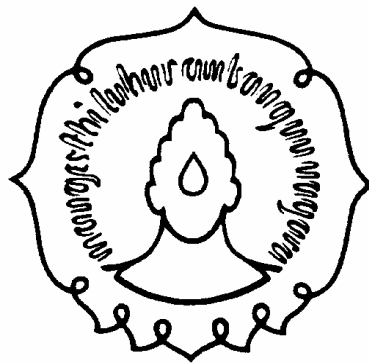


**PRARANCANGAN
PABRIK HIDROGEN PEROKSIDA
PROSES AUTOOKSIDASI 2-ETHYL ANTHRAQUINONE
KAPASITAS 40.000 TON PER TAHUN**



Oleh :

Nur Hidayati

NIM : I 1502024

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN Teknik Kimia
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2005**

DAFTAR ISI

Halaman judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Motto dan persembahan	iii
Ucapan Terima Kasih.....	iv
Kata Pengantar	v
Daftar isis	vi
Daftar Tabel	vii
Daftar Gambar.....	viii
Intisari	ix

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2. Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik	2
1.3. Penentuan Lokasi Pabrik.....	4
1.4. Tunjauan Pustaka	6

BAB II DESKRIPSI PROSES

2.1. Spesifikasi Bahan Baku, Bahan Pendukung dan Produk	14
2.2. Konsep Proses	16
2.3. Diagram Alir Proses	22
2.4. Neraca Massa dan Neraca Panas	22
2.5. Tata Letak Pabrik dan Peralatan.....	30

BAB III SPESIFIKASI PERALATAN PROSES 34

BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

4.1. Unit Pendukung Proses	50
4.2. Laboratorium.....	56

BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN

5.1. Bentuk Perusahaan	60
5.2. Struktur Organisasi.....	61
5.3. Tugas dan Wewenang	62
5.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan	63
5.5. Status Karyawan dan Sistem Upah	64
5.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji	65
5.7. Kesejahteraan Karyawan.....	66

BAB VI ANALISA EKONOMI

6.1. Penaksiran Harga Alat.....	69
6.2. Penentuan Total Capital Investment (TCI)	71
6.3. Biaya Produksi Total (TPC).....	72
6.4. Keuntungan (Profit).....	73
6.5. Analisa Kelayakan.....	73

BAB VII KESIMPULAN

Daftar Pustaka

Lampiran

INTISARI

Evi Siti Mabruroh, 2004, Prarancangan Pabrik Hidrogen Peroksida dengan Proses Autooksidasi. Kapasitas 40.000 ton/hari, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Pabrik hidrogen peroksida dengan bahan baku hidrogen, udara, dan 2 ethyl anthraquinone direncanakan didirikan di kawasan industri Gresik, Jawa Timur dengan kapasitas 40.000 ton per tahun. Pabrik ini didirikan di atas tanah seluas 20.000 m².

Proses pembuatan hidrogen peroksida dilakukan melalui 3 tahap. Tahap pertama reaksi pengikatan H₂ oleh *working solution* dalam reaktor *fixed bed*, reaksi berlangsung pada fase gas-cair, irreversibel, adiabatik, non isothermal dan eksotermis. Tahap kedua reaksi pembentukan H₂O₂ dalam reaktor *packed bed*, reaksi berlangsung pada fase gas-cair, adiabatik non isothermal dan eksotermis. Tahap pertama dan kedua berlangsung pada suhu 40⁰C dan tekanan 4 atm. Tahap ketiga pemisahan dan pemurnian, pemisahan dilakukan di menara *ekstraktor* sedangkan pemurnian dilakukan di menara distilasi.

Kebutuhan hidrogen untuk pabrik sebanyak 195,3625652 kg/j dan udara sebanyak 496,5287839 kg/j. Produk yang dihasilkan berupa hidrogen peroksida sebanyak 5050,5050 kg/j. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air sebesar 269734,7357 lt/j yang diperoleh dari air sungai, steam sebesar 296708,2093 kg/j, listrik sebesar 436,3 KW dan bahan bakar 1894,973 liter, dan udara tekan sebesar 150 m³/j.

Pabrik direncanakan beroperasi selama 330 hari per tahun dengan jumlah karyawan 145 orang dengan modal tetap sebesar 423,412 milyar per tahun. Hasil evaluasi ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp.142,980 milyar per tahun, setelah dipotong pajak 40% sebesar Rp. 85,788 milyar per tahun. ROI sebelum pajak sebesar 23,79% dan setelah pajak sebesar 14,27%. POT sebelum pajak 1,88 tahun setelah pajak 2,79 tahun. **Break even Point** (BEP) sebesar 56,35 dan **Shut Down Point** (SDP) 22,83%. **Discounted Cash Flow** (DCF) sebesar 30,96%. Berdasarkan analisa ekonomi tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa pabrik hidrogen peroksida tersebut layak didirikan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Perkembangan industri di Indonesia, khususnya industri kimia berkembang pesat dari tahun ke tahun. 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 dan industri kertas. Sekitar 85-90% dari proses *bleaching* (pemutihan) kain katun menggunakan hidrogen peroksida . Di dalam industri kertas hidrogen peroksida banyak digunakan dalam proses *bleaching pulp* kayu untuk memperbaiki *cellulose brightness*. 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.

Besarnya permintaan komoditi hidrogen peroksida di Indonesia selama tahun 1997-2001 dapat dilihat tabel 1.1. (badan Pusat Statistik). 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.
2. Memacu 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.

1.2. Pemilihan Kapasitas Pabrik

Dalam penentuan kapasitas rancangan pabrik ini diperlukan beberapa pertimbangan yaitu kebutuhan produk, ketersediaan bahan baku dan kapasitas rancangan minimum.

1.2.1. Kebutuhan Hidrogen Peroksida

Kebutuhan hidrogen peroksida di Indonesia terus mengalami peningkatan, walaupun Indonesia sudah memproduksi sendiri, tetapi masih memerlukan impor dari negara lain, hal ini dapat dilihat pada tabel 1.1. (BPS (1997-2001)).

Tabel 1.1. Data Kebutuhan Hidrogen Peroksida di Indonesia (BPS)

Tahun	Produksi	Ekspor	Impor	Konsumsi
	Berat (kg)	Berat (kg)	Berat (kg)	Berat (kg)
1997	18.233	-	26.724.368	26.742.601
1998	19.235.000	477.917	8.830.529	27.597.612
1999	23.123.235	8.429.375	14.691.818	29.383.678
2000	40.033.970	16.381.688	9.244.359	32.896.641
2001	41.030.325	5.890.419	12.176.054	47.315.950

1.2.2. Ketersedian Bahan Baku

Bahan baku utama hidrogen peroksida adalah hidrogen yang diperoleh dari PT.Petrokimia Gresik, udara dari alam dan 2 ethyl anthraquinone diimpor dari china.

1.2.3. Kapasitas Pabrik Hidrogen Peroksida

Beberapa industri telah mengembangkan teknologi pembuatan hidrogen peroksida dengan autooksidasi anthraquinone. Hingga saat ini ada beberapa Negara yang mengembangkannya, seperti yang terlihat pada tabel 1.2 berikut ini:

Tabel 1.2. Produsen Hidrogen Peroksida di Amerika Serikat

Pabrik	Lokasi Pabrik	Kapasitas (ton.10 ³ /th)
Chempprox	Becancour, P.Q.	30
Degusa	Theodore, Alabama	75
Du Pont	Memphis, Tennese	64
	Gibbons, Ont.	36
	Gibbons,Alta	36
Eka Nobel	Columbus, Mississipi	35
FMC	Bayport, Texas	43
	Prince george, B.C.	41
	Santa Clara, Mexico	10
	Spring hill, W.Va.	38
Fort Howard	Muskogee, Oklahoma	3
Solvay Interrox	Logview, Washington	50

(Kirk, K.E & Othmer, vol. 13, 2000)

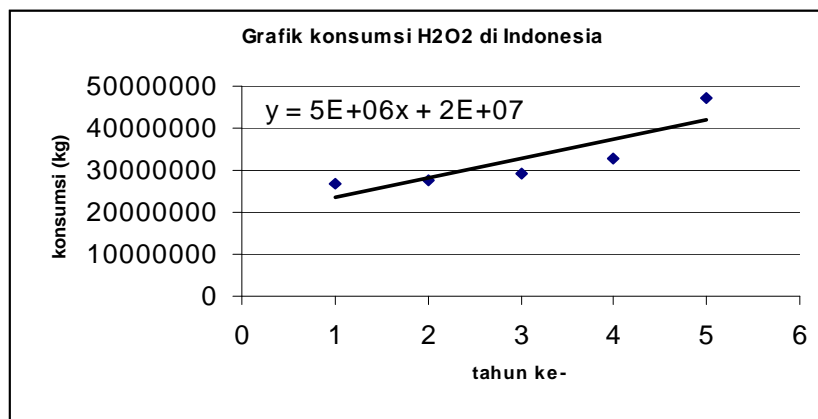
Sedangkan di Indonesia sendiri telah berdiri 4 pabrik hidrogen peroksida yang dapat dilihat dari tabel 1.3 berikut:

Tabel 1.3. Pabrik hidrogen peroksida di Indonesia

No	Nama	Mulai produksi	Kapasitas (ton/tahun)	Lokasi
1.	PT. Peroksida Indonesia	1990	21.000	Cikampek
2.	PT. Sindopex Perotama	1992	18.000	Jatim
3.	PT. Risyad Brasali	1997	30.000	Bekasi
4	PT. Samator Inti Peroksida	1998	20.000	Gresik

(www.cic.com)

Berdasarkan data dari tabel 1.1. dibuat persamaan garis lurus untuk memperkirakan kebutuhan hidrogen peroksida di Indonesia pada tahun 2006.



Gambar 1.1. Grafik konsumsi hidrogen peroksida di Indonesia.

Persamaan garis lurus yang di didapatkan adalah sebagai berikut :

$Y = 5 \cdot 10^6 X + 2 \cdot 10^7$ dimana X adalah jumlah tahun yang dihitung dari tahun 1997 samoi tahun yang akan dihitung, sedangkan Y adalah kebutuhan hidrogen peroksida pada tahun tertentu dalam satuan kg. Dari persamaan diatas maka perkiraan kebutuhan hidrogen peroksida di Indonesia pada tahun 2006 adalah 70.000.000 kg (70.000 ton).

Berdasarkan kebutuhan pasar dan ketersediaan bahan baku maka ditetapkan kapasitas pabrik sebesar 40.000 ton/tahun dengan maksud untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan sisanya untuk di ekspor.

1.3. Lokasi Pabrik

Pabrik ini direncanakan akan didirikan di kawasan Gresik, Jawa Timur.

Faktor-faktor pendukung penentuan lokasi pabrik adalah :

1. Faktor utama

Faktor ini mempengaruhi langsung tujuan utama pendirian pabrik yang meliputi produksi dan distribusi.

Faktor utama ini meliputi :

a. Penyediaan bahan baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan suatu pabrik sehingga bahan baku sangat diprioritaskan. Bahan baku hidrogen didapat dari PT. Petrokimia Gresik. Letak antara pabrik dan sumber bahan baku yang dekat diharapkan penyediaan bahan baku dapat tercukupi, lancar dan berkesinambungan.

b. Letak daerah pemasaran

Lokasi pabrik berada pada kawasan industri dan dekat dengan daerah industri di Surabaya. Prioritas utama pemasaran produk ini adalah pabrik-pabrik tekstil, kertas dan penghasil cat rambut yang banyak terdapat di Jawa Timur.

Pabrik textile :

- PT. Fulindo Anggun Textile (Driyorejo, Gresik)
- PT. Lotus Indah Textile Industries (Rungkut, Surabaya)
- PT. Industri Sandang I (lawang, Malang)
- PT. Industri Sandangb II (Grati, Pasuruan)
- PT. Triastate Textile (Pandaan, Pasuruan)
- PT. New Minatex (Lawang, Malang)
- PT. Baktidotex (Babadan,Ponorogo)

Pabrik Kertas antara lain:

- PT. Tjiwi Kimia Gresik
- PT. Sinar Muda (Ngunut, Tulung agung)
- PT. Jaya Kertas (Kertosono, Nganjuk)
- PT. Kertas Basuki Rahmat (Banyuwangi)
- PT. Sakura (Mulyorejo, Surabaya)
- PT. Eureka Aba Paper Factory (Mojosari, Mojokerto)
- PT. Alam Dian Raya (Waru, Sidoarjo)

Pabrik penghasil pembersih lantai :

- PT. Wings Surya (Surabaya)

Pabrik Penghasil cat rambut :

- PT. Natindo (Surabaya)

Lokasi yang dekat dengan tujuan pemasaran ini akan menekan biaya pengangkutan produk sehingga dapat diperoleh hasil penjualan yang semaksimal mungkin.

c. Sarana transportasi

Gresik memiliki sarana transportasi darat dan laut yang sangat memadai karena merupakan jalur utama transportasi di pulau Jawa. Untuk pemasaran keluar negeri sarana transportasi lautpun sangat memadai karena wilayahnya tidak jauh dari pelabuhan laut tanjung perak Surabaya.

d. Tenaga kerja

Tenaga kerja yang produktif tersedia banyak berasal dari perguruan tinggi di Surabaya baik S1 maupun DIII dan teknisi serta lulusan SMK di sekitar daerah Surabaya dan Gresik.

e. Utilitas

Untuk kebutuhan sarana penunjang seperti listrik dapat di penuhi dengan adanya jaringan PLN, sedangkan air dapat dipenuhi dari aliran sungai brantas. Kebutuhan bahan bakar dipenuhi dari Pertamina dan distributornya.

f. Kondisi tanah dan iklim

Kondisi tanah yang relatif masih luas dan merupakan tanah datar dengan kondisi iklim yang relatif stabil sepanjang tahun sangat menguntungkan untuk pendirian pabrik ini.

g. Perluasan area pabrik

Gresik merupakan daerah pengembangan industri yang relatif luas sehingga masih memungkinkan untuk memperluas areal pabrik yang diinginkan.

h. Kebijakan pemerintah

Pendirian pabrik perlu mempertimbangkan faktor kepentingan pemerintah yang ada didalamnya. Kebijakan pengembangan industri berhubungan dengan pemerataan kesempatan kerja serta hasil-hasilnya.

