



BAB II

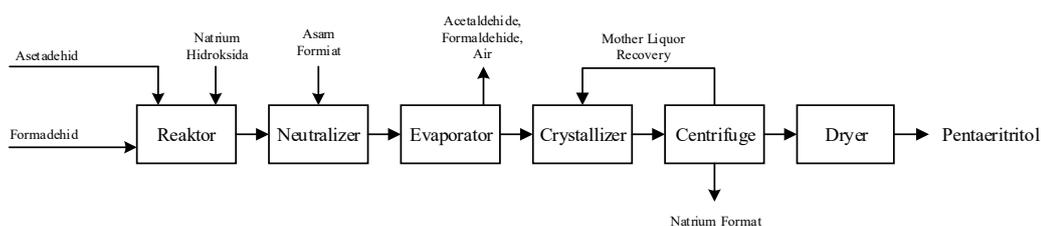
URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES

II.1 Macam Proses Pembuatan Pentaeritritol

Proses produksi pentaeritritol terbagi menjadi dua jenis, antara lain sebagai berikut.

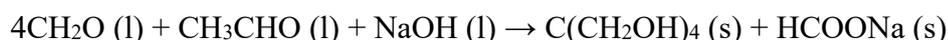
1. Pentaeritritol dari formaldehida, asetaldehida, dan natrium hidroksida sebagai media alkali
2. Pentaeritritol dari formaldehida, asetaldehida, dan kalsium hidroksida sebagai media alkali

II.1.1 Pentaeritritol dengan Natrium Hidroksida sebagai Media Alkali



Gambar II.1 Diagram alir proses pembuatan pentaeritritol menggunakan natrium hidroksida sebagai media alkali

Proses ini menggunakan bahan baku formaldehida (CH₂O), asetaldehida (CH₃CHO), dan natrium hidroksida (NaOH) sebagai media alkalinya. Proses diawali dengan menambahkan larutan natrium hidroksida ke dalam larutan formaldehid. Lalu, asetaldehid ditambahkan secara perlahan ke dalam campuran natrium hidroksida dan formaldehid disertai dengan pengadukan. Suhu reaktor dijaga agar tidak melebihi 30°C. Reaksi berlangsung secara eksotermis, oleh karena itu diperlukan pendingin untuk menjaga suhu dalam reaktor. Menurut (Faith & Keyes, 1961), reaksi yang terjadi selama proses berlangsung adalah sebagai berikut.



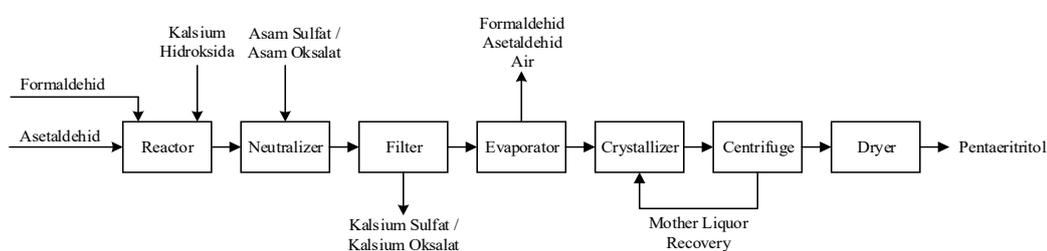
Campuran yang keluar dari reaktor dinetralkan dengan penambahan asam format untuk menghilangkan kandungan alkali yang berlebih. Kemudian, campuran masuk ke dalam evaporator untuk dipekatkan. Produk bawah evaporator dialirkan



PRA RANCANGAN PABRIK PENTAERITRITOL DARI FORMALDEHIDA, ASETALDEHIDA, DAN NATRIUM HIDROKSIDA SEBAGAI MEDIA ALKALI

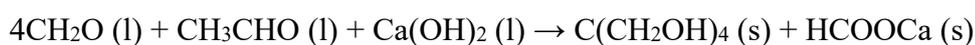
menuju *crystallizer* untuk mengkristalkan pentaeritritol. Setelah itu, kristal pentaeritritol masuk ke centrifuge untuk memisahkan filtrat (*mother liquor*) dari kristal pentaeritritol. *Mother liquor* direcycle menuju *crystallizer*, sedangkan kristal pentaeritritol dikeringkan dalam *rotary dryer* sebelum diangkat menuju *bin* untuk dilakukan pengemasan. *Yield* yang dihasilkan dari proses pembuatan pentaeritritol menggunakan natrium hidroksida sebagai media alkali adalah sebesar 90% (*US Patent 8293950, 2012*).

