



## PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Methanol dari Natural Gas dan Oksigen dengan Proses  
*Haldor Topsoe*”

---

### BAB I PENDAHULUAN

#### I.1 Latar Belakang

Methanol atau metil alkohol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) merupakan senyawa alkohol rantai pendek yang bersifat multifungsi dan menjadi bahan baku fundamental bagi berbagai sektor industri, seperti petrokimia, farmasi, tekstil, hingga energi. Di sektor petrokimia, methanol digunakan untuk memproduksi turunan kimia strategis seperti asam asetat untuk *polyethylene terephthalate* (PET), formaldehida untuk industri resin, serta metilamina untuk formulasi pestisida dan detergen. Sementara itu, di sektor energi, methanol berperan sebagai bahan bakar rendah emisi melalui konversi menjadi *Dimethyl Ether* (DME) atau biodiesel (Rachmawati 2021). Namun, ketersediaan methanol sangat bergantung pada pasokan natural gas sebagai bahan baku utama dalam proses *reforming*. Saat ini, industri methanol di Indonesia masih didominasi oleh produsen tunggal, yaitu PT Kaltim Methanol Industri (KMI) dengan kapasitas 660.000 ton per tahun (Menperin, 2025). Mengingat alokasi domestik dari KMI hanya sebesar 264.000 ton per tahun, terdapat kesenjangan yang sangat besar dibandingkan kebutuhan nasional yang mencapai 2.833.000 ton per tahun. Defisit pasokan ini memaksa Indonesia untuk melakukan impor besar-besaran dari negara-negara seperti Jerman, Arab Saudi, hingga Tiongkok.

##### I.1.1. Alasan Pendirian Pabrik

Methanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) merupakan senyawa alkohol sederhana dengan karakteristik cairan jernih, volatil, dan memiliki reaktivitas tinggi, sehingga memegang peranan krusial sebagai bahan baku utama dalam produksi formaldehida, asam asetat, serta bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan. Di Indonesia, kepentingan pembangunan pabrik methanol semakin meningkat seiring dengan tingginya permintaan domestik yang selama ini masih didominasi oleh komoditas impor akibat keterbatasan kapasitas produksi nasional. Secara teknis, methanol diproduksi melalui sintesis natural gas atau batu bara yang kemudian



## PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Methanol dari Natural Gas dan Oksigen dengan Proses  
*Haldor Topsoe*”

---

melewati proses pemurnian lanjutan, seperti distilasi bertingkat atau penggunaan molecular sieve, guna mencapai standar kemurnian tinggi yang dibutuhkan oleh industri. Oleh karena itu, optimalisasi sumber daya alam domestik melalui pendirian pabrik methanol tidak hanya menjadi langkah strategis untuk mengurangi ketergantungan impor dan menghemat devisa, tetapi juga berperan penting dalam menciptakan lapangan kerja serta memperkuat kemandirian industri petrokimia nasional (Rachmawati 2021).

### I.1.2. Prospek Ekonomi Kedepan

Indonesia memiliki potensi strategis dalam pengembangan industri kimia nasional, khususnya melalui pembangunan pabrik methanol di dalam negeri. Pembangunan pabrik methanol didasari oleh tren peningkatan volume impor methanol pada periode 2018 hingga 2025 akibat tingginya permintaan domestik yang belum mampu dipenuhi oleh kapasitas produksi lokal (Badan Pusat Statistik, 2025). Sebagai komoditas strategis, methanol berperan penting dalam sintesis formaldehida, asam asetat, dan DME, serta berfungsi sebagai agen *antifreeze*, inhibitor pada sektor migas, dan bahan bakar alternatif. Pemanfaatan natural gas sebagai sumber utama hidrogen dan karbon monoksida, yang dapat disuplai oleh PT Pertamina EP Cepu, serta oksigen dari PT Samator Indo Gas, menunjukkan ketersediaan bahan baku yang memadai di dalam negeri. Adapun rincian mengenai estimasi harga bahan baku serta nilai jual produk methanol yang mendukung kelayakan ekonomi proyek ini disajikan pada Tabel I.1. Dengan demikian, pendirian pabrik methanol ini diproyeksikan tidak hanya mampu mereduksi ketergantungan terhadap pasar luar negeri, tetapi juga meningkatkan efisiensi rantai pasok industri kimia dan memberikan kontribusi ekonomi yang signifikan melalui optimalisasi nilai tambah sumber daya alam nasional.



## PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Methanol dari Natural Gas dan Oksigen dengan Proses  
*Haldor Topsoe*”

Tabel I. 1 Harga Bahan Baku dan Produk Pabrik Methanol

No	Bahan	Harga (\$/Ton)	Harga (Rp/Ton)	Sumber
1.	Gas Alam	187	Rp 3.159.739	PT. Pertamina EP Cepu, 2025
2.	Oksigen (O <sub>2</sub> )	126,1	Rp 2.130.711,7	PT. Samator Gas Industri, 2025
3.	Methanol (CH <sub>3</sub> OH)	1046,7	Rp 17.687.156,4	Alibaba.com

### I.1.3. Aspek Ekonomi

Kebutuhan methanol dalam negeri mengalami peningkatan berdasarkan kebutuhan pasar. Hal ini dapat dilihat dari data impor, ekspor, konsumsi dan produksi methanol di Indonesia pada beberapa tahun terakhir.

#### I.1.3.1. Data Impor

Data impor methanol di Indonesia yang diperoleh berdasarkan data dari Badan Pusat Statistika tahun 2025 dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel I. 2 Data Impor Methanol di Indonesia (BPS, 2025)

Tahun	Impor (Ton/Tahun)
2018	405.775,11
2019	400.732,12
2020	613.348,78
2021	602.067,94
2022	988.974,79
2023	931.017,32
2024	959.887,54
2025	995.056,68



## PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Methanol dari Natural Gas dan Oksigen dengan Proses  
*Haldor Topsoe*”

---

### I.1.3.2. Data Ekspor

Data ekspor methanol di Indonesia yang diperoleh berdasarkan data dari Badan Pusat Statistika tahun 2025 dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel I. 3 Data Ekspor Methanol di Indonesia (BPS, 2025)

Tahun	Ekspor (Ton/Tahun)
2018	92.229,66
2019	63.397,62
2020	38.432,81
2021	40.887,80
2022	17.034,96
2023	11.793,85
2024	27.816,67
2025	30.024,29

### I.1.3.3. Data Konsumsi

Beberapa industri di Indonesia menggunakan methanol untuk bahan baku dalam memproduksi bahan kimia. Industri-industri tersebut menggunakan methanol untuk pembuatan biodiesel, formaldehid, asam asetat dan metil metakrilat. Berikut ini merupakan data konsumsi methanol di Indonesia :



## PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Methanol dari Natural Gas dan Oksigen dengan Proses  
*Haldor Topsoe*”

Tabel I. 4 Data Konsumsi Methanol di Indonesia (Menperin,2025)

<b>Pabrik</b>	<b>Jumlah Konsumsi (Ton/Tahun)</b>
PT. Chandra Asri Indonesia	388.000
PT. Superin	100.000
PT. Dofer Chemical	95.000
PT. Perawang Perkasa Industry	100.000
PT. Gelora Citra Kimia Abadi	90.000
PT. Arjuna Utama Kimia	91.000
PT. Kayulapis Indonesia	95.000
PT. Indo Acidatama	520.000
PT. Putra Sumber Kimindo	84.000
PT. Duta Rendra Mulia	85.000
PT. Batu Penggal Chemical Industry	105.000
PT. Pamolite Adhesive Industry	90.000
PT. Orica Resindo	100.000
PT. Kapuas Utama Glue Industry	85.000
PT. Laktosa Indah	120.000
PT Belawandeli Chemical	100.000
PT. Sabak Indah	110.000
PT. Dyno Mugi Indonesia	98.000
PT. Intan Wijaya Chemical Industry	102.000
PT. Duta Pertiwi Nusantara	80.000
PT. Kayulapis Indonesia (Irja)	90.000
PT. Binajaya Roda Karya	105.000
<b>TOTAL</b>	<b>2.833.000</b>

Berdasarkan tabel I.4. Data konsumsi methanol sebagai bahan baku beberapa industri di Indonesia, diperoleh banyaknya konsumsi methanol sebagai bahan baku sebesar 2.833.000 ton/tahun



## PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Methanol dari Natural Gas dan Oksigen dengan Proses  
*Haldor Topsoe*”

### I.1.3.4. Data Produksi

Di Indonesia terdapat industri yang memproduksi methanol. Berdasarkan data tersebut, dapat digunakan untuk mencari nilai peluang kapasitas pabrik methanol yang akan didirikan di Indonesia. Berikut ini merupakan data produksi industri methanol di Indonesia :

Tabel I. 5 Data Produksi Methanol di Indonesia (Menperin, 2025)

