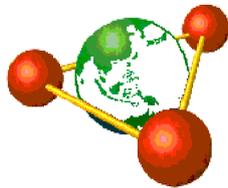


LAPORAN TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK FURFURAL
DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT
Kapasitas 6000 Ton/Tahun



Disusun Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Strata 1 Fakultas Teknik
Universitas Setia Budi Surakarta

Oleh :

Atika Sari Budiwiyanan N

19130243D

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SETIA BUDI
SURAKARTA
2018

**HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK FURFURAL
DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT
KAPASITAS 6000 TON/ TAHUN**

**Disusun oleh :
Atika Sari Budiwiyanana N
19130243D**

**Telah Disetujui oleh Pembimbing
Pada tanggal.....**

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Ir Sumardiyono M.T

NIP.01.94.015



Dewi Astuti Herawati. S.T.,M.Eng.

NIP.01.96.023

Mengetahui

**Ketua Program studi
S1 Teknik Kimia**



Dewi Astuti Herawati. S.T.,M.Eng.

NIP.01.96.023

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK FURFURAL
DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT
KAPASITAS 6000 TON/ TAHUN

Disusun Oleh :

Atika Sari Budiwiyanana N

19130243D

Telah dipertahankan dalam ujian laporan pada tanggal.....

Penguji :

1. Dr. Supriyono,S.T.,M.T

2. Narimo, ST.,MM

3. Dewi Astuti Herawati, ST.,M.Eng

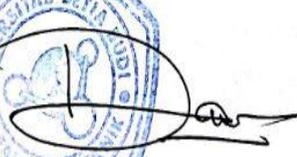
4. Ir Sumardiyono M.T


.....
.....
.....
.....

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi


Petrus Darmawan ST., MT.
NIP.01.99.038


Dewi Astuti Herawati. S.T.,M.Eng.
NIP.01.96.023

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kasih-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini guna memenuhi syarat untuk menyelesaikan program S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Setia Budi. Dalam penulisan Laporan Tugas akhir ini, mengambil judul “PRARANCANGAN PABRIK FURFURAL DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT KAPASITAS 6000 TON/ TAHUN “.

Dalam menyusun laporan ini, penulis banyak mendapat bimbingan dari berbagai pihak, sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Djoni Tarigan, MBA, selaku Rektor Universitas Setia Budi Surakarta.
2. Petrus Dermawan, ST., MT., Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta.
3. Dewi Astuti Herawati, ST., M.Eng., Selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Kimia Universitas Setia Budi Surakarta sekaligus Pembimbing II.
4. Ir Sumardiyono.M.T., Selaku Dosen Pembimbing I.
5. Dr Supriyono. S.T., M.T selaku penguji I dan Narimo S.T.,M.T Selaku penguji II.
6. Orang Tua dan adik – adik yang telah membantu Doa dan memotivasi dalam Laporan Tugas Akhir.
7. Teman- Teman jurusan S1 Teknik Kimia angkatan 2013 yang banyak telah membantu dan memberi semangat.
8. Serta semua yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penyusun sangat menyadari bahwa dalam perjalanan ini masih jauh dari sempurna dan terdapat kesalahan – kesalahan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan koreksi atas kekurangan laporan tugas akhir ini. Akhir kata, semoga dengan selesainya laporan Tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Surakarta,.....

Penyusun

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

- ✓ *Sekalipun aku bejalan dalam kegelapan aku tidak takut bahaya, sebab Engkau besertaku gadamu dan tongkatmu, itulah yang menghibur aku.*

(Mazmur 23 : 4)

- ✓ *Serahkanlah kuatirmu kepada Tuhan, maka Ia akan memelihara engkau! Tidak untuk selamanya dibiarkan-Nya orang benar itu goyah.*

(Mazmur 55 : 23)

- ✓ *Jika Tuhan mampu mengubah yang gelap menjadi terang. Percayalah Tuhan juga sanggup mengubah beban jadi berkat.*

Segala puji dan syukur kepada Tuhan atas dukungannya dan doa dari orang-orang yang terkasih, akhirnya skripsi ini dapat terselasaikan. Oleh karena itu, dengan rasa bangga saya mengucapkan terimakasih saya kepada :

- ✓ Tuhan Yesus Kristus atas penyertaannya dan segala berkat yang telah diterima.
- ✓ Ayah (Budi wiyono) dan Ibu (Atik Susilowati) saya, yang telah memberikan dukungan moril maupun materi seta doa yang tak henti untuk kesuksesan saya.

- ✓ Bapak dan Ibu Dosen pembimbing, penguji dan pengajar serta staff,(Pak Petrus, Pak Argoto, Pak Wisnu, Pak Indra, Pak Dion, Bu Happy, Bu Dewi, Bu Endah, Pak Seno, Bu Peni, Pak Narimo, Pak Supri dan Pak Bowo) selama ini telah tulus dan ikhlas meluangkan waktu untuk menuntun dan mengarahkan saya, serta memberikan bimbingan dan pelajaran.
- ✓ Saudara saya (Riko, Maya dan Amarel) yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat serta doa untuk keberhasilan ini.
- ✓ Untuk teman-teman Tekim angkatan 2013 (Galih, Mei, Gani, Yusuf, Nada, Fristy, Intan, Dikha, Puti, Nurul, Nuril, Lu'lu') terimakasih atas dukungan dan semangat yang telah diberikan.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
INTISARI.....	xiii
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kapasitas Rancangan	3
1.3 Lokasi Pabrik	9
1.4 Pemilihan Proses Pembuatan Furfural	12
1.5 Kegunaan Furfural	15
1.6 Tinjauan Pustaka.....	16
2. SPESIFIKASI BAHAN	
2.1 Spesifikasi Bahan Baku	24
2.2 Spesifikasi Bahan Pembantu	24
2.3 Spesifikasi Produk.....	24
3. DESKRIPSI PROSES	
3.1 Langkah Proses	25
4. NERACA MASSA dan NERACA PANAS	
4.1 Neraca massa	30
4.2 Neraca Panas	38
5. SPESIFIKASI ALAT	
5.1 <i>Heat Exchanger</i>	51
5.2 Pompa.....	54

6.UNIT PENDUKUNG PROSES	
6.1 Unit Pengadaan dan Pengolahan Air.....	62
6.2 Unut Pengadaan Steam	67
6.3 Unit Pengadaan Listrik	81
6.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	84
6.5 Unit Pengadaan Udara Tekan.....	84
6.6 Laboratorium	86
6.7 Kesehatan Keselamatan Kerja.....	87
7. ORGANISASI dan TATA LETAK	
7.1 Bentuk Organisasi	89
7.2 Struktur Organisasi.....	90
7.3 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji.....	95
7.4 Kesejahteraan Karyawan	103
7.5 Manajemen Produksi.....	104
7.6 Tata Letak	106
7.7 Tata Letak Peralatan	110
8. EVALUASI EKONOMI	
8.1 Perhitungan Biaya	118
8.2 <i>Total Fixed Capital</i>	121
8.3 <i>Working Capital</i>	121
8.4 <i>Manucfaturing Cost</i>	122
8.5 <i>General Expenses</i>	122
8.6 Analisa Ekonomi	123
9. KESIMPULAN	127
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kawasan Industri Dumai	11
Gambar 1.2 Peta Kawasan Industri Dumai	12
Gambar 1.3 Kegunaan Furfural.....	15
Gambar 3.1 Diagram Kuantitatif.....	28
Gambar 3.2 Diagram Kualitatif.....	29
Gambar 6.1 Utilitas	70
Gambar 7.1 Susunan Organisasi	91
Gambar 7.2 Tata Letak Pabrik Furfural	109
Gambar 7.3 Tata Letak Alat.....	112
Gambar 8.1 Hubungan tahun dengan cost index	115
Gambar 9.1 hasil analisis ekonomi	128

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Luas Perkebunan kelapa sawit	2
Tabel 1.2 Sifat kimia Tandan Kosong Kelapa Sawit	2
Tabel 1.3. Data Produksi kelapa sawit menurut Provinsi tahun 2013	3
Tabel 1.4. Kebutuhan furfural menurut data impor	4
Tabel 1.5. Data kebutuhan Furfural untuk negara lain	5
Tabel 1.6 Negara-negara yang membutuhkan Furfural	7
Tabel 1.7. Data Pabrik yang Membutuhkan Furfural	7
Tabel 1.8. Kapasitas Pabrik Furfural di Dunia	9
Tabel 1.9. perbandingan macam – macam Proses Produksi Furfural	14
Tabel 4.1 Komposisi Furfural	31
Tabel 4.2 NM <i>Mixer</i>	31
Tabel 4.3 NM Reaktor	33
Tabel 4.4 NM <i>Filter Press</i>	34
Tabel 4.5 NM <i>Evaporator (V-321)</i>	34
Tabel 4.6 NM <i>Evaporator (V-322)</i>	35
Tabel 4.7 NM Destilasi	35
Tabel 4.8 NM <i>Recycle</i>	36
Tabel 4.9 NM <i>Overall</i>	37
Tabel 4.10 NP <i>Mixer</i>	39
Tabel 4.11 NP Reaktor.....	40
Tabel 4.12 NP <i>Expansion Valve</i>	40
Tabel 4.13 NP <i>Cooler E-221</i>	41
Tabel 4.14 NP <i>Cooler E-223</i>	41
Tabel 4.15 NP <i>Filter Press</i>	42
Tabel 4.16 NP <i>Evaporator (V-311)</i>	42
Tabel 4.17 NP <i>Evaporator (V-312)</i>	43
Tabel. 4.18 NP <i>Heater</i>	43
Tabel. 4.19 NP Destilasi	44

Tabel. 4.20 NP <i>Cooler</i> -323	44
Tabel. 4.21 NP <i>Cooler</i> - 324	45
Tabel. 6.1 Kebutuhan air proses.....	62
Tabel. 6.2 Kebutuhan air pendingin	63
Tabel. 6.3 Kebutuhan air sanitasi	64
Tabel. 6.4 Kebutuhan air steam.....	65
Tabel. 6.5 Konsumsi listrik untuk keperluan proses	82
Tabel. 6.6 konsumsi Listrik untuk keperluan Utilitas	82
Tabel. 7.1 Pembagian shift Karyawan	98
Tabel. 7.2 Jabatan dan Jumlah pekerja.....	99
Tabel. 7.3 Daftar Gaji Karyawan	101
Tabel. 7.4 Luas Bangunan Pabrik	108
Tabel. 8.1 <i>Cost Index Chemical Plant</i>	115
Tabel. 8.2 <i>Fixed Capital Invesment</i>	121
Tabel. 8.3 <i>Working Capital</i>	121
Tabel. 8.4 <i>Manufacturing Cost</i>	122
Tabel. 8.5 <i>General Expense</i>	122
Tabel. 8.6 <i>Fixed Cost</i>	124
Tabel. 8.7 <i>Variable Cost</i>	125
Tabel. 8.8 <i>Regulated Cost</i>	125

INTISARI

Prarancangan pabrik Furfural dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan menggunakan katalis asam sulfat memberikan prospek yang sangat cerah dalam dunia perindustrian mengingat belum adanya pabrik yang memproduksi di Indonesia. Furfural banyak digunakan dalam industri kimia seperti bahan pembentuk resin cetak, sebagai senyawa *intermediate* pada pembuatan *pyrole*, *pyrolidine*, *pyrilidine* dan *piperidine*, sebagai bahan baku pembuatan senyawa furan yang lain seperti *furfuryl alcohol*, tetrahidrofuran dan furan resin, sebagai pelarut dalam industri pemurnian minyak pelumas, pemurnian minyak nabati dan hewani, resin dan *wax*. Pabrik tersebut direncanakan beroperasi selama 330hari/tahun diatas area sebesar 20.080 m² yang akan didirikan pada tahun 2022, lokasi pabrik berada di Kawasan Industri Dumai Riau Sumatera. Pabrik ini beroperasi dengan kapasitas 6.000 ton/tahun, dengan pertimbangan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan melakukan Ekspor.

Proses pembuatan Furfura berlangsung pada fase padat- cair dengan metode *Supra Yield* dan menggunakan reaktor Batch dengan kondisi tekanan 18 atm, suhu 206°C. Reaksi berlangsung secara *endotermis*, *irreversible*. Kebutuhan Tandan Kosong Kelapa sawit sebesar 7336,116 kg/jam, Asam Sulfat sebesar 26,4442kg/jam. Produk berupa Furfural sebesar 757,5758 kg/jam. Untuk menunjang proses produksi, maka didirikan unit pendukung yaitu unit penyediaan air sebesar 58562,3786 kg/jam dari sungai Pelintung. Kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan dua buah *generator set* sebesar 500 kW sebagai cadangan, bahan bakar solar sebanyak 0,0583 m³/jam dan udara tekan sebesar 60 m³/jam.

Dari analisa ekonomi yang dilakukan terhadap pabrik ini dengan modal tetap (FCI) Rp 149.999.089.836,64 dan modal kerja Rp 58.237.859.927,27. Keuntungan sebelum pajak Rp 67.473.389.889,39 pertahun setelah dipotong pajak sebesar 30% keuntungan mencapai Rp 20.242.016.966,82 pertahun. *Return On Investment* (ROI) sebelum pajak 44,983 % dan setelah pajak 31,488 %. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak adalah 4 tahun dan setelah pajak 1,819 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 41,181 %, *Shut Down Point* (SDP) sebesar 21,581 % dan *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 20,50 %. Dari data analisis kelayakan diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak didirikan.

Kata kunci : *Furfural, Reaktor Batch, Metode Supra Yield*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam rangka memasuki pembangunan jangka panjang, pemerintah menitikberatkan pembangunan nasional pada sektor industri dan terus berupaya mengambil berbagai kebijakan untuk menciptakan iklim segar bagi pertumbuhan industri, khususnya industri kimia. Pembangunan industri kimia ini ditekankan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, pemanfaatan sumber daya alam yang ada, menciptakan lapangan kerja, mendorong perkembangan industri lain dan ekspor.

Furfural diperoleh dari limbah pertanian seperti kulit biji gandum, tongkol jagung, sekam padi, *bagasse*, serbuk gergaji, tandan kosong kelapa sawit dan bahan lain yang mengandung serat. Bahan-bahan tersebut banyak terdapat di Indonesia, mengingat Indonesia adalah negara agraris dimana produk pertanian tersedia melimpah. Salah satu bahan yang dapat dimanfaatkan di Indonesia adalah tandan kelapa sawit yang merupakan limbah dari hasil produksi CPO (*Crude Palm Oil*). Tandan Kosong Kelapa sawit merupakan limbah padat hasil pabrik Kelapa sawit yang jumlahnya cukup besar, yaitu sekitar 6 juta ton per tahun. Tandan kosong kelapa sawit memiliki potensi yang cukup besar untuk dimanfaatkan. Salah satu pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit sebagai pembuatan pupuk. Jumlah limbah tandan kosong kelapa sawit yang terus meningkat belum diimbangi dengan teknologi dan pemanfaatan yang lebih memadai. Salah satu alternatifnya adalah pendirian pabrik furfural yang dapat meningkatkan perekonomian, devisa serta mengatasi limbah tandan kelapa sawit yang semakin banyak.

Komoditas kelapa sawit memiliki berbagai macam kegunaan baik untuk industri pangan maupun non pangan/*oleochemical* serta produk samping/limbah. Limbah kelapa sawit di antaranya adalah pelepah daun, bungkil intisawit, *sludge*, tandan kosong sawit, cangkang dan serat (Dirattanhun, 2008).

Tabel 1.1 Luas Perkebunan kelapa sawit saat ini sebagai berikut :

Tahun	Luas areal (Ha)
2007	6.766.836
2008	7.363.847
2009	7.873.294
2010	8.385.394
2011	8.992.824
2012	9.572.715
2013	10.650.020

Sumber : Direktorat Jenderal Perkebunan 2014.

Tandan kelapa sawit memiliki kandungan polisakarida yang dapat dikonversi menjadi produk atau senyawa kimia yang dapat digunakan untuk mendukung proses produksi sektor industri lainnya. Bahan utama pembuatan furfural adalah pentosan yang terdapat pada bahan yang mengandung serat.

Tabel 1.2 Sifat kimia Tandan Kosong Kelapa Sawit

No	Parameter	Kandungan (%berat)
1	Lignin	22,60
2	A- Selulosa	45,80
3	Holosekulosa	71,80
4	Pentosan	25,90
5	Kadar abu	1,60
6	Kelarutan dalam :	13,89
	- air dingin	2,50
	- air panas	4,20
	- Alkohol-benzene	19,50

Sumber : Purwito dan Anita, 2005

Furfural merupakan bahan kimia organik yang dewasa ini dikonsumsi sebagai bahan pembantu maupun bahan baku industri-industri tertentu. Furfural mempunyai rumus kimia $C_5H_4O_2$, dan dikenal sebagai *furfuraldehyde* atau furfural, kadang-kadang disebut furfural dan furol. Furfural adalah aldehyd furfural dengan group CHO- terletak pada kedua sisinya. (Mc Ketta,1976)

Furfural di dalam negeri saat ini dikonsumsi oleh beberapa industri minyak pelumas seperti PT Pertamina, PT Wiraswasta Gemilang Indonesia dan Mustika Makmur *Petroleum Industry*. Hingga saat ini kebutuhan furfural di Indonesia masih mengimpor dari negara-negara Eropa seperti, Amerika, Perancis, Finlandia, Argentina, Italia, Spanyol, Hungaria, Jepang, dan Cina. Diketahui bahwa hanya terdapat satu negara di ASEAN yang memproduksi furfural, yaitu Thailand.

1.2 Kapasitas rancangan

Penentuan kapasitas pabrik ditentukan oleh suatu industri dengan memperhatikan segi teknis, finansial dan ekonomis. Dari segi teknik, industri furfural yang direncanakan memperhatikan peluang pasar, segi ketersediaan dan kontinuitas bahan baku, selain itu juga fasilitas lain yang mempengaruhi seperti sarana transportasi dan sebagainya.

Segi ekonomis pendirian pabrik furfural harus memperhatikan probabilitas selain modal yang harus disediakan yang pada akhirnya harus melihat kondisi finansial nasional. Segi teknis, sarana dan prasarana industri nasional tidak menjadi kendala dalam pengambilan kapasitas produksi.

