

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Keberhasilan proses industri alisasi pada era perdagangan bebas sekarang ini sangat ditentukan oleh adanya Sumber Daya Alam dan Sumber Daya Manusia yang berkualitas. Indonesia sebagai salah satu negara yang mempunyai Sumber Daya Alam maupun Sumber Daya Manusia yang berlimpah sangat berpotensi untuk mengembangkan industri dalam negeri terutama industri-industri yang bersifat padat modal maupun padat teknologi dan mempunyai prospek pemasaran yang menguntungkan. Secara umum keberadaan suatu industri tidak bersifat independen, namun sangat tergantung oleh industri yang lain. Untuk memenuhi kebutuhan bahan baku dalam proses produksi suatu industri diperoleh dari industri yang lain, begitu juga untuk pemasaran produk suatu industri membutuhkan keberadaan pabrik lain. Salah satu industri yang berorientasi untuk memenuhi kebutuhan bahan baku pabrik lain adalah industri formaldehid.

Formaldehid yang mempunyai rumus molekul HCHO merupakan senyawa dari gugus aldehyd yang paling sederhana. Formaldehid adalah senyawa kimia yang berwujud gas, tidak berwarna dengan titik didih $-19,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada tekanan 1 atm. Namun di pasaran, formaldehid biasanya dijual dalam kadar larutan 37% berat.

Konsumsi formaldehid antara lain digunakan untuk memenuhi kebutuhan sebagai bahan baku *glue*/perekat dalam industri kayu lapis. Formaldehid juga digunakan pada pembuatan produk kimia seperti *melamin formaldehyde*, *urea formaldehyde*, *phenol formaldehyde* dan *tryoxane*. Selain itu formaldehid juga digunakan dalam pembuatan bahan kimia antara lain sintesa *1,4-butanediol*, *trimethylol propane* dan *neopentyl glycol* yang digunakan dalam pembuatan produk *polyurethane*, *polyester plastic*, *synthetic resin coating* dan *synthetic lubricating oils*. (Mc Ketta, 1983a)

Formaldehid juga digunakan secara langsung, akan tetapi dalam jumlah yang kecil misal sebagai bahan pengawet, bahan penelitian dan disinfektan pada rumah sakit. (Ulman, 1971)

Dalam pembuatan formaldehid ini bahan baku yang dipakai adalah metanol dan udara. Bahan baku metanol didatangkan dari PT. Kaltim Metanol Indonesia (KMI) di Bontang, Kalimantan Timur dengan kapasitas produksi 660.000 ton / tahun.

Secara ekonomis, pendirian pabrik formaldehid menguntungkan. Hal ini dapat dilihat dari harga formaldehid yang lebih tinggi dibandingkan dengan harga metanol dan biaya produksi. Berikut disajikan perbandingan antara harga bahan baku, produk, dan biaya produksi.

metanol (99,90%)	US \$ 166 / ton	
formaldehid (37,1%)	US \$ 463 / ton	
biaya produksi	US \$ 148 / ton	
laba	US \$ 149 / ton	(Mc Ketta, 1983)

Dari gambaran secara kasar tersebut terlihat bahwa pabrik ini termasuk pabrik yang menguntungkan karena selisih antara nilai produk dengan nilai pereaktan cukup besar. Namun dalam perhitungan ekonomi tidak hanya memperhitungkan selisih biaya produk dengan bahan baku tetapi harus memperhatikan dan mempertimbangkan biaya produksi. Biaya produksi sangat tergantung pada proses dalam pembentukan produk. Proses produksi formaldehid dengan proses *silver catalyst* ini relative sederhana dalam operasinya karena menggunakan bahan baku yang murni sehingga membutuhkan biaya produksi yang relative lebih rendah.

Pabrik formaldehid ini secara umum tergolong pabrik dengan tingkat resiko tinggi, dikarenakan dalam prosesnya menggunakan suhu yang cukup tinggi yaitu 560 °C. Bahan baku yang digunakan dan produk yang dihasilkan mudah terbakar, tetapi alat-alat prosesnya yang digunakan bertekanan rendah.

Limbah yang dihasilkan oleh pabrik formaldehid antara lain gas H₂ dan logam berat dari katalis. Limbah berupa gas H₂ langsung dibuang ke udara bebas melalui cerobong dengan ketinggian tertentu, sedangkan logam berat dari katalis jumlahnya relatif sedikit sehingga tidak membahayakan lingkungan.

