

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pentaeritritol merupakan senyawa *monosakarida polyhydric alcohol* berbentuk kristal berwarna putih tetragonal yang memiliki 4 gugus hidroksil utama dan memiliki rumus molekul $C(CH_2OH)_4$ dengan berat molekul 136,15 g/mol^[11]. Senyawa ini bersifat non higroskopis, tidak berbau, tidak mudah menguap, stabil di udara, cukup larut dalam air dingin dan cukup larut dalam air panas serta hanya memiliki kelarutan terbatas dalam cairan organik^[11].

Pentaeritritol (PENT) banyak digunakan dalam bidang tekstil untuk menghaluskan serat, untuk pembuatan alkid resin, bidang pelapis permukaan, dan bahan peledak,^[18]

Pabrik pentaeritritol sangat dibutuhkan di Indonesia, Menurut data Badan Pusat Statistik Indonesia, kebutuhan impor Pentaeritritol (PENT) dari tahun 2015-2020 mengalami peningkatan^[7], Hal ini dikarenakan penghasil Pabrik Pentaeritritol di Indonesia masih mengalami kekurangan. Sehingga saat ini untuk memenuhi kebutuhan Pentaeritritol, Indonesia masih mengimpor bahan baku dari negara – negara lain, seperti Cina, Jepang, Amerika dan Jerman ^[7]. Hal ini membuat Indonesia menambah devisa negara, Namun, untuk mengurangi importir di Indonesia, sangat dibutuhkan pabrik penghasil pentaeritritol didirikan., sehingga diharapkan pada tahun 2025 Indonesia tidak lagi menjadi importir tetapi dapat menjadi pengeksport Pentaeritritol keluar negeri.

Berdasarkan pada kebutuhan dan kegunaan produk pentaeritritol yang sangat berperan besar dalam kehidupan industri. Maka, pendirian pabrik Pentaeritritol di Indonesia sangat penting dilakukan karena dapat mengurangi jumlah impor, membuka lapangan kerja untuk menekankan tingkat pengangguran dan memanfaatkan sumber daya manusia yang ada di Indonesia.

1.2 Sejarah Perkembangan Pentaeritritol

Pada tahun 1882, pentaeritritol ditemukan oleh *Tollens* sebagai produk sampingan dari reaksi antara barium hidroksida hidroksa dengan formaldehida tidak murni, akan tetapi pada tahun 1891, dilakukan penelitian Tollens bersama dengan rekan kerja menemukan bahwa impuritas itu adalah acetaldehide, yang terkondensasi dengan *formaldehyde* dalam kondisi alkalis, untuk membentuk dari *formaldehyde*, *acetaldehyde*, dan NaOH ^[25].

Secara garis besar, Pentaeritritol diproduksi dengan mereaksikan formaldehid dan asetaldehid dalam larutan basa alkali. Larutan basa dapat berupa NaOH, Ca(OH)₂, KOH, Ba(OH)₂ dan senyawa karbonat seperti Na₂CO₃, dan K₂CO₃, Namun yang banyak digunakan adalah Ca(OH)₂ dan NaOH^[18]

Pentaeritritol mulai dikomersialkan pada Tahun 1930 digunakan dalam pembuatan tetranitrat suatu bahan peledak dimana bahan peledak ini digunakan sebagai pendorong utama bagi *tri nitro toluene* (TNT) untuk menghasilkan ledakan yang dahsyat, Pentaeritritol yang dimurnikan digunakan sebagai pendingin permukaan^[18].

1.3 Kegunaan Produk

Pentaeritritol (PENT) adalah bahan kimia yang memiliki banyak kegunaan^[18] yaitu:

1. Pentaeritritol digunakan sebagai bahan baku peledak
2. Pentaeritritol digunakan sebagai resin
3. Pentaeritritol digunakan sebagai penstabil panas
4. Dalam industry tekstil, Pentaeritritol digunakan untuk menghaluskan serat
5. Dalam industry pelumas mesin, Pentaeritritol digunakan sebagai pembuatan pelumas.

