

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia, khususnya industri kimia berkembang pesat dari tahun ke tahun dan Indonesia sebagai salah satu negara yang berkembang pesat. Sejalan dengan hal tersebut maka kebutuhan bahan baku dan bahan penunjang untuk industri kimia akan semakin meningkat.

Hidrogen peroksida adalah salah satu bahan penunjang yang diperlukan didalam industri tekstil, industri minuman, industri elektronika, industri pengolah air, industri kertas dan industri kosmetik. Sekitar 80% dari proses *bleaching* (pemutihan) kain katun menggunakan hidrogen peroksida. Di dalam industri kertas, manfaat hidrogen peroksida banyak digunakan untuk proses *bleaching pulp* kayu untuk memperbaiki *cellulose brightness*, pada industri minuman kemasan disterilisasi dahulu dengan hidrogen peroksida yang disebut sebagai proses *aseptic packaging*, dan pada industri kosmetik hidrogen peroksida di pakai untuk campuran pewarna rambut. Selain itu, hidrogen peroksida juga di gunakan dalam industri farmasi sebagai campuran dalam obat antiseptic.

Meningkatnya kebutuhan hidrogen peroksida tiap tahun didalam negeri menyebabkan beberapa industri yang menggunakan hidrogen peroksida sebagai bahan baku maupun bahan penunjang melakukan impor untuk menutupi kebutuhannya. Oleh karena itu atas dasar pertimbangan yang telah dijabarkan diatas, maka pabrik hidrogen peroksida layak didirikan di Indonesia dengan alasan :

1. Terciptanya lapangan pekerjaan baru yang berarti turut serta dalam usaha mengurangi pengangguran.
2. Meningkatkan pertumbuhan industri-industri baru yang menggunakan bahan baku maupun bahan penunjang hidrogen peroksida.
3. Meningkatkan pendapatan negara dari sektor industri

4. Meningkatkan kualitas sumber daya manusia Indonesia lewat alih teknologi.
5. Mengurangi impor dari negara lain sehingga meningkatkan pendapatan negara dari sektor industri.

## **1.2 Maksud dan Tujuan**

### **1.2.1 Maksud**

Maksud dari pendirian pabrik pembuatan hidrogen peroksida adalah untuk memenuhi kebutuhan hidrogen peroksida dalam negeri dan juga diharapkan dapat memenuhi pasar luar negeri, sehingga dapat membantu meningkatkan devisa negara.

### **1.2.2 Tujuan**

Adapun tujuan dari pendirian pabrik pembuatan hidrogen peroksida ini adalah :

- a. Penerapan teknologi proses di bidang teknik kimia dalam perancangan pabrik.
- b. Mengurangi ketergantungan pada negara asing
- c. Menciptakan lapangan kerja baru, dalam hal ini juga mengurangi jumlah pengangguran
- d. Memacu pertumbuhan-pertumbuhan industri baru yang menggunakan bahan baku etilantrakuinon

## **1.3 Penentuan Kapasitas Produksi**

### **1.3.1 Kebutuhan Produk**

Kebutuhan terhadap hidrogen peroksida peroksida di Indonesia selalu mengalami peningkatan dari tahun ke tahun.

1. Impor dan Ekspor hidrogen peroksida

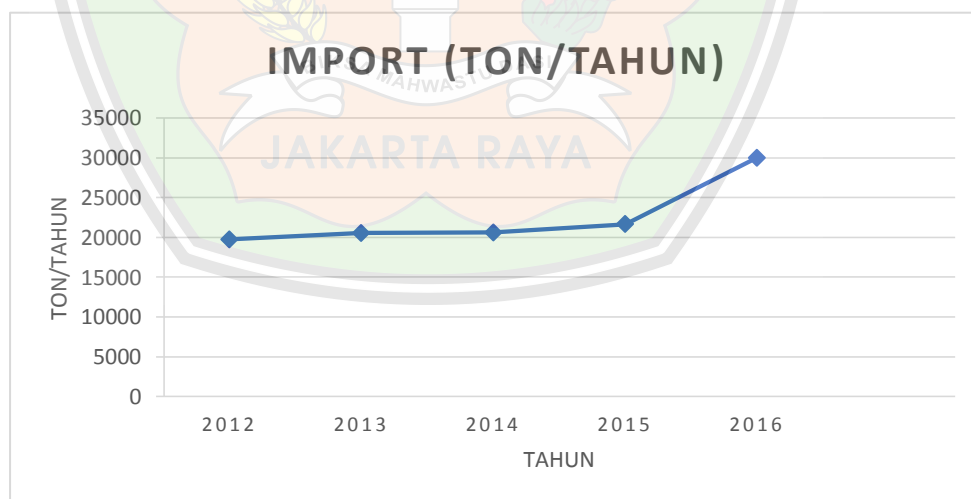
Impor dan Ekspor hidrogen peroksida dari tahun ke tahun terlihat pada kolom dibawah ini.

