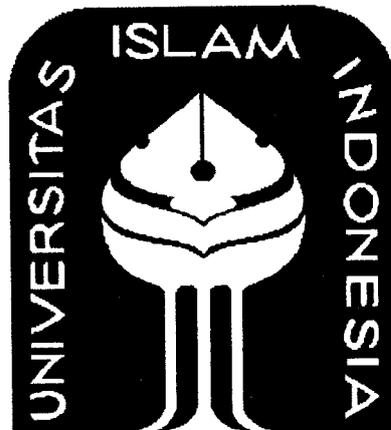


**PRA RANCANGAN
PABRIK FURFURAL DARI
AMPAS TEBU (BAGASSE)
KAPASITAS 15.000 TON / TAHUN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat



Disusun Oleh :

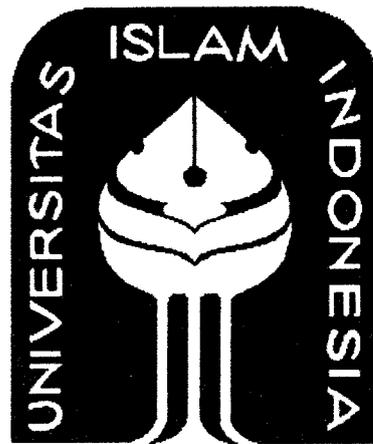
Sukmalena 03 521 127

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2007**

**PRA RANCANGAN
PABRIK FURFURAL DARI
AMPAS TEBU (BAGASSE)
KAPASITAS 15.000 TON / TAHUN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia



Disusun Oleh :

Sukmalena

03 521 127

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2007**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL TUGAS AKHIR
PRA RANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

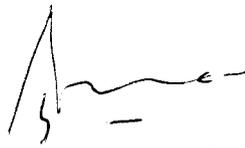
Nama : Sukmalena

No. Mahasiswa : 03 521 127

Menyatakan bahwa seluruh hasil penelitian ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, Oktober 2007



(SUKMALENA)

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PRA RANCANGAN PABRIK FURFURAL
DARI AMPAS TEBU (BAGASSE) DENGAN
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR



Oleh :

Nama : SUKMALENA
No. Mahasiswa : 03 521 127

Yogyakarta, 12 September 2007

Pembimbing I

Kamariah Anwar, Drs, Ms

Pembimbing II

Ariany Zulkania, ST, M.Eng

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PRA RANCANGAN PABRIK FURFURAL
DARI AMPAS TEBU (BAGASSE) DENGAN KAPASITAS
15.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Sukmalena

NIM. 03 521 127

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 1 Oktober 2007

Tim Penguji,

1. Dra. Kamariah Anwar, MS.

2. Ir Djaka Hartaja, MM

3. Hj. Ratna Sri Harjanti, ST

(*[Signature]*)
(*[Signature]*)
(*[Signature]*)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia


Dra. Kamariah Anwar, MS.

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, atas limpahan rahmat-Nya kami dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini.

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul Pra Rancangan Pabrik *Furfural* dari (*Ampas Tebu*) *Bagasse* dengan Kapasitas 15.000 Ton/Tahun ini disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah didapat dibangku kuliah, dan satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Atas terselesainya laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Fathul Wahid, ST., M.Sc., selaku Dekan FTI.
2. Ibu Dra. Kamariah Anwar, MS., selaku ketua jurusan Teknik Kimia dan Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
3. Ibu Ariany Zulkania, ST,M.Eng., selaku dosen pembimbing II yang penuh kesabaran dan kebijaksanaan dalam membimbing hingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

HALAMAN PERSEMBAHAN

TUGAS AKHIR INI KUPERSEMBAHKAN KEPADA:

🕌 Allah SWT Rabb Semesta Alam

" Rabb Begitu besar rasa sayang Mu Pada ku, meski ku sering melupakan MU, Rabb... berkahi lah ilmu ku semua ku lakukan untuk memperoleh derajat sisiMU.

" Rabb...terasa sekecil rasa sayang Mu padaku Saat aku mengerjakan amanah kecil Mu ini, terimakasih ya...Rabb atas kemudahan dan kelapangan yang Kau berikan padaku, semoga aku bisa sampai ke arsy mu tuk melihat keagunganMU

🕌 Rasullulah

🕌 Orang tua ku

Kalian berdua adalah motivasi hidupku, setelah Allah Dan Rasul, kalian berdua adalah malaikat ku di dunia, yang begitu banyak membantu ku dalam menemukan Jalan Hidup, bak & mak ... sukma dah ST ilmu yang sukma dapat kan menjadi ladang amal yang tidak pernah terputus akan mengalir tuk kalian berdua, makasih dah menjadi jalan hidayah Ku...

Ibu Kamariah dan bu Ariany.:

Makasih ya bu....., telah memberikan ilmu dan waktunya untuk membimbing dengan penuh kesabaran. Hanya Allah SWT yang dapat membalas apa yang telah ibu berikan.

🕌 Kakak2 ku

Semoga Allah senangtiasa memberi hidayah serta keimanan dalam Hati kalian, abang is jangan galak2 sukma takut, tp abang sayang bgt sama sukma, makasih tas perhatianmu selama ini, semoga Allah menjadikan keluarga mu sakinah mawadha, ngah ku makasih dah bantu bak cari duit untuk biaya kuliah ku, semoga ALLAH segera memberi mu rezeki keturunan yang soleh, Sabar ya Duna ALLAH Maha Adil kok...tunggu aja, Abang uda ku...makasih yuu tuk semua perhatian mu, sukma sayang abang, semoga ALLAH segera memberikan mu pasangan yang kan menguatkan langkah mu...

🕌 Saudara ponakan-ku:

🕌 Keluarga besar ku dilampung:

semoga Allah senangtiasa memberi HidayahNYA pada kita semua, makasih tas semua kebaikkan kalian semua

👤 Keluarga besar ku di yokya:

*KODISIA, MAI, YAZKIA, afwan jidan ya akhi dan ukhti ana ga amanah
selama ini, semoga ALLAH mempermudah dakwah kita. Tetap
SEMANGAT ALLAHUAKBAR...!!!*

👤 Keluarga kecil ku:

👤 Teman2 Al-afiyah :

mba nisa, mba atik ,mba renti mb ken maafkan daku yang sering buat
repot kalian.....makasih tas kebersamaan selama ini

👤 Sahabat2 ku :

Ivo,meisa,vini malasin ya dah banyak nolong aku,
kalian begitu banyak berjasa dalam ketahanan IA ku,
semoga Allah mempermudah langkah kita. kalian juga ya
jauhkan diri dari solehah

👤 Temen2 TEKKIM 2003:

Wah, semoga semua yang ada di dunia ini bisa beres-beres
dan tenang-tenang. Semoga Allah SWT memudahkan
langkah kita. Kalian juga ya jauhkan diri dari
solehah

👤 Kakak2 Angkatan:

MOTTO

“Sesungguhnya sesudah kesukaran terdapatlah kemudahan“

“Allah SWT tidak akan merubah nasib suatu kaum kecuali kaum itu merubah nasibnya sendiri dengan berusaha“

“Allah pasti akan mengangkat orang-orang yang beriman dan berpengetahuan beberapa tingkat lebih tinggi“

“Manusia yang paling baik adalah manusia yang dapat memberikan manfaat bagi orang lain“

“Barang siapa pandai bersyukur atas nikmat yang telah diberikan kepadanya maka Allah SWT akan menambah nikmatnya, sedangkan orang yang kufur kepada-Nya maka Allah SWT akan menambah siksa pedihnya“

“Tak ada yang sulit di dunia ini asalkan kita berani untuk mencoba dan jangan malu akan kegagalan, karena kegagalan awal sebuah kesuksesan“

by: SUKMA



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
ABSTRAKSI	xii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pemilihan Kapasitas Perancangan	3
1.3 Tinjauan Pustaka	4
BAB II. PERANCANGAN PRODUK	
2.1. Spesifikasi Produk	8
2.2. Spesifikasi Bahan Baku	9
2.3. Spesifikasi Bahan Baku	10
2.4. Pengendalian Produksi	11
2.4.1. Pengendalian Kualitas	13
2.4.2. Pengendalian Kuantitas	14
2.4.3. Pengendalian Waktu	14
2.4.4. Pengendalian Bahan Proses	14

BAB III. PERANCANGAN PROSES

3.1. Uraian Proses	15
3.1.1. Tahap Penyiapan Bahan Baku	15
3.1.2. Tahap Reaksi	15
3.1.3. Tahap Pemurnian Produk	16
3.1.3.1. Tahap Pemurnian Produk Utama	16
3.1.3.2. Tahap Pemurnian Produk Samping	17
3.2. Spesifikasi Alat Proses	19
3.3. Perencanaan Produksi	56
3.3.1. Kapasitas Perancangan	56
3.3.2. Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses	57

BAB IV. PERANCANGAN PABRIK

4.1. Lokasi Pabrik	63
A. Faktor Primer	63
B. Faktor Sekunder	66
C. Tata Letak Pabrik	66
4.2. Tata Letak Mesin/Alat Proses	72
4.3. Aliran Proses Dan Material	73
1. Perhitungan Neraca Massa	74
2. Perhitungan Neraca Panas	78
4.4. Pelayanan Teknik (Utilitas)	80
4.4.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air	81
4.4.2. Unit Pembangkit Steam	88

4.4.3. Unit Pembangkit Listrik	90
4.4.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar	95
4.4.5. Unit Penyediaan Udara Tekan	95
4.4.6 Unit Penyediaan Limbah	95
4.4.7. Spesifikasi Alat – alat Utilitas	96
4.5. LABORATORIUM	
4.5.1 Kegunaan Laboratorium	118
4.5.2. Program Kerja Laboratorium	118
4.5.2 Alat Utama Laboratorium	121
4.6. ORGANISASI PERUSAHAAN	
4.6.1. Bentuk Perusahaan	121
4.6.2. Struktur Organisasi	123
4.6.3. Tugas dan Wewenang	126
4.6.4. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji	136
4.6.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan	137
4.6.6. Pengolongan Jabatan, jumlah Karyawan dan Gaji	139
4.6.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan	143
4.7. ANALISA EKONOMI	
4.7.1. Penaksiran Harga Peralatan	146
4.7.2. Dasar Perhitungan	149
4.7.3. Perhitungan Biaya	150
4.7.3.1 Capital Investment	150

4.7.3.2. Manufacturing Cost	150
4.7.3.3 General Expanse	150
4.7.4. Analisa Ekonomi	151
4.7.5. Hasil Perhitungan	153
4.7.6. Biaya Produksi Total	155
4.7.7. Keuntungan	157
4.7.8. Analisa Kelayakan	158
BAB V. PENUTUP	161
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Data Statistik Kenaikan Permintaan Furfural	3
Tabel 4.1. Perincian Luas Tanah	71
Tabel 4.2. Neraca massa total	74
Tabel 4.3. Neraca massa Mixer 01	75
Tabel 4.4. Neraca massa reaktor	75
Tabel 4.5. Neraca massa Mixer-02	76
Tabel 4.6. Neraca massa menara settler	76
Tabel 4.7. Neraca massa Filter	77
Tabel 4.8. Neraca massa Flashdrum	77
Tabel 4.9. Neraca massa Menara Distilasi	78
Tabel 4.10. Neraca panas mixer-01	78
Tabel 4.11. Neraca massa Reaktor	78
Tabel 4.12. Neraca panas Filter	79
Tabel 4.13. Neraca panas settler	79
Tabel 4.14. Neraca panas Flashdrum	79
Tabel 4.15. Neraca panas menara distilasi	80
Tabel 4.17. kebutuhan air pendingin	88
Tabel 4.18 kebutuhan Steam	90
Tabel 4.19 kebutuhan listrik alat proses	91
Tabel 4.20 Kebutuhan Listrik untuk utilitas	92
Tabel 4.21 Pengolongan Jabatan	139

Tabel 4.22. Perincian Jumlah Karyawan	140
Tabel 4.23. Perincian Golongan dan Gaji	142
Tabel 4.24 Indek harga alat	147
Tabel 4.25 Fixed capital Investmen	153
Tabel 4.26 Working Capital	154
Tabel 4.27 Direct Manufacturing Cost	155
Tabel 4.28 General Expense	157
Tabel 5.1 Hasil Evaluasi ekonomi	161

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.7.1 Grafik Indeks Harga.....	148
Gambar 4.7.2 Nilai BEP dan SDP.....	160

ABSTRAK

Furfural merupakan senyawa kimia yang dihasilkan dari reaksi hidrolisis dan dehidrasi pentosa dengan bantuan katalis asam. Pentosa dari senyawa hemiselulosa, banyak terkandung didalam biomassa, salah satunya ampas tebu. Furfural memiliki aplikasi yang luas dalam berbagai industri, seperti pengolahan minyak bumi, pembuatan nilon, pelapisan, farmasi, dan serat sintetik. Berdasarkan analisa pasar dalam negeri, maka didapatkan kapasitas pabrik furfural yang akan dibangun sebesar 15.000 ton tahun. Pabrik ini direncanakan akan dibangun di Kawasan Industri Gresik (KIG), dengan total lahan yang dibutuhkan seluas 29.000 m². Mode operasi proses menggunakan kombinasi proses batch dan kontinyu. Reaksi utama berlangsung dalam reaktor berpengaduk selama 3 jam pada suhu 128oC dan tekanan 3 atm. Untuk menghasilkan furfural dengan kemurnian 98% sebanyak 15.000 ton tahun dibutuhkan bagasse 100.992,9099 ton tahun, asam sulfat 36 % sebanyak 673,2 ton tahun dan Toluene sebanyak 15.000 ton tahun. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air sebanyak kg/jam, listrik 1605,3946 KW/jam, bahan bakar 19.673,85 kg/jam, steam 66,985,60 kg/jam. Perusahaan berbentuk perseoran terbatas memakai sistem organisasi "Line and Staff Organisation" yang dipimpin oleh 2 orang direktur yaitu direktur produksi teknik dan direktur administrasi keuangan dengan jumlah karyawan 120 orang.

Modal tetap (FCI) yang digunakan untuk mendirikan pabrik Furfural sebesar Rp 226.630.835.761,82 dan modal kerja (WC) sebesar Rp 300.421.644.091,64; keuntungan sebelum pajak yang diperoleh pertahun sebesar Rp 99.806.546.543,38; sedangkan keuntungan sesudah pajak pertahun sebesar Rp 59.883.927.925,43; Dari hasil perhitungan evaluasi ekonomi diperoleh ROI sebelum pajak sebesar 44,0393%, ROI setelah pajak sebesar 26,4236%, POT sebelum pajak selama 2 tahun, POT sesudah pajak selama 3 tahun, BEP sebesar 45,81%, SDP sebesar 24,69%, dan DCFR sebesar 40,64%. Berdasarkan perhitungan diatas, maka pabrik Furfural dengan kapasitas 15.000 Ton Tahun cukup menarik untuk dikaji lebih lanjut.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Agroindustri di Indonesia merupakan sektor yang memiliki peran yang sangat penting dalam perindustrian nasional. Namun kegiatan pasca panen dan pengolahan hasil pertanian, termasuk pemanfaatan produk samping dan sisa pengolahannya masih kurang. Produk pertanian Indonesia umumnya hanya dipasarkan dalam bentuk primer, sehingga bernilai rendah dan rentan terhadap fluktuasi harga, sebab harga komoditas primer umumnya cenderung menurun, sedangkan harga produk olahan cenderung meningkat.

Dalam industri pengolahan tebu menjadi gula, ampas tebu yang dihasilkan jumlahnya dapat mencapai 90% dari setiap tebu yang diolah, sedangkan kandungan gula yang termanfaatkan hanya sebesar 5%. Selama ini, pemanfaatan ampas tebu sebagai bahan baku particle board, pulp, bahan baker, pupuk, dan pakan ternak bersifat terbatas dan bernilai ekonomi rendah.

Dibutuhkan teknologi baru untuk mendiversifikasikan pemanfaatan Ampas tebu tersebut menjadi produk bernilai ekonomi tinggi, salah satu alternatifnya adalah diolah menjadi Furfural. Ampas tebu dapat diolah menjadi Furfural karena memiliki kandungan pentosan yang merupakan komponen utama dalam proses sintesis Furfural. Bahan baku lain yang dapat digunakan



dalam produksi Furfural selain ampas tebu antara lain: tongkol jagung, sekam padi, kayu, rami dan sumber lainnya yang mengandung pentosan.

Furfural merupakan bahan kimia organik yang dewasa ini dikonsumsi sebagai bahan pembantu dan bahan baku industri-industri tertentu. Furfural memiliki aplikasi yang cukup luas dalam beberapa industri dan juga dapat disintesis menjadi turunan-turunannya seperti : Furfuril Alkohol, Furan, dan lain-lain. Kebutuhan (*demand*) Furfural dan turunannya di dalam negeri meski tidak terlalu besar namun jumlahnya terus meningkat. Hingga saat ini seluruh kebutuhan Furfural untuk dalam negeri diperoleh melalui impor. Impor terbesar diperoleh dari Cina yang saat ini menguasai 72% pasar Furfural dunia.

Pengembangan industri yang memproduksi Furfural dan turunannya diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga mengurangi angka impor dan meningkatkan nilai investasi di Indonesia. Diharapkan pengembangan industri ini dapat memberi nilai tambah bagi hasil-hasil samping pengolahan hasil pertanian yang tersedia dalam jumlah banyak di Indonesia. Dalam bentuk baku, furfural banyak digunakan sebagai pelarut dalam industri penyulingan minyak bumi dan industri pembuatan minyak-minyak pelumas, serta untuk mensintesis senyawa turunan yang digunakan pada industri pembuatan nilon. Senyawa turunan yang dapat disintesis dari furfural diantaranya adalah furfural alkohol dan furan. Furfural alkohol umumnya digunakan dalam industri yang memproduksi serat sintetis dan untuk mensintesis senyawa yang digunakan dalam industri



pelapisan (*coating*), industri cat, dan beberapa industri farmasi; sedangkan furan dipakai dalam industri farmasi, industri yang memproduksi serat sintetik, herbisida, dan untuk mensintesis pelarut yang digunakan dalam industri pembuatan PVC [5,6,7,8]

1.2. Pemilihan Kapasitas Perancangan.

Pemilihan kapasitas pabrik Furfural ini didasarkan dari beberapa pertimbangan, yaitu :

1. Proyeksi kebutuhan Furfural dari tahun ke tahun.
2. Ketersediaan bahan baku.
3. Kapasitas pabrik yang beroperasi.

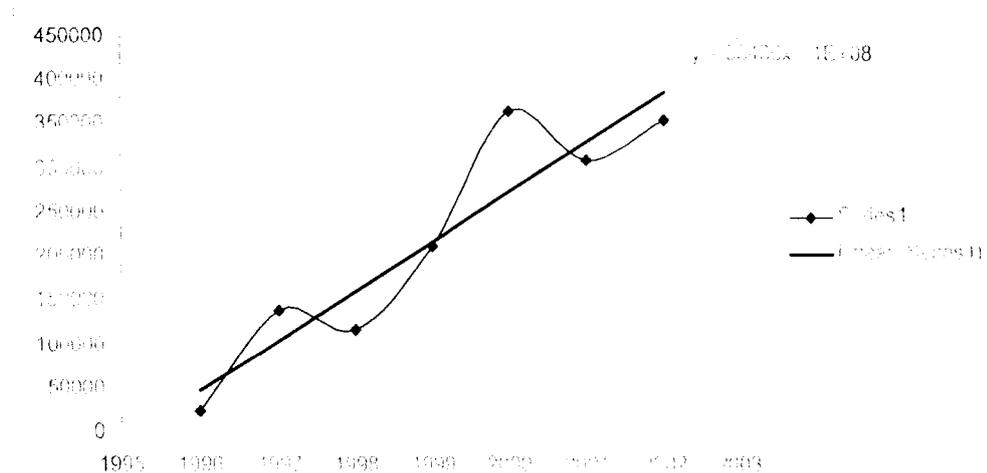
Kebutuhan Furfural di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun .

Hal ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 1.1. Perkembangan Import Furfural di Indonesia

Tahun	Impor (Kg)
1996	24.468
1997	139.068
1998	116.668
1999	211.387
2000	365.005
2001	308.355
2002	355.568

Sumber : Badan Pusat Statistik, Yogyakarta



Gambar 1.1 Grafik kebutuhan Furfural di Indonesia

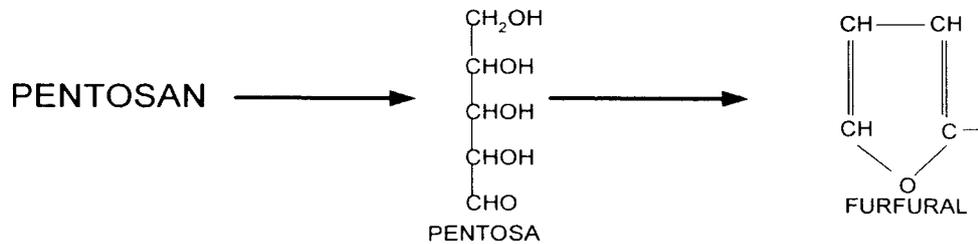
Berdasarkan data di atas, diperkirakan kebutuhan *Furfural* pada tahun 2012 adalah sebesar 15.000 ton/tahun. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka pabrik yang akan dibangun direncanakan berkapasitas 15.000 ton/tahun. Dengan berdirinya pabrik tersebut diharapkan dapat memenuhi kebutuhan *Furfural* di Indonesia.

1.3 Tinjauan Pustaka

Furfural atau furfuraldehid ($C_5H_4O_2$) pertama kali dipisahkan oleh Dobereiner pada tahun 1821 ketika akan memproduksi Asam formiat dari tebu. Tetapi secara besar baru diproduksi oleh Stenhouse tahun 1845. Nama furfural diberi oleh Fowness tahun 1845 yang berasal dari bahasa Latin: Furfur (Inggris: bran) yang berarti sekam padi. [3].

Furfural diperoleh dari dekstruksi bahan yang mengandung pentosan. Mekanisme pembentukan furfural adalah sebagai berikut : [6]

Didalam ampas tebu mengandung air
slig dpt direaksikan
wjd Furfural



Pentosan adalah hemiselulosa yang dihidrolisa menghasilkan pentosa dan kemudian pentosa mengalami proses siklodehidrasi menjadi furfural. Proses pembentukan dilakukan dalam Reaktor bertekanan dengan perlakuan asam anorganik kuat.

Pada proses pembentukan furfural dapat terjadi reaksi samping yang dapat mengurangi produksi furfural, yaitu pembentukan senyawa resin oleh senyawa *intermediate* atau oleh furfural itu sendiri dan destrukdi furfural membentuk senyawa yang lebih ringan karena asam yang berlebihan.

Ampas tebu merupakan limbah berserat dari batang tebu setelah melalui proses penghancuran dan ekstraksi. Ampas tebu, seperti halnya biomassa yang lain, terdiri dari tiga penyusun utama, yaitu: selulosa, hemiselulosa, lignin dan sisanya unsur penyusun lainnya. Ampas tebu yang dihasilkan dari industri gula di Indonesia, 30% diantaranya dipergunakan sebagai bahan bakar untuk boiler industri gula, sedangkan 70% sisanya diambil sebagai ampas tebu yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan gabus, *particle board*, makanan ternak, pulp dan furfural [2]. Furfural ($\text{C}_5\text{H}_4\text{O}_2$) atau sering disebut dengan furankarboksaldehid, furaldehid, furanaldehid, 2-Furfuraldehid, merupakan senyawa organik turunan dari golongan furan.



Furfural merupakan cairan berwarna kuning tua hingga coklat dan memiliki aroma yang kuat. Furfural dengan titik didih $161,7^{\circ}\text{C}$ (1atm), merupakan senyawa yang kurang larut dalam air namun larut dalam alkohol, eter, dan benzena. Furfural dapat disintesis dari berbagai jenis biomassa yang memiliki kandungan pentosan, dengan tahapan reaksi, yaitu : reaksi hidrolisis dengan katalis asam yang dilanjutkan dengan reaksi dehidrasi [6]. Kedua reaksi diatas dapat dilakukan dengan siklus *batch* maupun kontinyu[6,7]. Tabel 1.2 menunjukkan perbandingan proses *batch* dan kontinyu.

Tabel 1.3 Perbandingan proses *batch* dan kontinyu

Parameter	Batch	Kontinyu
- Umpan	- ampas tebu	- pentosa
- jumlah reaktor	- 1	- 2
- kondisi operasi	-atmosferik - 128-150	- ± 68 Atm - suhu tinggi
- Produk samping	- Lebih sedikit	- sedikit
- pemurnian furfural	- Distilasi Azeotropik	- Ekstraksi dan distilasi

Glukosa (*dextrose*) merupakan produk samping yang diperoleh pada reaksi melalui pembentukan furfural, pada tahapan reaksi hidrolisis. Glukosa tergolong gula monosakarida dengan rumus empiris $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. Penggunaan glukosa banyak diterapkan sebagai bahan baku permen, permen karet, selai, jelly, sirup dan produk konsumen lainnya.





Dalam perancangan pabrik ini digunakan kombinasi antara proses kontinyu. Untuk menghubungkan jalannya kedua mode operasi digunakan bantuan beberapa reaktor batch yang diatur dengan penjadwalan.



BAB II

PERANCANGAN PRODUK

Agar produk yang diproduksi mempunyai nilai jual dan daya saing tinggi, maka produk yang akan diproduksi adalah produk yang memiliki spesifikasi yang sesuai dengan pasaran. Untuk menghasilkan produk yang berkualitas sesuai permintaan pasar, maka harus diperhatikan juga kualitas bahan bakunya. Adapun spesifikasi produk dan bahan baku yang beredar di pasaran yaitu sebagai berikut :

2.1. Spesifikasi Produk

1. *Furfural*

Rumus molekul	: $C_5H_4O_2$
Berat molekul	: 96,08
Wujud	: cair
Sp. Gr	: 1.159 <i>satuan ?</i>
Titik didih	: 434,89 K
Titik beku	: -36,5 °C
Temperatur kritis	: 384,11 °C
Tekanan kritis	: 55,844 atm
Fase	: Cair



2. Glukosa

Rumus molekul	: C ₆ H ₁₂ O ₆
Berat molekul	: 180
Melting point	: 419.15 K
IG heat of formation	: -1.274e+009 J/kmol
IG Gibbs of formation	: -9.094e+008 J/kmol

2.2. Spesifikasi Bahan Baku

1. Bagasse

Komposisi	: SiO ₂	= 3,01 %
	Pentosan	= 27,97 %
	Lignin	= 22,09%
	Selulosa	= 37,05 %
	Abu	= 3,82 %
Bulk density	: 1,3 kg/L	
Kapasitas panas	: 0,32 kkal/kg °C	
Warna	: putih	
Fase	: padat	

2. Asam Sulfat (H₂SO₄)

Berat molekul	: 98
Kadar	: 36 %
Kadar benzen	: 64 %



Massa jenis	: 1,826 kg/L
Panas jenis	: 0,75 kkal/kg ^o C
Titik didih	: 340 ° C
Fase	: cair
Kenampakan	: kental seperti minyak

3. Air (H₂O)

Berat molekul	: 18
Massa jenis	: 1 kg/L
Panas jenis	: 1 kkal/kg °C
Titik didih	: 100 ° C
Fase	: cair
Kenampakan	: bening

2.3. Spesifikasi Bahan Pembantu

1. Toluena

Rumus molekul	: C ₇ H ₈
Berat molekul	: 92
Titik didih	: 110,63 °C
Titik beku	: -94,97 °C
Tekanan kritis (atm)	: 40,53 Atm
Densitas Cair (gr/ml)	: 0.8718



Kemurnian (%)	: 98
Impurities	: Benzen (2% berat)
Bentuk	: Cairan

2.4 Pengendalian Produksi

Pengendalian produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan, dan ini sudah harus dilakukan sejak dari bahan baku sampai menjadi produk. Selain pengawasan mutu bahan baku, bahan pembantu, produk setengah jadi maupun produk penunjang mutu proses. Semua pengawasan mutu dapat dilakukan analisa di laboratorium maupun menggunakan alat kontrol.

Pengendalian dan pengawasan jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan indikator. Apabila terjadi penyimpangan pada indikator dari yang telah ditetapkan atau disett baik itu *flow rate* bahan baku atau produk, *level control*, maupun *temperature control*, dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan yaitu nyala lampu, bunyi alarm dan sebagainya. Bila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan pada kondisi atau *set* semula baik secara manual atau otomatis.

Beberapa alat kontrol yang dijalankan yaitu, kontrol terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun temperatur. Alat control yang harus diset pada kondisi tertentu antara lain :



◆ *Level Control*

Merupakan alat yang dipasang pada bagian atas tangki. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan timbul tanda/isyarat berupa suara dan nyala lampu.

◆ *Flow Rate*

Merupakan alat yang dipasang pada aliran bahan baku, aliran masuk dan aliran keluar proses.

◆ *Temperature Control*

Merupakan alat yang dipasang di dalam setiap alat proses. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan timbul tanda/isyarat berupa suara dan nyala lampu.

Jika pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang memenuhi standar, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai dengan spesifikasi. Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik.

Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standard dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal, untuk itu perlu dilakukan pengendalian produksi sebagai berikut :



2.4.1. Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor atau analisa pada bagian Laboratorium Pemeriksaan. Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik *Furfural* ini meliputi :

a. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Apabila setelah dianalisa ternyata tidak sesuai, maka ada kemungkinan besar bahan baku tersebut akan dikembalikan kepada *supplier*.

b. Pengendalian Kualitas Bahan Pembantu

Bahan-bahan pembantu untuk proses pembuatan *Furfural* di pabrik ini juga perlu dianalisa untuk mengetahui sifat-sifat fisiknya, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi dari masing-masing bahan untuk membantu kelancaran proses.

c. Pengendalian Kualitas Bahan selama Proses

Untuk menjaga kelancaran proses, maka perlu diadakan pengendalian/ pengawasan bahan selama proses berlangsung.

d. Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produk dilakukan terhadap produksi *Furfural*.

e. Pengendalian Kualitas Produk pada Waktu Pemindahan (dari satu tempat ke tempat lain).



Pengendalian kualitas yang dimaksud disini adalah pengawasan produk Furfural pada saat akan dipindahkan dari tangki penyimpanan sementara (*day tank*) ke tangki penyimpanan tetap (*storage tank*), dari *storage tank* ke mobil truk dan ke kapal.

2.4.2 Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama, dan lain-lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi perusahaan.

2.4.3 Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kualitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

2.4.4 Pengendalian Bahan Proses

Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan proses harus mencukupi, untuk itu diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1. URAIAN PROSES

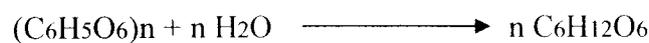
3.1.1 Tahap Penyiapan Bahan Baku

Bahan baku *Bagasse* yang di simpan dalam gudang (G) dipotong 3 mm dengan menggunakan Rotary cutter (RC) kemudian dibawa oleh Srew conveyer (SC) untuk kemudian diangkat oleh Bucket elevator (BE) menuju Hopper (H), setelah itu baru bagasse dimasukkan ke dalam Reaktor (R), sedangkan untuk katalisator *Asam sulfat* 36% (H₂SO₄) dari Tangki (T-01) dan air dari Unit Utilitas dialirkan ke dalam Mixer (M-01) untuk diencerkan menjadi *Asam sulfat* 6% pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm, untuk selanjutnya dipompa (P-03) ke HE-01 untuk menaikkan suhu dari 30 °C menjadi 128 °C Kemudian diumpun ke Reaktor (R) melalui pompa (P-04).

3.1.2 Tahap Reaksi.

Furfural (C₅H₄O₂) sebagai produk utama dan *Glukosa* (C₆H₁₂O₆) sebagai produk samping di peroleh dari hasil reaksi pada tekanan 3 atm dan suhu reaksi 128 °C selama 3 jam, konversi reaksi 70%, reaksi yang terjadi di dalam reaktor sebagai berikut

Hidrolisa selulosa menjadi Glukosa



Hidrolisa pentosan menjadi pentosa



Dehidrasi pentosa menjadi Furfural



Katalis yang digunakan proses pembentukan *Furfural* ($\text{C}_5\text{H}_4\text{O}_2$) dan *Glukosa* ($\text{nC}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) adalah *Asam sulfat 6%* (H_2SO_4 6%), kondisi operasi reaksi secara Isotermal, dengan sifat reaksi endotermis, untuk menjaga suhu reaksi tetap di beri pemanasan dengan menggunakan Coil. Pada saat kondisi operasi tercapai dilakukan penguapan dengan menggunakan steam jenuh yang dihembuskan dalam Reaktor. Maka ada dua arus keluar Reaktor, arus yang ke atas berupa uap dan yang ke bawah berupa campuran sisa ampas dan cairan, masing-masing uap dan cair tersebut dialirkan dengan bantuan pompa (P-04 dan P-05) kedalam tangki penampung sementara (ACC-01 dan ACC-02). Reaktor beroperasi secara batch dan agar operasi keseluruhan tetap kontinyu dilakukan penjadwalan waktu reaksi, pembagian waktu reaksi antara lain:

- 1 jam untuk pengisian
- 3 jam untuk reaksi
- 1 jam untuk pengosongan

3.1.3 Tahap Pemurnian Produk

3.1.3.1 Tahap pemurnian produk utama

Pada tahap ini produk utama yaitu *Furfural* ($\text{C}_5\text{H}_4\text{O}_2$) yang sebelumnya telah berubah fase menjadi uap setelah keluar Reaktor di kondensasikan (CD-01) terlebih dahulu, untuk kemudian dimasukkan ke Mixer (M-02) bersamaan dengan bahan pembantu yaitu *Toluen* (C_7H_8) yang dialirkan dari tangki penyimpanan (T-02), di Mixer

terjadi pengadukan sehingga larutan tersebut saling bercampur, selanjutnya larutan yang terdiri dari *Furfural* ($C_5H_4O_2$), *Air* (H_2O), *Toluen* 98% (C_7H_8 98%) dan impuritis *Toluen* berupa *Benzen* 2% (C_6H_6 2%) dialirkan ke dalam *Settler* (SL) untuk dilakukan pemisahan dengan cara pemisahan zat-zat yang tidak saling melarut. Dimana H_2O sedikit larut dalam *Furfural* ($C_5H_4O_2$), sedangkan *Furfural* ($C_5H_4O_2$) larut dalam *Toluen* (C_7H_8). Sedikit *Furfural* ($C_5H_4O_2$) akan terbawa oleh *Air* (H_2O), sedangkan sebagian besar terbawa oleh *Toluen* (C_7H_8), yang kemudian dialirkan menuju HE-02 untuk dilakukan pemanasan sebelum masuk MD. Dalam MD yang bersuhu $129\text{ }^\circ\text{C}$ dengan tekanan 1 atm dilakukan pemurnian produk sebesar 98% *Furfural*, dan 2 % lagi teruapkan bersama dengan *Toluen* pada hasil atas. Produk utama *Furfural* 98% yang berada pada hasil bawah MD suhu $177\text{ }^\circ\text{C}$, didinginkan dengan CL -02 untuk kemudian disimpan kedalam *Tangki* produk (T-03). Sedangkan hasil atas MD diubah fase menjadi cair dan didinginkan untuk kemudian dialirkan kedalam *tangki* (T-04).

3.1.3.2. Tahap pemurnian produk samping

Hasil bawah reaktor berupa "Slurry" yang ditampung sementara di ACC-02, "Slurry" didinginkan di CL-01 kemudian dilakukan pemisahan dengan menggunakan *Filter* (F) pada tekanan 3 atm suhu $30\text{ }^\circ\text{C}$. Di *Filter* terjadi pemisahan antara sisa ampas tebu dengan cairan yang berupa *Glukosa* ($nC_6H_{12}O_6$), *Asam sulfat* (H_2SO_4), *Air* (H_2O) dan *Pentosa* ($C_5H_{10}O_5$). Sisa ampas tebu ditampung kedalam *Silo*, sedangkan zat yang berupa cairan diuapkan di *Vaporizer* (VP). Pemisahan antara uap dan cairan dengan



menggunakan Flashdrum (FD) dengan tekanan 1 atm suhu 400 °C. *Glukosa* tidak teruapkan karena memiliki titik didih yang cukup tinggi sehingga berada pada hasil bawah FD untuk selanjutnya didinginkan pada CL-04 untuk kemudian disimpan ditangki penyimpanan (T-05). Sedangkan hasil atas yang masih berupa uap dikondensasikan CD-03 untuk kemudian di reclyce kedalam mixer (M-01) yang dialirkan oleh pompa (P-16).



3.2. SPESIFIKASI ALAT PROSES

1. Mixer (M-01)

Fungsi : Untuk mengencerkan katalis H_2SO_4 dengan air sebelum diumpankan kedalam reaktor.

Tipe : Mixer Alir Silinder Tegak Berpengaduk

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1 atm
- Suhu = 30 °C

Dimensi Mixer :

Tinggi mixer = 2,9442 m

Diameter = 2,1241 m

Volume mixer = 10,4326 m³

Tebal dinding = 3/16 in = 0,1875 in

Tebal head = 1/4 in = 0,25 in

Jenis head = Flanged and dished head (Torispherical)

Dipilih : pengaduk tipe Flat Blade Turbine Impellers dengan 6 blade dan jumlah baffle 4 buah.

Diameter Impeller = 0,7080 m

Tinggi Impeller = 0,1204 m

Lebar Impeller = 0,1416 m

Lebar Baffle = 0,1416 m

Jumlah Impeller = 1 buah



Power	= 10 HP
Bahan	= Stainless Steel (SS-309)
Harga	= \$12,396.8820 US \$

2. Reaktor (R)

Fungsi : Untuk mereaksikan *bagasse* menjadi *Furfural* ($C_5H_4O_2$) sebesar 1893,5568 kg/jam dengan menggunakan katalis asam sulfat 6% (H_2SO_4).

Jenis : *Reaktor Bacth*

Jumlah alat : 5 buah

Kondisi Operasi

- Tekanan = 3 atm
- Suhu = 128 °C

Dimensi Reaktor :

Tinggi Reaktor = 9 m

Diameter = 5 m

Volume Reaktor = 148,2048 m³

Tebal dinding = 3/8 in

Tebal head = 3/8 in

Jenis head = *Flanged and dished head (Torispherical)*

Bahan = *Stainless steel SA-167 grade 11*



Suhu masuk	= 128°C
Suhu keluar	= 128°C
Diameter coil	= 3,18262 m
Panjang coil	= 20,19 m
Jumlah coil	= 2 lilitan
Tinggi tumpukan coil	= 0,42 m
Tebal isolasi	= 0,19 m
Jenis isolasi	= asbestos
Jumlah <i>baffle</i>	= 4
Jumlah blade	= 6
Lebar <i>baffle</i>	= 0,258 m
Jenis pengaduk	= <i>Flat blade turbin</i>
Jumlah pengaduk	= 1 buah
Diameter pengaduk	= 1,5177 m
Lebar pengaduk	= 0,3035 m
Tenaga pengaduk	= 80 Hp
Kecepatan putaran	= 40 rpm
Harga	= \$ 453,230.5217



3. Filter (F)

Fungsi : penyaringa sisa ampas tebu yang masih ada setelah keluar dari Reaktor (R) sebanyak 10121,0623 Kg/jam

Jenis alat : rotary drum filter

a. Cake

- Porositas cake X : 0,4
- Tebal cake L : 2 in

b. Dimensi RDF

- Daerah pembentukan cake : $119,31^\circ$
- Luas medium filter : 1,255 m²
- Ukuran drum :

Panjang = 0,4470 m

- Diameter = 0,8940 m
- Power : 75 hp

Harga : \$ 2,479.476



4. Flash Drum (FD)

Fungsi : Memisahkan *Glukosa* ($C_6H_{12}O_6$) dan *Asam sulfat* (H_2SO_4) berdasarkan perbedaan fase uap dan cair

Jenis : Tangki silinder vertikal.

