

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Formaldehid merupakan bentuk seri atau rangkaian pertama dari aldehida alifatik berbentuk gas yang memiliki rumus molekul CH_2O dengan berat molekul 30,03 gram/mol. Formaldehid memiliki banyak nama seperti formalin, formol, metil aldehid, metilen oksida, parafarin, tri oxane, dan foroform. Pada suhu normal dan tekanan atmosfer, formaldehid merupakan gas tidak berwarna dan memiliki bau khas yang menyengat, beracun serta mudah larut didalam air, alkohol, dan pelarut polar lainnya. Selain itu asam, alkali, dan air dapat mempercepat polimerisasi karena adanya bahan pengotor yang bersifat polar. Pembuatan formaldehid diproduksi dari metanol dan udara, proses yang digunakan adalah katalis perak (perak dan tembaga) atau logam katalis oksida (Fe_2O_3 dan MnO_3)^[1].

Dalam bentuk padat, formaldehid disebut trioksan $(\text{CH}_2\text{O})_3$ yang merupakan bentuk polimer formaldehid dengan 8 – 100 unit formaldehid, tetapi pada saat suhu 150 °C formaldehid akan terkomposisi menjadi metanol dan karbon monoksida. Formaldehid dibuat dan dipasarkan dalam bentuk larutan, dengan konsentrasi metanol yang bervariasi antara 30 sampai 56% berat, metanol sendiri digunakan sebagai penstabil. Konsentrasi standar adalah 37% dan digunakan sebagai pembanding kualitas produk. Formalin adalah larutan formaldehid dengan konsentrasi 37 – 40% dan mengandung 12% metanol.

Produksi didalam negeri pada tahun 2018 sebesar 209.910 ton, pada tahun 2019 sebesar 406.800 dan pada tahun 2020 sebesar 139.830 ton. Beberapa produsen formaldehid di Indonesia adalah PT. Wiranusa Trisatrya, PT. Perawang Angkasa Industri, PT. Sabak Indonesia, PT. Gelora Citra Kimia. Formaldehid banyak digunakan pada industri kimia, yaitu sebagai penghambat korosi, elektroplating, bahan pengawet, desinfektan, industri fotografi, kosmetik serta digunakan secara tidak langsung sebagai intermediet sintesis bahan kimia lain seperti resin urea, melamin dan fenol^[1].

Kebutuhan impor formaldehid menurut Badan Pusat Statistik Indonesia pada tahun 2017 sampai 2021 mengalami peningkatan sebesar 0,1857% meskipun beberapa industri formaldehid telah berdiri di Indonesia^[2]. Indonesia mengimpor formaldehid dari negara lain dikarenakan produksi didalam negeri belum bisa memenuhi kebutuhan. Setiap tahun

presentase impor formaldehid terus meningkat, maka dari itu perlu pendirian pabrik formaldehid. Diharapkan dalam pendirian pabrik formaldehid dapat memenuhi kebutuhan didalam negeri. Dengan berdirinya pabrik formaldehid diharapkan agar Indonesia mampu untuk memenuhi kebutuhan formaldehid di Indonesia, dan Indonesia mampu mengikuti pasar bebas dengan mekespor formaldehid.

1.2. Sejarah Perkembangan Industri Formaldehid

- Pada tahun 1859, Rusia Alexander Butlerov pertama kali menemukan metode proses pembuatan formaldehid dari bahan metanol dan udara dengan menggunakan katalis perak
- Tahun 1921, metode pertama kali dipatenkan menggunakan katalis vanadium pentoksida dan tahun 1933 katalis molybdenum ferri oksida pada proses pembuatan formaldehid dari bahan metanol dan udara^[1].

1.3. Kegunaan Formaldehid

Formaldehid memiliki banyak kegunaan, berikut beberapa aplikasi penggunaan formaldehid:

1. Resin urea-formaldehid

Diproduksi dengan reaksi antara urea dan formaldehid. Resin ini digunakan untuk papan partikel, papan serat, dan kayu lapis serta digunakan untuk bagian plastik, zat aditif dalam pembuatan kertas, dan pengikat fiber glass.