1.4 Sifat Fisika dan Bahan Baku dan Produk

1.4.1 Spesifikasi bahan baku

a. Formaldehid

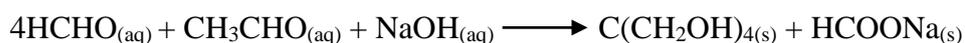
Sifat – Sifat Fisika^[5]

- Rumus Molekul	: HCHO
- Berat molekul	: 30,03 gr/mol
- Warna	: tidak berwarna
- Bentuk	: cair
- Specific Gravity 20°C	: 1,11 g/ml
- Titik leleh	: -8°C
- Titik didih	: 96°C
- Tekanan Uap (kPa)	: 3,22
- Kemurnian	: 37%
Komposisi Formaldehid	
- Air	: 53%

- Metanol : 10%
- Formaldehid : 37%

Sifat-Sifat Kimia

- formaldehid bereaksi asetaldehid menghasilkan pentaeritritosa^[26]
- bereaksi dengan *asetaldehid* dan natrium hidroksida menghasilkan Pentaeritritol dengan proses kondensasi basa^[11]



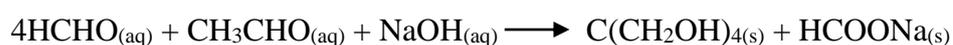
b. Acetaldehid

Sifat-Sifat Fisika^[11]

- Rumus Molekul : CH₃CHO
- Berat Molekul : 44,05 gram/mol
- Warna : tidak berwarna
- Bentuk : cair
- Specific Gravity : 0,78 gr/cm³
- Titik leleh : - 123,5 °C
- Titik didh : 20,9°C
- Densitas Uap : 1,52 gr/cm³
- Tekanan uap (kPa) 20°C : 101,3
- Temperatur kritis : 185 °C
- Kemurnian : 99%

Sifat sifat Kimia

- bereaksi dengan Formaldehid mengasilkan pentaeritritol dengan proses alkali basa



c. Natrium Hidroksida

Sifat –Sifat Fisika^[11]

- Rumus Molekul : NaOH
- Berat Molekul : 40,00 gr/mol
- Warna : putih

- Bentuk : cair
- Specific Gravity : 2130 gr/cm
- Titik leleh : 318,4 °C
- Titik didih : 1300 °C
- Tekanan Uap (mmHg) 20°C : 953°C

Sifat – Sifat Kimia^[24]

- Reaksi dengan asam



- Terjadi pada reaksi Cannizaro (pH kurang dari 9), dimana aldehyd yang diperoleh dari kondensasi adol bereaksi dengan Formaldehyd dari proses kondensasi basa membentuk pentaeritritol dan natrium format.



d. Asam Format

Sifat – Sifat Fisika^[24]

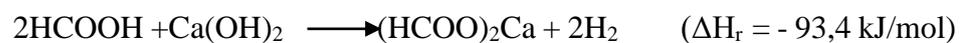
- Rumus Molekul : HCO₂H
- Berat Molekul : 46,03 gr/mol
- Warna : berwarna
- Bentuk : cair
- Specific Gravity : 1,220 gr/cm³
- Titik leleh : 8,3 °C
- Titik didih : 100,8 °C
- Densitas kritis : 0,392 g/cm³
- Temperatur kritis : 581 K/307,85°C
- Tekanan Uap (20°C) : 4,473 kPa

Sifat – Sifat Kimia^[24]

- Asam Formiat yang terbentuk melalui reaksi *Cannizzaro* , bereaksi dengan kondensasi basa (NaOH) dengan menghasilka garam format



- Bereaksi dengan kondensasi basa Ca(OH)₂



1.4.1 Spesifikasi produk

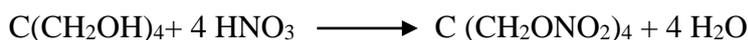
a. Pentaeritritol

Sifat – Sifat Fisika^[11]

