

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia adalah negara berkembang. Perkembangan penduduk yang pesat ini menyebabkan meningkatnya kebutuhan akan pangan, sandang dan papan. Perubahan pola hidup masyarakat Indonesia juga menyebabkan tingginya kebutuhan akan kosmetik, antiseptik dan obat-obatan. Pertumbuhan industri, transportasi dan teknologi, meningkatkan kebutuhan bahan bakar. Diantara kebutuhan-kebutuhan tersebut, gliserol memegang peranan yang besar. Gliserol dapat berperan sebagai pelarut bahan kosmetik, obat-obatan antiseptik, dan sebagai bahan bakar alternatif.

Perkembangan industri di Indonesia, khususnya industri kimia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan kualitas maupun kuantitas baik industri yang menghasilkan bahan jadi maupun industri yang menghasilkan bahan setengah jadi. Pembangunan industri kimia yang menghasilkan produk kimia ini sangatlah penting karena dapat mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap industri luar negeri yang pada akhirnya akan dapat mengurangi pengeluaran devisa untuk mengimpor barang tersebut, termasuk diantaranya adalah gliserol.

Gliserol digunakan secara luas pada berbagai industri kimia, seperti industri makanan, industri farmasi (obat – obatan) dan kedokteran, serta industri kosmetik. Selain itu gliserol juga digunakan untuk pembuatan bahan

peledak, minyak vernis, resin, tinta printer, bola golf, dan sebagai bahan anti beku.

Pada tahun 1779, gliserol dihasilkan dari gliserida dalam minyak/lemak. Sejak tahun 1949, gliserol sintetis telah di produksi diantaranya Amerika Serikat yang memproduksi 30% gliserol sintetis. Kebutuhan gliserol sintetis sangat besar dan cenderung meningkat setiap tahunnya. Hal ini tidak diimbangi dengan adanya pabrik yang memproduksi gliserol sintetis di Indonesia karena selama ini, Indonesia hanya memproduksi gliserol dari hasil samping pembuatan sabun.

Untuk menghilangkan ketergantungan terhadap impor dan menciptakan kemandirian industri kimia di Indonesia maka perlu adanya usaha peningkatan kuantitas dan kualitas produksi dengan cara pengembangan proses dan pendirian pabrik baru. Oleh karena itu, sudah waktunya didirikan pabrik gliserol sintetis di Indonesia dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Pendirian pabrik gliserol sintetis dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.
2. Dapat diekspor sehingga dapat menambah devisa negara
3. Mendorong berkembangnya industri kimia lain yang menggunakan bahan baku gliserol.
4. Membuka lapangan kerja baru sehingga dapat menyelesaikan masalah ketenagakerjaan.

## 1.2 Kapasitas Perancangan

Untuk merencanakan kapasitas produksi senantiasa dengan memperhatikan faktor teknis, finansial, ekonomi dan kapasitas maksimal. Dari segi teknis industri gliserol yang direncanakan memperhatikan peluang pasar, segi ketersediaan dan kontinuitas bahan baku, selain faktor teknis lain yang sangat mempengaruhi yaitu sarana transportasi. Dari segi ekonomis pendirian industri gliserol harus memperhatikan profitabilitas selain modal yang harus disediakan dan pada akhirnya harus melihat kondisi finansial nasional. Oleh karena itu, perlu adanya pertimbangan-pertimbangan untuk menentukan kapasitas pabrik gliserol yang akan didirikan. Berikut adalah pertimbangan penentuan kapasitas pabrik gliserol.

### 1. Ketersediaan bahan baku

Keberadaan dan kontinuitas ketersediaan bahan baku merupakan faktor penting bagi kelangsungan proses produksi. Pabrik gliserol ini memerlukan baku alil alkohol yang akan di impor dari jepang dengan kapasitas produksi 300.000 ton / tahun dan bahan baku hidrogen peroksida diperoleh dari PT Peroksida Indonesia Pratama yang berada di Cikampek, Jawa Barat dengan kapasitas 24.800 ton / tahun. Selain itu diperoleh dari PT Degussa Peroxide indonesia yang berada di bekasi dengan kapasitas 48.000 ton / tahun. Sedangkan katalis  $H_2WO_4$  di impor dari Anchor Chemical Industry di India.

