



## PRA RENCANA PABRIK

“Pabrik Tetramethylolmethane (Pentaerythritol) dari Formaldehyde dan Asetaldehyde dengan Proses Hubei”

---

# BAB I PENDAHULUAN

## I.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Perkembangan zaman yang semakin cepat ikut berpengaruh pada perkembangan industri saat ini, khususnya di Indonesia. Salah satunya ialah di sektor industri kimia yang merupakan industri yang vital dan cukup strategis bagi setiap negara, termasuk Indonesia. Mengingat sangat erat kaitannya dengan perkembangan industri lainnya serta perkembangan ekonomi. Terlebih pada saat ini, industri di Indonesia sedang berkembang cukup pesat. Banyaknya macam industri yang berkembang menyebabkan semakin banyak pula bahan baku yang diperlukan untuk mendukung keberlangsungan industri tersebut.

Indonesia adalah suatu negara berkembang yang banyak melakukan upaya pembangunan. Salah satu pembangunan dan pengembangannya ialah sektor industri kimia. Hal ini dipicu oleh kebutuhan beberapa bahan kimia yang belum terpenuhi sebagai pemasok dari sektor industri hilir seperti industri cat, plastik, tekstil, makanan dan yang lain-lain. Salah satunya ialah *Tetramethylolmethane* (*Pentaerythritol*). Kebutuhan *Tetramethylolmethane* di Indonesia yang semakin meningkat dari tahun ke tahun tidak dapat dipenuhi oleh bangsa sendiri, sehingga mengharuskan impor dari luar negeri untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Sehubungan dengan hal ini maka sangatlah tepat jika di Indonesia didirikan pabrik *Tetramethylolmethane* sebagai upaya menutupi serta mengurangi ketergantungan terhadap negara lain. Selain itu negara-negara tetangga di Asia juga cukup banyak yang membutuhkan *Tetramethylolmethane*. Artinya, pembangunan pabrik *Tetramethylolmethane* di Indonesia selain dapat membantu memenuhi kebutuhan dalam negeri juga tidak menutup kemungkinan untuk di ekspor ke luar negeri.

Dengan mendirikan pabrik *Tetramethylolmethane*, diharapkan kebutuhan impor dalam negeri bisa ditekan dan kebutuhan bahan baku untuk berbagai macam industri seperti *alkyd resin*, *resin ester*, serta bahan pendorong utama *trinitrotoluene* (*TNT*) dapat terpenuhi.



## PRA RENCANA PABRIK

“Pabrik Tetramethylolmethane (Pentaerythritol) dari Formaldehyde dan Asetaldehide dengan Proses Hubei”

### I.2 Kegunaan Produk

*Tetramethylolmethane* merupakan bahan kimia setengah jadi yang menjadi bahan baku bagi industri hilir. Berikut disajikan kegunaan *Tetramethylolmethane* :

**Tabel I. 1 Industri dengan Bahan Baku *Tetramethylolmethane***

Jenis Industri	Proses Pemakaian <i>Tetramethylolmethane</i>
<i>Resin Alkyl</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Esterifikasi pembentukan resin dengan asam bervalensi dua</li><li>- Alkoholis dengan asam tidak jenuh</li></ul>
Versin	<ul style="list-style-type: none"><li>- Esterifikasi membentuk resin ester</li></ul>
<i>Explosive</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Reaksi nitrasi membentuk senyawa trinitrat yang memiliki sifat <i>explosive</i></li></ul>
Farmasi	<ul style="list-style-type: none"><li>- Reaksi nitrasi membentuk senyawa trinitrat yang dipersiapkan untuk obat-obatan</li></ul>

Saat ini kegunaan *Tetramethylolmethane* yang utama adalah untuk pembuatan *surface coating* (pelapis permukaan). *Drying oil* dan *semi drying oil* atau asam lemak yang secara luas digunakan sebagai campuran *surface coating* yang memiliki keunggulan seperti, cepat kering, mengkilap, mempunyai kekerasan yang baik, awet dan tahan terhadap air dan alkali. Selain itu *Tetramethylolmethane* juga digunakan dalam berbagai produksi seperti cat, pernis, tinta cetak, pelapis lantai dan bahan perekat lainnya.