Tabel 1.3. Data Produksi kelapa sawit menurut Provinsi tahun 2013
(Perkebunan Rakyat)

Provinsi	Produksi (Ton)
Sumatera	8.484.493
Jawa	10.287
Kalimantan	1.177.770
Sulawesi	280.924

Maluku dan Papua

57.254

Sumber : Direktorat Jenderal Perkebunan 2013

Tandan Kosong Kelapa sawit merupakan limbah padat hasil pabrik Kelapa sawit yang jumlahnya cukup besar, yaitu sekitar 6 juta ton per tahun. Data statistik impor di Indonesia dapat memenuhi kebutuhan Furfural. Harga tandan kelapa sawit saat ini Rp 200.000/ ton tandan kelapa sawit kering . Berikut data impor Furfural di Indonesia :

Tabel 1.4. Kebutuhan furfural menurut data impor

Tahun	Jumlah data impor (ton/tahun)
2010	208,349
2011	650,427
2012	348,263
2013	441,692
2014	281,054
2015	381,36

Sumber : Badan Pusat Statistik 2016

untuk memprediksi kapasitas pada tahun 2022 dengan menggunakan least squares dengan persamaan sebagai berikut :

$$Y = ax + b$$

Y = Jumlah kebutuhan furfural dalam kg/ tahun

X = tahun ke- n

a = konstanta

b = Konstanta

(S.Mickley, K. Sherwood and E. Reed, 1981)

X	Y	X ²	XY
1	208,349	1	208,349
2	650,427	4	1300,854
3	348,263	9	1044,749
4	441,692	16	1766,768
5	281,054	25	1405,27

6	381,36	36	2288,16
$\Sigma = 21$	$\Sigma = 2311,145$	$\Sigma = 91$	$\Sigma = 8014,19$

$$a = \frac{n \times \Sigma xy - (\Sigma x \times \Sigma y)}{n \times [\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2]}$$

$$a = \frac{6 \times 8014,19 - (21 \times 2311,145)}{6 \times [91 - 21^2]}$$

$$a = \frac{-243119,13}{-2100}$$

$$a = 115,7710143$$

$$b = \frac{(\Sigma y \times \Sigma x^2) - (\Sigma x \times \Sigma xy)}{n \times [\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2]}$$

$$b = \frac{(2311,145 \times 91) - (21 \times 8014,19)}{6 \times [91 - 21^2]}$$

$$b = \frac{210314,195 - 168297,99}{-2100}$$

$$b = -20,00771667$$

Di rencanakan pabrik ini didirikan pada tahun 2022 sehingga $x = 13$ dan persamaannya menjadi :

$$\begin{aligned} Y &= 115,7710143x + (-20,00771667) \\ &= 115,7710143(13) + (-20,00771667) \\ &= 1485,015469 \end{aligned}$$

Jadi perkiraan pada tahun 2022 kebutuhan furfural mencapai 1485,015469 ton/tahun. Kebutuhan dunia sekitar 250.000/ton – 300.000/ton. Pabrik yang direncanakan didirikan di Indonesia dengan kapasitas 6000 ton/tahun, hal ini dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan juga dapat diekspor negara- negara sebagai berikut :

Tabel 1.5.Data kebutuhan Furfural impor dan ekspor

Negara	Tahun	Impor (Kg/tahun)	Ekspor (Kg/tahun)
Jepang	2015	2276000	0

	2014	2104000	0
	2013	2203200	0
	2012	1900020	0
	2011	2451000	4
	2010	2502200	15120
Korea	2010	725147	0
	2011	808180	0
	2012	812925	30000
	2013	948015	0
	2014	945062	0
	2015	934042	0
Amerika	2010	9861960	1083848
	2011	22447402	938484
	2012	12813572	863292
	2013	10025361	1076505
	2014	10999234	1073705
	2015	13293106	1130891

Sumber : [www. data.un.org](http://www.data.un.org) diakses 2 Maret 2017

Didapatkan nilai Y untuk tahun 2022 dengan persamaan sebagai berikut :

- Jepang

$$Y = ax + b$$

$$\begin{aligned} Y &= -46887,3x + 2394908 \\ &= -46887,3 (13) + 2394908 \\ &= 1.785,373 \text{ ton/ tahun} \end{aligned}$$

- Korea

$$\begin{aligned} Y &= ax + b \\ Y &= 46271,7 x + 695207,4 \\ &= 46271,7 (13) + 695207,4 \\ &= 1.297 \text{ ton/ tahun} \end{aligned}$$

- Amerika

$$\begin{aligned} Y &= ax + b \\ Y &= -595174 x + 14295426 \\ &= -595174 (13) + 14295426 \end{aligned}$$

= 6.558,169 ton/ tahun

Kebutuhan Furfural dalam dan Luar Negeri, dari total kebutuhan dalam dan luar negeri diperoleh kebutuhan sebesar :

Tabel 1.6 Negara – Negara yang membutuhkan Furfural

Negara	Kebutuhan Impor (Ton/tahun)
Indonesia	1485,015469
Jepang	1.785,373
Korea	1.297
Amerika	6.558,169
Total	11.125, 55747

Kapasitas pabrik yang akan didirikan harus berada di atas kapasitas minimal atau sama dengan kapasitas pabrik yang sedang berjalan saat ini untuk proses *supra yield* antara 5.000 – 11.000 ton/ tahun. Pabrik komersial yang telah ada di benua Amerika, Afrika, Asia dan Eropa dengan kapasitas 200 sampai dengan 50.000 ton/tahun.

Tabel 1.7. Kapasitas Pabrik Furfural di Dunia

Negara	Perusahaan	Kapasitas (Ton/Tahun)	Proses	Bahan baku	Referensi
Argentina	Indunor S.A.	3000	-	Ekstrak	Mc Ketta, 1976
	E.C. Welbers	1500		Kayu	
Brazil	Agroquimica Rafard S.A.	4600	-	Bagas	www.chem-is-try.org
Rep. Dominika	Central Romana Co.	32000	<i>Quacer Oat</i>	Bagas	www.chem-is-try.org
Mexico	Furfuraly	1800	-	Tongkol	www.chem-is-try.org
	Denvados			Jagung	www.chem-is-try.org

Amerika Serikat	Great Lakes Chemical Co.	45000	<i>Quaker Oat</i>	Bagas, Tongkol jagung, sekam	www.chem-is-try.org
Austria Lenzig	Aktiengesllsehaft	10.000	<i>Agrifurance</i>	Residu alkali dari pemanasan selulosa	www.chem-is-try.org
Perancis	Agrifurance S.A.	10.000	<i>Agrifurance</i>	Tongkol jagung	www.chem-is-try.org
Jerman	Schwaebische Zellstof A.G.	200	-	Sulfit, residu alkali	www.chem-is-try.org
Spanyol	Furfural Espanol S.A.	9.000	-	Almond	Mc Ketta, 1976
Hongaria	Pet Nitrogen Works	2.000	<i>Escher wyss</i>	Tongkol jagung	Mc Ketta, 1976
Polandia.	Pofimex Cekop	5.000	<i>Rosenlew</i>	-	www.chem-is-try.org
Slovenia	State owned complex	1.500	-	chestnut Ekstraksi kayu	www.chem-is-try.org
Afrika selatan	Smithchem Ltd	17.000	<i>Rosenlew</i>	Bagas	
India	Southern Agrifurance Industries	6.000	<i>Agrifurance</i>	Bagas Tongkol jagung,	www.chem-is-try.org
	Arcoy Biorefinery	11.000	<i>Supra Yield</i>	sekam padi	
Australia	Proserpine Sugar Mill	5.000	<i>Supra Yield</i>	Bagas	www.chem-is-try.org

Thailand	-	8.500	-	Comcobs	RIRDC, 2006
Jepang	Sumitomo chemical Co Japan kao soap Co	12.000	-	-	Mc Ketta, 1976

Berdasarkan kebutuhan dan kapasitas produksi pabrik yang telah ada maka dirancang produksi sebesar 6.000 ton/tahun, dengan pertimbangan :

1. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri
2. Dapat memberi kesempatan bagi berdirinya industri-industri yang menggunakan furfural sebagai bahan baku
3. Dapat menghemat devisa negara karena berkurangnya impor furfural
4. Dapat diekspor sehingga dapat menambah devisa negara.

Tabel 1.8. Data Pabrik yang Membutuhkan Furfural

Nama Perusahaan	Jenis Produksi	Lokasi pabrik
PT Pertamina	Pengolahan Gas dan Minyak Bumi	Riau
PT Karet Deli*	Ban	Medan
PT Kitachem Ekasedjati*	Zat perekat	Jakarta
PT Indagro INC	Herbisida	Bogor
PT Paint Manufacturer Pasific	Cat dan Tinta	Jakarta
PT. Arianto Darmawan**	Lubricating oil	Jakarta

Sumber : * daftarperusahaanindonesia.com

**indonesiapp.com/category/Pelumas

1.3 Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik dapat mempengaruhi kedudukan pabrik dalam persaingan maupun penentuan kelangsungan hidupnya. Penentuan lokasi pabrik yang tepat,

ekonomi menguntungkan, tidak semudah yang kita perkirakan. Idealnya lokasi yang dipilih harus dapat memberikan keuntungan untuk jangka panjang dan dapat memberikan kemungkinan untuk memperluas atau memperbesar pabrik. Hal ini juga masih ditentukan pada pelaksanaan operasionalnya. Banyaknya faktor- faktor yang mempengaruhi hal tersebut :

a. Faktor primer

Faktor ini secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari usaha pabrik. Tujuan utama itu meliputi produksi dan distribusi produk yang diatur menurut macam dan kualitas, waktu dan tempat yang dibutuhkan konsumen pada tingkat harga yang terjangkau, sedangkan pabrik masih dapat memperoleh keuntungan yang cukup wajar.

1. Letak pabrik terhadap pasar
2. Letak pabrik terhadap sumber bahan baku
3. Tersedianya fasilitas pengangkutan
4. Tersedianya tenaga buruh atau karyawan yang cukup untuk memenuhi kebutuhan pabrik
5. Tersedianya sumber air atau tenaga listrik

b. Faktor sekunder

1. Harga tanah dan gedung, biasanya dikaitkan dengan rencana dimasa yang akan datang
2. Kemungkinan perluasan area pabrik
3. Tersedianya fasilitas service misalnya disekitar lokasi tersebut atau jarak yang relatif dekat
4. Tersedianya tempat pembelanjaan untuk kepentingan pabrik
5. Persediaan air yang cukup
6. Peraturan daerah setempat
7. Keadaan masyarakat daerah
8. Iklim
9. Keadaan tanah penting untuk rencana pembangunan

Dengan pertimbangan hal tersebut di atas, maka lokasi pabrik direncanakan berdiri di Riau, alasan dipilih lokasi tersebut :

1. Sumber bahan baku

Lokasi pabrik dipilih karena mendekati sumber bahan baku tandan kosong kelapa sawit dan untuk mengurangi biaya transportasi. Riau menghasilkan produksi kelapa sawit sebesar 3.692.195 ton pada tahun 2013. Untuk bahan baku katalis asam sulfat diambil dari PT Budi acid jaya Lampung dengan kadar 98%.

2. Letak pasar

Produksi Furfural akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan Furfural dalam negeri. Untuk kebutuhan dalam negeri sendiri akan didistribusikan ke PT Pertamina, PT Karet Deli, PT Kitachem Ekasedjati, PT Indagro INC, PT Paint Manufacturer Pasific,. Produksi juga dimaksudkan untuk di ekspor Amerika, Korea dan Jepang. Pabrik yang akan didirikan di Kawasan industri Dumai, Riau cukup dekat dengan pelabuhan sungai duku, pelabuhan dumai, pelabuhan sei pakning dan pelabuhan bengkalis. Kawasan industri dumai mempunyai luas sebesar 935 ha. Tanah yang belum digunakan di kawasan industri dumai 781 ha. (kementerian perindustrian, 2012)

3. Transportasi

Sarana Transportasi untuk keperluan pabrik seperti pemasaran, pengangkutan bahan baku dan lain-lainya melalui angkutan darat, angkutan laut seperti pelabuhan dumai dan angkutan udara seperti bandar udara pinang kampai.

4. Kebutuhan energi

Kebutuhan pabrik Furfural ini direncanakan menggunakan sumber listrik dari PLN. Sedangkan untuk menjamin kelancaran penyediaan tenaga listrik bagi kelangsungan produksi, pabrik memiliki generator pembangkit tenaga listrik sendiri. Mengenai bahan bakar mobil kontainer, generator digunakan solar yang dapat dipasok dari daerah sekitar lokasi pabrik dan boiler digunakan arang briket yang didapat dari unit pengolahan limbah.

5. Sumber air

Kebutuhan air untuk proses produksi, air pendingin dan umpan boiler diperoleh dari air sungai dan air yang sudah disediakan kawasan industri dumai.

6. Kebutuhan tenaga kerja

Kebutuhan tenaga kerja banyak tersedia di daerah sumatera, sehingga dengan didirikannya pabrik dapat Furfural dapat membantu menyerap tenaga kerja dari Riau ataupun wilayah sekitar Riau Seperti Aceh, Medan dan lainnya.



Gambar 1.1 kawasan industri Dumai



Gambar 1.2 peta kawasan industri Dumai

1.4 Pemilihan proses pembuatan furfural

Furfural ditemukan oleh Fownes pada tahun 1845 dari “ *brain oil* “ berasal dari kata furfur sama dengan *bran* dan *oleum* sama dengan *oil*. Cahause menemukan furfural pada tahun 1849 yang membuktikan bahwa furfural bukan berasal dari pati komponen lignin. Pada tahun 1853 Van Babo menyarankan bahwa peningkatan hasil bila dikenakan tekanan, senyawa-senyawa yang tergabung dalam senyawa furan adalah penting bagi industri. Walaupun furan adalah memiliki kedudukan sebagai senyawa yang utama, namun furfural diketahui terbaik kelompoknya furfural juga dipergunakan sebagai bahan baku dalam industri sintesis dari banyak turunan furan. (Mc Ketta, 1976)

1.4.1 Macam – macam proses

Sampai saat ini ada 5 macam proses teknologi pembuatan Furfural yaitu :

- a. Proses *Quaker Oats*
- b. Proses *Rosenlaw*
- c. Proses *Petrole Chimie*
- d. Proses *Escher Wyss*
- e. Proses *Suprayield*

A. Proses *Quaker Oats*

Pada pembuatan Furfural dengan cara *Quacker Oats* menggunakan asam sulfat sebagai katalis. Bahan baku seperti tongkol jagung, sekam padi, baggase akan dicampur dengan asam sulfat. Dalam hal ini digunakan *spherical digester* dengan putaran horisontal dan *high pressure steam* untuk mendapatkan suhu 153°C dan tekanan 4,06 atm. Proses Quaker oats membutuhkan waktu 6 – 8 jam penguapan. (Mc Ketta, 1976)

B. Proses *Rosenlaw*

Pada pembuatan furfural dengan cara *Rosenlaw* menggunakan asam asetat dan asam format sebagai katalis. Waktu yang digunakan untuk bereaksi pada reaktor yaitu 120 menit. *Superheated steam* dengan tekanan 10 bar dimasukkan ke bawah dan mengalir keatas bereaksi dengan bahan baku,

mengambil produk dari reaksi yang mudah menguap. Reaktor *Rosenlaw* dapat dilihat sebagai kolom pemisahan energi dengan injeksi uap dibagian bawah, dengan muatan bahan baku represeming kemasan acak. (Zeitsch j Karl, 2000)

C. Proses *Petrole Chimie*

Proses ini didasarkan pada *agrifurance proces*. Bahan baku dicampur dengan filtrat filter residu, hal ini menyebabkan perbandingan padat cair 1 : 6. Reaktor pertama mendapat campuran uap primer dan sekunder untuk mencapai 177 °C (9.35 bar). Uap reaktor pertama dimasukkan kedalam reaktor ke dua, uap dari reaktor kedua dimasukkan ke reaktor ke tiga harus ada penurunan tekanan dari reaktor ke reaktor untuk memastikan mengalir, reaktor terakhir hanya memiliki 161°C (6,34 bar). Dalam proses *agrifurane* terbaru asam sulfat memberikan 1% katalis ini di bagian cairan muatan, konsumsi asam jauh lebih berkurang. (Zeitsch j Karl, 2000)

D. Proses *Escher Wyss*

Dalam hal ini Setelah melewati *feeder rotary*, bahan baku turun melalui pipa tengah, di mana ia disemprot dengan asam sulfat encer 3% katalis dibagian kelembaban feed. Suhu untu beroperasi sebesar 170°C dengan rata-rata waktu tinggal 45 menit. (Zeitsch j Karl, 2000)

E. *Supra Yield Process* dikemukakan oleh Arnold & Buzzard (2003), dimaksudkan untuk mengatasi masalah dalam hal penghematan energi, penurunan *yield* reaksi, kemurnian produk dan pengeluaran produk furfural dengan menggunakan *steam*. Pengeluaran hidrolisat (furfural dalam air) pada fasa uap dapat menghindari operasi filtrasi untuk memisahkannya dari ampas padat sisa pemasakan dan menghindari degradasi furfural. Semua proses produksi furfural di dunia, pengeluaran produk dengan menggunakan *steam*, tetapi dalam proses *Supra Yield* pengeluaran produk furfural tidak diikuti produk samping. Dalam proses *supra yield* yang dikemukakan oleh Arnold & Buzzard (2003) dengan tekanan sebesar 18 atm dan memiliki waktu tinggal selama 1 jam. Menggunakan asam sulfat sebagai katalis sebanyak 3 % dari massa umpan masuk tandan kosong kelapa sawit.

Dari keempat reaksi yang disampaikan oleh Mc ketta, (1976) dan Zeitsch j Karl, (2000) dan proses yang disampaikan oleh Arnold & Buzzard (2003), dapat dibandingkan macam- macam proses untuk menghasilkan Furfural :

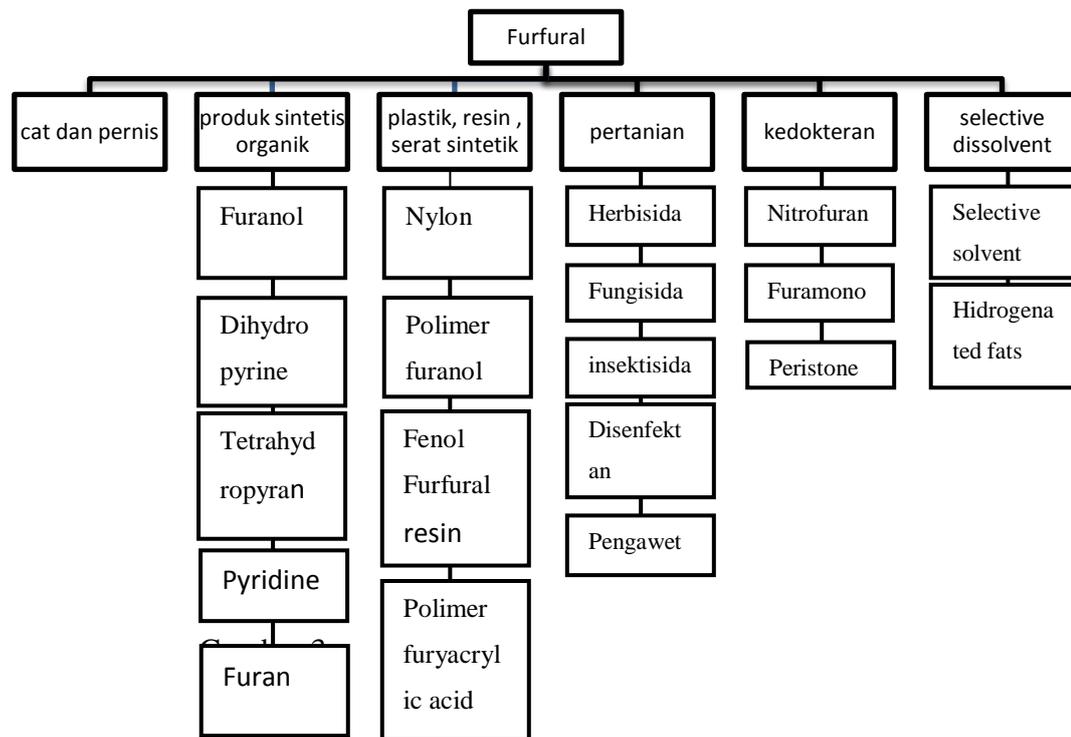
Tabel 1.9. Perbandingan macam – macam Proses Produksi Furfural

Keterangan	Macam- macam Proses Produksi				
	<i>Quaker Oats</i>	<i>Rosenlew</i>	<i>Petrole Chimie</i>	<i>Escher Wyss</i>	<i>Supra Yield</i>
Bahan baku	Bagas, Tongkol jagung, sekam padi	Bagas	Residu alkali dari pemanasan selulosa, Tongkol jagung	-	Sekam padi
Suhu	153°C	-	161°C - 177 °C	170°C	206 °C
Tekanan	-	10 bar	6,34 bar - 9.35 bar	-	15 – 30 atm
Waktu tinggal	6- 8 jam	2 jam	3 – 5 jam	-	1 jam
Konversi	36,2 %	24,6 – 27%	39,7%	24,6- 27%	80%
Konsumsi steam	38 ton	30 ton	27,5 ton	30 ton	10 ton
Kapasitas pabrik sudah	1500 – 45.000	5.000 – 17.000	6.000 – 10.000	-	5.000 – 11.000

Dari bermacam – macam proses Furfural seperti yang telah diuraikan di atas, maka dipilih proses Supra yield dengan alasan karena :

1. Konversi Furfural dari pentosan tinggi
2. Teknologi ini mempunyai tingkat konsumsi steam yang lebih rendah dibandingkan yang lainnya.
3. Waktu tinggal cepat

1.5 Kegunaan Furfural



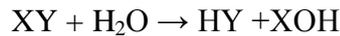
Gambar 1.3. Kegunaan Furfural

Selective solven untuk industri pemurnian butadiena, industri pengolahan minyak bumi yaitu pemurnian minyak pelumas. Senyawa turunan yang dapat disintesis dari furfural diantaranya adalah furfural alkohol dan furan. Furfural alkohol umumnya digunakan dalam industri yang memproduksi serat sintetik 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 PVC. (Wijarnako, et al, 2006)

1.6 Tinjauan Pustaka

Proses yang terjadi pada pembuatan furfural adalah proses hidrolisis dan dehidrasi dengan bantuan katalis asam. Hidrolisis dapat terjadi pada senyawa organik maupun anorganik dimana air akan menyebabkan dekomposisi dan ganda, hidrogen masuk ke dalam salah satu komponen dan hidroksil masuk ke komponen lainnya.

