



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Formaldehid dari Metanol dan Udara Menggunakan *Silver Catalyst* dengan Proses BASF (*Complete Conversion*)”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Pendirian industri kimia di Indonesia merupakan salah satu langkah strategis dalam upaya pengembangan ekonomi nasional. Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang memiliki sumber daya alam maupun sumber daya manusia yang berlimpah, dapat dikatakan bahwa Indonesia adalah negara berkembang yang berpotensi untuk mengembangkan berbagai jenis industri dan memproduksi berbagai bahan kimia yang dibutuhkan baik di pasar domestik maupun internasional. Formaldehid yang lebih dikenal sebagai metanal atau formalin, memiliki nilai strategis dalam perkembangan dunia industri karena banyak sektor industri yang menggunakan formaldehid sebagai bahan bakunya ataupun bahan pendukung. Formaldehid adalah senyawa kimia dengan rumus molekul CH_2O . Formaldehid merupakan aldehid paling sederhana dan berbentuk gas pada suhu kamar, meskipun sering dijumpai dalam bentuk larutan yang disebut formalin, yang terdiri dari sekitar 37% formaldehid dalam air. Formaldehid memiliki bau yang tajam dan menyengat serta bersifat reaktif, yang menjadikannya penting dalam berbagai aplikasi industri seperti industri konstruksi, tekstil, farmasi dan kosmetik. Formaldehid umumnya diproduksi dari metanol melalui proses oksidasi. Ketersediaan metanol yang melimpah, baik dari sumber fosil maupun terbarukan, menjadi faktor kunci dalam pengembangan pabrik formaldehid.

Pendirian pabrik formaldehid menjadi semakin relevan seiring dengan perkembangan pasar formaldehid global. Menurut data cognitive market research pada tahun 2024, pasar formaldehid global diperkirakan akan tumbuh dengan CAGR (*Compound Annual Growth Rate*) sekitar 5.43% dari tahun 2024 sampai 2030 dan akan mencapai 10,75 miliar USD pada tahun 2030 dengan pertumbuhan yang signifikan di Asia-Pasifik. Hal ini didorong oleh peningkatan permintaan dari sektor otomotif, konstruksi, dan manufaktur. Ketersediaan bahan baku terutama



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Formaldehid dari Metanol dan Udara Menggunakan *Silver Catalyst* dengan Proses BASF (*Complete Conversion*)”

metanol, yang dapat diperoleh dari sumber terbarukan serta kemajuan teknologi produksi yang efisien, memberikan dasar yang kuat untuk mendirikan pabrik ini. Maka dari itu, pendirian pabrik formaldehid di Indonesia sangat layak dilakukan mengingat potensi besar yang dimiliki negara ini dalam hal sumber daya alam, pasar, dan dukungan kebijakan. Selain untuk meningkatkan kapasitas produksi dalam negeri, pendirian pabrik formaldehid juga dapat sebagai produk komoditi ekspor sehingga mampu meningkatkan devisa negara.

1.2 Kegunaan Produk

Formaldehid merupakan senyawa kimia yang sangat dibutuhkan serta memiliki berbagai aplikasi yang memainkan peran penting dalam industri dan kehidupan sehari-hari. Sifat reaktif dan kemampuan untuk berinteraksi dengan banyak bahan lain, formaldehid menjadi komponen utama dalam pembuatan produk-produk yang sangat dibutuhkan, mulai dari bahan bangunan hingga produk kosmetik. Berikut ini adalah beberapa manfaat formaldehid dalam berbagai sektor industri :

1. Industri konstruksi

Dalam sektor konstruksi, formaldehid berperan dalam pembuatan bahan isolasi, cat, dan produk bangunan lainnya. Keberadaannya meningkatkan ketahanan dan kualitas produk, membuatnya lebih tahan lama dan efisien.

2. Industri kimia

Formaldehid berfungsi sebagai senyawa intermediet dalam berbagai reaksi kimia, digunakan untuk memproduksi berbagai senyawa, termasuk resin, asam formiat, dan hidrazin.