(Kirk Othmer, 1998)

### I.3 Perencanaan Pabrik

Di Indonesia, kebutuhan *Tetramethylolmethane* semakin meningkat seiring dengan berkembangnya industri dikarenakan kegunaannya yang cukup penting dalam beberapa industri, seperti industri cat, plastik, tekstil dan lain-lain. Penentuan kapasitas didasarkan pada kebutuhan *Tetramethylolmethane* di Indonesia, jumlah impor ekspor per tahun dan produksi *Tetramethylolmethane* dalam negeri.



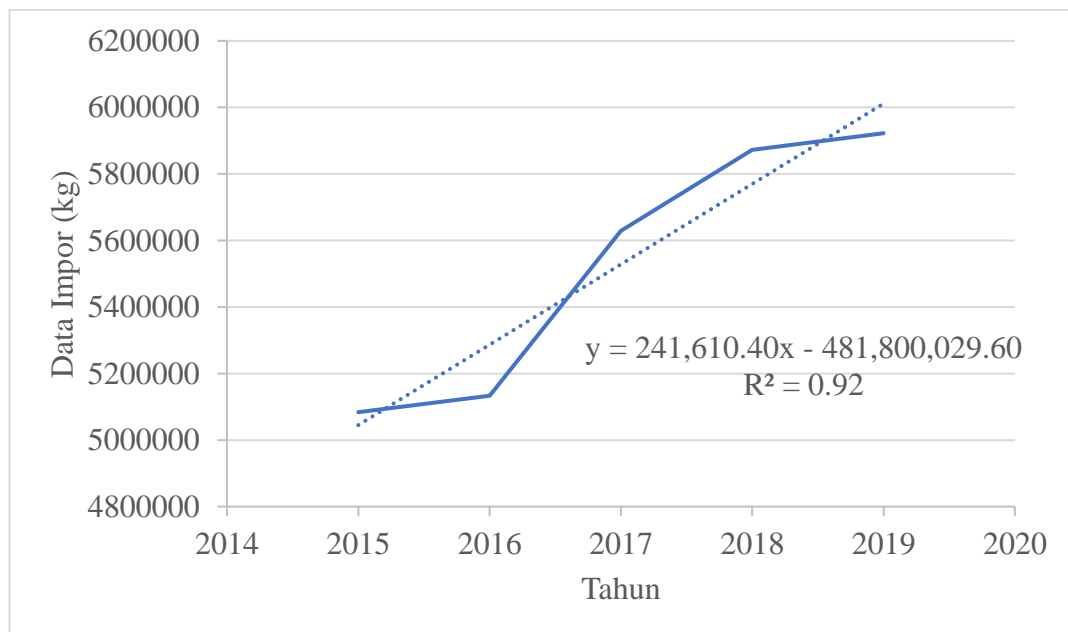
## PRA RENCANA PABRIK

“Pabrik Tetramethylolmethane (Pentaerythritol) dari Formaldehyde dan Asetaldehide dengan Proses Hubei”

**Tabel I. 2 Data Impor Tetramethylolmethane di Indonesia**

Tahun	Data Impor	
	Impor (kg)	Pertumbuhan (%)
2015	5083862	-
2016	5133349	0,9734
2017	5628687	9,6494
2018	5952499	5,7529
2019	5922339	-0,5067

(Badan Pusat Statistik, 2023)



**Gambar I. 1 Data Total Impor di Indonesia**

Berdasarkan data impor diatas, maka masih perlu didirikannya pabrik *tetramethylolmethane* di Indonesia guna memenuhi kebutuhan di dalam negeri, dan menghemat devisa negara. Dengan menggunakan metode regresi least square, maka didapat persamaan linier untuk mencari kebutuhan pada tahun tertentu.

