



**PRA RANCANGAN PABRIK**  
**“PABRIK NATRIUM TRIPOLIFOSFAT DARI ASAM FOSFAT**  
**DAN NATRIUM KARBONAT DENGAN PROSES DUA TAHAP”**

---

**BAB II**  
**SELEKSI DAN URAIAN PROSES**

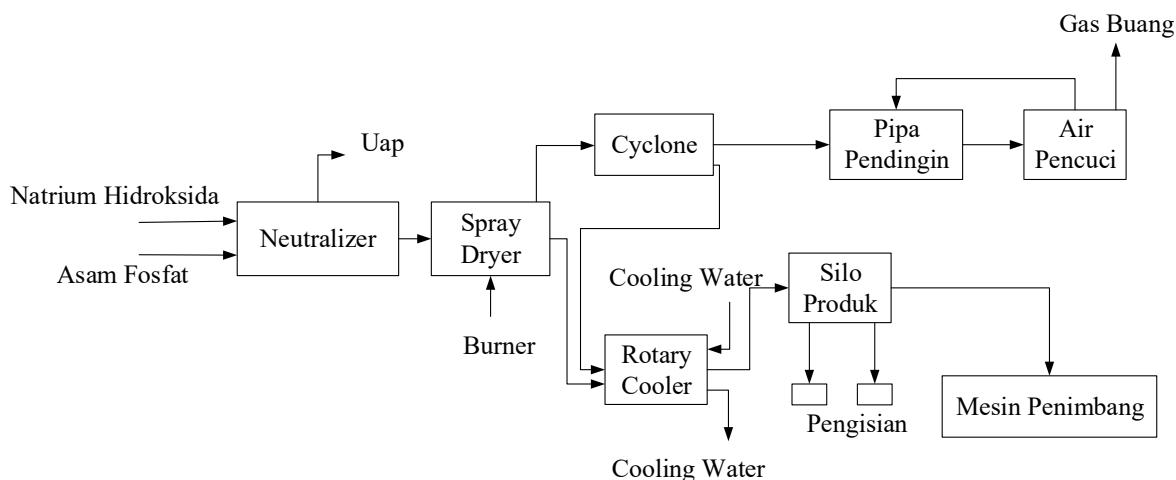
### **II.1 Macam – Macam Proses**

Natrium tripolifosfat (STPP) berwujud bubuk putih yang memiliki rumus kimia  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ . Proses pembuatan natrium tripolifosfat (STPP) pada dasarnya hanya ada satu proses yakni proses pengeringan dan polikondensasi (drying and polycondensation process) yang membedakan proses pembuatan natrium tripolifosfat adalah tahap proses yang dipakai dan peralatan yang dipakai. Secara umum proses pembuatan natrium tripolifosfat dapat diperoleh dari :

1. Proses Satu Tahap (Hoechst-Knapsack)
2. Proses Dua Tahap

#### **II.1.1 Proses Satu Tahap (Hoechst-Knapsack)**

Diagram alir proses satu tahap (Hoechst-Knapsack) ditunjukkan pada Gambar II.1 sebagai berikut :



Gambar II. 1 Pembuatan Natrium Tripolifosfat dengan Proses Satu Tahap  
(Hoechst-Knapsack) (Ullman, 2005)

Proses pembuatan natrium tripolifosfat dengan proses satu tahap (*single stage*) dapat menggunakan rotary kiln atau spray drying towers. Natrium hidroksida dan asam fosfat dari tangki diumpulkan ke dalam neutralization. Kemudian larutan monofosfat disemprotkan pada 1-2 Mpa ke dalam stainless-steel spray tower.



