LAPORAN TUGAS PRARANCANGAN PABRIK

PRARANCANGAN PABRIK ASAM FORMIAT DARI METIL FORMAT DAN AIR KAPASITAS 13.150 TON/TAHUN



Oleh:
Lusiningtyas
D 500 040 003

Dosen Pembimbing : Akida Mulyaningtyas, S.T., MSc. Emi Erawati, S.T.

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA SURAKARTA 2008

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Kebutuhan dunia akan bahan - bahan kimia semakin meningkat dari tahun ke tahun, termasuk kebutuhan di sektor industri kimia. Hal ini sejalan dengan meningkatnya kebutuhan akan bahan-bahan kimia sebagai bahan penunjang proses-proses dalam industri, salah satunya adalah asam formiat. PT. Sintas Kurama Perdana, sebagai satu-satunya industri kimia di Indonesia yang memproduksi asam formiat

Asam formiat atau asam metanoat dengan rumus molekul HCOOH memiliki sifat tidak berwarna, larut dalam air, memiliki titik didih 100,8 °C dan titik beku 8,3 °C. (http://en.wikipedia.org/wiki/formic_acid)

Penggunaan asam formiat cukup besar. Konsumen asam formiat terbesar adalah industri karet, dalam industri ini asam formiat digunakan sebagai koagulan karet latex. Selain industri karet, asam fomiat juga digunakan pada industri tekstil dalam hal proses *dyeing* dan *finishing* sebagai *conditioner*. Sedangkan dalam industri kulit, asam formiat digunakan untuk menetralisir kapur. Dan dalam jumlah yang sedikit, asam formiat juga digunakan sebagai intermediat bahan-bahan farmasi dan bahan kimia lainnya.

Penggunaan asam formiat yang akan semakin meningkat seiring dengan perkembangan industri-industri pengguna asam formiat terus berlangsung terutama industri tekstil, farmasi, dan karet.

Selama ini, kebutuhan asam formiat di dalam negeri di penuhi oleh PT Sintas Kurama Perdana yang berlokasi di Kawasan Industri Kujang Cikampek dengan kapasitas produksi 11.000 ton/tahun dan impor dari luar negeri.

Perancangan pabrik asam formiat ini menggunakan metil format dan air sebagai bahan baku. Metil format harus didatangkan dari luar negeri karena di Indonesia belum ada pabrik yang secara khusus memproduksi metil



format, tetapi karena air yang tersedia sangat melimpah dan kebutuhan asam formiat semakin meningkat maka hal ini dapat digunakan sebagai pertimbangan yang lebih lanjut untuk memproduksi asam formiat di dalam negeri. Dengan memproduksi asam formiat sendiri, akan menghemat devisa Negara, dan menciptakan tambahan lapangan pekerjaan.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka pabrik asam formiat layak di dirikan di Indonesia.

1.2. Kapasitas Perancangan

Beberapa faktor yang diperlukan dalam menentukan kapasitas pabrik asam formiat adalah sebagai berikut :

- Kebutuhan asam formiat di berbagai sektor industri yang semakin meningkat, sedangkan persediaan yang sudah ada sebesar 11.000 ton/tahun oleh PT Sintas Kurama Perdana)
- 2. Mengurangi jumlah impor asam formiat, sehingga dapat menghemat devisa Negara.

TAHUN VOLUME (TON) HARGA (US\$) 2000 1064,776 598444 2001 1303,761 571417 2002 1269,581 606767 2003 2840,894 1477771 2004 2536,515 1316586 2005 3142,590 1807521

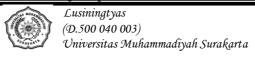
Tabel.1. Data impor Asam Format tahun 2000 - 2006

(Sumber : Badan Pusat Statistik, Jakarta - Indonesia)

3705,953

3. Ketersediaan bahan baku. Bahan baku metil format di impor dari *Zhengzhou Senao Chemical Co., Ltd*, Cina, tetapi ketersediaan air sangat melimpah, sehingga dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk mendirikan sebuah pabrik yang mengolah metil format dengan air menjadi produk asam formiat.

2212926



2006

1.3. Lokasi Pabrik

Kelangsungan suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh ketepatan dalam pemilihan lokasi suatu pabrik, karena berhubungan langsung dengan nilai ekonomis pabrik yang akan didirikan.