Tabel 1.1 Data Kebutuhan Hidrogen Peroksida di Indonesia

Tahun	Produksi Dalam Negeri (ton/tahun)	Impor (ton/tahun)	Ekspor (ton/tahun)	Jumlah Kebutuhan
2012	119000	19727,86	79,945	138727,86
2013	119000	20554,01	80,198	139554,01
2014	119000	20601,55	97,184	139601,55
2015	119000	21636,78	79,824	140636,78
2016	119000	29991,41	89,986	148991,41
Rata – rata		22502,322	85,427	141502,322

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2018)

Berdasarkan data tabel di atas, kebutuhan hidrogen peroksida terus meningkat dan untuk memenuhi kebutuhan tersebut sampai saat ini Indonesia masih mengimpor, maka diperlukan suatu usaha agar permintaan hidrogen peroksida dapat dipenuhi dengan cara mendirikan pabrik hidrogen peroksida.

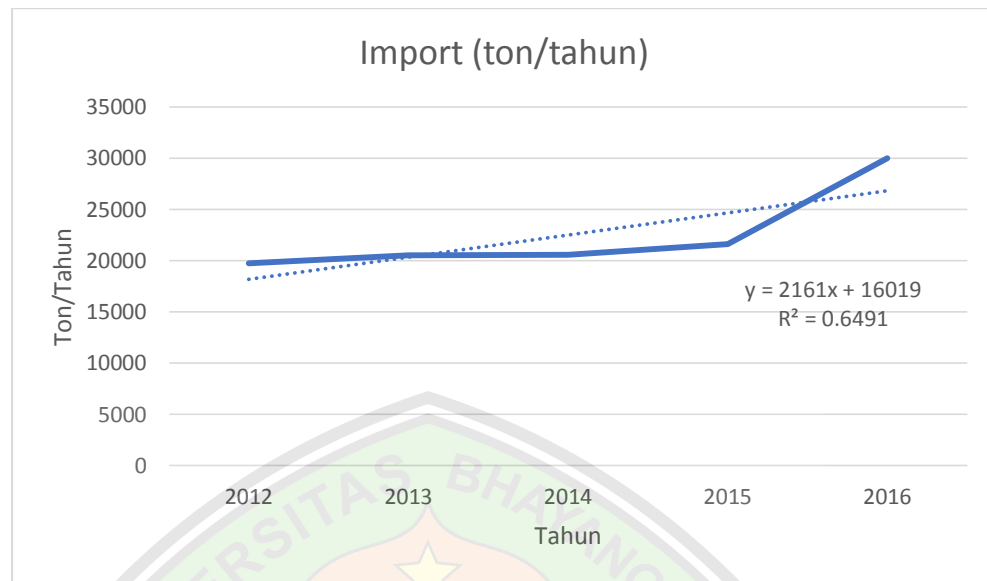


Grafik 1.1 Import hidrogen peroksida ( sumber bps.go.id )

### 1.3.2 Perhitungan Kapasitas Produksi

Peranan prospek pasar adalah untuk mengetahui keadaan pasar sampai sejauh mana hasil produksi itu dibutuhkan di pasaran. Besar kecilnya pasar

yang dikuasai oleh perusahaan akan berpengaruh terhadap penjualan produksinya, dan mempengaruhi tingkat keuntungan yang diperoleh.



Grafik 1.2 Proyeksi kebutuhan impor hidrogen peroksida (ton/tahun)

Berdasarkan data pada Tabel 1.1 maka dapat digunakan sebagai acuan dalam membuat proyeksi kebutuhan pada tahun-tahun mendatang yang dihitung dengan metode Least Square. (Chiulli, 1999).

$$y = a + b(x - X)$$

$$a = Y$$

$$b = \frac{\sum(X - x)(Y - y)}{\sum(X - x)^2}$$

$$\sum(X - x)^2 = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}$$

$$\sum(X - x)(Y - y) = \sum xy - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}$$

Dimana: x = Tahun

y = Konsumsi (kg per tahun)

X= Rata-rata x

Y= Rata-rata y

n = Jumlah data yang diobservasi

Tahun	x	y	xy	x <sup>2</sup>
2013	1	138727,86	138727,86	1
2014	2	139554,01	279108,02	4
2015	3	139601,55	418804,65	9
2016	4	140636,78	562547,12	16
2017	5	148991,4	744957	25
Jumlah	15	707511,6	2144144,65	55

Tabel 1.2 Data untuk Perhitungan Proyeksi Hidrogen Peroksida

$$a = Y = \frac{707511,6}{5} = 141502,32$$

$$b = \frac{\sum(X - x)(Y - y)}{\sum(X - x)^2}$$

$$\begin{aligned} \sum(X - x)(Y - y) &= \sum xy - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n} \\ &= 2144144,65 - \frac{(15 \times 707511,6)}{5} \end{aligned}$$

$$= 21609,85$$

$$\sum(X - x)^2 = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}$$

$$= \frac{55}{5} = 11$$

$$b = \frac{\sum(X - x)(Y - y)}{\sum(X - x)^2}$$

$$= \frac{21609,85}{11} = 1964,531818$$

Jadi,

$$y = a + b(x - X)$$

$$y = 141502,32 + 1964,531818(x - 3)$$

$$y = 141502,32 + 1964,531818x - 5893,59545$$

Contoh perhitungan:

Untuk kebutuhan hidrogen peroksida di tahun 2022 maka dimasukkan nilai

$$x = 11$$

$$y = 141502,32 + 1964,531818x - 5893,59545$$

$$y = 141502,32 + 1964,531818(11) - 5893,59545$$

$$y = 157.218,575$$

Maka didapat kebutuhan hidrogen peroksida di indonesia pada tahun 2022 sebesar 157.218,575 ton pertahun. Berdasarkan data proyeksi kebutuhan hidrogen peroksida pada tahun 2022 yaitu sebesar 157.218,575 ton/tahun, sedangkan kapasitas produksi dalam negeri yang sudah ada sebesar 119.000 ton/tahun, ,maka peluang pendirian pabrik hidrogen peroksida dengan kapasitas sebesar 38.218 ton/tahun.