2. Resin fenol-formaldehid

Dibuat dengan menggunakan reaksi kondensasi fenol dengan formaldehid. Dalam penggunaan resin terbesar adalah sebagai perekat *plywood* serta pengikat solasi fiber glass.

3. Pentaerythritol

Dibuat dari reaksi formaldehid, acetaldehyd dan natrium hidroksida. Digunakan dalam pembuatan resin alkyd untuk cat dan bahan pelindung.

4. Resin Polyasetal

Diperoleh dari polimerisasi anionik dan formaldehid. resin polyasetal digunakan untuk menggantikan logam dalam berbagai bahan *plumbing*, suku cadang otomotif, dalam bangunan, barang – barang konsumen

5. Formaldehid digunakan sebagai fungisida, cairan pembalseman, disinfektan, pengawet silase yang terbuat dari turunan formaldehid^[1]

1.4. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

1.4.1. Bahan Baku Utama

A. Metanol 99,85%

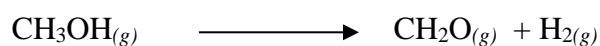
Sifat – sifat fisika^[3]

- Rumus molekul : CH₃OH
- Bau : khas alkohol
- Bentuk : cair
- Berat molekul : 32,04 g/mol
- Densitas : 0,7918 g/cm³
- *Solubility in water* : miscible (sangat larut dalam air)
- Titik didih : 64,7 °C
- Titik leleh : -97,8 °C
- Warna : tidak berwarna

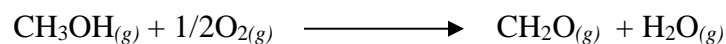
Sifat – sifat kimia^[3]

- Metanol mengalami reaksi khas tipe alkohol pada reaksi kimia. Reaktivitasnya ditentukan oleh gugus hidroksil. Faktor penting pada pembuatan industri formaldehid adalah dehidrogenasi dan oksidasi yang dapat menjadi formaldehid dengan menggunakan katalis perak atau katalis molibdenum oksida.

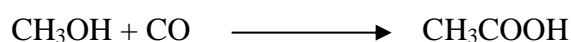
- Reaksi dehidrogenasi metanol



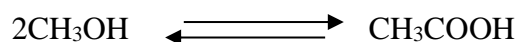
- Reaksi oksidasi metanol



- Asam asetat diproduksi secara langsung antara karbonmonoksida dengan metanol menggunakan katalis rhodium atau kobalt.



- Metanol didehidrasi menggunakan katalis asam untuk menghasilkan dimetil eter dan air.



B. Udara

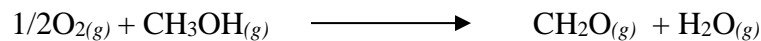
Udara merupakan campuran gas yang terdiri dari nitrogen (N₂) sebesar 79% dan Oksigen (O₂) sebesar 21%.

Sifat – sifat fisika^[3]

- Bentuk : gas
- Berat molekul : 28 g/mol
- Densitas : 1,2 kg/m³
- Titik didih : -194,3 °C
- Titik leleh : -210 °C
- Temperatur kritis : -149,9 °C
- Tekanan kritis : 3390 kPa

Sifat – sifat kimia^[1]

- Bereaksi dengan semua elemen lain kecuali gas helium, neon dan argon
- Reaksi oksidasi dalam pembuatan formaldehid



1.4.2. Bahan Baku Penunjang

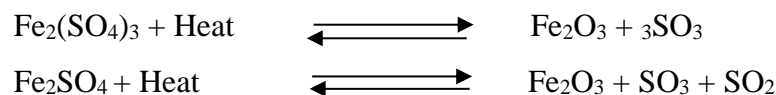
A. Katalis Ferri Oksida

Sifat – sifat fisika ^[3]

- Rumus molekul : Fe₂O₃
- Bentuk : padatan kristal
- Berat molekul : 159,70 g/mol
- Densitas : 5,242 gram/cm³
- *Solubility in water* : 0,0283 (L/L)

Sifat – sifat kimia^[4]

- Sulfat dapat terdekomposisi dengan suhu tinggi menjadi ferri oksida, sulfur dioksida dan sulfat trioksida.



