



Pra Rancangan Pabrik

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

BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Bahan kimia terus meningkat kebutuhannya seiring berjalannya waktu. Perkembangan teknologi di Indonesia meningkatkan variasi kebutuhan bahan kimia yang dibutuhkan pula. Dalam memenuhi kebutuhan bahan kimia, Indonesia sudah mampu memproduksi beberapa kebutuhannya sendiri, namun masih ada yang di impor dari negara lain. Salah satunya adalah Pentaeritritol ($C_5H_{12}O_4$), yang masih belum diproduksi di Indonesia hingga sekarang (Agustus, 2025).

Pentaeritritol termasuk senyawa organik, dengan golongan *polyhidric alcohol* berbentuk kristal berwarna putih dengan sistem tetragonal. Bahan ini diperoleh dari proses kondensasi antara Formaldehid (CH_2O), Asetaldehid (CH_3CHO), dan alkali seperti Natrium Hidroksida ($NaOH$) atau Kalsium Hidroksida ($Ca(OH)_2$). Reaksi ini melibatkan pembentukan pada media alkali seperti yang disebutkan sebelumnya dengan istilah yang dikenal sebagai *Crossed Aldol Reaction*. Produk yang dihasilkan (Pentaeritritol) sendiri selanjutnya banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku dari berbagai macam produk industri lain seperti tinta, perekat (lem), pelumas, hingga bentuk lanjutannya sebagai bahan baku industri militer sebagai bahan dasar peledak berupa Pentaeritritol Tetranitrat (PETN).

Peningkatan kebutuhan impor Pentaeritritol oleh Indonesia dari tahun 2019 hingga 2023 tergolong fluktuatif menurut data milik *World Integrated Trade Solution (WITS)* milik Bank Dunia. Adanya peningkatan yang fluktuatif diketahui merupakan imbas dari pandemi Covid-19. Selain itu, beberapa negara di Asean hingga Benua Asia juga melakukan impor pentaeritritol yang cukup besar setiap tahunnya. Oleh karena itu, hal tersebut dapat menjadi pertimbangan kuat pendirian pabrik pentaeritritol di Indonesia. Pembangunan pabrik dapat dirancang memenuhi kebutuhan dalam negeri, hingga memenuhi kebutuhan negara tetangga di kawasan Asia Tenggara, bahkan hingga cakupan yang lebih luas.



Pra Rancangan Pabrik

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

I.2. Kegunaan Produk

Pentaeritritol memiliki beberapa fungsi pada dunia industri. Aplikasi utama dari pentaeritritol antara lain:

1. Bidang Militer, bahan baku pembuatan peledak (Pentaeritritol Tetranitrat) yang merupakan bentuk lanjutan dari pentaeritritol.
2. Bidang Konstruksi, bahan baku pembuatan senyawa pengelupas cat.
3. Bidang Manufaktur, bahan baku pembuatan plastik resin, hingga bahan campuran dari perekat (lem).

(Ateai, 2019)

I.3. Alasan Pendirian Pabrik

Pendirian pabrik pentaeritritol didasarkan pada aplikasinya yang dapat digunakan pada berbagai industri di Indonesia maupun negara sekitar, Oleh karena itu, kebutuhan pentaeritritol sendiri yang kian meningkat seiring berjalannya waktu. Besarnya peningkatan kebutuhan harus diimbangi dengan produksi, untuk menghindari masalah yang lebih lanjut seperti meningkatnya harga jual atau berhentinya produksi suatu produk. Potensi yang sangat besar akan diperjelas melalui perhitungan kapasitas pabrik pada sub bab selanjutnya.