Dari peluang kapasitas tersebut dan data pabrik yang sudah ada maka dipertimbangkan untuk menentukan kapasitas produksi sebesar 50.000 ton/tahun.

Di indonesia telah berdiri 3 pabrik hidrogen peroksida dan dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1.3 Daftar Pabrik Hidrogen Peroksida di Indonesia

Nama Pabrik	Kapasitas Pabrik (ton/tahun)
Pt. peroksida indonesia peratama	21000
Pt. degussa peroxide indonesia	48000
Pt. sindopex perotama	18000
Pt. samator inti persada	20000
Pt. asean aceh fertilizer	12000

Dari pertimbangan di atas, maka dipilih pra-rancangan pabrik pembuatan hidrogen peroksida dari 2-etilantrakuinon dengan kapasitas 50.000 ton/tahun dengan alasan sebagai berikut :

- a. Sesuai dengan perhitungan proyeksi kebutuhan hidrogen peroksida pada tahun 2021 sebesar 157.218,575 ton/tahun, sedangkan kapasitas produksi pabrik yang sudah berdiri sebesar 119.000 ton/tahun, sehingga masih memiliki peluang pendirian pabrik hidrogen peroksida yang ada untuk memenuhi kebutuhan hidrogen peroksida yang belum tercukupi yaitu sebesar 38.218 ton/tahun.
- b. Peluang untuk pendirian pabrik hidrogen peroksida sangat besar mengingat fungsi dari hidrogen peroksida itu sendiri sangat banyak.

Dengan melihat data proyeksi hidrogen peroksida di atas maka dapat dilihat bahwa kebutuhan hidrogen peroksida mengalami peningkatan tiap tahunnya dan kebutuhan tersebut masih dipenuhi dengan import. Oleh karena itu pabrik yang akan didirikan mempunyai prospek pasar yang baik. Berdasarkan kebutuhan hidrogen peroksida di Indonesia, maka pabrik akan mulai beroperasi pada tahun 2021 dengan kapasitas 50.000 ton/tahun dan akan terus meningkat setiap tahunnya sehingga dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan dapat diekspor.

### 1.3.3 Tinjauan Thermodinamika

Tinjauan thermodinamika ditujukan untuk mengetahui sifat reaksi (eksotermis/endotermis) dan arah reaksi (reversible/irreversible). Penentuan panas reaksi berjalan secara eksotermis atau endotermis dapat dihitung dengan perhitungan panas pembentukan standar ( $\Delta H_f^0$ ) pada  $P = 4 \text{ atm}$  dan  $T = 298.15 \text{ OK}$ . pada proses pembentukan Hidrogen Peroksida terjadi reaksi sebagai berikut :



Harga  $\Delta H_0^f$  masing-masing komponen pada suhu 298.15 K sebagai berikut

$$\begin{aligned} : \text{C16H12O2} &= -166,2 \text{ kJ/mol} \\ \text{H2} &= 0 \text{ kJ/mol} \\ \text{C16H14O2} &= -453,5 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\Delta H_{298} = \Delta H \text{ produk} - \Delta H \text{ reaktan}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{298} &= (-166,2 + 0) \text{ kJ/mol} - (-453,5) \text{ kJ/mol} \\ &= -287,3 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Karena harga  $\Delta H_{298}$  positif, maka reaksi bersifat eksoterm.

Harga  $\Delta G_0$  masing-masing komponen pada suhu 298.15 K sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{C16H12O2} &= -70,9 \text{ kJ/mol} \\ \text{H2} &= 0 \text{ kJ/mol} \\ \text{C16H14O2} &= -287,47 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K$$

$$\Delta G_{\text{total}} = \Delta G_f \text{ produk} - \Delta G_f \text{ reaktan}$$

$$\begin{aligned} \Delta G_{\text{total}} &= (\Delta G_f \text{ C16H12O2} + \Delta G_f \text{ H2}) - \Delta G_f \text{ nC16H14O2} \\ &= (-70,9 + 0) \text{ kJ/mol} - (-287,47) \text{ kJ/mol} \\ &= 216,57 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Mencari  $K^{298}$

$$\ln K = -\Delta G^\circ / RT \quad (\text{Fogler, 2006})$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K$$

Dimana:

R = Konstanta tetapan Gas Ideal (J/mol.K)

T = Suhu (K)

K = Konstanta kesetimbangan

$$\Delta G^\circ_{298} = -RT \ln K$$

$$K^{298} = \exp(-\Delta G^\circ_{298} / RT)$$

$$= \exp[-(216,57 \text{ kJoule/mol}) / (8,314 \cdot 10^{-3} \text{ kJoule/mol.K} \cdot 298 \text{ K})]$$



$$= -1,81$$

Tabel 1.4 Mencari  $\Delta H^{\circ R}$  dan  $\Delta H^{\circ P}$

Bahan	A	B	C	D
C16H12O2	130,92	0,5835	-0,001635	2,3434E-06
H2	27,143	0,0092	-1,38E-05	7,6451E-09
C16H14O2	113,386	1,6901	-0,004606	5,2833E-06

