

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Kemajuan bidang ilmu pengetahuan dan teknologi memaksa manusia untuk selalu melakukan inovasi-inovasi dan berkreasi dalam usahanya untuk memenuhi kebutuhan hidup. Pola ini diterapkan dalam dunia perindustrian khususnya industri kimia. Industri kimia sangat diperlukan karena hampir setiap kebutuhan primer maupun sekunder dari manusia dihasilkan dari proses sektor ini.

Asam formiat (HCOOH) merupakan turunan pertama dari senyawa karboksilat. Senyawa asam formiat terdapat dalam tubuh semut merah sehingga biasa disebut asam semut. Asam formiat digunakan untuk proses koagulasi karet alam. Indonesia merupakan salah satu produsen karet terbesar setelah Malaysia, maka kebutuhan bahan kimia ini cukup besar. Selain itu kegunaan asam formiat yang lain adalah sebagai bahan pengatur pH pada proses pewarnaan dalam industri tekstil, dan digunakan pada proses penyamakan kulit (Kirk and Othmer, 1994).

Kebutuhan asam formiat di dalam negeri dan luar negeri terus meningkat setiap tahunnya, sedangkan penyediaan untuk kebutuhan dalam negeri sebagian dipenuhi oleh PT. Sintas Kurama Perdana dan sisanya dipenuhi dengan cara impor. Oleh karena itu pabrik asam formiat perlu didirikan di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun untuk diekspor sehingga meningkatkan devisa negara, membuka lapangan kerja baru untuk penduduk di sekitar wilayah industri yang akan didirikan, mendorong berdirinya industri-industri baru yang menggunakan bahan baku asam formiat.

I.2. Penentuan Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi dirancang dengan pertimbangan-pertimbangan.

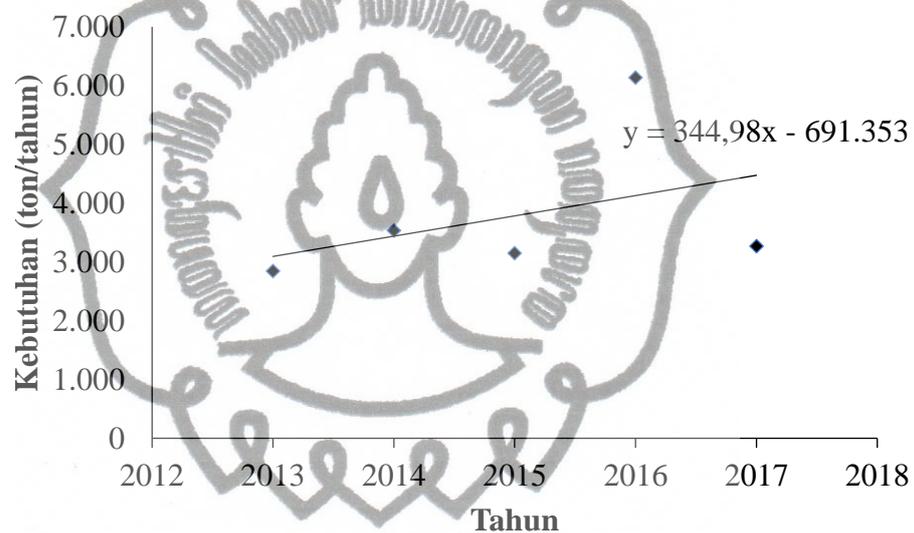
I.2.1. Kebutuhan Asam Formiat

Untuk memenuhi kebutuhan asam formiat di dalam negeri, Indonesia masih mengimpor negara lain. Data impor asam formiat dalam negeri ditunjukkan pada tabel I.1.