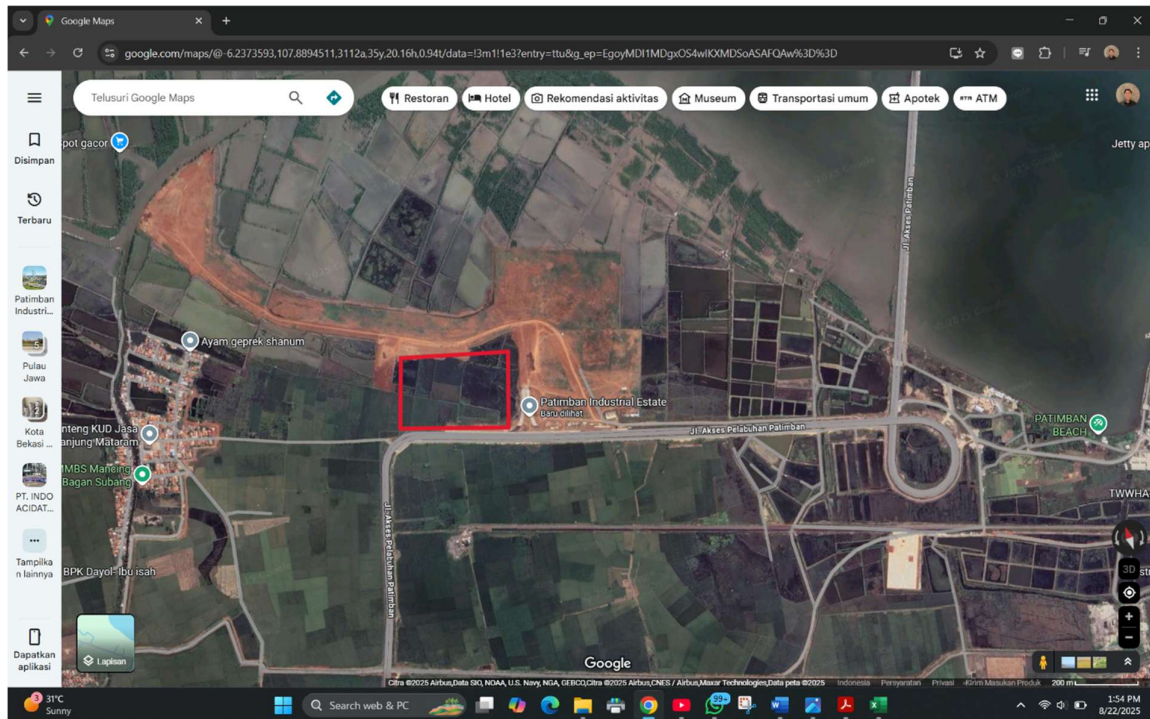
I.4. Pemilihan Lokasi Pabrik

Memilih lokasi pabrik yang tepat menjadi aspek krusial, mengingat dampaknya yang sangat besar. Aspek yang akan dipengaruhi antara lain adalah kelancaran pasokan bahan baku yang berpengaruh pada aspek produksi, hingga pemasaran. Lokasi pabrik akan dirancang mendekati bahan baku, sumber air, jalan raya untuk transportasi, dan lingkungan yang dapat menyediakan tenaga kerja yang memadai. Berdasarkan tinjauan tersebut, maka lokasi pabrik akan ditetapkan pada Kawasan Industri Patimban, Kabupaten Subang, Provinsi Jawa Barat. Disamping lokasi ini sudah merupakan kawasan industri, sehingga aspek pendukung seperti perizinan dan lainnya sudah diperhitungkan oleh pemerintah setempat.



Pra Rancangan Pabrik

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



Gambar I. 1. Rencana lokasi pendirian pabrik pentaeritritol

I.4.1. Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku diperlukan untuk memastikan proses produksi berjalan lancar. Hal ini juga dijadikan faktor pertimbangan pemilihan lokasi pembangunan pabrik. Formaldehid yang digunakan akan disuplai dari PT. Dover Chemical yang berlokasi di Cilegon, Banten, untuk asetaldehid disuplai dari PT. Indo Aciditama di Karanganyar, Jawa Tengah, dan Kalsium Hidroksida disuplai dari PT. Sanshui Water Asia yang berlokasi di Bekasi, Jawa Barat. Terakhir, ada Asam Format yang berfungsi sebagai penetral sisa alkali yang diperoleh dari PT. Bumi Agung Group di Jakarta Utara.

I.4.2. Transportasi

Transportasi merujuk pada akses kendaraan yang digunakan untuk mobilitas barang baik masuk maupun keluar. Transportasi akan menimbang akses darat, laut, bahkan hingga udara bila memungkinkan. Untuk akses transportasi darat, lokasi yang dipilih sudah cukup dekat dengan pintu dan exit tol. Untuk akses transportasi laut, lokasi yang dipilih dekat dengan



Pra Rancangan Pabrik

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

1.5. Penentuan Kapasitas Pabrik

Pendirian pabrik pentaeritritol di Indonesia perlu mengetahui kapasitas yang akan ditetapkan untuk menjadi acuan produksi kedepannya. Kapasitas pendirian pabrik dihitung menggunakan *Discounted Method*. Data yang diperlukan adalah data produksi, impor, konsumsi, dan ekspor. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$M = P (1 + i)^n \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- M = Jumlah produk pada tahun yang diperhitungkan, ton/tahun
P = Jumlah produk pada tahun terakhir yang diketahui, ton/tahun
i = Rata-rata pertumbuhan tiap tahun, %
n = Selisih tahun yang diperhitungkan