Kondisi : 400°C, 1 atm.

Ukuran :

- Diameter : 0,498 m.
- Tinggi : 2,17 m.
- Tebal : 0,1875 inci.

Bahan : Stainless steel SA 167 grade 11.

Jumlah : 1 buah.

Harga : \$ 802,891

5. Mixer (M-02)

Fungsi : Untuk melarutkan *Furfural* dan *Air* dengan *Toluen* sebelum diumpankan ke dalam Settler (SL)

Tipe : *Mixer Alir Silinder Tegak Berpengaduk*

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30 °C

Dimensi *Mixer* :

Tinggi *mixer* = 2,555 m



Diameter	= 2,982 m
Volume mixer	= 15,31 m ³
Tebal dinding	= 3/16 in = 0,1875 in
Tebal head	= 1/4 in = 0,25 in
Jenis head	= <i>Flanged and dished head (Torispherical)</i>

Dipilih : pengaduk tipe Flat Blade Turbine Impellers dengan 6 blade dan jumlah baffle 4 buah.

Diameter Impeller	= 0,852 m
Tinggi Impeller	= 2,982 m
Lebar Impeller	= 2,7952 m
Lebar Baffle	= 0,0852 m
Jumlah Impeller	= 1 buah
Power	= 5 HP
Bahan	= Stainless Steel (SS-285)
Harga	= \$ 6,198.4410

6. *Settler (SL)*

Fungsi : Untuk memisahkan larutan fase ringan dan fase berat campuran yang keluar dari Reaktor (R).

Jenis : *Vertical settler*

Jumlah alat : 1 buah



Kondisi Operasi :

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 30 °C

Dimensi *Settler* :

Tinggi *settler* = 6,7931 m
Diameter = 3,3965 m
Waktu pemisahan = 4 menit
Volume *settler* = 61,5195 m³
Tebal dinding = 1/4 in
Tebal *head* = 3/16 in
Jenis *head* = *Flanged and dished head (Torispherical)*
Bahar = *Stainless steel SA-167 grade 3*
Harga = \$ 103.774292

7. Menara Distilasi (MD)

Fungsi : Memisahkan *Toluen (C7H8)*, *benzene (C6H6)* dan *furfural (C5H4O2)* dari campuran berdasarkan perbedaan titik didih.

Jenis : *Sieve tray*

Kondisi Operasi :

- ◆ Umpan : P = 1 atm ; T = 129 °C
- ◆ *Distilat* : P = 1,1 atm ; T = 115,728 °C



◆ *Bottom* : P = 1,1 atm ; T = 176,749 °C

Dimensi menara distilasi :

Diameter kolom :

- *Enriching section* = 0,7 m
- *Stripping section* = 0,7 m

Tinggi kolom = 11,238 m

Tebal *head* dan *bottom* = 3/16 in

Tebal dinding = 3/16 in

Jumlah plate = 29 buah

Bahan = Carbon Steel SA 283 grade C

Harga : \$ 40.2246

8. Silo (S)

Tugas : Menampung sementara produk sisa ampas tebu selama 1 jam.

Jenis : Selinder tegak, dengan bagian bawah berbentuk konis.

Kondisi : suhu 30 oC, tekanan 1 atm

Ukuran : Volume : 467,125951m³

Tinggi : 3 m

Diameter : 2 m

Tebal bagian bawah : 2 in

bahan : carbon steel

Jumlah : 1 buah



Harga : \$ 19,59.6502

9. GUDANG (GD)

Tugas : Menyimpan bahan baku (*Ampas tebu*) *Bagasse* untuk 1 minggu dan tempat di pasang instalasi rotary knife cutter.

Jenis : Bangunan berbentuk rumah

Jumlah = 1 buah

Panjang = 100 m

Lebar = 75 m

Tinggi = 7 m

Harga = \$ 12,6651.8035

10. Rotary Cutter (RC)

Tugas : Memotong bagasse hingga berukuran 3 mm .

Jenis : Rotary knife cutter

Jumlah :5 buah

Screen opening = 1/8 in

Putaran = 1450 rpm

Motor = 90 HP , Motor induksi AC 220 volt, 3 phase, 50 cycle

Harga = \$ 34,039.6825

11. Screw conveyer

Tugas : Mengangkut bagasse dari gudang ke BE-01



Jenis : closed belt conveyer

Kondisi : 30 °C, 1atm

Spesifikasi :

- Panjang screw : 9 in
- Putaran maksimum : 70 rpm
- Motor : 1 HP

Jumlah : 1 buah

Bahan : Stainless steel SA 316

Harga : \$ 5,831.8852

11. BUCKET ELEVATOR (BE)

Tugas : Mengangkut bagasse dari SC ke Hopper (H)

Jenis : Centrifugal discharge elevator

Kondisi : 30 °C, 1atm

Spesifikasi :

- Ukuran : 6 x 4 x 4,25m³
- Spacing : 16 in
- Lebar belt : 11 in
- Diameter pulley : 20 in
- Kec. pulley : 43 rpm
- Motor : 2 HP

Jumlah : 1 buah

Bahan : Stainless steel SA 316

Harga : \$ 19,855.5582

12. HOPPER (H)

Tugas : Mengumpulkan (*Ampas tebu*) Bagasse kedalam Reaktor (R)

Jenis : Bin dengan bagian bawah bentuk konis

Kondisi : 30 °C, 1 atm

Spesifikasi :

- Diameter : 1,9 m
- Tinggi : 3,8 m
 - Tinggi konis : 1,61 m
 - Tebal : 0,25 in

Jumlah : 1 buah

Bahan : Stainless steel SA 316

Harga : \$ 7,666.4720

13. Tangki-01 (T-01)

Fungsi : Menyimpan bahan baku *Asam sulfat 36%* untuk kebutuhan proses selama 7 hari dengan laju kebutuhan 85 kg/jam.

Jenis : Tangki silinder dengan *flat bottomed* dan *conical roof*.

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30 °C

Dimensi Tangki

Volume = 3,4269 m³

Diameter = 7 ft = 2 m

Tinggi = 4 ft = 1 m

Bahan konstruksi : *Stainsteel SA-240C*

Harga : \$ 7,368.6069

14. Tangki-02 (T-02)

Fungsi : Menyimpan bahan pembantu *Toluen* untuk kebutuhan proses selama 7 hari dengan laju kebutuhan 1893 kg/jam.

Jenis : Tangki silinder dengan *flat bottomed* dan *conical roof*.

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30°C

Dimensi Tangki

Volume = 157,2172 m³

Diameter = 25,6934 ft = 7,8334 m

Tinggi = 12,8467 ft = 3,9167 m

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA-167 Grade 3*

Harga : \$ 73,171.9387



- Suhu = 30 °C

Dimensi Tangki

Volume = 269,9095 m³

Diameter = 30,7652 ft = 9,3796 m

Tinggi = 15,3826 ft = 4,6898 m

Bahan konstruksi : Carbon Steel SA-283

Harga : \$ 101,198.8303

17. Vaporizer (VP-01)

Tugas : Memanaskan dan menguapkan campuran yang keluar dari Filter dari suhu 30 °C menjadi 116,56 °C sehingga sebagian cairan akan menguap sebanyak 10002,24kg/jam.

Pemanas : Steam jenuh pada tekanan 110 psi

Jenis : Shell & Tube HE

Jumlah : 1 buah

Total heat : 1679286,042 kj/jam.

Suhu : in = 30 °C

out = 116,56 °C

Dimensi : Shell : ID = 8 in

Pass = 1

L = 16 ft

Tube : 16 BWG



ID = 0.62 in

OD = 0.75 in

Pass = 1

Nt = 149

Harga : \$ 9,369.7290

18. Condenser-01 (CD-01)

Fungsi : Mendinginkan cairan hasil atas Reaktor dari suhu 128°C sampai 30°C sebelum dialirkan ke Mixer (M-02).

Jenis : Shell and tube

Pendingin : Air sebanyak 2590,96 kg/jam.

Aliran fluida

Fluida panas : hasil atas Reaktor

Fluida dingin : air

Spesifikasi Tube :

OD = 0,75 in

ID = 0,620 in

BWG = 16

Jumlah tube = 29 tube

Pass = 2

Flow area = 0,02 ft²

Pressure drop = 0,0009 psi



Spesifikasi *Shell* :

- ◆ IDs = 8 in
- ◆ *Baffle spacing* = 12,8 in
- ◆ *Passes* = 1
- ◆ *Pressure drop* = 1,27 psi

Bahan konstruksi : *Steel Shell and Tube*

Harga : \$ 6,359.5149

19. Condenser-02 (CD-02)

Fungsi : Mengubah fase hasil atas Menara Distilasi (MD) sebanyak 3.029,48 kg/jam dengan air pendingin dari 30 °C sampai 60 °C.

Jenis : *Shell and tube (condenser total)*

Aliran Fluida

- ◆ Fluida panas : hasil atas MD
- ◆ Fluida dingin : air pendingin

Spesifikasi *Tube* :

OD = 0,75 in

ID = 0,584 in

BWG = 16

Jumlah *tube* = 7 tube

Passs = 2



Flow area = 0,1963 ft²
Pressure drop = 3,0869 psi
Spesifikasi Shell :
 ◆ *IDs* = 35 in
 ◆ *Baffle spacing* = 16 in
 ◆ *Passes* = 1
 ◆ *Pressure drop* = 0,668 psi
Bahan konstruksi : *Steel Shell and Tube*
Harga : \$ 13,008.4572

20. *Condenser-03 (CD-03)*

Fungsi : Mengubah fase hasil atas Flasdram (FD) sebanyak 3.029,48 kg/jam dengan air pendingin dari 30 °C sampai 60 °C.

Jenis : *Shell and tube (condenser total)*

Aliran Fluida

- ◆ *Fluida panas* : hasil atas Flasdram
- ◆ *Fluida dingin* : air pendingin

Spesifikasi Tube :
 OD = 0,75 in
 ID = 0,620 in
 BWG = 16



Jumlah tube	= 55 tube
Passs	= 2
Flow area	= 0,1963 ft ²
Pressure drop	= 0,5 psi
Spesifikasi Shell	:
	◆ IDs = 35 in
	◆ Baffle spacing = 56 in
	◆ Passes = 1
	◆ Pressure drop = 0,000278 psi
Bahan konstruksi	: Steel Shell and Tube
Harga	: \$ 1,273.6323

21. Accumulator-01 (ACC-01)

Fungsi	: Menampung sementara hasil atas dari Reaktor sebanyak 92.614,7988 selama 10 menit.
Jenis	: Tangki silinder Vertical (Eliptical dished head).
Jumlah	: 1 buah.
Kondisi Operasi	: - Tekanan = 3 atm - Suhu = 128 °C
Dimensi Accumulator	:
Waktu tinggal	= 10 menit



Volume = 1.890,161 L

Diameter = 1,924 m

Panjang = 3,8480 m

Tebal dinding = 7/16 in

Tebal head = 5/16 in

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA-167 Grade 3*

Harga : \$ 25,283.6751

22. *Accumulator-02 (ACC-02)*

Fungsi : Menampung sementara Hasil bawah dari *Reaktor* sebanyak 20.123,3018 selama 10 menit.

Jenis : Tangki silinder *horizontal (Elliptical dished head)*.

Jumlah : 1 buah.

Kondisi Operasi : - Tekanan = 3 atm

- Suhu = 30 °C

Dimensi *Accumulator* :

Waktu tinggal = 10 menit

Volume = 3032,852 L

Diameter = 2,252 m

Panjang = 4,504 m

Tebal dinding = 5/16 in = 0,3125 m



Tebal *head* = 5/16 in = 0,3125 m

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA-167 Grade 3*

Harga : \$ 50,373.1816

23. *Accumulator-03 (ACC-03)*

Fungsi : Menampung sementara Hasil pengembunan dari Condenser-02
hasil atas MD-01 sebanyak selama 10 menit.

Jenis : Tangki silinder *horizontal (Elliptical dished head)*.

Jumlah : 1 buah.

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1,1 atm

- Suhu = 115,728 °C

Dimensi *Accumulator* :

Waktu tinggal = 10 menit

Volume = 469,165 L

Diameter = 1,209 m

Panjang = 2,418 m

Tebal dinding = 3/16 in = 0,1875 m

Tebal *head* = 3/16 in = 0,1875 m

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA-167 Grade 3*

Harga : \$ 18,746.471

24. Reboiler-01 (RB-01)

Fungsi : Menguapkan hasil bawah MD-01 sebanyak 1893,92 kg/jam
suhu 177 °C.

Jenis : *Kettle Reboiler*

Aliran fluida

- a. Fluida dingin : hasil bawah MD-01
- b. Fluida panas : *Steam*

Spesifikasi *Tube*

OD= 0,75 in

ID= 0,584 in

BWG= 14

Jumlah *tube* = 86 tube

Passes = 2

Flow area= 0,04 ft²

Pressure drop= 0,2166 psi

Spesifikasi *Shell*

◆ IDs = 12 in

◆ *Passes* = 1

Bahan konstruksi : *Steel reboiler*

Harga : \$ 3,092.5479



25. **HE-01 (Heater-01)**

Fungsi : Memanaskan cairan keluar dari Mixer-01 suhu 30°C sampai 128°C sebelum dialirkan ke Reaktor.

Jenis : *Double pipe Exchanger*.

Pemanas : Steam sebanyak 28598,3000 lb/jam.

Aliran fluida

Fluida panas : steam

Fluida dingin : *hasil keluar mixer (M-01)*

Spesifikasi *Annulus*

IPS = 6 in

D1 = 4,5 in

D2 = 6,065 in

Aa = 0,09 ft²

Pressure drop = 2,65 psi

Spesifikasi *Inner pipe*

IPS = 6 in

ID = 4,026 in

Ap = 0,0884 ft²

Pressure drop = 3,325 psi

Panjang *hairpin* = 72 ft



◆ *Pass* = 1

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Harga : \$ 1,0020.3880

27. *HE-02 (Cooler-01)*

Fungsi : Mendinginkan hasil bawah Reaktor (R) dari suhu 128°C sampai 30°C sebelum diumpan ke filter (F-01).

Jenis : *Shell and Tube*.

Pendingin : *Air* sebanyak 314617,60lb/jam.

Aliran fluida

Fluida panas : *hasil bawah Reaktor*

Fluida dingin : *air*

Spesifikasi *Tube*

Jumlah *tube* = 25

Panjang = 72 ft

OD = 1 in

BWG = 10

Pitch = 1,25 in (*triangular pitch*)

Pass = 2

Pressure drop = 3,97 psi

Spesifikasi *Shell*

◆ *IDs* = 25 in



- ◆ $Baffle\ spacing = 4\ in$
- ◆ $Pass = 1$

Bahan konstruksi : Stainless steel

Harga : \$ 9,474.3318

28. HE-04 (Cooler-02)

Fungsi : Mendinginkan hasil atas MD dari suhu $115,728^{\circ}C$ sampai $30^{\circ}C$ sebelum diumpankan ke tangki penyimpan produk (T-03).

Jenis : *Shell and Tube*

Pendingin : air 3034,53 lb/jam

Aliran fluida

Fluida dingin : air

Fluida panas : hasil atas MD

Spesifikasi *Tube*

Jumlah *tube* = 68

Panjang = 26 ft

OD = 0,75 in

BWG = 16

Pitch = 1 in (*triangular pitch*)

Pass = 2

Pressure drop = 0,37 psi

Spesifikasi *Shell*



- ◆ IDs= 13,25 in
- ◆ Baffle spacing = 4 in
- ◆ Pass = 1

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Harga : \$ 6,452.4936

29. HE-07 (Cooler-03)

Fungsi : Mendinginkan hasil bawah FD dari suhu 401°C sampai 30°C sebelum diumpankan ke tangki penyimpan produk (T-03).

Jenis : *Shell and Tube*

Pendingin : *air* 3034,53 lb/jam

Aliran fluida

Fluida dingin : air

Fluida panas : hasil bawah MD

Spesifikasi *Tube*

Jumlah *tube* = 88

Panjang = 12 ft

OD = 0,75 in

BWG = 16

Pitch = 1 in (*triangular pitch*)

Pass = 2



Pressure drop = 8,39 psi

Spesifikasi *Shell*

- ◆ IDs= 32 in
- ◆ Baffle spacing = 4 in
- ◆ Pass = 1

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Harga : \$ 5,804.6537

30. *HE-08 (Cooler-04)*

Fungsi : Mendinginkan hasil bawah MD dari suhu 176°C sampai 30°C sebelum diumpankan ke tangki penyimpan produk (T-03).

Jenis : *Shell and Tube*

Pendingin : air 4375,95 lb/jam

Aliran fluida

Fluida dingin : air

Fluida panas : hasil bawah MD

Spesifikasi *Tube*

Jumlah *tube* = 63 buah

Panjang = 20 ft

OD = 0,75 in

BWG = 16



Pitch = 1 in (*triangular pitch*)

Pass = 2

Pressure drop = 2,54 psi

Spesifikasi *Shell*

IDs = 10 in

Baffle spacing = 4 in

Pass = 1

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Harga : \$ 5,948.5896

31. Pompa-01 (P-01)

Fungsi : Mengalirkan umpan *Asam sulfat 36%* dari tank truck ke tangki penyimpan (T-01) sebanyak 85 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : gpm

Head : 26,576 ft

Tenaga pompa : 0,00226 Hp

Tenaga motor : 0,05 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 68,856.6335



32. Pompa-02 (P-02)

Fungsi	: Mengalirkan umpan <i>Asam sulfat 36%</i> dari tangki penyimpanan (T-01) ke Mixer (M-01) sebanyak 85 kg/jam.
Jenis	: <i>Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixedl flow)</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 0,205 gpm
<i>Head</i>	: 26,576 ft
Tenaga pompa	: 0,00226 Hp
Tenaga motor	: 0,05 Hp Standar NEMA
Harga	: \$ 1,057.8713

33. Pompa-03 (P-03)

Fungsi	: Mengalirkan umpan <i>Asam sulfat 36%</i> dari tangki penyimpanan (T-01) ke mixer (M-01) sebanyak 85 kg/jam.
Jeni	: <i>Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixedl flow)</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 0,205 gpm
<i>Head</i>	: 26,576 ft
Tenaga pompa	: 0,00226 Hp
Tenaga motor	: 0,05 Hp Standar NEMA



Harga : \$ 1,057.871

34. Pompa-04 (P-02)

Fungsi : Mengalirkan larutan hasil mixer (M-01) menuju reaktor (R-01)
sebanyak 52.027 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 123,8047gpm

Head : 61,18541 ft

Tenaga pompa : 3,281Hp

Tenaga motor : 5 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 49,319.9686

35. Pompa-05 (P-05)

Fungsi : Mengalirkan fase uap keluar reaktor (R) ke Accumulator (ACC-01) sebanyak 90.739,9901kg/jam.