B. Katalis Molibdenum Trioksida

Sifat – sifat fisika:

- Rumus molekul : MoO₃
- Bentuk : padatan kristal

- Berat molekul : 143,95 g/mol
- Spesifik gravity : 4,50 gram/cm³
- Titik didih : 1155 °C
- Titik lebur : 795 °C

Sifat – sifat kimia^[1]

- Pada kondisi tertentu molibdenum trioksida bereaksi dengan bromine pentafluoride (BrF₅), chlorine trifluoride (ClF₃) dan zat pereduksi, misalnya karbon/grafit, natrium, potasium, magnesium, dan litium.

1.4.3. Produk utama

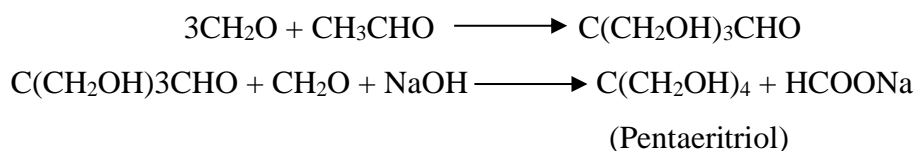
A. Formaldehid 37%

Sifat – sifat fisika:

- Berat molekul : 30,03 g/mol
- Bentuk : larutan
- Titik didih : 96-101 °C
- Titik leleh : -15 °C
- Rumus molekul : CH₂O
- Spesifik gravity : 1,08-1,0975
- Solubility in water (20°C): 20g/100g (20%) (dikutip dari Keyes)
- Warna : tidak berwarna
- Komposisi : 1. Formaldehid : 37%
2. Metanol : 10 – 20 %
3. Air : >50%

Sifat – sifat kimia^[1]

- Formaldehid memiliki sifat yang reaktif dan digunakan sebagai zat intermediet
- Berbentuk larutan monomer anhidrat, polimer, dan turunannya
- Mudah direduksi oleh hydrogen menjadi metanol dengan menggunakan katalis logam dan oksida logam
- Reaksi 4 mol formaldehid dengan asetaldehid dapat menghasilkan pentaeritriol (PE) untuk polimerisasi sebagai bahan pembuatan plastik, reaksinya yaitu:



1.4.4. Produk samping

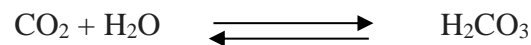
A. Air (H₂O)

Sifat – sifat fisika^[3]

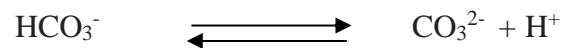
- Rumus molekul : H₂O
- Bentuk : cairan
- Berat molekul : 18,016 g/mol
- Spesifik gravity : 1,00
- Titik didih : 100 °C
- Titik lebur : 0 °C

Sifat – sifat kimia^[1]

- Karbon dioksida yang larut membentuk asam karbonat



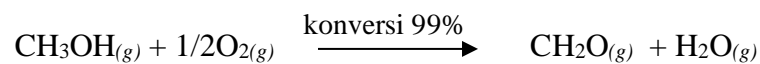
- Asam berdisosiasi untuk membentuk ion bikarbonat dan ion hidrogen



1.5. Analisa Pasar

Pemasaran produk formaldehid bertujuan untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri di seluruh Indonesia. Jika kebutuhan dalam negeri sudah dapat dipenuhi maka pemasaran diarahkan ke luar Indonesia. Untuk mengetahui analisa pasar perlu mengetahui potensi produk terhadap pasar.