Perhitungan tersebut akan digunakan untuk menghitung neraca massa peredaran produk guna mengetahui peluang kapasitas menggunakan rumus:

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2) \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- m_1 = Jumlah impor produk, 0 karena pabrik dirancang memenuhi kebutuhan dalam negeri
 m_2 = Jumlah produksi dalam negeri, 0 karena belum ada produksi dalam negeri
 m_3 = Jumlah kebutuhan produksi
 m_4 = Jumlah ekspor produk
 m_5 = Jumlah konsumsi produk

Tahun	m_4 (ton)	% Pertumbuhan	m_5 (ton)	% Pertumbuhan
2019	41,928.61		5,022.34	
2020	41,347.67	-1.39%	5,024.13	0.04%
2021	43,096.86	4.23%	5,863.50	16.71%
2022	38,812.73	-9.94%	4,863.41	-17.06%
2023	44,657.31	15.06%	5,138.39	5.65%
2024	45,612.46	2.14%	5,167.82	0.57%
Rata-rata pertumbuhan (i)		2.02%	(i)	1.18%



Pra Rancangan Pabrik

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

$$m_4 \times = P (1 + i)^n$$

$$m_{4(2027)} = 45,612.46 \text{ ton/tahun } (1 + 0.0202)^3$$

$$= 48,433.02 \text{ ton/tahun pada 2027}$$

Dirancang pabrik akan memenuhi 75% kebutuhan ekspor impor Asia Tenggara dan sekitarnya.

$$= 75\% \times 48,433.02 \text{ ton/tahun}$$

$$= 36,324.77 \text{ ton/tahun}$$

$$m_5 \times = P (1 + i)^n$$

$$m_{5(2027)} = 5,167.82 \text{ ton/tahun } (1 + 0.0118)^3$$

$$= 5,353.34 \text{ ton/tahun pada 2027}$$

$$m_3 = (36,324.77 \text{ ton/tahun} + 5,353.77 \text{ ton/tahun}) + (0 + 0)$$

$$= 41,678.11 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan, kebutuhan pentaeritritol pada 2027 adalah 41,778.11 ton/tahun. Sehingga, untuk kapasitas pabrik pada 2028 akan ditetapkan sebesar 42,000 ton/tahun.

I.5. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

I.5.1. Spesifikasi Bahan Baku

1. Formaldehid (37%)

Rumus molekul : CH_2O

Berat molekul : 30.03 g/mol

Wujud : Cair

Densitas : 0.8 g/ml

Titik didih : 98°C

(PT. Dover Chemical)

2. Asetaldehid (99%)

Rumus molekul : CH_3CHO

Berat molekul : 44.05 g/mol

Wujud : Cair



Pra Rancangan Pabrik

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

Densitas : 0.78 g/ml

Titik didih : 20.2°C

(PT. Indo Aciditama)

3. Kalsium Hidroksida (95%)

Rumus molekul : $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Berat molekul : 74.1 g/mol

Wujud : Padatan Kristal

Densitas : 2.2 g/ml

Titik didih : 2,850°C

Kelarutan : 0.185 / 100 parts air

: 0.185 gr / 100 gr air

(PT. Sanshui Water Asia)

4. Asam Format (90%)

Rumus molekul : CH_2O_2

Berat molekul : 46.02 g/mol

Wujud : Cair

Densitas : 1.2 g/ml

Titik didih : 100.75°C

(PT. Bumi Agung Group)

I.5.2. Spesifikasi Produk

1. Pentaeritritol

Rumus molekul : $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}_4$

Berat molekul : 136.15 g/mol

Wujud : Padatan Kristal

Densitas : 1.4 g/ml

Titik didih : 276°C

Kelarutan : 5.6 / 100 parts air

: 5.6 gr / 100 gr air

(International Chemical Safety Cards, No. 1383)

2. Kalsium Format

Rumus molekul : $\text{Ca}(\text{HCOO})_2$



Pra Rancangan Pabrik

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

Berat molekul : 130.11 g/mol
Wujud : Padatan Kristal
Densitas : 1.15 g/ml
Titik didih : Dekomposisi pada 300°C
Kelarutan : 16.1 / 100 parts air
: 16.1 gr / 100 gr air

(International Chemical Safety Cards, No. 1634)