Dengan reaksi :



Untuk senyawa anorganik, hidrolisis biasanya merupakan kebalikan dari netralisasi. Sedangkan senyawa organik hidrolisis merupakan broader. Termasuk diantaranya adalah inversi gula, pemecahan protein dan lemak.

Reaksi dehidrasi adalah sebagai reaksi yang melibatkan pelepasan air dari molekul yang bereaksi. Karena gugus hidroksil (-OH) adalah gugus lepas yang buruk, pemberian katalis asam Brønsted sering kali membantu protonasi gugus hidroksil, menjadikannya gugus lepas yang baik, $-OH_2^+$.

Katalis asam yang digunakan adalah asam sulfat cair yang membantu reaksi hidrolisa dan dehidrasi. Dengan adanya asam dalam larutan pentosan maka ikatan antar monomer akan terpecah sehingga membentuk campuran homogen kemudian terjadi reaksi hidrolisa.

1.6.1 Sifat Fisika dan Sifat Kimia dan produk

Tandan Kosong Kelapa Sawit

Komposisi kimia tandan kosong kelapa sawit sebagai berikut :

- | | |
|--|----------------------|
| Lignin | = 16,49% berat |
| A-Selulosa | = 45,98% berat |
| Pentosan | = 22,84% berat |
| Abu | = 1,23% berat |
| Air | = 13,46% berat |
| • Selulosa Perry (1999), sifat fisis yaitu : | |
| Fase | = padat |
| Rumus molekuler | = $(C_6H_{10}O_5)_n$ |
| Berat molekuler | = 162,14 |
| Spesific gravity | = 1,3 – 1,4 |
| • Hemiselulosa Perry (1999), sifat fisis yaitu : | |
| Fase | = padat |
| Rumus molekuler | = $(C_5H_8O_4)_n$ |
| Berat molekuler | = 132,11 kg/kmol |
| Spesific grafity | = 1,429 |

Titik didih	= 200 °C
Titik lebur	= 97,5 °C
• Lignin	
Menurut Perry (1999), sifat fisis Lignin yaitu :	
Fase	= padat
Rumusan molekul	= C ₂₄ H ₂₂ O ₈
Berat molekul	= 438,43 kg/ kmol
Spesific gravity	= 1,429
Titik didih pada 1 atm	= 200 °C
Titik lebur	= 97,5 °C

Asam Sulfat

Menurut Perry (1999), sifat fisis yaitu :

Fase	= cair
Rumus molekul	= H ₂ SO ₄
Berat molekul	= 98,08 gram/mol
Spesific gravity	= 1,834
Titik leleh	= 10,31 °C
Titik didih	= 340 °C

Air

Menurut perry (1999), sifat fisis yaitu :

Fase	= cair
Rumus molekul	= H ₂ O
Berat molekul	= 18 gram/mol
Titik didih	= 100°C
Titik beku	= 0°C
Densitas	= 1 kg/ L

Furfural

Menurut international Furan Chemical (2006), sifat fisis yaitu :

Fase	= Cair
Berat Molekul	= 96,082 g/mol

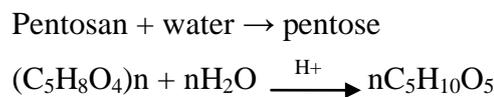
Rumus Molekul	= C ₅ H ₄ O ₂
Titik didih, 1 atm	= 161,7 °C
Titik beku, 1 atm	= -36, 5°C
Spesific Grafity	= 1,1610

1.6.2 Proses Pembuatan yang dipilih

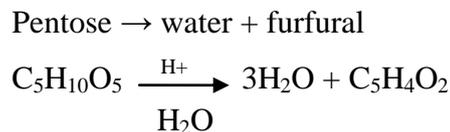
a. Mekanisme reaksi

Reaksi pembentukan furfural merupakan reaksi yang berurutan seri dan dapat dinyatakan sebagai berikut :

1. Reaksi hidrolisis



2. Reaksi Dehidrasi



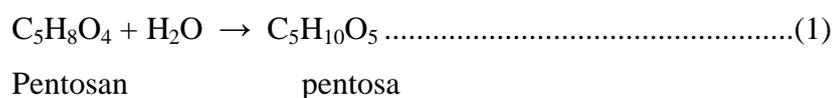
(Arnold and Buzzard, 2003)

b. Dasar reaksi

Proses pembuatan furfural, reaksi yang terjadi adalah reaksi hidrolisa pentosan menjadi pentosa yang diikuti dengan reaksi dehidrasi dari pentosa menjadi furfural. Proses pemuatan furfural dengan proses suprayield berlangsung pada fase padat-cair, pada suhu 206° C dan tekanan 18 atm. (Arnold and Buzzard, 2003)

Mekanisme reaksi :

1. Reaksi Hidrolisa



2. Reaksi dehidrasi



Pentosa furfural

c. Kinetika Reaksi

Menurut Arnold & Buzzard (2003), didapatkan kinetika reaksi pembentukan furfural adalah sebagai berikut :



Pada proses pembuatan furfural didapatkan harga sebesar :

$$k_0 = 7,832 \times 10^4 C_H e^{\frac{-5163}{T}}$$

$$k_1 = 9,306 \times 10^{15} C_H C_{Pe} e^{\frac{-16894}{T}}$$

Keterangan

k_0 = konstanta laju reaksi pembentukan pentosa (/jam)

k_1 = konstanta laju reaksi pembentukan furfural (/jam)

C_H = konsentrasi hidrogen pada suhu 20 °C (gram/liter)

C_{pe} = konsentrasi pentosa (gram/liter)

T = temperatur (K)

Reaksi pembentukan Furfural :



Konversi Pentosa menjadi Furfural : 80%

Konversi Pentosan menjadi pentosa : 80%

Waktu tinggal reaksi : 1 jam reaksi

d. Tinjauan Termodinamika

Suatu reaksi dapat dikatakan reaksi *eksotermis* (Melepaskan panas) atau *endotermis* (memerlukan panas) dapat dilihat dari perhitungan :



Dari yaws,1999, didapatkan data :

$\Delta H_{f298} (C_5H_{10}O_5)$: - 1063 kJ/Mol

$\Delta H_{f298} (C_5H_4O_2)$: -151,04 kJ/Mol

$$\Delta H_{f_{298}}(\text{H}_2\text{O}) \quad : -241,80 \text{ kJ/Mol}$$

$$\Delta H_{f_{298}}(\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_4) \quad : -844 \text{ kJ/Mol}$$

- Reaksi 1

$$\begin{aligned} \Delta H_{f_{R1}} &= \sum \Delta H_f^\circ(\text{produk}) - \sum \Delta H_f^\circ(\text{reaktan}) \\ &= \Delta H_f(\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5) - (\Delta H_f(\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_4) + \Delta H_f(\text{H}_2\text{O})) \\ &= -1063 - (-844 + (-241,80)) \\ &= 22,8 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CpL} &= \text{---CHO (aldehyde)} + 3 \begin{array}{c} \text{---CHOH} \\ | \end{array} + \text{---CH}_2\text{OH} \\ &= 52,97 + 3(76,15) + 73,22 \\ &= 354,64 \text{ J/mol K} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{pentosan}} &= \int_{305}^{298} -40,312 + 7,5846 \cdot 10^{-01} T^1 \\ &= -1318,546 \text{ J/mol} = -1,318546 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{air}} &= \int_{305}^{298} 33,933 - 8,4186 \cdot 10^{-03} T + 2,9906 \cdot 10^{-05} T^2 - \\ &\quad 1,7825 \cdot 10^{-08} T^3 + 3,6934 \cdot 10^{-12} T^4 \\ &= -235,587 \text{ J/mol} = -0,235587 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_f \text{ reaktan} &= \Delta H_{\text{pentosan}} + \Delta H_{\text{air}} \\ &= -1,318546 + (-0,235587) \\ &= -1,554133 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_f \text{ produk} &= \int_{298}^{479} 354,64 \\ &= 64189,84 \text{ J/mol} = 64,18984 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{total}} &= \Delta H_f \text{ reaktan} + \Delta H_{f_{R1}} + \Delta H_f \text{ produk} \\ &= -1,554133 \text{ kJ/mol} + 22,8 \text{ kJ/mol} + 64,18984 \text{ kJ/mol} \\ &= 85,435707 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Pada reaksi 1 ΔH_{f_R} positif maka reaksi yang terjadi adalah reaksi endotermis atau membutuhkan panas.

- Reaksi 2

$$\Delta H_{f_{R2}} = \sum \Delta H_f^\circ(\text{produk}) - \sum \Delta H_f^\circ(\text{reaktan})$$

$$\begin{aligned}
 &= \Delta H_f(C_5H_4O_2) + [\Delta H_f(H_2O) \times 3] - C_5H_{10}O_5 \\
 &= -151,04 + [(-241,80 \times 3)] - (-1063) \\
 &= 186,56 \text{ kJ/mol} \\
 \Delta H_f \text{ reaktan} &= \int_{298}^{479} 354,64 \\
 &= 64189,84 \text{ J/mol} = 64,18984 \text{ kJ/mol} \\
 \Delta H_{furfural} &= \int_{298}^{479} 66,792 + 7,0755 \cdot 10^{-01} T - 1,8082 \cdot 10^{-03} T^2 + \\
 &\quad 1,9630 \cdot 10^{-06} T^3 \\
 &= 33516,461 \text{ J./mol} = 33,516461 \text{ kJ/mol} \\
 \Delta H_{air} &= \int_{298}^{479} 33,933 - 8,4186 \cdot 10^{-03} T + 2,9906 \cdot 10^{-05} T^2 - \\
 &\quad 1,7825 \cdot 10^{-08} T^3 + 3,6934 \cdot 10^{-12} T^4 \\
 &= 6199,104 \text{ J/mol} = 6,199104 \text{ kJ/mol} \\
 \Delta H_f \text{ produk} &= \Delta H_{furfural} + \Delta H_{air} \\
 &= 33,516461 \text{ kJ/mol} + 6,199104 \text{ kJ/mol} \\
 &= 39,715561 \text{ kJ/mol} \\
 \Delta H \text{ total} &= \Delta H_f \text{ reaktan} + \Delta H_{R2} + \Delta H_f \text{ produk} \\
 &= 64,18984 \text{ kJ/mol} + 186,56 \text{ kJ/mol} + 39,715561 \text{ kJ/mol} \\
 &= 290,465401 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

Karena harga ΔH_f positif maka reaksi yang terjadi adalah *endotermis* atau membutuhkan panas. Reaksi di atas termasuk reaksi *irreversible* atau searah, hal itu dapat dibuktikan dengan perhitungan di bawah ini :

Data diambil dari yaws,1999 :

$$\Delta G_{298} C_5H_8O_4 = -113.610 \text{ J/mol}$$

$$\Delta G_{298} H_2O = -51.120 \text{ J/mol}$$

$$\Delta G_{298} C_5H_{10}O_5 = -233.240 \text{ J/mol}$$

$$\Delta G_{298} C_5H_4O_2 = -100.270 \text{ J/mol}$$

- Reaksi 1

$$\begin{aligned}
 \Delta H_{G1} &= \sum \Delta G^\circ_{(produk)} - \sum \Delta G^\circ_{(reaktan)} \\
 &= \Delta G_{298} C_5H_{10}O_5 - (\Delta G_{298} C_5H_8O_4 + \Delta G_{298} H_2O)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= -233.240 - (-113.610 + (-51.120)) \\
 &= -68.510 \text{ J/ Mol}
 \end{aligned}$$

Perhitungan harga ketetapan kesetimbangan (K) dapat di tinjau dari rumus berikut:

Dari Smith, 2001, didapat rumus:

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

ΔG° = Energi Gibbs standar, kJ/mol

R = tetapan gas ideal (8,314 j/mol^o K)

T =Temperatur, K

K = Konstanta Kesetimbangan

$$\ln K_{298} = \frac{-\Delta G}{RT}$$

$$\ln K_{298} = \frac{-(-68.510)}{8,314 \times 298}$$

$$K_{298} = 1,021.10^{12}$$

$$\ln \frac{K_{T \text{ operasi}}}{K_{298}} = -\frac{\Delta H_{298K}}{R} \left[\frac{1}{T_{\text{operasi}}} - \frac{1}{T_{298}} \right]$$

$$\ln \frac{K_{479}}{1,021.10^{12}} = -\frac{85435,707}{8,314} \left[\frac{1}{479} - \frac{1}{298} \right]$$

$$K_{1 \text{ T opsai}} = 4,656.10^{17}$$

Pada reaksi 1 diperoleh harga K >1, maka reaksi berjalan kearah kanan (*irreversible*).

- Reaksi 2

$$\begin{aligned}
 \Delta H_{G1} &= \sum \Delta G^\circ_{(produk)} - \sum \Delta G^\circ_{(reaktan)} \\
 &= (\Delta G_{298} \text{ C}_5\text{H}_4\text{O}_2 + (\Delta G_{298} \text{ H}_2\text{O} \times 3)) - \Delta G_{298} \text{ C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5 \\
 &= (-100.270 + (-51.120 \times 3)) - (-233.240) \\
 &= -20.390 \text{ J/ Mol}
 \end{aligned}$$

$$\ln K_{298} = \frac{-\Delta G}{RT}$$

$$\ln K_{298} = \frac{-(-20.390)}{8,314 \times 298}$$

$$K_{298} = 3,751 \cdot 10^3$$

$$\ln \frac{K_{T \text{ operasi}}}{K_{298}} = - \frac{\Delta H_{298K}}{R} \left[\frac{1}{T_{\text{operasi}}} - \frac{1}{T_{298}} \right]$$

$$\ln \frac{K_{479}}{3,751 \cdot 10^3} = - \frac{290465,401}{8,314} \left[\frac{1}{479} - \frac{1}{298} \right]$$

$$K_{1 T \text{ operasi}} = 6,512 \cdot 10^{22}$$

Pada reaksi 2 diperoleh harga $K > 1$, maka reaksi berjalan kearah kanan (*irreversible*).

e. Kondisi Operasi

Kondisi operasi pada perancangan pabrik furfural ini berdasarkan Arnold dan Buzzard (2003) berlangsung pada suhu $206 \text{ }^{\circ}\text{C}$ dan tekanan 18 atm. Kondisi tersebut dapat mencapai konversi sebesar 80%. Perbandingan antara *solid* : *Liquid* sebesar 1 : 3.

BAB II

SPESIFIKASI BAHAN

2.1 Spesifikasi Bahan Baku

Menurut CV Sanjaya Multi Artha , komposisi kimia tandan kosong kelapa sawit kering sebagai berikut :

Lignin	= 16,49% berat
A-Selulosa	= 45,98% berat
Pentosan	= 22,84% berat
Abu	= 1,23% berat
Air	= 13,46% berat

2.2 Spesifikasi Bahan Pembantu

Asam Sulfat sebagai katalisator menurut PT Budi acid jaya :

Fase	= cair
Rumus molekul	= H_2SO_4
Berat molekul	= 98,08 gram/mol
Kemurnian	= 98 %
Impuritas	= Chlorida (Cl) maksimal 10 ppm, Nitrate (NO_3) maksimal 5 ppm, Besi (Fe) maksimal 50 ppm, Timbal (Pb) maksimal 50 ppm.

2.3 Spesifikasi Produk

Furfural menurut International Furan Chemical, 2006 :

Fase	= cair
Rumus molekul	= $C_5H_4O_2$
Berat molekul	= 96,082 g/mol
Kemurnian	= 99% berat ($C_5H_4O_2$)
Impuritas	= 0,8 % berat (H_2O) 0,2% berat (H_2SO_4)

BAB III

DESKRIPSI PROSES

3.1 Langkah Proses

Proses pembuatan furfural secara umum dapat dibagi menjadi 3 tahapan proses yaitu :

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahapan proses hidrolisa dan dehidrasi
3. Tahapan pemurnian produk

3.1.1 Tahapan Persiapan Bahan baku

Bahan baku tandan kosong kelapa sawit yang diperoleh dari limbah pabrik *crude palm oil* (CPO) disimpan di dalam gudang (G-123). Tandan kosong kelapa sawit disalurkan dengan Belt elevator (J-131) dan selanjutnya diumpan pada *Roll Crusher* (C-132) untuk dihancurkan menjadi partikel- partikel lebih kecil dengan diameter sebesar 100 mm. Selanjutnya tandan kosong kelapa sawit di umpan kedalam reaktor (R-210) menggunakan *bucket elevator* (J-132).

Bahan baku berupa air diperoleh dari unit utilitas. Air di simpan di dalam tangki (F-121) pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Bahan baku berupa asam sulfat (H₂SO₄) diperoleh dari pasaran dengan kemurnian 98%. Asam sulfat ini disimpan di dalam tangki (F-122) pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Asam sulfat tersebut diencerkan ke dalam mixer mencapai 4,4% . Kedua bahan baku tersebut dicampur dalam *mixer* (M-110) sebelum di masukkan ke dalam reaktor.

3.1.2 Tahap Proses Hidrolisa dan Dehidrasi

Tahap hidrolisa dan dehidrasi terjadi di dalam reaktor (R-01). Jenis reaktor yang digunakan adalah reaktor *batch*. Setelah semua bahan baku masuk dalam reaktor (R-01), seluruh valve pemasukan dan pengeluaran ditutup kecuali valve pemasukan steam. Steam digunakan untuk menaikkan suhu dan menaikkan tekanan, steam masuk selama 1 jam sehingga kondisi operasi tercapai.

Kemudian valve pemasukan steam ditutup dan proses reaksi berlangsung selama 1 jam.

Reaksi yang terjadi di dalam reaktor adalah reaksi *endotermis*. Reaktor beroperasi pada suhu 206°C dan tekanan 18 atm. Di dalam reaktor terjadi reaksi hidrolisa pentosan yang terkandung di dalam tandan kosong kelapa sawit menjadi pentosa, serta reaksi dehidrasi pentosa menjadi furfural dengan melepas 3 molekul air. Setelah 1 jam operasi, valve produk atas dibuka sehingga tekanan campuran hidrolisat furfural, air, asam sulfat turun dari 18 atm menjadi 1 atm karena dilewatkan *expansion valve* (EX-01). Begitu pula yang terjadi di dalam reaktor (R-210), tekanan 18 atm turun menjadi 1 atm. Setelah pengeluaran produk atas selesai, valve pengeluaran produk bawah dibuka. Hasil atas reaktor (R-210) dikondensasikan terlebih dahulu sebelum masuk tahap pemurnian sedangkan hasil bawah reaktor (R-210) yang berupa campuran padatan akan masuk kedalam filter (H-211) untuk dipisahkan antara padatan dan cairan. Hasil reaksi yang keluar dari reaktor berupa *slurry* melalui bagian bawah reaktor.