- Rumus molekul : C₅H₁₂O₄
- Berat molekul : 136,15 gr/mol
- Warna : tidak berwarna
- Bentuk : kristal tetragonal
- Titik leleh : 260 °C
- Titik didih : 276 °C
- Specific gravity : 1.399 gr/cm³
- Densitas uap : 276 °C

Sifat – Sifat Kimia

- Pentaerithritol bereaksi dengan asam nitrat sebagai bahan peledak^[10]



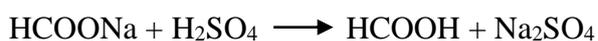
b. Natrium Format

Sifat – Sifat Fisika^[22]

- Rumus Molekul : HCOONa
- Berat Molekul : 68.01 gr/mol
- Warna : Putih
- Bentuk : butiran
- Specific gravity : 1,919 gr/ cm³
- Titik leleh : 253 °C

Sifat – Sifat Kimia^[24]

- Natrium format bereaksi dengan asam sulfat menghasilkan asam format dengan hasil samping berupa sodium sulfat

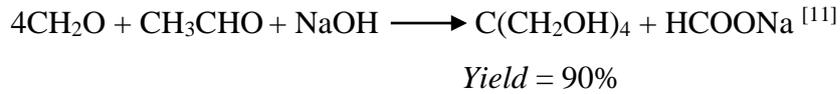


1.5 Analisa Pasar

1.5.1 Analisa ekonomi

Pemasaran produk pentaeritritol untuk memenuhi kebutuhan pada industri dalam negeri yang tersebar di Indonesia. Jika kebutuhan produk pentaeritritol dalam negeri sudah terpenuhi maka dapat dipasarkan ke luar negeri (ekspor). Sehingga untuk mengetahui analisa pasar perlu mengetahui potensi produk terhadap pasar

Reaksi pembentukan Pentaeritritol:



Tabel 1.1 Analisa Kebutuhan Dan Hasil Reaksi pada Pembuatan Pentaeritritol

Reaksi	Komponen				
	4HCHO	CH ₃ CHO	NaOH	C(CH ₂ OH) ₄	HCOONa
1	-4	-1	-1	0,9	0,9
Jumlah	-4	-1	-1	0,9	0,9

Tabel 1.2 Daftar Harga Bahan dan Produk^[1]

Komponen	BM	Harga (US\$/kg)	Harga (Rp/kg)
Formaldehid	30,02	\$1,20	17.3976
NaOH	40	\$0,90	13,0482
Asetaldehid	44,05	\$4,99	72,3450
Asam Formiat	46	\$0,50	7,249
Natrium Format	68,01	\$0.20	2,900
Pentaeritritol	136.15	\$2,00	28,996

Maka, Untuk Menghitung ekonomi pasarnya adalah:

EP = Produk – Reaktan

$$= \text{US\$} [(0,9 \times 136,15 \times 2,00) + [(0,9 \times 68,01 \times 0,20)] - [(-4 \times 30,02 \times 1,20) + (-1 \times 44,05 \times 4,99) + (-1 \times 40 \times 0,90)]$$

$$= \text{US\$ } 657,22 \text{ kgmol Perntaeritritol}$$

Nilai kurs dollar, pada tanggal 29 juli 2020, Bank Indonesia = Rp 14. 498

Berdasarkan data analisis diatas diambil kesimpulan bahwa pabrik pentaeritritol dari formaldehid dan asetaldehid memperoleh keuntung US\$ 657,22 kgmol dan Pabrik ini dapat didirikan pada Tahun 2025.