2. Faktor penunjang

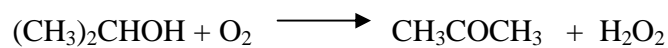
Gresik adalah daerah kawasan industri sehingga berbagai sarana dan prasarana yang berkaitan dengan kebutuhan industri lebih mudah diperoleh.

1.4. Tinjauan Pustaka

1.4.1. Macam- Macam Proses

a. Proses Autooksidasi alkohol 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. Gas oksigen dari udara dilewatkan menembus alkohol sekunder pada bagian bawah kolom oksidator, biasanya alkohol sekunder yang sering digunakan. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Suhu diatas 70°C diperlukan agar menghasilkan laju yang baik dan tekanan dari sistem dijaga setidak-tidaknya sama dengan tekanan uap dari fase liquid pada suhu reaksi yang digunakan, sebab laju oksidasi alkohol sangat terpengaruh terhadap jumlah asam organik yang ada dalam bentuk liquida, sehingga akumulasi dari jumlah asam 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.

Keuntungan proses ini :

- Kondisi proses kemurnian produk 90%
- Biaya energi rendah

Kerugian :

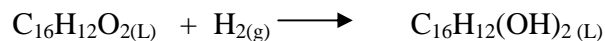
- Masalah penanganan produk aseton yang dihasilkan
- Tekanan yang dibutuhkan besar 10 – 20 atm.

b. Proses Autooksidasi Anthraquinon

Riedl dan Pfeiderer memulai proses secara komersial untuk pembuatan hidrogen peroksida dengan reduksi dan oksidasi siklis dari 2 etil anthraquinone.

Hidrogenasi

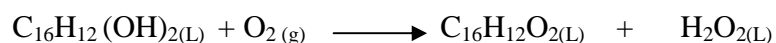
Didalam hidrogenator anthraquinon dilarutkan dalam sebuah pelarut atau campuran pelarut yang disebut larutan kerja, dengan adanya katalis dan gas hidrogen pada tekanan parsial yang tinggi dan suhu dibawah 100°C terjadi reaksi sebagai berikut:



Derajat hidrogenasi umumnya dibatasi sekitar 50% untuk meminimasi reaksi sekunder. Laju hidrogenasi dijaga konstan secara periodik atau mengubah katalis atau dengan mengontrol tekanan parsial hidrogen (laju tidak dipengaruhi pada tekanan hidrogen yang lebih dari 405 Kpa). (Mc.ketta, J, vol.27,1987)

Oksidasi

Larutan kerja yang telah di pisahkan dari katalis dibawa menuju oksidizer diman anthraquinol dioksidasi dengan gas oksigen pada suhu 40-70°C, biasanya yang dipakai udara untuk membentuk anthraquinon beserta hidogen peroksida (5-6 gram/liter) secara serentak seperti yang ditunjukkan dibawah ini:



Recovery Hidrogen Peroksida

Hidrogen peroksida kemudian diekstraksi dari larutan anthraquinon sedangkan ekstrak larutan anthraquinon dikembalikan menuju hidrogenator yang berfungsi sebagai larutan kerja, Selanjutnya hidrogen peroksida dimurnikan dan dikonsentrasikan menurut kebutuhan. Yield hidrogen persiklus proses sangat tinggi.

Larutan Kerja (Working solution)

Bahan kimia dari suatu sistem termasuk dalam larutan organik yang membawa quinon/hidroquinon melalui reaksi hidrogenasi dan oksidasi, serta melalui seluruh langkah ekstraksi disebut larutan kerja. Larutan kerja harus stabil secara kimia melalui seluruh proses. Larutan kerja selalu terdapat diantara proses selama umur pabrik, hanya diganti sedikit dengan make up untuk pembilasan dan kehilangan-kehilangan.

Quinon murni, hidroquinon murni dan bahan –bahan yang berhubungan dalam proses berada dalam keadaan padat pada temperatur kamar, tetapi komposisi larutan kerja dipilih sehingga batasan kelarutan dari padatan dalam pelarut tidak melebihi batasan kelarutan. Larutan organik selalu homogen setiap waktu, dengan tanpa solid atau fasa liquid kedua dalam setiap titik pada proses komersial. (Mc. Ketta, vol.27, 1987)

Keuntungan proses ini adalah:

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

Kerugian :

- Bahan baku yang digunakan jumlahnya lebih banyak daripada autooksidasi alkohol sekunder
- Reaktor yang dipakai 2 buah sehingga biaya pembelian alat lebih mahal

Dilihat dari macam-macam proses yang ada serta kuntungan dan kerugian antara lain peralatan yang dibutuhkan relatif lebih sedikit sehingga biaya yang diperlukan untuk investasi lebih murah, mudah dalam pengoperasiannya maka dalam

prarancangan pabrik hidrogen peroksida ini penulis menggunakan proses autooksidasi anthraquinon dengan katalisator paladium.

1.4.2. Kegunaan Produk

Hidrogen peroksida merupakan senyawa cair berwarna putih dengan titik didih 150°C dan titik beku -39°C . Adapun kegunaan hidrogen peroksida dalam industri adalah sebagai berikut :

- Sebagai bahan pemutih (*bleaching agent*) dalam industri kertas dan pulp
- Sebagai *bleaching* rotan dan kayu
- Sebagai bahan kosmetik pada pewarna rambut
- Sebagai bahan bakar roket
- Digunakan sebagai agen pengontrol polusi yang dapat diterima secara ekologi karena pada dekomposisinya terurai menjadi air dan oksigen.

(Kirk & Othmer, Vol.13, 2000)

1.4.3. Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk

1.4.3.1. Bahan Baku Utama

1. Hidrogen

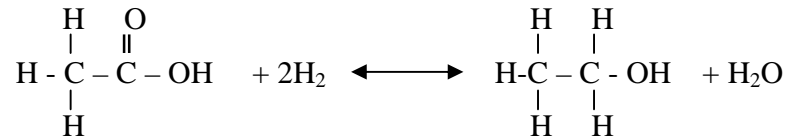
A. Sifat Fisis

Rumus molekul	: H_2
Berat Molekul	: 2 gr/grmol
Bentuk(1 atm, 25°C)	: Gas
Spesifik gravity ($-252,7^{\circ}\text{C}$)	: 0,0709
Titik Leleh (K)	: 13,95
Titik didih (K)	: 20,39
Tekanan Kritis (atm)	: 12,8

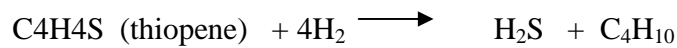
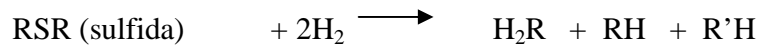
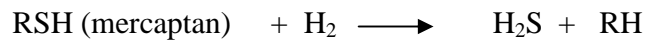
Temperatur kritis (K) : 33,18

B. Sifat Kimia

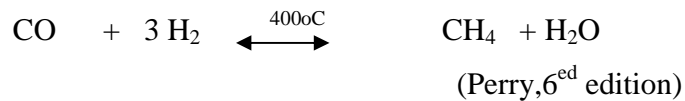
- Hidrogen dapat mereduksi ikatan rangkap, misal asam asetat.



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



- Dapat bereaksi dengan CO membentuk metana pada suhu 400°C



2. Udara

A. Sifat fisis

Tabel 1.4. Sifat fisis Udara

Sifat gas	N ₂	O ₂
- Berat molekul (g/mol)	28,02	32
- Kenampakan	gas tidak berwarna tidak berbau	gas tidak berwarna 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 ³ /mol)	90,1	73,4
- Liquid densitas (gr/cm ³)	805	1149

(Perry, 6 ed Edition)

b. Sifat Kimia

- O₂ bereaksi dengan semua elemen kecuali He, Ne, dan Ar.
- Jika direaksikan dengan bahan bakar / petroleum oil, natural gas/batu bara akan dihasilkan panas, CO₂, H₂O serta residu dari udara.

(Perry, 6^{ed} Edition)

3. Katalis Palladium

- Rumus molekul : Pd
- Berat molekul : 46
- Titik lebur (°C) : 2200
- Titik lebur (°C) : 1555
- Densitas (gr/cm³) : 3,357

4. 2-Ethyl Anthraquinone

- Rumus Molekul : C₁₆H₁₂O₂
- Berat Molukul : 236 gr/grmol
- Wujud : granular
- Kenampakan : kuning
- Kemurnian : 98% (min)
- Impuritas (H₂O₂) : 2% (maks)

Titik Leleh : 286°C

Titik Didih : 377°C

1.4.3.2. Produk

1. Hidrogen Peroksida

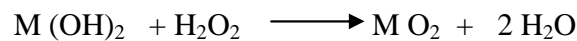
A. Sifat Fisis

- Rumus Molekul : H₂O₂

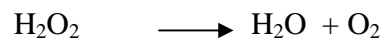
- Berat Molekul	: 34 gr/grmol
- Melting point (°C)	: -0,41
- Titik Didih (°C)	: 150°C
- Densitas (25°C, gram/ml)	: 1,4425
- Viscositas (20°C, Cp)	: 1,245
- Surface Tension (20°C, dyne/cm)	: 80,4
- Panas pembentukan (J/g)	: 367,52
- Kapasitas panas (25°C, J/g.K)	: 2,628
- Konstanta disosiasi (20°C)	: $1,78 \times 10^{-12}$
- Konduktivitas termal (25°C, Ωcm^{-1})	: 4×10^{-7}

B. Sifat kimia

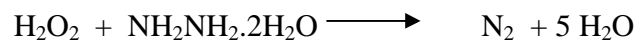
- H₂O₂ dapat mereduksi senyawa logam (II) peroksida



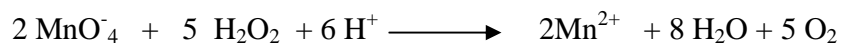
- Dapat terdekomposisi membentuk air dan O₂



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



- H₂O₂ dapat mereduksi senyawa oksida

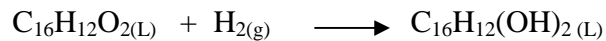


(Kirk & Othmer, Vol.13, 2000)

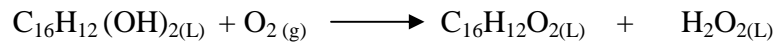
1.4.4. Tinjauan Proses Secara Umum

Umpan segar hidrogen dengan kandungan N₂ sebagai inert 2 % mol dicampur dengan gas hidrogen pada aliran recycle dan dibatasi jumlah N₂ 5% mol. Umpan masuk ke reaktor hidrogenasi pada suhu 40°C dan tekanan 4 atm. Umpan cair

yang berupa *working solution* yang terdiri dari 2 etil anthraquinon yang dilarutkan dalam benzene dan tributyl phospat direaksikan dalam reaktor hidrogenasi yang berupa reaktor bahan isian katalis paladium berbentuk rasching ring. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Hasil reaksi yang berupa tetrahidroanthraquinone ($\text{C}_{16}\text{H}_{12}(\text{OH})_2$) kemudian direaksikan dengan O_2 di dalam Reaktor Oksidasi pada tekanan 4 atm dan suhu 40°C . Pada reaktor ini terdapat bahan isian keramik berbentuk rasching ring. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Hidrogen peroksida yang masih tercampur *working solution* kemudian dipisahkan di menara ekstraksi dan dimurnikan dalam menara distilasi untuk mendapatkan kemurnian yang diinginkan.

