

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Formaldehid memiliki rumus molekul CH_2O dengan berat molekul sebesar 30,03 gram/mol. Formaldehid merupakan bentuk seri atau rangkaian dari aldehida alifatik. Formaldehid dipasaran lebih dikenal dengan formalin atau methanal. Formaldehid merupakan gas yang tidak berwarna dan memiliki bau khas yang menyengat. Selain itu adanya bahan pengotor yang bersifat polar seperti asam, alkali dan air dapat mempercepat proses polimerisasi. Gas formaldehid mudah larut dalam air, alkohol, dan pelarut polar lainnya pada kondisi suhu rendah. Formaldehid mudah direduksi menjadi methanol oleh hydrogen dengan katalis logam maupun oksida logam seperti platinum, tembaga, krom, alumina (Kirk-Othmer, 1994). Pembuatan formaldehid terdiri dari bahan baku methanol dan oksigen, proses yang digunakan ada dehidrogenasi dan oksidasi. Katalis yang digunakan terdiri dari dua macam yaitu katalis perak (perak dan tembaga) dan logam oksida (Fe_2O_3 dan MoO_3) (US Patent No. 7,381,851 B2, 2008).

Salah satu produsen formaldehid terbesar di Indonesia adalah PT. Wiranusa Trisatrya dengan kapasitas 90.000 ton/tahun dan PT Intan Wijaya Chemical Industry dengan kapasitas 61.500 ton/tahun. Formaldehid banyak digunakan pada industri *polywood* dan plastik. Dalam industri *polywood*, penggunaan formaldehid sebagai resin amino dan *Phenolic*. Sedangkan pada industri plastic formaldehid digunakan sebagai bahan baku dan bahan pembuatan resin asetal (Kirk-Othmer, 1994).

Kebutuhan impor formaldehid menurut Badan Pusat Statistik Indonesia pada tahun 2012 sampai 2016 mengalami peningkatan sebesar 0,305% meskipun beberapa industri formaldehid telah berdiri di Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2012). Indonesia mengimpor formaldehid dari Negara China.

Maka dari itu pendirian pabrik formaldehid tepat dikarenakan di Indonesia masih terdapat adanya impor dari negara lain. Diharapkan dengan pendirian pabrik formaldehid dapat meningkatkan adanya ekspor produk formaldehid ke negara lain.

1.2. Sejarah perkembangan Industri Formaldehid (Kirk-Othmer, 1994)

- Tahun 1859, Butlerov telah menemukan metode proses pembuatan formaldehid dari bahan methanol dan oksigen dengan menggunakan katalis perak,
- Tahun 1921 metode pertama kali dipatenkan menggunakan katalis vanadium pentoksida dan tahun 1933 katalis oksida besi serta molibdenum oksida pada proses pembuatan formaldehid dari bahan methanol dan oksigen

1.3. Kegunaan Formaldehid (Kirk-Othmer, 1994)

Formaldehid mempunyai beberapa kegunaan, antara lain sebagai berikut:

1. Sebagai resin amino dan *Phenolic* yang dimanfaatkan sebagai perekat untuk mengikat produk kayu
2. Sebagai plastik rekayasa (1,4-Butanediol) yang terbuat dari formaldehid dan asetilena
3. Sebagai bahan pembuatan poliol (alkohol) yang dapat dimanfaatkan sebagai resin alkyd, pelumas sintesis, pelapis, plastic, busa dan bahan peledak.
4. Resin bahan pembuatan resin asetal yang dapat dimanfaatkan sebagai plastik kinerja untuk suku cadang otomotif
5. Sebagai bahan pembuatan tekstil untuk menghasilkan kain tekan permanen dan kain tahan api, yang terbuat dari turunan formaldehid seperti dimetelol dihidroksietilen
6. Sebagai fungisida, cairan pembalseman, pengawet silase, dan disinfektan yang terbuat dari turunan formaldehid.

1.4. Spesifikasi bahan baku dan produk

1.4.1. Bahan baku utama

1. Methanol (CH₃OH)

a. Sifat-sifat fisika CH₃OH (Perry dkk, 1999):

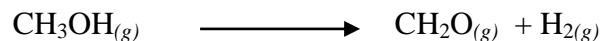
- Berat molekul : 32,04 g/mol
- Bentuk : cairan
- Titik didih : 64,7 °C
- Titik lebur : -97 °C
- Rumus molekul : CH₃OH
- Spesifik gravity : 0,792^{20/4}

- *Solubility in water*: miscible (sangat larut dalam air)

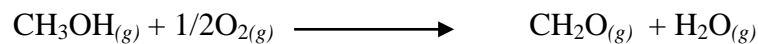
b. Sifat-sifat kimia CH₃OH (Kirk-Othmer, 1994):

- Methanol mengalami reaksi khas tipe alkohol pada reaksi kimia. Dehidrogenasi dan oksidasi dapat menjadi formaldehid dengan katalis perak atau katalis molibdenum oksida merupakan factor yang penting dalam pembuatan industry formaldehid.

