosphate 85% dari supplier PT. Petrokimia (Persero) disimpan dalam tangki penyimpanan (F-110) dengan suhu penyimpanan 30°C yang selanjutnya dipanaskan dengan Heater dengan suhu 85°C Sebelum diumpankan ke Reaktor pre-netralisasi (R-210).

#### **A. Tahap Pre-Netralisasi dan Netralisasi**

Proses Pre netralisasi yang dimaksudkan yaitu pencampuran atau penetralan asam fosfat dengan soda ash dalam tangki Pre netralisasi (R-210) yang menghasilkan larutan garam mono sodium phosphate seperti pada reaksi (A) dengan suhu reaktor 85°C. Sebagian mengandung mono sodium phosphate dipindahkan ke tangki reaksi kedua atau tangki netralisasi (R-310) dengan suhu 105°C dimana dengan penambahan soda ash sehingga terbentuk disodium phosphate seperti pada reaksi (B). Proses ini merupakan tahap yang menentukan untuk mendapatkan produk akhir Sodium Tripolyphosphate yang mempunyai konversi tinggi. Proses netralisasi ini nantinya akan menghasilkan garam – garam orthophosphate yang berupa monosodium phosphate dan disodium phosphate.



---

Reaksi yang terjadi sebagai berikut :

Reaksi Pre-netralisasi



Reaksi Netralisasi



Proses Pre-Netralisasi dan Netralisasi terjadi dalam 2 reaktor dengan suhu 60°C-105°C yang dilengkapi dengan agitator. Reaksi terjadi dalam kondisi eksotermis, sehingga untuk menjaga suhu agar suhu reaksi stabil maka dilakukan pendinginan dengan air pendingin. Larutan orthophosphate yang telah terbentuk selanjutnya dialirkan ke Spray Dryer dengan panas 165°C.

## B. Tahap Proses

Pada tahap proses ini terjadi dua sub tahapan yaitu :

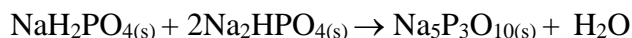
### 1. Tahap Pengeringan

Pada tahap pengeringan ini, larutan orthophosphate yang terdiri dari monosodium phosphate dan disodium phosphate diumpankan ke spray dryer (B-410) pada suhu 165°C dengan menggunakan pompa pada proses ini udara pengering yang dihembuskan oleh blower kedalam spray dryer yang dihasilkan dari burner. Larutan orthophosphate mulai mengering. Adapun butiran yang keluar bersama-sama dengan udara panas akan menuju cyclone separator (H-413) . Produk yang keluar dari spray dryer berupa padatan orthophosphate kering dengan kadar air 1%, langsung diterima screw conveyor untuk diumpankan kedalam rotary kiln.



## 2. Tahap Kalsinasi

Tahap kalsinasi yaitu reaksi pembentukan Sodium Tripolyphosphate dari garam orthophosphate kering.



Reaksi ini berlangsung dalam rotary kiln (B-415) dengan panas 400°C-700°C. Gas panas kontak dengan orthophosphate secara counter-current. Gas panas yang berasal dari burner yang menggunakan bahan bakar fuel oil. Produk dari kalsinasi adalah Sodium Tripolyphosphate.

## C. Tahap Pengendalian Produk

### 1. Pendinginan

Sodium tripolyphosphate yang keluar dari rotary kiln, maka perlu dilakukan pendinginan agar dapat dikemas. Produk sodium tripolyphosphate dari rotary kiln diumpankan ke cooling conveyor (J-419) pada suhu 40°C untuk dilakukan proses pendinginan menggunakan cooling water (brine) yang dipakai sebagai pendingin. Pada cooling conveyor ini Sodium Tripolyphosphate didinginkan secara perlahan – lahan. Dengan adanya proses pendinginan bertahap untuk mendapatkan kesempurnaan kejernihan produk akhir yang seragam.

### 2. Penggilingan

Sodium Tripolyphosphate yang telah didinginkan dengan cooling conveyor akan diumpankan kedalam ball mill (C-420) yang bertujuan untuk menghaluskan dan menyamakan ukuran produk Sodium Tripolyphosphate yang keluar dari cooling conveyor dimana bentuk dan ukurannya masih belum beraturan. Pada ball mill, padatan dihaluskan sampai ukuran 200 mesh yang sesuai dengan SNI 2109:2011. Padatan Sodium Tripolyphosphate yang sudah seragam kemudian ditampung pada hooper sebagai produk akhir. Dan dimasukkan kedalam silo sodium tripolyphosphate (F-423).