## PRA RANCANGAN PABRIK

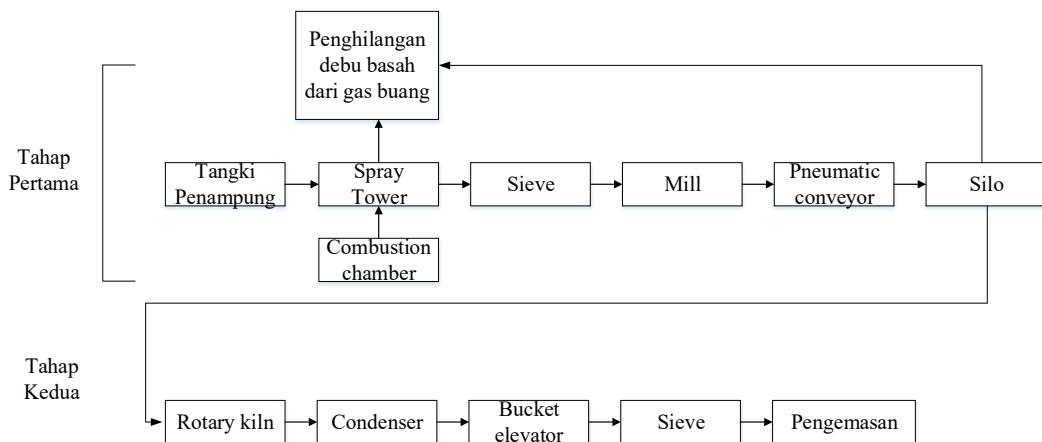
### “PABRIK NATRIUM TRIPOLIFOSFAT DARI ASAM FOSFAT DAN NATRIUM KARBONAT DENGAN PROSES DUA TAHAP”

Pembakar disusun secara konsentris (melingkat) di sekitar nosel dan menghasilkan zona api yang diarahkan secara bersinggungan ke arah pusat menara. Penyemprotan bergerak kebawah co-current dengan gas burner dan mengalami dehidrasi dengan cepat menjadi trifosfat. Sebagian besar  $Na_5P_3O_{10}$  di kumpulkan di tower cone dan diumpulkan ke proses selanjutnya. Partikel yang lebih halus akan dipisahkan dari gas oleh cyclone. Gas kemudian dimurnikan lebih lanjut dengan cairan pencuci. Produk dari sodium tripolifosfat ini masuk ke dalam rotary cooling drum dimana produk ini didinginkan terlebih dulu dengan menggunakan cooling water. Setelah dari rotary cooling drum produk masuk ke dalam silo dan di packing.

Bentuk kristal tertentu dapat diperoleh dengan mensimulasikan kristal benih secara serentak dengan modifikasi yang diinginkan. Partikel kasar  $Na_5P_3O_{10}$  ( $>0,15$  mm) juga dapat dibuat 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.1.2 Proses Dua Tahap

Diagram alir proses dua tahap ditunjukkan pada Gambar II.2 sebagai berikut :



Gambar II. 2 Pembuatan Natrium Tripolifosfat dengan Proses Dua Tahap

(Ullman, 2005)

Tahap satu diawali dengan dehidrasi untuk menghasilkan campuran monofosfat anhidrat, selanjutnya menuju ke spray tower dimana pada tahap ini sudah terjadi kondensasi parsial dengan pembentukan difosfat. Gas panas yang



## PRA RANCANGAN PABRIK

### “PABRIK NATRIUM TRIPOLIFOSFAT DARI ASAM FOSFAT DAN NATRIUM KARBONAT DENGAN PROSES DUA TAHAP”

---

digunakan pada spray tower berasal dari proses pembakaran udara menggunakan combustion chamber. Debu yang berasal dari spray tower akan menuju pada wet dust removal from flue gas sebelum dibuang ke udara bebas. Kondensasi aktual menjadi trifosfat terjadi pada tahap kedua. Umumnya, spray tower digunakan untuk dehidrasi monofosfat dan rotary kiln untuk konversi menjadi trifosfat. Suplay energi didapat dari udara panas yang berasal dari gas api dalam rotary kiln (Gas-fired calciner). Fluidized-bed reactor direkomendasikan untuk konversi monofosfat kering menjadi trifosfat. Pada proses lain rotary kiln digunakan pada kedua tahap, dimana granular atau produk akhir diperoleh dengan menggiling produk antara dan menambahkan air sebelum kalsinasi. Produk atau sodium tripolifosfat yang keluar dari rotary kiln mempunyai suhu yang tinggi. Setelah itu, natrium tripolifosfat masuk ke kondensor untuk proses pendinginan. Sodium tripolifosfat dibawa oleh bucket chain menuju sieve untuk tahap screening, setelah itu menuju bagging scale sebelum produk didistribusikan.

