



## Pra Rancangan Pabrik

“Pra Rancangan Pabrik Pentaeritritol dari Formaldehid, Asetaldehid, dan Kalsium Hidroksida dengan Proses Crossed Aldol Reaction

---

## BAB II

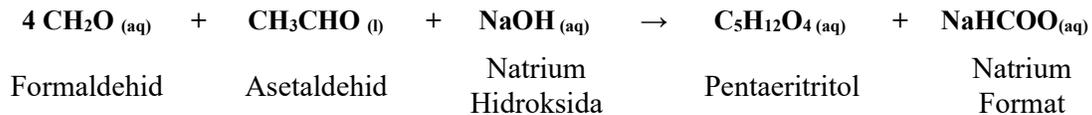
### URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES

#### II.1. Macam Proses Produksi Pentaeritritol

Produksi pentaeritritol dasarnya dilakukan dengan mereaksikan Formaldehid, Asetaldehid, dengan media Alkali. Reaksi tersebut terbagi berbagai macam berdasarkan pada jenis alkali yang digunakan. Umumnya, media alkali yang digunakan adalah :

1. Natrium Hidroksida (NaOH)
2. Kalsium Hidroksida (Ca(OH)<sub>2</sub>)

##### II.1.1. Produksi Pentaeritritol menggunakan Natrium Hidroksida (NaOH) sebagai Media Alkali



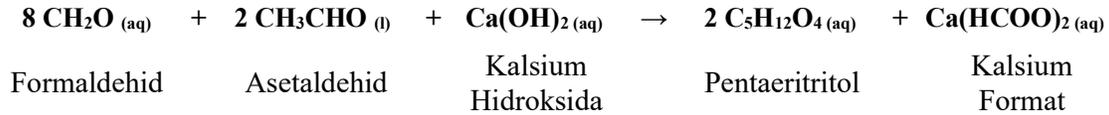
Pada produksi pentaeritritol menggunakan Natrium Hidroksida sebagai alkali, bahan baku direaksikan pada Reaktor Tangki Berpengaduk dengan kondisi operasi yang dijaga temperatur pada 60°C pada tekanan 1 atm. Diketahui bahwa reaksi yang terjadi merupakan eksotermik, sehingga diperlukan pendinginan untuk mempertahankan temperatur pada suhu yang ditentukan. Digunakan pendingin eksternal berupa *cooling jacket* dengan media air pendingin. Setelah reaksi kondensasi, NaOH yang tersisa akan di netralkan pada Tangki Netralisasi dengan penambahan Asam Format (CH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Hal tersebut dilakukan karena NaOH dapat mengganggu serangkaian proses selanjutnya seperti evaporasi, dan sebagainya. Selanjutnya, produk yang sudah dinetralkan akan dipekatkan pada *evaporator* guna memekatkan larutan pentaeritritol. Selanjutnya, dilakukan kristalisasi pada kristalizer untuk membentuk kristal basah, yang kemudian dikeringkan menggunakan *rotary dryer*. Langkah terakhir dilanjutkan ke *ball mill* untuk menyeragamkan ukuran kristal sebelum tahap pengemasan dan penjualan



## Pra Rancangan Pabrik

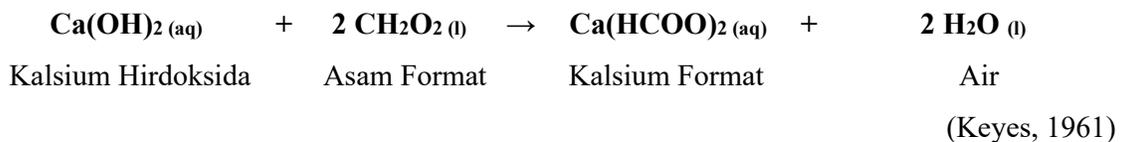
“Pra Rancangan Pabrik Pentaeritritol dari Formaldehid, Asetaldehid, dan Kalsium Hidroksida dengan Proses Crossed Aldol Reaction

### II.1.2. Produksi Pentaeritritol menggunakan Kalsium Hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) sebagai Media Alkali



Pada macam proses kedua, digunakan Kalsium Hidroksida sebagai media alkali. Reaksi dilakukan pada Reaktor Tangki Berpengaduk dengan temperatur yang dijaga pada  $55^\circ\text{C}$  dengan tekanan 1 atm. Digunakan sistem pendingin yang sama seperti proses pertama, mengingat reaksi masih sama-sama eksotermis. Penahanan suhu pada  $55^\circ\text{C}$  ditujukan untuk mencegah pembentukan produk samping berupa “di-Pentaeritritol” yang merupakan gabungan dari dua inti pentaeritritol. Proses netralisasi masih dilakukan menggunakan alat yang sama, disertai netralizer yang sama pula yaitu Asam Format, dan akan membentuk Kalsium Format ( $\text{Ca}(\text{HCOO})_2$ ). Setelah dari netralizer, dilakukan pemekatan pada *evaporator* yang dilanjutkan kristalisasi pada kristalizer. Pemisahan antara pentaeritritol dan kalsium format dilakukan pada sentrifuge, dan kristal basah pentaeritritol akan dikeringkan pada *rotary dryer*. Kristal kering akan seragamkan ukurannya pada *ball mill* dan dilanjutkan dengan pengemasan.