BAB II

DESKRIPSI PROSES

2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

2.1.1. Bahan baku utama

1. 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
Density ($25^\circ C$) : 0,0849 gr/ml

2. Udara

Tabel 2.1. Sifat udara

Sifat gas	N_2	O_2
- 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 ($^\circ C$)	-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
- Liquid densitas (gr/cm^3)	805	1149

3. 2 Ethyl anthraquinone

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 : $377^{\circ}C$

2.1.2. Bahan Pembantu

1. Benzene

Rumus Molekul : C_6H_6
Berat Molekul : 78 gr/grmol
Bentuk : cair
Kemurnian : 98% (min)
Impuritas (H_2O) : 2% (maks)
Titik leleh : $5,5^{\circ}C$
Titik didih : $80^{\circ}C$
Density($25^{\circ}C$) : $0,87 \text{ gr/cm}^3$

2. Trybutil Phospat

Rumus Molekul : $C_{12}H_{27}O_4P$
Berat Molekul : 234 gr/grmol
Bentuk : cair
Kemurnian : 94% (min)
Impuritas (H_2O) : 6% (maks)
Titik Leleh : $-80^{\circ}C$
Titik didih : $289^{\circ}C$
Densitas($25^{\circ}C$) : $0,98 \text{ gr/cm}^3$

2.1.3. Produk

1. Hidrogen Peroksida

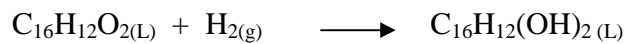
Rumus Molekul	: H ₂ O ₂
Berat Molekul	: 34 gr/grmol
Bentuk	: cair
Kemurnian	: 70%
Impuritas(H ₂ O)	: 30%
Titik didih(°C)	: 125
Titik leleh(°C)	: -0,461
Densitas(35°C)	: 1,497 gr/L
Panas penguapan(35°C)	: 51,80 kkal/mol
Enthalpi Pembentukan	: -45,16 kkal/mol

2.2. Konsep proses

2.2.1. Dasar Reaksi

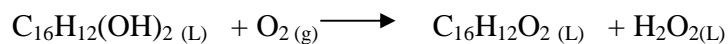
Reaksi pembentukan hidrogen Peroksida dari 2- etil antraquinone adalah reaksi eksotermis yang irreversibel. Reaksi yang terjadi adalah :

a. Reaksi hidrogenasi pada reaktor 1



Pada T = 40°C, P = 4 atm dan ΔH = -27,24 kkal/mol

b. Reaksi Oksidasi pada reaktor 2



Pada T = 40°C, P = 4 atm dan ΔH = -17,92 kkal/mol

(Ullmann, Vol.A13, 1987)

2.2.2. Kondisi Operasi

Kondisi Operasi pada prarancangan pabrik hidrogen peroksida terdiri dari 2 proses yaitu:

1. Proses hidrogenasi

Temperatur	: 40°C
Tekanan	: 4 atm
Perbandingan C ₁₆ H ₁₂ O ₂ :H ₂	: 1 : 1,25
Konversi	: 65 %

2. Proses Oksidasi 2 etil Anthraquinone

Temperatur : 40°C

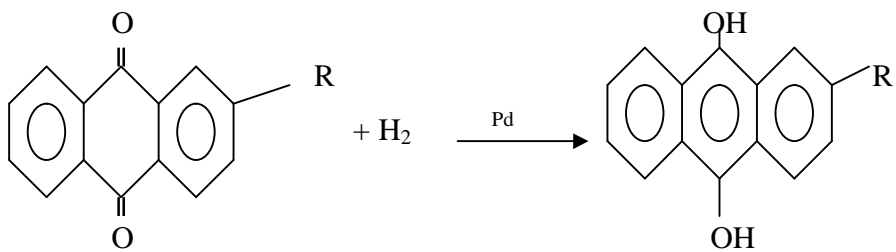
Tekanan : 4 atm

Perbandingan $C_{16}H_{12}(OH)_2 : O_2$: 1 : 1,25

Konversi : 80%

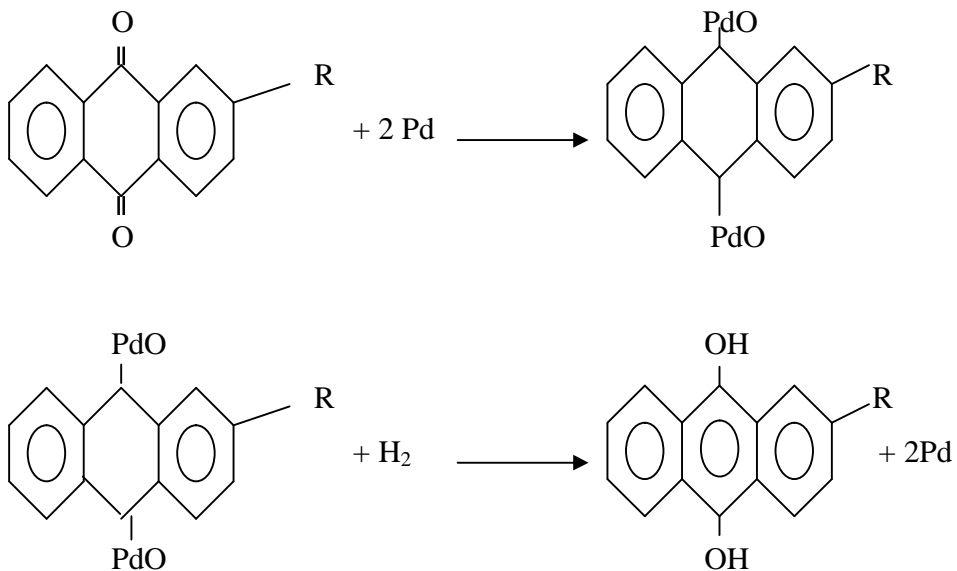
2.2.3. Mekanisme Reaksi

Mekanisme reaksi pada pembuatan hidrogen peroksida adalah sebagai berikut:



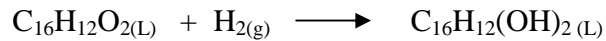
(Kirk & Othmer, vol.13, 2000)

Mekanisme pada katalis



2.2.4. Tinjauan Thermodinamika

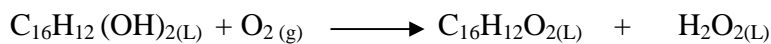
Reaksi yang terjadi pada proses hidrogenasi adalah sebagai berikut :



Data-data harga ΔHf untuk masing-masing komponen adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \Delta\text{Hf C}_{16}\text{H}_{12}\text{O}_2 &= -87,94 \text{ kkal/mol} \\ \Delta\text{Hf C}_{16}\text{H}_{12}(\text{OH})_2 &= -115,18 \text{ kkal/mol} \\ \Delta\text{Hf H}_2 &= 0 \\ \Delta\text{Hf}_{298\text{K}} &= \Delta\text{Hf produk} - \Delta\text{Hf reaktan} \\ &= (-115,18 + 0) - (-87,94) \\ &= -27,24 \text{ kkal/mol} \end{aligned}$$

Reaksi yang terjadi pada proses oksidasi adalah sebagai berikut:



$$\begin{aligned} \Delta\text{Hf H}_2\text{O}_2 &= -45,16 \text{ kkal/mol} \\ \Delta\text{Hf O}_2 &= 0 \\ \Delta\text{Hf}_{298\text{K}} &= \Delta\text{Hf produk} - \Delta\text{Hf reaktan} \\ &= (-87,94 + (-45,16)) - (-115,18) \\ &= -17,92 \text{ kkal/mol} \end{aligned}$$

Harga $\Delta\text{Hf}_{298\text{K}}$ bernilai negatif, maka reaksi pembentukan hidrogen peroksida dari 2-etil anthraquinone adalah reaksi eksotermis. Hal ini dapat dijelaskan bahwa reaksi mengeluarkan panas selama reaksi berlangsung.

Untuk menentukan konstanta keseimbangan pada suhu operasi dapat dilakukan melalui perhitungan ΔG pada keadaan standar. Perubahan energi yang menyertai reaksi dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\Delta\text{G} = -RT \ln K$$

ΔG masing-masing komponen pada suhu 298K

$$\begin{aligned} \text{C}_{16}\text{H}_{12}\text{O}_2 &= -114,89 \text{ kkal/mol} \\ \text{C}_{16}\text{H}_{12}(\text{OH})_2 &= -124,38 \text{ kkal/mol} \\ \text{H}_2 &= 0 \\ \text{H}_2\text{O}_2 &= -23,47 \text{ kkal/mol} \end{aligned}$$

- ΔG reaksi hidrogenasi = ΔG produk – ΔG reaktan

$$= -124,38 - (-114,89) \text{ kkal/mol}$$

$$= -9,49 \text{ kkal/mol}$$

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

$$\ln K = -\Delta G/RT$$

$$= 16,02699$$

$$K_{298} = 9,129213 \times 10^6$$

* Reaksi hidrogenasi dijalankan pada suhu temperatur 40°C, sehingga harga K pada 40°C dapat dihitung :

$$\ln (K_{313} / K_{298}) = (-\Delta H_f_{298}/R) \cdot (1/313 - 1/298)$$

$$K_{313} = 9,109026 \times 10^6$$

- ΔG reaksi Oksidasi = ΔG produk – ΔG reaktan

$$= ((-114,89 - 23,47) - (-124,38)) \text{ kkal/mol}$$

$$= -13,98 \text{ kkal/mol}$$

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

$$\ln K = -\Delta G/RT$$

$$= 23,6098$$

$$K_{298} = 1,79 \times 10^{10}$$

Reaksi Oksidasi dijalankan pada suhu temperatur 40°C, sehingga harga K pada 40°C dapat dihitung :

$$\ln (K_{313} / K_{298}) = (-\Delta H_f_{298}/R) \cdot (1/313 - 1/298)$$

$$K_{313} = 1,787 \times 10^{10}$$

Harga konstanta keseimbangan reaksi (K) hidrogenasi dan oksidasi besar, sehingga reaksi dianggap berjalan irreversibel.

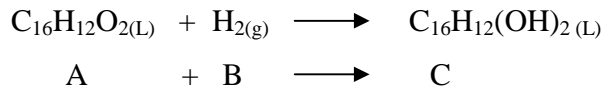
2.2.5. Tinjauan Secara Kinetika

Secara umum derajat kelangsungan reaksi ditentukan oleh :

1. Konstanta kecepatan reaksi
2. Orde Reaksi
3. Konsentrasi Reaktan

Hal ini dapat dilihat dari persamaan laju reaksi sebagai berikut:

* Hidrogenasi



Rumus kecepatan reaksi :

$$\begin{aligned} -r_A = -r_B &= \frac{-dC_A}{dt} = \frac{-dC_B}{dt} \\ &= k \cdot C_A C_B \end{aligned}$$

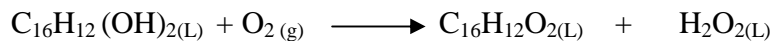
dimana :

C_A = konsentrasi $\text{C}_{16}\text{H}_{12}\text{O}_2$

C_B = konsentrasi H_2

$k = 52378000 e^{-7007,92/T}$ (Santacesaria, 1987)

* Oksidasi



Rumus kecepatan reaksi :

$$\begin{aligned} -r_A = -r_B &= \frac{-dC_A}{dt} = 0 = \frac{-dC_B}{dt} \\ &= k \cdot C_A C_B \end{aligned}$$

dimana :

C_A = konsentrasi $\text{C}_{16}\text{H}_{12}(\text{OH})_2$

C_B = konsentrasi O_2

$K = 393898147 e^{-3612,32763/T}$ (Santacesaria, 1987)

2.2.6. Langkah Proses

Uraian masing-masing tahap sebagai berikut:

1. Tahap persiapan bahan baku

Bahan baku 2 etil anthraquinone (G), benzene (T-01) dan tributil fospat (T-02) disimpan dalam tangki penyimpanan pada suhu ruangan. Ketiga bahan baku

tersebut dicampur untuk membentuk larutan yang homogen pada M-01 dan kemudian dipanaskan untuk memenuhi kondisi reaksi hidrogenasi.

2 etil anthraquinone dari gudang (G) diangkut dengan belt konveyor ke hooper (H-01) yang telah dilengkapi dengan alat penimbang yang bekerja secara otomatis (setelah tercapai berat yang diinginkan, aliran reaktan ke hooper dihentikan), kemudian dimasukkan dalam tangki pencampur (M-01). Benzene dari tangki (T-01) dan tributil phospat dari tangki (T-02) dialirkan dengan menggunakan pompa *centrifugal single stage* kedalam tangki pencampur (M-01). Dalam tangki pencampur, 2 etil anthraquinone dilarutkan sehingga terbentuk larutan homogen, proses pencampuran berlangsung secara batch.

Larutan beserta aliran recycle dari decanter (D) kemudian dialirkan oleh pompa-03 dan dipanaskan di preheater (HE-01) untuk menaikkan suhu dari 32°C menjadi 40°C dengan menggunakan steam sebagai media pemanas dan dialirkan ke reaktor hidrogenasi (RH) dari bagian atas reaktor.

Hidrogen yang disimpan dalam fase liquid ditangki (T-03) pada tekanan 10 atmosfer dan suhu 303 K dialirkan ke expander (EX-01) untuk menurunkan tekanan menjadi 4 atm, kemudian gas hidrogen dipanaskan dalam preheater (HE-02) dengan menggunakan steam sebagai pemanas sehingga suhu gas hidrogen naik menjadi 40°C.

2. Tahap proses autooksidasi anthraquinone

Tahap pertama dari proses autooksidasi anthraquinon adalah hidrogenasi anthraquinon. Umpan segar gas hidrogen dengan kandungan N₂ sebagai inert 2% mol dicampur dengan hidrogen dari aliran recycle dan dibatasi jumlah N₂ 5% mol. Umpan gas hidrogen ini masuk pada suhu 40°C dan tekanan 4 atm. Umpan cair yang terdiri dari 2 etil anthraquinone serta pelarut benzene dan tributil phospat direaksikan di reaktor hidrogenasi yang berupa reaktor bahan isian katalis paladium berbentuk rasching ring. Katalis dalam reaktor diletakkan secara acak dan pada bagian bawah tumpukan ditopang oleh packing support dan bagian atas dilengkapi distributor untuk

mengalirkan cairan supaya merata. Reaktor hidrogenasi beroperasi pada tekanan 4 atm dan suhunya berkisar antara 40°C hingga 70°C.

Tahap kedua yaitu proses oksidasi 2 etil anthrahydroquinon membentuk hidrogen peroksida dan 2 etil anthraquinone. Larutan hasil hidrogenasi dari reaktor hidrogenasi (RH) dipompa ke collar 02 untuk menurunkan suhu dari 64,94°C menjadi 40°C dengan menggunakan air sebagai media pendingin dan kemudian masuk ke bagian atas dari reaktor oksidasi (RO) yang berupa kolom bahan isian keramik berbentuk rascing ring yang disusun acak dan dilengkapi packing support dan distributor. Udara oleh blower dialirkan dari bagian bawah reaktor RO) dan dikontakkan secara cocurrent sehingga terjadi oksidasi 2 etil anthraquinone pada tekanan 4 atm dan suhu 40°C.

Reaksi oksidasi tersebut adalah eksotermis dengan konversi 80%. Titik didih benzene 80°C, trybutil phospat 289°C, 2 etil anthraquinon 377°C dan hidrogen peroksida 150°C. Hidrogen peroksida terdekomposisi pada konsentrasi yang tinggi (70-90%).

