

BAB I

PEMBAHASAN UMUM

1.1. Pendahuluan

Industri merupakan salah satu sektor yang memiliki peranan penting dalam pembangunan ekonomi dan kemajuan suatu negara. Salah satunya adalah sektor industri kimia yang turut memegang peranan penting dalam memajukan perindustrian di Indonesia. 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 *pulp* dan kertas, untuk sintesis organik (propilen oksida) pembuatan bahan kimia anorganik dan deterjen. Sekitar 85-90% dari proses *bleaching* (pemutihan) kain katun menggunakan hidrogen peroksida. Sektor industri lain yang menggunakan hidrogen peroksida antara lain industri *furniture* untuk *bleaching* rotan dan kayu dan dapat juga digunakan sebagai campuran bahan kosmetik pada pewarna rambut (Fuadi, 2008).

Menurut data komiditi impor dari Balai Pusat Statistik Indonesia, kebutuhan hidrogen peroksida menunjukkan nilai yang terus meningkat dari tahun ketahun. Data dari Badan Pusat Statistik tahun 2020 menyatakan, nilai impor Indonesia terhadap hidrogen peroksida mencapai 39.051 ton dan diperkirakan akan terus meningkat. Meningkatnya kebutuhan hidrogen peroksida tiap tahun ini disebabkan pertumbuhan industri kecil, *pulp* dan kertas serta industri lainnya yang menggunakan hidrogen peroksida sebagai bahan baku maupun bahan penunjang.

Dengan pertimbangan diatas, maka pabrik hidrogen peroksida layak didirikan di Indonesia dengan alasan :

1. Terciptanya lapangan pekerjaan baru yang berarti turut serta dalam usaha mengurangi pengangguran sehingga dapat meningkatkan skill SDM indonesia.
2. Memacu pertumbuhan industri-industri baru yang menggunakan bahan baku maupun bahan penunjang hidrogen peroksida.
3. Meningkatkan pendapatan negara dari sektor industri.
4. Memenuhi kebutuhan dalam negeri yang terus meningkat.
5. Mengurangi impor hidrogen peroksida dari luar negeri.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Pertama kali hidrogen peroksida ditemukan pada tahun 1818, diproduksi dengan cara diencerkan menggunakan asam barium peroksida (BaO). Hidrogen peroksida telah diperjual belikan sejak pertengahan abad ke-19, pada awalnya penggunaannya hanya 3-7%. Skala pembuatan dan penggunaannya telah meningkat tajam sejak 1925 ketika proses elektrolitik diperkenalkan di Amerika Serikat dan dikembangkan di industri sebagai pemutih (*bleaching*). Sekarang di produksi dalam proses Autoksidasi Antrahidrokuinon yang besar dan berlokasi strategis, penggunaannya dapat mencakup pemutihan pulp kayu dan tekstil dan berfungsi sebagai zat pengoksidasi yang tidak menimbulkan polusi (Kirk dan Oth Merk, 2000).

Pada awalnya pembuatan hidrogen peroksida dilakukan dengan mereaksikan barium peroksida dengan asam nitrat yang ditemukan oleh L.J. Thenard tahun 1818. Ide untuk memproduksi H_2O_2 secara langsung dari hidrogen dan oksigen sudah dimulai sejak tahun 1910 oleh Henkel, dkk. Pada proses tersebut digunakan pipa porous dari tanah liat yang diisi dengan katalis paladium untuk mempercepat reaksinya proses ini hanya memberikan *yield* yang rendah dari produk H_2O_2 . Tahun 1920 mulai berkembang metode untuk memproduksi H_2O_2 secara langsung dari berbagai element. Metode-metode ini hampir seluruhnya menggunakan group logam sebagai katalis dalam reaksinya, baik jenis heterogen maupun homogen.

Awal tahun 1988, Du Pont menggunakan metode baru untuk memproduksi larutan H_2O_2 dengan menggunakan reaksi katalitik dimana H_2 dikontakkan O_2 secara langsung, ditambahkan katalis paladium yang tersuspensi dalam media asam kuat, H_2O dan *solvent*. Tahun 1990 telah didirikan pabrik pembuatan H_2O_2 ini dengan menggunakan teknologi proses Du Pont di Canada dimana dengan kapasitas produksinya 1900 metrik ton/tahun.