Tabel I-1 Kebutuhan Impor Asam Formiat di Indonesia

Tahun	Impor (ton/tahun)
2013	2.840,69
2014	3.532,32
2015	3.145,61
2016	6.134,09
2017	3.264,71

(<http://data.un.org/comodity/import/formicacid/indonesia.html>)



Gambar I-1 Data Impor Asam Formiat di Indonesia dari Tahun 2013-2017

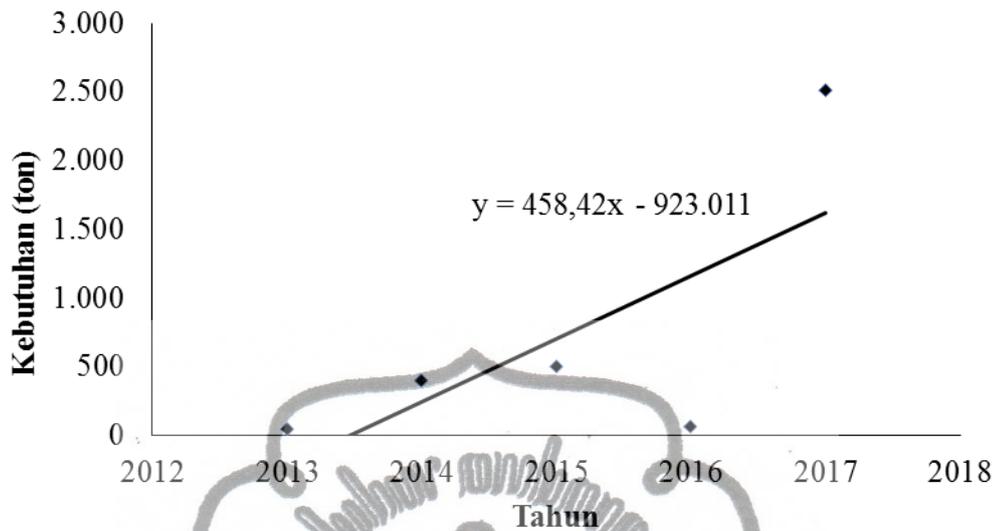
Dari Gambar I.1 di atas, apabila dilakukan pendekatan regresi linier akan diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$y = 344,98x - 691.353$$

dengan:

y = jumlah impor asam formiat

x = tahun



Gambar I-2 Data Ekspor Asam Formiat di Indonesia dari Tahun 2013-2017

Dari Gambar I.2 di atas, apabila dilakukan pendekatan regresi linier akan diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$y = 458,42 - 923.011$$

Pada perancangan pabrik asam formiat yang direncanakan akan didirikan dan berproduksi di Indonesia pada tahun 2023, maka dari persamaan empiris hubungan antara kapasitas dan tahun diperoleh kebutuhan asam formiat pada tahun 2023 sebesar 6.541,54 ton dan kebutuhan ekspor pada tahun 2023 sebesar 4.372,66 ton.

I.2.2. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku merupakan kelanjutan proses produksi sehingga harus terus ada agar proses produksi bisa berlanjut. Bahan baku metil formiat diimpor dari Jiangsu Juming Chemical Process Technology Co., Ltd. dan isopropil eter diimpor dari Shijiazhuang Xinlongwei Chemical Co., Ltd.

I.2.3. Kapasitas rancang minimum

Penentuan kapasitas minimal berdasarkan pada kapasitas pabrik yang telah berproduksi dan layak untuk didirikan. Tabel I.2 menunjukkan kapasitas beberapa pabrik asam formiat di berbagai negara dan kapasitasnya.

Tabel I-2 Pabrik Asam Formiat yang Telah Beroperasi
(<http://icis.com/chemicalprofile/formicacid.html>)

Produsen	Kapasitas (Ton/Tahun)	Lokasi
BASF	180.000	Ludwigshafen, Jerman
BASF-Yangzi	50.000	Nanjing, Cina
Feicheng Acid	30.000	Feicheng, Cina
Gujarat Narmada	13.000	Bharuch, India
Jinan Petrochemical	20.000	Jinan, Cina
Kemira	80.000	Oulu, Finlandia
Perstorp	40.000	Perstorp, Swedia
Polioli	10.000	Vercelli, Italia
PT. Sintas Kurama Perdana	11.100	Cikampek, Indonesia
Rashtriya Chemicals	10.000	Thal, India
Samsung	20.000	Ulsan, Korea Selatan
Shandong Feichen	20.000	Feicheng, Cina
Shanxi Yuanping Ch	20.000	Yuanping, Cina