3. Industri kosmetik

Formaldehid berfungsi sebagai bahan pengawet dalam berbagai produk kosmetik, seperti shampoo, lotion, dan pembersih wajah. Ini membantu memperpanjang umur simpan produk dan mencegah pertumbuhan mikroba.



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Formaldehid dari Metanol dan Udara Menggunakan *Silver Catalyst* dengan Proses BASF (*Complete Conversion*)”

4. Industri tekstil

Formaldehid digunakan dalam industri tekstil untuk meningkatkan sifat tahan kerut (*wrinkle-resistant*) pada kain serta untuk menghasilkan kain tekan permanen dan kain tahan api.

5. Industri farmasi

Formaldehid digunakan dalam beberapa vaksin dan produk medis sebagai agen desinfektan dan pengawet, membantu memastikan keamanan dan stabilitas produk.

Selain digunakan untuk memenuhi kebutuhan di sektor industri, formaldehid juga dibutuhkan oleh beberapa sektor lainnya. Dalam sektor pertanian, formaldehid digunakan dalam beberapa formulasi pestisida dan herbisida untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman, meskipun penggunaannya harus diperhatikan secara ketat karena potensi dampak lingkungan.

1.3 Perencanaan Pabrik

Kapasitas perencanaan produksi adalah salah satu aspek penting dalam proses pra rancangan pabrik. Hal ini menjadi penting karena akan mempengaruhi pada sektor ekonomi pabrik itu sendiri, maka perlu adanya pertimbangan agar mendapatkan laba yang maksimum dengan biaya yang minimum. Kapasitas produksi suatu pabrik yang akan dibangun dapat ditentukan dengan mempertimbangkan kebutuhan akan produk yang dihasilkan, yakni mempertimbangkan dari sisi produksi, konsumsi, ekspor dan impor. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, data ekspor-impor formaldehid di Indonesia dari tahun 2020-2024 adalah sebagai berikut:

Tabel I. 1 Data ekspor-impor formaldehid di Indonesia

NO	Tahun	Ekspor	Impor
1	2020	845	60.037
2	2021	2.143	54.124
3	2022	842	53.054



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Formaldehid dari Metanol dan Udara Menggunakan *Silver Catalyst* dengan Proses BASF (*Complete Conversion*)”

NO	Tahun	Ekspor	Impor
4	2023	252	54.867
5	2024	357	59.454

(BPS, 2024)

Kebutuhan formaldehid di Indonesia saat ini dipenuhi oleh produsen dalam negeri. Nama-nama perusahaan yang terdaftar sebagai produsen formaldehid pada data Kementerian

Perindustrian dan Perdagangan Indonesia disajikan pada tabel berikut

Tabel I. 2 Data Perusahaan dan Kapasitas

No	Nama Produsen	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	PT. Duta Pertiwi Nusantara Tbk	51.500
2.	PT. Pamolite Adhesive Industry	27.000
3.	PT. Dover Chemical	150.000
4.	PT. Gelora Citra Kimia Abadi	84.000
5.	PT. Intanwijaya Internasional	25.000

(Kemenperin, 2024)

Konsumsi formaldehid menurut data statistik yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) tentang kebutuhan linear formaldehid di Indonesia dari tahun ke tahun terus meningkat. Data konsumsi atau pemakaian akan formaldehid di Indonesia pada tahun 2020 sampai tahun 2024 disajikan pada tabel berikut:

Tabel I. 3 Data Kebutuhan Formaldehid

Tahun	Jumlah Kebutuhan (Ton/Tahun)
2020	396.692
2021	389.481
2022	389.712



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Formaldehid dari Metanol dan Udara Menggunakan *Silver Catalyst* dengan Proses BASF (*Complete Conversion*)”

Tahun	Jumlah Kebutuhan (Ton/Tahun)
2023	392.115
2024	396.597

(BPS, 2024)