Dengan persamaan:

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3$$

Maka :

$$\begin{aligned} \Delta H^{\circ R} &= \int_{298}^{313} c_p \text{ C16H12O2 } dT \\ &= \int_{298}^{313} 130,92 + 0,5835T^2 + -0,001635T^3 + 2,3434E-06T^4 \\ &= 4454,797 \text{ J/mol.K} = 4,454797 \text{ KJ/mol.K} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H^{\circ R} &= \int_{298}^{313} c_p \text{ H2 } dT \\ &= \int_{298}^{313} 27,143 + 0,0092T^2 + -1,38E-05T^3 + 7,6451E-09T^4 \\ &= 446,57996 \text{ J/mol.K} = 0,44657996 \text{ KJ/mol.K} \end{aligned}$$

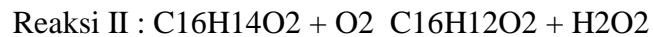
$$\begin{aligned} \Delta H^{\circ P} &= \int_{298}^{313} c_p \text{ C16H14O2 } dT \\ &= \int_{298}^{313} 113,386 + 1,6901T^2 + -0,004606T^3 + 5,2833E-06T^4 \\ &= 1705975,1 \text{ J/mol.K} = 1705,9751 \text{ KJ/mol.K} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H^{\circ RT} &= \Delta H^{\circ R} + \Delta H^{\circ}_{298} + \Delta H^{\circ P} \\ &= 4,90137696 \text{ KJ/mol.K} + - 287,3 \text{ kJ/mol} + 1705,9751 \text{ KJ/mol.K} \\ &= 1423.576477 \text{ KJ/mol.K} \end{aligned}$$

Mencari K<sub>40</sub> menggunakan persamaan Van't Hoff:

$$\begin{aligned} D(\ln K) &= \frac{\Delta HR}{RT^2} dT \\ \ln \frac{K_{298}}{K_{40}} &= \frac{\Delta HR}{R} \left( \frac{1}{T_{\text{reff}}} - \frac{1}{T_{RT}} \right) \\ \ln 1,81 - \ln K_{40} &= \frac{4,90138}{8,314 \cdot 10^{-3}} \left( \frac{1}{298} - \frac{1}{40} \right) \\ \ln K_{40} &= -10,95 \end{aligned}$$

(Fogler,2006)



Harga  $\Delta H^{\circ}_f$  masing-masing komponen pada suhu 298.15 K sebagai berikut

$$\text{C16H14O2} = -453,5 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{O2} = 0 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{C16H12O2} = -166,2 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{H2O2} = 12,498 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{298} = \Delta H \text{ produk} - \Delta H \text{ reaktan}$$

$$\Delta H_{298} = (-453,5 + 0) \text{ kJ/mol} - (-166,2 + 12,498) \text{ kJ/mol}$$

$$= 299,798 \text{ kJ/mol}$$

Karena harga  $\Delta H_{298}$  positif, maka reaksi bersifat endoterm.

Harga  $\Delta G^{\circ}$  masing-masing komponen pada suhu 298.15 K sebagai berikut :

$$\text{C16H14O2} = -287,47 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{O2} = 0 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{C16H12O2} = -70,9 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{H2O2} = -120,42 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G^{\circ} = -RT \ln K \Delta G_{\text{total}}$$

$$= \Delta G_f \text{ produk} - \Delta G_f \text{ reaktan}$$

$$\Delta G_{\text{total}} = (\Delta G_f \text{ C16H12O2} + \Delta G_f \text{ H2O2}) - (\Delta G_f \text{ nC16H14O2} + \Delta G_f \text{ O2})$$

$$= (-70,9 + -120,42) \text{ kJ/mol} - (-287,47 + 0) \text{ kJ/mol} = 96,15 \text{ kJ/mol}$$

Mencari  $K_{298}$

$$\ln K = \frac{-\Delta G^{\circ}}{RT} \quad (\text{Fogler,2006})$$

$$\Delta G^{\circ} = -RT \ln K$$

Dimana:

R = Konstanta tetapan Gas Ideal (J/mol.K)

T = Suhu (K)

K = Konstanta kesetimbangan

$$\Delta G^{\circ}_{298} = -RT \ln K$$

$$\begin{aligned}
K_{298} &= \exp(-\Delta G^\circ_{298} / RT) \\
&= \exp[-(96,15 \text{ kJoule/mol}) / (8,314 \cdot 10^{-3} \text{ kJoule/mol.K} \cdot 298 \text{ K})] \\
&= -0,89
\end{aligned}$$

Tabel 1.5 Mencari  $\Delta H^\circ_R$  dan  $\Delta H^\circ_P$

BAHAN	A	B	C	D
C16H14O2	113,386	16,901	-0,004606	5,2833E-06
O2	28,106	-0,00000368	-0,000017459	-1,065E-06
C16H12O2	130,92	0,5835	-0,001635	2,3434E-06
H2O2	33,933	84,186	2,9906	1,7825

Dengan persamaan:

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3$$

Maka :

$$\begin{aligned}
\Delta H^\circ_R &= \int_{298}^{313} c_p \text{ C16H14O2 } dT \\
&= \int_{298}^{313} 113,386 + 1,6901T + -0,004606T^2 + 5,2833E-06T^3 \\
&= 6885,928 \text{ J/mol.K} \\
&= 6,885928 \text{ KJ/mol.K}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Delta H^\circ_R &= \int_{298}^{313} c_p \text{ O2 } dT \\
&= \int_{298}^{313} 28,106 + -0,00000368T^2 + -0,000017459T^3 + -1,065E-06T^4 \\
&= -1474,823726 \text{ J/mol.K} \\
&= -1,474823726 \text{ KJ/mol.K}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Delta H^\circ_P &= \int_{298}^{313} c_p \text{ C16H12O2 } dT \\
&= \int_{298}^{313} 130,92 + 0,5835T + -0,001635T^2 + 2,3434E-06T^3 \\
&= 4454,79730 \text{ J/mol.K} = 4,4547973 \text{ KJ/mol.K}
\end{aligned}$$

$$\Delta H^\circ_P = \int_{298}^{313} c_p \text{ H2O2 } dT$$

$$\begin{aligned}
&= \int_{298}^{313} 33,933 + 8,4186T^2 + 2,9906T^3 + 1,7825T^4 \\
&= 3063878420 \text{ J/mol.K} \\
&= 3063878,42 \text{ KJ/mol.K} \\
\Delta H^{\circ RT} &= \Delta H^{\circ R} + \Delta H^{\circ}_{298} + \Delta H^{\circ P} \\
&= 8,360751726 \text{ KJ/mol.K} + 299,798 \text{ kJ/mol} + 3063882,875 \\
&\text{KJ/mol.K} \\
&= 3064191 \text{ KJ/mol.K}
\end{aligned}$$

Mencari K 40 menggunakan persamaan Van't Hoff:

$$D(\ln K) = \frac{\Delta H_R}{RT^2} dT$$

13

$$\ln \frac{K_{298}}{K_{40}} = \frac{\Delta H_R}{R} \left( \frac{1}{T_{\text{reff}}} - \frac{1}{T_{RT}} \right)$$

$$\ln -0.89 - \ln K_{40} = \frac{8,360751726}{8,314 \cdot 10^{-3}} \left( \frac{1}{298} - \frac{1}{40} \right)$$

$$\ln K_{40} = 0,70903743$$

(Fogler,2006)

### 1.3.4 Kinetika Reaksi

Kecepatan reaksi menjadi Hidrogen Peroksida adalah reaksi orde 2 , dengan konstanta kecepatan reaksi dapat dituliskan sebagai berikut :

Hidrogenasi



Rumus kecepatan reaksi :

$$-r_A = -r_B = \frac{-dC_A}{dt} = \frac{-dC_B}{dt}$$

= k. CA CB

dimana :

CA = konsentrasi C<sub>16</sub>H<sub>12</sub>O<sub>2</sub>

CB = konsentrasi H<sub>2</sub>

K = 52378000 e-7007,92/T

(Santacesaria, 1987)

$$= k. CA CB = 52378000 e^{-7007,92/T} .$$

\* Oksidasi



Rumus kecepatan reaksi :

$$-r_A = -r_B = \frac{-dCA}{dt} = \frac{-dCB}{dt}$$

$$= k. CA CB$$

dimana :

CA = konsentrasi C<sub>16</sub>H<sub>12</sub>(OH)<sub>2</sub>

CB = konsentrasi O<sub>2</sub>

$$K = 393898147 e^{-3612,32763/T}$$

(Santacesaria, 1987)

## 1.4 Penentuan Lokasi Pabrik

### 1.4.1 Ketersediaan Bahan Baku

Sumber bahan baku adalah salah satu faktor terpenting dalam pemilihan lokasi pabrik terlebih dahulu jika bahan yang dikonsumsi dalam jumlah besar, sebab sumber bahan baku yang dekat dengan lokasi pabrik dapat memperkecil biaya transportasi atau pengangkutan bahan. Untuk bahan baku utama pabrik Hidrogen Peroksida diperoleh di PT.Petrokimia Gresik Jawa Timur, udara dari alam, dan 2 ethyl anthraquinone diimpor dari china.

### 1.4.2 Sarana Transportasi

Pengaruh faktor transportasi terhadap lokasi pabrik meliputi pengangkutan bahan baku, bahan bakar, bahan pendukung dan produk yang dihasilkan. Untuk mempermudah pengangkutan bahan baku, bahan pendukung dan produk yang dihasilkan maka lokasi pabrik harus berada di daerah yang mudah dijangkau oleh kendaraan – kendaraan besar, misalnya dekat dengan badan utama jalan raya yang menghubungkan kota – kota besar,

dan pelabuhan sehingga tidak perlu untuk membuat jalan khusus. Di Propinsi Jawa Timur lokasi pabrik berada pada kawasan industri dan dekat dengan daerah industri di Surabaya dilalui jalur darat berupa jalan raya dan akses jalan dapat dilalui kontainer 40 feet untuk keperluan pemasaran produk Hidrogen Peroksida.

### 1.4.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pada sebuah pabrik merupakan salah satu faktor yang sangat penting untuk keberhasilan dan kelangsungan pabrik tersebut. Lokasi pabrik Hidrogen Peroksida direncanakan akan dibangun di Surabaya, Jawa Timur, Kota Gresik. Lokasi lahan dalam kawasan industri & real estate.