Pabrik asam formiat pada tahun 2023 dihitung menggunakan data impor, pabrik yang sudah ada di Indonesia (PT. Sintas Kurama Perdana), dan data ekspor sehingga diperoleh kapasitas 15.000 ton/tahun, dengan alasan:

1. Sasaran utama untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga ketergantungan impor dapat dikurangi.
2. Sisa dari kebutuhan dalam negeri nantinya akan diekspor ke Malaysia, Vietnam dan Thailand.
3. Dengan kapasitas produksi ini sudah memenuhi kapasitas yang sudah ada di dalam negeri maupun kapasitas minimum dunia sebesar 10.000 ton/tahun.

1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik sangat penting dalam perancangan pabrik karena hal ini berhubungan langsung dengan nilai ekonomis pabrik yang akan dibangun. Pabrik asam formiat ini direncanakan akan dibangun di Palembang, Sumatera Selatan. Ada beberapa faktor yang harus diperhatikan untuk menentukan lokasi pabrik yang akan dirancang agar secara teknis dan ekonomis menguntungkan.

Adapun faktor-faktor yang harus diperhatikan, yaitu:

1. Faktor Primer
 - a. Pemasaran Produk dan Sarana Transportasi

Lokasi pabrik di daerah Palembang, Sumatera Selatan sangat strategis untuk pemasaran produk karena Sumatera Selatan merupakan penghasil karet tersebar di Indonesia. Indonesia pengolahan karet di Sumatera antara lain PT. Aidei Crumb Rubber Factory, PT. Anek Bumi Pratama, PT. Darmasindo Intikaret, PT. Darmex Industries, PT. Djambi Waras, PT. Kisaran Raya Rubber Industry, PT. Hasi Baru, PT. Hok Tong, PT. Madjin Crumb Rubber Factory, PT. Pantja Surya, PT. Parasawita, PT. Perimex Crumb Rubber Factory, PT. Rubber Hock Lie, PT. Sunan Rubber dan lain-lain.

Palembang merupakan kawasan industri, maka komunikasi dan transportasi di Palembang, Sumatera Selatan cukup baik. Dalam hal ini diharapkan arus bahan baku dan produk dapat berjalan dengan lancar.

Transportasi baik darat, laut, maupun udara cukup baik dan mudah diperoleh di daerah Palembang.

Pabrik ini tidak hanya menghasilkan asam formiat saja tetapi juga menghasilkan produk samping yang layak dijual yaitu metanol. Produk metanol ini akan dijual ke pabrik formaldehid yaitu PT. Korindo Abadi, Kepulauan Riau.

b. Keberadaan Bahan Baku

Kriteria penilaian di titik beratkan pada kemudahan memperoleh bahan baku. Bahan baku utama yaitu metil formiat diimpor dari Cina yaitu Jiangsu Juming Chemical Process Technology Co., Ltd., bahan baku isopropil eter diimpor dari Cina yaitu Shijiazhuang Xinlongwei Chemical Co., Ltd., sedangkan air diperoleh dari Sungai Musi, Palembang. Lokasi pabrik diusahakan dekat dengan pelabuhan untuk kemudahan dalam penyediaan bahan baku. Kawasan Palembang dipilih karena bahan baku yang diimpor berasal dari Cina maka kawasan Palembang memiliki jarak yang lebih dekat daripada kawasan industri lainnya dan dekat dengan Pelabuhan Internasional Tanjung Api-Api.

c. Tenaga Kerja

Tersedianya tenaga kerja yang terampil mutlak diperlukan untuk menjalankan mesin-mesin produksi. Sumatera Selatan, khususnya Palembang merupakan kawasan industri yang sudah mapan. Untuk mendapatkan tenaga kerja yang ahli maupun kasar dari daerah sekitar industri cukup mudah.

d. Penyediaan Utilitas

Utilitas yang diperlukan adalah listrik, air, udara tekan, dan bahan bakar. Untuk penyediaan air dapat diperoleh dari Sungai Musi, sedangkan bahan bakar sebagai sumber energi dapat diperoleh dengan membeli dari Pertamina Sei Gerong, Plaju, Sumatera Selatan dan untuk listrik didapat dari PLN dan penyediaan generator sebagai cadangan apabila terjadi gangguan pada PLN.