2. Data pabrik gliserol yang beroperasi

Gliserol memiliki peranan penting dalam dunia industri. Gliserol digunakan secara luas pada berbagai industri kimia, seperti industri makanan, industri farmasi (obat – obatan) dan kedokteran, serta industri kosmetik. Selain itu gliserol juga digunakan untuk pembuatan bahan peledak, minyak vernis, resin, tinta printer, bola golf, dan sebagai bahan anti beku. Data pabrik gliserol yang sudah didirikan di Indonesia beserta kapasitas produksi gliserol dapat dilihat pada tabel 1.1 berikut ini.

Tabel 1.1 Produksi Gliserol di Indonesia

<b>Nama Pabrik</b>	<b>Kapasitas Produksi (ton/tahun)</b>
PT Sinar Oleochemical	12.250
PT Flora Sawita	5.400
PT Cisadane Raya Chemical	5.500
PT Sumi Asih	3.500
PT Sayap Mas Utama	4.000
PT Bukit Perak	1.440
PT Wings Surya	3.500
PT Unilever	8.450

(Direktorat Jendral Industri Argo dan Kimia. 2009)

Dari tabel 1.1 terlihat bahwa kebutuhan gliserol cukup dipertimbangkan. Hal ini disebabkan pabrik gliserol di Indonesia belum dapat mencukupi kebutuhan gliserol.

### 3. Kebutuhan gliserol di Indonesia

Proyeksi kebutuhan Gliserol dapat dicari melalui data impor. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), Indonesia memiliki jumlah kebutuhan impor Gliserol yang dapat dilihat pada table 1.2

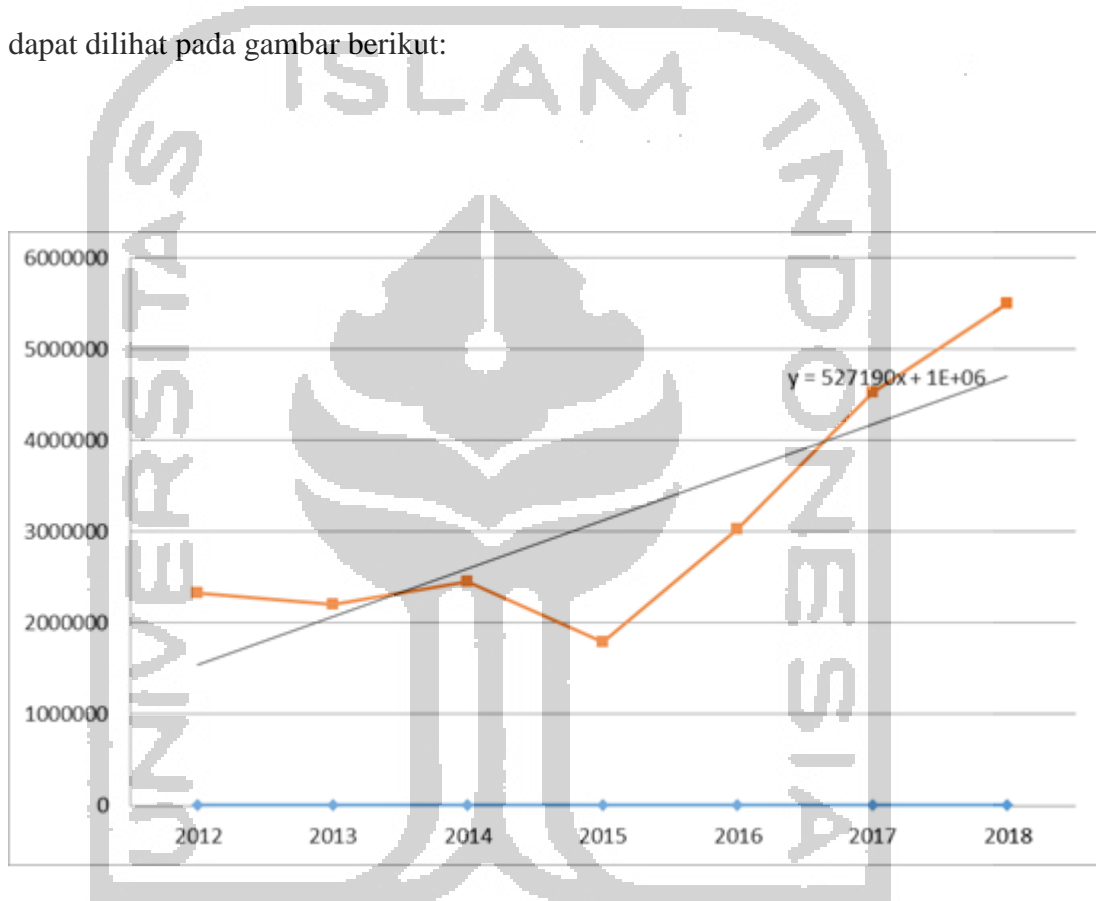
Tabel 1.2 Data Import gliserol di Indonesia tahun 2013-2018