Gambar 1.1 Lokasi perusahaan

Sumber [www.maps.google.com](http://www.maps.google.com)

### 1.4.4 Sumber Daya Manusia

Keberhasilan suatu pabrik untuk meneruskan produksinya tidak lepas dari faktor penerimaan lingkungan masyarakat terhadap pendirian dan pengembangan pabrik tersebut. Tenaga kerja yang terampil mutlak dibutuhkan dalam industri. Tenaga kerja sebagian besar akan diambil dari penduduk sekitar. Karena lokasinya cukup dekat dengan pemukiman

penduduk, selain dapat memenuhi kebutuhan tenaga kerja juga dapat membantu meningkatkan taraf hidup penduduk sekitarnya.

## 1.5 Uraian Proses

Produksi hidrogen peroksida dari 2-etilantrakuinon melibatkan operasi siklik dari dua langkah utama yaitu, menghidrogenasi senyawa kuinon dan mengoksidasi senyawa hidrokuinon yang dihasilkan sehingga terbentuk kembali ke senyawa kuinon awal.

### 1.5.1 Proses Persiapan Bahan Baku

Bahan baku 2 etilantrakuinon (T-03), benzen (T-01) dan tributil fosfat (T-02) disimpan dalam tangki penyimpanan pada suhu ruang. 2 etil anthraquinone (T-03) diangkut menggunakan *belt conveyor* dan dimasukkan kedalam *mixer* (M-01) bersamaan dengan benzen dari (T-01) dan tributil fosfat dari (T-02). Hasil keluaran dari mixer (M-01). Hidrogen yang disimpan dalam fase gas di tangki (T-04) dipompa melalui bagian bawah tangki reaktor hidrogen (R-01). Proses hidrogenasi ini terjadi pada suhu 40°C dan tekanan 4 atm.

### 1.5.2 Proses Reaksi

Tahap pertama dari proses autooksidasi 2-etilantrakuinon adalah hidrogenasi antrakuinon. Umpan cair hidrogen dari aliran masuk pada suhu 40°C dan tekanan 4 atm. Hasil keluaran mixer (M-01) yang terdiri dari 2-etilantrakuinon serta pelarut benzen dan tributil fosfat direaksikan di reaktor hidrogenasi yang berupa reaktor bahan isian katalis paladium berbentuk padatan. Reaktor hidrogenasi beroperasi pada tekanan 4 atm dan suhunya berkisar 40°C.

Tahap kedua yaitu proses oksidasi 2-etilantrahidrokuinon membentuk hidrogen peroksida dan 2-etilantrakuinon. Larutan hasil hidrogenasi dari reaktor hidrogenasi (R-01) dipompa ke reaktor oksidasi (R-02). Udara yang mengandung oksigen 21% dan nitrogen 79% oleh kompresor dialirkan dari bagian bawah reaktor (R-02) dan dikontakkan secara cocurrent sehingga terjadi oksidasi 2-etilantrakuinon pada tekanan 4 atm dan suhu 40°C. Oksigen yang terdapat di dalam udara berfungsi untuk mereaksikan hidrogen yang terdapat di

dalam 2-etil-antrahidrokuinon. Reaksi oksidasi tersebut adalah eksotermis dengan konversi 95%. Titik didih benzen 80°C, trybutil phospat 289°C, 2 etil anthraquinon 415,4°C dan hidrogen peroksida 150°C. Hidrogen peroksida terdekomposisi pada konsentrasi yang tinggi (70-90%).