Dari data kebutuhan formaldehid yang disajikan pada tabel diatas, maka dapat diketahui bahwa kebutuhan formaldehid di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya. Sehingga pembangunan pabrik formaldehid ini akan dapat membantu memenuhi kebutuhan formaldehid dalam negeri maupun luar negeri. Kapasitas produksi pabrik dapat ditentukan dengan metode *discounted* dengan persamaan :

$$M1 + M2 + M3 = M4 + M5$$

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

Keterangan :

P = Besarnya impor / ekspor tahun terakhir (ton/tahun)

I = Kenaikan impor / ekspor rata – rata

n = Selisih tahun terakhir dengan tahun didirikannya pabrik

M1 = Nilai impor tahun pabrik didirikan (ton/tahun)

M2 = Kapasitas produksi pabrik dalam negeri (ton/tahun)

M3 = Kebutuhan produksi tahun pabrik didirikan (ton/tahun)

M4 = Nilai ekspor pada tahun pabrik didirikan (ton/tahun)

M5 = Nilai konsumsi dalam negeri pada tahun terakhir (ton/tahun)

Nilai pertumbuhan ekspor-impor formaldehid di Indonesia adalah sebagai berikut :

(Badan Pusat Statistik, 2024)

Tabel I. 4 Nilai Pertumbuhan Ekspor – Impor Formaldehid di Indonesia

Tahun	Ekspor		Impor	
	Ton/tahun	Pertumbuhan	Ton/tahun	Pertumbuhan
2020	845		60.037	
2021	2.143	1,536094675	54.124	-0,098489265



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Formaldehid dari Metanol dan Udara Menggunakan *Silver Catalyst* dengan Proses BASF (*Complete Conversion*)”

Tahun	Ekspor		Impor	
	Ton/tahun	Pertumbuhan	Ton/tahun	Pertumbuhan
2022	842	-0,60709286	53.054	-0,019769418
2023	252	-0,700712589	54.867	0,03417273
2024	357	0,416666667	59.454	0,083602165
	Rerata	0,161238973	Rerata	-0,000120947

Dengan menggunakan data impor dan ekspor diperoleh rata – rata pertumbuhan impor sebesar -0,012% dan pertumbuhan ekspor 16,1%. Maka diasumsikan pada tahun 2028 nilai impor dapat tercukupi oleh produksi pabrik yang sudah ada sehingga nilai $M_1 = 0$. Dengan menggunakan data kebutuhan nasional diperoleh rata – rata pertumbuhan kebutuhan sebesar 7,9%. Kapasitas pabrik lama (M_2) diambil dari total kapasitas produksi formaldehid di Indonesia yaitu 337.500 ton/tahun.

Pabrik formaldehid ini direncanakan akan beroperasi pada tahun 2028, maka untuk mencari kebutuhan formaldehid pada tahun 2028 adalah sebagai berikut :

Perkiraan nilai ekspor (M_4) pada tahun 2028 adalah

$$M_4 = P (1+i)^n = 357 (1+0,16124)^{(2028 - 2024)}$$

$$M_4 = 649 \text{ ton/tahun}$$

Perkiraan nilai konsumsi pada tahun 2028 adalah

$$M_5 = P (1+i)^n = 396,597 (1 + 0,000292)^{(2028 - 2024)}$$

$$M_5 = 396.601,6 \text{ ton/tahun}$$

Maka kapasitas pabrik yang dibutuhkan pada tahun 2028 adalah

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

$$0 + 337.500 + M_3 = 649 + 396.601,6$$

$$M_3 = 59.751 \text{ ton/tahun}$$

Sehingga kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 70.000 ton/tahun



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Formaldehid dari Metanol dan Udara Menggunakan *Silver Catalyst* dengan Proses BASF (*Complete Conversion*)”

1.4 Spesifikasi Bahan dan Produk

1.4.1 Bahan Baku

1.4.1.1 Methanol

A. Sifat Fisika

1. Rumus molekul : CH₃OH
2. Wujud : Cairan tak berwarna
3. Berat molekul : 32 g/mol
4. Titik didih : 64,70 °C
5. Suhu kritis : 239,43 °C
6. Titik nyala : 11 °C
7. Densitas : 0,7866 g/ml
8. Kelarutan dalam air : Larut dalam air

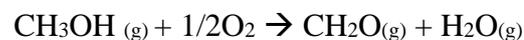
B. Sifat Kimia

1. Metanol dapat mengalami reaksi dehidrogenasi dan oksidasi menjadi formaldehid dengan katalis perak atau katalis molibdenum oksida.