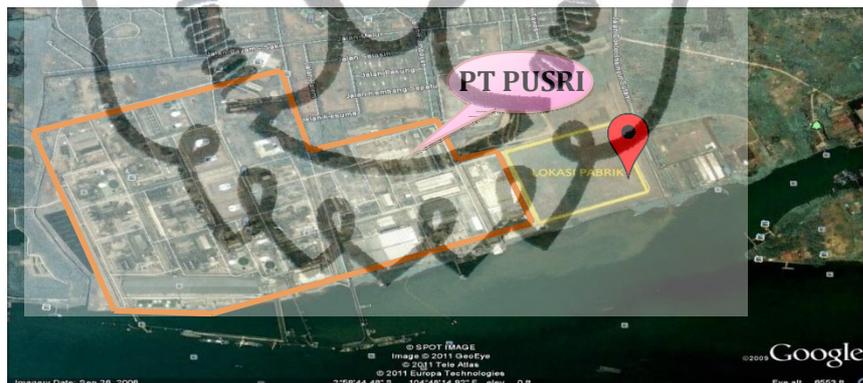
2. Faktor Sekunder

a. Karakteristik Lokasi

Karakteristik lokasi ini menyangkut iklim di daerah tersebut, kemungkinan terjadinya banjir, serta kondisi sosial masyarakat. Kondisi iklim di Palembang seperti iklim di Indonesia pada umumnya dan tidak membawa pengaruh besar pada proses produksi.

b. Faktor-Faktor Lain

Palembang merupakan kawasan industri yang sudah ditetapkan oleh pemerintah sehingga hal-hal yang sangat dibutuhkan dalam kelangsungan proses produksi suatu pabrik telah tersedia dengan baik seperti sarana transportasi, energi, keamanan lingkungan, faktor sosial, perluasan pabrik serta unit Instalasi Penolahan Air Limbah (IPAL) yang sedang diperluas oleh pemerintah Palembang.



Gambar I-3 Pemilihan Lokasi Pabrik

I.4. Tinjauan Pustaka

I.4.1. Macam-macam Proses

Ada beberapa proses yang dikenal dalam pembuatan asam formiat, yaitu:

1. Oksidasi *Butane* pada Fase Cair

Pada proses ini asam formiat didapat dari hasil samping oksidasi *butane* atau *naphta* ringan pada pembuatan asam asetat.

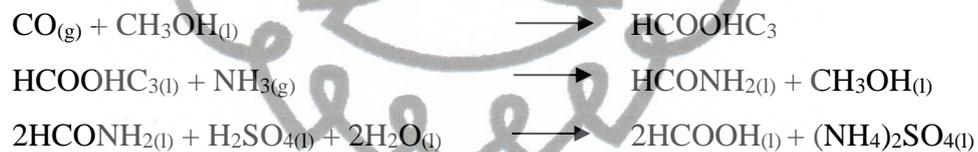
Reaksi yang terjadi, yaitu:



Butane segar, *recycle butane* dan udara diumpankan ke dalam reaktor yang dikondisikan pada suhu 180 °C dan tekanan 50 atm. Produk dari *butane* yang tidak bereaksi dipisahkan oleh separator gas-cair dan separator cair-cair. Pada separator gas-cair fasa atas yang kaya akan *butane* dikembalikan ke reaktor sedangkan gasnya dikondensasikan pada suhu -5 °C sebelum dikirim ke absorber untuk diambil kandungan butananya. Pada separator cair-cair dipisahkan fase bawah yaitu asam asetat, air, metil etil keton, metil asetat, etil asetat, asetaldehid, dan asam formiat dipisahkan pada menara distilasi. Hasil bawah kemudian dimasukkan ke kolom *solvent* untuk diambil aseton, metil asetat, etil asetat, dan metil etil keton. Sisanya dikeringkan dan melalui serangkaian kolom distilasi untuk memperoleh asam formiat. *Yield* dari asam formiat adalah sekitar 1 lb tiap 20 lb asam asetat yang dihasilkan. Kemurnian asam formiat yang dihasilkan pada proses ini mencapai 99% (Mc. Ketta, 1975).

2. Reaksi Hidrolisis *Formamide*

Reaksi yang terjadi, yaitu:



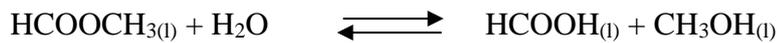
Karbonasi metanol dengan gas CO membentuk metil formiat pada temperatur 80 °C dan tekanan 45 atm. Pada tahap ini ditambahkan katalis sodium (*sodium metoxide*) 2% berat kebutuhan metanolnya. Kemudian terjadi amolisis metil formiat dengan ammonia membentuk *formamide* pada suhu 65 °C dan tekanan 13 atm.

Hidrolisis *formamide* ditambah asam sulfat 68%-74%. Reaksi ini berjalan pada reaktor alir tangki berpengaduk. Amonium sulfat dan asam formiat keluar dari reaktor kemudian masuk ke kiln. Disini asam formiat diuapkan dan selanjutnya masuk ke kolom distilasi, sedangkan ammonium sulfat di *blow down* dan kemudian dikeringkan. *Yield* asam formiat dihasilkan pada proses ini 93% terhadap *formamide* (Mc. Ketta, 1975).

3. Hidrolisis Metil Formiat

Asam formiat diperoleh secara langsung dengan cara hidrolisis metil formiat. Pada proses ini diperoleh hasil samping yaitu metanol.

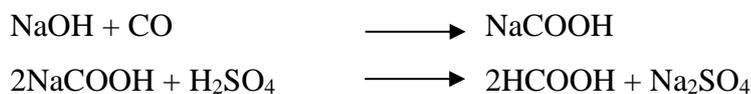
Reaksi yang terjadi, yaitu:



Reaksi berjalan pada suhu 80 °C dan tekanan 3 atm di dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Hasil dari reaktor dialirkan ke dalam menara distilasi 1, dimana metil formiat dan metanol diperoleh sebagai hasil atas lalu dialirkan ke menara distilasi 2 untuk dipisahkan. Metanol diperoleh sebagai hasil bawah menara distilasi 2, sedangkan metil formiat sebagai hasil atas menara distilasi 2 di *recycle* sebagai umpan reaktor. Hasil bawah menara distilasi 1 berisi asam formiat dan air kemudian dialirkan ke menara distilasi 3. Asam formiat diperoleh dari hasil bawah menara distilasi 3 dan air yang merupakan hasil atas menara distilasi 3 di *recycle* sebagai umpan reaktor. Kemurnian asam formiat yang dihasilkan sekitar 82%-85% berat (Mc. Ketta, 1975). Perbandingan mol reaktan air dan metil formiat masuk reaktor adalah 6:1. Pada kondisi itu konversi yang dicapai yaitu 60% (Ullmann, 2002)

4. Reaksi Alkali dengan Karbon Monoksida

Sodium formiat diproduksi melalui natrium hidroksida dengan karbon monoksida. Sodium formiat direaksikan dengan asam sulfat untuk memperoleh asam formiat dan garam sulfat sebagai hasil samping. Reaksi yang terjadi, yaitu:



Pada tahap awal direaksikan antara natrium hidroksida dengan karbon monoksida pada suhu 180 °C dan tekanan 1,5-1,8 MPa membentuk sodium formiat. Sodium formiat yang terbentuk kemudian direaksikan dengan asam sulfat pada tekanan atmosferis, dalam reaktor berpengaduk pada suhu 35 °C membentuk asam formiat dan garam. *Yield* dari asam formiat adalah 90%-95% terhadap CO (Ullmann, 2002).