Reaksi:



Berikut daftar harga bahan baku dan produk:

1. Metanol : \$ 0,385/kg
2. Formaldehid : \$ 1/kg
3. Air : \$ 0,71/kg

Tabel 1. 1. Tabel analisis kebutuhan hasil reaksi pada pembuatan formaldehid konversi 99%^[5]

No.	Komponen			
	CH ₃ OH	O ₂	CH ₂ O	H ₂ O
1.	-1	-0,5	0,99	0,99
Jumlah	-1	-0,5	0,99	0,99

Tabel 1. 2. Tabel analisa ekonomi pembuatan formaldehid

No.	Bahan	BM	Harga (\$/kg)	Hasil (\$)
1.	Metanol	32,04	0,385	12,3354
2.	Formaldehid	30,03	1	30,03
3.	Air	18,016	0,71	12,7913

Maka, perhitungan ekonomi pasarnya adalah:

$$\begin{aligned}
 EP &= \text{Produk} - \text{Reaktan}^{[5]} \\
 &= ((\text{US\$ } 30,03 \times 0,99) - (\text{US\$ } 12,7913 \times 0,99)) - (((\text{US\$ } 12,3354 \times (-1) + 0)) \\
 &= \text{US\$ } 17,0663 + \text{US\$ } 12,3354 \\
 &= \text{US\$ } 29,4017/\text{kg formaldehid}
 \end{aligned}$$

1.6. Perkiraan Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi perlu direncanakan untuk mendirikan suatu pabrik. Kapasitas produksi suatu pabrik ditetapkan sesudah mengetahui peluang kapasitas yang jumlahnya sangat dipengaruhi oleh nilai konsumsi dan ekspor setiap tahunnya atau perkembangan industry untuk kurun waktu tertentu. Jumlah ini mengatasi permintaan kebutuhan formaldehid di dalam negeri dan juga kebutuhan dunia. Perkiraan kapasitas produksi dapat ditentukan menurut nilai konsumsi dan ekspor setiap tahun dengan melihat perkembangan industry dalam kurun waktu berikutnya.

Tabel 1. 3. Data Ekspor Impor Formaldehid^[2]

Tahun	Impor (Ton)	Kenaikan (%)	Ekspor (Ton)	Kenaikan (%)
2017	60.210,58	-	59.038,472	-
2018	40.878,32	-0,3211	35.860,00	-0,3926
2019	74.856,99	0,8312	55.376,00	0,5442
2020	99.907,21	0,3346	79.009,21	0,4268
2021	108.267,2	0,0837	50.920,76	-0,3555
Total		0,1857		0,0446

Dari data kebutuhan formaldehid di Indonesia, maka dari itu dapat diasumsikan kapasitas impor ekspor formaldehid pada tahun 2026 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 M_{\text{impor}} &= P ((1 + i)^n) \\
 &= 108.267,2 ((1 + (0,1857))^5)
 \end{aligned}$$

$$= 253.720,1181 \text{ ton/tahun}$$

$$M_{\text{ekspor}} = P ((1 + i)^n)$$

$$= 50.920,76 ((1 + (0,0446))^5)$$

$$= 140.049,0295 \text{ ton/tahun}$$

Tabel 1. 4. Data Produksi pabrik Formaldehid

Tahun	Produksi dalam Negeri	Kenaikan
2016	-	-
2017	-	-
2018	209.910	-
2019	406.800	0,9380
2020	139.830	-0,6563
Jumlah		0,0939

Dari data paabrik produksi formaldehid di Indonesia, dapat dihitung sebagai berikut:

$$m_2 = P ((1 + i)^n)$$

$$= 139.830 ((1 + (0,0939))^6)$$

$$= 239.590,7497 \text{ ton/tahun}$$

Dari data diatas maka dapat dihitung kapasitas pabrik formaldehid pada tahun 2026 yang ditentukan menggunakan persamaan berikut:

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5$$

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2)$$

Dimana: n = tahun 2026

$$m_1 = \text{nilai impor pada tahun } n = 0 \text{ ton/tahun}$$

$$m_2 = \text{produksi produk dalam negeri} = 239.590,7497 \text{ ton/tahun}$$

$$m_3 = \text{kapasitas pabrik yang akan didirikan pada tahun } n$$

$$m_4 = \text{nilai ekspor pada tahun } n = 140.049,0295 \text{ ton/tahun}$$

$$m_5 = \text{nilai konsumsi pada tahun } n = 253.720,1181 \text{ ton/tahun}$$

Maka perkiraan kapasitas produksi pada tahun 2026 sebesar:

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2)$$

$$= (140.049,0295 + 253.720,1181) - (0 + 239.590,7497)$$

$$= 77.458,2798 \text{ ton/tahun}$$

$$\approx 80.000 \text{ ton/tahun}$$

Jadi, kapasitas pabrik formaldehid dari metanol dan udara yang akan dibangun pada tahun 2026 sebesar 80.000 ton/tahun^[5].

1.7. Lokasi Pabrik Formaldehid

Lokasi pabrik sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup suatu pabrik, maka dalam menentukan tempat berdirinya perlu didasarkan pada faktor utama dan faktor khusus sehingga lokasi pabrik diharapkan dapat menguntungkan baik dari segi teknis maupun segi ekonominya. Faktor utama meliputi penyediaan bahan baku, pemasaran, utilitas. Sedangkan faktor khusus meliputi tenaga kerja, transportasi, pembuangan limbah pabrik dan peraturan perundang-undangan.

Rencana pembangunan pabrik formaldehid akan didirikan di Guntung, Bontang Utara, Kalimantan Timur. Pemilihan lokasi ini bertujuan agar mendapat keuntungan dari segi teknis maupun ekonomis. Ada dua faktor pemilihan lokasi pabrik di Bontang meliputi:

a. Faktor utama

- Bahan baku

Bahan baku utama untuk memproduksi formaldehid berupa metanol yang diperoleh dari PT Kaltim Metanol Industri yang berlokasi di pulau Bunyu, Kalimantan Timur. Dengan mendekatkan lokasi pabrik dengan sumber bahan baku maka ketersediaan bahan baku akan semakin terjaga dan terjamin sehingga kemungkinan terjadinya *defisit* bahan baku akan dapat terkontrol.

- Pemasaran

Pemasaran merupakan salah satu faktor penting dalam suatu industri, karena pemasaran sangat menentukan keuntungan industri tersebut. Selain itu letak pabrik yang strategis serta berdekatan dengan pasar menjadi salah satu pertimbangan yang sangat penting untuk kemudahan konsumen dalam mendapatkannya. Jika kebutuhan pasar dalam negeri terpenuhi, maka produk formaldehid tersebut dapat juga dengan mudah untuk dapat dipasarkan pada pasar internasional atau diekspor.

- Utilitas

Utilitas yang terdiri dari air, listrik dan bahan bakar juga merupakan faktor yang sangat penting karena akan berhubungan dengan kelancaran produksi. Air merupakan salah satu kebutuhan yang penting bagi suatu industri. Air digunakan untuk keperluan proses, media pendingin, air sanitasi, serta kebutuhan lainnya.

