



PRA RANCANGAN PABRIK

“Monopotassium Phosphate Dari Potassium Hydroxide Dan Phosphoric Acid Dengan Proses Spray Dryer Kapasitas 50.000 ton/tahun”

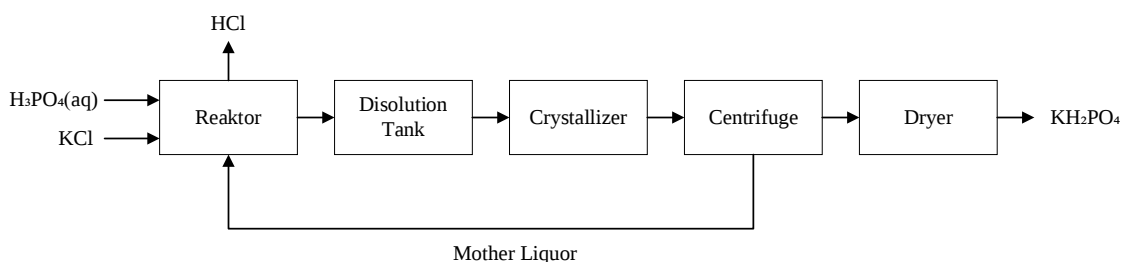
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Macam-Macam Proses

Proses pembuatan Monopotassium phosphate dibagi menjadi 2 macam, yaitu:

1. Proses Kristalisasi
2. Proses Spray Dryer

II.1.1 Proses Kristalisasi



Gambar II. 1 Flowsheet Dasar Proses Kristalisasi

Bahan baku berupa kalium klorida dan asam fosfat dengan kadar 52% P_2O_5 direaksikan di dalam reaktor dengan kondisi operasi suhu 265°C dan tekanan 1 atm. Reaksi yang berlangsung bersifat endotermis dan menghasilkan monopotassium phosphate sebagai produk utama, serta hidrogen klorida sebagai produk samping, sesuai dengan reaksi berikut:



(Kalium Klorida) (Asam Fosfat) (Monokalium fosfat) (Asam Klorida)

Gas hidrogen klorida yang terbentuk selanjutnya dikondensasikan dan ditampung dalam tangki penyimpanan. Produk *monopotassium phosphate* dari reaktor dialirkan ke dalam dissolution tank bertujuan melarutkan slurry, sehingga memungkinkan pemisahan pengotor berupa logam-logam yang berasal dari asam fosfat dan tidak larut. Pengotor tersebut dipisahkan menggunakan centrifuge sehingga aliran keluar menjadi lebih murni. Larutan kemudian dialirkan ke evaporator untuk menguapkan sebagian air hingga kondisi jenuh, sebelum dilanjutkan ke tahap pembentukan kristal dalam cooling crystallizer. Campuran keluaran kristalizer dipisahkan menggunakan centrifuge untuk memisahkan

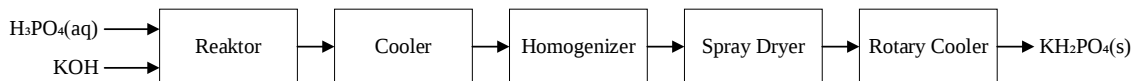


PRA RANCANGAN PABRIK

“Monopotassium Phosphate Dari Potassium Hydroxide Dan Phosporic Acid Dengan Proses Spray Dryer Kapasitas 50.000 ton/tahun”

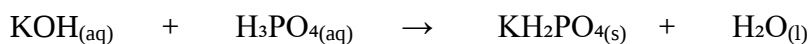
kristal *monopotassium phosphate* dan mother liquor. Mother liquor dikembalikan ke evaporator, sedangkan kristal yang telah bebas dari larutan induk dikeringkan untuk memperoleh produk akhir (Erickson et al., 1989).

II.1.2 Proses Spray Dryer



Gambar II. 2 Flowsheet dasar proses spray dryer

Pada tahap ini, *monopotassium phosphate* diproduksi melalui reaksi antara kalium hidroksida dan asam fosfat. Kalium hidroksida terlebih dahulu dilarutkan dengan air hingga mencapai konsentrasi 40%, kemudian direaksikan dengan asam fosfat berkadar 85% di dalam reaktor. Proses reaksi dijalankan selama kurang lebih 30 menit pada suhu operasi 60 °C dan tekanan atmosfer. Reaksi pembentukan *monopotassium phosphate* tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:



(Kalium Hidroksida) (Asam Fosfat) (Monokalium Fosfat) (Air)

Setelah reaksi berlangsung hingga selesai, aliran produk dialirkan ke unit pendingin untuk memicu proses kristalisasi awal. Campuran yang mengandung *monopotassium phosphate* selanjutnya diproses dalam homogenizer guna memperoleh komposisi yang seragam. Tahap berikutnya adalah pengeringan menggunakan spray dryer untuk menguapkan kandungan air dan menghasilkan produk dalam kondisi kering. Produk akhir yang diperoleh berupa *monopotassium phosphate* dalam bentuk serbuk (Iannicelli, 2009).