2. Reaksi dehidrogenasi metanol



3. Reaksi oksidasi metanol



(PT. Kaltim Methanol Industri, 2024)

C. Spesifikasi Bahan

Tabel I. 5 Spesifikasi Bahan Methanol PT. Kaltim Methanol Industri

Nama	Formula	Jumlah	Satuan
Metanol	CH ₃ OH	99.85	% wt
Air	H ₂ O	0.15	% wt
Total		100	% wt

(PT. Kaltim Methanol Industri, 2024)



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Formaldehid dari Metanol dan Udara Menggunakan *Silver Catalyst* dengan Proses BASF (*Complete Conversion*)”

1.4.1.2 Udara

Udara terdiri dari 79 % mol nitrogen dan 21 % mol oksigen.

1.4.1.2.1 Nitrogen

A. Sifat Fisika

1. Rumus molekul : N₂
2. Berat molekul : 28,0134 g/mol
3. Wujud : Gas tak berwarna
4. Titik didih : -195,65 °C
5. Densitas relatif : 0,967
6. Panas penguapan : 199 kJ/kg
7. Temperatur kritis : 33,55 atm

B. Sifat Kimia

1. Reaksi ozonasi
$$3\text{N}_2 + 4\text{O}_2 \rightarrow 6\text{NO}_2$$
2. Nitrogen bereaksi dengan oksigen dan klorida pada suhu 400 °C dalam fase gas menghasilkan senyawa nitrosyl chloride.

(Kirk-Othmer, 2005)

1.4.1.2.2 Oksigen

A. Sifat Fisika

1. Rumus molekul : O₂
2. Berat molekul : 32 g/mol
3. Wujud : Gas tak berwarna
4. Densitas : 0,00143 g/ml
5. Titik didih : -182,812 °C
6. Titik lebur : -218,78 °C
7. Temperatur kritis : -118,419 °C



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Formaldehid dari Metanol dan Udara Menggunakan *Silver Catalyst* dengan Proses BASF (*Complete Conversion*)”

B. Sifat Kimia

1. Oksigen bereaksi dengan semua elemen lain kecuali cahaya dan gas He, Ne, Ar
2. Untuk unsur unsur tertentu seperti rubidium dan cesium logam alkali, energi aktivasi yang disediakan pada suhu kamar maka reaksi kimia menjadi spontan setelah kontak.

(Kirk-Othmer, 2005)

1.4.2 Produk

1.4.2.1 Formaldehid 37%

A. Komposisi

Komponen	Konsentrasi (% wt)
Formaldehid	37 %
Metanol	1 %
Air	62 %

B. Sifat Fisika

1. Rumus molekul : CH_2O
2. Wujud : Cair
3. Titik didih : 93-96 °C pada 1,013 hPa
4. Titik lebur : < -15 °C
5. pH : 2,8 – 4,0 pada 20 °C
6. Spesifik gravity : 1,09 g/cm³, pada 20 °C

C. Sifat Kimia

1. Formaldehid bersifat reaktif dan digunakan sebagai zat intermediet.
2. Produk ini stabil secara kimiawi di bawah kondisi ruangan standar (suhu kamar).
3. Mengandung zat penstabil berupa metanol.



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Formaldehid dari Metanol dan Udara Menggunakan *Silver Catalyst* dengan Proses BASF (*Complete Conversion*)”

4. Reduktor condong berpolimerisasi membentuk campuran yang dapat meledak dengan udara pada pemanasan terus-menerus. Sebuah kisaran kira-kira 15 K dibawah titik nyala dapat dianggap sebagai kritis.

(www.merckmillipore.com)