Pabrik	Jumlah Produksi (ton/tahun)
PT. Kaltim Methanol Industry	660.000

Berdasarkan tabel 1.5. Data produksi methanol sebagai bahan baku beberapa industri di Indonesia, diperoleh banyaknya methanol methanol di Indonesia sebesar 660.000 ton/tahun

### I.1.3.5. Perhitungan Kapasitas Produksi

Berdasarkan data ekspor, impor, dan konsumsi methanol yang tersedia, maka dapat diperkirakan terkait pembangunan pabrik methanol pada tahun 2031 dengan persamaan discounted sebagai berikut :

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

Keterangan :

M = Nilai pada tahun ke – n

P = Nilai pada tahun pertama

I = Peningkatan rata – rata setiap tahun

n = Selisih antara tahun pertama dengan tahun ke – n, karena pabrik akan direncanakan untuk dibangun 5 tahun yang akan datang, maka n bernilai 5

Berdasarkan persamaan di atas, maka didapatkan perkiraan ekspor dan impor di Indonesia pada tahun 2031 sebagai berikut :

1) Perkiraan konsumsi dari data impor ( $M_2$ )

Perkiraan impor dapat dihitung menggunakan persamaan pertumbuhan impor, dengan rumus sebagai berikut :



## PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Methanol dari Natural Gas dan Oksigen dengan Proses  
*Haldor Topsoe*”

$$\text{Pertumbuhan } (P) (\%) = \frac{x_1 - x_2}{x_2}$$

Keterangan :

$x_1$  = Data impor pada tahun selanjutnya (ton/tahun)

$x_2$  = Data impor pada tahun sebelumnya (ton/tahun)

Untuk menghitung nilai pertumbuhan rata – rata per tahun, dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rata Rata pertumbuhan } (i) (\%) = \frac{\text{Total Pertumbuhan}}{\text{Jumlah Pertumbuhan}}$$

Tabel I. 6 Perhitungan perkiraan impor

Tahun	Jumlah Impor (ton/tahun) (x)	Pertumbuhan Impor (%) (P)
2018	405.775,11	-
2019	400.732,12	-0,0124
2020	613.348,78	0,5305
2021	602.067,94	-0,0183
2022	988.974,79	0,6426
2023	931.017,32	-0,0586
2024	959.887,54	0,0310
2025	995.056,68	0,0366
<b>Rata – Rata (i)</b>		<b>0,1645</b>

Presentase pertumbuhan impor per tahun dapat diperoleh dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Pertumbuhan } (P)(\%) = \frac{(405.775,11 - 400.732,12)}{400.732,12} = 1,1514$$

Rata – rata pertumbuhan impor

$$\text{Rata rata } (i)(\%) = \frac{1,1514}{7} = 0,1645$$

Sehingga untuk perkiraan impor di tahun 2031 sebesar :



## PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Methanol dari Natural Gas dan Oksigen dengan Proses  
*Haldor Topsoe*”

- $$M_2 = P (1 + i)^n$$
- $$M_2 = 995.056,68 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}} (1 + 0,1645)^5$$
- $$M_2 = 2.130.714,35 \text{ ton/tahun}$$
- 2) Produksi dalam Negeri ( $M_1$ )  
 $M_1 = 660.000 \text{ ton/tahun}$
- 3) Perkiraan Ekspor ( $M_4$ )

Tabel I. 7 Perhitungan Perkiraan Ekspor

Tahun	Jumlah Ekspor (ton/tahun) (x)	Pertumbuhan Ekspor (%) (P)
2018	92.229,66	-
2019	63.397,62	-0,3126
2020	38.432,81	-0,3937
2021	40.887,80	0,0638
2022	17.034,96	-0,5834
2023	11.793,86	-0,3077
2024	27.816,67	1,3586
2025	30.024,29	0,0794
<b>Rata - Rata (i)</b>		<b>-0,0137</b>

Presentase pertumbuhan ekspor per tahun dapat diperoleh dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Pertumbuhan } (P)(\%) = \frac{(92.229,66 - 63.397,62)}{63.397,62} = -0,0956$$

Rata – rata pertumbuhan impor

$$\text{Rata rata } (i)(\%) = \frac{-0,0956}{7} = -0,0137$$

Sehingga untuk perkiraan ekspor di tahun 2031 sebesar :

$$M_4 = P (1 + i)^n$$



## PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Methanol dari Natural Gas dan Oksigen dengan Proses  
*Haldor Topsoe*”

