



## Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik

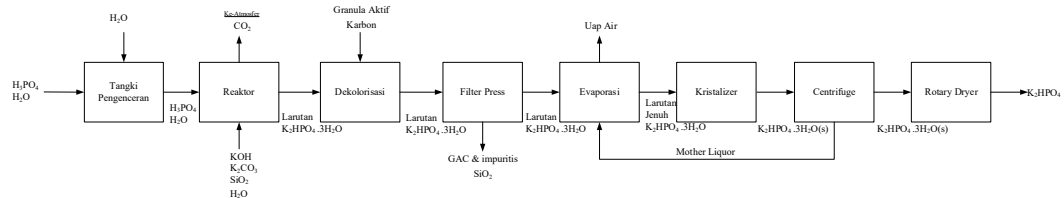
### Pra Rancangan Pabrik Dipotassium Phosphate dari Phosphoric Acid dan Potassium Hydroxide dengan Proses Kristalisasi

## BAB II

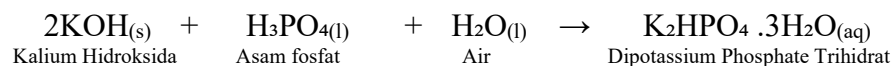
### URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES

#### II.1. Macam-macam Proses

##### 1. Produksi Dipotassium Phosphate Metode Kristalisasi



Di dalam reaktor, reaksi antara kalium hidroksida, asam fosfat dan penambahan air sebagai pelarut rasio 1,63:1:2 (Kg:L:L) bersifat eksotermis sehingga suhu dikontrol dengan *jacketed reactor* dengan suhu operasi sebesar 80°C, tekanan 1 atm dan konversi sebesar 99%. Produk yang dihasilkan berupa dipotassium phosphate trihidrat ( $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ ), sesuai dengan persamaan reaksi berikut:



Produk keluaran reaktor diumpankan menuju tangki dekolorisasi dengan penambahan karbon aktif untuk menjadikan produk tampak warna putih sesuai standar dengan melakukan pengadukan 30-40 menit. Umpun berikutnya disaring, lalu hasil filtrat diumpankan menuju evaporator untuk dipekatkan, berikutnya umpun dialirkan ke *crystallizer* sehingga akan terbentuk kristal dan *mother liquor* dengan suhu pendinginan 80-20°C selama 3 jam. Kemudian campuran produk dari keluaran *crystallizer* dimasukkan ke dalam *centrifuge* untuk memisahkan kristal dan *mother liquor*. Produk berupa kristal dipotassium phosphate trihidrat ( $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ ). Untuk menghilangkan ikatan  $H_2O$  dikeringkan dengan *dryer* agar terdehidrasi menjadi anhidrat, lalu ( $K_2HPO_4$ ) diseragamkan ukurannya dengan menggunakan *ball mill* (Huang *et al.*, 2011)

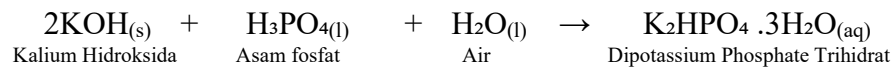


## Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik

### Pra Rancangan Pabrik Dipotassium Phosphate dari Phosphoric Acid dan Potassium Hydroxide dengan Proses Kristalisasi

#### 2. Produksi Dipotassium Phosphate Metode Spray Drying

Di dalam reactor, reaksi antara asam fosfat dan kalium kalium hidroksida bersifat eksotermis dengan suhu operasi sebesar 90 - 110°C, tekanan 1 atm. Produk yang dihasilkan berupa dipotassium phosphate trihidrat ( $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ ), sesuai dengan persamaan reaksi berikut:



Produk keluaran reaktor diumpankan menuju *spray dryer* untuk dilakukannya pengeringan menggunakan udara panas dengan suhu hingga 380°C keluaran produk berupa ( $K_2HPO_4$ ) yang terdehidrasi menjadi padatan serbuk kristal sedangkan produk yang terbawa oleh udara akan dipisahkan dengan *cyclone*. Berikutnya ( $K_2HPO_4$ ) yang sudah terkumpul diseragamkan ukurannya dengan menggunakan *ball mill* dan dilakukan pengemasan