Pada proses netralisasi alkali Kalsium Hidroksida menggunakan Asam Format, akan terjadi reaksi:



### II.2. Pemilihan Proses

Berdasarkan macam proses yang ada, pertimbangan dalam pemilihan proses yang akan digunakan antara lain:

1. Proses yang telah banyak digunakan, mempermudah referensi serta tinjauan terhadap perancangan hingga penyelesaian masalah yang akan dihadapi.
2. Proses melibatkan alat yang telah umum digunakan untuk mempermudah operasional, perawatan, dan perbaikan.
3. Proses tidak menggunakan terlalu banyak peralatan untuk menekan biaya investasi



## Pra Rancangan Pabrik

“Pra Rancangan Pabrik Pentaeritritol dari Formaldehid, Asetaldehid, dan Kalsium Hidroksida dengan Proses Crossed Aldol Reaction

4. Proses dirancang untuk memperoleh produk pentaeritritol yang relatif tinggi
5. produk samping (kalsium format) memiliki nilai ekonomis yang lebih tinggi dibandingkan natrium format.

Pertimbangan-pertimbangan yang ada selanjutnya akan disajikan pada tabel berikut.

Tabel II. 1. Perbandingan Proses

Parameter	Macam Proses	
	NaOH sebagai alkali	Ca(OH) <sub>2</sub> sebagai alkali
Bahan Baku	Formaldehid Asetaldehid Natrium Hidroksida	Formaldehid Asetaldehid Kalsium Hidroksida
Suhu Operasi	60°C	55°C
Senyawa Netralisasi	Asam Format	Asam Format
Produk Samping	Natrium Format	Kalsium Format
Nilai Pasar Produk Samping	Rendah	Tinggi
Yield	80%	90%

Kesimpulannya, penulis memilih proses kedua menggunakan Kalsium Hidroksida (Ca(OH)<sub>2</sub>) sebagai media alkali pada pembuatan pentaeritritol.

### II.3. Uraian Proses

#### 1. Tahap Persiapan

Produksi pentaeritritol melibatkan bahan baku berupa Larutan Formaldehid (37%), Asetaldehid cair (99%), dan padatan Kalsium Hidroksida (99%). Media alkali (Ca(OH)<sub>2</sub>) nantinya akan dicampur dengan air hingga konsentrasi 50%. Selanjutnya, ketiga bahan akan direaksikan pada Tangki Reaktor Berpengaduk yang sudah dilengkapi dengan *cooling jacket*.

#### 2. Tahap Reaksi

Terjadi reaksi cair-cair pada reaktor tangki berpengaduk yang dipertahankan pada suhu operasi temperatur 55°C dan tekanan 1 atm. Reaksi menghasilkan pentaeritritol dan kalsium format. Produk yang berfase cair (*aquoeus*) kemudian dibawa menuju tahap netralisasi guna menetralkan alkali sisa yang tidak bereaksi.



## Pra Rancangan Pabrik

### “Pra Rancangan Pabrik Pentaeritritol dari Formaldehid, Asetaldehid, dan Kalsium Hidroksida dengan Proses Crossed Aldol Reaction

---

#### 3. Tahap Netralisasi

Reaksi yang terjadi masih sama dalam fase cair-cair antara sisa kalsium hidroksida yang ada di campuran dengan asam format yang ditambahkan. Reaksi tersebut akan membentuk kalsium format ( $\text{Ca}(\text{HCOO})_2$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Reaktor tetap dilengkapi dengan *cooling jacket* guna mempertahankan temperatur pada  $55^\circ\text{C}$  dan tekanan pada 1 atm. Kemudian, produk dibawa menuju *evaporator* untuk menjalani pemekatan.

#### 4. Tahap Pemekatan

Tahap mengurangi kadar air menggunakan 2 efek evaporator. Evaporasi pertama akan dilakukan dalam tekanan atmosfer menggunakan panas yang dipasok dari *steam*. Evaporasi kedua akan dilakukan dalam tekanan vakum guna menurunkan titik didih, sehingga dapat menggunakan panas yang berasal dari uap air efek pertama. Larutan yang sudah pekat kemudian dibawa ke serangkaian alat kristalisasi.

#### 5. Tahap Kristalisasi

Proses kristalisasi dilaksanakan dalam kristallizer dengan prinsip pendinginan (*chilling*). Suhu operasi kristalisasi ditetapkan pada suhu  $25^\circ\text{C}$  pada tekanan 1 atm. Setelah kristal terbentuk, dilakukan pemisahan antara pentaeritritol dengan mother liquor yang mengandung kalsium format dan air pada sentrifuge. kristal basah yang diperoleh kemudian dibawa ke *rotary dryer*.

#### 6. Tahap Pengeringan hingga Pengemasan

*Cake* pentaeritritol kemudian dikeringkan menggunakan *rotary dryer* dengan tekanan 1 atm dan suhu operasi  $93^\circ\text{C}$ . Pengeringan menggunakan media udara kering yang diambil dari udara bebas. Proses pengeringan dilanjutkan dengan penyeragaman ukuran menggunakan *ball mill*. Pentaeritritol dihaluskan hingga berukuran 200 mesh yang kemudian dikemas atau disimpan pada unit penyimpanan.