3.1.3 Tahap Pemisahan Hasil dan Pemurnian

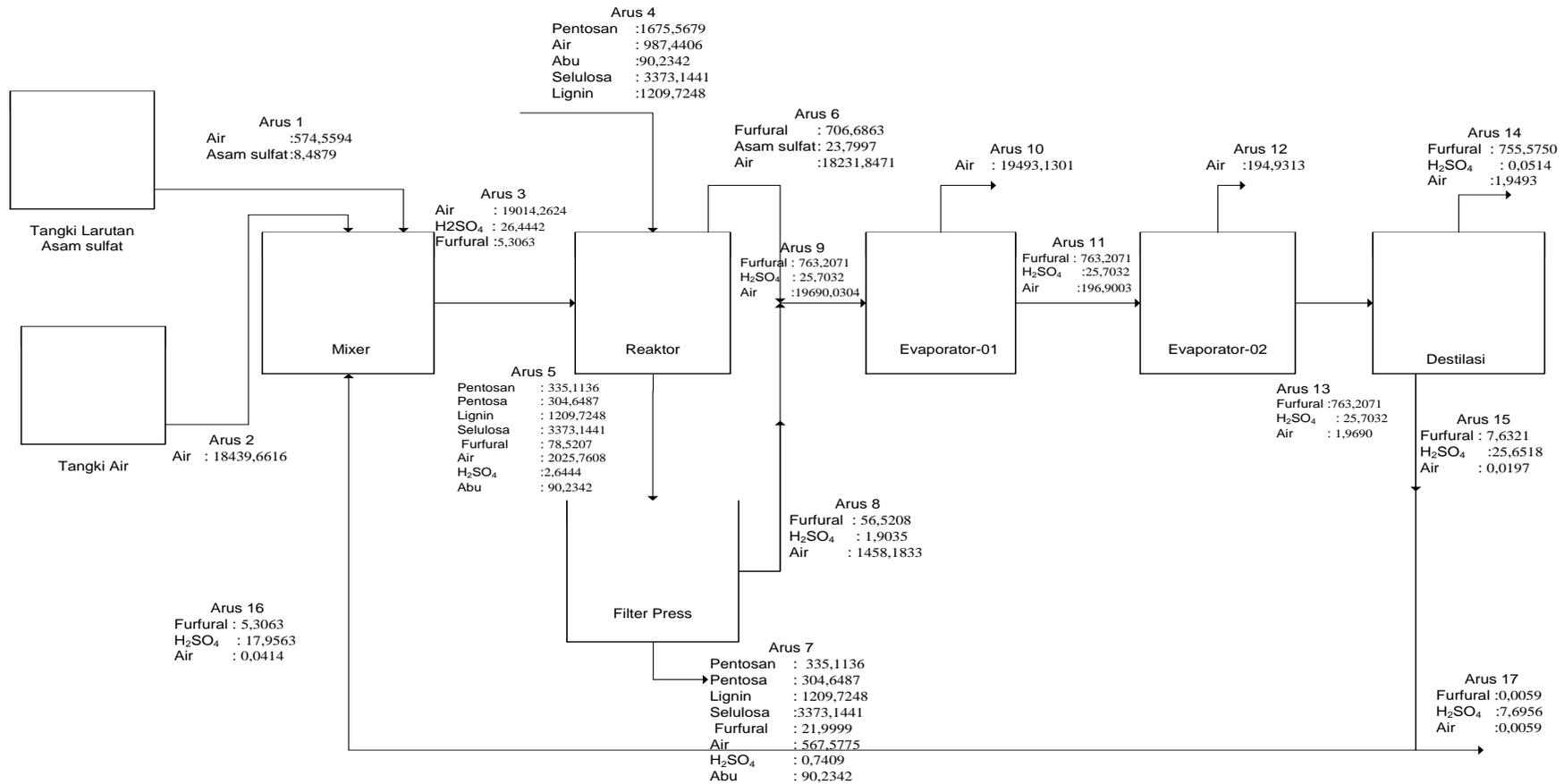
Produk filter (H-211) yang berupa cair didinginkan dengan Cooler (E-211) mencapai suhu 90°C dan hasil produk atas pada reaktor didinginkan terlebih dahulu dengan Cooler (E-212) mencapai suhu 90°C dan selanjutnya Hasil dari Cooler (E-211) dan Cooler (E-212) ditampung pada tangki sementara sebelum disalurkan ke Evaporator (V-321) untuk diuapkan air dengan suhu 100,21 °C. Untuk menghilangkan air yang terlalu besar diuapkan kembali dengan Evaporator (V-322) dengan suhu 121,68°C. Hasil dari Evaporator terdiri dari air, Furfural dan asam sulfat. Selanjutnya air keluar pada bagian atas evaporator menuju ke kondensor untuk di ubah fasenya dari uap menjadi cair, air di olah kembali di unit utilitas menuju ke tangki air. Asam sulfat, furfural dan sedikit air akan di masukkan ke dalam Menara Destilasi (D-310) dengan suhu 163,078°C untuk memisahkan Furfural dan asam sulfat, hasil atas yang terdiri dari Furfural, sedikit air dan asam sulfat menuju ke kondensor untuk didinginkan dengan suhu 100°C dan kembali didinginkan dengan Cooler (E-313) sampai mencapai suhu 30°C.

Sedangkan bagian bawah terdiri dari Asam sulfat ,Furfural dan air akan menuju ke Cooler (E-314) untuk didinginkan dan selanjutnya di recycle sebanyak 70% menuju ke Mixer dan 30% dibuang ke UPL. Furfural dengan konsentrasi 99% disimpan pada tangki penyimpanan produk. Hasil filter yang berupa padatan diproses lebih lanjut dibuat arang briket untuk bahan bakar boiler.

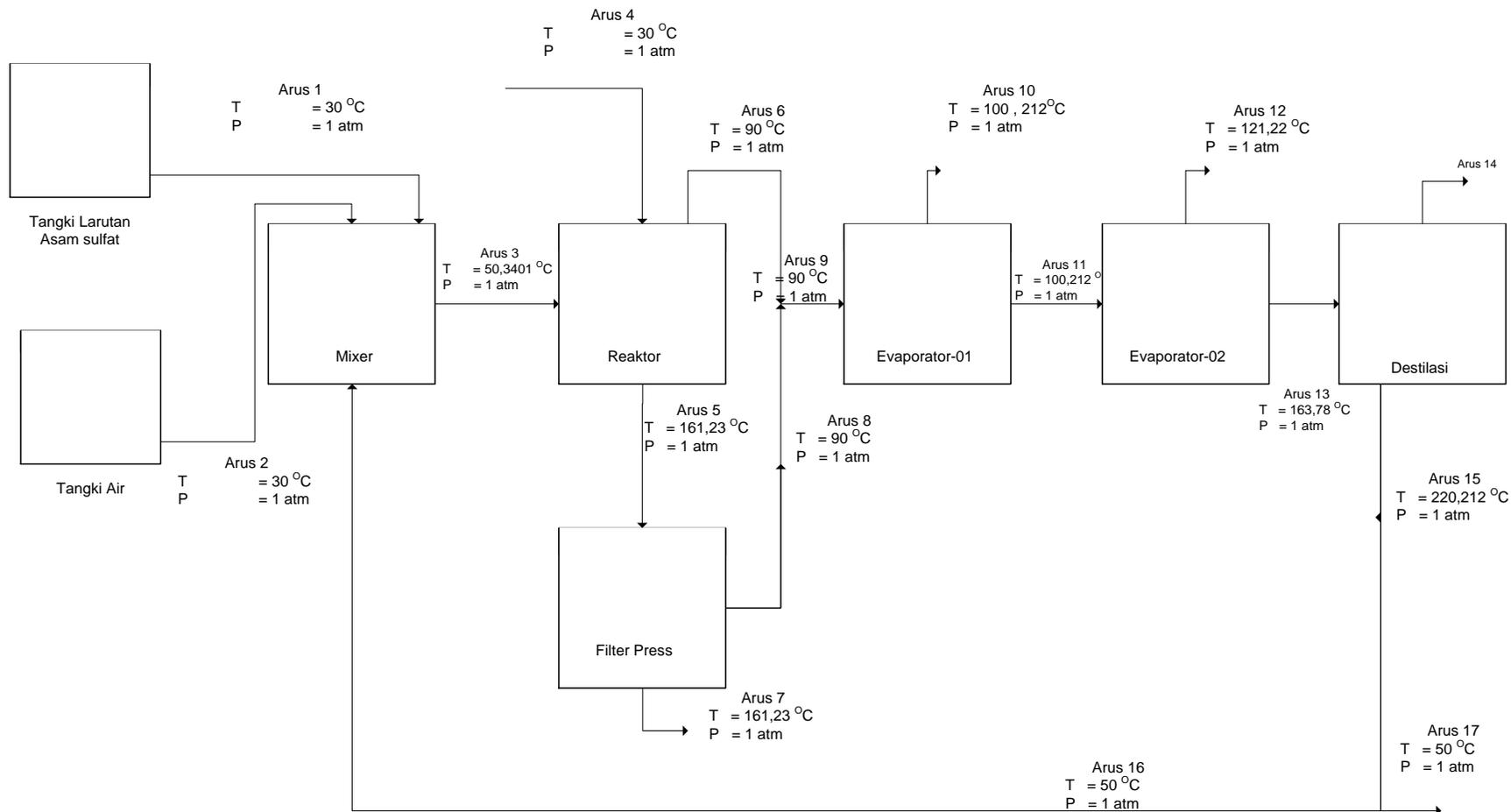


Prarancangan Pabrik Furfural dari Tandan Kosong Kelapa
Sawit Kapasitas Produksi 6.000 ton/tahun

Satuan Neraca Massa : Kg/jam



Grafik 3.1 Diagram Kuantitatif



Grafik 3.2 Diagram Kualitatif

BAB IV

NERACA MASSA dan NERACA PANAS

4.1 NERACA MASSA

Kapasitas pabrik per tahun = 6.000 ton/tahun

Waktu operasi 1 tahun = 330 hari

Maka :

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas pabrik perjam} &= 6.000 \times \frac{\text{ton}}{\text{tahun}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \\ &= 757,576 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Kemurnian = 99%

Dari perhitungan dari basis tandan kosong kelapa sawit sebesar 7110kg/jam menghasilkan laju produksi sebesar 734,2260kg/jam. Sehingga perlu dicari faktor scale up untuk mendapatkan laju produksi sebesar 757,576 kg/jam.

$$\text{Faktor scale up} = \frac{757,576 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}}{734,2260 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}} = 1,0318$$

Kemudian, untuk mengetahui kapasitas bahan baku agar memenuhi laju produksi sebesar 757,576 kg/jam dapat dihitung dengan cara :

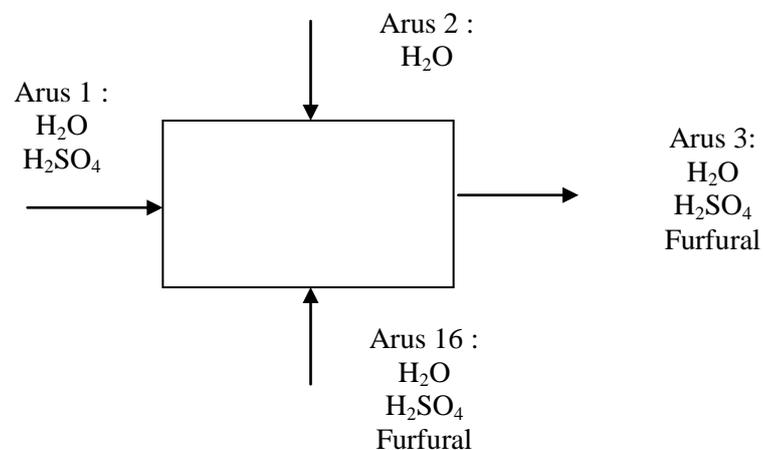
$$\begin{aligned}\text{Kapasitas bahan baku} &= \text{basis} \times \text{Faktor scale up} \\ &= 7110 \times 1,0318 \\ &= 7336,1139 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Sehingga diperoleh laju alir bahan baku tandan kosong kelapa sawit sebesar 7336,1139 kg/jam.

Tabel 4.1. Komposisi Tandan Kosong Kelapa Sawit

Tandan Kosong Kelapa Sawit	7110	kg/jam
Komponen tandan kosong	Komposisi	Massa
Lignin	16,49	1172,439
Selulosa	45,98	3269,178
Pentosan	22,84	1623,924
Abu	1,23	87,453
Air	13,46	957,006
Total	100	7110

Mixer (M-110)

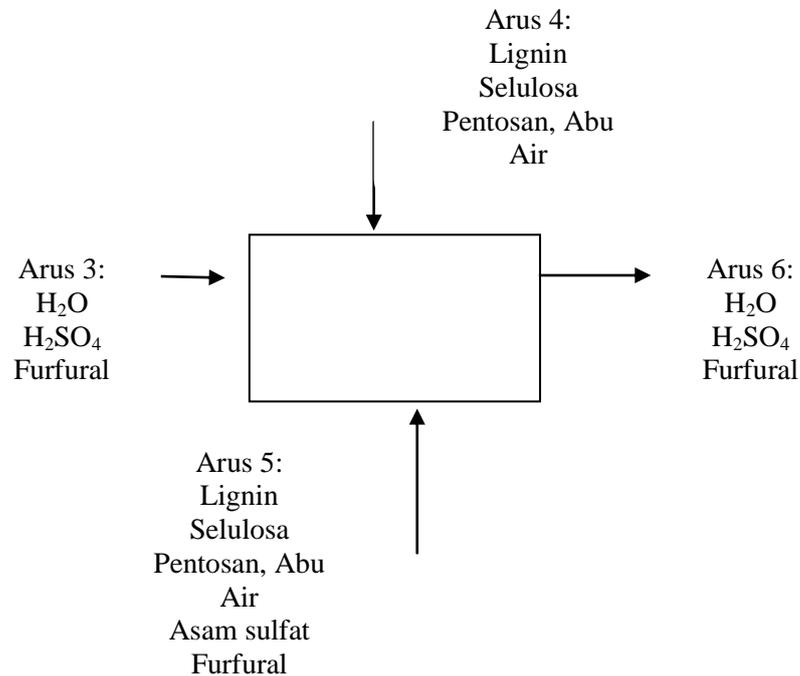


Fungsi : Untuk mencampur asam sulfat dan air

Tabel 4.2. Neraca Massa Mixer M-110

Komponen	Input (Kg/jam)			Output (Kg/jam)
	Arus1	Arus 2	Arus 16	Arus 3
Air	574,5594	18439,6616	0,0414	19014,2624
Asam sulfat	8,4879		17,9563	26,4442
Furfural			5,3063	5,3063
total	583,0473	18439,6616	23,3040	19046,0129

REAKTOR (R-210)



Fungsi : Untuk mereaksikan H₂O dan tandan kosong kelapa sawit dengan katalis H₂SO₄.

Reaksi :

Konversi Reaksi : 80%

	$C_5H_8O_4$	+	H_2O	\longrightarrow	$C_5H_{10}O_5$	
Mula-mula	12,3025		1077,2422			
Reaksi	9,8420		9,8420		9,8420	+
Sisa	2,4605		1067,4002		9,8420	

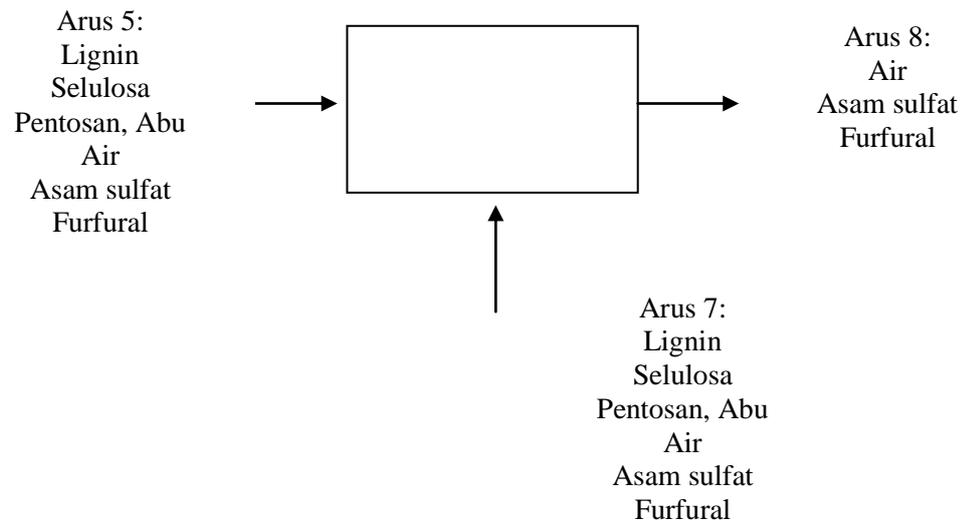
Konversi Reaksi : 80%

	$C_5H_{10}O_5$	\longrightarrow	$C_5H_4O_2$	+	$3H_2O$
Mula-mula	9,8420				
Reaksi	7,8736		7,8736		23,6207
Sisa	1,9684		7,8736		23,6207

Tabel 4.3. Neraca massa Reaktor

Komponen	Input (Kg/jam)		Output (Kg/jam)	
	Arus3	Arus 4	Arus 5	Arus 6
Lignin		1209,7248	1209,7248	
Selulosa		3373,1441	3373,1441	
Pentosan		1675,5679	335,1136	
Abu		90,2342	90,2342	
Air	19014,2624	987,4406	2025,7608	18231,8471
asam sulfat	26,4442		2,6444	23,7997
Furfural	5,3063		78,5207	706,6863
Pentosa			304,6487	
Total	19046,0129	7336,1116	7419,7913	18962,3332
	26382,1245		26382,1245	

FILTER PRESS (H-211)

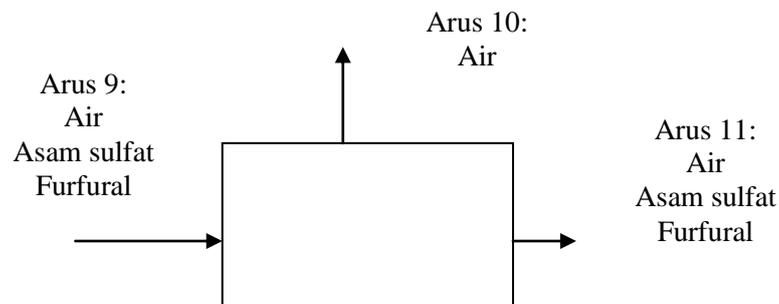


Fungsi : Untuk memisahkan antara *Slurry* dan Filtrat

Tabel 4.4. Neraca massa *Filter Press*

Komponen	Input (Kg/jam)		Output (Kg/jam)	
	Arus 5	Arus 7	Arus 7	Arus 8
Lignin	1209,7248	1209,7248		
Selulosa	3373,1441	3373,1441		
Pentosan	335,1136	335,1136		
Abu	90,2342	90,2342		
Air	2025,7608	567,5775	1458,1833	
Asam sulfat	2,6444	0,7409	1,9035	
Furfural	78,5207	21,9999	56,5208	
Pentosa	304,6487	304,6487		
		5903,1837	1516,6075	
Total	7419,7913	7419,7913		

EVAPORATOR (V-321)

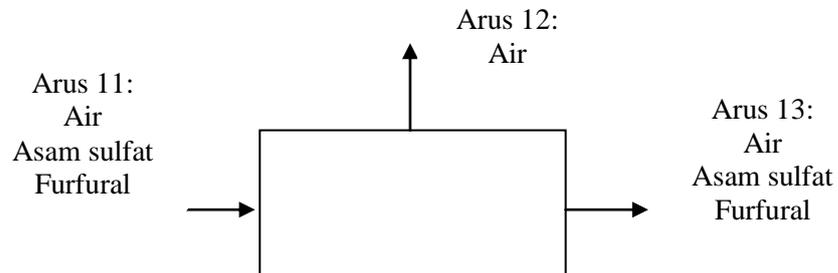


Fungsi : Untuk menguapkan H₂O

Tabel 4.5. Neraca Massa Evaporator V-321

Komponen	Input (Kg/jam)		Output (Kg/jam)	
	Arus 9	Arus 10	Arus 10	Arus 11
Air	19690,0304	19493,1301	196,9003	
Asam sulfat	25,7032		25,7032	
Furfural	763,2071		763,2071	
		19493,1301	985,8107	
Total	20478,9408	20478,9408		

EVAPORATOR (V-322)