#### II.2. Seleksi Proses

Berdasarkan beberapa parameter pada proses 1 dan proses 2 di dalam proses kristalisasi, dilakukan penilaian terhadap spesifikasi masing-masing proses dengan kriteria disajikan pada Berikut tabel perbandingan parameter kedua proses dipotassium phosphate ( $K_2HPO_4$ ) merupakan salah satu senyawa penting yang digunakan dalam berbagai industri, termasuk pertanian sebagai pupuk, industri makanan sebagai bahan tambahan, serta industri farmasi. Terdapat dua jalur utama dalam produksi dipotassium phosphate yang dapat digunakan, yaitu metode kristalisasi dengan pendinginan dan pemanasan menggunakan udara dengan alat spray dryer. Masing-masing proses memiliki karakteristik, keunggulan, serta tantangan yang berbeda, sehingga diperlukan analisis perbandingan berdasarkan parameter teknis seperti kemurnian, suhu, energi yang dibutuhkan, dan produk samping. Berikut tabel perbandingan dari ketiga proses :



## Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik

Pra Rancangan Pabrik Dipotassium Phosphate dari Phosphoric Acid dan Potassium Hydroxide dengan Proses Kristalisasi

Tabel II. 1 Perbandingan Pemilihan Proses

Parameter	Proses Metode Pendinginan	Proses Metode Pemanasan Spray dryer
Bahan Baku	$\text{H}_3\text{PO}_4$ dan KOH	$\text{H}_3\text{PO}_4$ dan KOH
Reaksi	Eksotermis	Eksotermis
Temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ )	80	90-110
Tekanan	1 atm	1 atm
Waktu Reaksi	60 menit	60 menit
Suhu kristalisasi	20 $^{\circ}\text{C}$	380 $^{\circ}\text{C}$
Kemurnian	99%	$\leq 96\%$
Dekomposisi	-	$\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$ & $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$
Warna	Putih	Putih pucat
Hasil produk	$\text{K}_2\text{HPO}_4$	$\text{K}_2\text{HPO}_4$

Berdasarkan Tabel II. 1 diambil kesimpulan prarancangan pabrik yang dipilih adalah proses pendinginan kristalisasi dengan bahan baku kalium hidroksida dan asam fosfat. Hal ini sesuai dengan pertimbangan berikut ini :

1. Kemurnian yang didapatkan lebih tinggi dan sesuai dengan standar farmakope USP 2025 karena produk berupa  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  pada proses 1 tanpa ada produk yang terdekomposisi yang ikut terdekomposisi seperti proses 2.
2. Berdasarkan farmakope USP 2025 warna produk berupa putih, GAC merupakan tahapan dekolonisasi sehingga proses 1 lebih memenuhi standar dari pada proses 2.
3. Proses produksi proses 1 lebih murah dikarenakan kebutuhan energi yang dipakai lebih rendah.



## Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik

Pra Rancangan Pabrik Dipotassium Phosphate dari Phosphoric Acid dan Potassium Hydroxide dengan Proses Kristalisasi

### II.3. Uraian Proses dan Flowsheet

#### II.3.1 Uraian Proses

Proses pembuatan dipotassium phosphate menggunakan bahan baku kalium hidroksida dan asam fosfat secara garis besar prosesnya dibagi menjadi 6 bagian yaitu :

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap reaksi
3. Tahap dekolorisasi dan penguapan
4. Tahap kristalisasi dan pemisahan
5. Tahap pengeringan
6. Tahap penyeragaman ukuran

#### 1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku berupa asam fosfat 85% ditampung di (F-110) dengan kondisi penyimpanan 30°C dan tekanan 1 atm, lalu dialirkan dengan pompa (L-111) untuk diumpankan ke tangki pengenceran hingga konsentrasi asam fosfat 38,85%. Berikutnya umpan akan dialirkan dengan pompa (L-121) untuk dipanaskan dengan *heater* (E-122) hingga suhu 80°C lalu diumpankan menuju reaktor (R-210). Bahan baku Kalium hidroksida 98% padat disimpan di dalam tangki penyimpan (F-130) dengan kondisi penyimpanan 30°C dan tekanan 1 atm. Dalam proses persiapan ini, bahan baku utama yaitu kalium hidroksida dari gudang penampung diangkut menggunakan *screw conveyor* (J-131) dan *bucket elevator* (J-132) masuk ke dalam *hopper* (F-133) lalu masuk ke reaktor (R-210).