Jenis : *Cenirifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 92,19396 gpm

Head : 14,28216 ft

Tenaga pompa : 0,5Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 41,323.965

36. Pompa-06 (P-06)

Fungsi : Mengalirkan larutan Slury dari reaktor menuju ke Accumulator (ACC-02) sebanyak kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 8,775211 gpm

Head : 10,31155 ft

Tenaga pompa : 0,361 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 10,077.0880

37. Pompa-07 (P-07)

Fungsi : Mengalirkan Larutan keluar Acumulator (ACC-01) ke Condenser sebanyak 90.739,9901kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 1,8308 gpm

Head : 47,0884 ft

Tenaga pompa : 0,0581 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 3,935.1841



38. Pompa-08 (P-08)

Fungsi : Mengalirkan bahan pembantu dari tangki (T-02) menuju ke Mixer sebanyak 1893,5568 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 9,486694 gpm

Head : 18,24072 ft

Tenaga pompa : 0,06 Hp

Tenaga motor : 0,0833 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 10,559.6482

39. Pompa-09 (P--09)

Fungsi : Mengalirkan larutan keluat mixer (M-02) ke Settler (ST) sebanyak 47009,5770 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 14,00959 gpm

Head : 52,086 ft

Tenaga pompa : 0,3411 Hp

Tenaga motor : 1/2 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 13,342.4556



42. Pompa-12 (P-12)

Fungsi : Mengalirkan hasil atas Toluen (C_7H_8) dan Benzen (C_6H_6) MD-01 tangki penyimpanan sebanyak 1983,7481 kg/jam

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 8,338591 gpm

Head : 75,55588 ft

Tenaga pompa : 0,249 Hp

Tenaga motor : 1/4 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 9,773.1849

43. Pompa-13 (P-13)

Fungsi : Mengalirkan hasil bawah MD-01 ke tangki penyimpan (T-04) sebanyak 1893,939 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 8,338591 gpm

Head : 81,03512 ft

Tenaga pompa : 0,267 Hp

Tenaga motor : 1/3 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 9,773.1849



44. Pompa-14 (P-14)

Fungsi : Mengalirkan larutan Slury dari Accumulator (ACC-02) menuju ke Filter (F) sebanyak 19643,7035 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 8,775211 gpm

Head : 10,31155 ft

Tenaga pompa : 0,361 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 10,077.0880

45. Pompa-15 (P-15)

Fungsi : Mengalirkan larutan hasil penyaringan di Filter (F) sebanyak 9527,4373 kg/jam ke Flasdrum (FD).

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 4,361698 gpm

Head : 10,84546ft

Tenaga pompa : 0,188 Hp

Tenaga motor : 1/4 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 6,624.8167



46. Pompa-16 (P-16)

Fungsi : Mengalirkan hasil atas Flasdram berupa *Asam sulfat (H₂SO₄)* dari Flasdram untuk direcycl ke Mixer (M-01) sebanyak 3937 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 9,492732 gpm

Head : 22,06442ft

Tenaga pompa : 0,151 Hp

Tenaga motor : 1/6 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 10,563.6802

47. Pompa-17 (P-17)

Fungsi : Mengalirkan hasil bawah Flasdram berupa Glukosa sebagai produk samping menuju ke Tangki penyimpanan (T-05) sebanyak 6083,384 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 26,78378 gpm

Head : 43,87233 ft

Tenaga pompa : 0,464 Hp

Tenaga motor : 1/2 Hp Standar NEMA



Harga : \$ 19,683.55935

Expansion Valve (EV-01)

Tugas : Menurunkan tekanan campuran keluar SL sebanyak 3806,0531 kg/jam dari 3 atm menjadi 1,1 atm.

Jenis : Gate valve ¼ open.

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 3806,0531 kg/jam

Bahan : Stain Steel

Suhu : 30 °C

Tekanan : in = 3 atm
out = 1,1 atm

Dimensi pipa : NPS 1 in, Sch 40 N, OD = 1,66 in, A't = 0,0115 ft²

Harga : \$ 2,443.3266

Expansion Valve (EV-02)

Tugas : Menurunkan tekanan campuran keluar VP sebanyak 9527,4373 kg/jam dari 3 atm menjadi 1 atm.

Jenis : Gate valve ¼ open.

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 10002,24 kg/jam

Bahan : Stain Steel



Suhu : 117 °C

Tekanan : in = 3 atm

out = 1 atm

Dimensi pipa : NPS 10 in, Sch 40 N, OD = 10,75 in, A't = 0,55 ft²

Harga : \$ 838.6641

3.3. PERENCANAAN PRODUKSI

3.3.1. Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan *Furfural* (C₅H₄O₂) di Indonesia, tersedianya bahan baku serta ketentuan kapasitas minimal. Kebutuhan *Furfural* dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri kimia di Indonesia. Diperkirakan kebutuhan *Furfural* akan terus meningkat di tahun-tahun mendatang, sejalan dengan berkembangnya industri-industri yang menggunakan *Furfural* sebagai bahan baku. *Furfural* belum diproduksi di Indonesia, maka untuk memenuhi semua kebutuhan *Furfural* tersebut Indonesia harus mengimpor dari luar negeri. Untuk mengurangi jumlah impor tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 15.000 ton/tahun.

Untuk menentukan kapasitas produksi ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu

1. Proyeksi kebutuhan dalam negeri

Berdasarkan data statistik yang diterbitkan oleh BPS dalam "Statistik

40. Pompa-10 (P-10)

Fungsi : Mengalirkan air hasil atas pemisahan dengan settler sebanyak
90739,9901 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 399,5079 gpm

Head : 8,674828 ft

Tenaga pompa : 1,369Hp

Tenaga motor : 2 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 99,608.3476

41. Pompa-11 (P-11)

Fungsi : Mengalirkan larutan keluat Settler (ST) Menuju Menara distilasi
(MD) sebanyak 3749,81 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 14,00959 gpm

Head : 50,68931 ft

Tenaga pompa : 0,334 Hp

Tenaga motor : 1/2 Hp Standar NEMA

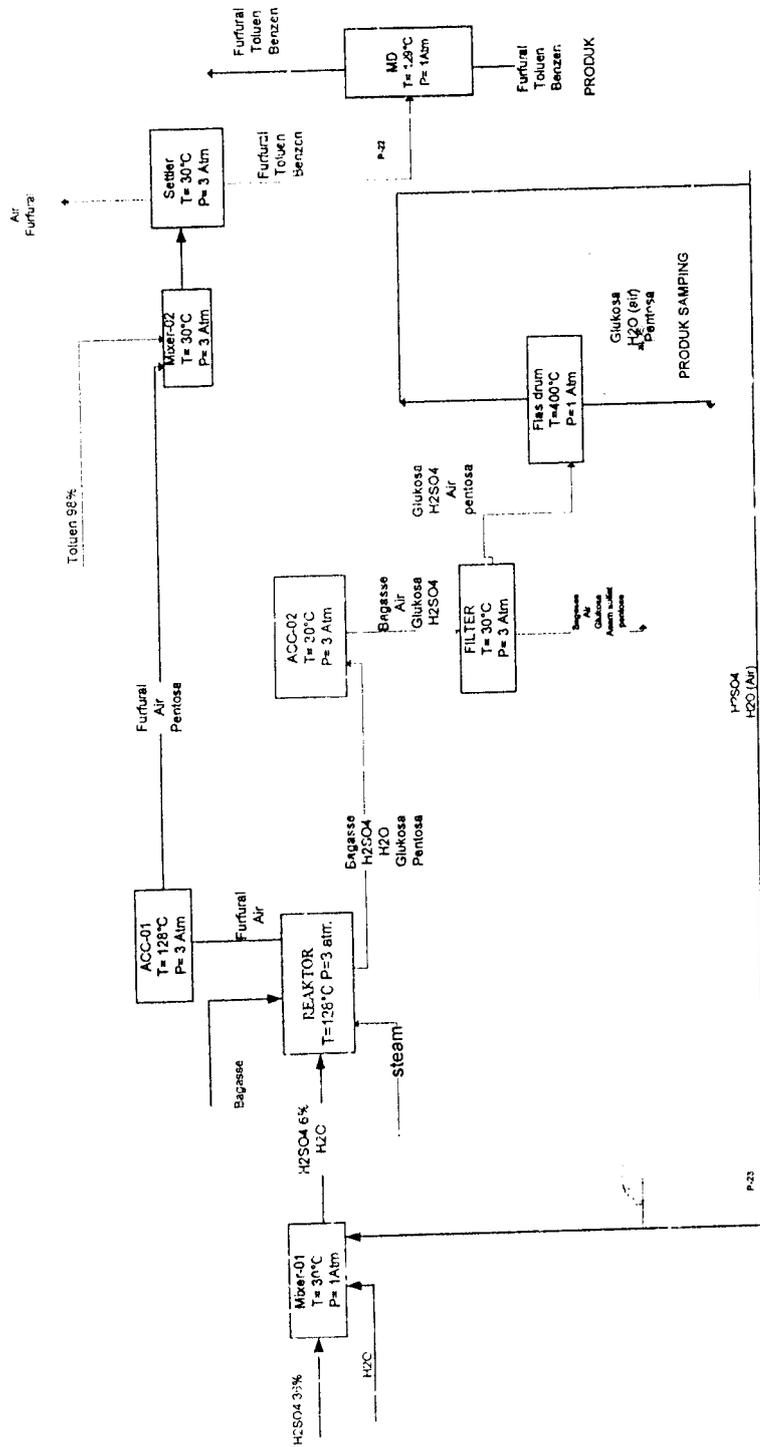
Harga : \$ 13,342.4556



Ada dua hal yang mempengaruhi keandalan dan kemampuan mesin, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi.



PT Pabrik Furfural dari Ampas Tebu (Bagasse)
Kapasitas 15.000 ton per tahun



Gambar 3.1
DIAGRAM ALIR KUALITATIF



BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan dan kelangsungan proses suatu pabrik, diantaranya adalah tersedianya bahan baku, pemasaran, tersedianya tenaga kerja, air, iklim, kebijakan pemerintah mengenai kawasan industri, pajak dan peraturan serta komunikasi.

Berdasarkan hal tersebut diatas, maka lokasi pabrik Furfural dipilih di kawasan industri Gresik dengan pertimbangan sebagai berikut :

A. Faktor primer

Faktor ini langsung mempengaruhi tujuan utama dari pendirian pabrik. Tujuan utama meliputi produksi dan distribusi produk yang diatur menurut kualitas, waktu dan tempat yang dibutuhkan konsumen dengan tingkat harga yang wajar sedangkan pabrik masih mendapat keuntungan dalam jumlah yang cukup. Faktor utama tersebut adalah :

1. Prospek pasar

Daerah Gresik merupakan kawasan industri sehingga pemasaran produk dalam negeri akan mudah mengingat kawasan Gresik sebagai pusat industri yang berkembang pesat dewasa ini. Kelebihan kapasitas yang mungkin terjadi dapat dengan mudah diekspor melalui pelabuhan yang terletak relatif dekat.



2. Letak sumber bahan baku

Bahan baku merupakan hal yang paling utama dalam pengoperasian suatu pabrik, karena suatu pabrik akan beroperasi atau sangat tergantung pada ketersediaan bahan baku, pabrik Furfural direncanakan didirikan dikawasan Gresik, dengan pertimbangan penyediaan bahan baku relatif mudah karena *Bagasse* dapat diperoleh dari PTPN X dan XI di Surabaya, *Asam sulfat 36%* sebagai katalis yang diperoleh dari PT Liku Telaga Gresik. Sedangkan bahan baku *Toluena 98%* sebagai pelarut yang diperoleh dari PERTAMINA UP IV Cilacap.

3. Teredianya fasilitas Transportasi

Transportasi sangat dibutuhkan sebagai penunjang utama untuk penyediaan bahan baku, pemasaran produk. Fasilitas transportasi meliputi : darat (jalan raya), laut dan udara. Dengan adanya jalur transportasi ini maka hubungan antar daerah diharapkan tidak mengalami hambatan.

4. Tenaga kerja

Tenaga kerja ahli (*skilled labour*) tidak mudah didapatkan disetiap daerah tapi biasanya banyak berada di daerah yang dekat dengan pusat-pusat pendidikan. Tenaga kerja merupakan hal yang cukup penting untuk menunjang kelancaran proses produksi.pemerataan tenaga kerja serta pemberian ongkos atau gaji yang cukup yang disesuaikan dengan pendidikan dan keterampilan yang dimiliki.



5. Pemasaran

Besar kecilnya pasar yang dikuasai oleh suatu perusahaan akan mempengaruhi perkembangan pabrik di masa yang akan datang. Pabrik Furfural yang akan didirikan ini bertujuan untuk memenuhi permintaan dalam negeri dan untuk di ekspor untuk pemasaran luar negeri. Dengan perbandingan presentasi 50 % dari kapasitas produksi untuk kebutuhan dalam negeri dan sisanya untuk di ekspor keluar negeri.

6. Tersedianya air

Kebutuhan pabrik akan air sangat besar, untuk itu diperlukan lokasi yang memungkinkan penyediaan air yang memadai, Gresik merupakan daerah yang memiliki penyediaan air yang relatif bagus, bahkan dikawasan industri Gresik terdapat unit pengolahan pendukung proses yang khusus untuk penyediaan kebutuhan air bagi industri-industri yang membutuhkannya atau dapat juga disediakan dengan cara pengeboran tanah.

7. Komunikasi.

komunikasi merupakan faktor yang penting untuk kemajuan suatu industri di daerah Gresik khususnya kawasan industri Gresik fasilitas Telkomunikasi mudah didapatkan.



B. Faktor Sekunder

Faktor sekunder meliputi :

1. Harga tanah dan bangunan

Harga tanah di sini telah diatur oleh pemerintah dan ditetapkan sebagai kawasan industri.

2. Kemungkinan perluasan pabrik

Daerah Gresik merupakan daerah dengan jumlah penduduk yang relatif banyak, tetapi sebagai kawasan industri perluasan pemukiman penduduk dibatasi agar upaya perluasan pabrik dapat berjalan dengan lancar.

3. Kawasan industri dan keadaan masyarakat

Peraturan daerah perlu dipelajari lebih dahulu, tetapi karena daerah Gresik dan sekitarnya telah ditetapkan sebagai kawasan industri tentunya peraturan pemerintah daerah akan banyak membantu industri-industri baru. Masyarakat daerah dapat dijadikan sebagai sumber tenaga kerja.

C. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik merupakan kedudukan dari bagian pabrik yang terdiri dari tempat karyawan bekerja, tempat peralatan, tempat penyimpanan bahan baku, tempat penyimpanan produk, ditinjau dari segi hubungan satu dengan yang lainnya.

Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area yang tersedia dapat efisien dan proses produksinya dapat berjalan dengan lancar.



Jadi dalam penentuan tata letak pabrik harus dipikirkan penempatan alat-alat produksi sehingga keamanan, keselamatan dan kenyamanan bagi karyawan terpenuhi.

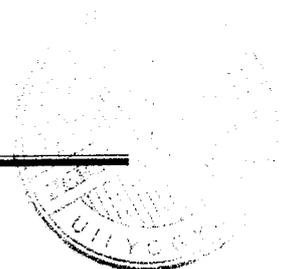
Selain peralatan yang tercantum dalam *flow sheet* proses, beberapa bangunan fisik seperti kantor, laboratorium, bengkel, tempat ibadah, poliklinik, MCK, kantin, Fire safety, pos penjagaan dan sebagainya hendaknya ditempatkan pada dan keamanan.

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan tata letak suatu pabrik antara lain :

1. Perluasan pabrik dan kemungkinan penambahan bangunan

Perluasan pabrik harus sudah direncanakan sejak awal sehingga masalah kebutuhan akan tempat tidak akan timbul dimasa mendatang. Area yang khusus harus dipersiapkan untuk dipakai tempat perluasan pabrik, penambahan peralatan untuk menambah kapasitas, maupun pengolahan produk.

2. Penentuan tata letak pabrik harus memperhatikan masalah keamanan, apabila terjadi hal-hal seperti kebakaran, ledakan, kebocoran gas atau asap beracun dapat ditanggulangi secara cepat dan tepat. Oleh karena itu ditempatkan alat-alat pengaman seperti hydrant, penampungan air yang cukup, alat penahan ledakan, dan alat sensor untuk gas beracun. Tangki penyimpanan bahan baku atau produk yang berbahaya diletakkan pada tempat khusus sehingga dapat dikontrol dengan baik.





3. Luasan area yang terjadi

Pemakaian tempat harus disesuaikan dengan area yang tersedia, apabila harga tanah cukup tinggi, maka pemakaian lahan haruslah efisien.

4. Instalasi dan utilitas

Pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, steam dan listrik, serta utilitas lainnya akan membantu proses produksi dan perawatannya. Penempatan alat-alat kantor diatur sedemikian rupa agar karyawan mudah mencapainya dan dapat menjamin kelancaran operasi serta mudah perawatannya.

5. Area pengolahan limbah

Pabrik harus memperhatikan aspek sosial dan ikut menjaga kelestarian lingkungan, batas, maksimal kandungan komponen berbahaya pada limbah harus diperhatikan dengan baik. Untuk itu penambahan fasilitas pengolahan limbah buangan diperlukan, sehingga buangan limbah tersebut tidak berbahaya bagi komunitas yang ada di sekitarnya.

6. Jarak yang tersedia dan jarak yang dibutuhkan

Alat-alat proses perlu diletakkan pada jarak yang teratur dan nyaman sesuai dengan karakteristik alat dan bahan, sehingga kemungkinan bahaya kecelakaan dapat dihindarkan. Sebagian besar aliran bahan regulasi yang tepat dalam desain.

Letak .

Secara garis besar lay out dapat dibagi menjadi beberapa daerah utama :



1. Daerah administrasi/perkantoran

Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi perusahaan yang mengatur kelancaran operasi dan kegiatan-kegiatan administrasi tidak mengganggu kegiatan dan keamanan pabrik, serta harus terletak jauh dari areal proses yang berbahaya.

2. Daerah fasilitas umum

Merupakan daerah penunjang segala aktivitas pabrik dalam pemenuhan kepentingan pekerja, seperti tempat parkir, tempat ibadah, kantin dan pos keamanan.

3. Daerah proses

Merupakan pusat proses produksi dimana alat-alat proses dan pengendali ditempatkan. Daerah proses ini terletak dibagian tengah pabrik yang lokasinya tidak mengganggu. Letak aliran proses direncanakan sedemikian rupa sehingga memudahkan pemindahan bahan baku dari tangki penyimpanan serta memudahkan pengawasan dan pemeliharaan terhadap alat-alat proses daerah proses ini diletakkan minimal 15 meter dari bangunan-bangunan atau unit-unit lain.

4. Daerah laboroturium dan ruang kontrol

Laboroturium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses, serta produk yang akan dijual. Daerah laboratorium merupakan pusat kontrol kualitas bahan baku, produk dan limbah



Tabel 4.1 Perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik

Luas tanah : 29.000 m²

No	Lokasi	Ukuran, m	Luas, m ²
1	Pos Keamanan	10x20, 4x5	220
2	Taman	60x10,35x10,40x10	1350
3	Parkir	10x35, 15x55	1175
4	Perkantoran	25x60	1500
5	Masjid	20x25	500
6	Kantin	15x15	300
7	Ruang Serba Guna	25x20	500
8	Poliklinik	15x15	225
9	Bengkel	20x25	500
10	Unit Pemadam Kebakaran	10x30	300
11	Gudang	15x20	300
12	Koperasi	5x20	100
13	Laboratorium	20x25	500
14	Daerah Proses	50x60	3000
15	Utilitas	50x60	3000
16	Control Room Proses	10x20	200
17	Control Room Utility	10x15	150
18	Tangki	50x185	9250



19	Perumahan	30x185	5550
20	Sport Center	25x30	750
21	Garasi	30x40	1200
Luas area terpakai			29000

4.2 Tata Letak Mesin/ Alat Proses

Dalam perancangan tata ruang peralatan proses pada pabrik ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu :

1. Aliran bahan baku

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat memberikan keuntungan ekonomis yang lebih besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

2. Aliran udara

Aliran udara didalam dan disekitar area proses perlu diperhatikan supaya lancar, hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat menyebabkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya, sehingga membahayakan keselamatan pekerja, disamping itu perlu diperhatikan arah hembusan angin.

3. Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai, dan pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi perlu diperhatikan penerangan tambahan.