#### II.2 Seleksi Proses

Berdasarkan uraian kedua proses sebelumnya pembuatan natrium tripolifosfat (STPP) dapat ditabelkan perbandingan dari masing-masing proses. Perbandingan ini digunakan untuk mempertimbangkan proses yang akan digunakan. Adapun perbandingan metode-metode berdasarkan beberapa parameter dapat ditampilkan dalam Tabel II.1.

Tabel II.1 Perbandingan Proses Pembuatan Natrium Tripolifosfat

Parameter	Macam Proses	
	Satu Tahap	Dua Tahap
Suhu Operasi	250-300°C (Spray Dryer)	400-420°C (Rotary Kiln)
Tekanan	1-2 atm	1-2 atm
Alat Utama	Spray Dryer atau Kiln	Spray Dryer dan Kiln
Konversi	90%	95% - 98%



**PRA RANCANGAN PABRIK**  
**“PABRIK Natrium Tripolifosfat dari Asam Fosfat**  
**DAN Natrium Karbonat dengan Proses Dua Tahap”**

---

Parameter	Macam Proses	
	Satu Tahap	Dua Tahap
Kandungan Fosfat Sekunder	Tidak Ada	Memungkinkan produksi Tetra sodium pyrophosphate
Kelebihan	Sederhana, unit operasi lebih sedikit	Membutuhkan alat tambahan
Kelemahan	Kontrol lebih sulit karena komposisi orto-/piro-/polifosfat bisa tidak stabil	Kontrol lebih mudah karena terjadi dua tahap pembentukan orto-/piro-/polifosfat

Berdasarkan uraian dan tabel perbandingan, maka dipilih proses dua tahap pada pembuatan natrium tripolifosfat dari asam fosfat dan natrium karbonat dengan pertimbangan :

1. Produk lebih kering karena mengalami dua proses pengeringan
2. Konversi lebih tinggi sehingga menghasilkan natrium tripolifosfat yang lebih murni dan seragam
3. Memungkinkan memproduksi tetra sodium pyrophosphate yang menguntungkan
4. Natrium tripolifosfat dan tetrasodium pyrophosphate dapat digunakan sebagai bahan baku deterjen, pelunakan air, dan pengawet makanan.

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

Proses pembuatan natrium tripolifosfat dengan cara mereaksikan asam fosfat dan natrium karbonat meliputi beberapa tahapan, yaitu :

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap reaksi asam basa
3. Tahap pembentukan produk
4. Tahap pengendalian produk



## PRA RANCANGAN PABRIK

### “PABRIK NATRIUM TRIPOLIFOSFAT DARI ASAM FOSFAT DAN NATRIUM KARBONAT DENGAN PROSES DUA TAHAP”

---

#### II.3.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Pada tahap persiapan bahan baku bertujuan untuk menyiapkan asam fosfat dan natrium karbonat sebagai bahan baku utama sebelum direaksikan di dalam reaktor. Asam fosfat memiliki kemurnian 85% dan natrium karbonat 99%. Tahap persiapan bahan baku dibagi menjadi dua unit sesuai dengan fase bahan baku sebelum direaksikan, yaitu :

a. Unit Persiapan Natrium Karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )

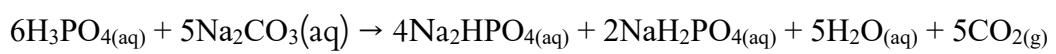
Natrium karbonat yang disimpan didalam gudang penyimpanan (F-110) diumparkan menggunakan bucket elevator (J-112) menuju tangki pelarut (M-210) yang bertujuan untuk melarutkan natrium karbonat dengan penambahan air proses sampai kadar natrium karbonat 55,5%. (US Patent 20020170849). Natrium karbonat dialirkan menuju heater (E-220) untuk dipanaskan hingga suhu 90°C selanjutnya dialirkan menuju reaktor (R-310).

b. Unit Persiapan Asam Fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ )

Asam fosfat sebagai bahan baku utama dalam fase cair dialirkan dari tangki penyimpanan (F-120) yang memiliki suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Asam fosfat dialirkan menuju heater (E-130) untuk dipanaskan hingga suhu mencapai 90°C. Kemudian dialirkan menuju reaktor (R-310) dengan media alir berupa pompa.