Berdasarkan beberapa pertimbangan, pabrik asam format akan didirikan di wilayah Cikampek, Karawang, Jawa barat.

Secara garis besar, terdapat dua faktor yang dapat mempengaruhi lokasi suatu pabrik :

1. Faktor Utama

Faktor utama dalam pemilihan lokasi pabrik adalah sebagai berikut :

a. Sumber bahan baku

Lokasi pabrik yang dipilih hendaknya dekat dengan sumber bahan baku, agar menghemat biaya transportasi. Metil format sebagai bahan baku yang diimpor, tetapi air yang digunakan dapat disediakan dengan mudah oleh sungai Curug.

b. Tenaga kerja

Wilayah Cikampek merupakan salah satu daerah pusat perekonomian di wilayah Jawa barat, sehingga penyediaan tenaga kerja kasar maupun terdidik dapat diperoleh di wilayah sekitarnya.

c. Utilitas

Fasilitas utilitas yang meliputi penyediaan air, bahan bakar, dan listrik. Kebutuhan listrik dapat dipenuhi dengan memanfaatkan listrik dari PLN maupun swasta. Penyediaan air diperoleh dari sungai Curug dan Pelabuhan Tanjung Priok

2. Faktor sekunder

Faktor sekunder juga harus mendapat perhatian di dalam pemilihan lokasi pabrik karena faktor-faktor yang ada di dalamnya selalu menjadi pertimbangan agar pemilihan pabrik dan proses produksi dapat berjalan lancar.

Faktor sekunder yang mendukung:

- a. Harga tanah dan gedung dikaitkan dengan rencana di masa yang akan datang.
- b. Kemungkinan perluasan pabrik.
- c. Sarana transportasi, seperti jalan raya, rel kereta api dan pelabuhan laut.
- d. Tersedianya fasilitas servis, misalnya disekitar lokasi pabrik tersebut atau jarak yang relative dekat dari bengkel besar dan semacamnya.
- e. Tersedianya air yang cukup.
- f. Peraturan pemerintah setempat.
- g. Keadaan masyarakat sekitar (sikap dan keamanan)
- h. Keadaan tanah untuk rencana pembangunan
- i. Perumahan penduduk dan bangunan lain.

1.4. Tinjauan Pustaka

Asam formiat telah diproduksi sejak tahun 1960 dan menjadi produk samping yang sangat berharga pada pembuatan asam asetat dengan oksidasi hidrokarbon fase cair. Sejak saat itu, produksi ditingkatkan dan kapasitas dunia mencapai sekitar 330.000 ton/tahun. Asam formiat digunakan berbagai jenis pabrik, termasuk digunakan pada makanan ternak yang disimpan di gudang, *finishing* tekstil, dan sebagai bahan kimia *intermediate*. (Kirk Othmer, 1987)

1.4.1. Macam-macam proses pembuatan asam formiat :

1. Proses Oksidasi Butena

Oksidasi fase cair pada butena dan naphta menghasilkan hasil samping berupa asam formiat. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

$$C_4H_8 + 3O_2 \longrightarrow CH_3COOH + 2HCOOH....(1.1)$$

Proses yang terjadi adalah sebagi berikut:

Oksidasi butena dengan udara pada temperatur 180 °C tekanan 150 atm. Butena sisa dan hasil reaktor kemudian masuk dalam separator gas - cair.

Gas dari separator gas – cair didinginkan kemudian masuk dalam separator

gas - cair didinginkan kemudian masuk ke absorber, butena yang diserap didistilasi pada tekanan 4 atm dalam *stripper* dan di*recycle* ke reaktor. Kemudian cairan keluar dari separator cair - cair terdiri dari asam asetat, metil etil keton, metil asetat dan asam formiat, dipisahkan dalam kolom distilasi. Secara keseluruhan *yield* pada proses ini sekitar 40 % - 50 % karena asam formiat hanya merupakan hasil samping dari produk utama asam asetat. (Kirk Othmer, 1978)

2. Proses Sintesa dari Sodium Hidroksida, Karbon Monoksida dan Asam Sulfat.

Reaksi yang terjadi:

$$CO + NaOH \longrightarrow HCOONa...$$
 (1.2)

$$HCOONa + H_2SO_4 \longrightarrow HCOOH + Na_2SO_4...$$
 (1.3)