4. Lalu lintas manusia



akan kita gunakan dalam pendirian pabrik, selain dari sifat kimia dan fisik bahan baku dan produk. Hasil perhitungan neraca massa dan neraca panas sebagai berikut :

1. Perhitungan neraca massa

Tabel 4.2 Neraca Massa Total

No	Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluara (kg/jam)
1	Bagasse	12752	
2	H ₂ O	48966	
3	H ₂ SO ₄	3060,3912	1893,3939
4	Toluen	1893,9394	53904,4289
5	Furfural		1893,5568
6	Glukosa		2073,5151
7	Pentosa		4052,9897
	Total	72843,8228	72843,8228



Tabel 4.3 Neraca Massa Mixer

komponen	Masuk	Keluar
Air	33664	48966
H ₂ SO ₄	18362	3060
Total	52027	52027

Tabel 4.4 Neraca Massa Reaktor

Komponen	Masuk	keluar	
		Atas	Bawah
bagasse	12751,63		10020,0295
Air	48966	90721,2421	916,3762
H ₂ SO ₄	3060,3912		3060
Fulfural		1893,5568	
Pentosa			4052,9897
Glukosa			2073,5151
STEM	47959,82		
Total	112738,1	92614,7988	20123,3017
Total	112738,1	112738,1006	



2. Tabel 4.6 Neraca Massa Mixer-02

komponen	Masuk	Keluar
Furfural	1893,5568	1893,5568
Air	90721,2421	90721,2421
Toluen	1875,1913	1875,1913
Benzen	37,6875	37,6875
Total	94527,6776	94527,6776

3. Tabel 4.7 Neraca massa Settler

komponen	Masuk	keluar	
		atas	Bawah
Furfural	1893,5568	18,7481	1874,8087
Air	90721,2421	90721,2421	
Benzene	37,6875		37,6875
Toluen	1875,1913		1875,1913
Total	94527,6776	90739,9901	3787,69



4. Tabel 4.8 Neraca massa Filter

Komponen	Masuk	keluar	
		Bawah	Atas
Air	916,3762	9,1638	907,2124
Pentosa	4052,9897	40,5299	4012,459786
Bagasse	10020,0295	10020,0295	
Glukosa	2073,5151	20,7352	2052,7800
H2SO4	3060	30,6039	3029,7873
Total	20123,3017	10121,0623	10002,2395
Total	20123,3017	20123,3017	

5. Tabel 4.9 Neraca massa Flas drum

komponen	Masuk	Keluar	
		Bawah	Atas
Air	907,2124	18,144248	907,2124
Pentosa	4012,45979	4012,4598	0
Glukosa	2052,7800	2052,7800	0,0000
H2SO4	3029,7873		3029,7873
Total	10002,2395	6083,384	3936,9997
Total	10002,2395	10020,3837	



6. Tabel 4.10 Neraca massa Menara distilasi

komponen	Masuk	Keluar	
		Atas	Bawah
Furfural	1874,8087	18,7481	1856,060606
Toluene	1875,1913	1837,3125	37,8788
Benzene	37,6875	37,6875	
Total		1893,7481	1893,939394
Total	3787,69		3787,6875

2. Perhitungan Neraca panas

Tabel 4.11 Neraca Panas Mixer-01

No	Sumber Panas	Masuk (Kkal/jam)	Keluar (Kkal/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	Umpan Masuk	1.964.343,812	
2	Produk keluar		1.964.343,812
	Total	1.964.343,812	1.964.343,812

Tabel 4.12 Neraca panas reaktor

Sumber panas	Masuk	Keluar
Umpan masuk	3593557,129	
Produk keluar		3423758,293
Panas reaksi	4930263,1849	
Panas pendinginan		4930263,1849
Heat loss		169.798,8364
	8.523820,3143	8.523820,3143



Tabel 4.13 Neraca Panas Filter

No	Sumber Panas	Masuk (Kkal/jam)	Keluar (Kkal/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	Umpan Masuk	12.734,57	
2	Produk keluar		12.734,57
Total		1.964.343,812	1.964.343,812

Tabel 4.14 Neraca Panas Settler

No	Sumber Panas	Masuk (Kkal/jam)	Keluar (Kkal/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	Umpan Masuk	253.112,3891	
2	Produk keluar		253.112,3891
Total		253.112,3891	253.112,3891

Tabel 4.15 Neraca Panas Flasdram

No	Sumber Panas	Masuk (Kkal/jam)	Keluar (Kkal/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	Umpan Masuk	3.563.196,769	
2	Produk keluar		3.563.196,769
Total		3.563.196,769	3.563.196,769



Tabel 4.16 Neraca Panas Menara distilasi

No (1)	Sumber Panas (2)	Masuk (3)	Keluar (4)
1	Umpan HE – 04	725.810,98	
2	Distilat MD – 01		340.201,9638
3	Bottom MD – 01	725810,98	544.316,20
4	Beban Panas CD – 01		601839,9394 633
5	Beban Panas RB – 01	760.547,13	
	Total	1.486.358,10	1.486.358,10

4.4 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik adalah penyediaan utilitas dalam pabrik *Furfural* ini. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan. Adapun penyediaan utilitas ini meliputi:

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air
2. Unit Pembangkit Steam
3. Unit Pembangkit Listrik
4. Unit Penyediaan Bahan Bakar



4.4.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik *Furfural* ini, sumber air yang digunakan berasal dari sungai. Penggunaan air sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan:

1. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kekurangan air dapat dihindari.
2. Pengolahan air sungai relatif mudah dan sederhana serta biaya pengolahannya relatif murah.

Kebutuhan air tawar diperoleh dari sungai yang terletak tidak jauh dari pabrik.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik yang berasal dari air tawar digunakan untuk:

1. Air pendingin

Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin karena faktor-faktor berikut:

- Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
- Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
- Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.



- Tidak terdekomposisi.

2. Sebagai pemadam kebakaran dan alat pemadam lain

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik yang berasal dari air tawar digunakan untuk

1. Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut:

- a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3 . O_2 masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

- b. Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*).

Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika.

- c. Zat yang menyebabkan *foaming*.

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada boiler karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalinitas tinggi.

2. Air sanitasi.



Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi. Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran laboratorium, masjid. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

- a. Syarat fisika, meliputi:
 - Suhu : dibawah suhu udara
 - Warna : jernih
 - Rasa : tidak berasa
 - Bau : tidak berbau
- b. Syarat kimia, meliputi:
 - Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
 - Tidak mengandung bakteri.

3. Air minum

Unit Penyediaan dan Pengolahan Air meliputi :

Kebutuhan air pabrik diperoleh dari air sungai dengan mengolah terlebih dulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan dapat meliputi pengolahan secara fisik dan kimia.

Tahapan-tahapan pengolahan air sebagai berikut :

- a. Penyaringan





Penyaringan air dari sumber untuk mencegah terikutnya kotoran berukuran besar yang masuk ke dalam bak pengendapan awal.

b. Pengendapan secara fisis

Mula-mula air dialirkan ke bak penampungan atau pengendapan awal (BU-01) setelah melalui penyaringan dengan memasukkan alat penyaring. *Level Control System* (LCS) 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 4-24 jam (Powell,ST hal 14).

c. Pengendapan secara kimia

Kotoran-kotoran yang tersuspensi dalam air digumpalkan dan diendapkan dalam bak penampung sementara (BU-02). Tapi sebelum ke bak penampung sementara maka masuk ke premix tank (TU-01) dan *clarifier* (CLU). Premix tank berfungsi mencampur air dengan menambahkan bahan-bahan tawas 5 % dan CaOH 5 %. Sehingga didapatkan air berada dalam range pH 6,5-7,5. Waktu yang diperlukan 5 menit. *Clarifier* (CLU) berfungsi mengendapkan flok-flok yang terbentuk dalam pencampuran di *Premix tank*. Waktu tinggal dalam *Clarifier* ini berkisar 2-8 jam (Powell,ST hal 47). Didalam *Clarifier* kotoran yang telah mengendap di *blow down*, sedangkan air yang keluar dari bagian atas dialirkan ke bak penampung sementara (BU-02) dengan waktu tinggal 0,5 jam. Dari bak penampung sementara (BU-02) terus dialirkan ke *sand filter* atau bak saringan



Demineralisasi air ini diperlukan karena air umpan reboiler harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- ◆ Tidak menimbulkan kerak pada *heat exchanger* jika steam digunakan sebagai pemanas karena hal ini akan mengakibatkan turunnya efisiensi operasi boiler atau *heat exchanger*, bahkan bisa mengakibatkan tidak beroperasi sama sekali.
- ◆ Bebas dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas O_2 dan CO_2 .

Air dari bak penampung sementara (BU-03) berfungsi sebagai *make up* umpan boiler. Selanjutnya air diumpankan ke tangki *kation exchanger* (KEU), untuk menghilangkan kation-kation mineralnya. Kemungkinan jenis kation yang ada adalah Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Al^{3+} . Air yang keluar dari *kation exchanger* (KEU) kemudian diumpankan ke *anion exchanger* (AEU) untuk menghilangkan anion-anion mineralnya. Jenis anion yang ada adalah HCO_3 , CO_3^{2-} , Cl , SiO_3^{2-} . Air yang keluar dari unit ini diharapkan mempunyai pH sekitar 6,1 – 6,2 kemudian dialirkan ke unit Deaerator.

b. Unit Dearator

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 :



- ◆ Hidrazin berfungsi mengikat oksigen berdasarkan reaksi berikut :



Nitrogen sebagai hasil reaksi bersama-sama dengan gas lain seperti CO_2 dihilangkan melalui stripping dengan uap air bertekanan rendah.

- ◆ Dari deaerator, ke dalam air umpan ketel kemudian diinjeksikan larutan fosfat ($\text{Na}_3\text{PO}_4\text{H}_2\text{O}$) untuk mencegah terbentuknya kerak silica dan kalsium pada *steam drum* dan *tube boiler*. Sebelum diumpankan ke boiler air diberi dispersan agar tidak terjadi penggumpalan.

Air pendingin yang digunakan dalam proses sehari-hari berasal dari air pendingin yang telah digunakan dalam pabrik 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 penampung sementara (BU-03). Air yang telah digunakan pada cooler, temperaturnya akan naik akibat perpindahan panas. Oleh karena itu untuk digunakan kembali perlu didinginkan pada *cooling tower*.

Kebutuhan air dapat dibagi menjadi :



a. Kebutuhan air proses

Tabel 4.17. Kebutuhan air proses

No.	Alat yang memerlukan	Kode	Jumlah Kebutuhan
			(kg/jam)
7	Mixer-01	M-01	48966,2593
	Total		48966,2593

b. Kebutuhan air pendingin

Tabel 4.18. Kebutuhan air pendingin

No.	Alat yang memerlukan	Kode	Jumlah Kebutuhan
			(kg/jam)
1	Cooler-01	CL-01	142710,5426
2	Cooler-02	CL-02	50457,4829
3	Cooler-03	CL-03	6985,1625
4	Cooler-04	CL-04	15399,3882
5	CD-01	CD-01	700592,9995
	CD-02	CD-02	163103,9896
6	CD-03	CD-02	5712,0033
			1084961,5686

4.4.2. Unit Pembangkit Steam

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *steam* pada proses produksi, yaitu dengan menyediakan ketel uap (*boiler*) dengan spesifikasi:



Tabel 4.19. Kebutuhan *steam*

Nama Alat	Jumlah
HE-01	12972,19
HE-02	1893,94
R	51166,25
RB-01	82,78
EV	870,44
Jumlah	66985,60

4.4.3. Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan akan tenaga listrik dipabrik ini sebesar 1605,393626 KW. Sudah termasuk penerangan, laboratorium, rumah tangga, perkantoran, pendingin ruangan (AC) dan kebutuhan lainnya. Untuk mencukupi kebutuhan tersebut, pabrik *Furfural* menggunakan listrik dari PLN, dan untuk cadangan listrik digunakan generator diesel dengan kapasitas 1600 kW jika pasokan listrik kurang. Spesifikasi generator diesel yang digunakan adalah:

- Kapasitas : 1600 KWatt
- Jenis : Generator Diesel
- Jumlah : 1 buah

Prinsip kerja dari generator diesel ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini digunakan untuk memutar poros



engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang mampu menghasilkan tenaga listrik. Listrik ini didistribusikan ke panel yang selanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai. Pada operasi sehari-hari digunakan tenaga listrik 50% dan diesel 50%. Tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari diesel 100%.

Kebutuhan listrik dapat dibagi menjadi :

- a. Listrik untuk keperluan proses
 - ◆ Peralatan proses

Tabel 4.20. Kebutuhan listrik alat proses

No.	Alat yang memerlukan	Kode	Jumlah	Power (Hp)	
				(a)	Total
1	Pengaduk Mixer	M-01	1	10	10
2	Pengaduk Mixer	M-02	1	0,1	0,1
2	Pengaduk Reaktor	R	5	80	400
3	Rotary knife cutter	RKC	1	1	1
4	Bucket Elevator	BE-01	1	2	2
5	Belt Conveyor	BC-01	1	1	1
6	Filter	F-01	1	50	50
7	Pompa	P-01	1	0,05	0,05
8	Pompa	P-02	1	0,05	0,05
9	Pompa	P-03	1	0,05	0,05



10	Pompa	P-04	1	5,00	5
11	Pompa	P-05	1	0,50	0,5
12	Pompa	P-06	1	0,50	0,5
13	Pompa	P-07	1	0,50	0,5
14	Pompa	P-08	1	0,08	0,0833
15	Pompa	P-09	1	0,50	0,5
16	Pompa	P-10	1	2,00	2
17	Pompa	P-11	1	0,50	½
18	Pompa	P-12	1	0,25	0,25
19	Pompa	P-13	1	0,33	1/3
20	Pompa	P-14	1	0,50	½
21	Pompa	P-15	1	0,25	0,25
22	Pompa	P-16	1	0,17	0,17
23	Pompa	P-17	1	0,50	0,5
	TOTAL				475,167

Kebutuhan listrik untuk peralatan proses = 475,167 Hp

- ◆ Peralatan utilitas

Tabel 4.21. Kebutuhan listrik untuk utilitas

No.	Alat yang	Kode	Jumlah	Power (Hp)
-----	-----------	------	--------	------------



	memerlukan			@	Total
1	Premix Tank	TU-01	1	120	120
2	Clarifier	CLU	1	84	84
3	Tangki Klorinator	TU-02	1	0,25	0,25
4	Cooling Tower (Fan)	CTU	5	3	15
5	Blower	BWU	5	79	395
6	Kompresor Udara	KU	1	6	6
7	Pompa	PU-01	1	40	40
8	Pompa	PU-02	1	5	5
9	Pompa	PU-03	1	5	5
10	Pompa	PU-04	1	10	10
11	Pompa	PU-05	1	0,33	0,33
12	Pompa	PU-06	1	0,05	0,05
13	Pompa	PU-07	1	0,5	0,5
14	Pompa	PU-08	1	0,33	0,33
15	Pompa	PU-09	1	1,5	1,5
16	Pompa	PU-11	1	20	20
17	Pompa	PU-12	1	5	5
18	Pompa	PU-13	1	1	1
19	Pompa	PU-14	1	3	3
20	Pompa	PU-15	1	1	1



21	Pompa	PU-16	1	0,5	0,5
22	Pompa	PU-17	1	0,75	0,75
23	Pompa	PU-18	1	1	1
24	Pompa	PU-19	1	2	2
25	Pompa	PU-20	1	1	1
26	Pompa	PU-21	1	10	10
27	Pompa	PU-22	1	2	2
					730,217

Kebutuhan listrik untuk utilitas = 730,217 Hp

Total kebutuhan listrik untuk keperluan proses

$$475,167\text{Hp} + 730,217\text{ Hp} = 1205,533\text{ Hp}$$

Diambil angka keamanan 10 % = 1326,0866 Hp

Listrik untuk keperluan alat kontrol dan penerangan Alat kontrol diperkirakan sebesar 5 % dari kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas, yaitu = 66,30433 Hp

Laboratorium, rumah tangga, perkantoran dan lain-lain diperkirakan 25 % dari kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas, yaitu = 331,52165 Hp

Secara keseluruhan kebutuhan listrik sebesar

$$= 1723,913\text{ Hp}$$

Jika faktor daya 80 %, maka total kebutuhan listrik = 2154,891 Hp

$$= 1605,393626\text{ kW} \quad (1\text{ Hp} = 0,7457\text{ kW})$$



4.4.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan boiler. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar Industrial Diesel Oil (IDO) yang diperoleh dari PT. Pertamina, Cilacap. Sedangkan bahan bakar yang dipakai pada boiler adalah Medium Furnace Oil yang juga diperoleh dari PT. Pertamina, Cilacap. Unit ini menyimpan kebutuhan bahan bakar di Boiler sebesar 19.637,85 kg/jam, sehingga kebutuhan massa untuk 14 hari adalah 6.598.317 kg. Sedangkan untuk kebutuhan bahan bakar untuk generator sebesar 282,3529 kg/jam. Alat untuk penyediaan bahan bakar berupa tangki bahan bakar yang berbentuk tangki silinder dengan *Conical Roof* dan *Flat Bottomed*.

4.4.5. Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 100 kg/jam.

4.4.6. Unit Pengolahan Limbah

Pabrik *Furfural* menghasilkan limbah berupa air, toluene dan benzene dalam skala kecil. Pengolahan air limbah adalah pengolahan limbah pabrik yang belum memenuhi persyaratan (BOD, COD, dan lain-lain) secara mikrobiologis sehingga limbah yang keluar dari pabrik memenuhi persyaratan Undang-Undang Lingkungan Hidup.

- a. Bak Netralisasi (*Neutralizing Pond*)



Bak ini digunakan untuk menetralkan PH dari limbah $AlCl_3$ yang mempunyai pH 6-8 dan suhu sekitar $40\text{ }^\circ\text{C}$.

b. Kolam Pengendapan (*Settling Pond*)

Kolam ini ditujukan untuk mengendapkan zat-zat padat yang dikandung cairan yang berasal dari limbah. Kolam pengendapan dapat menampung cairan limbah selama 15 hari olahan. Apabila terjadi pendangkalan karena pengendapan zat-zat padat maka dilakukan pembersihan/pengurasan.

c. Kolam Aerobik (*Aerobic Pond*)

Kolam ini ditujukan untuk memberikan kesempatan cairan dari kolam pengendapan untuk menyerap lebih banyak oksigen dari udara. Kolam ini dapat menampung limbah untuk 15 hari olahan. Kolam ini merupakan kolam terakhir dalam proses penanganan air limbah pabrik *Furfural*. Dari kolam ini limbah yang telah diolah tersebut dapat dialirkan ke lahan aplikasi atau *overflow* kolam ini dapat dibuang ke sungai.

4.4.7. Spesifikasi Alat-Alat Utilitas

1. Bak Pengendap Awal (BU-01)

Fungsi	: Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai.
Kapasitas	: $2167,862\text{ m}^3$
Jenis	: Bak persegi yang diperkuat beton bertulang.
Dimensi	:



5. Sand Filter (SF)

Fungsi : Menyaring sisa-sisa kotoran yang masih terdapat dalam air terutama kotoran berukuran kecil yang tidak dapat mengendap dalam clarifier

Jenis : 2 buah kolom dengan saringan pasir

Tinggi bed : 6,111 m

Waktu tinggal : 30 menit.