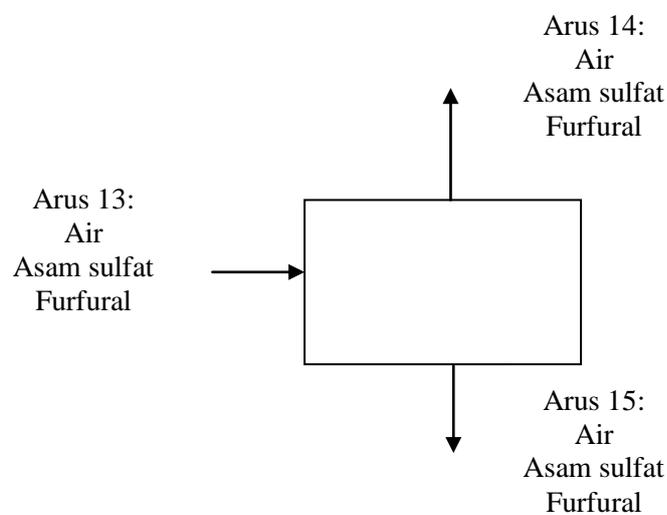


Fungsi : Untuk Menguapkan H₂O

Tabel 4.6. Neraca Massa Evaporator V-322

Komponen	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)	
	Arus 11	Arus 12	Arus 13
Air	196,9003	194,9313	1,9690
Asam sulfat	25,7032		25,7032
Furfural	763,2071		763,2071
		194,9313	790,8794
Total	985,8107	985,8107	

DESTILASI (D-310)



Fungsi : Memisahkan H₂O, C₅H₄O₂ dengan H₂SO₄

Tabel 4.7. Neraca Massa Destilasi

Komponen	Input (Kg/jam)		Output (Kg/jam)	
	Arus 13	Arus 14	Arus 15	
Air	1,9690	1,9493	0,0197	
Asam sulfat	25,7032	0,0514	25,6518	
Furfural	763,2071	755,5750	7,6321	
	790,8794	757,5758	33,3036	
Total			790,8794	

Neraca Massa *Recycle*

Perbandingan antara *Recycle* : *Purge* = 70% : 30%

Tabel 4.8. Neraca Massa *Recycle*

Komponen	Arus 15 (Kg/jam)	Arus 16 (Kg/jam)	Arus 17 (Kg/jam)
H ₂ O	0,0197	0,0138	0,0059
H ₂ SO ₄	25,6518	17,9563	7,6956
C ₅ H ₄ O ₂	7,6321	5,3424	2,2896
Total	33,3036	23,3125	9,9911



*Prancangan Pabrik Furfural dari Tandan Kosong Kelapa Sawit
Kapasitas Produksi 6.000 ton/tahun*

Tabel 4.9 Neraca Massa Overall

Komponen	Input (Kg/jam)				Output (Kg/jam)				
	Arus 1	Arus 2	Arus 4		Arus 7	Arus 10	Arus 12	Arus 14	Arus 17
Lignin			1209,7		1209,7				
Selulosa			3373,1		3373,1				
Pentosan			1675,6		335,1				
Abu			90,2		90,2				
Air	574,6	18439,7	987,4		567,6	19493,1	194,9	1,9	0,0
Asam sulfat	8,5				0,7			0,1	7,7
Furfural					22,0			755,6	2,3
Pentosa					304,6				
Total	583,0	18439,7	7336,1		5903,2	19493,1	194,9	757,6	10,0
	26358,8				26358,8				

4.2 Neraca Panas

Basis perhitungan : 1 jam operasi

Satuan Cp : kJ/Mol K

Satuan Energi : kJ

Suhu referensi : 298 K

Kapasitas Panas Dengan Fase Cair

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

Dalam bentuk integral:

$$\int Cp = A(T - 298) + \frac{B}{2}(T^2 - 298^2) + \frac{C}{3}(T^3 - 298^3) + \frac{D}{4}(T^4 - 298^4)$$

Keterangan:

Cp = Kapasitas panas (kJ/kmol K)

A,B,C,D,E = Koefisien regresi komponen

T = Temperatur

komponen	A	B	C	D
H2SO4	26,004	0,70337	-0,0013856	1,03E-06
H2O	1,83E+01	4,72E-01	-1,34E-03	1,31E-06
Furfural	2,14E+01	8,86E-01	-1,94E-03	1,85E-06

Sumber : Yaws, 1999

Kapasitas Panas Dengan Fase padat

komponen	A	B
Pentosan	-40,312	7,58E-01

Sumber : Yaws, 1999

Kapasitas Panas dengan Fase Gas

komponen	A	B	C	D	E
Furfural	15,47	2,98E-01	-1,92E-05	-1,46E-07	5,95E-11
asam sulfat	5,486	3,38E-01	-3,81E-04	2,13E-07	-4,69E-11
Air	33,933	-8,42E-03	2,99E-05	-1,78E-08	3,69E-12

Sumber : Yaws, 1999

Atomic element to estimate solid Heat Capacity at 298,15 K

Atomic Element	ΔE
C	10,89
H	7,56
O	13,42

Sumber :Perry, 1999

Atomic group contribution to estimate liquid heat capacity at 298,15 K

Atomic Element	Cp
$\begin{array}{c} \\ -CH \\ \end{array}$	18,84
$-CH_2OH$	7,56
$\begin{array}{c} -CHOH \\ \end{array}$	13,42

Sumber :Perry, 1999

Entalpy vaporization

$$\Delta H_{ap} = A \left(1 - \frac{T}{T_c}\right)^n$$

komponen	A	T _c	N
Furfural	59,186	657	0,313
H ₂ O	52,053	647,13	0,321

Sumber : Yaws, 1999

MIXER (M-110)

Fungsi : untuk mencampur asam sulfat, Furfural dan air

Tabel 4.10. Neraca Panas disekitar MIXER adalah :

Komponen	Q masuk (kJ/jam)		Q keluar (kJ/jam)	
	Arus 1	Arus 2	Arus 16	Arus 3
H ₂ O	386723,5482	12049,8778	4,3269	2016185,121
H ₂ SO ₄		60,7614	649,3192	969,4191
Furfural			236,1897	239,4391
Sub total	386723,5482	12110,6392	889,8358	2017393,9793
panas pencampuran		1617669,9561		

Total	2017393,9793	2017393,9793
-------	--------------	--------------

REAKTOR (R-210)

Fungsi : untuk mempertahankan suhu reaksi, mengetahui panas reaksi, dan mengetahui jumlah pemanas yang dibutuhkan.

Tabel 4.11. Neraca Panas disekitar REAKTOR adalah :

Komponen	Q masuk (kJ/jam)		Q keluar (kJ/jam)	
	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 6
Selulosa		21658,9167	784052,7836	
Lignin		2768,1431	100206,7805	
Pentosan		11906,6374	116873,1225	
Abu		378,9835	13719,2036	
Air	2016185,121	20708,9777	1586255,7017	14276301,32
Pentosa			130369,0116	
Asam sulfat	969,4191		733,9885	6605,896834
Furfural	239,4391		29684,7299	267162,5694
Sub total	2017393,9793	57421,6584	2761895,3219	14550069,78
Panas yang dibutuhkan		15236897,7792		
ΔH_r		251,6866		
Total		17311965,1034		17311965,1034

EXPANSION VALVE (EV-222)

Fungsi : digunakan untuk menurunkan tekanan dari 18 atm menjadi 1 atm

Tujuan : menghitung beban panas pada expansion valve

Tabel 4.12 Neraca Panas disekitar Expansion valve adalah :

Komponen	Q masuk (kJ/jam)	Q keluar (kJ/jam)
Furfural	267162,5694	181264,9792
Asam sulfat	6605,896834	4912,718645
Air	14276301,32	12708990,58
Sub total	14550069,78	12895168,28
Beban pendingin		1654901,502
Total	14550069,78	14550069,78

COOLER (E- 221)

Fungsi : mendinginkan umpan dari filter Press dengan suhu 161,52 °C ke Tangki
Sementara dengan suhu 90°C

Tabel 4.13. Neraca Panas disekitar COOLER E-221 adalah :

Komponen	Q masuk (kJ/jam)	Q keluar (kJ/jam)
Air	840170,8866	550199,1904
Asam sulfat	392,9193	253,1418
Furfural	14497,5743	9252,9128
Subtotal	855061,3801	559705,2451
Qpendingin		295356,1350
Total	855061,3801	855061,3801

COOLER (E-223)

Fungsi : mendinginkan umpan dari expansion valve dengan suhu 161,52 °C ke
Tangki Sementara dengan suhu 90°C

Tabel 4.14. Neraca Panas disekitar COOLER E-212 adalah :

Komponen	Q masuk (kJ/jam)	Q keluar (kJ/jam)
	Arus masuk	Arus keluar
Furfural	181264,9792	83276,2152
asam sulfat	4912,7186	2278,2766
air	12708990,5816	4951792,7138
Sub Total	12895168,2794	5037347,2055
		7857821,0739
Total		12895168,2794

FILTER PRESS (H-211)

Fungsi : untuk memisahkan antara cake dan filtrat

Tabel 4.15. Neraca Panas disekitar *Filter Press* adalah :

Komponen	Q masuk (kJ/jam)		Q keluar (kJ/jam)	
	Arus 7	Cake (Arus 9)	Filtrat (Arus 10)	
Selulosa	591389,5414	591389,5414		
Lignin	75583,23014	75583,2301		
Pentosan	82308,33583	82308,3358		
Abu	10348,01953	10348,0195		
Air	1167195,709	327024,8228	840170,8866	
Pentosa	98333,77495	98333,7749		
Asam sulfat	545,8576272	152,9384	392,9193	
Furfural	20140,55324	5642,9790	14497,5743	
Subtotal	2045845,0220	1190783,6420	855061,3801	
Total	2045845,0220	2045845,0220		

EVAPORATOR V-311

Fungsi : Menguapkan air

Tabel 4.16. Neraca Panas disekitar *EVAPORATOR V-311* adalah :

Komponen	Q masuk (kJ/jam)		Q keluar (kJ/jam)	
	Cooler 2	Cooler 1	Arus 10	Arus 11
Air	83276,2152	550199,1904	11308385,59	61907,90349
asam sulfat	2278,2766	253,1418		2859,093699
furfural	4951792,7138	9252,9128		104569,0728
Subtotal	5037347,2055	559705,2451	11308385,59	169336,07
panas yang dibutuhkan	5880669,2123			
Total	11477721,6629		11477721,6629	

EVAPORATOR V-312

Fungsi : Menguapkan air

Tabel 4.17. Neraca Panas disekitar EVAPORATOR V-312 adalah :

Komponen	Q masuk (kJ/jam)		Q keluar (kJ/jam)	
	Arus 11	Arus 12	Arus 12	Arus 13
Air	61907,90349	121031,8436		797,3082
Asam sulfat	2859,093699			3705,6757
Furfural	104569,0728			135810,5566
Subtotal	169336,07	121031,8436		140313,5405
panas yang dibutuhkan	92009,3141			
Total	261345,3841			261345,3841

HEATER (E-315)

Fungsi : memanaskan output dari Evaporator V-322 ke Destilasi

Tabel 4.18. Neraca Panas disekitar HEATER E- 315 adalah :

Komponen	Q masuk (kJ/jam)		Q keluar (kJ/jam)	
	Arus 13	Arus 14	Arus 13	Arus 14
Air			797,3082	1147,8913
Asam sulfat			3705,6757	5368,8169
Furfural			135810,5566	198161,4198
Subtotal			140313,5405	204678,1279
Panas yang dibutuhkan			64364,5874	
Total			204678,1279	204678,1279

DESTILASI (D-310)

Fungsi : Memisahkan Furfural dengan asam sulfat

Tabel 4.19. Neraca Panas disekitar Destilasi - 310 adalah :

Komponen	Q masuk (kJ/jam)		Q keluar (kJ/jam)	
	Arus 13	Arus 14	Arus 15	
Air	1147,8913	1135,3001	16,5855	
Asam sulfat	5368,8169	10,7270	7712,4772	
Furfural	198161,4198	195980,6248	2900,6475	
Sub total	204678,1279	197126,6520	10629,7102	
Q kondensor		339753,0679		
Q Reboiler	342831,3021			
Total	547509,4300	547509,4300		

COOLER (E-323)

Fungsi : mendinginkan umpan dari kondensor dengan suhu 100 °C ke Tangki penyimpanan dengan suhu 30°C

Tabel 4.20. Neraca Panas disekitar COOLER E-323 adalah :

Komponen	Q masuk (kJ/jam)	Qkeluar (kJ/jam)
Air	611,1140	40,8817
Asam sulfat	5,7012	0,3680
Furfural	103214,3751	6666,2272
Sub total	103831,1903	6707,4769
Beban pendingin		97123,7133
Total	103831,1903	103831,1903

COOLER (E-324)

Fungsi : mendinginkan umpan dari *Reboiler* dari suhu 220,21 °C menjadi 50°C

Tabel 4.21. Neraca Panas disekitar COOLER E-324 adalah

Komponen	Q masuk (kJ/jam)		Q keluar (kJ/jam)	
	Arus 15	Arus 16	Arus 16	Arus 17
Air	16,5855	1,4419		0,6180
Asam Sulfat	2844,9018	649,3192		278,2796
Furfural	2900,6475	237,7967		101,9129
Sub total	5762,1348	888,5578		380,8105
Beban Pendingin		4492,7665		
Total	5762,1348	5762,1348		

BAB V

SPESIFIKASI ALAT

5.1 Gudang Penyimpanan Tandan Kosong Kelapa Sawit

Nama	: G- 122
Fungsi	: Untuk menyimpan Tandan Kosong Kelapa Sawit
Jumlah	: 1
Volume	: 2224,0001 m ³
Panjang	: 20,7204 m
Lebar	: 10,3602 m
Tinggi	: 10,3602 m

5.2 Tangki Penyimpanan Asam Sulfat

Nama	: F- 121
Fungsi	: Untuk menyimpan Asam sulfat selama 20 hari
Jumlah	: 1 buah
Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 1 atm
Diameter	: 1,5050 m
Tinggi	: 1,7558 m
Volume	: 2,6760 m ³
Jenis	: Silinder Tertutup
Bahan konstruksi	: <i>Stainless Steel SA 240 Type 304</i>
Tebal shell	: 3/16 in
Tebal head	: 3/16 in

5.3 Tangki Penyimpanan 1

Nama	: F- 214
Fungsi	: Untuk menyimpan hasil keluar Reaktor atas selama 10 jam
Jumlah	: 1 buah
Suhu	: 90 °C

Tekanan	: 1 atm
Tinggi	: 7,7991 m
Diameter	: 6,6850 m
Volume	: 234,5129 m ³
Jenis	: Silinder Tertutup
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 285 Grade C</i>
Tebal shell	: 1/2 in
Tebal head	: 1/2 in

5.4 Tangki Penyimpanan 2

Nama	: F-213
Fungsi	: Untuk menyimpan hasil bawah Reaktor selama 8jam
Jumlah	: 1 buah
Suhu	: 161 °C
Tekanan	: 1 atm
Diameter	: 2,1939 m
Tinggi	: 1,2149 m
Volume	: 56,2014 m ³
Jenis	: Silinder Tertutup
Bahan konstruksi	: <i>caron Steel SA 285</i>
Tebal shell	: 3/16 in
Tebal head	: 3/16 in

5.5 Tangki Penyimpanan Sementara

Nama	: F-212
Fungsi	: Untuk menyimpan sementara Furfural, air dan asam sulfat selama 15 menit
Jumlah	: 1 buah
Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 1 atm
Diameter	: 2,0055 m
Tinggi	: 2,5068 m

Volume	: 6,3317 m ³
Jenis	: Silinder Tertutup
Bahan konstruksi	: <i>Stainless Steel SA 240 Type 304</i>
Tebal shell	: 3/16 in
Tebal head	: 3/16 in
5.6	Tangki penyimpan Furfural
Nama	: F-423
Fungsi	: Untuk menyimpan sementara Furfural
Jumlah	: 1 buah
Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 1 atm
Diameter	: 5,2538 m
Tinggi	: 8,7563 m
Volume	: 180,7280 m ³
Jenis	: Silinder Tertutup
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 285 Grade c</i>
Tebal shell	: 1/2 in
Tebal head	: 1/2 in
5.7	Mixer
Nama	: M-110
Fungsi	: Untuk mencampur larutan asam sulfat, air dan hasil Recycle dari Destilasi sebelum masuk ke reaktor.
Jumlah	: 1 buah
Tekanan	: 1 atm
Diameter	: 2,7906 m
Tinggi	: 3,9283 m
Volume	: 21,3662 m ³
Tebal head	: ¼ in
Tebal shell	: ¼ in

Jenis	: Silinder Tegak berpengaduk
Jenis head	: Torispherical
Bahan konstruksi	: <i>Stainless Steel SA 240 Type 304</i>
Kecepatan	: 120 rpm
Diameter	: 0,9302 m
Power Motor	: 3 1/2 Hp
5.8 Reaktor	
Nama	: R- 210
Fungsi	: Untuk mereaksikan Tandan Kosong Kelapa Sawit dan larutan asam sulfat dan air.
Jumlah	: 1 buah
Suhu	: 206 °C
Tekanan	: 18 atm
Diameter	: 4,3901 m
Tinggi	: 5,8534 m
Volume	: 60,8834 m ³
Jenis	: Reaktor Batch
Jenis head	: Elliptical Dished Head
Bahan konstruksi	: <i>Stainless Steel SA 240 Type 304</i>
Diameter	: 1,4634 m
Power Motor	: 1/3 Hp
Jenis Pengaduk	: <i>Propeller 3 blades</i>
Jenis	: Jacket Pemanas
Diameter dalam	: 4,4409 m
Diameter luar	: 4,4917 m
Tebal shell	: ¼ in
Medium	: steam
Isolasi 1	: Baja Karbon
Isolasi 2	: Asbes
5.9 Filter Press	
Nama	: H - 211

	Fungsi	: Untuk memisahkan campuran cake dan filtrat
	Jumlah Plate	: 86
	Luas	: 84,1519 m ²
	Power motor	: 120 Hp
5.10	Evaporator	
	Nama	: V – 311
	Fungsi	: Untuk menguapkan air
	Operasi	: Kontinyu
	Suhu keluar	: 220 °C (Kondensat)
	Suhu masuk	: 220 °C
	Tipe	: Single Effect Evaporator
	Jenis	: Shell and Tube Exchanger
	Tekanan	: 1 atm
	Luas transfer	: 176,634 ft ²
	Panjang	: 18 ft
5.11	Evaporator	
	Nama	: V – 312
	Fungsi	: Untuk menguapkan air
	Operasi	: Kontinyu
	Suhu keluar	: 200 °C (Kondensat)
	Suhu masuk	: 122,4243 °C
	Tipe	: Single Effect Evaporator
	Jenis	: Shell and Tube Exchanger
	Tekanan	: 1 atm
	Luas transfer	: 19,108 ft ²
	Panjang	: 4,8682 ft
5.12	Expansion Valve	
	Nama	: EV-222
	Fungsi	: Menurunkan tekanan keluaran reactor sebesar 18926,2981 kg/jam dari 18 atm menjadi 1 atm.
	Daya	: 27 Hp
	Laju alir	: 22,5344 m ³ /jam

5.13 Destilasi

Nama	: D – 310
Fungsi	: Untuk memisahkan Furfural dan Asam sulfat
Operasi	: Kontinyu
Suhu	: 163 °C
Tekanan	: 1 atm
Tray spacing	: 0,6 m
Diameter	: 1,1616 m
Tinggi	: 7,8588 m
Luas menara	: 1,0592 m ²
Jenis	: Torispherical
Tebal shell	: 3/16
Bahan konstruksi	: <i>Stainless Steel SA 204 Type 304</i>
Pressure drop	: 0,0029 atm