3. Tahap pemisahan hidrogen peroksida dari larutan kerja

Larutan hasil oksidasi dialirkan ke pedingin (C-03) dengan media pendingin air untuk menurunkan suhu hingga 32°C dan diturunkan tekanannya menjadi 1 atm dengan menggunakan *reduce pressure* (PR) yang kemudian dialirkan ke Menara Ekstraksi (ME) yang berupa kolom ekstraksi bahan isian keramik berbentuk rascing ring. Air proses dialirkan dari bagian atas pada suhu 30°C dan terjadi kontak secara counter current sehingga hidrogen peroksida terekstrak dari larutan kerja menghasilkan larutan hidrogen peroksida 30% berat.

Hasil atas mengalir ke decanter (D) untuk memisahkan larutan kerja dari kandungan air dan hidrogen peroksida yang terlarut. Larutan kerja kemudian direcycle sebagai umpan di reaktor hidrogenasi (RH), sedangkan hasil bawah dari decanter mengalir ke pengolahan limbah.

4. Tahap pemurnian hidrogen peroksida

Larutan hidrogen peroksida 30% dipompa ke preheater (HE-03) untuk menaikkan titik didihnya sebagai umpan kolom distilasi. Larutan hidrogen peroksida 30% dipisahkan dalam menara distilasi (MD) dan diperoleh larutan hidrogen peroksida 70% yang diambil dari reboiler (RB) dan oleh pompa dialirkan ke pendingin (CI-05) dengan media pendingin air, untuk menurunkan suhu hingga suhu ruangan. Setelah itu disimpan dalam tangki (T-04). Uap air yang keluar dari bagian atas kolom distilasi mengalir ke kondensor (KD) untuk diubah fasenya menjadi fase cair dengan pendingin air dan ditampung dalam tangki accumulator (Acc) dan sebagian dikembalikan sebagai refluks. Hasil atas kolom distilasi berupa limbah dengan kandungan H₂O₂ kurang dari 0,4 % berat dialirkan ke unit pengolah limbah.

2.3. Diagram Alir

2.3.1. Diagram Alir Kualitatif

Diagram alir kualitatif dapat dilihat pada gambar 2.1

2.3.2. Diagram Alir Kuantitatif

Diagram alir kuantitatif dapat dilihat pada gambar 2.2

2.3.1. Diagram Alir Proses

Diagram alir proses dapat dilihat pada gambar 2.3

2.4. Neraca Massa dan Neraca Panas

2.4.1. Neraca Massa

Basis : 1 jam operasi

Satuan : kilogram (kg)

* NERACA MASSA DAN PANAS TOTAL

Tabel 2.2. Neraca massa total

Komponen	Input (kg/j)	Output (kg/j)
EAQ	115,55891	115,55891
Benzene	318,2083	318,2083
TBP	168,1021	168,1021
H ₂	260,7191913	48,53474197
N ₂	1471,300386	14043,30055
O ₂	4243,688866	848,7377632
H ₂ O	8411,54900	8411,543499

H ₂ O ₂	0	3606,835526
Total	27561,11947	27561,11947

Tabel 2.3. Neraca panas total

Komponen	Input (kcal/j)	Output (kcal/j)
EAQ	265.381,0466	120.669,0219
Benzene	2.929.107,585	665.112,2559
TBP	572.219,5758	260.482,3692
H ₂	89.637,72	163.917,5655
N ₂	223.905,0618	211.161,6768
O ₂	58.602,7	1.819,0517
H ₂ O	243.899,84	2.344.122,218
H ₂ O ₂	0	615.469,3705
	4.382.753,529	4.382.753,529

* NERACA MASSA DAN PANAS KOMPONEN

1. Mixer

Tabel 2.4. Neraca massa di sekitar Mixer

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
EAQ	38.519,63808	38.519,63808
Benzene	106.069,44090	106.069,44090
TBP	56.034,03602	56.034,03602
Total	200.623,11500	200.623,11500

2. Reaktor Hidrogenasi

Tabel 2.5. Neraca Massa disekitar Reaktor Hidrogenasi

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
EAQ	38.519,63808	13.481,87320
EAQH ₂		25.249,94914
Benzene	106.069,44090	106.069,44090
TBP	56.034,03602	56.034,03602
H ₂	408,0470125	195,8625652
N ₂	300,6662187	300,6662187
H ₂ O	5,10050	5,10050
Total	201.336,92870	201.336,92870

3. Reaktor Oksidasi

Tabel 2.6. Neraca Massa disekitar Reaktor Oksidasi

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
EAQ	13.481,87320	38.519,63808
EAQH2	25.249,94914	
Benzene	106.069,44090	106.069,44090
TBP	56.034,03602	56.034,03602
O ₂	4.243,688866	848,73777632
N ₂	13.968,809190	13968,809190
H ₂ O	5,10050	5,10050
H ₂ O ₂		3.607,135496
Total	219.052,8979	219.052,8979

4. Menara Ekstraksi

Tabel 2.7. Neraca Massa disekitar Menara Ekstraksi

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
		Hasil atas	Hasil bawah
EAQ	38.519,63808	38.519,63808	
Benzene	106.069,44090	106.069,4409	
TBP	56.034,03602	56.034,03602	
H ₂ O ₂	3.607,135496	36,07135496	3.571,064141
H ₂ O umpan	8.416,64950	510,0500	7.906,5995
Jumlah	204.235,35100	201.169,2364	11.477,66364
Total	212.646,9	212.646,9	

5. Decanter

Tabel 2.8. Neraca Massa disekitar Decanter

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
		Fase ringan	Fase berat
EAQ	38.519,63808	38.404,07917	115,55891
Benzena	106.069,4409	105.751,2326	318,2083
TBP	56.034,03602	55.865,93392	168,1021
H ₂ O	510,050	5,1005	504,9495
H ₂ O ₂	36,07135496		36,07135496

Jumlah	201.169,2364	200.026,3462	1.142,890165
Total	201.169,2364	201.169,2364	

5. Menara Distilasi

Tabel 2.9. Neraca Massa disekitar Menara Distilasi

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
		Hasil atas	Hasil bawah
H ₂ O ₂	3.571,064142	35,71064142	3.535,353501
H ₂ O	7.906,5995	6.391,447999	1.515,151499
Jumlah	11.477,66364	6.427,15864	5.050,5050
Total	11.477,66364	11.477,66468	

2.4.2. Neraca Panas

Basis : 1 jam operasi

Satuan : Kcal

1. Mixer

Tabel 2.10. Neraca Panas disekitar Mixer

Komponen	Q input (kcal)	Q output(kcal)
EAQ	88.460,3488	88.460,3488
Benzena	976.369,1949	976.369,1949
TBP	190.739,8586	190.739,8586
Total	1.255.569,4023	1.255.569,4023

2. Reaktor Hidrogenasi

Tabel 2.11. Neraca Panas disekitar Reaktor Hidrogenasi

Komponen	Q input (kcal)	Q output(kcal)
EAQ	265.381,0466	485.293,4527
TBP	572.219,5758	1.046.324,1660

Benzena	2.929.107,5850	4.747.693,2970
EAQH2		341.646,8766
H ₂ O	230,1150	585,3562
H ₂	89.637,7200	163.917,5655
N ₂	4.717,7403	8.627,1739
Qreaksi		-2.932.794,1050
Total	3.861.293,783	3.861.293,783

3. Reaktor Oksidasi

Tabel 2.12. Neraca Panas disekitar Reaktor Oksidasi

Komponen	Q input (kcal)	Q output(kcal)
EAQ	92.883,3650	411.889,0584
TBP	572.219,5758	888.059,5305
Benzena	2.929.107,5850	4.029.567,9060
EAQH2	186.836,9987	
H ₂ O	230,1150	496,8166
O ₂	58.602,7000	1.819,0517
H ₂ O ₂		340.193,3355
N ₂	219.187,3215	202.534,5029
Qreaksi		-1.815.492,541
Total	4.059.067,661	4.059.067,661

4. Menara Ekstraksi

Tabel 2.13. Neraca Panas disekitar Menara Ekstraksi

Komponen	Q input (kcal)	Q output(kcal)
EAQ	123.844,4884	126.462,9092
TBP	267.016,7396	272.662,2363
Benzena	1.211.587,8330	1.237.204,218
H ₂ O	243.899,8400	249.056,5488
H ₂ O ₂	62.010,9000	63.321,9876
Qpelarutan		-40.348,0989
Total	1.908.359,801	1.908.359,801

5. Decanter

Tabel 2.14. Neraca Panas disekitar Decanter

Komponen	Q input (kcal)	Q output(kcal)
EAQ	126.462,9092	126.462,9092
TBP	272.662,2363	272.662,2363
Benzena	1.237.204,218	1.237.204,218
H ₂ O	15.101,9513	15.101,9513
H ₂ O ₂	633,2198	633,2198
Total	1.652.064,535	1.652.064,535

6. Menara Distilasi

Tabel 2.15. Neraca Panas disekitar Menara Distilasi

Komponen	Q input (kcal)	Q output(kcal)	
	Umpan	Hasil atas	Hasil bawah
H ₂ O ₂	2.381.843,4240	5.611,5597	609.224,5910
H ₂ O	588.175,2705	1.843.666,7370	485.353,5303
Beban panas kondensor		7.505.049,692	
Beban panas reboiler	7.478.887,412		
Total	10.448.906,1100	10.448.906,1100	

2.5. Tata Letak Pabrik dan Peralatan

2.5.1. Tata Letak Pabrik

Biaya konstruksi yang ekonomis dan operasi yang efisien pada suatu unit proses tergantung pada peletakkan pabrik dan peralatan proses yang baik. Selain itu ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan antara lain :

1. Pertimbangan ekonomis yang meliputi biaya konstruksi dan operasi

Biaya konstruksi dapat diminimalisasi dengan cara memperpendek pemipaan antar alat dan penggunaan bahan dari baja yang sedikit.

2. Penggunaan alat proses

Alat proses yang digunakan yang paling ekonomis dengan mempertimbangkan beberapa alternatif alat yang ada.

3. Operasi yang tepat

Peralatan yang membutuhkan banyak pengawas operator diletakkan didekat control room

4. Perawatan peralatan

Peletakkan alat sedapat mungkin memudahkan dalam perawatan alat itu sendiri.

5. Keamanan

Letak dari alat proses harus diatur sedemikian hingga apabila terjadi kebakaran tidak ada yang terperangkap didalam. Selain itu letak alat-alat pabrik harus mudah dijangkau oleh kendaraan atau alat pemadam kebakaran, terutama alat yang berbahaya dan beresiko tinggi.

6. Perluasan dan pengembangan pabrik

Pabrik yang didirikan diharapkan dapat berkembang dengan penambahan unit, sehingga diperlukan susunan pabrik yang memungkinkan adanya perluasan.

2.5.2. Tata Letak Peralatan

Dalam peletakan alat proses ada beberapa pertimbangan yang harus diperhatikan antara lain :

1. Perhitungan ekonomis

Dalam penempatan peralatan proses sedapat mungkin menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan.

2. Jarak antar alat proses

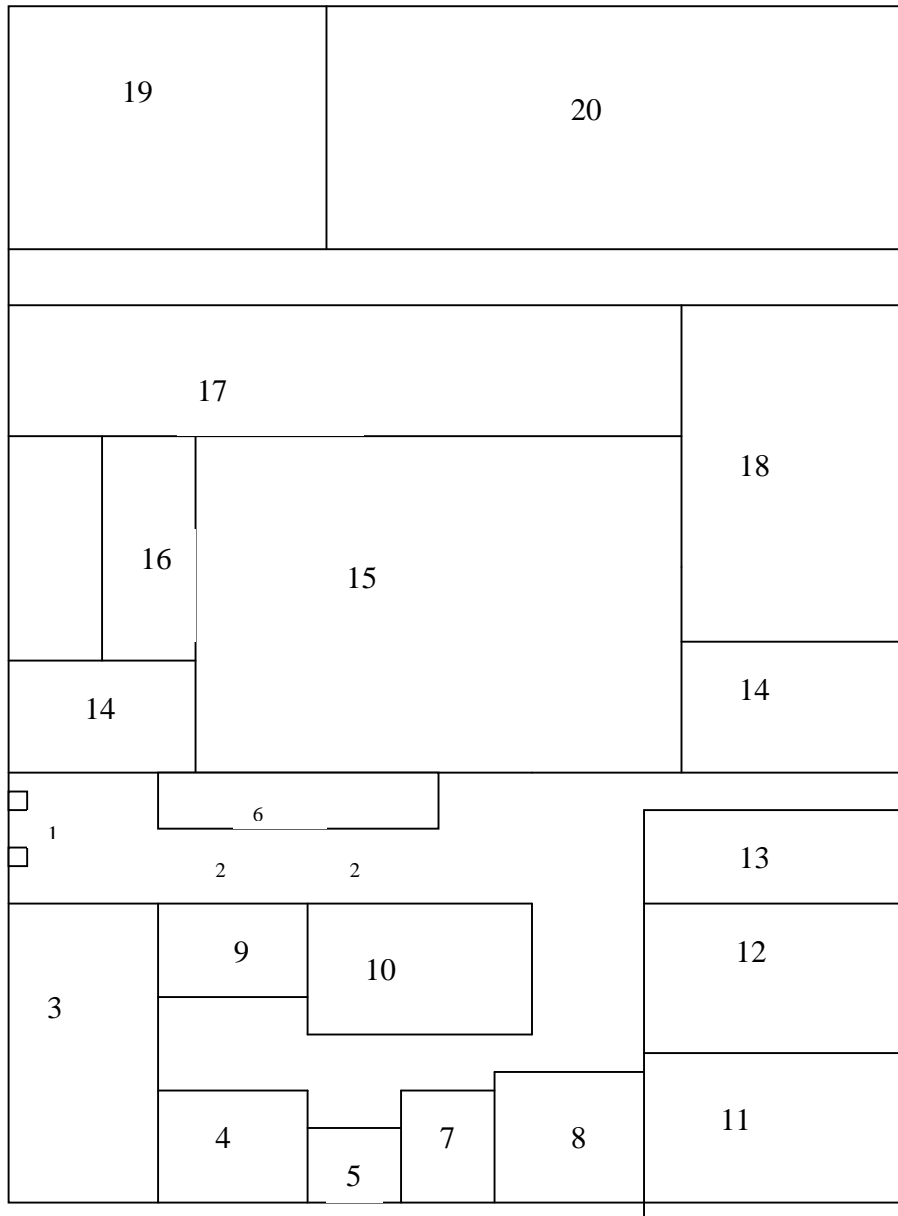
Dusahakan peletakan alat-alat proses yang mempunyai kondisi operasi yang beresiko tinggi (tekanan dan suhu tinggi) jaraknya agak berjauhan dengan alat proses lain, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan proses lain.

2. Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku sedapat mungkin tidak menghambat jalannya proses produksi maka diperlukan pemipaan yang tepat dan efisien.

3. Lalu lintas dan transportasi

Perlu adanya tata letak peralatan yang memungkinkan pekerja dapat mencapai semua lokasi alat proses dengan mudah sehingga apabila terjadi gangguan pada alat tersebut dapat langsung ditangani. Tata letak peralatan sedapat mungkin tidak mengganggu lalu lintas transportasi seperti truk dan mobil lainnya baik yang akan masuk maupun keluar pabrik.

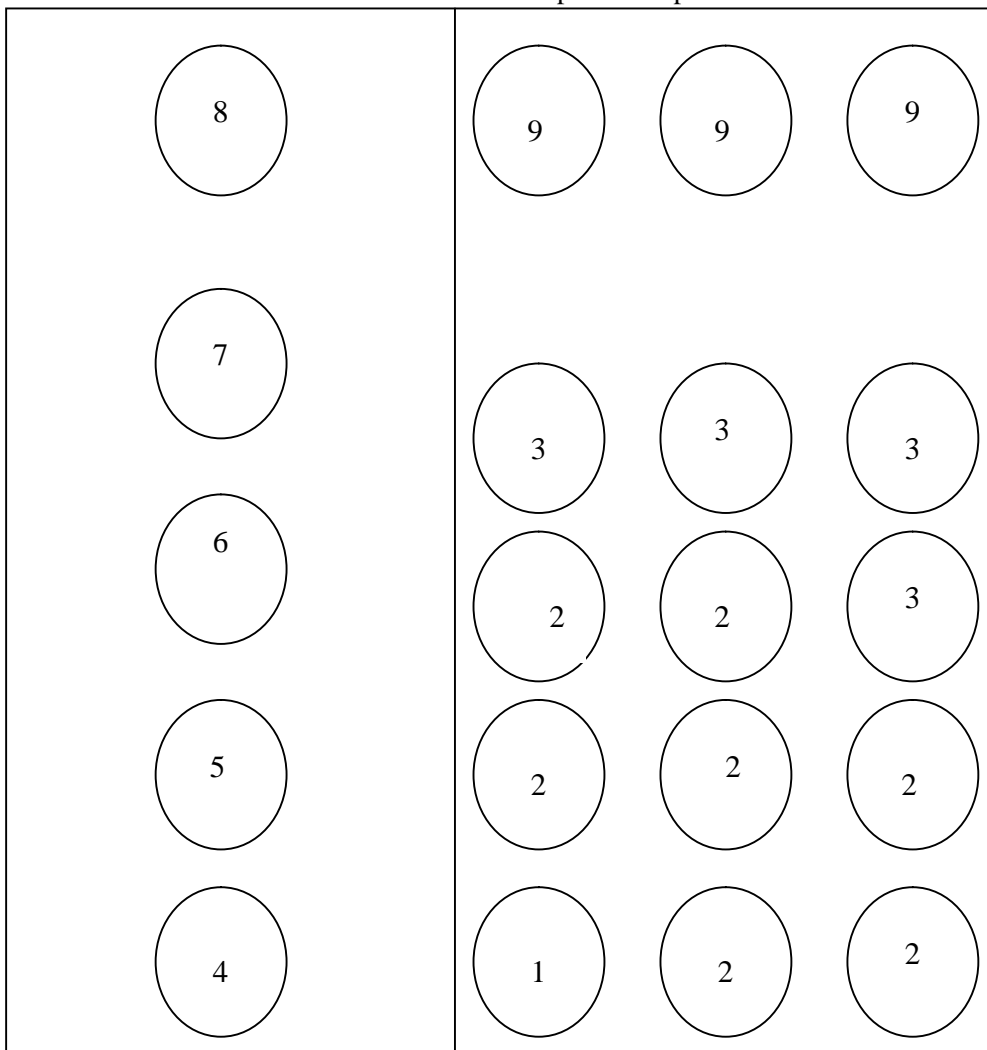


Gambar 2.4. Tata Letak Pabrik

Keterangan :

1. Pos jaga
2. Pakir
3. Kantor
4. Gedung serbaguna
5. Perpustakaan
6. Taman
7. Tempat ibadah
8. Kantin
9. Poliklinik
10. Laboratorium

11. Gudang
12. Bengkel
13. Ruang pemadam kebakaran
14. Area tangki
15. Area proses
16. Ruang kontrol
17. Area utilitas
18. Area pengolahan limbah
19. Perumahan karyawan
20. Area perluasan pabrik



Gambar 2.5. Tata Letak peralatan Proses

Keterangan :

1. Tangki Hidrogen
2. Tangki Benzen
3. Tangki Tributyl Phospat
4. Mixer
5. Reaktor Hidrogenasi
6. Reaktor Oksidasi
7. Menara Ekstraksi
8. Menara Distilasi
9. Tangki Hidrogen Peroksida

BAB III

SPESIFIKASI PERALATAN PROSES

3.1. Tangki Penyimpan Benzene

- Kode : T-01
- Fungsi : Menyimpan Benzena dalam fase cair selama 7 hari
- Tipe : Tangki silinder tegak dengan alas datar (*flat bottom*) dan bagian atas berbentuk kerucut (*conical*)
- Jumlah : 7 buah
- a. Material : *Carbon stell SA 283 grade C*
- b. Kondisi operasi
- Suhu : 30°C
- Tekanan : 1 atm
- c. Shell
- Diameter : 15,24 m
- Tinggi : 18,29 m
- Tebal shell
- Course 1 : 0,03175 m
- Course 2 : 0,0301625 m
- Course 3 : 0,028575 m

Course 4	: 0,02699 m
Course 5	: 0,0254 m
Course 6	: 0,0238 m
Course 7	: 0,0222 m
Course 8	: 0,02064 m
Course 9	: 0,01905 m
Course 10	: 0,01746 m

d. Head

Tebal head	: 0,0778 m
Tinggi head	: 1,3075 m
Sudut θ	: 9,74°

3.2. Tangki Penyimpan Tributyl Phospat

Kode	: T-02
Fungsi	: Menyimpan tributyl phospat fase cair selama 7 hari
Tipe	: Tangki silinder tegak dengan alas datar (<i>flat bottom</i>) dan bagian atas berbentuk kerucut
Jumlah	: 4 buah
Spesifikasi	
a. Material	: <i>Carbon stell SA 283 grade C</i>
b. Kondisi operasi	
Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
c. Shell	
Diameter	: 13,71 m
Tinggi	: 18,29 m
Tebal shell	
Course 1	: 0,03175 m
Course 2	: 0,0301625 m
Course 3	: 0,028575 m

Course 4 : 0,02699 m
Course 5 : 0,0254 m
Course 6 : 0,0238 m
Course 7 : 0,0222 m
Course 8 : 0,01905 m
Course 9 : 0,01746 m
Course 10 : 0,01587 m

d. Head

Tebal head : 0,07144 m
Tinggi head : 1 m
Sudut θ : $9,64^\circ$

3.3. Tangki Penyimpan Hidrogen

Kode : T-03
Fungsi : Menyimpan hidrogen fase cair selama 7 hari
Tipe : *Spherical tank*
Jumlah : 1

Spesifikasi

a. Kondisi operasi

Tekanan : 10 atm
Suhu : 30°C

b. Diameter : 9,36 m

c. Tebal shell : 0,3125 in (0,79375 cm)

d. Material : *Carbon Steel SA 283 grade C*

3.4. Blower

Kode : B - 01
Fungsi : Meningkatkan tekanan udara dari 1 atm menjadi 4 atm
Tipe : *Centrifugal single stage*

Spesifikasi :

a. Kondisi operasi

- Tekanan masuk : 1 atm
Tekanan keluar : 4 atm
Suhu masuk : 30°C
Suhu keluar : 54,73°C
- b. Jumlah : 1 buah
c. Kapasitas : 15.694,02 m³/jam
d. Daya : 9 Hp
e. Material : Carbon steel SA 93

3.5. Belt Conveyor

- Kode : BC-01
Fungsi : Mengangkut padatan 2-ethyl anthraquinone dari Gudang (G-01) ke M-01
Jumlah : 1 buah
Lebar belt : 45,72 cm
Panjang belt : 20 m
Kecepatan belt : 350 ft/ mnt (106,67 m/jam)
Kapasitas maksimum : 46 ton / jam
Daya : 13 Hp

3.6. Hopper

- Kode : H-01
Fungsi : Sebagai tempat penampung 2 ethyl anthraquinone sebelum diumpankan ke M-01
Tipe : Tangki silinder dengan dasar berbentuk conical
Jumlah : 2 buah
- Spesifikasi
- a. Kondisi operasi
- Suhu : 30°C
Tekanan : 1 atm
Waktu penyimpanan : 1 hari

- b. Diameter Tangki : 7,056 m
- c. Tinggi shell : 7,056 m
- d. Tinggi conical : 6,11 m
- f. Tinggi total tangki : 13,166 m
- g. Material : Alumunium

3.7. Mixer

- Kode : M-01
- Fungsi : Mencampur 2 ethyl anthraquinone dengan benzena dan tributyl phospat
- Tipe : Tangki berpengaduk
- Jumlah : 1 buah
- Spesifikasi
 - a. Material : *Carbon Stell SA 283 grade C*
 - b. Kondisi operasi: Batch
 - Suhu : 30°C
 - Tekanan : 1 atm
 - c. Shell
 - Diameter : 3,35 m
 - Tinggi : 6,71 m
 - Tebal : 0,00635 m
 - d. Head
 - Tebal : 0,009525 m
 - Tinggi : 0,6223
 - e. Tinggi total : 7,95 m
 - f. Pengaduk
 - Jenis : Turbin dengan 6 pitch blade dengan 4 buah baffle
 - Jumlah impeller : 1
 - Kecepatan putar : 66,06 rpm
 - Daya pengaduk : 6 Hp

3.8. Reaktor Hidrogenasi

Kode	: RH-01
Fungsi	: Mereaksikan working solution yang mengandung 2 etil Anthraquinone dengan H ₂
Tipe	: <i>Fixed Bed Reactor</i>
Jumlah	: 1 buah
Spesifikasi	
a. Kondisi Operasi	
Suhu	: 40°C
Tekanan	: 4 atm
b. Dimensi	
Diameter	: 2,1 m
Tinggi	: 8,688 m
Tebal shell	: 0,4375 in
Tebal head	: 0,375 in
Tinggi head	: 0,4435 m
c. Katalisator	: paladium
d. Material	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
e. Isolasi	
Tebal	: 15,5 cm
Material	: <i>fiber asbestos (super)</i>

3.9. Reaktor Oksidasi

Kode	: RO-01
Fungsi	: Mereaksikan Hidroquinone dalam working solution dengan O ₂ dalam udara
Tipe	: <i>Packed bed Reactor</i>
Jumlah	: 1 buah
Spesifikasi	

a. Kondisi Operasi

Suhu : 40°C

Tekanan : 4 atm

b. Dimensi

Diameter : 2,94 m

Tinggi : 6,408 m

Tebal shell : 0,625 in

Tebal head : 0,5 in

Tinggi head : 0,598 m

c. Bahan isian : *Rasching ring* keramik

d. Material : *Carbon Steel SA 283 grade C*

e. Isolasi

Tebal : 15,65 cm

Material : *fiber asbestos (super)*

3.10. Menara Ekstraksi

Kode : ME-01

Fungsi : Menyerap H₂O₂ yang terdapat pada Working Solution dari reaktor Oksidasi dengan air proses.