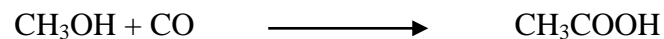
- Reaksi dehidrogenasi methanol



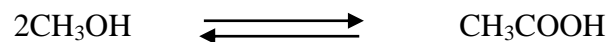
- Reaksi oksidasi methanol



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



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



2. Oksigen (O₂)

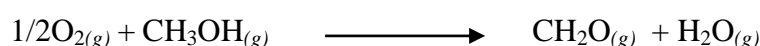
a. Sifat-sifat fisika O₂ (Perry dkk, 1999):

- Berat molekul : 32 g/mol
- Bentuk : gas
- Titik didih : -183 °C
- Titik lebur : -218,4 °C
- Rumus molekul : O₂
- Spesifik gravity : 1,14⁻¹⁸⁸
- *Solubility in water* (25°C) : 0,0283 (L/L)

b. Sifat-sifat kimia O₂ (Kirk-Othmer, 1994):

- Oksigen bereaksi dengan semua elemen lain kecuali cahaya, gas helium langka, neon, dan argon. Reaktan biasanya harus diaktifkan dengan pemanasan sebelum reaksi berlangsung dengan laju yang cukup besar. Untuk unsur-unsur tertentu, seperti rubidium dan cesium logam alkali, energi aktivasi yang disediakan pada suhu kamar maka reaksi kimia menjadi spontan setelah kontak.

- Tingkat oksidasi sebagian dikendalikan oleh area yang tersedia untuk kontak oksigen, misalnya, tambalan besi berkarat jauh lebih cepat daripada sepotong besi padat. Pada beberapa logam, seperti aluminium, lapisan permukaan oksida melekat dan kontinu sehingga mencegah akses oksigen lebih lanjut ke logam yang tidak teroksidasi. Namun, lembaran aluminium yang terbagi halus atau tipis dapat meledak dalam oksigen cair.
- Reaksi oksidasi dalam pembuatan formaldehid



1.4.2. Bahan baku penunjang

1. Katalis Ferri Oksida (Fe_2O_3)

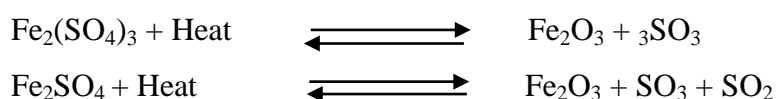
Komposisi yang dibutuhkan sebagai katalis reaksi sebesar 19%

a. Sifat-sifat fisika Fe_2O_3 (Perry dkk, 1999):

- Berat molekul : 159,70 g/mol
- Bentuk : padatan kristal
- Titik lebur : 1560 °C
- Rumus molekul : Fe_2O_3
- Spesifik gravity : 5,12

b. Sifat-sifat kimia Fe_2O_3 (US PATENT 1,455,060, 1923):

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



2. Katalis Molibdenum trioksida (MoO_3)

Komposisi yang dibutuhkan sebagai katalis reaksi sebesar 81%

a. Sifat-sifat fisika MoO_3 (MSDS NM&CC, 2015):

- Berat molekul : 143,95 g/mol
- Bentuk : padatan kristal
- Titik didih : 1155 °C
- Titik lebur : 795 °C
- Rumus molekul : MoO_3
- Spesifik gravity : 4,50^{19,5}

b. Sifat-sifat kimia MoO_3 (Kirk-Othmer, 1994):

- Dalam kondisi tertentu molibdenum trioksida bereaksi dengan bromine pentafluoride (BrF_5), chlorine trifluoride (ClF_3) dan zat pereduksi, misalnya karbon / grafit, natrium, potasium, magnesium, dan litium.

1.4.3. Produk utama

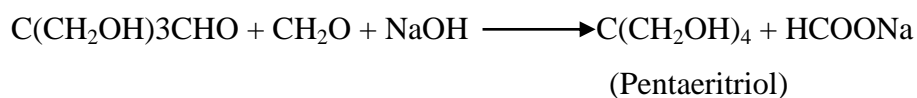
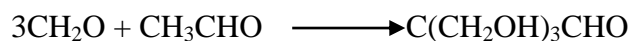
1. Formaldehid (CH_2O)

a. Sifat-sifat fisika CH_2O (MSDS E, 2017):

- Berat molekul : 30,03 g/mol
- Bentuk : cairan tidak berwarna
- Titik didih : 96-101 °C
- Titik leleh : -15 °C
- Rumus molekul : CH_2O
- Spesifik gravity : 1,08-1,0975
- Solubility in water (20°C): 20g/100g (20%) (dikutip dari Keyes)

b. Sifat-sifat kimia CH_2O (Kirk-Othmer, 1994):