Dengan mendasarkan pada pertimbangan-pertimbangan tersebut di atas maka pendirian pabrik formaldehid di Indonesia dipandang masih sangat strategis. Selain itu berdirinya pabrik formaldehid ini sesuai dengan kebijakan - kebijakan pemerintah antara lain:

- a. Pendirian pabrik formaldehid dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.
- b. Mendukung berkembangnya pabrik kimia lain yang menggunakan formaldehid sebagai bahan baku.
- c. Membuka lapangan kerja baru, sehingga menurunkan tingkat pengangguran.

1.2. Kapasitas Rancangan

Dalam menentukan kapasitas produksi yang menguntungkan digunakan beberapa pertimbangan, yaitu:

- 1) Prediksi kebutuhan formaldehid di Indonesia.
- 2) Ketersediaan bahan baku.
- 3) Kapasitas pabrik komersial yang masih beroperasi.
- 4) Proses pembuatan formaldehid yang dipilih

1.2.1. Prediksi Kebutuhan Formaldehid di Indonesia

Penentuan kapasitas pabrik formaldehid didasarkan pada data impor formaldehid di Indonesia, seperti tertera pada tabel berikut :

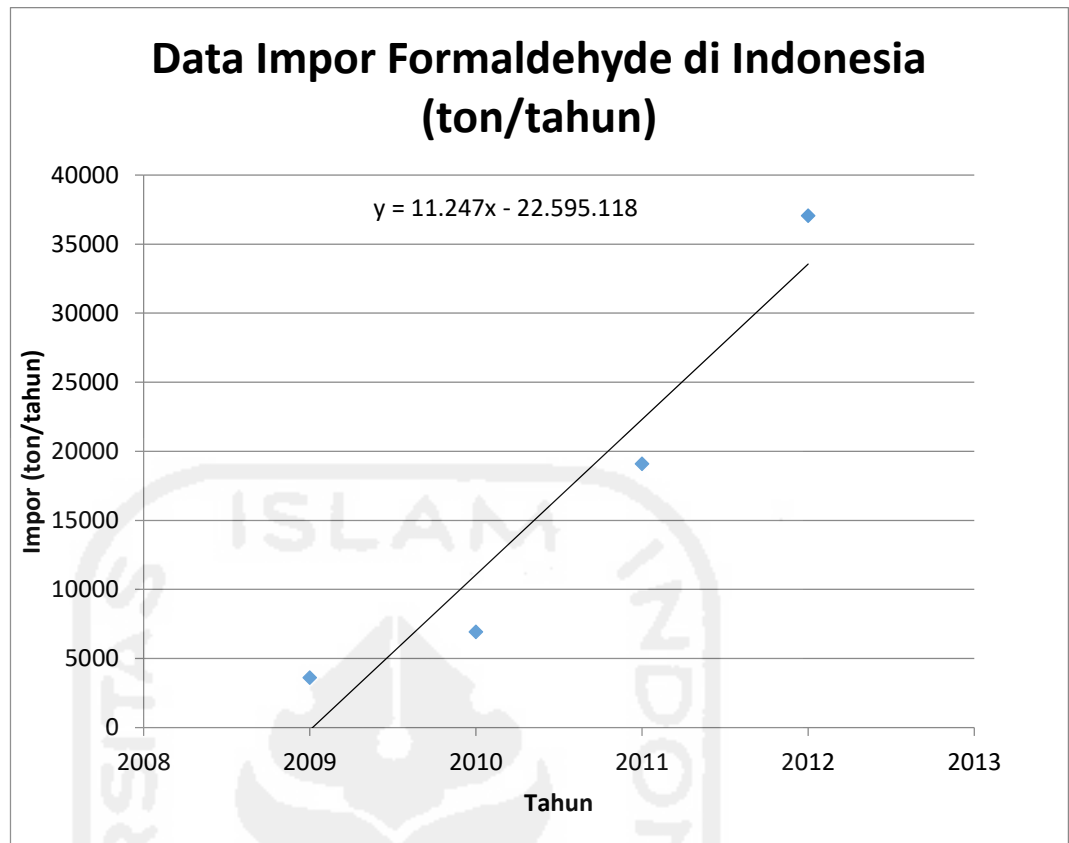
Tabel 1. 1 Data Impor Formaldehid di Indonesia

Tabel 1. 2 Data Impor Formaldehid di Indonesia

Tahun	Impor (ton/tahun)
2009	3.610
2010	6.938
2011	19.103
2012	37.045

(Sumber : Data statistik perdagangan luar negeri Indonesia BPS, 2016)

Dari tabel tersebut dibuat suatu regresi *linear* dengan menggunakan program Ms. Excel