Tipe : *Packed bed Ekstraktor*

Jumlah : 1 buah

Spesifikasi

a. Kondisi Operasi

Suhu : 32°C

- Tekanan : 1 atm
- b. Shell
- Diameter : 3,824 m
- Tinggi : 7,879
- Tebal : 0,375 in
- c. Head
- Jenis : *Torispherical Dished Head*
- Tebal : 0,5 in
- Tinggi : 0,739 m
- d. Tinggi Total : 9,357 m
- f. Bahan isian : *Rasching Ring* Keramik
- g. Material : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

3.11. Decanter

- Kode : D-01
- Fungsi : Memisahkan working solution sebagai fraksi ringan dan H₂O₂ sebagai fraksi berat
- Tipe : Tangki silinder horisontal
- Spesifikasi
- a. Kondisi Operasi :
- Tekanan : 1 atm
- Temperatur : 32,15°C
- b. Shell
- Tebal : 0,3125 in (0,9525 cm)
- Panjang : 12,51 m
- Diameter : 4,17 m
- Material : *Carbon Steel SA 283 grade C*
- c. Head
- Tebal : 0,625 in

- Tinggi : 33,796 in (0,858 m)
Material : Carbon Steel SA 283 grade C
- d. Panjang total : 14,226 m
- e. Jumlah : 1 buah
- f. Kapasitas : 171,397 m³/jam

3.12. Expander

- Kode : EX-01
- Fungsi : Menurunkan tekanan umpan hidrogen dari 10 atm menjadi 4 atm
- Tipe : *Centrifugal single stage*
- Jumlah : 1 buah
- a. Kondisi Operasi
- Suhu masuk : 30°C
- Suhu keluar : 29,54°C
- Tekanan masuk: 10 atm
- Tekanan keluar : 4 atm
- b. Power : 1 Hp
- c. Material : *Carbon steel SA 93*

3.13. Tangki Penyimpan H₂O₂

- Kode : T-04
- Fungsi : Menyimpan H₂O₂ selama 7 hari
- Tipe : Tangki silinder tegak dengan alas datar (*flat bottom*) dan bagian atas berbentuk kerucut
- Jumlah : 3 buah
- Spesifikasi
- a. Bahan konstruksi : *Carbon stell SA 283 grade C*
- b. Kondisi operasi
- Suhu : 35°C
- Tekanan : 1 atm

c. Shell

Diameter	: 10,67 m
Tinggi	: 14,63 m
Tebal shell	
Course 1	: 0,02223 m
Course 2	: 0,02064 m
Course 3	: 0,01905 m
Course 4	: 0,01905 m
Course 5	: 0,01746 m
Course 6	: 0,01588 m
Course 7	: 0,01429 m
Course 8	: 0,01270 m

d. Head

Tebal head	: 0,05398 m
Tinggi head	: 0,88022 m
Sudut θ	: 9,37°

3.14. Menara Distilasi

Kode	: MD-01
Fungsi	: Mendapatkan H ₂ O ₂ 70% berat dari H ₂ O ₂ 30% berat yang keluar dari manara ekstraksi (ME-01)
Tipe	: Menara Distilasi dengan plate

Spesifikasi

a. Kondisi operasi

Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 105,18°C

b. Kolom/ Shell

Diameter	: 1,632 m
Tinggi	: 22,065 m

Tebal bag. atas : 0,0047625 m (0,1875 in)
Tebal bag. bawah: 0,009525 m (0,375 in)
Material : *Carbon stell SA 283 grade C*

c. Head

Tipe : *Torispherical Dished Head*
Tebal bag. atas : 0,0047625 m (0,1875 in)
Tinggi bag. atas : 0,34004 m (13,3875 in)
Tebal bag. bawah: 0,0047625 m (0,1875 in)
Tinggi bag. bawah: 0,3286 m (12,9375 in)
Material : *Carbon stell SA 283 grade C*

d. Isolasi

Tebal isolasi : 0,06544 m (2,5765 in)
Material : Asbestos

e. Plate

Tipe : Sieve Tray
Jumlah plate : 25 (selain reboiler)
Plate spacing : 0,5 m
Feed plate : 7
Material : *Carbon stell SA 283 grade C*

3.15. Akumulator

Kode : ACC - 01
Fungsi : Penampung hasil atas menara distilasi –01
Tipe : Tangki silinder horisontal

Spesifikasi

a. Kondisi Operasi :

Tekanan : 1 atm
Temperatur : 100,56°C

b. Shell

Tebal : 0,1875 in (0,47625 cm)
Panjang : 4,2148 m
Diameter : 1,0537 m
Material : *Carbon Steel SA 283 grade C*

c. Head

Tebal : 0,1875 in (0,47625 cm)
Tinggi : 8,7275 in (22,16785 cm)
Material : *Carbon Steel SA 283 grade C*

d. Panjang total : 4,6582 m

e. Jumlah : 1 buah

f. Kapasitas : 3,8556 m³/jam

3.16. Kondensor

Kode : KD -01

Fungsi : Mengembunkan uap yang keluar dari puncak MD-01

Tipe : *Shell & Tube Condenser*

Spesifikasi

a. Duty : 7.505.049,692 Kcal/j

b. Luas area transfer : 2461,3 ft² (228,66 m²)

c. Tube side

- Fluida : air
- Suhu : 30°C
- Kapasitas : 73.051,97 kg/j
- OD tube : 0,75 in (1,905 cm)
- BWG : 16
- Susunan : tiangular pitch
- Panjang : 20 ft (6,096 m)
- Pitch : 1 in (2,54 cm)
- Jumlah : 830 buah
- Passes : 2

- Pressure drop : 7,038 psia
- Material : *Carbon stell SA 283 grade C*

d. Shell side

- Fluida : Hasil atas MD-01
- Suhu : 100,56°C
- Kapasitas : 6427,16027 kg/j
- ID shell : 33 in (83,82 cm)
- Jarak baffle : 16,5 in (41,91 cm)
- Passes : 1
- Pressure drop : 0,0472 psia
- Material : *Carbon stell SA 283 grade C*

3.17. Reboiler

- Kode : RB –01
- Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah MD-01
- Tipe : *Shell & Tube kettle Reboiler*

Spesifikasi

- a. Duty : 7.478.887,412 Kcal/j
- b. Luas area transfer : 1595,99 ft² (148,26 m²)

c. Tube side

- Fluida : superheated steam
- Suhu : 175°C
- Kapasitas : 15.701,5 kg/j
- OD tube : 0,75 in (1,905 cm)
- BWG : 16
- Susunan : tiangular pitch
- Panjang : 16 ft (4,88 m)
- Pitch : 1 in (2,54 cm)
- Jumlah : 534 buah
- Passes : 2

- Pressure drop : 0,1336 psia
- Material : Carbon stell SA 283 grade C

d. Shell side

- Fluida : Hasil bawah MD-01
- Suhu : 118,1°C
- Kapasitas : 5050,5050 kg/j
- ID shell : 25 in (63,5 cm)
- Jarak baffle : 12,5 in (31,75 cm)
- Passes : 1
- Pressure drop : diabaikan
- Material : Carbon stell SA 283 grade C

3.18. Pompa

Nama Alat	Pompa	Pompa	Pompa
Kode	P-01	P-02	P-03
Fungsi	Mengalirkan benzena dari tangki-01 ke Mixer-01	Mengalirkan tributil phospat dari tangki -02 ke mixer-01	Mengalirkan working solution dari Mixer-01 ke RH-01
Tipe	<i>Single stage centrifugal pump</i>	<i>Single stage centrifugal pump</i>	<i>Single stage centrifugal pump</i>
Jumlah	1	1	1
Kapasitas (gpm)	536,74	251,88	906,96
Power Pompa (Hp)	4	2,3	11,88
Power Motor (Hp)	5	3	14
Effsiensi pompa	83%	78%	85%
Effsiensi motor	85%	83%	87%
Bahan konstruksi	<i>Cast iron</i>	<i>Cast iron</i>	<i>Cast iron</i>
Pipa : nominal (in)	8	5	10
ID pipa(in)	7,981	5,047	10,020
OD pipa(in)	9,625	5,563	10,250
Luas alir pipa(in ²)	50		78,8

<i>Schedule number</i>	40	40	40
------------------------	----	----	----

Nama Alat	Pompa	Pompa
Kode	P-04	P-05
Fungsi	Mengalirkan hasil bawah RH-01 ke RO-01	Mengalirkan hasil bawah ME-01 ke MD-01
Tipe	<i>Single stage centrifugal pump</i>	<i>Single stage centrifugal pump</i>
Jumlah	1	1
Kapasitas (gpm)	935,55	45,8
Power Pompa (Hp)	8,69	0,79
Power Motor (Hp)	11	1
Effisiensi pompa	86%	55%
Effisiensi motor	86%	80%
Bahan konstruksi	<i>Cast iron</i>	<i>Cast iron</i>
Pipa : nominal (in)	10	2,5
ID pipa(in)	10,02	2,469
OD pipa(in)	10,750	2,88
Luas alir pipa(in ²)	78,8	4,79
<i>Schedule number</i>	40	40

Nama Alat	Pompa	Pompa	Pompa
Kode	P-06	P-07	P-08
Fungsi	Mengalirkan hasil atas DC-01 ke M-01	Mengalirkan kembali sebagian hasil atas MD-01 sebagai refluks	Mengalirkan produk akhir dari RB-01 kedalam T-03
Tipe	<i>Single stage centrifugal pump</i>	<i>Single stage centrifugal pump</i>	<i>Single stage centrifugal pump</i>
Jumlah	1	1	1
Kapasitas (gpm)	998	29,5	18,33

Power Pompa (Hp)	4,49	0,384	0,38
Power Motor (Hp)	6	1	1
Effisiensi pompa	0,87	50%	45%
Effisiensi motor	75	70%	50%
Bahan konstruksi	<i>Cast iron</i>	<i>Cast iron</i>	<i>Cast iron</i>
Pipa : nominal (in)	10	2	1,25
ID pipa(in)	10,02	2,067	1,380
OD pipa(in)	10,750	92,38	51,66
Luas alir pipa(in ²)	78,8	3,35	1,2265
<i>Scedule number</i>	40	40	40

BAB IV

UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

Utilitas yang terdapat dalam pabrik hidrogen peroksida meliputi beberapa unit, yaitu unit pengadaan air, unit pengadaan listrik, unit pengadaan *steam*, unit pengadaan bahan bakar, dan unit pengadaan udara tekan.

4.1. Unit Pengadaan Air

Dalam perencanaan pabrik hidrogen peroksida ini, sumber air yang digunakan berasal dari air sungai brantas, Jawa Timur. Pertimbangan penggunaan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah :

1. Air sungai adalah sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
2. Pengolahan air sungai relatif lebih muda, sederhana, dan biaya pengolahan relatif murah, dibandingkan dengan proses pengolahan air laut lebih rumit dan biaya pengolahannya lebih besar.

Air yang diperlukan dilingkungan pabrik adalah untuk :

- 1 Air untuk proses

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam air proses adalah :

- a Kesadaran (*hardness*) yang dapat menyebabkan kerak.
- b Besi yang dapat menimbulkan korosi.
- c Minyak menyebabkan terbentuknya lapisan *film* yang menyebabkan terganggunya koefisien transfer panas serta menimbulkan endapan.

- 2 Air sanitasi

Air sanitasi diperlukan untuk keperluan kantor, rumah tangga, laboratorium dan lain-lain.

Syarat air sanitasi meliputi :

- a Syarat fisik :
 - Suhu normal

- Warna jernih
 - Tidak berasa dan tidak berbau
- b Syarat kimia :
- Tidak mengandung zat organik maupun anorganik
 - Tidak beracun
- c Syarat bakteriologi :
- Tidak mengandung bakteri, terutama bakteri *pathogen*
- 3 Air pendingin
- Pada umumnya yang digunakan sebagai media pendingin adalah air, hal ini dikarenakan :
- a Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
 - b Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.
 - c Dapat menyerap panas yang tinggi.
- 4 Air umpan *botler*
- Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut :
- a Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.
 - b Korosi disebabkan karena air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O_2, CO_2, H_2S , yang masuk ke badan air.
 - c Zat yang menyebabkan kerak (*scale forming*).
Pembentukan kerak disebabkan karena adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silikat.
 - d Zat yang menyebabkan *foaming*
Air yang diambil dari proses pemanasan dapat menyebabkan *foaming* pada *boiler* karena adanya zat-zat organik, anorganik, dan zat-zat yang tidak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terjadi pada *alkalinitas* tinggi.

Kebutuhan air suatu pabrik dapat diperoleh dari sumber air yang ada disekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Tahapan-tahapan pengolahan air sebagai berikut :

1 Penyaringan

Penyaringan air difungsikan untuk mencegah terikutnya kotoran berukuran besar yang masuk kedalam bak pengendapan awal.

2 Pengendapan secara fisis

Air dari sungai setelah disaring menggunakan *filter* kemudian dialirkan ke bak penampungan atau pengendapan awal. *Level control system* yang terdapat di bak penampung berfungsi untuk mengatur aliran masuk sehingga sesuai dengan keperluan pabrik. Dalam bak pengendapan awal kotoran-kotoran akan mengendap karena gaya berat. Waktu tinggal dalam bak ini berkisar 4-8 jam.

3 Pengendapan secara kimia

Kotoran-kotoran yang tersuspensi dalam air digumpalkan dan diendapkan dalam bak penggumpal dengan menambahkan bahan-bahan kimia, *aluminium sulphat* atau *natrium karbonat*. Dalam pembentukan koagulan waktu yang diperlukan antara 3-4 jam. Kotoran yang telah mengendap di *blow down*, sedangkan air yang keluar dari bagian atas dialirkan ke *sand filter* atau bak saringan pasir. Air dari tangki penyaring air ini digunakan langsung untuk make up air pendingin. Sedangkan air untuk perkantoran, pabrik dan air umpan boiler perlu diolah lebih dahulu.

4 Unit pengolahan air untuk perumahan dan perkantoran

Air ini digunakan untuk keperluan sehari-hari. Air dari tangki penyaring dialirkan ke tangki penampung. Selanjutnya air disuntikkan gas klorin untuk membunuh kuman sebelum ditampung dalam bak penampung air bersih dan dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari di kantor dan pabrik.

5 Unit pengolahan air untuk umpan boiler

dalam unit ini meliputi :

- Unit demineralisasi air

Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti : Ca^{++} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- dan lain-lain, dengan menggunakan *resin*. Air yang diperoleh adalah air yang bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan *boiler* harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

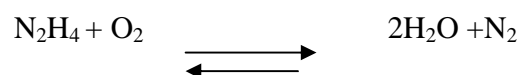
- a Tidak menimbulkan kerak
- b Bebas dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas O_2 dan CO_2 .