Jumlah bed : 6

Harga : \$ 59,273.3414

6. Bak Penampung Sementara (BU-03)

Fungsi : Menampung sementara raw water yang telah disaring

Jenis : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang dan dilapisi porselen

Kapasitas : 180,5017 m³

Waktu tinggal : 0,5 jam

Dimensi :

◆ Tinggi = 3,5602 m

◆ Panjang = 7,1204 m

◆ Lebar = 7,1204 m

Harga : Rp 18,050,170.61



Harga : \$ 183,260.7806

25. Pompa Utilitas 05 (PU-05)

Fungsi : Memompa Sand Filter (FU) ke Bak pemanampung
sementara (BU-03)

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 1103,608 gpm

Head : 0,1264 m

Tenaga pompa : 0,2672 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 183,260.7806

26. Pompa Utilitas 06 (PU-06)

Fungsi : Memompa air dari bak penampung sementara (BU-03) ke
Tangki Klorinator (TU-02)

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, axial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 6,9548 gpm

Head : 3,1899 m

Tenaga pompa : 0,0306 Hp

Tenaga motor : 0,05 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 8,764.9933



27. Pompa Utilitas 07 (PU-07)

Fungsi	: Memompa air dari Bak penampungan sementara (BU-03) ke bak pendingin dan air Proses (BU-06)
Jenis	: <i>Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 796,0298 gpm
Head	: 0,2084 m
Tenaga pompa	: 0,3178 Hp
Tenaga motor	: 0,5 Hp Standar NEMA
Harga	: \$ 150,639.2365

28. Pompa Utilitas 08 (PU-08)

Fungsi	: Memompa Air dari Tangki Klorinator (TU-02) ke Bak Distribusi (BU-04)
Jenis	: <i>Centrifugal pumps (single stage, single suction, axial flow)</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 6,95481 gpm
Head	: 19,18994 m
Tenaga pompa	: 0,2556 Hp
Tenaga motor	: 0,5 Hp Standar NEMA
Harga	: \$ 8,764.9933



35. Pompa Utilitas 15 (PU-15)

Fungsi	: Memompa air pendingin dari bak air dan proses (BU-06) ke <i>Cooler (C-3)</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pumps (single stage, single suction, axial flow)</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 25,6248 gpm
<i>Head</i>	: 8,6228 m
Tenaga pompa	: 0,4233 Hp
Tenaga motor	: 0,5 Hp Standar NEMA
Harga	: \$ 19,168.0266

36. Pompa Utilitas 16 (PU-16)

Fungsi	: Memompa air pendingin dari bak air dan proses (BU-06) ke <i>Cooler (C-03)</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 56,4922 gpm
<i>Head</i>	: 5,5476 m
Tenaga pompa	: 0,6 Hp
Tenaga motor	: 0,75 Hp Standar NEMA
Harga	: \$ 30,801.6212



37. Pompa Utilitas 17 (PU-17)

Fungsi	: Memompa air pendingin dari bak air dan proses (BU-06) ke <i>Cooler (C-04)</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pumps (multi stage, single suction, radial flow)</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 106,346 gpm
<i>Head</i>	: 3,034185m
Tenaga pompa	: 0,6181 Hp
Tenaga motor	: 0,75 Hp Standar NEMA
Harga	: \$ 45,020.8079

38. Pompa Utilitas 18 (PU-18)

Fungsi	: Memompa air dari bak penampung sementara (BU-03) ke <i>Kation Exchanger (KEU)</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 106,346 gpm
<i>Head</i>	: 5,0768 m
Tenaga pompa	: 1,0342 Hp
Tenaga motor	: 1 Hp Standar NEMA
Harga	: \$ 45,020.8079



39. Pompa Utilitas 19 (PU-19)

Fungsi	: Memompa air dari <i>Kation Exchanger</i> (KEU) ke <i>Anion Exchanger</i> (AEU)
Jenis	: <i>Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 106,346 gpm
Head	: 9,0768 m
Tenaga pompa	: 1,8491 Hp
Tenaga motor	: 2 Hp Standar NEMA
Harga	: \$ 45,020.8079

40. Pompa Utilitas 20 (PU-20)

Fungsi	: Memompa air dari <i>Anion Exchanger</i> (AEU) ke Deaerator (DAU)
Jenis	: <i>Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 106,346 gpm
Head	: 4,0768 m
Tenaga pompa	: 0,8305 Hp
Tenaga motor	: 1 Hp Standar NEMA
Harga	: \$ 45,020.8079



Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap kualitas material terkait dalam proses yang digunakan untuk meningkatkan hasil akhir. Sifat dari laboratorium ini tidak rutin dan cenderung melakukan penelitian hal-hal yang baru untuk keperluan pengembangan. Termasuk didalamnya adalah kemungkinan penggantian, penambahan, dan pengurangan alat proses.

4.5.3 Alat-Alat Utama Laboratorium

Alat-alat utama yang digunakan di laboratorium antara lain :

a. *Water Content Tester*

Alat ini digunakan untuk menganalisa kadar air dalam produk.

b. *Viscosimeter Bath*

Alat ini digunakan untuk mengukur viskositas produk keluar dari reaktor.

c. *Hydrometer*

Alat ini digunakan untuk mengukur spesifik gravity

d. *Thermoline* untuk menentukan titik leleh

4.6. Organisasi Perusahaan

4.6.1. Bentuk Perusahaan

Setiap organisasi perusahaan didirikan dengan tujuan untuk mempersatukan arah dan kepentingan semua unsur yang berkaitan dengan kepentingan perusahaan. Tujuan yang ingin dicapai adalah sebuah kondisi yang lebih



baik dari sebelumnya. Faktor yang berpengaruh terhadap tercapainya tujuan yang diinginkan adalah kemampuan manajemen dan sifat-sifat dari tujuan itu sendiri.

Pabrik *Furfural* ini direncanakan didirikan pada tahun 2010 dengan bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT). Faktor-faktor yang mendasari pemilihan bentuk perusahaan ini adalah :

- ◆ Modal mudah didapat, yaitu dari penjualan saham perusahaan kepada masyarakat.
- ◆ Dari segi hukum, kekayaan perusahaan jelas terpisah dari kekayaan pribadi pemegang saham.
- ◆ Kontinuitas perusahaan lebih terjamin karena perusahaan tidak tergantung pada satu pihak sebab kepemilikan dapat berganti.
- ◆ Efisiensi Manajemen. para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan direksi yang cakap dan berpengalaman.
- ◆ Pemegang saham menanggung resiko perusahaan hanya sebatas sebesar dana yang disertakan di perusahaan.
- ◆ Lapangan usaha lebih luas. Dengan adanya penjualan saham, usaha dapat dikembangkan lebih luas.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas yaitu Perseroan Terbatas antara lain :

- ◆ Didirikan dengan akta notaris berdasarkan Kitab Undang-Undang Hukum dagang



- ◆ Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham.
- ◆ Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham.
- ◆ Pabrik dipimpin oleh seorang Direktur yang dipilih oleh para pemegang saham.
- ◆ Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada Direktur dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

4.6.2. Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi merupakan susunan yang terdiri dari fungsi-fungsi dan hubungan-hubungan yang menyatakan seluruh kegiatan untuk mencapai suatu sasaran. Secara fisik, struktur organisasi dapat dinyatakan dalam bentuk grafik yang memperlihatkan hubungan unit-unit organisasi dan garis-garis wewenang yang ada.

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah stuktur organisasi yang terdapat dan dipergunakan dalam perusahaan tersebut, karena hal ini berhubungan dengan komunikasi yang terjadi di dalam perusahaan, demi tercapainya hubungan kerja yang baik antar karyawan. Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa asas yang dapat dijadikan pedoman, antara lain perumusan tugas perusahaan dengan jelas, pendelegasian wewenang, pembagian tugas kerja yang jelas, kesatuan perintah dan tanggung jawab,



sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan, dan organisasi perusahaan yang fleksibel.

Sistem struktur organisasi perusahaan ada tiga yaitu *line*, *line* dan *staff*, serta sistem fungsional. Dengan berpedoman terhadap asas-asas tersebut maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu sistem *line/lini* dan *staff*. Pada sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi, maka perlu dibentuk staff ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh staf ahli kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi *line/lini* dan staf ini, yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan yang disebut lini dan orang-orang yang menjalankan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional dan disebut staf.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur yang dibantu oleh Kepala Bidang Produksi serta Kepala Bidang Keuangan dan Umum. Kepala Bidang membawahi



beberapa Kepala Seksi, yang akan bertanggung jawab membawahi seksi-seksi dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Kepala Bidang Produksi membawahi Seksi Operasi dan Seksi Teknik. Sedangkan Kepala Bidang Keuangan dan Umum yang membidangi kelancaran pelayanan dan pemasaran, membawahi Seksi Umum, Seksi Pemasaran, dan Seksi Keuangan & Administrasi. Masing-masing Kepala Seksi akan membawahi Koordinator Unit atau langsung membawahi karyawan. Unit koordinator untuk mengkoordinasi dan mengawasi karyawan yang ada di unitnya.

Dengan adanya struktur organisasi pada perusahaan maka akan diperoleh beberapa keuntungan, antara lain :

- ◆ Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembagian tugas, tanggungjawab, wewenang, dan lain-lain.
- ◆ Penempatan pegawai yang lebih tepat
- ◆ Penyusunan program pengembangan manajemen perusahaan akan lebih terarah
- ◆ Ikut menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada
- ◆ Sebagai bahan orientasi untuk pejabat
- ◆ Dapat mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.



4.6.3. Tugas dan Wewenang

4.6.3.1. Pemegang Saham

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang berbentuk PT adalah rapat umum pemegang saham (RUPS). Pada rapat umum tersebut, para pemegang saham bertugas untuk :

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris.
2. Mengangkat dan memberhentikan Direktur.
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

4.6.3.2. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana dari pemilik saham dan bertanggungjawab terhadap pemilik saham. Tugas Dewan Komisaris meliputi :

1. Menilai dan menyetujui Direksi tentang kebijakan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya.
2. Mengawasi tugas direksi
3. Membantu direksi dalam hal yang penting

4.6.3.3. Dewan Direksi

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggungjawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur



Utama bertanggungjawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Utama antara lain :

1. Melakukan kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada rapat umum pemegang saham.
2. Menjaga kestabilan manajemen perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan dan karyawan.
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat untuk pemegang saham.
4. Mengkoordinasi kerja sama dengan Direktur Teknik dan Produksi, Direktur Keuangan dan Umum, serta Personalia.

Tugas Direktur Teknik dan Produksi antara lain :

1. Bertanggungjawab pada Direktur Utama dalam bidang produksi dan teknik.
2. Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan kepala bagian yang dibawahinya.

Tugas Direktur Keuangan dan Umum antara lain :

1. Bertanggungjawab kepada Direktur Utama dalam bidang keuangan, pelayanan umum, K3 dan litbang serta pemasaran.
2. Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan kepala bagian yang dibawahinya.



4.6.3.4. Staff Ahli

Staff ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu Dewan Direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknis maupun administrasi. *Staff* ahli bertanggungjawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang *staff* ahli antara lain :

1. Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
2. Mengadakan evaluasi teknik dan ekonomi perusahaan.
3. Memberikan saran dalam bidang hukum

4.6.3.5. Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staff direktur bersama-sama dengan *staff* ahli. Kepala bagian ini bertanggungjawab kepada direktur masing-masing.

a. Kepala Bagian Produksi

Bertanggungjawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi. Kepala bagian membawahi :

- Seksi proses.
- Seksi pengendalian



- Seksi Laboratorium

b. Kepala Bagian Teknik

Tugas antara lain :

Bertanggungjawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang peralatan proses dan utilitas serta mengkoordinasi kepala-kepala seksi yang dibawahinya. Kepala bagian teknik membawahi :

- Seksi pemeliharaan
- Seksi utilitas

c. Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggungjawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi.

Kepala Bagian Pemasaran membawahi :

- Seksi Pembelian
- Seksi Pemasaran/penjualan

d. Kepala Bagian Keuangan

Bertanggungjawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan.

Kepala Bagaian Keuangan membawahi :

- Seksi Administrasi
- Seksi kas

e. Kepala Bagian Umum



b. Bertanggungjawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.

Ba: Kepala Bagian Umum membawahi :

kes ➤ Seksi Personalia

Sel ➤ Seksi Humas

Tug ➤ Seksi Keamanan

4.6.3.7. Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing supaya diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggungjawab kepada kepala bagian sesuai dengan seksinya masing-masing.

c. 1

Bagi **a. Kepala Seksi Proses**

Seks Tugas Kepala Seksi Proses bertanggung jawab kepada Kepala Bagian
Tuga Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran proses produksi.

Seksi Proses :

Tugas seksi proses antara lain :

- ◆ Mengawasi jalannya proses dan produksi dan
- ◆ Menjalankan tindakan sepenuhnya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.



d. Kepala Seksi Pemeliharaan

Tugas Kepala Seksi pemeliharaan bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Teknik dalam bidang pemeliharaan peralatan., inspeksi dan keselamatan proses dan lingkungan, ikut memberikan bantuan teknik kepada seksi operasi.

Seksi Pemeliharaan :

Tugas seksi Pemeliharaan antara lain :

- ◆ merencanakan dan melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik serta memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

e. Kepala Seksi Utilitas

Tugas kepala seksi penelitian adalah bertanggungjawab kepada Kepala Bagian Teknik dalam hal utilitas.

Seksi Utilitas :

Tugas seksi Utilitas antara lain :

- ◆ Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air, uap air dan tenaga kerja.

f. Kepala Seksi Penelitian

Tugas kepala seksi penelitian adalah bertanggungjawab kepada Kepala Bagian R & D dalam hal mutu produk.

Seksi Penelitian :

Tugas Seksi Penelitian antara lain :

- ◆ Melakukan riset guna mempertinggi mutu suatu produk



Tugas Kepala Seksi Administrasi ini bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Keuangan dalam hal keuangan/anggaran.

Seksi Keuangan :

Tugas seksi Keuangan antara lain :

- ◆ Menghitung penggunaan uang perusahaan,
- ◆ Mengamankan uang dan meramalkan tentang keuangan masa depan, serta
- ◆ Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan.

j. Kepala Seksi Penjualan

Tugas Kepala Seksi Penjualan bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Pemasaran dalam bidang pemasaran hasil produksi.

Seksi Penjualan :

Tugas seksi Penjualan antara lain :

- ◆ Merencanakan strategi penjualan hasil produksi dan mengatur distribusi hasil produksi dari gudang.

k. Kepala Seksi Pembelian

Tugas Kepala Seksi Pembelian bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Pemasaran dalam bidang penyediaan bahan baku dan peralatan.

Seksi Pembelian :

Tugas seksi pembelian antara lain :



- ◆ Mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

n. Kepala Seksi Keamanan

Tugas Kepala Seksi Humas bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum yang menyangkut keamanan di sekitar pabrik.

Seksi Keamanan :

Tugas seksi Keamanan antara lain :

- ◆ Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan.
- ◆ Mengawasi keluar masuknya orang baik karyawan atau bukan di lingkungan pabrik, serta
- ◆ Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

4.6.4. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

Pada pabrik *Furfural* ini sistem gaji karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggungjawab dan keahlian. Pembagian karyawan pabrik ini dapat dibagi menjadi tiga golongan antara lain :

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-tiap akhir pekan.

3). Karyawan Borongan

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

4.6.5. Pembagian Jam Kerja Karyawan

Jadwal kerja di perusahaan ini di bagi menjadi dua bagian, yaitu jadwal kerja kantor (jadwal *non shift*) dan jadwal kerja pabrik (jadwal *shift*).

4.6.5.1. Jadwal Non Shift

Jadwal ini berlaku untuk karyawan kantor (*office*). Dalam satu minggu jam kantor adalah 40 jam dengan perincian sebagai berikut :

- Senin – Jum'at : 08.00 – 16.30 WIB.
- Istirahat : 12.00 – 13.00 WIB.
- Coffee Break I : 09.45 – 10.00 WIB.
- Coffee Break II : 14.45 – 15.00 WIB.
- Sabtu : 08.00 – 13.30 WIB.
- Istirahat Sabtu : 12.00 – 12.30 WIB.



4.6.5.2. Jadwal Shift

Jadwal kerja ini diberlakukan kepada karyawan yang berhubungan langsung dengan proses produksi, misalnya bagian produksi, mekanik, laboratorium, genset dan elektrik, dan instrumentasi. Jadwal kerja pabrik ini dibagi dalam 3 shift, yaitu :

- Shift I : 24.00 – 08.00 WIB.
- Shift II : 08.00 – 16.00 WIB.
- Shift III : 16.00 – 24.00 WIB.

Setelah dua hari masuk shift II, dua hari shift III, dan dua hari shift I, maka karyawan shift ini mendapat libur selama dua hari. Setiap masuk kerja shift, karyawan diberikan waktu istirahat selama 1 jam secara bergantian.

Diluar jam kerja kantor maupun pabrik tersebut, apabila karyawan masih dibutuhkan untuk bekerja, maka kelebihan jam kerja tersebut akan diperhitungkan sebagai kerja lembur (overtime) dengan perhitungan gaji yang tersendiri. Untuk hari besar (hari libur nasional), karyawan kantor diliburkan. Sedangkan karyawan pabrik tetap masuk kerja sesuai jadwalnya dengan perhitungan lembur.



4.6.6.2. Perincian Jumlah Karyawan

Tabel 4.23. Jumlah karyawan pada masing-masing bagian

NO	Jabatan	Jumlah
(1)	(2)	(3)
1.	Direktur Utama	1
2.	Direktur Teknik dan Produksi	1
3.	Direktur Keuangan dan Umum	1
4.	Staff Ahli	2
5.	Sekretaris	2
6.	Kepala Bagian Umum	1
7.	Kepala Bagian Pemasaran	1
8.	Kepala Bagian Keuangan	1
9.	Kepala Bagian Teknik	1
10.	Kepala Bagian Produksi	1
11.	Kepala Bagian R & D	1
12.	Kepala Seksi Personalia	1
13.	Kepala Seksi Humas	1
14.	Kepala Seksi Keamanan	1
15.	Kepala Seksi Pembeian	1
16.	Kepala Seksi Pemasaran	1
17.	Kepala Seksi Administrasi	1
18.	Kepala Seksi Kas/Anggaran	1
19.	Kepala Seksi Proses	1
20.	Kepala Seksi Pengendalian	1
21.	Kepala Seksi Laboratorium	1
22.	Kepala Seksi Pemeliharaan	1



4.6.6.3. Sistem Gaji Pegawai

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi 3 golongan yaitu :

1. Gaji Bulanan

Gaji ini diberikan kepada pegawai tetap dan besarnya gaji sesuai dengan peraturan perusahaan.

2. Gaji Harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

3. Gaji Lembur

Gaji ini diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja yang telah ditetapkan dan besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

Penggolongan Gaji Berdasarkan Jabatan

Tabel 4.24. Perincian golongan dan gaji

Golongan	Jabatan	Gaji/Bulan
(1)	(2)	(3)
1	Direktur Utama	Rp. 20.000.000,00
2	Direktur	Rp. 15.000.000,00
3	Staff Ahli	Rp. 5.000.000,00
4	Kepala Bagian	Rp. 8.000.000,00
5	Kepala Seksi	Rp. 4.500.000,00
6	Sekretaris	Rp. 1.800.000,00
7	Dokter	Rp. 4.000.000,00
8	Paramedis	Rp. 1.500.000,00
9	Karyawan	Rp. 1.500.000,00



Untuk staff disediakan mess

5. Rekreasi dan olahraga
 - a. Rekreasi : Setiap 1 tahun sekali karyawan + keluarga bersama-sama mengadakan tour atas biaya perusahaan
 - b. Olahraga : tersedia lapangan tennis dan bulu tangkis
6. Kenaikan gaji dan promosi
 - a. Kenaikan gaji dilakukan setiap akhir tahun dengan memperhatikan besarnya inflasi, prestasi kerja dan lain-lain.
 - b. Promosi dilakukan setiap akhir tahun dengan memperhatikan pendidikan, prestasi kerja, dan lain-lain.
7. Hak cuti dan ijin
 - a. Cuti tahunan : setiap karyawan mendapatkan cuti setiap tahun selama 12 hari setelah tahun kelima mendapat tambahan 2 hari (total 20 hari)
 - b. Ijin tidak masuk kerja diatur dalam KKB yang ada.
8. Pakaian kerja dan sepatu. Setiap tahun mendapat jatah 2 stell.

4.6.8. Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk dengan mengatur penggunaan faktor-faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.



Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan manajemen pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan akan diperoleh kualitas produk sesuai dengan rencana dan dalam waktu yang tepat. Dengan meningkatkan kegiatan produksi maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindari terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali. Perencanaan ini sangat erat kaitannya dengan pengendalian dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional sehingga penyimpangan yang terjadi dapat segera diketahui dan selanjutnya dikendalikan kearah yang sesuai.



ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun lalu berdasarkan indeks harga. Persamaan pendekatan yang digunakan untuk memperkirakan harga peralatan pada saat sekarang adalah:

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y} \quad (\text{Aries \& Newton P.16, 1955})$$

Dalam hubungan ini:

E_x = harga alat pada tahun X

E_y = harga alat pada tahun Y

N_x = nilai indeks tahun X

N_y = nilai indeks tahun Y

Jenis indeks yang digunakan adalah *Chemical Engineering Plant Cost Index* dari Majalah "*Chemical Engineering*".