Tahun	Import (KG)
2013	1602495
2014	1720008
2015	2737136
2016	2971125
2017	3112961
2018	3264522

(Sumber : bps.go.id)

Konsumsi gliserol di Indonesia diperkirakan akan terus meningkat. Proyeksi pertumbuhan tersebut didasari semakin membaiknya perekonomian nasional dan peningkatan daya beli masyarakat, serta penambahan jumlah penduduk. Peningkatan konsumsi gliserol didasarkan atas perkembangan industri pemakainya yang mengalami perkembangan cukup pesat. Di samping masih tingginya minat investasi pada sektor industri, industri pemakai yang ada juga aktif melakukan

perluasan pabrik. Pabrik yang didirikan ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan gliserol dalam industri di Indonesia. Prediksi kapasitas pabrik diambil berdasarkan data statistik yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) perihal data kebutuhan gliserol di Indonesia. Peningkatan kebutuhan gliserol dari tahun ke tahun dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1.1 Data kebutuhan gliserol di Indonesia (kg/tahun)

Dengan menggunakan persamaan garis lurus pada grafik  $y = ax + b$

Keterangan:  $y$  = Kebutuhan Gliserol, ton/tahun

$x$  = tahun ke-  $i$

$b$  = intersep

$a$  = gradien garis miring

Diperoleh persamaan garis lurus  $y = 527190x - 100000$  ton/tahun. Dari persamaan tersebut diketahui bahwa kebutuhan gliserol di Indonesia pada tahun 2023 adalah :

$$y = 527190x - 100000$$

$$y = 363514(2023) - 100000$$

$$y = 7853470 \text{ kg/tahun}$$

$$y = 7853,47 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan data kebutuhan gliserol dengan pertimbangan produksi bahan baku di tahun 2023, maka besarnya kapasitas pabrik gliserol yang direncanakan sebesar 10.000 ton/tahun.

### 1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik merupakan aspek penting yang menentukan keberhasilan suatu industri dalam segi teknik maupun ekonomi. Beberapa faktor perlu diperhatikan dalam memilih lokasi pabrik sehingga diperoleh keuntungan jangka panjang dan mempermudah dalam mengambil perkiraan akan adanya kemungkinan ekspansi pabrik dimasa yang akan datang.

Pemilihan lokasi pabrik didasarkan pada pertimbangan beberapa faktor yang memberikan keuntungan atas pendirian pabrik ini, baik dari sisi ekonomi maupun teknik. Dari faktor-faktor tersebut, kota Karawang, Jawa Barat dipilih sebagai lokasi untuk mendirikan pabrik ini. Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan kota kerawang tersebut adalah :

1. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan operasi pabrik sehingga keberadaannya harus benar – benar diperhatikan. Alil alkohol yang menjadi bahan baku utama pabrik Gliserol diimpor dari Jepang yaitu Daicel Chemical Industries dengan kapasitas produksi sebesar 300.000 ton/tahun. Oleh karena itu untuk mendapatkan kemudahan maka perencanaan lokasi pabrik diusahakan dekat dengan pelabuhan. Sedangkan bahan baku hidrogen peroksida diperoleh dari PT Peroksida Pratama dengan kapasitas produksi sebesar 24.480 ton/tahun dan PT Degussa Peroxide Indonesia dengan kapasitas produksi sebesar 48.000 ton/tahun.