Air dari bak penampung air berfungsi sebagai *make up* umpan boiler. Selanjutnya air diumpangkan ke tangki *kation exchanger*, untuk menghilangkan kation-kation mineralnya. Kemungkinan jenis kation yang ada adalah Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} dan Al^{3+} . Air yang keluar dari *kation exchanger* kemudian diumpangkan ke tangki *anion exchanger*, untuk menghilangkan anion-anion mineralnya. Kemungkinan jenis anion yang ada adalah HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- dan SiO_3^{2-} . Air yang keluar dari unit ini lalu dikirim ke tangki penyimpan sementara sebelum diproses lebih lanjut sebagai air umpan *boiler*. Sebelum masuk *boiler* air diproses dalam unit *deaerator* dan unit pendingin.

- Unit *deaerator*

Air yang telah mengalami demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut terutama O_2 dan CO_2 . Gas tersebut dihilangkan lebih dahulu, karena dapat menimbulkan korosi. Unit *deaerator* berfungsi untuk menghilangkan gas ini. Di dalam *deaerator* diinjeksikan bahan-bahan kimia, bahan tersebut adalah :

- a. *Hidrazin* berfungsi mengikat oksigen berdasarkan reaksi berikut :



Nitrogen sebagai hasil reaksi bersama-sama dengan gas lain seperti CO₂ dihilangkan melalui stripping dengan uap air bertekanan rendah.

- b. Larutan ammonia berfungsi mengontrol pH air yang keluar dari *deaerator* pH-nya sekitar 8,5-9,5 keluar dari *deaerator*, ke dalam air umpan ketel kemudian diinjeksikan larutan fosfat (Na₃PO₄H₂O) untuk mencegah terbentuknya kerak silika dan kalsium pada *steam drum* dan *tube boiler*.
- Unit pendingin

Air pendingin yang digunakan dalam proses sehari-hari berasal dari air pendingin yang telah digunakan dalam pabrik yang kemudian didinginkan pada *cooling tower*. Kehilangan air karena penguapan, terbawa tetesan oleh udara maupun dilakukannya *blow down* di *cooling tower* diganti dengan air yang disediakan oleh tangki penyaring air. Air pendingin harus mempunyai sifat-sifat yang tidak korosif, tidak menimbulkan kerak dan tidak mengandung *mikroorganisme* yang dapat menimbulkan lumut. Untuk mengatasinya, maka ke dalam air pendingin diinjeksikan bahan-bahan kimia sebagai berikut :

- a. Hidrazin, berguna untuk mencegah timbulnya kerak
- b. Klorin untuk membunuh mikroorganisme

Kebutuhan air total

Tabel 4.1. Kebutuhan air total

Unit	Jumlah (kg/j)
- Pendingin	234713,4032
- Steam	19739,197
- Air Proses	3607,135496
- Pabrik	560
- Kantor	2040
- Laboratorium	225
- Rumah Tangga	1050
- Hydrant	7800
Total	269734,7357

Dengan perkiraan kehilangan karena kebocoran sebesar 10 % maka jumlah air yang harus disediakan di unit penyediaan air sebesar = $1,1 \times 269,7347 \text{ m}^3/\text{j} = 296,70817 \text{ m}^3/\text{j}$.

Spesifikasi cooling tower :

Tipe : Inducted draft cooling tower
Jumlah : 1 buah
Cooling tower area : $2296,54 \text{ ft}^2$
Daya motor fan : 106 Hp

4.2. Unit pengadaan steam

Pada prarancangan Pabrik Hidrogen Peroksida ini air yang digunakan sebagai media pemanas alat-alat proses seperti HE dan Reboiler dicukupi oleh sebuah boiler. Jumlah steam yang dibutuhkan adalah $3947,8394 \text{ kg/j}$

Spesifikasi boiler :

Tipe : Fire tube boiler
Jumlah : 1 buah
Heating surface : $427,81 \text{ ft}^2$
Rate of steam : $52220,09788 \text{ lb/j}$
Tekanan steam : 130 psia
Suhu steam : $175 \text{ }^\circ\text{C}$
Bahan bakar : solar
Effisiensi : 80%

4.3. Unit Pengadaan Tenaga Listrik

Tenaga listrik digunakan untuk menggerakkan instrumen, motor-motor yang terdapat pada alat proses dan alat-alat utilitas, penerangan, AC, kantor dan rumah tangga. Total kebutuhan listrik adalah $436,63 \text{ KW}$. Jumlah kebutuhan listrik sebesar itu disuplai oleh PLN atau generator jika terjadi gangguan listrik dari PLN.

Spesifikasi generator :

Tipe : AC generator

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 550 KW

Tegangan : 220/360 volt

Effisiensi : 80 %.

Bahan bakar : solar

4.4. Unit penyediaan bahan bakar

Unit pengolahan bahan bakar bertujuan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada boiler dan generator. Bahan bakar yang digunakan adalah solar yang diperoleh dari Pertamina dan distributornya. Kebutuhan bahan bakar boiler dan generator secara keseluruhan adalah 1894,973 L/j

4.5. Unit pengadaan udara tekan

Kebutuhan udara tekan untuk prarancangan pabrik Hidrogen Peroksida diperkirakan 150 m³/ jam. Alat untuk menyediakan udara tekan berupa kompresor yang dilengkapi dengan dryer yang berisi silika gel untuk menyerap kandungan air.

Spesifikasi kompresor :

Kode : C-01

Tipe : Centrifugal kompresor

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 150 m³/j

Suhu udara : 30⁰C

Daya penggerak : 4,342175 KW

Effisiensi : 70 %

4.6. Laboratorium

Laboratorium merupakan poses yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Sedangkan peran yang lain adalah pengendalian pencemaran lingkungan, baik limbah gas maupun cair. Laboratorium kimia merupakan sarana untuk mengadakan penelitian bahan baku, maupun proses produksi. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan dan menjaga kualitas atau mutu produk perusahaan. Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku dan analisa proses, analisa kuantitas produk.

Tugas laboratorium antara lain :

1. Memeriksa bahan baku yang akan digunakan.
2. Menganalisa dan meneliti produk yang akan dipasarkan.
3. Memeriksa zat-zat yang dapat menyebabkan pencemaran pada buangan pabrik.

4.6.1. Program kerja laboratorium

Untuk mempermudah program kerja laboratorium, maka laboratorium dibagi menjadi tiga bagian :

1. Laboratorium Pengamatan

Kerja dan tugas laboratorium ini adalah melakukan analisa secara fisik terhadap semua aliran yang berasal dari proses produksi serta mengeluarkan “ *Certificate of Quality* “ untuk menjelaskan spesifikasi hasil pengamatan. Jadi pemeriksaan dan pengamatan dilakukan terhadap bahan baku dari produk akhir.

2. Laboratorium Analitik

Kerja dan tugas laboratorium ini adalah melakukan analisa terhadap sifat-sifat kandungan kimiawi bahan baku dan produk akhir.

3. Laboratorium Penelitian Pengembangan dan Lingkungan

Kerja dan tugas laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap masalah yang berhubungan dengan kualitas material dalam proses untuk meningkatkan hasil akhir. Sifat dari laboratoium ini tidak rutin dan cenderung melakukan penelitian hal-hal yang baru untuk keperluan pengembangan.

4.7. Unit pengolahan limbah

Limbah yang dikeluarkan pabrik berupa bahan bangunan cair yang berasal dari :

1. Buangan air sanitasi
2. Sisa regenerasi
3. *Blow down cooling lower*
4. Camperan air dan H₂O₂

Air buangan sanitasi berasal dari toilet di lingkungan pabrik dan kantor. Air tersebut dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dengan menggunakan lumpur aktif, *aerasi* dan suntikan klorin yang berfungsi sebagai disinfektan untuk membunuh *mikroorganisme* yang dapat menimbulkan penyakit. Air sisa regenerasi dari unit deminerasasi yang mengandung NaOH dan HCL dinetralkan dalam bak penetralan. Penetralan dilakukan dengan larutan HCL bila pH lebih besar dari 7 dan NaOH bila pH lebih kecil dari 7.

BAB V
MANAJEMEN PERUSAHAAN

5.1. Bentuk perusahaan

Pabrik hidrogen peroksida yg akan didirikan direncanakan mempunyai :

Bentuk : Perseroan Terbatas (PT)

Lokasi : Gresik, Jawa Timur

Alasan pemilihan bentuk perusahaan ini adalah didasarkan atas beberapa faktor sebagai berikut :

1. Penjualan saham perusahaan akan memudahkan untuk mendapatkan modal.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pemimpin perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh Dewan Komisaris.
4. Kelangsungan perusahaan lebih terjamin, karena tidak berpengaruh dengan berhentinya :
 - a. Pemegang saham
 - b. Direksi beserta stafnya
 - c. Karyawan perusahaan
5. Efisiensi dan manajemen
6. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai Dewan Komisaris dan Direktur Utama yang cukup dan berpengalaman.
7. Lapangan usaha lebih luas

Suatu Perseroan Terbatas (PT) dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.

5.2. Struktur Organisasi

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang dipergunakan dalam perusahaan tersebut. Untuk mendapatkan suatu sistem yang terbaik, maka perlu diperhatikan beberapa pedoman antara lain :

- Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
- Pendelegasian wewenang
- Pembagian tugas kerja yang jelas
- Kesatuan perintah dan tanggungjawab
- Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
- Organisasi perusahaan yang fleksibel

Dengan prinsip pada pedoman tersebut maka diperoleh struktur organisasi yang baik yaitu sistem line dan staff. Pada sistem ini garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis.

Kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem, organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggungjawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staff ahli yang terdiri dari orang-orang ahli dibidangnya. Staf ahli akan memberi bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada 2 kelompok orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf, yaitu :

1. Sebagai garis atau line yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staf yaitu orang-orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya dalam hal ini berfungsi untuk memberi saran-saran kepada unit operasional.

3. Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh Direktur Utama dibantu oleh Direktur Teknik, Direktur keuangan dan Umum. Direktur Teknik membawahi beberapa kepala bagian yang akan bertanggungjawab membawahi atas bagian dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggungjawab masing-masing kepala bagian membawahi beberapa seksi dan masing-masing seksi akan membawahi beberapa karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang setiap kepala regu akan bertanggungjawab

5.3. Tugas dan Wewenang

1. Pemegang saham

Pemegang saham adalah orang-orang yang menanamkan modalnya pada perusahaan dengan membeli saham perusahaan.

2. Dewan komisaris

Dewan Komisaris bertindak sebagai wakil pemegang saham dan semua keputusan ditentukan oleh rapat persero.

3. Direktur

Direktur merupakan pimpinan perusahaan dan penanggungjawab utama dalam perusahaan secara keseluruhan.

4. Penelitian dan pengembangan (Litbang)

Litbang merupakan penyelenggara penelitian dan pengembangan terhadap produk perusahaan.

5. Manager teknik Produksi

Manager Teknik Produksi merupakan sistem direktur untuk bidang produksi dan teknik serta membawahi langsung kepala seksi.

6. Kepala Seksi

Tiap Kepala Seksi bertanggungjawab mengawasi kelancaran perusahaan pada masing-masing bidang.

7. Manager keuangan dan Administrasi.

Manager Keuangan dan Administrasi membawahi kepala seksi dan bertanggungjawab kepada direktur atas biaya-biaya perusahaan.

5.4. Pembagian Jam kerja Karyawan

Pabrik Hidrogen Peroksida direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun dan proses produksi berlangsung 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan dan perawatan (*shut down*) pabrik.

Karyawan shift adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi Seksi proses, sebagian seksi laboratorium, seksi pemeliharaan, seksi utilitas dan seksi keamanan termasuk karyawan shift. Para karyawan shift akan bekerja bergantian sehari semalam, dengan pengaturan sebagai berikut:

- Shift pagi : Jam 06.00 – 14.00
- Shift siang : Jam 14.00 – 22.00
- Shift malam : Jam 22.00 – 06.00

Karyawan shift dibagi dalam 54 regu dimana 3 regu bekerja, 1 regu istirahat dan dikenakan secara bergantian. Tiap regu mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur tiap-tiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya.

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan karyawannya. Untuk itu kepada seluruh karyawan diberlakukan absensi, absensi ini akan digunakan pimpinan perusahaan sebagai dasar dalam mengmabangkan karier para karyawan dalam perusahaan. Jadwal kerja masing-masing regu dapat ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 5.1. Jadwal kerja karyawan masing-masing regu.

Regu/hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	P	P	P	S	S	S	M	M	M	L	L	L
2	S	S	S	M	M	M	L	L	L	P	P	P
3	M	M	M	L	L	L	P	P	P	S	S	S
4	L	L	L	P	P	P	S	S	S	M	M	M

KETERANGAN :

P = Shift pagi

S = Shift siang

M = Shift malam

L = Libur

5.5. Status karyawan dan Sistem Upah

Pada Pabrik Hidrogen Peroksida ini sistem upah karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggungjawab dan keahlian. Menurut statusnya karyawan dibagi menjadi 3 golongan sebagai berikut :

1. Karyawan tetap

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian, dan masa kerja.

2. Karyawan harian

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

3. Karyawan borongan

Yaitu karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu perusahaan.