Mula-mula karbon monoksida dicampur dengan natrium hidroksida membentuk natrium formiat. Reaksi ini berjalan pada suhu 180 °C dan tekanan 15 - 18 atm, kemudian natrium formiat ditambahkan dengan asam sulfat dalam reaktor berpengaduk, pada suhu 350 °C dan tekanan atmosfer. Campuran yang dihasilkan dipisahkan dalam evaporator dalam tekanan normal dan suhu 100 – 120 °C untuk mendapatkan asam formiat dan sodium sulfat kering. Pada proses ini rendemen yang diperoleh adalah 90 % dengan konsentrasi produk 75 % asam formiat dalam air. (Kirk Othmer, 1978)

3. Reaksi Hidrolisa Formamid

Reaksi yang terjadi:

$$CO + CH_3OH \longrightarrow HCOOHC_3....(1.4)$$

$$HCOOHC_3 + NH_3 \longrightarrow HCONH_2 + CH_3OH....(1.5)$$

$$HCONH_2 + H_2SO_4 \longrightarrow HCOOH + (NH_4)_2SO_4....(1.6)$$

Proses yang terjadi adalah:

Karbonasi metanol dengan gas CO membentuk metil format pada temperatur 80 °C dan tekanan 45 atm. Pada tahap ini, ditambahkan katalis sodium atau *potassium metoxide* 2,5 % berat dari kebutuhan metanolnya.

Kemudian terjadi amolisis metil format dengan ammonia membentuk formamide pada suhu 80 - 100 °C dan tekanan 0,4 - 0,6 Mpa.

Hidrolisa formamide ditambah asam sulfat 68% - 74% pada suhu 85 °C. Reaksi ini berjalan pada reaktor berpengaduk. Amonium sulfat dan asam formiat keluar dari reaktor kemudian masuk ke klin. Disini asam formiat diuapkan dan selanjutnya masuk ke kolom distilasi, sedangkan ammonium sulfat di *blow down* dan kemudian dikeringkan. Rendemen asam formiat yang dihasilkan pada proses ini 93 %. (Kirk Othmer, 1978)

4. Hidrolisa Metil Format

Hidrolisa metil format merupakan teknologi proses yang sederhana. Kesetimbangan hidrolisa relatif tidak berpengaruh, tetapi tergantung dari konsentrasi air dengan pengaruh stoikiometri dari air, di mana konsekuensi metode efisiensi energi dari pengaruh perubahan air sangat diperlukan. Lebih dari itu metil format mempunyai tingkat volatilitas tinggi (mudah menguap) dengan bp (bubble point = 32 °C) dan asam formiat tergolong asam kuat dari katalis reesterifikasi.

Proses ini berlangsung pada temperatur 54,7 °C serta tekanan operasi 1 atm. Reaksi ini menghasilkan produk samping methanol, yang dalam perkembangannya dapat direaksikan dengan CO menghasilkan metil format.

Reaksi yang terjadi:

$$HCOOCH_3 + H_2O \longrightarrow HCOOH + CH_3OH....(1.7)$$

Ada beberapa pertimbangan yang digunakan dalam menentukan proses yang dipakai antara lain :

- a. Merupakan proses yang komersial, dalam arti sering dipakai. Dalam hal ini diantara keempat proses yang ada yang paling sering dikembangkan secara komersial adalah proses hidrolisis metil formiat.
- b. Pabrik asam formiat yang sudah ada di Indonesia yaitu PT. Sintas Kurama Perdana dengan kapasitas 11.000 ton/tahun.

- c. Proses dapat menghasilkan produk dengan komposisi yang relatif tinggi. Kemurnian produknya 85% berat, jadi cukup ekonomis untuk dikembangkan.
- d. Proses beroperasi pada tekanan rendah, sehingga dapat mengurangi biaya investasi dan mengurangi tingkat bahaya yang tinggi. Pada proses hidrolisa asam formiat diperlukan kondisi tekanan yang relatif lebih rendah sehingga investasi lebih rendah
- e. Proses menggunakan sedikit tahapan reaksi, sehingga lebih sedikit peralatan yang diperlukan untuk reaksi. Dalam hal ini proses hidrolisa metil formiat yang memiliki tahapan reaksi paling sederhana dibanding proses lain.