Gambar 1. 1 Grafik Impor Formaldehid di Indonesia

Dari grafik diatas berlaku suatu persamaan regresi *linear*, yaitu

$$Y = a + bx$$

Dimana $a = 11.247$

$$b = 22.595.118$$

x = tahun

y = kebutuhan produk pada tahun x (ton/tahun)

maka:

$$y = a + bx$$

$$y = 11.247 + 22.595.118x$$

$$y = 11.247x - 22.595.118 \dots\dots\dots \text{persamaan (1.1)}$$

Prediksi kebutuhan formaldehyde pada tahun 2020 dihitung dengan persamaan (1.1) sebagai berikut :

$$y = a + bx$$

$$= (11.247 \times 2020) - 22.595.118$$

$$= 123.822 \text{ ton/ tahun}$$

Tabel 1.2. Data Produsen Formaldehid di Indonesia

Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
PT. BatuPanggal Chemical Industry, Samarinda	28.000
PT. Benua Multi Lestari, Pontianak	68.000
PT. Binajaya Rodakarya, Barito Kuala	45.000
PT. Duta Pertiwi Nusantara, Pontianak	50.000
PT. Arjuna Utama Kimia, Surabaya	24.540
PT. Dover Chemical, Jawa Barat	50.000
PT. Dyno Mugi Indonesia, Aceh Timur	28.000
PT. Gelora Citra Kimia Abadi, Banjarmasin	48.000
PT. Giat Ultra Chemical Industry, Barito Kuala	20.000
PT. IntanWijaya Chemical Industry, Banjarmasin	61.500
PT. Kayu Lapis Indonesia, Sorong	40.000
PT. Kurnia Kapuas Utama Glue Industries, Pontianak	38.000
PT. Latosta Indah, Samarinda	30.000
PT. Nusa Prima Pratama, Maluku Tengah	28.000
PT. Pamolite Adhesive Industry	36.000
PT. Sabak Indah, Jambi	45.000
PT. Superin, Medan	28.000
PT. Susel Prima Permai, Palembang	38.000
PT. Urofin Prajen Adhesive, Sumatera Selatan	30.000
PT. Wiranusa Trisatrya, Maluku Utara	90.000

(Sumber : www.detik.com,2016)

Atas dasar pertimbangan kapasitas produksi di Indonesia dan prediksi kebutuhan di Indonesia pada tahun 2020, maka kami menyimpulkan produksi dari pra prancangan kami sebesar 130.000 ton/tahun.

1.2.2. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan adalah methanol dan udara. Ketersediaan methanol sebagai bahan baku pabrik formaldehid didatangkan dari PT. Kaltim Metanol Indonesia (KMI) di Bontang, Kalimantan Timur dengan kapasitas produksi 660.000 ton/tahun dimana 70% dari kapasitas produksi tersebut diekspor dan sisanya atau sekitar 198.000 ton/tahun dijual untuk kebutuhan domestik. Untuk bahan baku udara diambil dari lingkungan.

1.3. Tinjauan Pustaka

1.3.1 Macam-macam Proses

Ada beberapa macam proses yang dapat digunakan untuk membuat formaldehid. Proses-proses tersebut adalah:

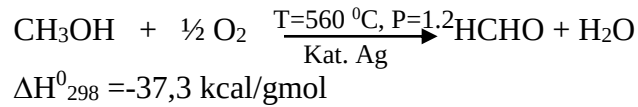
a. Proses Hidrokarbon

Proses hidrokarbon ini adalah proses yang dikembangkan pada awal perkembangan industri formaldehid. Proses ini merupakan proses oksidasi langsung dari hidrokarbon yang lebih tinggi. Biasanya yang digunakan adalah ethilen dengan katalis asam borat atau asam *phospat* atau garamnya dari campuran *clay* atau tanah *diatome*. Proses ini mempunyai kelemahan yang merupakan alasan mengapa proses ini tidak dikembangkan lagi, yaitu dihasilkan beberapa hasil samping yang terbentuk bersama-sama formaldehid, antara lain asetaldehid, *propane*, asam-asam organik. Sehingga tentu saja diperlukan pemurnian untuk mendapatkan formaldehid dengan kemurnian tertentu. Dengan demikian proses menjadi mahal dan hasilnya kurang memuaskan. (Kirk & Othmer, 1978)