## 2. Pemasaran

Dari segi pemasaran, dipilih lokasi pabrik di Karawang, karena disekitar kawasan tersebut banyak berdiri industri hilir yang memanfaatkan produk gliserol, juga lokasi pabrik yang dipilih dekat dengan pelabuhan sehingga dapat mengurangi biaya transportasi produk dari pabrik ke kapal pengangkut untuk dipasarkan ke tempat tujuan jadi menguntungkan untuk pemasaran produk didalam maupun di luar negeri.

## 3. Utilitas

Utilitas yang dibutuhkan adalah keperluan listrik, air, dan bahan bakar. Kebutuhan tenaga listrik diperoleh dari PLN dengan cadangan generator pembangkit yang dibangun sendiri. Pabrik ini memerlukan air yang cukup banyak, baik alat-alat pendingin, steam, air proses, keperluan air minum dan keperluan lainnya. Untuk semua pemenuhan kebutuhan air ini, pabrik gliserol memproses air dari sungai Cilamaya, Karawang, Jawa Barat. namun harus



melalui treatment terlebih dahulu untuk air yang digunakan sebagai umpan boiler. Untuk air pendingin, pabrik gliserol juga membuat Cooling Tower untuk mendinginkan kembali air pendingin sehingga dapat digunakan kembali. Kebutuhan bahan bakar dapat diperoleh dari Pertamina atau distributornya.

#### 4. Ketersediaan Tenaga Kerja

Tenaga kerja dapat dipenuhi dengan mudah dari daerah sekitar lokasi pabrik maupun luar lokasi pabrik sesuai dengan kebutuhan dan kriteria perusahaan, saat ini banyak tenaga kerja terampil dan terdidik yang membutuhkan lapangan pekerjaan. Hal ini juga dapat mengurangi jumlah pengangguran yang ada.

#### 5. Transportasi dan Telekomunikasi

Transportasi dan telekomunikasi di daerah Karawang cukup tersedia dengan baik, sehingga arus barang dan komunikasi dapat berjalan dengan lancar. Transportasi baik darat, laut, maupun udara cukup baik dan relatif mudah diperoleh. Transportasi bahan baku alil alkohol yang diimport dari Jepang menggunakan jalur laut. Pelabuhan terdekat adalah pelabuhan Cilamaya, Jawa Barat.

#### 6. Pembuangan limbah

Hasil buangan pabrik perlu diperhatikan agar tidak mencemari lingkungan. Jadi sebelum dibuang harus melalui pengolahan terlebih dahulu sehingga tidak membahayakan lingkungan.

## 1.4. Tinjauan Pustaka

### 1.4.1. Karakteristik Bahan Baku dan Produk

Alil alkohol atau 2-propen-1-ol adalah senyawa organik dengan formula  $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{OH}$  yang dapat larut dalam air, cairan berwarna dengan bau seperti etanol pada konsentrasi rendah dan berbau mustad pada konsentrasi tinggi. Alil alkohol digunakan sebagai pestisida dan sebagai bahan baku untuk memproduksi banyak senyawa kimia.

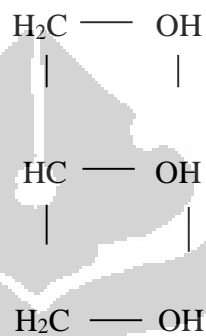
Alil alkohol dapat diperoleh dengan banyak metode : hidrolisis dari alil klorida, dengan oksidasi dari *propilen* oksida dengan *potassium alumina* pada suhu tinggi, dehidrogenasi dari propanol, dan dengan reaksi dari gliserol dan asam format.

Hidrogen peroksida adalah larutan yang berwarna biru pucat (muda) dimana tampak tak berwarna dalam larutan *dilute*, sedikit agak kental dari air dan merupakan asam lemah. Memiliki sifat pengoksidasian yang kuat dan oleh karena itu sangat kuat sebagai agen pemutih sehingga kebanyakan digunakan untuk memutihkan kertas, tetapi juga digunakan sebagai disinfektan, sebagai pengoksidasi dan *antiseptic*.