#### II.3.2 Tahap Reaksi Asam-Basa

Tahap reaksi asam basa adalah proses pereaksian antara asam fosfat dan natrium karbonat dalam reactor (R-310). Reaksi yang terjadi :



$$\Delta H_f^\circ = -72,61 \text{ kJ/mol}$$

(US Patent 3,685,844)

Proses netralisasi terjadi didalam reaktor yang dilengkapi agitator pada suhu 90°C. Reaksi terjadi dalam kondisi eksotermis sehingga untuk menjaga suhu selama reaksi berlangsung dilakukan pendinginan dengan air pendingin. Larutan mononatrium ortofosfat dan dinatrium ortofosfat yang telah terbentuk selanjutnya dialirkan menuju spray dryer (D-320).



**PRA RANCANGAN PABRIK**  
**“PABRIK NATRIUM TRIPOLIFOSFAT DARI ASAM FOSFAT**  
**DAN NATRIUM KARBONAT DENGAN PROSES DUA TAHAP”**

---

### **II.3.3 Tahap Pembentukan Produk**

Tahap pembentukan produk terjadi dalam dua tahapan

#### **1. Tahap Pengeringan**

Larutan ortofosfat yang terdiri dari mononatrium ortofosfat dan dinatrium ortofosfat diumpulkan ke spray dryer (D-320) dengan menggunakan pompa. Pada proses ini udara kering dihembuskan oleh blower (G-324) kedalam spray dryer pada suhu 350°C yang dihasilkan oleh burner (Q-323). Larutan ortofosfat mulai mengering dengan suhu produk keluar 110°C. Butiran yang keluar bersama dengan udara panas pada suhu 110°C akan menuju cyclone. Produk yang keluar dari spray dryer berupa padatan ortofosfat kering yang diumpulkan menuju rotary kiln (B-330) melalui screw conveyor.

#### **2. Tahap Polikondensasi**

Tahap polikondensasi adalah reaksi pembentukan natrium tripolifosfat dari garam ortofosfat kering. Reaksi ini disebut polikondensasi karena membentuk natrium tripolifosfat dan melepaskan air. Selain itu juga membentuk tetranatrium pirofosfat dari dinatrium fosfat yang tidak bereaksi menjadi natrium tripolifosfat.

Reaksi yang terjadi



(US Patent 3,322,493)

Reaksi polikondensasi terjadi pada suhu 400°C

### **II.3.4 Tahap pengendalian produk**

Tahap pengendalian produk merupakan tahap proses fisik karena proses pembuatan natrium tripolifosfat sudah selesai. Ada beberapa proses fisik pada tahap ini yaitu :

#### **1. Pendinginan**

Natrium Tripolifosfat yang keluar dari rotary kiln (B-330) dengan suhu 320°C perlu didinginkan agar dapat dikemas. Natrium tripolifosfat diumpulkan ke rotary cooler (B-340) untuk dilakukan proses pendinginan menggunakan udara yang dipakai sebagai pendingin. Udara pendingin



## PRA RANCANGAN PABRIK

### “PABRIK NATRIUM TRIPOLIFOSFAT DARI ASAM FOSFAT DAN NATRIUM KARBONAT DENGAN PROSES DUA TAHAP”

---

masuk ke rotary cooler pada suhu 30°C yang dihembuskan dari blower (G-341). Pada rotary cooler ini sodium tripolifosfat didinginkan secara perlahan-lahan. Setelah itu sodium tripolifosfat keluar dari rotary cooler lalu diumpankan ke screw conveyor (J-343) menuju bucket elevator (J-344).

#### 2. Penggilingan

Natrium tripolifosfat yang sudah didinginkan diumpankan ke dalam ball mill (C-350) menggunakan bucket elevator. Ball mill bertujuan untuk menghaluskan natrium tripolifosfat yang memiliki bentuk dan ukuran tidak beraturan yang keluar dari rotary cooler. Pada ball mill, padatan dihaluskan sampai ukuran 100 mesh. Kemudian padatan natrium tripolifosfat 100 mesh disimpan di silo (F-360) sebagai produk akhir.