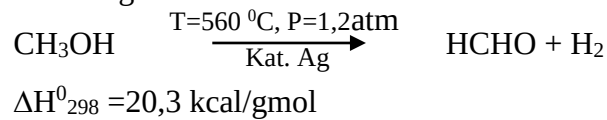
b. Proses Silver Catalyst

Proses ini menggunakan katalis perak dengan *reactor fixed bed multitube*. Katalis ini berbentuk kristal-kristal perak atau *spherical* yang ditumpuk pada *tube*. Katalis ini mempunyai umur sekitar 8 – 12 bulan. Katalis ini mudah teracuni oleh sulfur dan beberapa logam dari golongan transisi. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

1. Oksidasi



2. Dehidrogenasi



Secara keseluruhan reaksinya adalah reaksi eksotermis dan pada suhu yang tinggi yaitu 560 – 620 °C dan tekanan sedikit di atas tekanan atmosfer. Konversi yang terjadi sekitar 65 – 75% dan yield yang diperoleh sekitar 85 - 89,1%. Pada proses ini udara yang dimurnikan direaksikan dengan *methanol* dalam reaktor katalitik. Produk didinginkan dengan cepat dengan pendingin *dowterm* A, selanjutnya dialirkan ke menara absorber dimana *methanol*, air dan formaldehid terkondensasi didasar menara. Untuk memurnikan produk sesuai dengan keinginan dilakukan pemurnian dengan proses destilasi. (Mc Ketta, 1983)

c. Proses Mixed Oxide Catalyst

Reaksi terjadi di atas *mixed oxide catalyst* yang berisi *molybdenum oxide* dan *iron oxide* dengan perbandingan rasio 1,5:3. Katalis berbentuk granular atau *spherical* dan mempunyai umur sekitar 12 – 15 bulan. Reaksi terjadi pada suhu sekitar 280 – 590 °C dan dengan tekanan mendekati tekanan atmosfer. Udara berlebihan digunakan untuk memastikan konversi mendekati sempurna, sekitar 98,4%, dan untuk menghindari terjadinya *eksplosive* (*range* untuk metanol 6,7 – 36,5% vol. dalam udara). Yield yang diperoleh sekitar 94,4%.

Reaksi:



(Mc Ketta, 1983)

Dilihat dari ketiga proses diatas maka proses yang digunakan yaitu proses silver catalyst karena :

1. Katalis yang digunakan dapat diregenerasi kembali
2. Proses berlangsung pada tekanan rendah
3. Alat yang digunakan lebih kompleks
4. Produk yang akan dihasilkan stabil karena kandungan metanol cukup
5. Mampu menghasilkan produk formaldehyde sesuai dengan yang ditentukan yaitu 37-55%

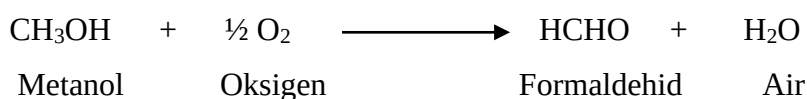
1.3.2 Tinjauan Proses Secara Umum

Secara garis besar, pembuatan formaldehid dengan proses silver catalyst berdasarkan pada reaksi oksidasi dan dehidrogenasi.

1. Oksidasi

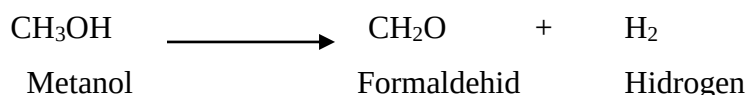
Oksidasi adalah proses elektrokimia yang berkaitan dengan bilangan oksidasi dari suatu atom atau beberapa atom (dalam molekul) yang bertambah karena kehilangan elektron. Pada dasarnya reaksi oksidasi dilaksanakan pada *phase* cair dan *phase* gas. Oksidasi *phase* cair biasanya berlangsung untuk senyawa yang BMnya tinggi atau hidrokarbon rantai panjang yang komplek dengan oksidator yang tidak volatil dan berlangsung pada suhu rendah. Oksidasi *phase* gas cocok pada bahan volatil, stabil terhadap panas atau kenaikan suhu karena reaksi oksidasi biasanya eksotermis. Katalis bentuk padat atau gas, bisa digunakan oksidator udara atau gas oksigen.

Dalam industri kimia organik, reaksi oksidasi merupakan cara yang penting untuk sintesis bahan-bahan organik dengan berbagai proses. Adapun reaksi oksidasi metanol menjadi formaldehid dapat dilihat di bawah ini.