5.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

Tabel 5.2. Penggolongan karyawan, jumlah karyawan, dan gaji

Jabatan	Jml	Syarat	Gaji (Rp)/bln
Direktur	1	S1/S2/S3	30.000.000
Manager Teknik dan Produksi	1	Sarjana T.Kimia	20.000.000
Manager Keuangan dan Administrasi	1	Sarjana Ekonomi	15.000.000
Litbang	2	Sarjana T.Kimia	15.000.000
Staf Ahli	21	Sarjana T.Kimia	18.000.000
Sekretaris	1	Sarjana Ekonomi	8.000.000
Kasie Personalia	1	Sarjana Hukum	5.000.000
Kasie Humas	1	Sarjana FISIP	5.000.000
Kasie Penjualan	1	Sarjana Ekonomi	5.000.000
Kasie Pembelian	1	Sarjana Ekonomi	5.000.000
Kasie Proses	1	Sarjana T.Kimia	5.000.000
Kasie Laboratorium	1	Sarjana T.Kimia	5.000.000
Kasie Utilitas	1	Sarjana T. Mesin	5.000.000
Kasie Pemeliharaan	1	Sarjana T. Mesin	5.000.000
Kasie Gudang dan Bahan Baku	1	Sarjana/D3	5.000.000
Kasie Administrasi	1	Sarjana Ekonomi	5.000.000
Kasie Keuangan	1	Sarjana Ekonomi	5.000.000
Kasie Keamanan	1	Sarjana/D3	5.000.000
Karyawan Proses	33	Sarjana/D3	2.000.000
Karyawan Pengendalian	5	SMU	2.000.000
Karyawan Laboratorium	9	Sarjana/D3	2.000.000
Karyawan Penjualan	4	SMU	2.000.000
Karyawan Pembelian	2	SMU	2.000.000
Karyawan Pemeliharaan	9	SMU	2.000.000
Karyawan Utilitas	15	Sarjana/D3	2.000.000
Karyawan Administrasi	4	Amd	2.000.000
Karyawan Kas	2	SMU	2.000.000
Karyawan Personalia	2	Sarjana/D3	2.000.000
Karyawan Humas	2	SMU	2.000.000
Karyawan Keamanan	12	SMU	2.000.000
Dokter	1	Sarjana Kedokteran	4.000.000

Para Medis (Perawat)	2	D3 Perawat	2.000.000
Sopir	6	SMU	900.000
Pesuruh	4	SMU	900.000
Cleaning Service	12	SMU	900.000
Jumlah	145		198.100.000

5.7. Kesejahteraan sosial

Untuk meningkatkan kesejahteraan karyawan dan keluarganya perusahaan memberikan fasilitas-fasilitas penunjang antara lain berupa :

1. Fasilitas kesehatan
2. Fasilitas pendidikan
3. Fasilitas asuransi
4. Fasilitas transportasi
5. Fasilitas koperasi
6. Fasilitas kantin
7. Fasilitas peribadatan
8. Peralatan safety
9. Fasilitas cuti
10. Fasilitas tunjangan lain

BAB VI

ANALISA EKONOMI

Pada prarancangan Pabrik Hidrogen Peroksida ini dilakukan evaluasi atau penilaian investasi dengan maksud untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang ini dapat menguntungkan atau tidak. Yang terpenting dari prarancangan ini adalah estimasi harga dari alat-alat, karena harga ini dipakai sebagai dasar untuk estimasi analisa ekonomi, sedangkan analisa ekonomi dapat dipakai untuk mendapatkan perkiraan / estimasi tentang kelayakan investasi modal dalam kegiatan produksi suatu pabrik, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak jika didirikan.

Untuk itu pada prarancangan Pabrik Hidrogen Peroksida ini, kelayakan investasi modal dalam sebuah pabrik dapat diperkirakan dan dianalisa, yaitu :

1. *Profitability*
2. *% Return on Investmen (ROI)*
3. *Pay Out Time (POT)*
4. *Break Even Point (BEP)*
5. *Shut Down Point (SDP)*
6. *Discounted Cash Flow (DCF)*

Untuk meninjau faktor-faktor tersebut di atas perlu diadakan penaksiran terhadap beberapa faktor, yaitu :

1. Penaksiran Modal Industri (*Total Capital Investment*)
 - a. Modal Tetap (*Fixed Capital*)
 - b. Modal Kerja (*Working Capital*)
2. Penentuan Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*)
 - a. *Manufacturing Cost*
 - b. *General Expense*

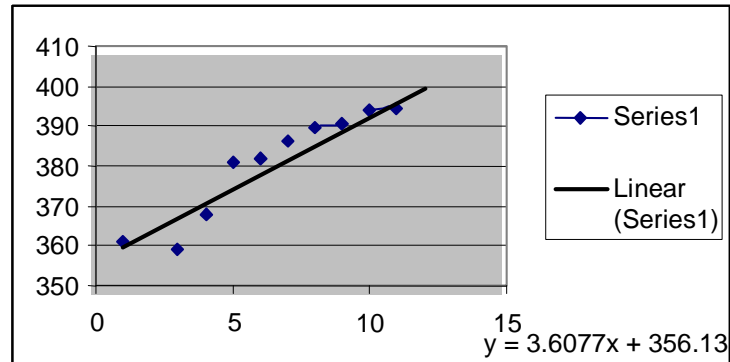
6.1. Penaksiran harga peralatan

Pabrik beroperasi selama satu tahun produksi adalah 330 hari dan tahun evaluasi pada tahun 2006. Di dalam analisa ekonomi harga-harga alat maupun harga-harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari index pada tahun analisa.

Asumsi kenaikan harga dianggap linier, dengan menggunakan program excel dapat dicari persamaan linier yaitu :

Tabel 6.1. Data index Chemical Engineering Plant

Tahun	Tahun ke	Index
1991	1	361.3
1992	2	358.2
1993	3	359.2
1994	4	368.1
1995	5	381.1
1996	6	381.7
1997	7	386.5
1998	8	389.5
1999	9	390.6
2000	10	394.1
2001	11	394,3
2002	12	390,4



(Reff Data dari (www.Vandange @ yahoo.com.2001)

Gambar 6.1. Grafik hubungan antara harga index dengan tahun ke-

Persamaan yang diperoleh adalah : $y = 3.6077x + 356.13$

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga index pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2005 adalah tahun ke-15.

$$\begin{aligned}
 Y &= 3.6077(16) + 356.13 \\
 &= 413.8532
 \end{aligned}$$

Harga-harga alat dan lainnya, diperhitungkan pada tahun evaluasi. Harga alat dan lainnya ditentukan dengan mengakses internet untuk tahun 2000. Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan :

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny}$$

Dimana :

Ex : Harga pembelian pada tahun 2006

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi (tahun 1954)

Nx : Index harga pada tahun 2006

Ny : Index harga pada tahun referensi (tahun 1954)

6.2. Penentuan *Total Capital Investment* (TCI)

Asumsi-asumsi dan ketentuan yang digunakan dalam analisa ekonomi :

1. Pembangunan fisik pabrik akan dilaksanakan pada tahun 2006 dengan masa konstruksi dan instalasi selama 2 tahun dan pabrik dapat beroperasi secara komersial pada awal tahun 2008.
2. Proses yang dijalankan adalah proses kontinyu.
3. Kapasitas produksi adalah 40.000 ton/tahun.
4. Jumlah hari kerja adalah 330 hari per tahun.
5. Modal kerja yang diperhitungkan adalah selama 1 bulan.
6. *Shut Down* pabrik dilaksanakan selama 30 hari dalam satu tahun untuk perbaikan alat-alat pabrik.
7. Umur alat-alat pabrik diperkirakan 10 tahun kecuali alat-alat tertentu (umur pompa dan tangki adalah 5 tahun)
8. Nilai rongsokan (*salvage value*) 0% dari FCI.
9. Situasi pasar, biaya dan lain-lain diperkirakan stabil selama pabrik beroperasi.
10. Upah buruh asing US\$ 15 per *manhour*.
11. Upah buruh Indonesia Rp.20.000,- per *manhour*.
12. Perbandingan jumlah tenaga asing : tenaga Indonesia = 5% : 95%.
13. Kurs rupiah yang dipakai Rp.10.000,-

Tabel 6.2. *Total Capytal Investment*

NO	TYPE OF CAPITAL	US \$	Rp
1	Harga alat sampai di tempat	12.202.432,82	
2	Instalasi	1.098.218,936	5.299.342.166
3	Pemipaan	4.432.097,848	6.127.364.380
4	Instrumentasi	2.117.993,662	993.626.656,2
5	Isolasi	283.270,7573	828.022.213,5
6	Listrik	631.911,6893	828.022.213,5
7	Tanah		9.000.000.000
8	Bangunan		10.825.817.700
9	Utilitas	2.266.685,2	1.067.897.786
	<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>	23.032.610,91	34.970.093.120

10	Engineering and Konstruksion	4.606.522,182	6.994.018.624
	Direct Plant Cost (DPC)	27.639.133,09	41.964.111.740
11	Kontraktor	2.211.130,647	3.357.128.939
12	Contingency	6.909.783,273	10.491.027.940
	Fixed Capital	36.760.047,01	55.812.268.620
	Fixed capital investment		423.412.738.700

Tabel 6.3. Working capital

No	Type of working capital	Rp
1	Raw material inventory	3.144.642.011
2	Inproses inventory	255.143.785
3	Produk inventory	14.032.908.180
4	Ekstended Credit	47.333.333.333
5	Available cash	14.032.908.180
	Working capital	78.798.935.490

6.3. Biaya Produksi Total (TPC)

Tabel 6.4. Manufacturing cost

No	Type of manufacturing cost	Rp
1	Raw material	2.735.704.130
2	Labour	2.377.200.000
3	Supervision	365.580.000
4	Maintenance	190.176.000
5	Plant supplier	28.576.400
6	Royalties and patent	11.360.000.000
7	Utilitas	17.678.186.740
	Direct manufacturing cost	69.735.373.270
8	Payroll over head	365.580.000
9	Laboratory	365.580.000
10	Plant overhead	1.782.900.000
11	Package & shipping	28.400.000.000
	Indirect manufacturing cost (IMC)	30.914.060.000
12	Depresiasi	42.341.273.870
13	Pajak pendapatan	21.170.063.694
14	Asuransi	4.234.127.384
	Fixed Manufacturing Cost (FMC)	67.745.464.940
	Manufacturing Cost (MC)	168.394.898.200

Tabel 6.5. *General Expenses*

No	Type of general expenses	Rp
1	Administrasi	28.400.000.000
2	Promosi	68.160.000.000
3	Penelitian	22.720.000.000
4	Finansial	99.853.973.600
	General Ekspenses	219.133.973.600

6.4. Keuntungan (*Profit*)

Penjualan = Rp 568.000.000.000,00

Produksi = Rp 387.528.871.800,00

Keuntungan sebelum pajak = Rp 180.471.128.200,00

Keuntungan setelah dikenai pajak 40% = Rp. 109.399.110.400,00

6.5. Analisa kelayakan

Tabel 6.6. Analisa kelayakan ekonomi

No	Keterangan	Hasil perhitungan	Batasan
1	% Return on Investment (ROI) : ROI sebelum pajak ROI setelah pajak	42,6% 25,5%	
2.	Pay Out Time (POT) POT sebelum pajak POT setelah pajak	1,9 tahun 2,8 tahun	
3.	Break Even Point (BEP)	42,76%	40-60%
4.	Shut Down Point (SDP)	21%	
5.	Discounted Cash Flow (DCF)	49,53	6%

Dari data hasil perhitungan analisis ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik hydrogen peroksida ini layak dan menarik untuk didirikan.

BAB VII

KESIMPULAN

Hasil analisa kelayakan ekonomi

1. Keuntungan sebelum pajak Rp 142.980.972.728,00
Keuntungan sesudah pajak Rp. 85.788.583.637,00
2. *Return Of Investment* (ROI) sebelum pajak 23,79 %
Return Of Investment (ROI) sesudah pajak 14,27 %
ROI sebelum pajak untuk pabrik beresiko rendah minimal 11 %
3. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 2,96 tahun
Pay Out Time (POT) sesudah pajak 4,12 tahun
4. *Break Event Point* (BEP) adalah 56,35% dan *Shut Down Point* (SDP) adalah 22,83 %. BEP untuk pabrik kimia biasanya berkisar antara 40 % - 60 %.
5. *Discounted Cash Flow* (DCF) adalah 30,96%

Dari data hasil perhitungan analisis ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik hidrogen peroksida ini layak dan menarik untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., 1954, "Chemical Engineering Cost Estimation", Mc Graw-Hill Book Company, New York.
- Brown, G.G., 1950, "Unit Operation", 4th.ed., John Willey and Son, Inc., New York.
- Brownell,L.E., Young, E.H., 1968, "Process Equipment Design", John Willey and Son, Inc., New York.
- Coulson, J.M., Richardson, J.F., 1983, "Chemical Engineering", vol 6, Pergamon Press Ltd, Oxford.
- Faith, W.L, Keyes, D.B., & Clark, R.I., 1957, "Industrial chemical", 2nd ed, John Willey and Son, Inc., New York.
- Kern, D.Q., 1950, "Process Heat Transfer", Mc. Graw-Hill Book International Company Inc., New York.
- Kirk, K.E. and Othmer, D.F., 2000, "Encyclopedia of Chemical Technology", vol 11, 13, The interscience Publication, John Wiley and son Inc, New York.
- Ludwig, E.E., 1964, "Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Technology", vol 1,2,3, Gulf Publishing Co., Houston, Texas.
- Mc.Ketta,J.,1987, "Encyclopedia of Chemical Proccesing and Design", vol 27, Marcel Dekker Inc.,New York.
- Perry,J.H.,1984, "Handbook of Chemical Engineering", 6th.ed., Mc.Graw-Hill Book Company, New York.
- Santacesaria, E.,Ferro,R.& Ricci S, Carra.,1987, "Kinetic Aspects in Oxidation of Hydrogenated 2-Ethyltetrahydroanthraquinone", Ind. Eng. Chem. Res.26, American Chemical Society.
- Schumb, W.C., Goor, 1955, "Hydrogen Peroxide", American Chemical Society Monograph Series, Reinhold Publishing Corp., New York.
- Treyball, R.E., 1981, "Mass Transfer Operation", 3rd.ed., Mc. Graw-Hill Book Company, Kogakusha, Ltd., Tokyo.

The Chemical Engineers' Resource page", Hydrogen Peroxide Production",
www.cheresources.com/download 7 Oktober 2002.

Vilbrandt, F.C. and Dryden, C.E., 1959 "Chemical Engineering Design", Mc.Graw-Hill, New York