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



1.4.4. Produk samping

1. Air (H_2O)

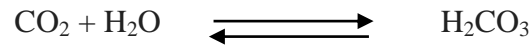
a. Sifat-sifat fisika H_2O (Perry dkk, 1999):

- Berat molekul : 18,016 g/mol
- Bentuk : cairan
- Titik didih : 100 °C

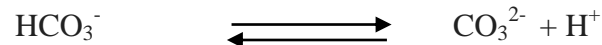
- Titik lebur : 0 °C
- Rumus molekul : H₂O
- Spesifik gravity : 1,00⁴

b. Sifat-sifat kimia H₂O (Kirk-Othmer, 1994):

- Karbon dioksida yang larut membentuk asam karbonat



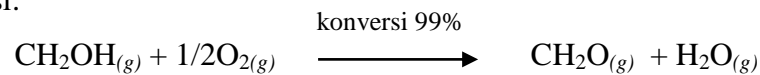
- asam berdisosiasi untuk membentuk ion bikarbonat dan ion hidrogen



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: Reaksi:



Berikut daftar harga bahan baku dan produk:

1. Metanol : \$ 0,35/kg
2. Oksigen : \$ 1,875/kg
3. Formaldehid : \$ 1/kg
4. Air : \$ 0,76/kg

Tabel 1.1. Tabel analisis kebutuhan hasil reaksi pada pembuatan formaldehid konversi 99% (Kusnarjo, 2010)

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	0,35	11,214
2.	oksigen	32	1,875	60
3.	Formaldehid	30,03	1	30,03
4.	Air	18,016	0,76	13,692

Maka, perhitungan ekonomi pasarnya adalah:

$$\begin{aligned}
 EP &= \text{Produk} - \text{Reaktan} \\
 &= ((\text{US\$ } 30,03 \times 0,99) + (\text{US\$ } 13,692 \times 0,99)) - ((\text{US\$ } 11,214 \times -1) + (\text{US\$ } 60 \times -0,5)) \\
 &= \text{US\$ } 43,285 - \text{US\$ } 41,214 \\
 &= \text{US\$ } 2,071/\text{kgmol formaldehid}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisis diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik formaldehid dari methanol dan udara dapat memperoleh keuntungan US\$ 2,071/kgmol formaldehid (Kusnarjo, 2010).

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 industri dalam kurun waktu berikutnya.

Tabel 1.3. Data impor formaldehid beberapa tahun terakhir

Tahun	Import (ton/tahun)	Kenaikan Import (%)
2012	3989,142	-
2013	4872,6	0,221465669
2014	5731,247	0,176219472
2015	4665,332	-0,185983085
2016	28619,577	1,006557304
Rata - rata pertumbuhan per tahun (%)		0,30456484

Sumber: (Badan Pusat Statistik, 2019).

Tabel 1.4. Data ekspor formaldehid beberapa tahun terakhir

Tahun	Ekspor (ton/tahun)	Kenaikan Ekspor (%)
2012	4938,472	-
2013	3586	-0,273864467
2014	4376	0,220301171
2015	7019,21	0,040070841
2016	24471,032	0,542225933

Rata - rata pertumbuhan per tahun (%)	0,13218337
--	------------

Sumber: (Badan Pusat Statistik, 2019).

Direncanakan pabrik akan berdiri pada tahun 2021. Pada produksi ini, data yang digunakan adalah data impor dari tahun 2012-2016, sehingga perkiraan penggunaan formaldehid pada tahun 2021 dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$M_1 = P ((1+i)^n)$$

Dimana: P = Data besarnya Impor pada tahun 2016

M_1 = Konsumsi dalam negeri pada tahun 2021

i = Rata-rata kenaikan Impor tiap tahun

n = Selisih tahun 2016 dan 2021 (5 tahun)

Menghitung nilai konsumsi dalam negeri (M_1) tahun 2021

$$\begin{aligned} M_1 &= P ((1 + i)^n) \\ &= 9361,256 ((1 + (1,006557304))^5) \\ &= 35.372,23233 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Perkiraan ekspor formaldehid pada tahun 2021 dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$M_2 = P ((1+i)^n)$$

Dimana: P = Data besarnya ekspor pada tahun 2016

M_2 = Ekspor dalam negeri pada tahun 2021

i = Rata-rata kenaikan ekspor tiap tahun

n = Selisih tahun 2016 dan 2021 (5 tahun)

Menghitung nilai ekspor dalam negeri (M_2) tahun 2021

$$\begin{aligned} M_2 &= P ((1 + i)^n) \\ &= 7019,21 ((1 + (0,542225933))^5) \\ &= 13.057,86254 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Untuk mendirikan pabrik baru kapasitasnya ditentukan rumus:

Kapasitas Pabrik Baru (M) = Impor + Ekspor

Maka perkiraan kapasitas produksi pada tahun 2021 sebesar:

$$\begin{aligned} M &= M_1 + M_2 \\ &= 35.372,23233 + 13.057,86254 \text{ ton/tahun} \\ &= 48.430,09 \text{ ton/tahun} \approx 50.000 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Jadi, kapasitas pabrik formaldehid dari metanol dan udara yang akan dibangun pada tahun 2021 sebesar 50.000 ton/tahun (Kusnarjo, 2010).