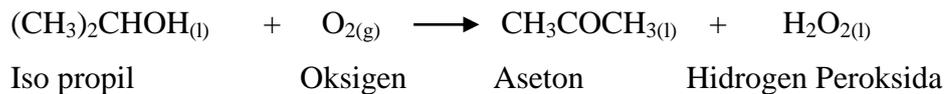
Di Indonesia pembuatan Hidrogen peroksida diawali dengan di bangunnya pabrik senyawa kimia oleh PT. Perosida Indonesia Pratama. Perusahaan yang terbentuk dalam rangka penanaman modal asing (PMA) merupakan kerja sama dengan PT. Pupuk Kujang, PT. Talang Gumbala Andika, Mitsubishi Gas Chemical Co.Inc.E.I Du Pont De Nemours & Co dan Mitsubishi Corporation. Perusahaan kedua yang bergerak disektor industri H_2O_2 yaitu PT. Sindopex Perutama adalah perusahaan yang terbentuk atas kerja sama para investor dalam negeri, antara lain Sinar Mas Group, Samator Group dan Muti Diansindo. Pabrik ini berlokasi di Mojokerto Jawa Timur.

1.3. Proses Pembuatan Hidrogen Peroksida

Pembuatan Hidrogen Peroksida secara komersil dapat diperoleh melalui beberapa proses, antara lain:

1.3.1. Proses Autoksidasi Sekunder

Oksidasi parsial dari alkohol primer atau sekunder dalam fase liquid atau uap menghasilkan hidrogen peroksida dan aldehid atau keton dengan yield yang tinggi. Reaksi berlangsung pada suhu 70 - 160°C dan tekanan 10 – 20 atm dengan konversi reaksi 90% dan yield 90% (Kirk & Othmer, 2004). Gas oksigen dari udara dilewatkan menembus alkohol sekunder pada bagian bawah kolom oksidator. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Hidrogen peroksida yang terbentuk terus dilakukan pencampuran hingga konsentrasinya mencapai lebih dari 20% pada sistem operasi *batch*. Kondisi operasi harus dipertahankan agar laju reaksi baik, sebab laju reaksi sangat terpengaruh terhadap jumlah produk dalam bentuk liquid, sehingga akumulasi produk samping yang cukup dapat menyebabkan reaksi tidak terkontrol bila konsentrasi hidrogen peroksida tinggi.

Hasil campuran yang berisi alkohol yang tidak terpakai, hasil keton dan hidrogen peroksida kemudian dipisahkan dengan *falling film evaporator*, dimana bahan organik dan air melalui bagian atas kolom dan hidrogen peroksida berada dibagian bawah kolom, pada kolom ditambahkan air yang cukup sehingga konsentrasi hidrogen peroksida dibawah 50% untuk menjaga terjadinya ledakan akibat pengaruh panas dan konsentrasi hidrogen peroksida yang mengandung bahan-bahan organik lainnya. Selanjutnya hidrogen peroksida dimurnikan dengan ekstraksi *counter current* dan dilanjutkan menuju *ion exchanger* untuk menghasilkan hidrogen peroksida murni dalam konsentrasi yang sesuai dengan kebutuhan. (US. Patent 2,871,101).

Keuntungan proses ini :

- a. Kondisi proses kemurnian produk 90%
- b. Biaya energi rendah

Kerugian proses ini :

- a. Masalah penanganan produk aseton yang dihasilkan
- b. Tekanan yang dibutuhkan besar 10 – 20 atm.

1.3.2. Proses Elektrolisis

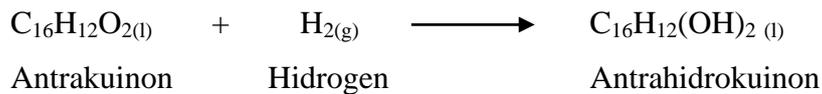
Proses elektrolisis untuk produksi komersil hidrogen peroksida berdasarkan reaksi oksidasi asam sulfat menjadi asam peroksidisulfat yang diperoleh dari hidrogen dan hidrolisis asam peroksidisulfat (Kirk & Othmer, 2004).