PRA RANCANGAN PABRIK

“Monopotassium Phosphate Dari Potassium Hydroxide Dan Phosphoric Acid Dengan Proses Spray Dryer Kapasitas 50.000 ton/tahun”

II.2 Pemilihan Proses

Tabel II. 1 Perbandingan Proses Kristalisasi Dan Proses Spray Dryer

Proses	Kristalisasi	Spray Dryer
Bahan Baku	KCl + H ₃ PO ₄	KOH + H ₃ PO ₄
Temperatur	265 °C	<60 °C
Tekanan	1 atm	1 atm
Waktu reaksi	8 jam	1 jam
Hasil samping	HCl	H ₂ O
Peralatan	Kompleks	Sederhana
Konversi	94%	99%
Literatur	Erickson et al., 1989	Iannicelli, 2009

Berdasarkan perbandingan antara proses kristalisasi dan spray dryer untuk memproduksi monokalium fosfat, dapat disimpulkan bahwa proses spray dryer lebih unggul dan layak dipilih. Karena yield yang didapatkan lebih tinggi, suhu reaksi lebih rendah, waktu reaksi lebih cepat, hasil samping berupa H₂O yang merupakan produk samping tidak korosif. Pemisahan produk lebih mudah serta proses produksi lebih sederhana.

II.3 Potensial Ekonomi Proses Spray Dryer

Diketahui :

Konversi : 99%

Basis : 1000 kg KOH 40%

Konsentrasi H₃PO₄ : 85%

Konsentrasi KOH : 40%

KOH Murni = konsentrasi KOH × basis

H₃PO₄ Murni = 40% × 1000 kg

H₃PO₄ Murni = 400 kg

$$\text{mol KOH} = \frac{400 \text{ kg}}{\text{BM}} = \frac{400 \text{ kg}}{56,11 \text{ kg/kmol}} = 7,1288 \text{ kmol}$$



PRA RANCANGAN PABRIK

“Monopotassium Phosphate Dari Potassium Hydroxide Dan Phosphoric Acid Dengan Proses Spray Dryer Kapasitas 50.000 ton/tahun”

reaksi :	KOH	+	H ₃ PO ₄	→	KH ₂ PO ₄	+	H ₂ O
m	7,128854		7,128854		-		-
r	7,057565		7,057565		7,057565		7,057565
s	0,071289		0,071289		7,057565		7,057565

1. Kebutuhan reaktan

$$KOH = 400 \text{ kg}$$

$$H_3PO_4 = \frac{7,128854 \text{ kmol} \times 98 \text{ kg/kmol}}{85\%}$$

$$= 698,628 \text{ kg}$$

2. Produk yang dihasilkan

$$KH_2PO_4 = 7,128854 \text{ kmol} \times 136,09 \text{ kg/kmol}$$

$$= 960.464 \text{ kg}$$

$$H_2O = 7,128854 \text{ kmol} \times 18 \text{ kg/kmol}$$

$$= 127,036 \text{ kg}$$

Tabel II. 2 Konversi Kmol ke Massa (kg) Proses Spray Dryer

Reaktan	kmol	BM	Kebutuhan reaktan (kg)
KOH	7,128854	56,11	400,000
H ₃ PO ₄	7,128854	98,00	698,628
Produk	kmol	BM	Produk (kg)
KH ₂ PO ₄	7,057565	136,09	960,464
H ₂ O	7,057565	18,00	127,036



PRA RANCANGAN PABRIK

“Monopotassium Phosphate Dari Potassium Hydroxide Dan Phosphoric Acid Dengan Proses Spray Dryer Kapasitas 50.000 ton/tahun”

Tabel II. 3 Potensial Ekonomi Proses Spray Dryer

Bahan	BM (Kg/Kmol)	Harga (Kg)	Kebutuhan reaktan (kg)	total
KOH	56,01	Rp11.425,00	1000,00	Rp 11.425.000,00
H ₃ PO ₄	98,00	Rp10.907,00	821,91	Rp 8.964.626,21
produk			Produk (kg)	
KH ₂ PO ₄	136,09	Rp29.087,00	960,464	Rp 27.937.018,94
H ₂ O	18,00	-	127,036	Rp -

$$\begin{aligned} PE &= ((\text{Hasil produk} \times \text{Harga}) \text{ KH}_2\text{PO}_4 + (\text{Hasil produk} \times \text{Harga}) \text{ H}_2\text{O}) - ((\text{Kebutuhan} \\ &\quad \text{reaktan} \times \text{Harga}) \text{ H}_3\text{PO}_4 + (\text{Kebutuhan reaktan} \times \text{Harga}) \text{ KOH}) \\ &= (\text{Rp}27.937.018 + 0) - (\text{Rp}8.964.626 + \text{Rp}11.425.000) \\ &= (\text{Rp}27.937.018) - (\text{Rp}20.389.626) \\ &= \text{Rp}7.547.392 \end{aligned}$$

Analisis potensial ekonomi dilakukan sebagai evaluasi awal terhadap kelayakan proses produksi berdasarkan perbandingan antara nilai produk yang dihasilkan dengan biaya bahan baku yang digunakan. Perhitungan ini hanya mempertimbangkan harga bahan baku utama, yaitu kalium hidroksida (KOH) dan asam fosfat (H₃PO₄), serta nilai jual produk utama berupa monopotassium phosphate (KH₂PO₄). Secara perbandingan, nilai bahan baku dibandingkan nilai produk sebesar 1:1,37 lebih besar dibandingkan biaya bahan baku yang digunakan.