5.14 Heat Exchanger

a. Cooler -01

Nama	: E- 221
Fungsi	: untuk mendinginkan umpan dari Filter Press
Operasi	: kontinyu
Jenis	: <i>Double Pipe</i>
Bahan konstruksi	: <i>Stainless Steel SA 240 Type 304</i>
Beban pendingin	: 1084,4727 kg/jam
Luas permukaan	: 9,0291 ft ²
Inner pipe	
Ukuran pipa	: 1 ¼ <i>in schedule 40</i>
Suhu	: 5 °C
Tekanan	: 1 atm
Annulus	
Suhu	: 161,52 °C
Tekanan	: 1 atm
Ukuran	: 2 <i>in schedule 40</i>

b. Cooler -02

Nama	: E- 223
Fungsi	: untuk mendinginkan umpan dari Expansion Valve
Operasi	: kontinyu
Jenis	: <i>Shell and Tube</i>
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 285 Grade C</i>
Beban pendingin	: 28851,9224 kg/jam
Luas permukaan	: 353,268 ft ²
Tube side	
Suhu	: 161,52 °C
Tekanan	: 1 atm
Shell Side	
Suhu	: 5 °C
Tekanan	: 1 atm

c. Cooler -03

Nama	: E- 323
Fungsi	: untuk mendinginkan umpan dari Kondensor
Operasi	: kontinyu
Jenis	: <i>Double pipe</i>
Bahan konstruksi	: <i>Stainless Steel SA 204 Type 304</i>
Beban pendingin	: 356,6136 kg/jam
Luas permukaan	: 21,4106 ft ²
Inner pipe	
Ukuran pipa	: 1 ¼ <i>in schedule 40</i>
Suhu	: 5 °C
Tekanan	: 1 atm
Annulus	
Suhu	: 100 °C
Tekanan	: 1 atm
Ukuran	: 2 <i>in schedule 40</i>

d. Cooler -04

Nama	: E- 324
Fungsi	: untuk mendinginkan umpan dari Reboiler
Operasi	: kontinyu
Jenis	: <i>Double pipe</i>
Bahan konstruksi	: <i>Stainless Steel SA 204 Type 304</i>
Beban pendingin	: 33,3036 kg/jam
Luas permukaan	: 1,5340 ft ²
Inner pipe	
Ukuran pipa	: 1 ¼ <i>in schedule 40</i>
Suhu	: 5 °C
Tekanan	: 1 atm
Annulus	
Suhu	: 220,21 °C
Tekanan	: 1 atm
Ukuran	: 2 <i>in schedule 40</i>
e. HE -01	
Nama	: E-325
Fungsi	: untuk memanaskan umpan dari Evaporator -02
Operasi	: kontinyu
Jenis	: <i>Shell and tube</i>
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 285 Grade C</i>
Beban pendingin	: 33,1648 kg/jam
Luas Permukaan	: 11,3609 ft ²
Tube side	
Suhu	: 142,383 °C
Tekanan	: 1 atm
Shell Side	
Suhu	: 220 °C
Tekanan	: 1 atm
f. Kondensor	
Nama	: E- 326

Fungsi	: untuk mendinginkan umpan dari Destilasi
Operasi	: kontinyu
Jenis	: <i>Double pipe</i>
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 285 Grade C</i>
Beban pendingin	: 1474,3027 kg/jam
Luas permukaan	: 13,7103 ft ²
Inner pipe	
Ukuran pipa	: 1 ¼ <i>in schedule 40</i>
Suhu	: 5 °C
Tekanan	: 1 atm
Annulus	
Suhu	: 162,94 °C
Tekanan	: 1 atm
Ukuran	: 2 <i>in schedule 40</i>

g. Reboiler

Nama	: E- 327
Fungsi	: untuk memanaskan umpan dari Destilasi
Operasi	: kontinyu
Jenis	: <i>Shell and tube</i>
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 285 Grade C</i>
Beban pendingin	: 653,7932 kg/jam
Luas permukaan	: 410,264 ft ²
Tube side	
Suhu	: 220 °C
Tekanan	: 1 atm
Shell Side	
Suhu	: 100 °C
Tekanan	: 1 atm

5.15 POMPA

1. Pompa 1

Nama	: L – 142
------	-----------

Fungsi	: Memompa larutan asam sulfat ke Mixer
Jenis	: Centrifugal Single Stage
Total head	: 1,9317 m
BHP actual	: 0,0001 Hp
Specific Speed	: 3500 rpm
Power motor	: 1/4 Hp
Jumlah	: 2
2. Pompa 2	
Nama	: L – 234
Fungsi	: Memompa dari Tangki penyimpanan 1 ke Tangki sementara
Jenis	: Centrifugal Single Stage
Total head	: 6,6850 m
BHP actual	: 0,0046 Hp
Specific Speed	: 3500 rpm
Power motor	: 1/4 Hp
Jumlah	: 2
3. Pompa 3	
Nama	: L – 327
Fungsi	: Memompa hasil bawah destilasi ke mixer
Jenis	: Centrifugal Single Stage
Total head	: 3,5180 m
BHP actual	: 0,0003 Hp
Specific Speed	: 3500 rpm
Power motor	: 1/4 Hp
Jumlah	: 2
4. Pompa 4	
Nama	: L – 144
Fungsi	: Memompa larutan dari Mixer ke Reaktor
Jenis	: Centrifugal Single Stage

Total head	: 0,8678 m
BHP actual	: 13,9628 Hp
Specific Speed	: 3500 rpm
Power motor	: 16 Hp
Jumlah	: 2
5. Pompa 5	
Nama	: L –232
Fungsi	: Memompa hasil filtrat dari filter press ke Tangki sementara
Jenis	: Centrifugal Single Stage
Total head	: 1,0055 m
BHP actual	: 2,0251 Hp
Specific Speed	: 3500 rpm
Power motor	: 2 ½ Hp
Jumlah	: 2
6. Pompa 6	
Nama	: L – 231
Fungsi	: Memompa hasil filtrat reaktor ke tangki sementara
Jenis	: Centrifugal Single Stage
Total head	: 0,3471 m
BHP actual	: 0,0161 Hp
Specific Speed	: 3500 rpm
Power motor	: 1/4 Hp
Jumlah	: 2
7. Pompa 7	
Nama	: L –233
Fungsi	: Memompa bahan dari Tangki sementara ke Evaporator -01
Jenis	: Centrifugal Single Stage
Total head	: 0,4011 m
BHP actual	: 0,0194 Hp

Specific Speed	: 3500 rpm
Power motor	: 1/4 Hp
Jumlah	: 2
8. Pompa 8	
Nama	: L – 331
Fungsi	: Memompa bahan dari Evaporator -01 ke Evaporator -02
Jenis	: Centrifugal Single Stage
Total head	: 2 m
BHP actual	: 0,0076 Hp
Specific Speed	: 3500 rpm
Power motor	: 1/4 Hp
Jumlah	: 2
9. Pompa 9	
Nama	: L – 333
Fungsi	: Memompa bahan dari cooler dari tangki penyimpanan Furfural
Jenis	: Centrifugal Single Stage
Total head	: 7,8807 m
BHP actual	: 0,0228 Hp
Specific Speed	: 3500 rpm
Power motor	: 1/4 Hp
Jumlah	: 2
10. Pompa 10	
Nama	: L – 332
Fungsi	: Memompa bahan dari Evaporator-02 ke Destilasi
Jenis	: Centrifugal Single Stage
Total head	: 5,3027 m
BHP actual	: 0,0161 Hp
Specific Speed	: 3500 rpm
Power motor	: 1/4 Hp

Jumlah	: 2
11. Pompa 11	
Nama	: L – 335
Fungsi	: Memompa bahan dari destilas ke UPL
Jenis	: Centrifugal Single Stage
Total head	: 1 m
BHP actual	: 0,00004 Hp
Specific Speed	: 3500 rpm
Power motor	: 1/4 Hp
Jumlah	: 2
12. Pompa 12	
Nama	: L – 336
Fungsi	: Memompa bahan dari tangki penyimpanan furfural ke truk
Jenis	: Centrifugal Single Stage
Total head	: 6,8807 m
BHP actual	: 0,0199 Hp
Specific Speed	: 3500 rpm
Power motor	: 1/4 Hp
Jumlah	: 2
13. Pompa 13	
Nama	: L – 141
Fungsi	: Memompa H ₂ SO ₄ dari truk ke Tangki
Jenis	: Centrifugal Single Stage
Total head	: 1,4510 m
BHP actual	: 1,0663 Hp
Specific Speed	: 3500 rpm
Power motor	: 1 ¼ Hp
Jumlah	: 2

5.16 Alat pengangkut

a. Bucket Elevator

Nama	: J - 132
Fungsi	: Transportasi Tandan kosong kelapa sawit dari crusher ke Reaktor
Kapasitas	: 14 ton
Tinggi Elevator	: 25 ft
Ukuran bucket	: $6 \times 4 \times 4 \frac{1}{2}$
Jarak antar bucket	: 12 in
Kcepatan bucket	: 225 ft/min
Lebar belt	: 7 in
Power motor	: 1 Hp

b. Screw Conveyor

Nama	: J -221
Fungsi	: Transportasi Slurry dari Reaktor ke Filter press
Kapasitas	: 10 ton
Lebar diameter	: 10 in
Kecepatan	: 55 r/min
Power motor	: 1/3 Hp

c. Belt Conveyor

Nama	: J -131
Fungsi	: Transportasi Tandan kosong kelapa sawit ke crusher
Kapasitas	: 10 ton
Lebar belt	: 10 in
Kecepatan	: 100 ft/min
Panjang belt	: 100 ft
Kapasitas maksimal	: 32 ton
Power motor	: 1 Hp

5.17 Crusher

Nama	: C-113
Fungsi	: Mengecilkan ukuran tandan kosong kelapa sawit
Jumlah	: 1
Jenis	: Rotary Knife
Bahan Kontruksi	: Baja Karbon
Power motor	: 17 Hp

BAB VI

UNIT PENDUKUNG PROSES (UTILITAS)

A. Unit Pendukung Proses (Utilitas)

Unit pendukung proses merupakan bagian penting yang menunjang berlangsungnya suatu proses dalam pabrik. Utilitas pada pabrik Furfural yang dirancang meliputi unit pengadaan air (air proses, air pendingin, air konsumsi, sanitasi dan air umpan Boiler), unit pengadaan steam, unit pengadaan udara tekan, unit pengadaan tenaga listrik, unit pengadaan bahan bakar.

1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air

Unit ini bertugas untuk mengolah dan menyediakan air. Untuk keperluan domestik, umpan boiler dan air pendingin dan air proses.

2. Unit Pengadaan steam

Unit ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan pemanas. Pada alat tertentu di dalam suatu pabrik memerlukan *steam*, seperti pada *Heater, Reaktor Batch*, dan *Boiler*.

3. Unit Pengadaan Tenaga Listrik

Berfungsi sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses, maupun untuk penerangan, keperluan pengolahan air dan alat – ala elektronik. Listrik disuplai dari PLN dan dari generator sebagai cadangan bila listrik dari PLN mengalami gangguan.

4. Unit Pengadaan Udara Tekan

Berfungsi untuk menyediakan udara tekan untuk keperluan instrumentasi, untuk menyediakan udara tekan dibengkel dan untuk kebutuhan lainnya.

5. Unit Pengadaan Bahan Bakar

Berfungsi untuk menyediakan bahan bakar untuk kebutuhan boiler dan generator.

6. Unit Pengolahan Limbah.

7. Unit Laboratorium

6.1. Unit pengadaan dan pengolahan air

Dalam memenuhi kebutuhan air industri, pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air. Dalam perancangan pabrik Furfural, sumber air yang digunakan adalah berasal dari kawasan Industri Dumai dan air sungai pelintang. Pertimbangan menggunakan air sungai Pelintang sebagai tambahan sumber air adalah pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana, dan biaya pengolahan relatif murah, dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit serta biaya pengolahan yang lebih besar. Air yang digunakan dalam unit utilitas harus memenuhi syarat air proses industri kimia. Air yang dibutuhkan dalam lingkungan pabrik adalah untuk :

a. Air proses

Air proses ini digunakan untuk keperluan proses di Pabrik Furfural yaitu sebagai air proses yang diumpankan pada Mixer. Air proses ini berasal dari kawasan industri Dumai sendiri dan air sungai yang sebelumnya sudah diolah terlebih dahulu. Hal- hal yang perlu diperhatikan dalam air proses adalah:

- 1) Kesadahan (*hardness*) yang dapat menimbulkan kerak.
- 2) Besi yang dapat menyebabkan korosi.
- 3) Minyak yang menyebabkan terbentuknya lapisan film mengakibatkan terganggunya koefisien transfer panas serta menimbulkan endapan.

Tabel 6.1 Kebutuhan Air Proses

No	Penggunaan	Kebutuhan (Kg/Jam)
1	MIXER-110	18439,6616
	Over design	10%
	Total	20283,6278

b. Air Pendingin

Air pendingin ini digunakan sebagai pendingin kondesor dan *Heat Exchanger*. Pada umumnya, ada beberapa faktor yang menyebabkan air digunakan sebagai media pendingin, yaitu:

- 1) Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah yang besar
- 2) Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya
- 3) Dapat menyerap sejumlah panas per satuan volume yang tinggi dan tidak terdekomposisi.

Dari hal-hal di atas juga perlu diperhatikan untuk pengolahan air sungai sebagai pendingin antara lain :

- a. Partikel - partikel besar/ makroba (Makhluk hidup sungai)
- b. Partikel - partikel kecil / mikroorganisme yang dapat menyebabkan fouling pada kondensor dan Heat exchanger.

Untuk menghindari fouling maka perlu dilakukan untuk pengolahan air dengan cara kimia ataupun fisika. Pengolahan secara fisis adalah dengan penyaringan dan secara kimia adalah dengan penambahan tawas *chlorination*, demineralisasi, dan deaerasi.

Tabel 6.2 Kebutuhan Air Pendingin

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/jam)
1	Cooler 1	1084,47268
2	Cooler 2	11208,3789
3	Cooler 3	347,661854
4	Cooler 4	88,5707068
5	kondensor	1474,30275
6	Expansion valve	7081,62022
7	Over design	10%
Total		23413,50786

- c. Air sanitasi dan Konsumsi

Sumber air untuk air sanitasi dan konsumsi diambil dari air sungai, air ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan air minum, kantor, laboratorium dan taman. Air yang akan digunakan harus memenuhi

syarat-syarat kesehatan. Dapat dilakukan dengan menambahkan kaporit untuk menghilangkan bibit penyakit dan mengurangi kekeruhan.

Syarat fisik:

- Suhu di bawah suhu udara luar.
- Warna jernih
- Tidak mempunyai rasa.
- Tidak berbau.

Syarat kimia:

- Tidak mengandung zat organik maupun zat anorganik.
- Tidak beracun.

Syarat bakteriologis:

- Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri patogen.

Tabel 6.3 Kebutuhan Air Sanitasi

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/jam)
1	Karyawan	387
2	Laboratorium, poliklinik, bengkel	150
3	Pemadam Kebakaran	400
4	Kantin dan Mushola	150
5	Pembersihan, pemeliharaan dan taman	150
Total		1237

d. Air Umpan Boiler

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

1. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi di dalam boiler disebabkan oleh air yang mengandung larutan-larutan asam dan gas terlarut seperti O₂, CO₂, H₂S.

2. Zat yang menyebabkan kerak (*scale forming*)

Pembentukan kerak disebabkan karena kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silikat.

3. Zat yang menyebabkan *foaming*

Air yang timbul dari proses pemanasan bisa menyebabkan foaming pada boiler karena adanya zat-zat organik, anorganik dan zat-zat yang tak larut dalam jumlah besar. Efek penembusan terjadi pada alkalinitas tinggi.

Tabel 6.4 Kebutuhan Air untuk Steam

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/jam)
1	Heater (H-01)	34,6689
2	Reboiler	654,3206
3	Evaporator-01	3167,5254
5.	Reaktor	5864,133915
	Over design	10%
	Total	10692,7137

Jadi total kebutuhan air yang disuplai dari unit penyedia air adalah sebesar 58562,3786 kg/jam. Untuk menjaga adanya kebocoran saat distribusinya, *make up* air dlebihkan sebanyak 10%, sehingga air yang akan diambil dari air sungai saat dipompakan adalah sebesar 463814,0388 kg/jam, air tersebut dibutuhkan untuk star up. Kebutuhan air pabrik diperoleh dari air sungai pelintung dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan.

Tahapan-tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut :

1. Penyaringan Awal / *Screen*

Penyaringan air dari air sungai ada 3 tahap penyaringan, yaitu :

- a. *Coarse bar screen* (saringan kasar), berfungsi menahan kotoran yang berukuran besar seperti ranting dan sebagainya.
- b. *Rake screen*, kotoran yang lolos dari bar screen akan menempel dibawah *rake screen*. Kemudian kotoran yang tersaring dibersihkan

atau dibawa ke atas dengan penggaruk yang digerakkan dengan sistem hidrolik.

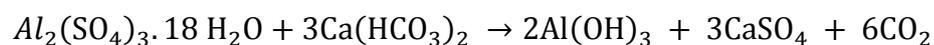
- c. *Rotary screen*, berfungsi membersihkan kotoran yang sangat kecil. Untuk membersihkan kotoran yang menempel pada saringan dilakukan penyemprotan dengan *sea water* menggunakan *spray nozzle*, kemudian dialirkan ke bak pengendap.

2. Bak pengendap awal

Air sungai setelah melalui *filter* dialirkan ke bak pengendap awal. Untuk mengendapkan lumpur dan kotoran air sungai yang tidak lolos dari penyaring awal (*screen*). Kemudian dialirkan ke bak pengendap yang dilengkapi dengan pengaduk.

3. Bak penggumpal

Air setelah melalui bak pengendap awal kemudian dialirkan ke bak penggumpal untuk menggumpalkan koloid-koloid tersuspensi dalam cairan (larutan) yang tidak mengendap di bak pengendap awal dengan cara menambahkan senyawa kimia. Umumnya flokulan yang biasa digunakan adalah tawas atau alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$). adapun reaksi yang terjadi dalam bak penggumpal adalah :



4. Clarifier

Air setelah melewati bak penggumpal air dialirkan ke *clarifier* untuk memisahkan/mengendapkan gumpalan-gumpalan dari bak penggumpal. Air baku yang telah dialirkan kedalam *clarifier* yang alirannya telah diatur ini akan diaduk dengan agitator. Air keluar *clarifier* dari bagian pinggir secara *overflow* sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di *blow down* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan.

5. Bak Penyaring / *sand filter*

Air setelah keluar dari clarifier dialirkan ke bak saringan pasir, dengan tujuan untuk menyaring partikel halus yang masih lolos atau yang masih terdapat dalam air dan belum terendapkan. Dengan menggunakan *sand filter* yang terdiri dari antrasit, pasir, dan kerikil sebagai media penyaring.

6. Bak Penampung Sementara

Air setelah keluar dari bak penyaring dialirkan ke tangki penampung yang siap distibusikan sebagai air sanitasi, air pendingin dan sebagai air proses.

7. Tangki Karbon Aktif

Air yang sudah melalui bak penampung kemudian dialirkan ke tangki karbon aktif. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan bau dan rasa yang kurang sedap yang terkandung dalam air.

8. Tangki Air

Tangki air bersih berfungsi untuk menampung air bersih yang telah diproses. Dimana air bersih ini digunakan untuk keperluan air minum dan perkantoran.

Air yang keluar dari tangki karbon aktif harus ditambahkan kaporit (CaOCl_2) untuk membunuh kuman dan mikroorganisme seperti amuba, ganggang dan lain-lain yang terkandung dalam air sehingga aman untuk dikonsumsi. Kaporit digunakan sebagai penjernih karena harganya murah dan masih mempunyai daya desinfeksi sampai beberapa jam setelah pembubuhannya.

6.2. Unit pengadaan steam

Steam yang diproduksi pada pabrik Furfural ini digunakan sebagai pemanas dan media pemanas pada Reaktor Batch, Evaporator dan Reboiler. Steam yang dihasilkan untuk reaktor merupakan superheated steam dengan suhu 210°C dan tekanan 19 atm dan untuk Evaporator saturated steam.

Untuk menghasilkan uap air yang digunakan dalam proses, alat yang digunakan adalah boiler atau ketel uap. Dalam hal ini yang digunakan adalah boiler pipa api (*firetube boiler*), karena memiliki kelebihan sebagai berikut:

- Air umpan tidak perlu terlalu bersih karena berada di luar pipa.
- Tidak memerlukan flate tebal untuk shell, sehingga harganya lebih murah.
- Tidak memerlukan tembok dan batu tahan api.
- Pemasangannya murah.