1.3.3. Proses Autooksidasi Anthraquinon

Riedl dan Pfeiderer pada tahun 1901 memulai proses secara komersial untuk pembuatan hidrogen peroksida dengan reduksi dan oksidasi siklis dari 2 etil anthraquinon (Kirk & Othmer, 2004).

Hidrogenasi

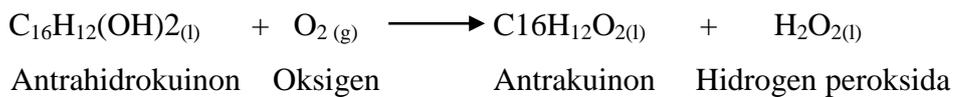
Didalam proses ini, antrakuinon dilarutkan dalam sebuah pelarut yang disebut larutan kerja (*working solution*), dengan adanya katalis dan gas hidrogen pada tekanan parsial yang tinggi dan suhu dibawah 100°C terjadi reaksi sebagai berikut:



(Mc.ketta, J, vol.27,1987).

Oksidasi

Larutan kerja yang telah di pisahkan dari katalis dibawa menuju oksidizer dimana antrakuinol dioksidasi dengan gas oksigen pada suhu 40-70°C, biasanya yang dipakai udara untuk membentuk antrakuinon beserta hidrogen peroksida



(Mc. Ketta, 1987)

Recovery Hidrogen Peroksida

Hidrogen peroksida kemudian diekstraksi dari larutan antrakuinon sedangkan ekstrak larutan antrakuinon dikembalikan menuju hidrogenator yang berfungsi sebagai larutan kerja. Selanjutnya hidrogen peroksida dimurnikan sesuai dengan kebutuhan.

Larutan Kerja (*Working solution*)

Bahan kimia dalam larutan senyawa organik yang membawa kuinon/hidrokuinon melalui reaksi hidrogenasi dan oksidasi, serta melalui seluruh langkah ekstraksi disebut larutan kerja. Pelarut ini biasanya merupakan pelarut polar (Kirk & Othmer, 2004). Keuntungan proses ini adalah:

- Kondisi proses kemurnian produk 90%
- Konversi reaksi 90%
- Biaya energi rendah

Kerugian proses ini :

Bahan baku yang digunakan jumlahnya lebih banyak daripada autooksidasi alkohol sekunder.

Tabel 1.1. Perbandingan Proses Pembuatan Hidrogen Peroksida

Pembanding	Proses Elektrolisis	Proses Autoksidasi Sekunder	Proses Autoksidasi Anthraquinon
Bahan Baku	Asam Sulfat	Isopropil alkohol	Antrakuinon
Kondisi operasi :			
- Suhu	50 - 250°C	70 – 160°C	40 – 65°C
-Tekanan	≤ 20 atam	10 – 20 atm	1 – 4 atm
Konversi	85%	90%	90%
<i>Residen time</i>	120 – 160 menit	60 – 120 Menit	30 – 60 Menit
Kebutuhan energi	Sangat besar	Besar	Besar
Katalis	-	-	Palladium
Reaktor	-	Reaktor oksidasi	Reaktor oksidasi dan Reaktor hidrogenasi
Hasil samping	-	Aseton	

Dilihat dari macam macam proses yang ada serta keuntungan dan kerugian antra lain konversi yang dihasilkan tinggi, kebutuhan energi yang digunakan lebih kecil. Maka dalam pra rancangan pabrik hidrogen peroksida ini penulis menggunakan proses autooksidasi antrakuinon.