2. Dehidrogenasi

Reaksi dehidrogenasi pada senyawa organik adalah pelepasan atom hidrogen dari senyawa / molekul. Dehidrogenasi adalah sinonim dengan oksidasi, bila dalam reaksi melibatkan oksigen, nitrogen, sulfur, karbon maupun halogen dengan melepaskan hidrogen untuk menjadi molekul baru. Adapun reaksi dehidrogenasi metanol menjadi formaldehid sebagai berikut :



1.4. Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik dapat mempengaruhi persaingan dan kelangsungan hidup pabrik tersebut. Penentuan lokasi pabrik yang tepat akan memberikan kontribusi yang penting dalam segi teknis dan ekonomis pabrik. Pemilihan lokasi ini dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu:

- a. Faktor Primer
- b. Faktor Sekunder

1.4.1. Faktor Primer

Faktor primer ini secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari pabrik yang meliputi produksi dan distribusi produk yang diatur menurut macam dan kualitas. Waktu dan tempat yang dibutuhkan konsumen pada tingkat harga yang terjangkau sedangkan pabrik masih memperoleh keuntungan yang wajar. Faktor primer, meliputi:

- a. Letak Pasar

Tujuan lokasi pabrik mendekati pasar adalah untuk menghemat biaya distribusi dan agar produk dapat cepat sampai ke konsumen.

- b. Letak Sumber Bahan Baku

Keuntungan letak pabrik dekat dengan sumber bahan baku adalah:

- Tingkat kerusakan bahan baku kecil
- Ongkos transportasi bahan baku murah

Pabrik sangat tergantung pada keberadaan bahan bakunya. Bahan baku untuk Pabrik formaldehid adalah metanol yang didapat PT. Kaltim

Metanol Indonesia (KMI) di Bontang, Kalimantan Timur. Sehingga dari segi ketersediaan bahan baku, daerah Bontang telah memenuhi syarat.

c. Fasilitas Transportasi

Daerah Bontang yang terletak di dekat pantai memiliki pelabuhan yang memadai untuk pengiriman produk maupun untuk penerimaan bahan baku. Selain itu karena letaknya di kawasan industri daerah Bontang mempunyai infrastruktur yang memadai.

d. Kebutuhan Energi

Kebutuhan energy pabrik formal dehid ini direncanakan untuk menggunakan sumber listrik dari generator. Sedangkan sebagai bahan bakar boiler dan mobil kontainer yang digunakan solar dan dapat dipasok dari daerah sekitar lokasi pabrik.

e. Sumber Air

Industri sangat membutuhkan air dalam jumlah besar, antara lain untuk pendingin, bahan baku, steam dan lain-lain. Karena itu pabrik sebaiknya terletak dekat dengan sumber air. Untuk mengantisipasi adanya pengaruh musim terhadap fruktuasi persediaan air.

f. Tenaga Kerja

Jumlah dan tipe buruh yang tersedia di sekitar lokasi pabrik harus diperiksa. Juga harus perlu dipertimbangkan gaji minimum di daerah tersebut, jumlah waktu kerja, adanya industri lain di daerah tersebut, keanekaragaman keterampilan, pendidikan masyarakat sekitar dan lain-lain.

1.4.2. Faktor Sekunder

a. Kemungkinan Perluasan Pabrik

Perluasan areal pabrik memungkinkan untuk pengembangan lebih jauh serta penambahan kapasitas produksi.

b. Kebijakan Pemerintah

Pendirian suatu pabrik perlu mempertimbangkan kebijakan pemerintah yang terkait di dalamnya. Kebijakan

pengembangan industri dan hubungan dengan pemerataan kerja dan hasil-hasil pembangunan.

c. Sarana Penunjang Lain

Seperti sarana pendidikan, tempat ibadah, perumahan, sarana kesehatan, olahraga, hiburan dan lain-lainnya

Dengan pertimbangan faktor diatas, maka ada 3 alternatif lokasi dapat dipilih yang dapat dibandingkan sebagai berikut:

Tabel 1.3. Data Alternatif Pilihan Lokasi Pendirian Pabrik

Pertimbangan	Samarinda	Bontang	Merak
Penyediaan bahan baku	3	5	2
Pemasaran produk	4	3	3
Tenaga kerja	3	3	4
Sarana transportasi (pelabuhan, jalan, dsb)	3	5	5
Kebijakan pemerintah	5	5	2
Perluasan pabrik	3	4	2
Infrastruktur pendukung	2	4	4
Jumlah nilai	23	29	22

(Sumber : www.detik.com, 2016)

Keterangan :

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1. Buruk Sekali | 4. Bagus |
| 2. Buruk | 5. Bagus Sekali |
| 3. Cukup | |

Dengan membandingkan tiga alternatif lokasi diatas, maka dalam perancangan ini dipilih lokasi pabrik di Kawasan Industri Bontang.