Begitu juga listrik dan bahan bakar mempunyai peranan penting dalam industri seperti halnya untuk alat penggerak dan alat penerangan. Bahan bakar digunakan untuk mmenggerakkan generator dan alat yang menghasilkan panas seperti boiler.

b. Faktor Khusus

- Tenaga kerja

Melihat keberadaan dan kemampuan tenaga ahli di bidang kimia di Indonesia yang begitu banyak, maka akan menjamin terlaksananya pendirian pabrik produksi formaldehida di Indonesia. Ketersedian tenaga kerja yang melimpah di Indonesia membuat produksi formaldehida akan berjalan lancar, serta perekrutan tenaga kerja menurut kualifikasi tertentu merupakan pertimbangan yang penting demi kemajuan suatu pabrik. Tidak kalah juga para tenaga ahli dan pekerja – pekerja yang murah yang ada di Bontang, Kalimantan Timur. Dengan pertimbangan yang demikian rencana pendirian pabrik formaldehida di Bontang tersebut akan dapat terlaksana dan terwujud dengan baik.

- Transportasi

Masalah transportasi perlu diperhatikan dengan benar agar kelancaran *supply* bahan baku dan penyaluran produk dapat berjalan dengan lancar dengan biaya dan waktu yang serendah mungkin. Faktor – faktor yang perlu diperhatikan antara lain: jalan raya besar, jalur rel kereta api dan adanya pelabuhan. Bontang terletak didaerah yang dekat dengan pantai yang telah difasilitasi dengan pelabuhan yang memadia. Sehingga proses transportasi untuk pengiriman produk maupun untuk penerimaan bahan baku dapat terhubung dengan mudah.

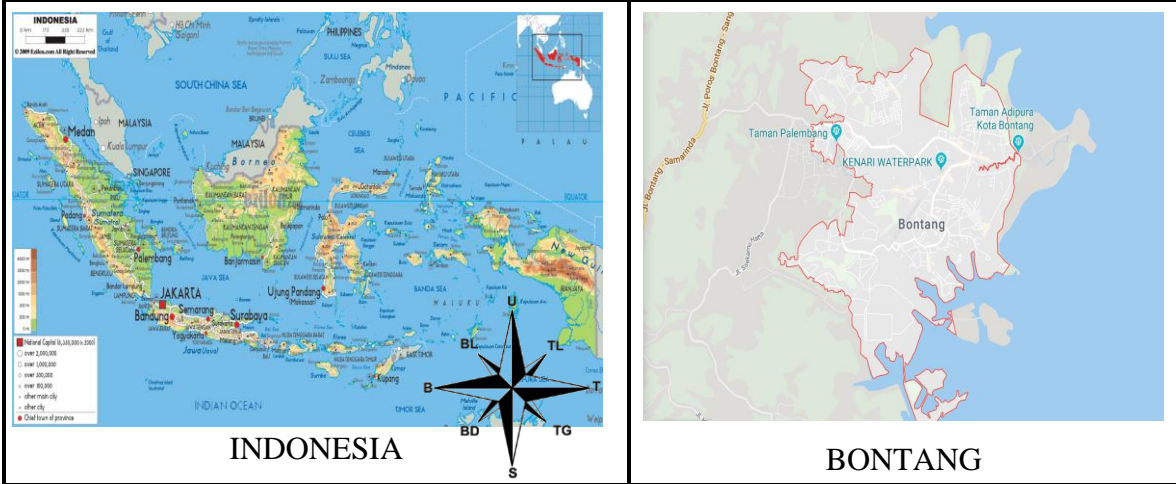
- Pembuangan limbah

Pembuangan limbah pabrik perlu diperhatikan dengan baik karena akan berkaitan dengan upaya pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh buangan pabrik. Limbah yang diperoleh baik cair maupun padat akan diolah oleh pihak ketiga.

- Kebijakan pemerintah dan peraturan perundang-undangan

Kebijakan dari pemerintah yang menguntungkan tentu saja akan menciptakan suasana yang kondusif bagi aktifitas industri yang bersangkutan. Adapun aspek umum yang diatur undang-undang adalah jam kerja maksimum, upah minimum, usia kerja minimum, dan kondisi lingkungan kerja.

PETA BONTANG – KALIMANTAN TIMUR



BONTANG UTARA, KALIMANTAN TIMUR

Gambar 1. 1. Peta Lokasi Pabrik Formaldehid