---

$$M_4 = 30.024,29 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}} (1 + (-0,0137))^5$$

$$M_4 = 28.028,89 \text{ ton/tahun}$$

4) Konsumsi dalam Negeri ( $M_5$ )

$$M_5 = 2.833.000 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, didapatkan kapasitas produksi dengan menggunakan analisis demand and supply :

$$\text{Kapasitas Produksi} = \text{Demand} - \text{Supply}$$

$$M_3 = (M_4 + M_5) - (M_1 + M_2)$$

Dimana :

$$\text{Demand} = \text{Ekspor} + \text{Konsumsi}$$

$$\text{Supply} = \text{Impor} + \text{Produksi}$$

$$\text{Kapasitas Produksi} = (\text{Perkiraan Ekspor} + \text{Konsumsi dalam Negeri}) - (\text{Produksi dalam Negeri} + \text{Perkiraan Impor})$$

$$\text{Kapasitas Produksi} = (28.028,89 + 2.833.000) - (660.000 + 2.130.714,35)$$

$$\text{Kapasitas Produksi} = 70.314,54 \text{ ton/tahun}$$

### I.1.4. Kegunaan Produk

Methanol merupakan bahan baku yang banyak dimanfaatkan dalam industri, methanol memiliki banyak kegunaan yang mendukung proses produksi berbagai senyawa kimia hingga bahan bakar alternatif. Berikut ini beberapa kegunaan methanol :



## PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Methanol dari Natural Gas dan Oksigen dengan Proses  
*Haldor Topsoe*”

Tabel I. 8 Kegunaan Methanol

Jenis Industri	Kegunaan
Industri Formaldehid	Sebagai bahan baku dalam produksi formaldehid melalui proses dehidrogenasi methanol
Industri Methyl-Buthyl Eter	Sebagai sintesis MTBE melalui reaksi antara methanol dan isobutena
Bahan Bakar	Methanol digunakan sebagai bahan bakar alternatif dalam kendaraan bermotor dan pembangkit listrik
Industri Methylamine	Methanol digunakan sebagai bahan baku dalam produksi methylamine melalui proses aminisasi, di mana methanol bereaksi dengan amonia
Industri Asam Asetat	Methanol digunakan sebagai bahan baku dalam produksi asam asetat melalui proses karbonilasi, di mana methanol bereaksi dengan karbon monoksida

(Dalena et al. 2018)

### 1.2. Sifat Fisika dan Kimia

#### 1.2.1. Spesifikasi Bahan Baku

##### A. Natural Gas

##### 1) Sifat Fisika

- a. Nama Lain : Gas Alam, Gas Asam, Gas Rawa
- b. Wujud : Gas
- c. Warna : Tidak berwarna
- d. Bau : Tidak berbau
- e. *Melting Point* : -182,5 °C
- f. *Boiling Point* : -161,5 °C
- g. *Specific Gravity* : 0,5632 gram/L
- h. Berat Molekul : 16,04 gram/mol



## PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Methanol dari Natural Gas dan Oksigen dengan Proses  
*Haldor Topsoe*”

(PT.Pertamina, 2025)

### 2) Sifat Kimia

a. Rumus Kimia :  $\text{CH}_4$  (Komponen terbesar)

Natural gas merupakan campuran hidrokarbon yang dimana komposisi dominan adalah  $\text{CH}_4$ . Sifat – sifat kimia dari natural gas akan dipengaruhi oleh komponen utama penyusunnya. Natural gas memiliki sifat mudah terbakar dan menimbulkan ledakan.

### 3) Spesifikasi Bahan

Tabel I. 9 Komposisi kimia Natural Gas dari PT. Pertamina Indonesia

Nama	Formula	Jumlah	Satuan
Carbon Monoxide	CO	0,1840	% Mol
Methane	$\text{CH}_4$	98,8016	% Mol
Ethane	$\text{C}_2\text{H}_6$	0,4064	% Mol
Prophane	$\text{C}_3\text{H}_8$	0,5299	% Mol
n-Butane	n- $\text{C}_4\text{H}_{10}$	0,0238	% Mol
i-Pentane	i- $\text{C}_5\text{H}_{12}$	0,0543	% Mol
<b>TOTAL</b>		<b>100,0000</b>	<b>% Mol</b>

(onesolution.pertamina.com)

## B. Oksigen

### 1) Sifat Fisika

- a. Wujud : Gas
- b. Warna : Tidak berwarna
- c. Bau : Tidak berbau
- d. *Melting Point* :  $-218,4\text{ }^\circ\text{C}$
- e. *Boiling Point* :  $-182,92\text{ }^\circ\text{C}$
- f. *Specific Gravity* : 1,3265 gram/L
- g. Berat Molekul : 32 gram/mol



## PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Methanol dari Natural Gas dan Oksigen dengan Proses  
*Haldor Topsoe*”

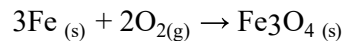
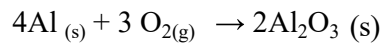
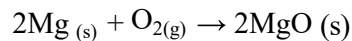
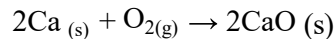
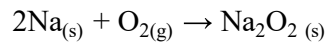
(PT.Samator Gas Industri, 2025)

### 2) Sifat Kimia

a. Rumus Kimia : O<sub>2</sub>

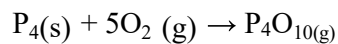
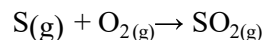
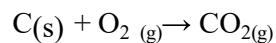
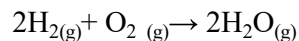
b. Reaksi dengan Logam

Logam – logam, termasuk tembaga akan berikatan langsung dengan oksigen di udara untuk membentuk oksida. Pada umumnya, reaksi berlangsung lambat di suhu ruang, namun terdapat beberapa logam yang lebih reaktif dan mudah terbakar saat dipanaskan dengan oksigen murni



c. Reaksi dengan non Logam

Terdapat banyak non logam yang bereaksi langsung dengan oksigen membentuk oksida. Meskipun oksigen tidak langsung bereaksi dengan halogen (F, Cl, Br, dan I).



d. Bereaksi dengan Senyawa

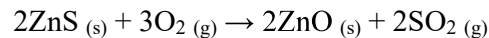
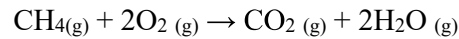
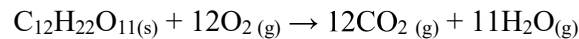
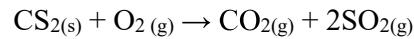
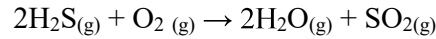
Apabila suatu senyawa tersusun dari unsur – unsur yang jika bebas akan bereaksi dengan oksigen, senyawa tersebut juga akan bereaksi dengan oksigen membentuk oksida dari penyusunnya. Misalnya, hidrogen sulfida mengandung unsur hidrogen dan sulfur, yang keduanya akan bereaksi langsung dengan oksigen



## PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Methanol dari Natural Gas dan Oksigen dengan Proses  
*Haldor Topsoe*”

jika bebas. Jadi, hidrogen sulfida terbakar dalam oksigen,  
membentuk air dan sulfur dioksida



(Arora, 2005)

### 3) Spesifikasi Bahan

Tabel I. 10 Spesifikasi Bahan Oksigen PT. Samator Gas Industri

Nama	Formula	Jumlah	Satuan
Oksigen	O <sub>2</sub>	100	% Mol
<b>TOTAL</b>		<b>100,0000</b>	<b>% Mol</b>

(PT. Samator Gas Industri, 2025)

#### I.2.2. Spesifikasi Produk

##### A. Methanol

##### 1) Sifat Fisika

- a. Nama Lain : Methyl Alcohol
- b. Wujud : Cair
- c. Warna : Tidak berwarna
- d. Bau : Tidak berbau
- e. *Melting Point* : -97,8 °C
- f. *Boiling Point* : 64,7 °C
- g. *Specific Gravity* : 0,792
- h. Berat Molekul : 32,04 gr/mol

(PT. Kaltim Methanol Industri)



## PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Methanol dari Natural Gas dan Oksigen dengan Proses  
*Haldor Topsoe*”

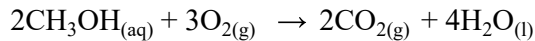
---

### 2) Sifat Kimia

a. Rumus Kimia : CH<sub>3</sub>OH

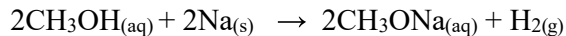
b. Reaksi Pembakaran

Methanol akan terbakar dengan udara atau oksigen sehingga menghasilkan karbon dioksida dan air serta melepaskan panas



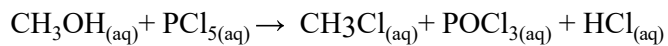
c. Reaksi Sodium Methoxide

Methanol bereaksi dengan sodium menghasilkan sodium methoxide dengan melepaskan gas hidrogen. Reaksi ini digunakan untuk menguji methanol.



d. Reaksi Halogenasi

Methanol bereaksi dengan Fosfor Pentaklorida membentuk Chloromethane



Methanol bereaksi dengan Tionil Klorida menghasilkan Chloromethane



(Syamal, 2009)