### **1.5.3 Proses Finishing**

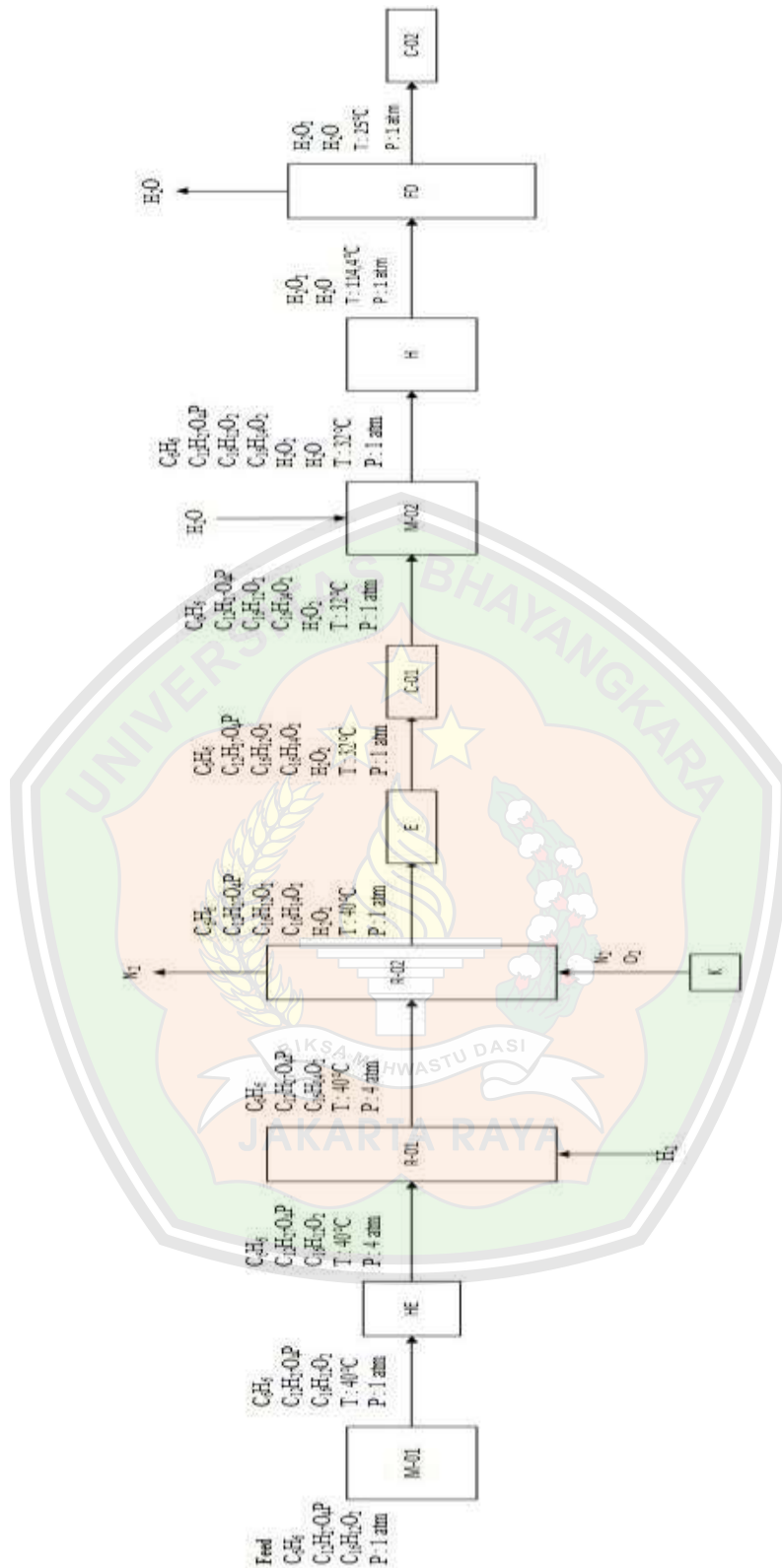
Pada proses ini hidrogen peroksida yang terbentuk dipisahkan dari larutan kerja agar diperoleh hasil dalam fasa cair. Larutan hasil oksidasi dialirkan ke expander (EXP) untuk menurunkan tekanan hingga 1 atm, kemudian dialirkan ke mixer (M-02). Air proses dialirkan dari bagian atas pada suhu 30°C dan bercampur dengan hasil keluaran reaktor oksidasi (R-02), kemudian larutan dipusingkan di dalam mixer (M-02). Selanjutnya dialirkan ke decanter (H) dan terjadi pemisahan berdasarkan perbedaan densitas dan kelarutan yang rendah. Hidrogen peroksida terbawa oleh air dan terpisah dari larutan kerja menghasilkan larutan hidrogen peroksida 30% berat. Hasil atas yaitu larutan kerja yang kemudian masuk ke aliran utilitas, sedangkan hasil bawah dari decanter mengalir ke flash destilasi (D).

Larutan hidrogen peroksida 30% masuk ke dalam kolom destilasi sebagai umpan. Larutan hidrogen peroksida 30% dipekatkan dalam flash distilasi (FD) dan diperoleh larutan hidrogen peroksida 70%. Setelah itu dipompa dan dialirkan ke pendingin (C-01) dengan media pendingin air, untuk menurunkan suhu hingga suhu ruangan. Setelah itu disimpan dalam tangki (T-05).