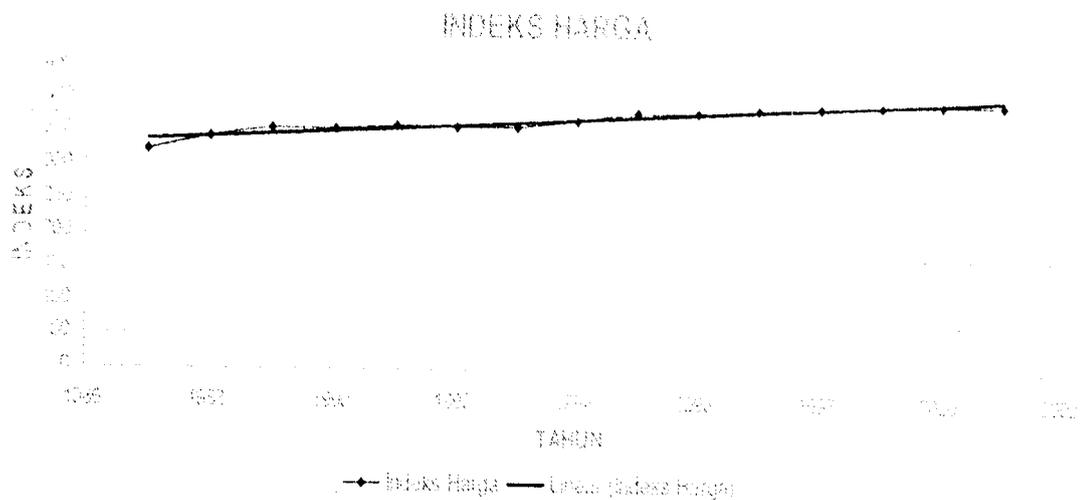
Table 4.25. Indeks harga alat pada berbagai tahun

Tahun	X (Tahun)	Y (Index)
(1)	(2)	(3)
1987	1	324
1988	2	343
1989	3	355
1990	4	356
1991	5	361,3
1992	6	358,2
1993	7	359,2
1994	8	368,1



1995	9	381,1
1996	10	381,7
1997	11	386,5
1998	12	389,5
1999	13	390,6
2000	14	394,1
2001	15	394,3

(Sumber: majalah "Chemical Engineering", Juli 2001)



Gambar 4.7. Grafik index harga

Untuk jenis alat yang sama tapi kapasitas berbeda, harga suatu alat dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan pendekatan sebagai berikut:

$$E_b = E_a \left(\frac{C_b}{C_a} \right)^x$$



Dimana:

E_a = Harga alat dengan kapasitas diketahui.

E_b = Harga alat dengan kapasitas dicari.

C_a = Kapasitas alat A.

C_b = Kapasitas alat B.

x = Eksponen.

Besarnya harga eksponen bermacam-macam, tergantung dari jenis alat yang akan dicari harganya. Harga eksponen untuk bermacam-macam jenis alat dapat dilihat pada Peter & Timmerhause 2th edition, halaman 170

4.7.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas Produksi = 15.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Umur pabrik = 10 tahun

Pabrik didirikan = 2010

Kurs mata uang = 1 US\$ = Rp 9900



4.7.3. Perhitungan Biaya

4.7.3.1 Capital Investment

Capital investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas produksi dan untuk menjalankannya. *Capital investment* meliputi:

- a. *Fixed Capital Investment* adalah investasi untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembuatannya.
- b. *Working Capital* adalah investasi yang diperlukan untuk menjalankan usaha/modal dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

4.7.3.2 Manufacturing Cost

Manufacturing cost adalah biaya yang diperlukan untuk produksi suatu bahan, merupakan jumlah *direct*, *indirect* dan *fixed manufacturing cost* yang berkaitan dengan produk.

- a. *Direct Cost* adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.
- b. *Indirect Cost* adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.
- c. *Fixed Cost* merupakan harga yang berkaitan dengan *fixed capital* dan pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dimana harganya tetap, tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi.



d. *General Expenses* atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

4.7.3.3 General Expense

General expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

4.7.4. Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak, maka dilakukan analisa atau evaluasi kelayakan.

A. Percent Return of Investment (ROI)

Return of Investment adalah biaya *fixed capital* yang kembali pertahun atau tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang telah dikeluarkan.

$$ROI = \frac{\text{Profit}}{FCI} \times 100\%$$

FCI = *Fixed Capital Investment*

B. Pay Out Time (POT)

Pay Out Time adalah jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan sebuah penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun



yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan *profit* sebelum dikurangi depresiasi.

C. counted Cash Flow of Return (DCFR)

Evaluasi keuntungan dengan cara *discounted cash flow* uang tiap tahun berdasarkan investasi yang tidak kembali setiap akhir tahun selama umur pabrik (*present value*).

D. Break Even Point (BEP)

Break even point adalah titik impas (kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian). Kapasitas pabrik pada saat *sales value* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi di bawah BEP dan untung jika beroperasi di atasnya.

$$\text{BEP} = \frac{F_a \times 0,3R_a}{S_a - V_a - 0,7R_a} \times 100\%$$

Dengan:

$F_a = \text{Annual Fixed Expense}$

$R_a = \text{Annual Regulated Expense}$

$V_a = \text{Annual Variabel Expense}$

$S_a = \text{Annual Sales Value Expense}$

E. Shut Down Point (SDP)

Shut down point adalah level produksi dimana biaya untuk menjalankan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*.



$$SDP = \frac{0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100 \%$$

4.7.5. Hasil Perhitungan

Penentuan *Total Capital Investment* (TCI)

A. *Modal Tetap (Fixed Capital Investment)*

Tabel 4.26 *Fixed Capital Investment*

No	Type of Capital Investment	US \$	Rupiah (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	<i>Delivered Equipment</i>	1,871,205.91	-
2	<i>Equipment Instalation</i>	205,019.08	9.892.984.312,80
3	<i>Piping</i>	1,496,964.73	12.366.230.390,99
4	<i>Instrumentation</i>	197,696.97	927.467.279,32
5	<i>Insulation</i>	52,881.91	1.545.778.798,87
6	<i>Electrical</i>	162,713.56	-
7	<i>Buildings</i>	-	5.672.000.000,00
8	<i>Land and Yard Improvement</i>	-	25.000.000.000,00
9	<i>Utilities</i>	7,125,288.44	327.801.387,00
	<i>Physical Plant Cost</i>	12,041,658.63	34.735.901.500,43
10	<i>Engineering and Construction</i>	2,408,331.73	6.947.180.300,09



	<i>Direct Plant Cost</i>	14,449,990.36	41.683.081.800,52
11	<i>Contractor's Fee</i>	1,011,499.32	4.168.308.180,05
12	<i>Contingency</i>	2,167,498.55	6.252.462.270,08
	<i>Fixed Capital</i>	17,628,988.23	52.103.852.250,64

Kurs mata uang : \$ 1 = Rp. 9900,00

Total *Fixed Capital Investment* dalam rupiah

= (\$17,628,988.23 x Rp. 9900 / \$ 1) + Rp. 52.103.852.250,64

= Rp.226.630.835.761,21

B. Modal Kerja (*Working Capital*)

Tabel 4.27. *Working Capital*

No (1)	Type of Expenses (2)	US \$ (3)	Rupiah (Rp) (4)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	3,899,814.17	38.608.160.262,22
2	<i>In Process Inventory</i>	47,205.14853	40.605.329,69
3	<i>Product Inventory</i>	6,294,019.804	5.414.043.958,46
4	<i>Extended Credit</i>	8,812,899.72	
5	<i>Available Cash</i>	6,294,019.804	5.414.043.958,46



	Total Working Capital	25,347,958.64	49.476.853.508,82

Sehingga *Total Working Capital* :

$$= (\$25,347,958.64 \times \text{Rp. } 9900 / \$ 1) + \text{Rp. } 49.476.853.508,82$$

$$= \text{Rp. } 300.421.644.091,64$$

4.7.6. Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*)

A. *Manufacturing Cost*

Tabel 4.28. *Manufacturing Cost*

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	<i>Raw Materials</i>	46,797,770.01	-
2	<i>Labor Cost</i>	-	624.720.000,00
3	<i>Supervision</i>	-	636.720.000,00
4	<i>Maintenance</i>	-	191.016.000,00
5	<i>Plant Supplies</i>	-	28.652.400,00
6	<i>Royalties and Patents</i>	5,287,739.83	-
7	<i>Utilities</i>	-	51.221.849.579,57
	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	52,085,509.85	55.308.635.749,59



1	<i>Payroll and Overhead</i>	-	636.720.000,00
2	<i>Laboratory</i>	-	636.720.000,00
3	<i>Plant Overhead</i>	-	1.591.800.000,00
4	<i>Packaging ang Shipping</i>	21,150,959.33	-
	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	21,150,959.33	2.886.390.959,33
1	<i>Depreciation</i>	1,762,898.823	5.210.385.225,06
2	<i>Property Taxes</i>	352,579.7647	1.042.077.045,01
3	<i>Insurance</i>	176,289.8823	521.038.522,51
	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	2,291,768.47	6.773.500.792,58
	<i>Total Manufacturing Cost</i>	75,528,237.65	64.968.527.501,50

Sehingga *Total Manufacturing Cost* :

$$= (\$ 75,528,237.65 \times \text{Rp. } 9900 / \$ 1) + \text{Rp. } 64.968.527.501,50$$

$$= \text{Rp. } 812.698.080.203,81$$



B. General Expense

Tabel 4.29. General Expense

No (1)	Type of Expenses (2)	US \$ (3)	Rupiah (Rp) (4)
1	Administration	3,021,129.506	2.598.741.100,06
2	Sales	5,286,976.635	2.598.741.100,06
3	Research	3,021,129.506	1.299.370.550,03
4	Finance	1,289,308.406	3.047.421.172,78
General expense		12,618,544.05	9.544.273.922,93

Sehingga *Total General Expense* :

$$= (\$12,618,544.05 \times \text{Rp. } 9900 / \$ 1) + \text{Rp. } 9.544.273.922,93$$

$$= \text{Rp. } 134.467.860.051,08$$

$$\text{Total Biaya Produksi} = \text{TMC} + \text{GE}$$

$$= \text{Rp } 947.165.940.254,90$$

4.7.7 Keuntungan (Profit)

$$\text{Keuntungan} = \text{Total Penjualan Produk} - \text{Total Biaya Produksi}$$

Harga Jual Produk Seluruhnya (Sa)

$$\text{Total Penjualan Produk} = \text{Rp. } 1.046.972.486.797,27$$

$$\text{Total Biaya Produksi} = \text{Rp. } 947.165.940.254,90$$

BAB V

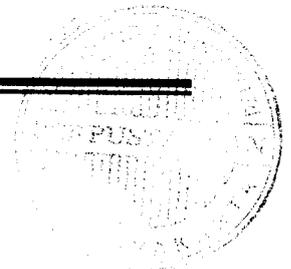
KESIMPULAN

Dalam perancangan pabrik Furfural dari Ampas tebu (Bagasse) dengan kapasitas 15.000 ton/tahun dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pendirian pabrik dengan kapasitas 15.000 ton/tahun di latar belakang oleh nilai Import atau ketergantungan bahan dari luar negeri. Dan juga sebagai wujud pemulihan perekonomian Indonesia serta menambah devisa Negara.
2. Ditinjau dari segi proses keberadaan bahan baku, sifat bahan dan kondisi operasinya, maka pabrik ini tergolong pabrik beresiko tinggi.
3. Berdasarkan hasil perhitungan evaluasi ekonomi didapatkan :
 - a. Keuntungan sebelum pajak (Pb) sebesar Rp. 99.806.546.542,38
Keuntungan sesudah pajak (Pa) sebesar Rp. 59.883.927.925,43
 - b. ROI sebelum pajak sebesar 44,0393 % dan ROI sesudah pajak sebesar 26,4236 %.

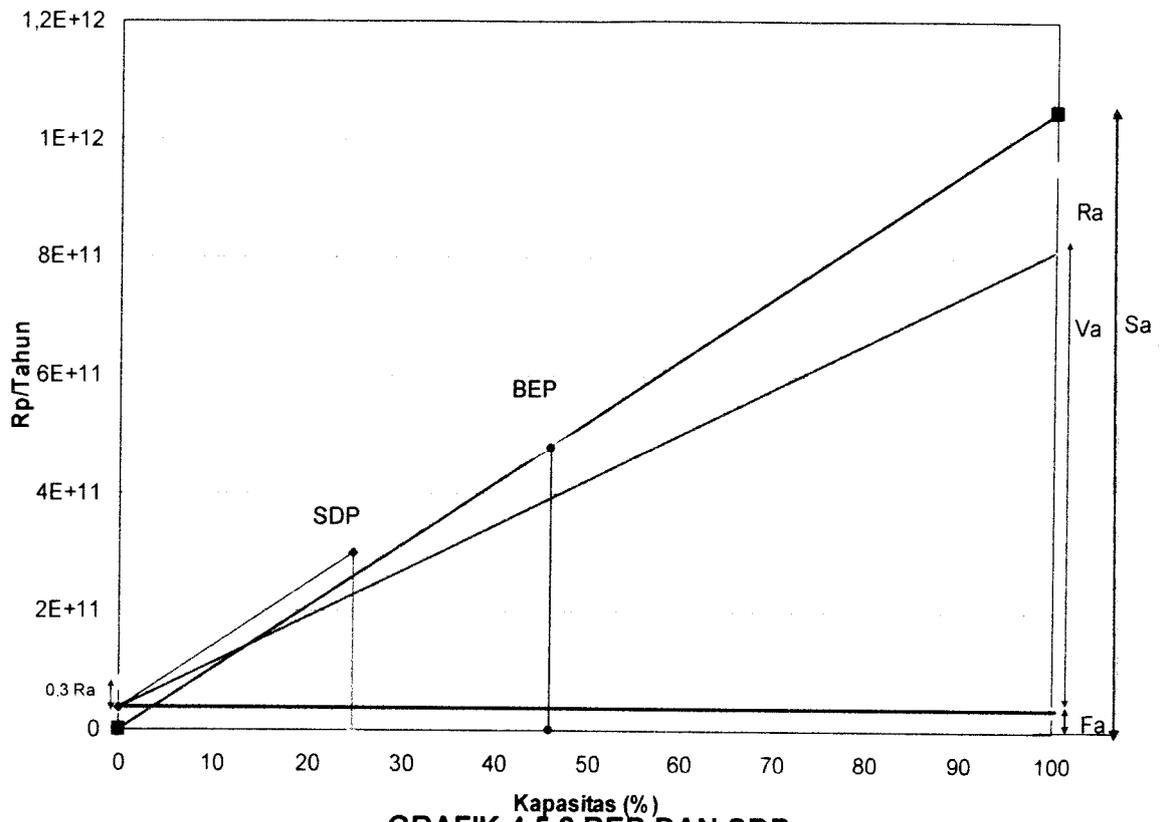
ROI minimum untuk resiko rendah adalah 11% dan resiko tinggi 44 % (Aries dan Newton, 1955).
 - c. Untuk pengembalian modal yang dipinjam sebelum pajak (POTb) selama 1,8505 tahun, sedangkan sesudah pajak (POTa) selama 2,7455 tahun.

Hal ini menunjukkan bahwa pabrik termasuk beresiko tinggi karena batas maksimum untuk pengembalian modal adalah selama 5 tahun





*Pra Rancangan Pabrik Furfural dari Ampas Tebu (Bagasse)
Kapasitas 15.000 ton per tahun*



GRAFIK 4.5.2 BEP DAN SDP

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aries, R.S., and Newton, R.D., "*Chemical Engineering Cost* Mc. Graw Hill Book Co.Inc., New York, 1955
- [2] Biro Pusat Statistik, 2004, "Statistik Perdagangan Luar Negeri" Jakarta.
- [3] Brown, G.G., "*Unit Operation*", Modern Asia Edition, John Willey and Sons. Inc., New York, 1978.
- [4] Brownell, L.E., and Young, E.H., "*Process Equipment Design*", 2nd John Willey and Sons. Inc., New York, 1959.
- [5] Budiman A, Dkk. 2005, "Pengantar Operasi Stage Seimbang" 1, UGM Press, Yokyakarta.
- [6] Coulson, J.M., and Richardson, J.F., 1983, *Chemical Engineering*, Vol. 1 & 6, Pergamon International Library, New York.
- [7] Faith, W. L., & Keyes, D. B., 1961. *Industrial Chemical*, John Willey & Sons, Inc., New York
- [8] Geankoplis, J.Christie., "*Transport Process and Unit* Prentice Hall International, 1978.
- [9] Katkeviés, Juris., Ilma Ruduš,sc. oec, 1998, *Pre- Feasibility Study For Furfural Production*, Latvian Development Agency
- [10] Ketta, Mc. J.John, "*Chemical Processing Handbook*", Marcel Dekker Inc, New York, 1993
- [11] Kern, D.Q., "*Process Heat Transfer*", International Student Mc.Graw Hill Book Co.Inc., New York, 1983

LAMPIRAN REAKTOR

Code : R-01

Jenis Alat : Reaktor batch tangki Berpengaduk

Kondisi Operasi T : 128 °C
 P operasi : 3 atm 44,7 psia
 P design : 10 atm (Overdesign 20 %)
 Kapasitas : 15000 ton/th
 Konversi : 73% (kirt otmer)

Mengetahui jumlah reaktor

pembagian waktu di reaktor antara lain

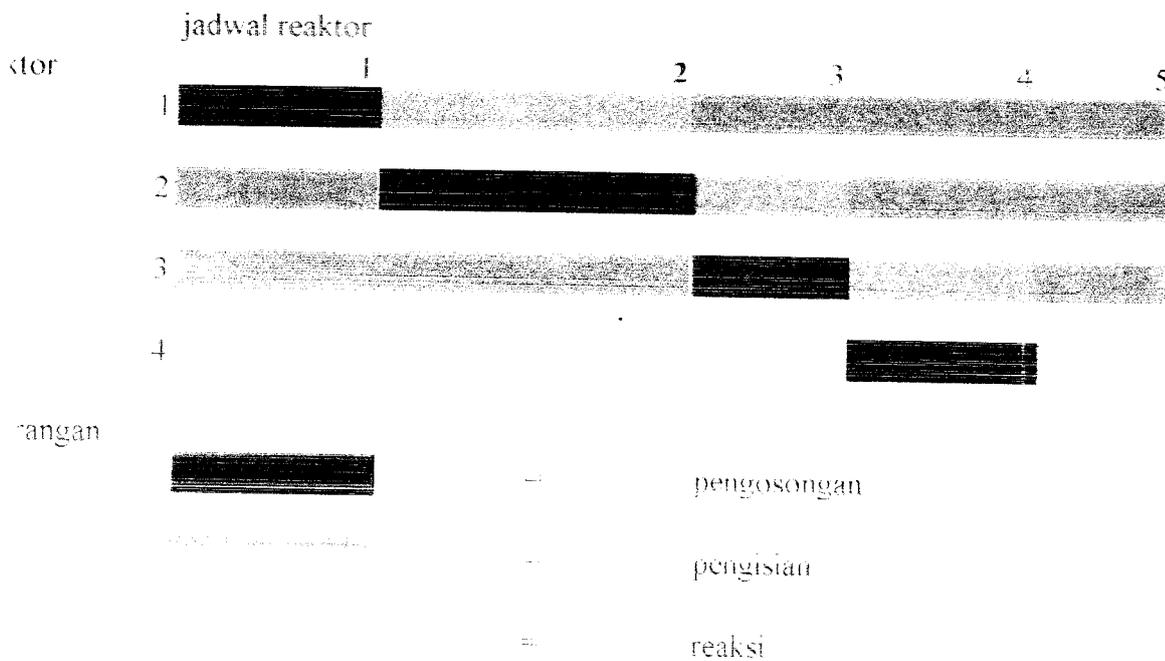
1 jam = waktu pengisian
 1 jam = waktu pengosongan
 3 jam = waktu reaksi

Batch = waktu pengisian + waktu reaksi + waktu pengosongan

$$= 1 \text{ Jam} + 3 \text{ jam} + 1 \text{ jam}$$

Hasil pembagian waktu dalam efisiensi kerja reaktor diperoleh

5 reaktor



1. Menentukan diameter (D) dan tinggi (H) tangki reaktor

Bentuk : Silinder tegak dengan alas dan head "torispherical dished head"

- Alasan Pemilihan :
- a. Tekanan operasi tinggi
 - b. Torispherical dished head dapat digunakan pada tekanan diatas 200 psi
 - c. Mempermudah pengeluaran produk

Reaktor berupa silinder tegak dengan alas dan tutup berbentuk torispherical.