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 dan bahan baku oksigen diperoleh dari PT Samator Gas Industri Bontang, 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. Ketersediaan 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.

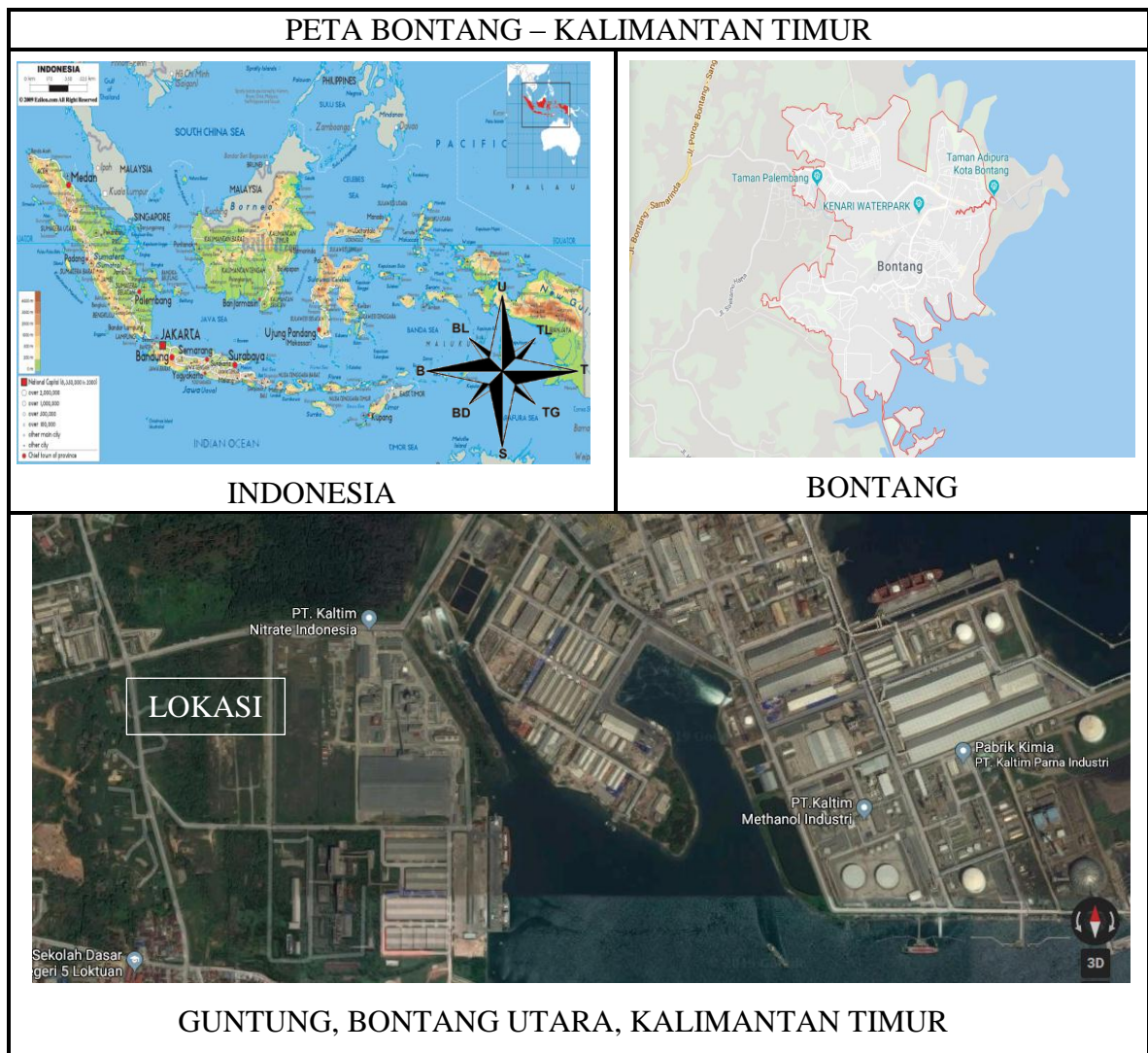
- Pembuangan limbah

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.



Gambar 1.1. Peta Lokasi Pabrik Formaldehid