Pengguna hidrogen peroksida sangat banyak. Di antaranya, sekitar 50% dari produksi dunia dari hidrogen peroksida pada tahun 1994 digunakan untuk pemutihan kertas. Cairan  $\text{H}_2\text{O}_2$  (sekitar 15%) digunakan untuk membersihkan rambut manusia. Sekitar 3% digunakan untuk membersihkan luka. Jika dicampurkan dengan baking soda dan sedikit sabun tangan, hidrogen peroksida efektif untuk menghilangkan bau. Dapat digunakan sebagai *antiseptic* dan

antibakteri. Sebagai pasta gigi ketika dicampur dengan komposisi tepat dari baking soda dan garam. Hidrogen peroksida dan benzoil peroksida kadang-kadang digunakan untuk mengobati jerawat. Dalam dunia kedokteran hewan digunakan sebagai obat *emesis* (pembuat muntah).

Gliserol adalah suatu senyawa dengan rumus struktur sebagai berikut :



Gambar 1.2 Struktur Kimia Gliserol

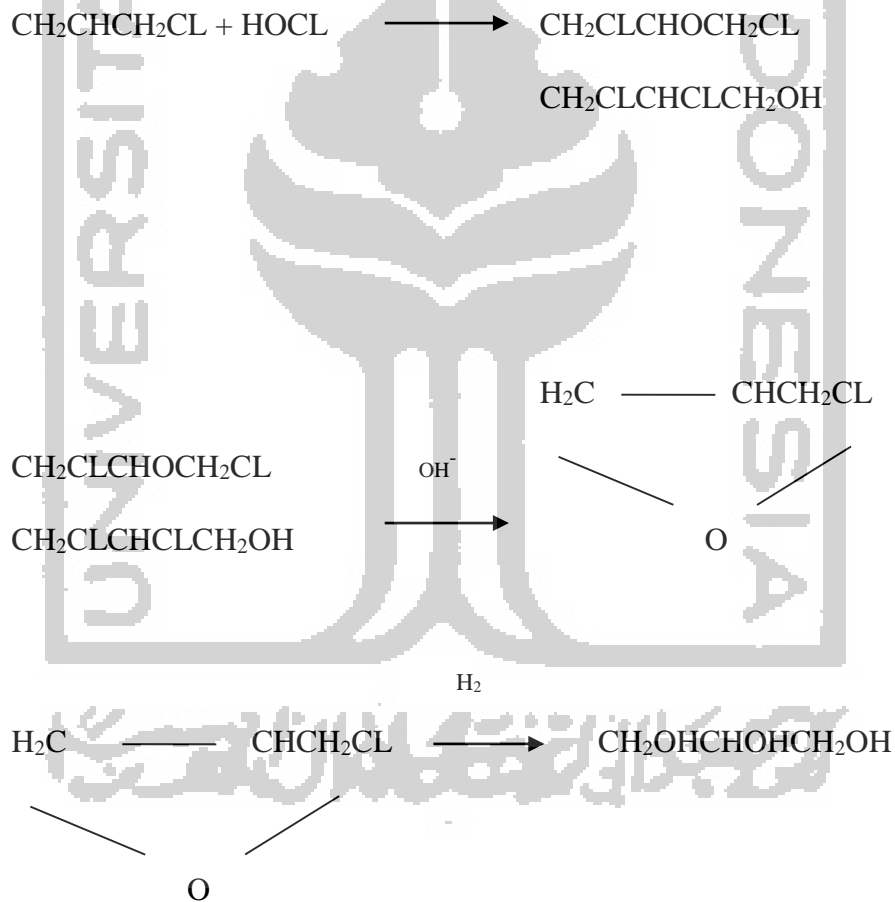
Gliserol atau propanetriol berwujud cair dalam kondisi ruang (25°C) tidak berwarna, rasanya manis dengan higroskopis. Istilah gliserol digunakan untuk kimia murni, sedangkan gliserin untuk istilah hasil pemurnian secara komersial. Gliserol terdapat secara alami dalam persenyawaan sebagai gliserida didalam semua jenis minyak dan lemak baik dari tumbuhan maupun hewan. Gliserol bisa didapatkan dari proses saponifikasi minyak pada pembuatan sabun, atau pemisahan secara langsung dari lemak pada pemroduksian asam lemak. Sejak tahun 1949, gliserol juga diproduksi secara sintetik dari propilen.