II.1.2 Pentaeritritol dengan Kalsium Hidroksida sebagai Media Alkali



Gambar II.2 Diagram alir proses pembuatan pentaeritritol menggunakan kalsium hidroksida sebagai media alkali

Proses ini menggunakan bahan baku formaldehid (CH_2O), asetaldehida (CH_3CHO), dan kalsium hidroksida $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sebagai media alkali. Pada proses ini, suhu reaktor dijaga agar tidak lebih dari 50°C . Reaksi yang terjadi selama proses berlangsung adalah sebagai berikut.



Campuran dari reaktor dinetralkan untuk menghilangkan kandungan kalsium hidroksida berlebih dengan penambahan asam sulfat atau asam oksalat. Ion kalsium mengendap sebagai kalsium sulfat atau kalsium oksalat. Pemisahan kalsium sulfat atau kalsium oksalat dilakukan dengan proses filtrasi. Filtrat dievaporasi untuk memekatkan pentaeritritol yang kemudian masuk ke *crystallizer*. Hasil dari *crystallizer* dilakukan pemisahan dari cairan induk (*mother liquor*) di dalam *centrifuge*. *Mother liquor* direcycle menuju *crystallizer*, sedangkan kristal pentaeritritol dikeringkan dalam *rotary dryer* (Faith & Keyes, 1961). *Yield* yang dihasilkan dari proses pembuatan pentaeritritol menggunakan kalsium hidroksida sebagai media alkali adalah sebesar 80% (Peters dan Quinn, 1955).



**PRA RANCANGAN PABRIK
PENTAERITRITOL DARI FORMALDEHIDA, ASETALDEHIDA,
DAN NATRIUM HIDROKSIDA SEBAGAI MEDIA ALKALI**

II.2 Seleksi Proses

Tabel II.1 Parameter Pembandingan Pemilihan Proses Produksi Pentaeritritol

Parameter	Media Alkali	
	Natrium Hidroksida	Kalsium Hidroksida
Kondisi Operasi	T = 25 – 30°C P = 1 atm	T = 40 – 50°C P = 1 atm
Bahan penetral	Asam format	Asam sulfat / Asam oksalat
Produk samping	Natrium format	Kalsium sulfat / Kalsium oksalat
<i>Yield</i>	90%	80%
Proses	Lebih sederhana karena proses pemisahan produk samping terjadi saat proses kristalisasi	Lebih panjang karena proses pemisahan produk samping terjadi sebelum dan sesudah proses kristalisasi
Keunggulan	<ol style="list-style-type: none">1. <i>Yield</i> yang dihasilkan tinggi2. Menghasilkan produk samping yang bernilai ekonomis3. Lebih mudah dalam merubah ion sodium menjadi sodium format4. Proses lebih umum digunakan pada pabrik pentaeritritol5. Menghasilkan impurities yang lebih rendah	



**PRA RANCANGAN PABRIK
PENTAERITRITOL DARI FORMALDEHIDA, ASETALDEHIDA,
DAN NATRIUM HIDROKSIDA SEBAGAI MEDIA ALKALI**

Kelemahan		<ol style="list-style-type: none">1. Harga kalsium hidroksida lebih mahal2. Dalam prosesnya menggunakan lebih banyak alat3. Menghasilkan impurities yang lebih tinggi
-----------	--	---

Berdasarkan tabel di atas, maka dipilih proses produksi pentaeritritol menggunakan natrium hidroksida sebagai media alkali. Pemilihan proses tersebut, didasarkan pada kriteria berikut ini:

1. Merupakan proses komersial yang umum digunakan
2. Proses yang menggunakan natrium hidroksida menghasilkan *Yield* yang lebih tinggi dibanding menggunakan kalsium hidroksida
3. Peralatan yang dibutuhkan lebih sedikit dibanding penggunaan kalsium hidroksida
4. Mudah mengubah ion natrium menjadi Natrium Format, sehingga proses pemisahannya lebih mudah.
5. Natrium Formiat sebagai produk sampingannya, memiliki banyak manfaat sebagai pemutih, pelumas, dan pengubah viskositas, serta dapat digunakan sebagai bahan baku produksi Asam Formiat.