Dengan persamaan:

$$y = 241610,4x - 481800029,6$$



## PRA RENCANA PABRIK

“Pabrik Tetramethylolmethane (Pentaerythritol) dari Formaldehyde dan Asetaldehide dengan Proses Hubei”

Keterangan :

Y = kebutuhan impor (kg/th)

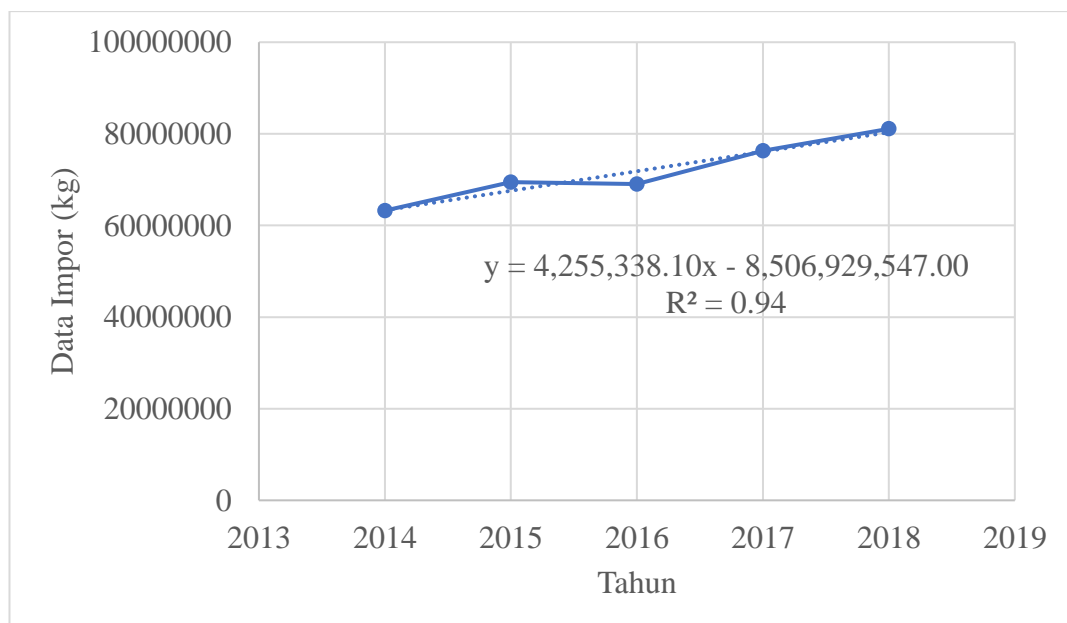
X = tahun ke-n

Pabrik ini direncanakan beroperasi pada tahun 2028, sehingga diperkirakan jumlah kebutuhan pada tahun 2028 adalah sebesar 8185,861 ton/tahun. Selain melihat kebutuhan impor *tetramethylolmethane* di Indonesia pada tahun mendatang, perlu diperhatikan pula kebutuhan *tetramethylolmethane* di luar Indonesia.

**Tabel I. 3 Data Impor Tetramethylolmethane di Beberapa Negara**

Tahun	Data Impor Luar Negeri (Kg)					Total
	China	Jepang	Malaysia	India	USA	
2014	2618289	2304630	4826713	14779662	38713925	63243219
2015	2085641	2033477	4579033	17919792	42850352	69468295
2016	2482680	2347971	4819260	20215269	39167812	69032992
2017	3562633	9946640	4958592	16587019	41268616	76323500
2018	3658194	11410290	6258405	19442128	40323290	81092307

(Data.un.org, 2023)



**Gambar I. 2 Data Total Impor di Berbagai Negara**



## PRA RENCANA PABRIK

“Pabrik Tetramethylolmethane (Pentaerythritol) dari Formaldehyde dan Asetaldehyde dengan Proses Hubei”

---

Berdasarkan hal tersebut, maka kebutuhan komoditas *tetramethylolmethane* di berbagai negara seperti China, Jepang, Malaysia, India, dan USA masih relatif tinggi dengan kapasitas yang dibutuhkan pada tahun 2028 sebesar 122896,12 ton/tahun. Pendirian pabrik *tetramethylolmethane* di Indonesia diharapkan dapat memenuhi 50% kebutuhan *tetramethylolmethane* di berbagai negara, sehingga jumlah *tetramethylolmethane* yang akan dipenuhi sebesar 61448,059 ton/tahun. Berdasarkan penjelasan di atas, pabrik *tetramethylolmethane* didirikan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan luar negeri.