1. Unit Demineralisasi Air

Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung di dalam air, seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , HCO_3^- , SO_4^{4-} , Cl^- , dan lain-lain dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan boiler (*Boiler Feed Water*).

Demineralisasi air diperlukan karena air umpan boiler harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- Jika *steam* digunakan sebagai pemanas diharapkan tidak menimbulkan kerak pada kondisi steam yang dikehendaki maupun pada *tube heat exchanger*, karena hal tersebut dapat mengakibatkan turunnya efisiensi operasi, bahkan dapat mengakibatkan tidak dapat beroperasi sama sekali.
- Bebas dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas O_2 dan CO_2 .

- *kation exchanger*

Kation exchanger berfungsi untuk mengikat ion – ion positif yang terlarut dalam air lunak. Air diumpankan ke *kation exchanger* untuk menghilangkan kation-kation mineralnya. Kemungkinan jenis kation yang ada adalah Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Fe^{2+} , Mn^{2+} , dan Al^{3+} .

- *Anion Exchanger*

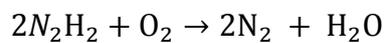
Anion Exchanger berfungsi untuk mengikat ion- ion negatif yang ada dalam air lunak.

Air yang keluar selanjutnya dikirim ke unit *demineralized water storage* sebagai penyimpanan sementara sebelum diproses lebih lanjut sebagai BFW.

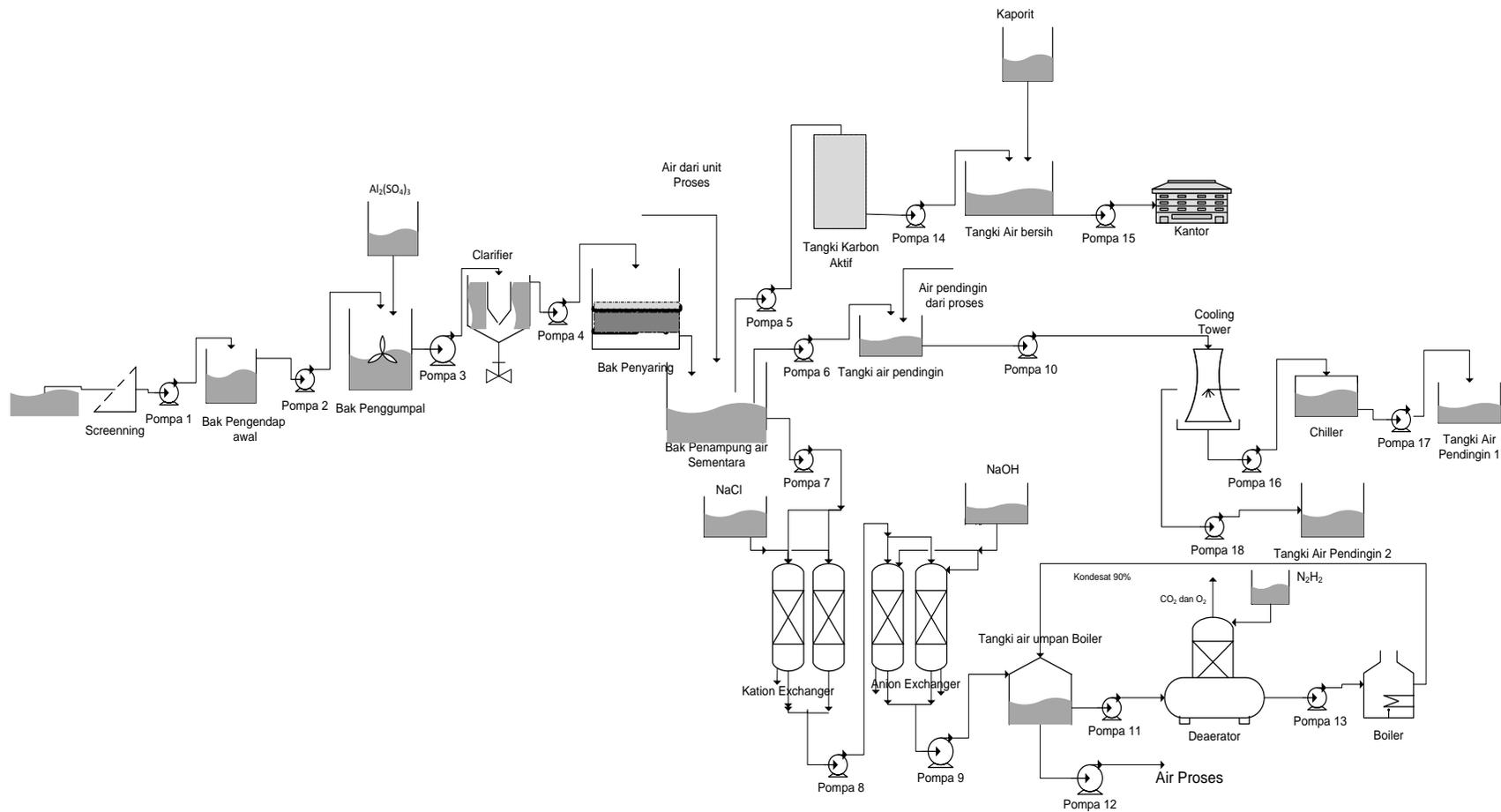
2. Unit Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)

Air yang sudah mengalami demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut terutama oksigen. Gas tersebut dapat menyebabkan korosi, sehingga gas tersebut harus dihilangkan terlebih dahulu dalam suatu deaerator. Pada deaerator diinjeksikan bahan-bahan kimia berikut:

- a. Steam yang berfungsi untuk mengikat O₂ yang terkandung dalam air tidak sepenuhnya dapat menghilangkan kandungan O₂, sehingga perlu ditambahkan Hidrazin.
- b. Hidrazin berfungsi mengikat sisa oksigen berdasarkan reaksi berikut:



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



Gambar 6.1 Utilitas

SPEKIFIKASI ALAT UTILITAS

1) *Screnning*

- a. Kode : S-01
- b. Fungsi :Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran kecil maupun besar.
- c. Lebar : 8 ft
- d. Panjang : 10 ft
- e. Diameter : 1 cm

2) Bak Pengendap Awal

- a. Kode : BU-01
- b. Fungsi :Menampung air yang berasal dari air sungai dan mengendapkan kotoran yang terbawa (ukuran besar) yang tidak tersaring pada saringan kasar dengan waktu tinggal 5 jam.
- c. Bahan :Beton
- d. Jenis : Persegi panjang
- e. Volume : 441,209 m³
- f. Lebar : 9,5916 m
- g. Panjang : 4,7958 m
- h. Tinggi: 9,5916 m

3) Bak Penggumpal

- a. Kode : BU-02
- b. Fungsi : Menyaring dan menggumpalkan kotoran yang terikut dengan waktu tinggal 1 jam.
- c. Bahan : Beton
- d. Jenis : Silinder horisontal
- e. Volume : 88,2412 m³
- f. Diameter : 4,8261 m
- g. Tinggi : 4,8261 m

4) Clarifier

- a. Kode : CL-01
- b. Fungsi : Mengendapkan partikel-partikel halus yang ada dalam air tanah dengan waktu tinggal 1 jam.
- c. Bahan : Beton
- d. Jenis : Silinder terpancung
- e. Volume : 88,2412 m³
- f. Tinggi : 3,0480 m
- g. Diameter atas : 6,2811 m
- h. Diameter bawah : 4,1609 m

5) Bak Penyaring / Sand Filter

- a. Kode : BU-03
- b. Fungsi : Menyaring partikel-partikel halus yang belum terendapkan di *Clarifier*.
- c. Bahan : Beton
- d. Jenis : *Graving Sand Filter*
- e. Volume : 64,1754 m³
- f. Diameter : 4,0877 m
- g. Tinggi : 8,1753 m

6) Bak Penampung Sementara

- a. Kode : BU-04
- b. Fungsi : Menampung air yang berasal dari bak penyaringan.
- c. Bahan : Beton
- d. Jenis : Silinder vertikal
- e. Volume : 70,5929 m³
- f. Tinggi : 4,8021 m
- g. Diameter : 4,8021 m

7) Tangki Karbon Aktif

- a. Kode : TU-01
 - b. Fungsi : Membersihkan air dari bau dan rasa yang kurang
-

sedap.

- c. Jenis : Silinder vertikal
- d. Volume : 0.0120 m³
- e. Tinggi : 1.2933 m
- f. Diameter : 0,1971 m

8) Tangki Air Sanitasi

- a. Kode : TU-02
- b. Fungsi : Menampung air bersih untuk kebutuhan sehari-hari.
- c. Jenis : Silinder vertikal
- d. Volume : 168,7392 m³
- e. Tinggi : 4,7545 m
- f. Diameter : 9,5090 m

9) Kation Exchanger

- a. Kode : TU-03
- b. Fungsi : Menurunkan kesadahan air umpan boiler
- c. Jenis : *Down Flow Cation Exchanger*
- d. Resin : *Natural Greensand Zeolit*
- e. Kapasitas : 36,1630 m³/jam
- f. Diameter : 2,5064 m
- g. Tinggi : 1,5245 m

10) Anion Exchanger

- a. Kode : TU-04
- b. Fungsi : Menghilangkan Anion dari air keluaran kation exchanger
- c. Jenis : *Down Flow anion Exchanger*
- d. Resin : *Synthetic resin Anion Exchanger*
- e. Kapasitas : 36,1630 m³/jam
- f. Diameter : 1,9414 m
- g. Tinggi : 1,2204 m

11) Deaerator

- a. Kode : De

- b. Fungsi : Menghilangkan Kandungan Gas dalam Air terutama O₂ dan CO₂
- c. Jenis : Silinder tegak dengan bahan isian
- d. Kapasitas : 0,26 m³/jam
- e. Diameter : 0,4452 m
- f. Tinggi : 1,485 m

12) Boiler feed Water

- a. Kode : TU-05
- b. Fungsi : menampung sementara air make up boiler
- c. Jenis : Tangki silinder tegak
- d. Volume : 276,1934 m³
- e. Diameter : 6,2 m
- f. Tinggi : 9,3 m

13) Tangki pendingin

- a. Fungsi : untuk menampung air make dan air pendingin yang telah digunakan
- b. Jenis : Tangki silinder tegak
- c. Kapasitas : 58,8783 m³
- d. Diameter : 4,0688 m
- e. Tinggi : 4,0688 m

14) Tangki Pendingin 1

- a. Fungsi : Untuk menampung air pendingin yang keluar dari chiller
- b. Jenis : tangki silinder tegak
- c. Kapasitas : 34,9440 m³
- d. Tinggi : 3,5441 m
- e. Diameter : 3,5441 m

15) Tangki pendingi 2

- a. Fungsi : untuk menampung air pendingin yang keluar dari Cooling tower

- b. Jenis : Silinder tegak
- c. Kapasitas : 0,655 m³
- d. Diameter : 0,4370 m
- e. Tinggi : 0,4370 m

16) Tangki N₂H₂

- a. Fungsi : Membuat larutan N₂H₄ yang mencegah korosi pada boiler.
- b. Jenis : tangki silinder tegak
- c. Volume : 0,43 m³
- d. Diameter : 0,82 m
- e. Tinggi : 0,82 m

17) Tangki Larutan NaOH

- a. Fungsi : Membuat larutan NaOH yang akan digunakan untuk meregenerasi anion exchanger.
- b. Jenis : Tangki Silinder Tegak
- c. Volume : 14,76 m³
- d. Diameter : 2,66 m
- e. Tinggi : 2,66 m

18) Tangki Larutan NaCl

- a. Fungsi : Membuat larutan NaCl yang akan digunakan untuk meregenerasi kation exchanger.
- b. Jenis : Tangki silinder tegak
- c. Volume : 4,37 m³
- d. Diameter : 1,77 m
- e. Tinggi : 1,77 m

19) Boiler

- a. Kode : BL
- b. Fungsi : Membuat Steam Jenuh pada suhu 220 °C
- c. Jenis : *Water Tube Boiler*

d. Kapasitas : 9712,3745 kg/jam

20) POMPA

14.1 Pompa 1

- a. Kode : PU-01
- b. Fungsi : mengalirkan air sungai menuju bak pengendap awal
- c. Bahan : *Commercial steel*
- d. Jenis : *Centrifugal pump*
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 112,9172 m³/jam
- g. Power motor : 6 Hp

14.2 Pompa 2

- a. Kode : PU-02
- b. Fungsi : mengalirkan air sungai ke bak pengendap awal ke bak penggumpal
- c. Bahan : *Commercial steel*
- d. Jenis : *Centrifugal pump*
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 112,9172 m³/jam
- g. Power motor : 2 ½ Hp

14.3 Pompa 3

- a. Kode : PU-03
- b. Fungsi : mengalirkan air sungai dari Bak Penggumpal ke Clarifier
- c. Bahan : *Commercial steel*
- d. Jenis : *Centrifugal pump*
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 112,9172 m³/jam
- g. Power motor : 1/4 Hp

14.4 Pompa 4

- a. Kode : PU-04
- b. Fungsi : mengalirkan air sungai dari Clarifier ke Bak Penyaring
- c. Bahan : *Commercial steel*
- d. Jenis : *Centrifugal pump*
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 90,3337 m³/jam
- g. Power motor : 3 Hp

14.5 Pompa 5

- a. Kode : PU-05
- b. Fungsi : mengalirkan air sungai dari Bak sementara ke Tangki karbon aktif
- c. Bahan : *Commercial steel*
- d. Jenis : *Centrifugal pump*
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 90,3337 m³/jam
- g. Power Motor : 1/4 Hp

14.6 Pompa 6

- a. Kode : PU-06
- b. Fungsi : mengalirkan air sungai dari Bak sementara ke Tangki pendingin
- c. Bahan : *Commercial steel*
- d. Jenis : *Centrifugal pump*
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 90,3337 m³/jam
- g. Power motor : ½ Hp

14.7 Pompa 7

- a. Kode : PU-07
- b. Fungsi : mengalirkan air sungai dari Bak sementara ke kation exchanger
- c. Bahan : *Commersial steel*
- d. Jenis : *Centrifugal pump*
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 43,5897 m³/jam
- g. Power Motor : 1 ½ Hp

14.8 Pompa 8

- a. Kode : PU-08
- b. Fungsi : mengalirkan air sungai dari kation exchanger ke anion Exchanger
- c. Bahan : *Commersial steel*
- d. Jenis : *Centrifugal pump*
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 43,5897 m³/jam
- g. Power motor : 1/4 Hp

14.9 Pompa 9

- a. Kode : PU-09
- b. Fungsi : mengalirkan air sungai dari Anion exchanger ke tangki air umpan Boiler
- c. Bahan : *Commersial steel*
- d. Jenis : *Centrifugal pump*
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 43,5897 m³/jam
- g. Power motor : 2 ¼ Hp

14.10 Pompa 10

- a. Kode : PU-10

- b. Fungsi : mengalirkan air sungai dari Tangki pendingin ke Cooling Tower
- c. Bahan : *Commercial steel*)
- d. Jenis : *Centrifugal pump*
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 67.6653 m³/jam
- g. Power motor : ¾ Hp

14.11 Pompa 11

- a. Kode :PU-11
- b. Fungsi : mengalirkan air demin dari Tangkn boiler air umpa ke deaerator
- c. Bahan : *Commercial steel*
- d. Jenis : *Centrifugal pump*
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 15,3117 m³/jam
- g. Power motor : 1 ½ Hp

14.12 Pompa 12

- a. Kode :PU-12
- b. Fungsi : mengalirkan air sungai dari tangki umpan boiler ke air proses
- c. Bahan : *Commercial steel*
- d. Jenis : *Centrifugal pump*
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 25,9558 m³/jam
- g. Power motor : 1 Hp

14.13 Pompa 13

- a. Kode :PU-13
- b. Fungsi : mengalirkan air sungai dari Daerator ke Boiler
- c. Bahan : *Commercial steel*
- d. Jenis : *Centrifugal pump*

- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 15,3117 m³/jam
- g. Power motor : 1/4 Hp
- 14.14 Pompa 14
- a. Kode :PU-14
- b. Fungsi : mengalirkan air sungai dari T karbon ke T air bersih
- c. Bahan : *Commersial steel*
- d. Jenis : *Centrifugal pump*
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 1,1782 m³/jam
- g. Power motor : 1/4 Hp
- 14.15 Pompa 15
- a. Kode :PU-15
- b. Fungsi : mengalirkan air sungai dari T-02 ke Kantor dan Perumahan
- c. Bahan : *Commersial steel*
- d. Jenis : *Centrifugal pump*
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 1,1782 m³/jam
- g. Power motor : 1/4 Hp
- 14.16 Pompa 16
- a. Kode :PU-16
- b. Fungsi : mengalirkan air dari Cooling tower ke chiller
- c. Bahan : *Commersial steel*
- d. Jenis : *Centrifugal pump*
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 51,0566 m³/jam
- g. Power motor : 1 Hp

14.17 Pompa 17

- a. Kode : PU-17
- b. Fungsi : mengalirkan air dari chiller ke Tangki pendingin 1
- c. Bahan : *Commersial steel*
- d. Jenis : *Centrifugal pump*
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 2,1533 m³/jam
- g. Power motor : 1/4 Hp

14.18 Pompa 18

- a. Kode : PU-18
- b. Fungsi : mengalirkan air dari cooling tower ke Tangki pendingin 2
- c. Bahan : *Commersial steel*
- d. Jenis : *Centrifugal pump*
- e. Jumlah : 2 buah
- f. Kapasitas : 50,0860 m³/jam
- g. Power motor : 1 ¼ Hp

6.3 Unit Pengadaan Listrik

Unit pengadaan listrik bertugas untuk menyediakan listrik guna memenuhi kebutuhan pabrik dan kantor. Kebutuhan listrik tersebut dipenuhi dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Dalam hal ini, karena pabrik dijalankan secara kontinyu, maka untuk menghindari gangguan-gangguan yang mungkin terjadi digunakan *generator set* sebagai cadangan.