1.5.2 Perkiraan Kapasitas Produksi

Untuk kapasitas produksi direncanakan pabrik Pentaeritritol akan berdiri tahun 2025. Pada produksi ini diperoleh data impor yang digunakan pada tahun 2015 – 2020, sehingga penggunaan pentaeritritol pada tahun 2025 dapat dihitung dengan menggunakan rumus:^[14]

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

Dimana : m = Perkiraan Import pada tahun 2025

P = Data besarnya import pada tahun 2020

i = Data rata-rata kenaikan import setiap tahun (%)

n = Selisih tahun (2020 -2025) (5 tahun)

Tabel 1.3 Data Import Pentaeritritol di Indonesia

No	Tahun	Impor (kg/th)	Import (ton/Thn)	Kenaikan (%)
1	2015	28508380	28508,38	-
2	2016	28513330	28513,33	0.02
3	2017	28856280	28856,28	1.20
4	2018	29795240	29795,24	3.25
5	2019	30162240	30162,24	1.23
6	2020	31653552	31653,55	4.94
Rata – rata				1.78
(i)				0,0178

(sumber: Badan Pusat Statistik)

Berdasarkan data tabel diatas diperoleh nilai persentase kenaikan rata –rata sebesar 0,0178, maka Nilai perkiraan import pada tahun 2025 diperoleh:

$$\begin{aligned} M &= P (1 + i)^n \\ &= 31.653,55 (1 + 0.0178)^5 \end{aligned}$$

$$M = 34572,81037 \text{ ton/tahun}$$

Dengan diperoleh nilai M ,dapat dihitung kapasitas produksi untuk tahun 2025 dengan mengasumsi nilai ekspor pendirian pabrik. Pada umumnya asumsi ekspor pendirian pabrik sekitar 40 – 60 % . sehingga untuk asumsi pendirian pabrik pentaeritritol diambil 50% dari kapasitas pabrik baru, yaitu:

$$M_{\text{ekspor}} = 0.50 M$$

Dari rumus kapasitas ekspor yang diasumsi 50% dari jumlah produk tahun 2025 dapat digunakan untuk menghitung kapasitas pabrik pentaeritritol dengan persamaan sebagai berikut:

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_5$$

Keterangan:

M_1 = nilai impor

M_2 = kapasitas pabrik lama

M_3 = kapasitas pabrik baru

M_4 = Jumlah ekspor

M_5 = konsumsi dalam negeri

- ✓ Pabrik berdiri sehingga import diberhentikan, maka: $M_1 = 0$
- ✓ Karena di Indonesia belum ada pabrik yang memproduksi, maka: $M_2 = 0$
- ✓ Ekspor diasumsi 50% dari kapasitas pabrik baru, maka: $M_4 = 0,5 m_3$
- ✓ Dari hasil perhitungan di dapatkan perkiraan import tahun 2025 : $M_5 = 34572,81037$ ton

Dengan persamaan diatas dapat dihitung peluang kapasitas baru yaitu:

$$\begin{aligned} M_3 &= (M_4 + M_5) - (M_1 + M_2) \\ &= (0,5 m_3 + 34572,81037) - (0 - 0) \\ 0,5 M_3 &= 34572,81037 \\ M_3 &= 34572,81037 / 0,5 \\ &= 69145,62074 \text{ ton} \sim 70.000 \text{ ton} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas diperoleh kapasitas pabrik baru pada tahun 2025 sebesar 70.000 ton/tahun.

1.6 Lokasi Pabrik Pentaerythritol

Penentuan lokasi pabrik sangat mempengaruhi keuntungan perusahaan dalam jangka panjang. Untuk itu penentuan lokasi pabrik sangat penting demi keberhasilan pabrik, jika pabrik mendapat keuntungan secara terus menerus maka akan memperluas pabrik dalam peningkatan kapasitas produksi dan mempengaruhi keuntungan dalam banyak sector baik ekonomi maupun sosial.

Oleh karena itu perlu dilakukan seleksi dan evaluasi , sehingga lokasi memenuhi persyaratan yang dapat ditinjau dari beberapa segi. Faktor- faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik dibagi menjadi dua golongan yaitu::

1. Faktor Utama

- a. Penyediaan bahan baku
- b. Pemasaran (marketing)
- c. Utilitas (air,bahan bakar, dan listrik)
- d. Iklim

2. Faktor Khusus

- a. Transportasi
- b. Tenaga kerja
- c. Buangan pabrik (disposal)
- d. Pembuangan limbah
- e. Site dan karakteristik dari lokasi
- f. Peraturan perundang-undangan