Perhitungan kapasitas produksi dengan metode *discounted*, dengan persamaan

$$m1 + m2 + m3 = m4 + m5$$

Keterangan :

m1 = nilai impor saat pabrik didirikan (0)

m2 = kapasitas pabrik lama

m3 = kapasitas pabrik yang akan didirikan

m4 = prediksi nilai ekspor saat pabrik didirikan

m5 = prediksi kebutuhan dalam negeri saat pabrik didirikan

Dengan menggunakan data impor dan ekspor didapatkan perkiraan impor pada tahun 2028 sebesar 8185,861 ton/tahun, dan untuk ekspor diambil 50% sebesar 61448,059 ton/tahun. Maka diasumsikan pada tahun 2025 nilai impor dapat tercukupi oleh produksi pabrik sehingga  $m1 = 0$  dan tidak ada pabrik *tetramethylolmethane* yang produksi di Indonesia sehingga  $m2 = 0$ , maka :

$$m1 + m2 + m3 = m4 + m5$$

$$m3 = 0 + 0 + 61448,059 + 8185,8616$$

$$m3 = 69633,921 \text{ ton/tahun} \approx 70.000 \text{ ton/tahun}$$

Jadi, jumlah kapasitas pabrik *tetramethylolmethane* yang akan direncanakan berdiri pada tahun 2028 adalah 70.000 ton/tahun.



## I.4 Sifat-Sifat Bahan Baku dan Produk

### I.4.1. Bahan Baku

#### A. Formaldehyde (CH<sub>2</sub>O)

##### 1. Sifat Fisika

- a. Bentuk : Cair
- b. Berat Molekul : 30 gr/mol
- c. Densitas : 1.08 gr/ml
- d. Titik Didih : 96°C
- e. Temperatur Kritis : 137,2°C
- f. Kapasitas Panas : 35,4 J/(mol K)
- g. Panas Pembakaran : 563,5 kJ/mol
- h. Kelarutan : mudah larut dalam air

(Perry, 2008)

##### 2. Sifat Kimia

###### a. Dekomposisi

Pada suhu 300°C formaldehyde akan mengalami dekomposisi secara heterogen membentuk karbon monoksida dan hidrogen. Terbentuknya *methanol*, *methyl formiat*, karbon dioksida dan metana didorong dengan adanya logam-logam seperti *platinum*.

###### b. Reaksi Polimerisasi

Monomer *formaldehyd anhidrat* tidak bisa didapatkan secara komersial. *Formaldehyd* gas terpolimerisasi secara perlahan-lahan pada suhu dibawah 100°C, yang dipercepat dengan adanya *impuritas* senyawa polar seperti asam, alkali, dan air

(Kirk & Othmer, 2007)

**Tabel I. 4 Komposisi Formaldehyde (PT. Intan Wijaya – Semarang)**

Komposisi	% berat
CH <sub>2</sub> O	37%
CH <sub>3</sub> OH	3%
H <sub>2</sub> O	60%



## B. Asetaldehyde (CH<sub>3</sub>CHO)

### 1. Sifat Fisika

- a. Bentuk : Cair
  - b. Berat Molekul : 44 gr/mol
  - c. Densitas : 0.62685 gr/ml
  - d. Titik Leleh : -123,5°C
  - e. Tekanan Kritis : 6,40 mPa
  - f. Temperatur Kritis : 181,5°C
  - g. *Flash Point* : -38°C
  - h. Kelarutan : Larut dalam air atau alcohol
- (Perry, 2008)

### 2. Sifat Kimia

#### a. Reaksi Oksidasi

Reaksi oksidasi asetaldehid fase cair dengan oksigen merupakan reaksi yang sangat penting dalam sebuah industri. Kebanyakan asam, asetat diproduksi dengan cara ini.