Tabel I-3 Perbandingan Proses Pembuatan Asam Formiat

Parameter	Proses Pembuatan Asam Formiat			
1. Proses	Oksidasi <i>Butane</i> pada Fase Cair	Reaksi Alkali dengan Karbon Monoksida	Hidrolisis <i>Formamide</i>	Hidrolisis Metil Formiat
2. Kondisi Operasi	Tekanan 50 atm, suhu 180 °C	Tekanan 14,8- 17,76 atm, suhu 180 °C	Tekanan 278 atm, suhu 218 °C	Tekanan 3 atm, suhu 80 °C
3. Kebutuhan katalis	Tidak butuh katalis	Katalis asam sulfat	Tidak butuh katalis	Tidak butuh katalis
4. Hasil	<i>Yield</i> sekitar 1 lb tiap 20 lb asam asetat yang dihasilkan	<i>Yield</i> 90%- 95% terhadap CO	<i>Yield</i> 93% terhadap <i>formamide</i>	Konversi 60%
5. Sisi Ekonomi dan Waktu Tinggal	Merupakan produk samping dari pabrik asam asetat	Perlu 2 jenis reaktor sehingga kurang ekonomis	Kecepatan reaksi sangat lambat (suhu 156 °C, 162 jam)	<i>Residence time</i> 1 jam

Dalam proses pembuatan asam formiat dipilih proses hidrolisis metil formiat. Proses ini dipilih dengan alasan sebagai berikut:

1. Proses hidrolisis tidak membutuhkan katalis sehingga lebih ekonomis.
2. Kondisi operasi relatif rendah dibanding dengan proses yang lain yaitu pada suhu 80 °C dan tekanan 3 atm sehingga memudahkan dalam penanganan prosesnya.
3. Salah satu bahan baku mudah didapat dan murah, yaitu air.
4. Pada proses hidrolisis metil formiat dihasilkan produk samping metanol yang dapat dijual.

I.4.2. Kegunaan Produk

Kegunaan dari produk asam formiat, yaitu:

1. Pada industri karet digunakan sebagai koagulan pada karet alam. Kadar asam formiat yang digunakan sebagai penggumpal pada proses karet alat yaitu 7,1 g/kg lateks.
2. Pada industri tekstil digunakan untuk mengatur pH pada proses pewarnaan kain.
3. Pada industri kulit, digunakan dalam proses penyamakan kulit.

I.4.2. Sifat Fisis dan Kimia

1. Bahan Baku

a. Metil Formiat

Sifat Fisis:

Rumus molekul	: HCOOCH_3
Berat molekul	: 60,05 g/gmol
Fase	: cair
Titik leleh	: $-99\text{ }^\circ\text{C}$
Titik didih	: $32\text{ }^\circ\text{C}$
Suhu kritis	: $21,42\text{ }^\circ\text{C}$
Tekanan kritis	: 59,98 bar
Densitas	: 0,98 g/ml

(Perry, 1997)

Sifat Kimia:

Dengan penambahan *anhydrous ammonia* akan membentuk formamida yang kemudian dengan asam sulfat (75% berat air) akan membentuk ammonium format.