Berdasarkan hasil analisis perhitungan, diperoleh bahwa proses pembuatan *monopotassium phosphate* (KH₂PO₄) dari kalium hidroksida (KOH) dan asam fosfat (H₃PO₄) memiliki nilai potensial ekonomi positif sebesar Rp7.547.392. Nilai positif ini menunjukkan bahwa harga jual produk KH₂PO₄ lebih tinggi dibandingkan total biaya bahan baku yang digunakan, yaitu KOH dan H₃PO₄. Dengan demikian, secara sederhana dapat disimpulkan bahwa proses produksi monopotassium phosphate berpotensi layak secara ekonomi untuk dikembangkan, dengan catatan efisiensi proses serta kondisi operasi dapat dipertahankan secara optimal.



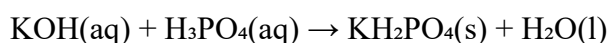
II.4 Uraian Proses dan Flowsheet

1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Pada tahap ini akan dilakukan persiapan bahan baku utama yaitu kalium hidroksida 90-95% dari gudang (F-110) diangkut menggunakan screw conveyor (J-111) dan bucket elevator (J-112) menuju silo penyimpanan KOH (F-113). Selanjutnya bahan baku di umpankan pada screw conveyor (J-114) dan bucket elevator (J-115) menuju hopper (F-115) sebelum dilarutkan pada tangki pelarutan (M-120). KOH dilarutkan dengan air proses hingga mencapai konsentrasi 40%. Larutan KOH 40% dialirkan menggunakan pompa (L-121) menuju heater (E-122) untuk dipanaskan hingga suhu 60 °C. Kemudian asam fosfat 85% dari tangki penyimpanan (F-130) dialirkan dengan pompa (L-131) menuju heater (E-132) untuk dipanaskan hingga suhu 60 °C.

2. Tahap Reaksi Proses

Larutan kalium hidroksida dengan konsentrasi 40% dan asam fosfat 85% dialirkan ke dalam reaktor (R-210). Unit reaktor tersebut dioperasikan dengan waktu tinggal sekitar 1 jam pada tekanan atmosfer dan suhu 60 °C. Di dalam reaktor berlangsung reaksi utama antara kalium hidroksida dan asam fosfat, yang dapat dinyatakan dengan persamaan reaksi sebagai berikut:



Produk utama yang dihasilkan adalah monopotassium phosphate (KH_2PO_4) dan produk samping berupa air (H_2O).

3. Tahap Pemurnian produk

Produk yang keluar dari reaktor dialirkan dengan pompa (L-211) ke dalam tangki homogenizer (M-220) untuk diturunkan temperaturnya hingga 55 °C bertujuan untuk mulai membentuk inti kristal (pembentukan kristal dan menghomogenkan agar lebih seragam untuk ukuran partikelnya) KH_2PO_4 . Selanjutnya diumpankan dengan bantuan pompa (L-221) ke dalam spray dryer (B-310) dengan inlet udara kering masuk pada temperatur 300 °C yang disupply dari Burner (E-311), udara inlet burner dihembuskan dengan bantuan blower (G-312) dan air filter. Hal ini bertujuan untuk menguapkan kandungan H_2O sehingga didapatkan kristal



PRA RANCANGAN PABRIK

“Monopotassium Phosphate Dari Potassium Hydroxide Dan Phosphoric Acid Dengan Proses Spray Dryer Kapasitas 50.000 ton/tahun”

KH_2PO_4 kering. Produk atas luaran spray dryer masuk ke dalam cyclone separator (H-313) untuk memisahkan padatan yang terikut keluar oleh hembusan udara dan uap air. Sedangkan hasil bawah spray dryer berupa monopotasium phosphate dengan suhu 105 °C, monopotasium phosphate kemudian diangkut sekaligus didinginkan menggunakan cooling screw conveyor (B-320) yang bertujuan untuk menurunkan suhu monopotasium phosphate powder hingga 35 °C serta mencegah adanya aglomerasi, produk diumpankan menuju ke bucket elevator (J-324) untuk ditampung dalam silo produk (F-330). Pengemasan produk dilakukan dengan bantuan packer (F-331) dalam kemasan sak 25kg, sak berisi produk selanjutnya diumpankan menggunakan roller conveyor (J-332) untuk disimpan pada gudang penyimpanan produk (F-333)