II.3 Uraian Proses

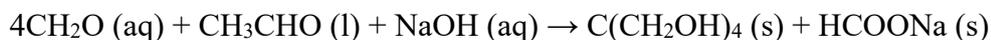
Proses produksi pentaeritritol dari formaldehid, asetaldehid, dan natrium hidroksida sebagai media alkali terdiri dari beberapa tahap, antara lain sebagai berikut.

1. Tahap reaksi pembentukan pentaeritritol
Bahan baku seperti formaldehida 37%, asetaldehida 99%, dan larutan natrium hidroksida 50% dipompa menuju reaktor. Proses pembentukan pentaeritritol



PRA RANCANGAN PABRIK PENTAERITRITOL DARI FORMALDEHIDA, ASETALDEHIDA, DAN NATRIUM HIDROKSIDA SEBAGAI MEDIA ALKALI

terjadi pada kondisi eksotermis. Reaksi pembentukan pentaeritritol adalah sebagai berikut.



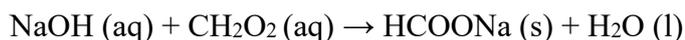
Reaktor berupa reaktor alir tangki berpengaduk yang dilengkapi dengan pendingin berupa *jacket* untuk menjaga suhu operasi, yaitu sebesar 30°C dan tekanan 1 atm selama 3 – 4 jam.

2. Tahap pengurangan kadar aldehid

Produk yang keluar dari reaktor, dialirkan menuju *vaporizer*. Campuran dipanaskan pada suhu 60°C selama 1 – 2 jam hingga kadar aldehid kurang dari 0,1%. Senyawa aldehid yang terdapat di dalam campuran adalah formaldehida dan asetaldehida. Campuran kemudian diumpungkan menuju tangki *neutralizer*.

3. Tahap penetralan

Penetralan dilakukan untuk mengurangi natrium hidroksida berlebih dengan penambahan asam format sehingga terbentuk natrium format. Sebelum masuk ke tangki *neutralizer*, asam format terlebih dahulu dipompa menuju heater untuk menyesuaikan suhu operasi. Kondisi operasi di dalam tangki *neutralizer* adalah suhu sebesar 60°C dan tekanan 1 atm. Proses penetralan terjadi hingga pH campuran menjadi 6 – 7. Reaksi yang terjadi di dalam tangki *neutralizer* adalah sebagai berikut.



4. Tahap pemekatan

Produk yang keluar dari tangki *neutralizer* dipompa menuju evaporator untuk memekatkan pentaeritritol hingga 75%. Evaporator yang digunakan berupa *short-tube vertical evaporator*. Produk atas evaporator yang berupa uap air yang kemudian dialirkan menuju kondenser untuk dikondensasi.

5. Tahap kristalisasi

Produk bawah evaporator yang berupa pentaeritritol dan natrium format dialirkan menuju *crystallizer* untuk menghasilkan kristal pentaeritritol. Tahap kristalisasi berlangsung pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Produk samping proses kristalisasi berupa *mother liquor* dan natrium format (HCOONa).



PRA RANCANGAN PABRIK PENTAERITRITOL DARI FORMALDEHIDA, ASETALDEHIDA, DAN NATRIUM HIDROKSIDA SEBAGAI MEDIA ALKALI

6. Tahap pemisahan

Pemisahan kristal pentaeritritol dan natrium format terjadi di dalam *centrifuge*. Produk samping natrium format dialirkan menuju tangki penampung.

7. Tahap pengeringan

Kristal basah pentaeritritol diumpukan menuju *rotary dryer*. Media yang digunakan dalam *rotary dryer* adalah udara kering dengan suhu 120°C yang sebelumnya telah diisolasi menggunakan *molecular sieve tray* sehingga tidak mengandung molekul air. Produk yang keluar dari *rotary dryer* berupa pentaeritritol dengan kemurnian 98%.