1. Faktor Utama

a. Penyediaan Bahan baku

Ditinjau dari tersedianya bahan baku dan harga dari bahan baku, maka pendirian pabrik didirikan dekat sumber bahan baku . Bahan baku utama berupa formaldehid, asetaldehid dan natrium hidoksida. Untuk kebutuhan bahan baku formaldehid di PT. Palmolite Adhesive Industry, yang berlokasi didaerah Probolinggo, Jawa Timur, sehingga bisa direncanakan untuk bekerja sama. Untuk Natrium Hidoksida diperoleh dari PT.Asahimas Chemical Banten, asam formiat diperoleh dari PT.Sintas Kurama Perdana didaerah Cikampek dan untuk pabrik asetaldehid diimport dari Australia.

b. Pemasaran (marketing)

Pentaeritritol merupakan bahan baku untuk industry alkyd resin ,resin ester, industri polieter (plasticiler),bahan pelumas , farmasi,surface dan lain sebagainya . Untuk pemasaran terdapat transportasi laut, udara,dan darat sehingga memudahkan dalam pemasaran pentaeritritol tersebar dipulau jawa dan diluar pulau jawa .setelah kebutuhan dalam negeri terpenuhi , maka produk bisa diekspor keluar negeri.

c. Utilitas

Unit utilitas pada suatu pabrik sangatlah penting karena merupakan sarana bagi kelancaran proses produksi. Unit utilitas terdiri Air, listrik, bahan bakar dan Untuk kebutuhan air dipenuhi dari PDAM/sungai dan Water Treatment Plant (WTP), Untuk kebutuhan listrik diperoleh dari PT. PLN (Persero) dan generator, sedangkan untuk kebutuhan bahan bakar diperoleh dari Pertamina.

d. Iklim

Kondisi alam di daerah pabrik yang akan dibangun dapat dilihat dari keadaan alam, keadaan angin, gempa yang pernah terjadi dan kemungkinan perluasan dimasa yang akan datang.

2. Faktor Khusus

a. Transportasi

Transportasi adalah salah satu kebutuhan yang sangat penting dalam ketersediaan bahan baku dan pemasaran produk. Untuk Fasilitas darat meliputi (jalan raya), pelabuhan laut dan rel kereta api sehingga memadai dalam pengiriman bahan baku serta penyaluran bahan produk. Untuk jalan raya melewati jalan tol Merak – Jakarta. Untuk transportasi laut dapat melalui pelabuhan Merak.

b. Tenaga Kerja

Banyak tenaga kerja yang tersedia disekitar daerah pabrik, maupun diluar daerah lainnya, sehingga kebutuhan tenaga kerja dapat terpenuhi dan membantu mengurangi pengangguran.

c. Buangan pabrik (Disposal)

Apabila buangan pabrik berbahaya bagi kehidupan disekitarnya, maka ada beberapa hal yang harus diperhatikan:

- Cara pengeluaran bentuk buangan, terutama berhubungan dengan peraturan peraturan setempat.
- Masalah pencemaran yang mungkin timbul

d. Pembuangan Limbah

Hal ini berkaitan dengan usaha pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh buangan pabrik yang berupa gas, cair maupun padat, dengan memperhatikan peraturan pemerintah.

e. Site dan karakteristik dari lokasi

Hal ini perlu diperhatikan yaitu apakah daerah tersebut merupakan lokasi bebas sawah, rawa, bukit dan sebagainya, serta Harga tanah dan fasilitas lainnya

f. Peraturan perundang-undangan

Hal-hal yang perlu ditinjau:

- Ketentuan – ketentuan mengenai daerah tersebut
- Ketentuan mengenai jalan umum yang ada
- Ketentuan mengenai jalan umum bagi industry tersebut

Berdasarkan factor-faktor diatas , daerah yang menjadi pilihan lokasi pendirian pabrik

Pentaeritritol terletak didaerah **Kawasan industry Cikande, Serang, Banten.**

Peta lokasi pabrik pentaeritritol dapat dilihat pada gambar ini