(Kirk and Othmer, 1998)

### 1.4.2. Proses Pembuatan Gliserol

Ada beberapa cara yang dapat ditempuh dalam pembuatan gliserol, diantaranya :

1. Pembuatan gliserol dari alil klorida dengan klorin. Alil klorida dicampur dengan klorin cair menghasilkan gliserol diklorhidrin. Kemudian gliserol diklorhidrin dihidrokloronasikan terhadap epiklorohidrin yang selanjutnya dihidrolisis membentuk gliserol menurut reaksi :



(Othmer, 1966)

Reaksi pembuatan gliserol ini dilakukan pada suhu 190°C – 230°C dan tekanan 2000 psia.

2. Pembuatan gliserol dengan mereaksikan alil alkohol dengan hidrogen peroksida pada suhu 40°C – 60°C dan tekanan 1 atm. Pada proses ini ditambahkan katalis *wolfrom* (WO<sub>3</sub>), dengan persamaan reaksi sebagai berikut:



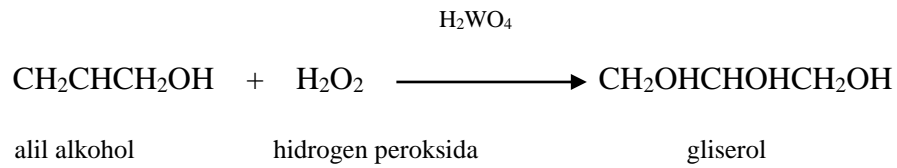
(US Patent, 2.838.575)

3. Pembuatan gliserol dengan mereaksikan alil alkohol dengan hidrogen peroksida dan air dengan perbandingan mol air, alil alkohol dan hidrogen peroksida adalah 82:2:1. Katalis *tungstic acid* (H<sub>2</sub>WO<sub>4</sub>) sebesar 5,98% berat berdasarkan pada alil alkohol. Suhu pada reaktor sebesar 50°C. Total waktu tinggal adalah 2 jam. Konversi akhir dari hidrogen peroksida terhadap gliserol adalah 88,4%. Hasil gliserin berdasarkan konsumsi alil alkohol adalah 95%.



(US Patent, 2.838.575)

Setelah memperhatikan kedua proses diatas tersebut dipilih proses yang ketiga yaitu pembuatan gliserol dari alil alkohol dan hidrogen peroksida dengan reaksi sebagai berikut:



### 1.4.3. Pemilihan Proses

Proses 3 dipilih dengan pertimbangan:

1. Proses pembuatan gliserol dari alil alkohol dan hidrogen peroksida lebih mudah dan sederhana.
2. Proses pemurnian produk lebih mudah dari proses 1.
3. Konversi sebesar 88,4%.
4. Hasil produk gliserol yang diperoleh sebesar 95%.

### 1.4.4. Kegunaan Produk

Gliserol mempunyai bermacam kegunaan dan digunakan secara luas pada berbagai industri kimia, antara lain dapat dilihat pada tabel 1.3.