1.4.2. Kegunaan Produk

Pemakaian asam formiat sebagai produk intermediat untuk kepentingan industri cukup luas, di antaranya sebagai berikut :

- a. Banyak digunakan dalam industri karet yaitu sebagai bahan koagulasi karet alam.
- b. Banyak digunakan dalam industri farmasi, terutama untuk desinfektan, obat-obatan dan dipakai sebagai zat pengawet.
- c. Dalam industri tekstil digunakan dalam proses *dyeing* dan *finishing* sebagai *conditioner*.
- d. Dalam industri kulit digunakan untuk menetralisir kapur.
- e. Asam formiat juga digunakan dalam industri makanan, terutama digunakan untuk mengasamkan makanan ternak.

1.4.3. Sifat Fisis dan Kimia Bahan baku dan Produk

1. Bahan baku

A. Metil Format

1) Sifat- sifat Fisis

Rumus Molekul : HCOOCH₃

Berat molekul : 60,05 g/mol

Densitas pada 25°C : 0,98 g/mL

Titik Lebur : -100°C



Titik Didih : 32°C

2) Sifat-sifat Kimia

Dengan penambahan ammonia menghasilkan formamid, dan kemudian formamid dihidrolisis dengan asam sulfat menghasilkan asam formiat.

$$HCOOCH_3 + NH_3 \longrightarrow HCONH_2 + CH_3OH....(1.8)$$

$$2HCONH_2 + H_2SO_4 + 2H_2O \longrightarrow 2HCOOH + (NH_4)_2SO_4(1.9)$$

Metil format dihidrolisis akan menghasilkan asam formiat dan methanol.

$$HCOOCH_3 + H_2O \longrightarrow HCOOH + CH_3OH....(1.10)$$

(http://en.wikipedia.org/wiki/methyl_formate)

B. Air

1) Sifat-sifat Fisis

Rumus Molekul : H₂O

Berat molekul : 18,015 g/mol

Densitas pada 20°C : 0,998 g/mL

Titik Lebur : 0°C

Titik Didih : 100°C

Spesifik heat capacity : 4,184 J/g.K, pada 20°C

- 2) Sifat-sifat Kimia
 - 1. Bereaksi dengan karbon monoksida membentuk asam formiat

$$CO + H_2O \longrightarrow HCOOH....(1.11)$$

2. Bereaksi dengan metil formiat membentuk asam formiat dengan methanol

$$HCOOCH_3 + H_2O \longrightarrow HCOOH + CH_3OH....(1.12)$$

(http://en.wikipedia.org/wiki/water)

C. Isopropil Eter

1) Sifat-sifat Fisis

Rumus Molekul : $(CH_3)_2CHOCH(CH_3)_2$

Berat molekul : 102, 18 g/mol

Titik didihh : 69 °C Titik leleh : -60 °C

Densitas, 20° C : 0.72 g/cm^3

Flash point : -28 °C

Kelarutan dalam air : rendah (Tidak larut dalam air)

Warna : Tidak Berwarna

2. Produk

A. Asam formiat

1) Sifat fisis

a. Berat molekul = 46,025 g/mol

b. Konstan ionisasi pada 20° C = 1,765 x 10^{4}

c. Titik didih = 100.8 °C

d. Titik leleh = 8.4 °C

e. Spesivik gravity pada 40° C = 1,22647

f. Tegangan permukaan = 37,0 dyne/cm

g. Viskositas pada suhu 25° C = 1,57 cP

h. Kapasitas panas, cair, 22° C = 0,514 kal/g $^{\circ}$ C

i. Panas penguapan, 100° C = 104 kal/g $^{\circ}$ C

j. Panas pembakaran, 25°C = -60,9 kkal/mol

(http://en.wikipedia.org/wiki/formic_acid)

2) Sifat kimia

Asam formiat merupakan asam terkuat dari seri homolog gugus karboksilat. Asam formiat mengalami beberapa reaksi kimia, yaitu dekomposisi, reaksi adisi, siklisasi, asilasi.

a. Dekomposisi

Asam formiat stabil pada suhu kamar dan dapat didistilasi pada tekanan atmosfer tanpa dekomposisi. Pada temperatur tinggi, asam formiat terdekomposisi menjadi karbon monoksida dan air pada temperatur 200 °C dengan katalis alumina berlebih atau karbon dioksida dan hidrogen pada temperatur 100 °C dengan katalis nikel berlebih.

$$HCOOH ====> CO_2 + H_2.....(1.13)$$
 $HCOOH ====> CO + H_2O.....(1.14)$

b. Reaksi Adisi

Dalam reaksi adisi, asam formiat memecah ikatan rangkap karbon-karbon menjadi bentuk ester.