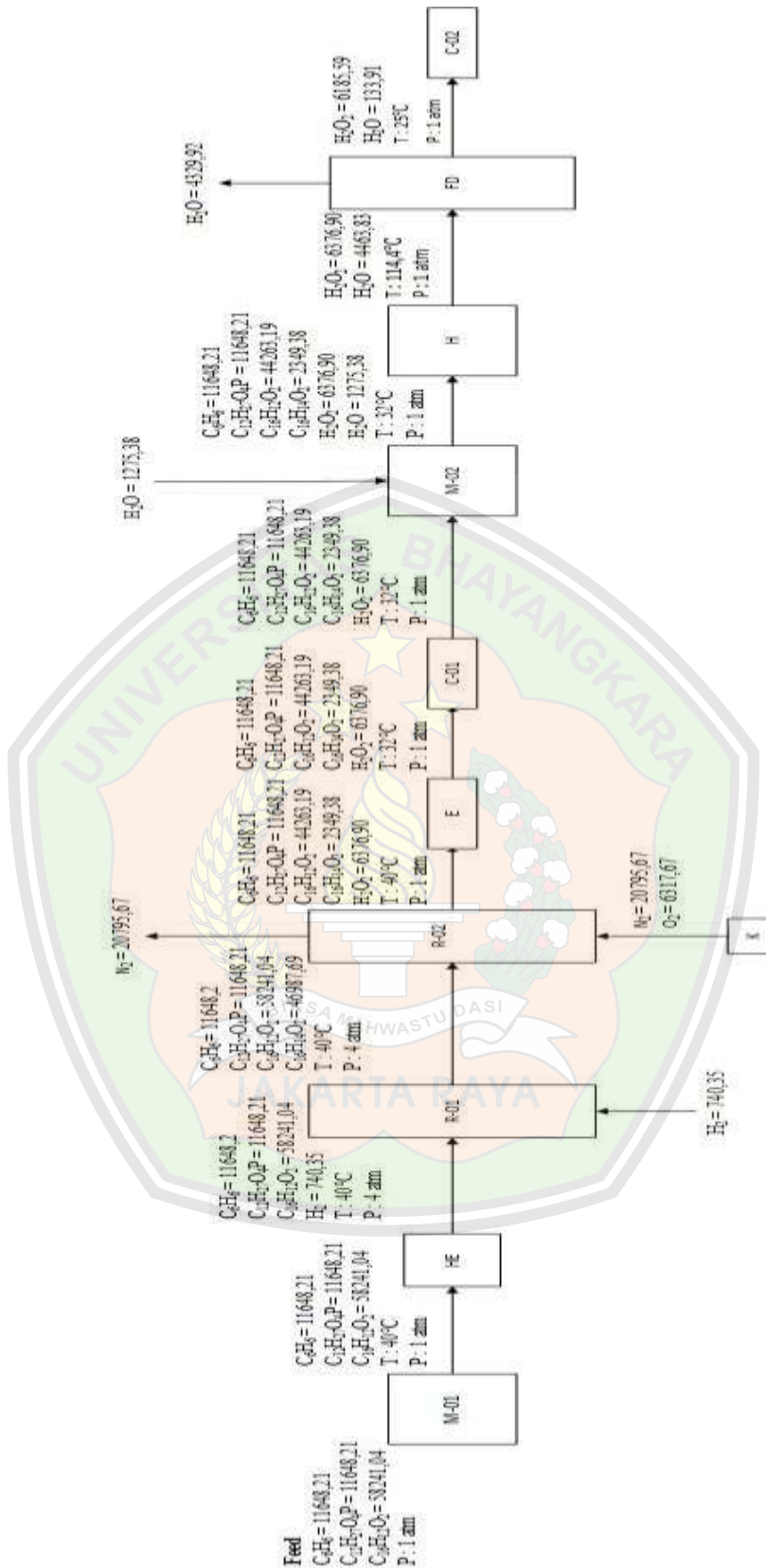
#### 1.5.4 Diagram Alir Kualitatif





Gambar 1.2 Diagram Alir Kualitatif

### 1.5.5 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 1.3 Diagram Alir Kuantitatif

## 1.6 Spesifikasi Bahan Baku

### 1.6.1 Spesifikasi Bahan Baku

#### 1. 2-Etilantrakuinon

Rumus molekul	: $C_{16}H_{12}O_2$
Berat molekul	: 236 gr/grmol
Wujud	: granular
Kenampakan	: kuning
Kemurnian	: 98% (min)
Impuritas ( $H_2O_2$ )	: 2% (maks)
Titik leleh	: $286^{\circ}C$
Titik didih	: $377^{\circ}C$

#### 2. Hidrogen

Rumus molekul	: $H_2$
Berat molekul	: 2 gr/grmol
Wujud	: gas
Kenampakan	: tidak berwarna
Kemurnian	: 98% (min)
Impuritas ( $N_2$ )	: 2% (maks)
Viskositas ( $25^{\circ}C$ )	: 0,0087 cp
Densitas ( $25^{\circ}C$ )	: 0,0849 gr/ml

#### 3. Udara

Sifat gas	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
❖ Berat molekul (g/mol)	28,02	32
❖ Kenampakan	gas	gas
	tidak berwarna	tidak berwarna
	tidak berbau	tidak berbau
❖ Spesifik gravity	12,5	1,7
❖ Melting point	-209,89	-214,8
❖ Titik didih (°C)	-195,8	-18,3
❖ Titik kritis (K)	126,1	154,58
❖ Tekanan kritis (bar)	33,5	49,8
❖ Volume kritis (cm <sup>3</sup> /mol)	90,1	73,4
❖ Liquid densitas (gr/cm <sup>3</sup> )	805	1149

#### 4. Benzen

Rumus molekul : C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

Berat molekul : 78 gr/grmol

Bentuk : cair

Kemurnian : 98% (min)

Impuritas (H<sub>2</sub>O) : 2% (maks)

Titik leleh : 5,5°C

Titik didih : 80°C

Densitas (25°C) : 0,87 gr/cm<sup>3</sup>

#### 5. Tributyl Pospat

Rumus molekul : C<sub>12</sub>H<sub>27</sub>O<sub>4</sub>P

Berat molekul : 234 gr/grmol

Bentuk : cair

Kemurnian : 94% (min)

Impuritas (H<sub>2</sub>O) : 6% (maks)

Titik leleh : -80°C

Titik didih : 289°C

Densitas (25°C) : 0,98 gr/cm<sup>3</sup>

## 1.6.2 Spesifikasi Katalis

### 1. Katalis Palladium

Rumus molekul	: Pd
Berat molekul	: 46 gr/mol
Wujud	: padat
Kenampakan	: putih keperakan
Titik lebur (°C)	: 1554,9
Titik didih (°C)	: 2963
Densitas (gr/cm <sup>3</sup> )	: 3,357

## 1.6.3 Spesifik Produk

### 1. Hidrogen peroksida

Rumus molekul	: H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
Berat molekul	: 34 gr/grmol
Bentuk	: cair
Kemurnian	: 70%
Impuritas (H <sub>2</sub> O)	: 30%
Titik didih (°C)	: 150,2
Titik leleh (°C)	: -0,461
Densitas (35°C)	: 1,497 gr/L
Panas penguapan (35°C)	: 51,80 kkal/mol
Enthalpi pembentukan	: -45,16 kkal/mol