Vol cairan = 134.7316016 m³

Over design = 10 %

Vol reaktor (VR) = 1.2 * Vol cairan dengan waktu tinggal
 = 148.2047618 m³

Menentukan harga k
 (-r_A) = k C_A C_B

$$-\frac{dC_A}{dt} = k C_A C_B$$

dimana, C_A = C_{A0} (1 - X_A)
 C_B = C_{B0} (C_{A0} X_A)

$$\frac{dC_A}{dt} = k C_{A0} (1 - X_A) (C_{B0} - C_{A0} X_A)$$

dimana, M = $\frac{C_{B0}}{C_{A0}}$

$$-\frac{dC_A}{dt} = k C_{A0} (1 - X_A) C_{A0} \left(\frac{C_{B0}}{C_{A0}} - X_A \right)$$

$$= k C_{A0} (1 - X_A) C_{A0} (M - X_A)$$

$$= k C_{A0}^2 (1 - X_A) (M - X_A)$$

dimana, C_A = C_{A0} (1 - X_A)
 dC_A = dC_{A0} - dC_{A0}X_A
 dC_A = - dC_{A0}X_A

$$\frac{dX_A}{dt} = k C_{A0} (1 - X_A) (M - X_A)$$

$$= \frac{1}{C_{A0}} \frac{dX_A}{(1 - X_A)(M - X_A)}$$

Diintegrasikan,

$$= \frac{1}{C_{A0}} \int \frac{dX_A}{(1 - X_A)(M - X_A)}$$

Integral Parsial

$$\int \frac{dX_A}{(1 - X_A)(M - X_A)}$$

$$\frac{1}{(1-XA)(M-XA)} = \frac{B}{(M-XA)} + \frac{A}{(1-XA)}$$

ruas kanan pada persamaan diatas dikalikan dengan $(1-XA)(M-XA)$ sehingga menjadi

$$\begin{aligned} \frac{1}{(1-XA)(M-XA)} &= A(M-XA) + B(1-XA) \\ &= AM - AXA + B - BXA \\ &= AM + B - AXA - BXA \\ &= AM + B - (A+B)XA \end{aligned}$$

maka,

$$1 = AM + B$$

$$0 = A + B$$

$$A = -B$$

$$1 = AM + B$$

$$\frac{1}{(1-M)} = [-\ln(M-XA) \cdot XA + \ln(1-XA) \cdot XA]$$

$$1 = -BM + B$$

$$1 = B(1-M)$$

$$B = \frac{1}{(1-M)}$$

$$A = -\frac{1}{(1-M)}$$

$$\int \frac{dXA}{(1-XA)(M-XA)} = \int \frac{AdXA}{(1-XA)} + \int \frac{BdXA}{(M-XA)}$$

$$= \int \frac{1}{(1-M)} dXA + \int \frac{1}{(1-M)}$$

$$= \frac{1}{(1-M)} \int \frac{dXA}{(1-XA)} + \frac{1}{(1-M)} \int \frac{dXA}{(M-XA)}$$

$$= \frac{1}{(1-M)} \left[\int \frac{dXA}{(M-XA)} - \int \frac{dXA}{(1-XA)} \right]$$

$$= \frac{1}{(1-M)} \left[-\ln \frac{(M-XA)}{(M-0)} + \ln \frac{(1-XA)}{(1-0)} \right]$$

$$= \frac{1}{(1-M)} \left[-\ln \frac{(M-XA)}{M} + \ln \frac{(1-XA)}{1} \right]$$

$$\int \frac{dXA}{(1-XA)(M-XA)} = \ln \frac{M(1-XA)}{(M-XA)}$$

$$k/dt = \frac{1}{CA_0} \int \frac{dXA}{(1-XA)(M-XA)}$$

$$kt = \frac{1}{CA_0} \frac{1}{(1-M)} \ln \frac{M(1-XA)}{(M-XA)}$$

atau

$$k = \frac{1}{CA_0(M-1)} \ln \frac{(M-XA)}{M(1-XA)}$$

$$k = 0,3596$$

entukan Volume Reaktor

$$V = \frac{Fv \cdot Xa}{K \cdot Cao (1-Xa)(M-Xa)}$$

$$V_{head} = 0,000049 D^3 \quad (\text{Brownell, eq.5.11})$$

Volume Reaktor = Volume Silinder + 2 Volume Head

$$\text{nbil} \quad h/d = 1/2$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot H + 2 \cdot 0,000049 D^3 \\ &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 2D^3 + 0,000098 D^3 \\ 148,2048 &= 1,57 D^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D &= 4,553243068 \quad \text{m} \\ H &= 9,1065 \quad \text{m} \\ &= 179,2616 \quad \text{in} \quad 14,93919051 \text{ ft} \\ &= 358,5233 \quad \text{in} \quad 29,87838101 \text{ ft} \end{aligned}$$

Volume Head

$$\begin{aligned} &0,000049 D^3 \\ &= 0,004625499 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Luas permukaan reaktor :

$$\begin{aligned}
 &= \text{keliling lingkaran} \times \text{tinggi reaktor} \\
 &= \Pi \cdot D \cdot H \\
 &= 130.1971009 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Luas penampang reaktor :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\Pi}{4} D^2 \\
 &= 16.27463761 \text{ m}^2 \qquad \qquad \qquad 53.397086 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

Volume cairan dalam shell Bottom

$$\begin{aligned}
 &\text{Vol. cairan total reaktor} - \text{Vol. cairan di head} \\
 &134.7269761 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Penentuan ketebalan dinding shell

$$t = \frac{p \cdot r_i}{(fE - 0,6p)} + c \qquad \qquad \qquad \text{(Brownell, eq.13.1)}$$

dimana

- p = tekanan perancangan, psia
- r_i = jari-jari dalam reaktor, in
- E = Efisiensi pengelasan
- f = maximum allowable stress, psia
- c = corrosion allowance, in

Material yang Dipilih dinding dengan jenis Stainless Steel SA 283, grade C

Perimbangan pemilihan bahan :

- airan yang ditangani mudah korosif
- mudah fabrikasinya
- harga relatif murah

dimensi) =	3	f	=	18750
tekanan operasi) =	44.1 psi	E	=	0.8
tekanan design = 1.1 * Poperasi		c	=	0.125
	48.51 psi			
	= Pdesign - Pluar			
	33.81 psi			

$$\rho \cdot \frac{g}{g_c} H \qquad \qquad \qquad 1.892658987 \text{ psi}$$

Tekanan operasi reaktor + Tekanan akibat tinggi cairan-tekanan udara

35.70265899

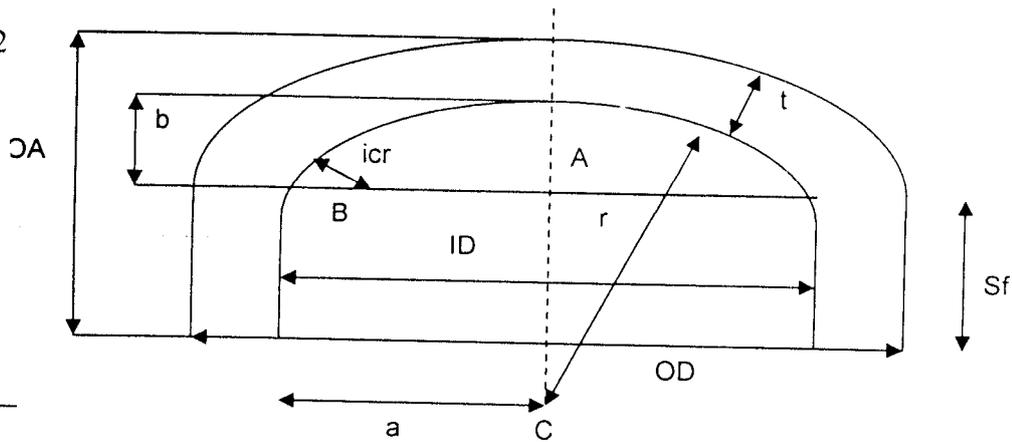
tebal dinding = 0.338642338 inch

diambil = 3/8 inch

OD = ID + (2 x tebal) = 180 inch

dari tabel 5.7 brownell&young diperoleh :

= crown radius (inside diameter) = 170 in = 11 in



untuk range 15 - 200 psig dipakai tutup reaktor berbentuk torispherical dished head (Brownell&young, 1979)

ad = (0,885 x P x rc) / (f x E - 0,1 x P) + c

0.358182924 inch

bil tebal standar = 3/8 inch

bil sf = 3 inch

= ID + (2 x tebal dinding reactor)

AMPIRAN TEBAL ISOLATOR REAKTOR

Tebal Isolator

- Asumsi :
1. keadaan steady state
 2. suhu udara luar = 30°C
 3. suhu dinding luar isolator = 50°

- r_1 = jari-jari dalam shell 2.28 m
 r_2 = jari-jari luar shell 2.29 m
 r_3 = jari-jari luar setelah diisolasi
 x_1 = tebal dinding shell
 x_2 = tebal isolator
 T_1 = suhu dinding dala 128.0 °C = 401.0 K
 T_2 = suhu dinding luar shell
 T_3 = suhu isolator dala 40.0 °C = 313.0 K
 T_4 = suhu isolator luar 30.0 °C = 303.0 K
 q_1 = konveksi bahan ke dinding dalam shell
 q_2 = konduksi dalam shell ke luar shell
 q_3 = konduksi luar shell ke permukaan luar isolator
 q_4 = konveksi dan radiasi permukaan luar isolator ke udara

Bahan isolator : asbestos, dengan sifat (Table Kern, p. 795)

- ρ = 36.00 lb/ft³
 k_s = 0.111 btu/j.ft.°F = 0.1921 W/m.°C
 ϵ = 0.960 (Table 4.1 Kern, p. 72)

Bahan dinding shell : stainless steel 316 AISI

dengan k_d = 45.00 W/m.°C (Table 3 Kern)

1. Menentukan koefisien perpindahan panas konveksi (h_c) udara Holman, pp. 267 - 275)

$$T_f = 0,5.(T_3 + T_4)$$

$$= 35.0 \text{ °C} = 308.0 \text{ K}$$

ifat-sifat fisis udara pada suhu T_f : (Table A-5 Holman, p. 542)

- ρ = 2.6104 kg/m³
 cp = 1.1404 kJ/kg.°C
 μ = 1.17E-05 kg/m.s
 ν = 2.08E-05 m²/s
 k = 0.0278 W/m.°C

$$Gr = \frac{g\beta(T_3 - T_4)L^3}{\nu^2} = 5.58E+11$$

$$\beta = \frac{1}{T_f} = 0.0032 \text{ 1/K}$$

LAMPIRAN TEBAL ISOLATOR REAKTOR

$$Pr = \frac{c\mu}{k} = 0.4808$$

Silinder vertikal dapat dianggap sebagai plat rata vertikal apabila :

$$\frac{D}{L} \geq \frac{35}{Gr^{1/4}}$$

$$0.5000 \geq 0.0405, \text{ dan } Gr \times Pr = 2.68E+11$$

Selanjutnya h_c dapat dihitung menggunakan persamaan untuk plat vertikal :

$$h_c = \frac{k}{L} \cdot 0.1 \cdot (Gr \cdot Pr)^{1/3} = 1.9683 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \text{ untuk } 10^9 < Gr \cdot Pr < 10^{13}$$

b. Menentukan koefisien perpindahan panas radiasi (h_r) asbes-udara (Holman, p. 393)

$$h_r(T_3 - T_4) = \sigma \epsilon (T_3^4 - T_4^4)$$

$$h_r = \frac{\sigma \epsilon (T_3^4 - T_4^4)}{T_3 - T_4}, \text{ } \sigma = \text{konstanta Stefan-Boltzmar } 5.67E-08 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$$

c. Menghitung tebal isolator

Perpindahan panas dianggap dalam keadaan steady state, sehingga $q_1 = q_2 = q_3 = q_4$ dengan q adalah panas yang ditransfer tiap lapisan.

$$q_2 = \frac{2 \pi L (T_1 - T_2)}{\ln(R_2/R_1) k_d}$$

$$q_3 = \frac{2 \pi L (T_2 - T_3)}{\ln(R_3/R_2) k_s}$$

$$q_4 = (h_c + h_r) 2 \pi R_3 L (T_3 - T_4) \quad \dots(1)$$

ika $q_2 = q_4$ diperoleh persamaan :

$$T_2 = T_1 - \frac{q_4}{2 \pi L} \cdot \frac{\ln(R_2/R_1)}{k_d} \quad \dots(2)$$

ka $q_3 = q_4$ diperoleh persamaan :

$$R_3 = R_2 \exp \left[\frac{2 \pi k_s L (T_2 - T_3)}{q_4} \right] \quad \dots(3)$$

LAMPIRAN TEBAL ISOLATOR REAKTOR

Dengan cara trial & error :

(1).	(2).	(3).		
R_3	$\rightarrow q_4$	$\rightarrow T_2$	$\rightarrow R_3$	
2.48	11814.97	127.98	2.48	
			selisih	
			0.00	
diperoleh tebal isolator = $R_3 - R_2$			0.19 m	=
			194.28 mm	=
			7.65 in	
Panas hilang setelah di q_4			= 11814.97 Watt	
			= 10159.04 kcal/jam	

Neraca Panas Reaktor

Dari data chemcad diketahui Cp rata-rata untuk masing-masing komponen

Cp C5H8O4 =	69.063 cal/gmol K
Cp H2O =	8.2537 cal/gmol K
Cp ampas =	118 cal/gmol K
Cp H2SO4 =	33.2 cal/gmol K
Cp C5H10O5 =	72.2 cal/gmol K
Cp C5H4O2 =	58.2 cal/gmol K
Cp glukosa =	39.43 cal/gmol K

A. Panas massa masuk (panas reaktor)

Tumpuan = 128°C

Treferensi = 25°C

komponen	M	Cp	m.Cp
H2O	2720	8.2537	22452.93
Bagasse	104.7189756	118	12356.84
H2SO4	31.54081633	33.2	1047.155
			35856.93

$$\text{panas reaktan (Qr)} = m.Cp.\Delta T$$

$$-3693263.623$$

B. Panas massa keluar (panas produk)

Tumpuan reaktor = 128°C

T referensi = 25°C

Komponen	m	Cp	M.cp
bagasse	75.25673788	118	8880.295
air	2396.316083	8.2537	19778.47
furfural	19.9237875	58.2	1159.564
asam sulfat	31.54081633	33.2	1047.155
glukosa	12.42597833	39.43	489.9563
pentosa	27.29286	69.063	1884.927
			33240.37

$$\text{panas massa keluar reaktor (Qk)} = m.Cp.\Delta T$$

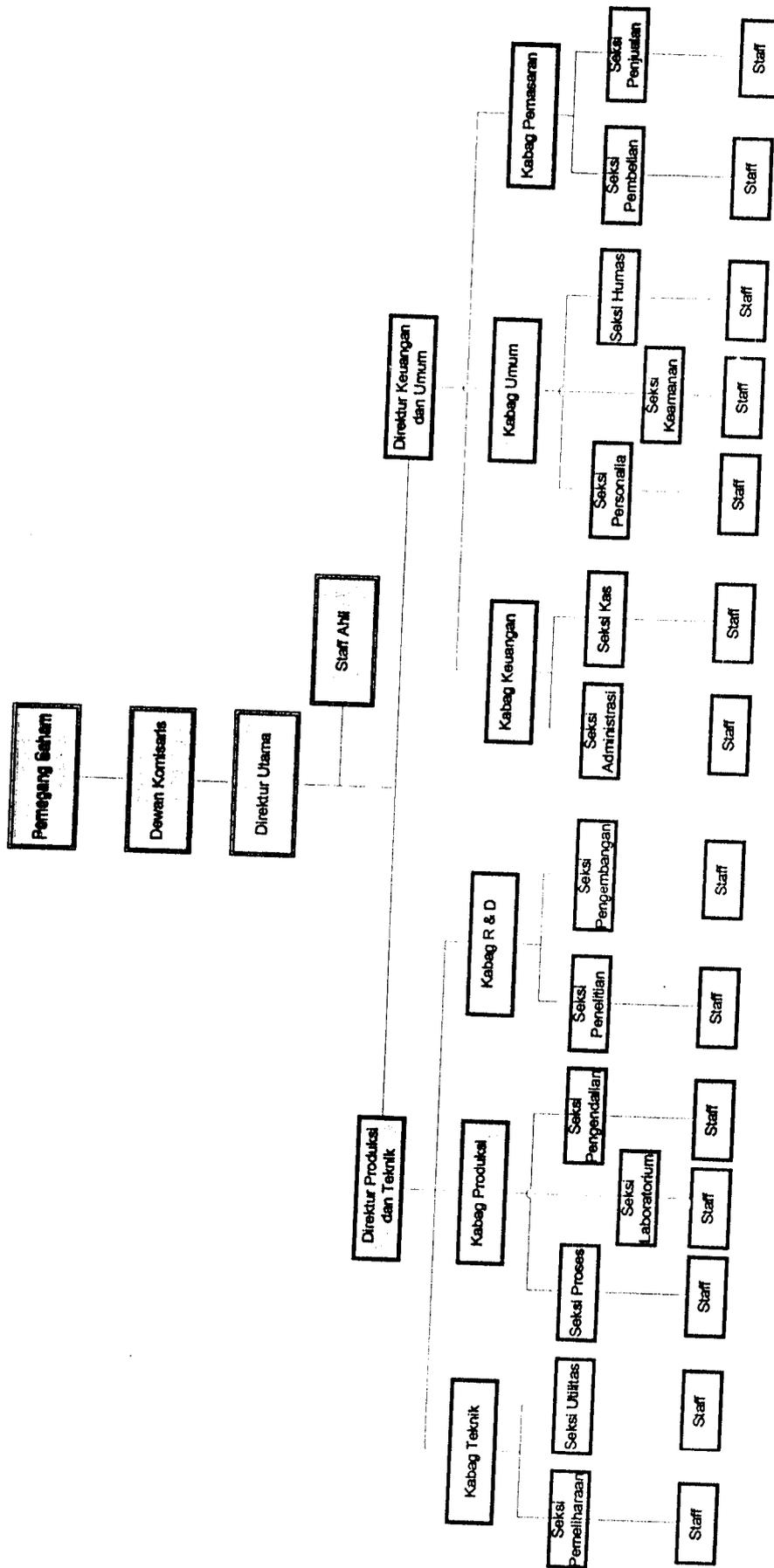
$$\text{Panas produk} \quad 3423758.293$$

C. Panas reaksi standar

dari data literatur (1. smith van ness, 1959, Introduction to Chemical engineering Thermodynamic, 2 Cherr Cad)

$\Delta H_f C_5H_8O_4$	-201.166	kcal/Kmol
$\Delta H_f H_2O$	-68.315	kcal/Kmol
$\Delta H_f C_5H_4O_2$	-35.991	kcal/gmol
$\Delta H_f C_6H_{10}O_6$	-70.2199	kcal/gmol
$\Delta H_f C_6H_{12}O_6$	-296.874	kcal/gmol

STRUKTUR ORGANISASI



Gambar 4.4. Struktur Organisasi Perusahaan