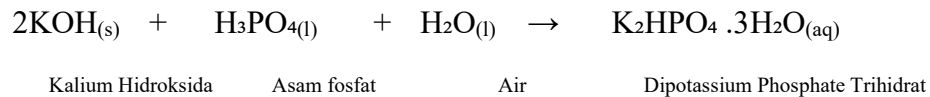
#### 2. Tahap Reaksi

Pada *reactor* CSTR (R-210), asam fosfat dan kalium hidroksida direaksikan pada suhu 80°C dan tekanan 1 atm dengan waktu 1 jam, perbandingan mol kalium hidroksida, asam fosfat dan pelarut air 2 : 1 : 8,56 diperoleh konversi sebesar 99% dengan pengontrolan pH titik akhir 8,9 - 9,5. Produk yang dihasilkan adalah dipotassium phosphate trihidrat ( $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ ). Pada produk samping berupa karbon dioksida ( $CO_2$ ) yang dihasilkan dari kalium karbonat ( $K_2CO_3$ ) merupakan komposisi samping bahan baku kalium hidroksida (KOH) akan langsung dilepaskan ke atmosfer

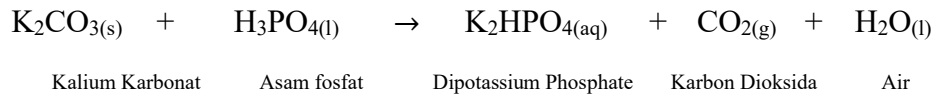


## Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik

### Pra Rancangan Pabrik Dipotassium Phosphate dari Phosphoric Acid dan Potassium Hydroxide dengan Proses Kristalisasi



(Huang,2011)



(Gauvreau,2021)

### 3. Tahap Dekolorisasi dan Penguapan

Produk yang keluar dari reaktor diumpankan dengan pompa (L-212) menuju tangki dekolorisasi berpengaduk (M-310) untuk menghilangkan warna larutan yang terbentuk saat reaksi, suhu operasi dekolorisasi 80 °C selama 30 menit .Larutan dari tangki dekolorisasi kemudian dialirkan menuju *plate and frame filter press* (H-311) untuk dilakukan pemisahan karbon aktif yang berupa *cake* beserta impuritis SiO<sub>2</sub>. Kemudian *cake* ditampung di tangki penampung impuritas (F-312) sedangkan filtrat akan diumpankan masuk kedalam evaporator (V-320) untuk di pekatkan menggunakan evaporator dengan tekanan 1 atm dan suhu 100 °C. Pada proses ini sebagian besar air menguap sebagai produk atas yang berupa uap dan dialirkan ke unit pengolahan lanjut dimana sebelumnya melewati kondensor (E-321) agar uap air dapat diembunkan.

### 4. Tahap Kristalisasi

Produk yang keluar dari evaporator diumpankan dengan pompa (L-322) menuju *crystallizer* (S-330) sebelumnya dilewatkan cooler (E-323) untuk menurunkan suhu umpan menjadi 80°C terlebih dahulu.Umpa yang masuk ke *crystallizer* akan mengkristalkan larutan dipotassium phosphate dalam bentuk trihidrat dengan suhu pendinginan dari 80°C hingga 20°C. Kristal dan sisa larutan (*mother liquor*) dipisahkan di dalam *centrifuge* (H-340) . filtrat hasil dari *centrifuge* akan di rycle dengan pompa (L-342) ke evaporator kembali sedangkan padatnya kristal akan diumpankan di tahap pengeringan.



## Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik

Pra Rancangan Pabrik Dipotassium Phosphate dari Phosphoric Acid dan Potassium Hydroxide dengan Proses Kristalisasi

### 5. Tahap Pengeringan

Padatan keluaran *centrifuge* diumpankan ke *rotary dryer* (B-350) melewati *screw conveyor* (J-342) untuk dikeringkan sampai kadar air  $\leq 1\%$  pada produk dengan bantuan udara kering sehingga hasil akhir berupa padatan anhidrat .



Dipotassium Phosphate Trihidrat

Dipotassium Phosphate

Air

(Novikov, 2024)

Udara basah akan dialirkan dengan *blower* (G-351) menuju *moleculer sieve tray* (D-352) untuk menghilangkan uap air yang masih terkandung dalam udara basah. Udara kering berikutnya diumpankan menuju *heater* (E-353) sehingga udara semakin kering lalu akan masuk ke *rotary dryer* (B-350). Udara kering yang membawa sebagian kristal menuju *cyclone* (H-354) untuk memisahkan antara udara kering dan produk kristalnya . Produk kristal keluar dari *rotary dryer* dan *cyclone* diumpankan ke alat *ball mill* (C-360)

### 6. Tahap Penyeragaman Ukuran

Selanjutnya produk kristal dipotassium fosfat yang kering diumankan menuju *ball mill* untuk diseragamkan ukurannya dengan *ball mill* yang dilengkapi dengan *screen*, dimana di dalam alat ini terjadi penyeragaman ukuran partikel produk sebesar 150 mesh. Produk yang sudah sesuai akan masuk kedalam tahap pengemasan