Tabel 1.3 Kegunaan Gliserol

Presentase	Kegunaan
24 %	Untuk industri makanan
23 %	Untuk industri yang menghasilkan produk perawatan pribadi seperti sabun dan produk perawatan kulit dan rambut
17 %	Untuk industri yang menghasilkan produk perawatan mulut seperti pasta gigi dan obat kumur
11 %	Untuk industri pembuatan tembakau
8 %	Untuk pembuatan <i>polyether polyols</i> untuk <i>urethanes</i>

7 %	Untuk industri farmasi (obat-obatan)
3 %	Untuk <i>alkyd resin</i>
7 %	Untuk bermacam kegunaan lain seperti cellophane, bahan peledak, plasticizer, humectant dan minyak pelumas (lubricant)

([www.the-innovation-group.com](http://www.the-innovation-group.com))

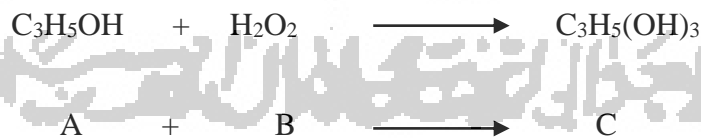
Gliserol yang digunakan untuk makanan dan farmasi biasanya tidak berwarna (*colorless*) dan mempunyai kemurnian 95 – 98 %. Sedangkan Gliserol yang digunakan untuk keperluan industri maupun untuk industri bahan peledak biasanya berwarna kuning dan mempunyai kemurnian 99 %.

(Faith and Keyes, 1955)

## 1.5. Tinjauan Kinetika

### Kinetika Reaksi

Reaksi :



Sehingga:

Reaksi dianggap berorder 1 masing-masing terhadap a dan b

$$(-r_a) = k \cdot C_a \cdot C_b$$

Dimana :  $-r_A$  = kecepatan berkurangnya A (gmol/L.menit)

$C_A$  = konsentrasi  $C_3H_5OH$ , (gmol/L)

$C_B$  = konsentrasi  $H_2O_2$ , (gmol/L)

Dengan data :

1. Konversi sebesar = 0.884

2. Suhu =  $50^\circ C$

3. Tekanan = 1 atm

4. Waktu Reaksi = 2 jam

(US Patent, 2.838.575)

Penurunan matematis kinetika reaksi

$$(-r_A) = k.C_A.C_B$$

$$C_A = C_{A0}(1-X_A)$$

$$C_B = C_{B0} - C_{A0}.X_A$$

$$C_{A0}((C_{B0}/C_{A0}) - X_A)$$

$$C_{B0}/C_{A0} = M$$

$$C_B = C_{A0}(M - X_A)$$

input - output + reaksi = akumulasi

$$F_v.C_{A0} - F_v.C_A + (-r_A).V = 0$$

$$F_v.C_{A0} - F_v.C_{A0}(1-X_A) + (-r_A).V = 0$$

$$F_v.C_{A0} - F_v.C_{A0} - F_v.C_{A0}.X_A + (-r_A).V$$



$$F_v.C_{ao}.X_a = (-r_A).V$$

$$(F/V).C_{ao}.X_a = (-r_A)$$

$$t = C_{ao}.X_a = (-r_A)$$

$$t = C_{ao}.X_a/(-r_A)$$

$$C_{ao}.X_a / k.C_a.C_b$$

$$C_{ao}.X_a / k.C_{ao}(1-X_a).C_{ao}(M - X_a)$$

$$k = X_a / t.C_{ao}(1-X_a).(M - X_a)$$

Dari perhitungan maka diperoleh  $k = 3,0698 \text{ m}^3/\text{kmol.jam}$



## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

#### 2.1 Spesifikasi Produk

##### *Gliserol*



Rumus molekul	: $C_3H_5(OH)_3$
Berat molekul	: 92,09 kg/kmol
Titik didih	: 290,15°C
Titik beku	: 18,33°C
Suhu kritis	: 450°C
Tekanan kritis	: 40 bar
Densitas	: 1,260 kg/l
Viscositas	: 1,8 cp
Bentuk	: Cair
Kenampakan	: Cairan jernih dan manis
Konsentrasi	: 94%

(Perry, 1997)

#### 2.2 Spesifikasi Bahan Baku

##### 1) Hidrogen Peroksida

Rumus molekul	: $H_2O_2$
Berat molekul	: 34,02 kg/kmol
Titik didih	: 151,4°C

Titik beku : -0,89°C

Suhu kritis : -0,28°C

Tekanan kritis : 216,84 bar

Densitas : 1,438 kg/l

Viskositas : 1,189 cp

Kapasitas Panas:  $:132,145 + 8,601 \cdot 10^{-1}T - 1,9745 \cdot 10^{-3}T^2 + 1,8068 \cdot 10^{-6}T^3$  KJ/Kmol.K