1.4. Sifat Fisika dan Kimia

1.4.1. Bahan Baku Utama

1. Hidrogen

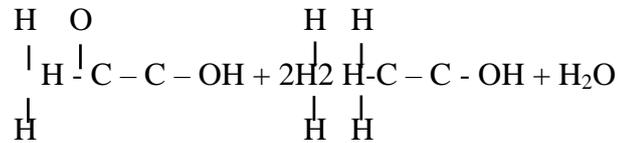
A. Sifat Fisis

Rumus molekul	: H ₂
Kemurnian	: 98%
Impuritis (N ₂)	: 2%
Berat molekul	: 2 gr/grmol
Bentuk (1atm,25°C)	: Gas
<i>Specific gravity</i> (-252,7°C)	: 0,0709
Titik leleh (K)	: 13,95
Titik didih (K)	: 20,39
Tekanan kritis (atm)	: 12,8

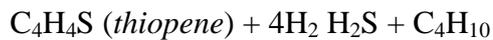
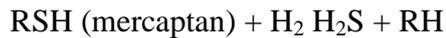
Temperatur kritis (K) : 33,18

B. Sifat Kimia

a. Hidrogen dapat mereduksi ikatan rangkap, misal asam asetat.



b. Dengan bantuan katalis hidrosulfurisasi dapat memecah ikatan karbon dan sulfur.



c. Dapat bereaksi dengan CO membentuk metana pada suhu 400°C



(Perry, 6ed edition)

2. Udara

A. Sifat Fisika

Tabel 1.2. Sifat Fisika Udara

Sifat – sifat	N ₂	O ₂
Berat molekul (g/mol)	28,02	32
Kenampakan	Gas tidak berbau, tidak berwarna	Gas tidak berbau, tidak berwarna
Spesifik gravity	12,5	1,7
<i>Melting point</i>	-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 ³ /mol)	90,1	73,4
<i>Liquid density</i> (gr/cm ³)	805	1149

B. Sifat kimia

a. O₂ bereaksi dengan semua elemen kecuali He, Ne, dan Ar.

b. Jika direaksikan dengan bahan bakar / petroleum oil, natural gas/batu bara akan dihasilkan panas, CO₂, H₂O serta residu dari udara.

(Perry, 6ed Edition)

3. Antrakuinon

A. Sifat Fisika

Rumus Molekul	: $C_{16}H_{12}O_2$
Berat Molekul :	: 236 gr/grmol
Wujud :	: Granular
Kenampakan :	: Kuning
Kemurnian :	: 99% (min)
Impuritas (C_6H_6) :	: 1% (maks)
Titik Leleh :	: 286°C
Titik Didih :	: 377°C

(Kirk & Othmer, 2000)

1.4.2. Bahan Penunjang

1. Air (*Water*)

Rumus Molekul	: H_2O
Berat Molekul	: 18.02 gr/mol
Fase	: Cair
Temperatur kritis	: 274.1 °C
Tekanan kritis	: 218.31 atm
Titik didih	: 100 °C

(Kirk & Othmer, 2000)

2. Benzena

Rumus Molekul	: C_6H_6
Berat Molekul	: 78,11 gr/mol
Fase	: Cair
Kemurnian :	: 99% (min)
Impuritas (C_7H_8) :	: 1% (maks)
Temperatur kritis	: 298,45 °C
Tekanan kritis	: 48,6 atm
Titik didih	: 80,099 °C

(Kirk & Othmer, Vol.13, 2000)

1.4.3. Produk

1. Hidrogen Peroksida

A. Sifat Fisika

Rumus Molekul	: H ₂ O ₂
Berat Molekul	: 34 gr/grmol
Melting point (°C)	: -0,41
Titik Didih (°C)	: 150°C
Densitas (25°C, gram/ml)	: 1,4425
Viskositas (20°C, Cp)	: 1,245
Panas pembentukan (J/g)	: 367,52
Kapasitas panas (25°C, J/g.K)	: 2,628
Konduktivitas termal	: 4 x 10 ⁻⁷

B. Sifat kimia

- a. H₂O₂ dapat mereduksi senyawa logam (II) peroksida



- b. Dapat terdekomposisi membentuk air dan O₂



- c. H₂O₂ pekat dapat bereaksi dengan hidrasin hidrat membentuk nitrogen dan air disertai ledakan.



- d. Kelarutan dalam air pada 20°C tercampur sepenuhnya (Kirk & Othmer, 2000).