#### b. Reaksi Reduksi

Reaksi reduksi menjadi alkohol sangat mudah terjadi. Banyak sekali jenis katalis yang dapat digunakan diantaranya *platina, asam kloroplatinat, nikel, dan palladina.*

#### c. Reaksi Polimerisasi

Jika *asetaldehid* dititrasi dengan HCl kering pada suhu rendah maka meta asetaldehid berubah kembali menjadi asetaldehid dan paraldehid dengan membiarkannya pada suhu 60°C - 65°C selama beberapa hari. Peristiwa ini dinamakan dipolimerisasi.

(Kirk & Othmer, 2007)

**Tabel I. 5 Komposisi Asetaldehyde (PT. Sinopec – Surabaya)**

Komposisi	% berat
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	99%
H <sub>2</sub> O	1%



### C. Natrium Hidroksida (NaOH)

#### 1. Sifat Fisika

- a. Bentuk : Padat
- b. Berat Molekul : 40 gr/mol
- c. Densitas : 1.5246 gr/ml
- d. Titik Didih : 1391°C
- e. Titik Leleh : 318°C

(Perry, 2008)

#### 2. Sifat Kimia

- a. NaOH bereaksi dengan asam mineral membentuk garam dan bereaksi dengan asam lemak membentuk gas seperti H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>

(Kirk & Othmer, 2007)

**Tabel I. 6 Komposisi Natrium Hidroksida (PT. Toya Indo Manunggal – Sidoarjo)**

Komposisi	% berat
NaOH	50%
H <sub>2</sub> O	50%

#### I.4.2. Bahan Pendukung :

##### A. Asam Format (HCOOH)

#### 1. Sifat Fisika

- a. Bentuk : Cair
- b. Berat Molekul : 46,02 gr/mol
- c. Densitas : 1.2073 gr/ml
- d. Titik Didih : 100,75°C
- e. Titik Leleh : 8,4°C
- f. Viskositas : 1,57 cp
- g. Kapasitas panas, cair (22°C) : 0,514 kal/gr

(Perry, 2008)





## PRA RENCANA PABRIK

“Pabrik Tetramethylolmethane (Pentaerythritol) dari Formaldehyde dan Asetaldehyde dengan Proses Hubei”

### 2. Sifat Kimia

- Pada suhu 1600°C
- Bereaksi cepat dengan alkali kuat

(Kirk & Othmer, 2007)

**Tabel I. 7 Komposisi Asam Format (dari PT. Sintas Kurama Perdana – Cikampek)**

Komposisi	% berat
CH <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	90%
H <sub>2</sub> O	10%

#### I.4.3. Produk :

##### A. Tertramethylolmethane (C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>O<sub>4</sub>)

###### 1. Sifat Fisika

- Bentuk : Kristal putih
- Berat Molekul : 136,15 gr/mol
- Densitas : 1,396 gr/ml
- Titik Didih : 276°C
- Titik Leleh : 261-262 °C
- Panas Pembentukan : -220 Kkal/mol
- Specific gravity* : 60,85 kal/mol pada 100°C
- Panas Pembakaran : 2767 kJ/mol
- Panas Jenis : 225 J/mol pada 100°C
- Kelarutan dalam air (per 100 gr) : 7.23 gr pada 25°C

(Perry, 2008)

###### 2. Sifat Kimia

- Tetramethylolmethane dapat teroksidasi menjadi 2,2-bis(hydroxymethyl)hydracrylic acid (C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>) oleh oksidasi udara langsung dalam bentuk larutan dan menggunakan katalis *palladium-carbon* atau oksidasi secara biologi menggunakan media bakteri *Corynebacterium* atau *Arthrobacter*

(Kirk & Othmer, 2007)



## PRA RENCANA PABRIK

“Pabrik Tetramethylolmethane (Pentaerythritol) dari Formaldehyde dan Asetaldehyde dengan Proses Hubei”

---

### B. Natrium Format ( $\text{HCOONa}$ )

#### 1. Sifat Fisika

- a. Bentuk : Cair
- b. Berat Molekul : 68.008 gr/mol
- c. Densitas Padatan : 1.199 gr/ml
- d. Titik Leleh : 259.85°C

(Perry, 2008)

#### 2. Sifat Kimia

- a. Bereaksi dengan asam sulfat untuk menghasilkan asam format dengan hasil samping berupa sodium format.

(Kirk & Othmer, 2007)