(Kirk and Othmer, 1994)

b. Air

Sifat Fisis:

Rumus molekul	: H_2O
Berat molekul	: 18 g/gmol
Fase	: cair

Titik leleh	: 0 °C
Titik didih	: 100 °C
Suhu kritis	: 374,3 °C
Tekanan kritis	: 217,6 atm
Densitas	: 0,99 g/ml

(Perry, 1997)

Sifat Kimia:

Bersifat normal pada pH 7

(Kirk and Othmer, 1994)

c. Isopropil Eter

Sifat Fisis:

Rumus molekul	: C ₆ H ₁₄ O
Berat molekul	: 102,18 g/gmol
Fase	: cair
Titik leleh	: -85,5 °C
Titik didih	: 68,4 °C
Suhu kritis	: 226,9 °C
Tekanan kritis	: 28,4 atm
Densitas	: 0,76 g/ml

(Kirk and Othmer, 1994)

Sifat Kimia:

Senyawa yang tidak reaktif sehingga digunakan sebagai pelarut *inert* dalam senyawa organik

2. Produk

a. Asam Formiat

Sifat Fisis:

Rumus molekul	: CH ₂ O ₂ atau HCOOH
Berat molekul	: 46 g/gmol
Fase	: cair
Titik leleh	: 8,4 °C
Titik didih	: 100,8 °C

Suhu kritis	: 307 °C
Tekanan kritis	: 217,6 atm
Densitas	: 1,23 g/ml

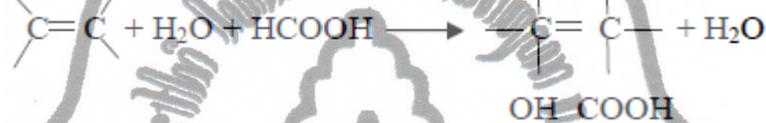
(Perry, 1997)

Sifat Kimia:

Mereduksi hidroksimetil amin menjadi senyawa amina



Bereaksi dengan olefin dengan adanya hidrogen peroksida membentuk glikol format



(Kirk and Othmer, 1994)

b. Metanol

Sifat Fisis:

Rumus molekul	: CH ₃ OH
Berat molekul	: 32 g/gmol
Fase	: cair
Titik leleh	: 67,8 °C
Titik didih	: 64,7 °C
Suhu kritis	: 500 °C
Tekanan kritis	: 28,4 atm
Densitas	: 0,81 g/ml

(Perry, 1997)

Sifat Kimia:

Alkohol dapat didehidrasi dengan memanaskannya bersama asam kuat, reaksi dehidrasi alkohol akan membentuk alkena.

Reaksi yang terjadi, yaitu:

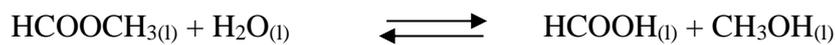


(Kirk and Othmer, 1994)

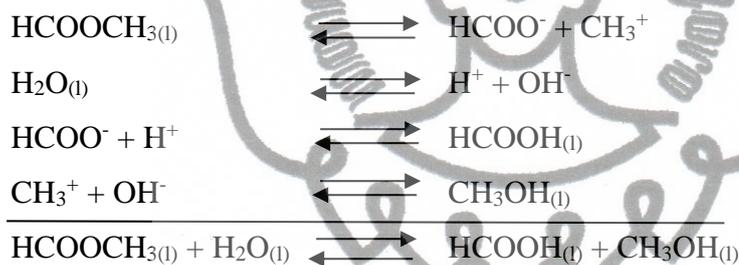
I.4.3 Tinjauan Proses Secara Umum

Proses pembuatan asam formiat ini tergolong reaksi hidrolisis. Metil formiat dihidrolisis menghasilkan asam formiat dan metanol.

Reaksi yang terjadi, yaitu:



Keluaran reaktor dikirim ke menara distilasi pertama dimana metanol dan metil formiat diambil dari seksi atas lalu dimasukkan ke menara distilasi kedua untuk memisahkan metanol dan metil formiat. Sedangkan untuk seksi bawah dari menara distilasi pertama yang berisi asam formiat dan sisa air kemudian dialirkan ke bagian pemurnian asam formiat. Dasar dari pemurnian ini adalah untuk mendapatkan asam formiat 85% berat dalam larutan. Reaksi yang terjadi antara metil formiat membentuk asam formiat dan metanol adalah reaksi hidrolisis dengan mekanisme sebagai berikut:



(Mc. Ketta, 1975)