RCH=CH₂ + HCOOH
$$\longrightarrow$$
 R-C-CH₃(1.16)

c. Reaksi Siklisasi

Ortho penylin diamin bereaksi dengan asam formiat membentuk bensimidasol.

$$\begin{array}{c|c} NH_2 & H_2N \\ \hline NH_2 + HCOOH \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} H_2N \\ \hline \end{array} \begin{array}{c} N \\ \end{array} \begin{array}{c} N \\ \hline \end{array} \begin{array}{c} N \\ \end{array} \begin{array}{c} N \end{array} \begin{array}{c} N \\ \end{array} \begin{array}{c} N \\ \end{array} \begin{array}{c} N \end{array} \end{array} \begin{array}{c} N \\ \end{array} \begin{array}{c} N \end{array} \begin{array}{c} N \\ \end{array} \begin{array}{c} N \end{array} \begin{array}{c} N \end{array} \end{array} \begin{array}{c} N \end{array}$$

d. Reaksi Asilasi

Asam formiat ester bereaksi dengan aldehid dan keton membentuk hidroksimetilen.

(http://www.sintas90.co.id/sintesis.htm)

B. Metanol

1) Sifat Fisis

Rumus Molekul : CH₃OH

Berat Molekul : 32,04 g/mol

Kenampakan : Cairan tak berwarna

Densitas ,25°C : 0,7918 g/mL

Titik didih : $64,7^{\circ}$ C

Titik Lebur : -97°C

Kelarutan : mudah larut dalam air

Viskositas : 0,5410 Cp

2) Sifat kimia

1. Bereaksi dengan karbon monoksida membentuk metil formiat

$$CO + CH_3OH \longrightarrow HCOOCH_3....(1.19)$$

2. Dehidrogenasi methanol pada fase gas, membentuk metil formiat dengan hidrogen.

2CH₃OH
$$\longrightarrow$$
 HCOOCH₃ + 2H₂.....(1.20)

 Reaksi kimia methanol yang terbakar diudara dan membentuk karbondioksida dan air.

$$2CH_3OH + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 4 H_2O....(1.21)$$

(http://en.wikipedia.org/wiki/Methanol)

1.4.4. Tinjauan Proses secara Umum

Proses yang dipilih dalam perancangan pabrik asam formiat ini adalah hidrolisis metil format, dengan reaksi :

$$HCOOCH_3 + H_2O \longrightarrow HCOOH + CH_3OH....(1.22)$$

Reaksi terjadi pada suhu 54,7 °C dan tekanan 1 atm. Hasil yang keluar reaktor RATB berupa asam formiat, methanol, H₂O dan metil format. Hasil reaktor kemudian dipisahkan dengan menggunakan menara distilasi-01, dimana metanol, metil format dengan sedikit H₂O sebagai distilat pada suhu 53.54°C dan asam formiat, H₂O dengan sedikit metanol sebagai hasil bawah pada suhu 100,15°C.

Distilat menara distilasi-01 dipisahkan di dalam menara distilasi-02 (MD-02) pada tekanan 1 atm, suhu 53,5°C untuk memurnikan metanol sebagai hasil samping, dimana metanol 99% sebagai hasil bawah menara distilasi-02 pada tekanan 1 atm, suhu 81,69°C di alirkan menuju tangki penyimpanan produk (T-03) dan metil format dengan sedikit metanol pada tekanan 1 atm, suhu 32,4°C di *recycle* sebagai umpan reaktor.

Hasil bawah menara distilasi-01 diekstraksi dengan menggunakan isopropil eter sebagai pelarut di dalam ekstraktor (Ex-01) pada tekanan 1 atm, suhu 32°C. H2O dengan sedikit asam formiat sebagai rafinat yang akan di buang ke unit pengolahan limbah, sedangkan Asam formiat dengan sedikit air sebagai ekstrak di murnikan dengan menara distilasi-03 (MD-03) pada tekanan 1 atam, suhu 91,63°C dimana isopropil eter sebagai distilat pada suhu 72,28°C, tekanan 1 atm di *recycle* menuju ekstraktor sebagai pelarut dan hasil bawah pada tekanan 1 atam, suhu 100,56°C berupa asam formiat 90% sebagai produk utama di alirkan ke tangki penyimpanan produk (T-04).