Bentuk : cair

Komposisi % berat

Hidrogen Peroksida : 35%

Air : 65%

(Yaws, 1999)

## 2) Alil Alkohol

Rumus molekul :  $C_3H_5OH$

Berat molekul : 58,08 kg/kmol

Titik didih : 96°C

Titik beku : -129°C

Suhu kritis : 272°C

Tekanan kritis : 56,02 bar  
 Densitas : 0.855 kg/l  
 Viskositas : 1,217 cp  
 Kapasitas Panas :  $81,204 + 4,3822 \cdot 10^{-1}T - 1,4019 \cdot 10^{-3}T^2 + 2,1259 \cdot 10^{-6}T^3$

KJ/Kmol.K  
 Bentuk : cair  
 Kenampakan : tak berwarna, berbau tajam  
 Komposisi % berat  
 Alil alkohol : 99%  
 Air : 1 %

(Perry, 1997)

### 2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu

#### 1) Asam Tungstat

Rumus molekul :  $H_2WO_4$   
 Berat molekul : 249,24 Kg/Kmol

Titik didih : 1473 °C

Densitas : 5,5 g/cm<sup>3</sup>

Bentuk : powder

Kenampakan : Berwarna kuning

Kelarutan : Tidak larut dalam air

(www.msds.com)

**a. Air**

Rumus molekul	: H <sub>2</sub> O
Berat molekul	: 18,016 kg/kmol
Bentuk	: cair
Densitas	: 1 kg/l
Titik didih	: 100°C
Titik lebur	: 0°C
Suhu kritis	: 374°C
Kapasitas panas	: 1 Kal/g

(Perry, 1997)

**2.4 Pengendalian Kualitas**

**a. Pengendalian Kualitas Bahan Baku**

Bahan baku dapat menentukan kualitas produk yang akan dihasilkan. Oleh karena itu pemilihan bahan baku dengan kualitas yang baik harus dilakukan. Sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap bahan baku yang diperoleh dengan tujuan agar bahan baku yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Adapun parameter yang akan diukur untuk menganalisa bahan baku adalah sebagai berikut:

- a) Kemurnian dari bahan baku alil alkohol dan hidrogen peroksida
- b) Kandungan yang ada di alil alkohol dan hidrogen peroksida
- c) Kadar air
- d) Kadar zat pengotor

## **b. Pengendalian Kualitas Produk**

Saat perencanaan produksi dijalankan, perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Dalam hal ini penyesuaian dan koreksi dilaksanakan dengan segera sebelum terjadi kerusakan yang semakin banyak. Selain itu pengawasan terhadap tingkat kualitas dari hasil atau produk yang dihasilkan untuk memperoleh mutu standar juga harus dilakukan. Kegiatan proses produksi diharapkan dapat menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standart dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal. Produk yang telah dihasilkan harus dianalisa kualitasnya sebelum produk tersebut dipasarkan.

## **c. Pengendalian Proses Produksi**

Selain bahan baku dan produk, proses produksi juga harus dilakukan pengendalian karena proses produksi yang berjalan sesuai prosedur dan dikendalikan sesuai standart yang dipakai dapat menghasilkan produk yang sesuai spesifikasi. Pengendalian proses produksi pabrik ini meliputi aliran dan sistem kontrol.

### **1. Alat Sistem Control**

- 1) *Controller* dan Indikator, meliputi level indikator dan *control*, *temperature indicator control*, *pressure control*, *flow control*.
- 2) Sensor, digunakan untuk identifikasi variabel-variabel proses, alat yang digunakan *automatic control valve* dan *manual hand valve*.

## 2. Aliran Sistem Control

- 1) Aliran pneumatis (aliran udara tekan) digunakan untuk *valve* dari *controller* ke *actuator*.
- 2) Aliran elektrik ( aliran listrik) digunakan untuk suhu dari sensor ke *controller*.
- 3) Aliran mekanik (aliran gerakan/perpindahan level) digunakan untuk *flow* dari sensor ke *controller*.