Kebutuhan listrik di pabrik meliputi:

- 1) Listrik untuk keperluan proses

Besarnya listrik untuk keperluan proses sebagai berikut :

Tabel 6.5 Konsumsi Listrik Untuk Keperluan Proses

Nama dan alat proses	Power, Hp	Jumlah	Σ power, Hp
Mixer 01	3 1/4	1	3,25
Expansion Valve	27	1	27
Reaktor	1/3	1	0,3333
Crusher	17	1	17
Belt conveyor 01	0,44	1	0,44
Screw Conveyer	1/3	1	0,33333333
Bucket Elevator	1	1	1
filter press	60	1	60
Pompa 01	1/4	1	0,2500
Pompa 02	1/4	1	0,25
Pompa 03	1/4	1	0,2500
Pompa 04	16	1	16
Pompa 05	2 1/2	1	2,5
Pompa 06	1/4	1	0,2500
Pompa 07	1/4	1	0,2500
Pompa 08	1/4	1	0,2500
Pompa 09	1/4	1	0,2500
Pompa 10	1/4	1	0,2500
Pompa 11	1/4	1	0,2500
pompa 12	1/4	1	0,2500
Pompa 13	1 1/4	1	1,25
Total			131,6067

Diketahui 1 Hp = 0,7457 kW

Power yang dibutuhkan = 98,1391 kW

2) Listrik untuk Utilitas

Besarnya listrik untuk unit pendukung proses (utilitas) sebagai berikut :

Tabel 6.6 konsumsi Listrik untuk keperluan Utilitas

Nama dan alat proses	Power, Hp	Jumlah	Σ power, Hp
Pompa utilitas 01	6	1	6,000
Pompa utilitas 02	2 1/2	1	2,500
Pompa utilitas 03	1/4	1	0,250
Pompa utilitas 04	1/4	1	0,250
Pompa utilitas 05	1/4	1	0,250



*Prancangan Pabrik Furfural dari Tandan Kosong Kelapa Sawit
Kapasitas Produksi 6.000 ton/tahun*

Pompa utilitas 06	1/2	1	0,500
Pompa utilitas 07	1 1/2	1	1,500
Pompa utilitas 08	1/4	1	0,250
Pompa utilitas 09	2 1/4	1	2,250
Pompa utilitas 10	1	1	1,000
Pompa utilitas 11	1 1/2	1	1,500
Pompa utilitas 12	1	1	1,000
Pompa utilitas 13	1/4	1	0,250
Pompa utilitas 14	1/4	1	0,250
Pompa utilitas 15	3	1	3,000
Pompa utilitas 16	1 1/4	1	1,250
Pompa utilitas 17	1/4	1	0,250
Pompa utilitas 18	3/4	1	0,7500
Cooling tower	1,000	1	1,000
Total			24,000

Diketahui 1 Hp = 0,7457 kW

Power yang dibutuhkan = 17,8968 kW

3). Listrik untuk penerangan dan AC

Listrik untuk AC diperkirakan sebesar 5000 W = 7 kW

Listrik untuk penerangan diperkirakan sebesar = 100 kW

4). Listrik untuk laboratorium dan bengkel

Listrik yang digunakan diperkirakan = 40 kW

5). Listrik untuk instrumentasi

Listrik yang digunakan diperkirakan sebesar = 5 kW

Jumlah kebutuhan listrik

= (98,1391 + 17,8968 + 7 + 100 + 40 + 5) kW

= 268,0359 kW

Emergency generator yang digunakan mempunyai efisiensi 80 %, maka

Input generator = 335,0449 kW

Untuk keperluan dan cadangan = (500 – 335,0449) kW x 80%

= 131,9641 kW

Spesifikasi Generator

a. Tipe = AC generator

- b. Kapasitas = 500 kW
- c. Tegangan = 220/360 volt
- d. Efisiensi = 80 %
- e. Frekuensi = 50 Hz
- f. Bahan bakar = Solar (*fuel oil*)

6.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit ini bertugas menyediakan atau menyimpan bahan bakar yang digunakan dalam operasi pabrik. Kebutuhan bahan bakar untuk *generator set* :

- a. Jenis bahan bakar : solar
- b. Heating value : 19.604 Btu/lb
- c. Efisiensi bahan bakar : 80%
- d. Sg solar : 0,81
- e. ρ solar : 52,81578 lb/ft³
- f. Kapasitas input generator : 1.706.484,6416 Btu/jam
- g. Kebutuhan solar : 0,0583 m³/jam

6.5 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan digunakan untuk menjalankan sistem instrumentasi. Pengolahan udara ini adalah pengolahan udara yang bebas dari air, bersifat kering, bebas minyak dan tidak mengandung partikel-partikel lainnya.

Udara tekan diperlukan untuk alat kontrol *pneumatic*. Kebutuhan setiap alat kontrol *pneumatic* sekitar 25,2 L/menit (Considine, 1970). Kebutuhan udara tekan diperkirakan 60 m³/jam. Alat untuk penyediaan udara tekan berupa kompressor.

6.4 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan berupa slurry hasil dari Filter press dan sedikit Limbah cair hasil dari Destilasi. Pengolahan Bahan Buangan antara lain :

- a. Slurry digunakan untuk pembuatan arang briket .
- b. Limbah cair diendapkan dengan penambahan mikrobiologis untuk menghilangkan senyawa-senyawa organik.
- c. Buangan air sanitasi
- d. *Bck wash filter*, air berminyak dari pompa

Air buangan sanitasi dari toilet di sekitar pabrik dan perkantoran dikumpulkan dan diolah dalam unit *stabilisasi* dengan menggunakan lumpur aktif, aerasi dan injeksi klorin. Klorin ini berfungsi untuk disinfektan, yaitu membunuh mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit.

Limbah lainnya berupa limbah cair larutan $C_5H_4O_2$ hasil kondensasi dari Destilasi. Cairan tersebut tidak dapat langsung dibuang ke lingkungan karena dapat merusak ekosistem lingkungan sekitarnya. Limbah cair ini diolah bersama air limbah dari *Filter Press* yang telah dinetralkan dengan cara penambahan mikrobiologis untuk mengendapkan senyawa-senyawa organik. Kemudian air limbah tersebut masuk ke dalam bak sedimentasi dan air yang memenuhi syarat dikembalikan ke proses utilitas untuk diolah menjadi air proses.

Limbah padat berasal dari *Filter Press*, yang tidak lolos dalam penyaringan. Limbah padat ini dikeringkan dengan menggunakan matahari langsung kemudian padatan ini mengalami pengarangan (karbonisasi). Setelah pengarangan, padatan ini ditumbuk sampai halus dengan tujuan mendapatkan besar butiran yang sama sehingga kerapatan yang dihasilkan pada proses selanjutnya besar. Kemudian padatan halus tersebut ditambahkan perekat berupa kanji untuk selanjutnya mengalami proses pembriketan. Arang briket yang dihasilkan digunakan sebagai bahan bakar boiler.

Air yang berminyak, yang berasal dari buangan pelumas pompa diolah atau dipisahkan dari air dengan cara perbedaan berat jenisnya. Minyak dibagian atas dialirkan ke penampungan terakhir, kemudian dibuang.

6.6 Laboratorium

Laboratorium memiliki peranan sangat besar di dalam suatu pabrik untuk memperoleh data – data yang diperlukan. Data – data tersebut digunakan untuk evaluasi unit – unit yang ada, menentukan tingkat efisiensi, dan untuk pengendalian mutu.

Pengendalian mutu atau pengawasan mutu di dalam suatu pabrik pada hakikatnya dilakukan dengan tujuan mengendalikan mutu produk yang dihasilkan agar sesuai dengan standar yang ditentukan. Pengendalian mutu dilakukan mulai bahan baku, saat proses berlangsung, dan juga pada hasil atau produk.

Pengendalian rutin dilakukan untuk menjaga agar kualitas dari bahan baku dan produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Dengan pemeriksaan secara rutin juga dapat diketahui apakah proses berjalan normal atau menyimpang. Jika diketahui analisa produk tidak sesuai dengan yang diharapkan maka dengan mudah dapat diketahui atau diatasi.

Tugas laboratorium antara lain :

1. Memeriksa bahan baku yang akan digunakan
2. Menganalisa dan meneliti produk yang akan dipasarkan
3. Menganalisa kadar zat-zat yang dapat menyebabkan pencemaran pada buangan pabrik.
4. Melakukan percobaan yang ada kaitannya dengan proses produksi.

Dalam upaya pengendalian mutu produk, Adapun analisa pada proses pembuatan Furfural ini adalah sebagai berikut:

- Bahan baku yang berupa Tandan Kosong Kelapa sawit (TKKS) dan Asam sulfat dan air yang dianalisa meliputi densitas, viskositas, *specific gravity*, kandungan pentosan didalam TKKS .
- Produk, yang dianalisa meliputi berat jenis Furfural, dan kadar pengotor.

Analisa untuk unit utilitas meliputi:

- Air proses penjernihan, yang dianalisa pH, SiO₂, Ca sebagai CaCO₃, sulfur sebagai SO₄⁻, clor sebagai Cl₂ dan zat padat terlarut
- Air bebas mineral, analisa sama dengan penukar ion
- Air minum yang dianalisa pH, bau, kekeruhan

Untuk mempermudah pelaksanaan program kerja laboratorium, maka laboratorium di pabrik dibagi menjadi tiga (3) bagian :

1. Laboratorium pengamatan

Kerja dan tugas laboratorium ini adalah melakukan analisa secara fisika terhadap semua aliran yang berasal dari proses produksi maupun tangki serta mengeluarkan ‘*certificate of quality*’ untuk menjelaskan spesifikasi hasil pengamatan. Jadi pemeriksaan dan pengamatan dilakukan terhadap bahan baku dan produk akhir.

2. Laboratorium analitik

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

3. Laboratorium penelitian dan pengembangan

Kerja dan tugas laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap permasalahan yang berhubungan dengan kualitas material dalam proses dalam meningkatkan hasil akhir.

6. Kesehatan Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja merupakan hal penting bagi perlindungan tenaga kerja yang berkaitan dengan alat kerja, mesin, bahan dan proses pengolahan, tempat kerja, lingkungannya serta cara pengerjaannya.

Tujuan keselamatan kerja :

1. Melindungi tenaga kerja dalam melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi
2. Menjamin keselamatan orang lain yang berada di lingkungan kerja
3. Memelihara sumber produksi dan dipergunakan secara aman di lingkungan kerja

Untuk pelaksanaan program keselamatan kerja, disediakan perlengkapan pakaian seragam kerja untuk tiap-tiap karyawan. Selain itu perusahaan juga menyediakan alat-alat pelindung diri yang disesuaikan dengan kondisi dan jenis pekerjaan. Peralatan *safety* (*Safety Equipment*) harus dipakai oleh setiap karyawan yang berada di *plant* atau daerah proses. Perlengkapan *safety* yang harus dipakai :

1. Sepatu *safety*
2. *Safety Goggle* (kacamata *safety*)
3. *Ear muff* / *Ear plug*, yaitu penutup telinga yang dipakai untuk mengurangi suara bising dari mesin
4. *Safety Helmet*, yaitu alat pelindung kepala
5. Masker, yaitu penutup hidung dan mulut untuk menyaring udara yang dihisap
6. *Breathing apparatus*, yaitu alat bantu pernafasan dimana dipakai jika udara sekeliling kotor sekali atau beracun.

Adapun tindakan pencegahan yang dilakukan oleh perusahaan antara lain:

1. Penyediaan alat pencegah kebakaran dan kebocoran.
2. Pemberian penerangan, latihan, dan pembinaan agar setiap pekerja yang ada di tempat dapat mengetahui cara melakukan pencegahan jika terjadi kecelakaan, kebakaran, peledakan, dan kebocoran pipa yang berisi zat berbahaya.
3. Pemberian penerangan mengenai pertolongan pertama pada kecelakaan.

BAB VII

ORGANISASI DAN TATA LETAK

7.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik nitrogliserin yang akan didirikan direncanakan mempunyai:

Bentuk : Perseroan Terbatas (PT)

Lapangan Usaha : Industri Furfural

Lokasi Perusahaan : Kawasan Industri Dumai Riau, Sumatra, Indonesia

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini didasarkan atas beberapa faktor sebagai berikut:

1. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta staffnya yang diawasi oleh dewan komisaris, sehingga kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta staffnya atau karyawan perusahaan.
3. Efisiensi dari manajemen. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup cakap dan berpengalaman.
4. Lapangan usaha lebih luas, PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.
5. Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.
6. Mudah mendapatkan kredit bank dengan jaminan perusahaan yang ada.
7. Mudah bergerak dipasar modal.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas (PT) yaitu

- a. perseroan terbatas didirikan dengan akta notaris berdasarkan kitab undang-undang hukum dagang.
- b. Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham.
- c. Pemiliknya adalah para pemegang saham
- d. Perseroan terbatas dipimpin oleh suatu direksi yang terdiri dari para pemegang saham.

Pembinaan

personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi tersebut dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

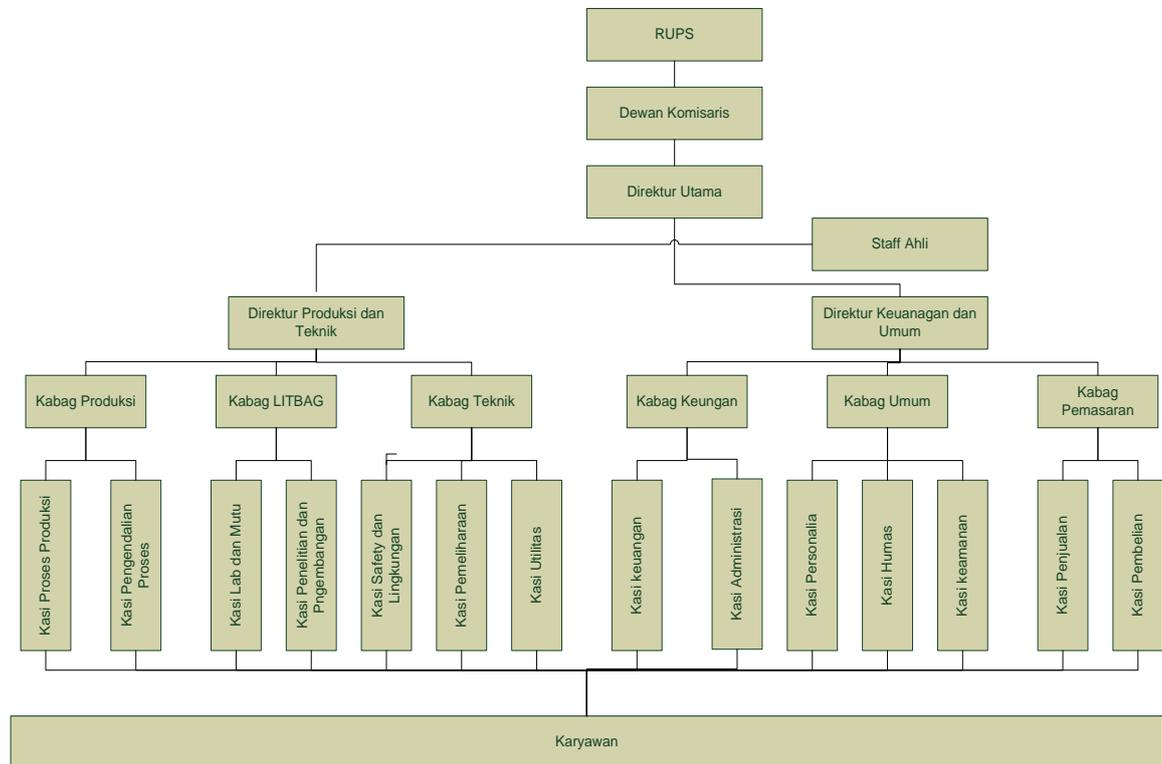
7.2 Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan kerangka dasar suatu perusahaan. Untuk mendapat sistem yang baik maka perlu diperhatikan beberapa pedoman, yang antara lain adalah

- a. perumusan tujuan perusahaan jelas.
- b. pendelegasian wewenang.
- c. pembagian tugas kerja yang jelas.
- d. kesatuan perintah dan tanggung jawab.
- e. sistem pengontrolan atas pekerjaan yang telah dilaksanakan, dan
- f. organisasi perusahaan yang fleksibel.

Dengan berpedoman terhadap asas tersebut maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu sistem lini dan staf. 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 bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi, maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh staf ahli kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan. Tanggung jawab, tugas

serta wewenang tertinggi terletak pada pimpinan yang terdiri dari Direktur Utama dan Direktur yang disebut Dewan Direksi. Sedangkan kekuasaan tertinggi berada pada Rapat Anggota Tahunan.



Gambar 7.1 Susunan Organisasi

Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini sebagai berikut:

7.2.1 Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk PT (Perseroan Terbatas) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang :

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

7.2.2 Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham, sehingga Dewan Komisaris akan bertanggung jawab kepada pemilik saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi:

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

7.2.3 Direktur Direksi

1. Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi didalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab sepenuhnya terhadap dewan komisaris atas kebijakan yang dilakukan.

Tugas : memimpin kegiatan perusahaan secara keseluruhan, menerapkan sistem kerja dan arah kebijaksanaan perusahaan serta bertanggung jawab penuh terhadap jalannya perusahaan.

2. Direktur Teknik dan Produksi

Tugas : Memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi, teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium.

3. Direktur Keuangan dan Umum

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, personalia, dan keselamatan kerja.

7.2.4 Staf Ahli

Staf ahli dan litbang terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu manajer dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf Ahli bertanggung jawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahlian masing-masing. Tugas dan wewenang Staf Ahli :

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

7.2.5 Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh perusahaan. Kepala bagian bertanggung jawab kepada Direktur Utama, kepala bagian terdiri dari :

1. Kepala Bagian Proses

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan pabrik dalam bidang proses produksi

2. Kepala Bagian Utilitas

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan pabrik dalam bidang penyediaan utilitas.

3. Kepala Bagian Pengolahan Limbah

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan pabrik dalam bidang pengolahan limbah.

4. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.

5. Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu
Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan yang berhubungan dengan pengembangan perusahaan, pengawasan mutu, serta keselamatan kerja.
6. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran
Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.
7. Kepala Bagian Umum
Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan.

7.2.6 Karyawan

1. Karyawan Proses
Tugas : Bertanggung jawab atas kelancaran proses produksi
2. Karyawan Utilitas
as : Bertanggung jawab terhadap penyediaan air, *steam*, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi
3. Karyawan Pengolahan Limbah
Tugas : Bertanggung jawab terhadap pengolahan limbah buangan pabrik.
4. Karyawan Laboratorium dan Pengendalian Mutu
Tugas : Menyelenggarakan pemantauan hasil (mutu) dan pengolahan limbah.
5. Karyawan Pemasaran
Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik.
6. Karyawan Keuangan

Tugas : Bertanggung jawab atas pembelian barang-barang untuk kelancaran produksi, bertanggung jawab terhadap pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.

7. Karyawan Pemeliharaan dan Bengkel

gas ::: Bertanggung jawab atas kegiatan perawatan dan pergantian alat-alat serta fasilitas pendukungnya.

8. Karyawan Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Tugas : Mengurus masalah kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

9. Karyawan Humas dan Keamanan

Tugas : Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan, pemerintahan, serta mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

7.3 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

7.3.1. Sistem Kepegawaian

Pada pabrik Furfural ini sistem upah karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian. Menurut statusnya karyawan dibagi menjadi 3 golongan sebagai berikut :

1. Karyawan tetap

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

2. Karyawan harian

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

3. Karyawan borongan

Yaitu karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja.

Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu perusahaan.

Penggolongan jabatan :

- | | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| 1. Direktur utama | : Sarjana Teknik Kimia |
| 2. Direktur Produksi dan umum | : Sarjana Teknik Kimia |
| 3. Direktur keuangan dan umum | : Sarjana Ekonomi |
| 4. kepala bagian produksi | : Sarjana Teknik kimia |
| 5. kepala bagian teknik | : Sarjana Teknik Kimia |
| 6. kepala bagian Litbang | : Sarjana Teknik Kimia |
| 7. kepala bagian pemasaran | : Sarjana Teknik kimia/ Ekonomi |
| 8. kepala bagian umum | : Sarjana Sosial |
| 9. kepala bagian keuangan | : Sarjana Ekonomi |
| 10. Kepala seksi | : Sarjana Teknik/ Ekonomi |
| 11. Staff ahli | : S-2 Teknik Kimia |
| 12. lain –lain | : Sarjana/ SMA/ Ahli madya |

7.3.2 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik Furfural beroperasi 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam perhari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan *shutdown*. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam 2 golongan, yaitu :

a. Karyawan non-shift

Karyawan non-shift adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Termasuk karyawan harian yaitu direktur, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi serta bawahan yang ada di kantor. Karyawan harian dalam satu minggu akan bekerja selama 6 hari dengan jam kerja sebagai berikut :

Jam kerja :

1. Hari Senin-Jum'at : Jam 07.00-15.00
2. Hari Sabtu : Jam 07.00-12.00

Jam istirahat :

1. Hari Senin-Kamis : Jam 12.00-13.00
2. Hari Jumat : Jam 11.00-13.00

b. Karyawan Shift/Ploog

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

Karyawan produksi dan teknik :

1. Shift pagi : Jam 07.00-15.00
2. Shift siang : Jam 15.00-23.00
3. Shift malam : Jam 23.00-07.00

Karyawan Keamanan :

1. Shift pagi : Jam 06.00-14.00
2. Shift siang : Jam 14.00-22.00
3. Shift malam : Jam 22.00-06.00

Untuk karyawan shift ini akan dibagi dalam 4 (A,B,C dan D) regu di mana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat dan dikenakan secara bergantian. Tiap regu akan mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur tiap-tiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya.

Gambar 7.1 Pembagian Shift Karyawan

Tanggal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pagi	A	A	D	D	B	B	C	C	A	A
Siang	C	C	A	A	D	D	B	B	C	C
Sore	B	B	C	C	A	A	D	D	B	B
Off	D	D	B	B	C	C	A	A	D	D

Tanggal	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pagi	D	D	B	B	C	C	A	A	D	D
Siang	A	A	D	D	B	B	C	C	A	A
Sore	C	C	A	A	D	D	B	B	C	C
Off	B	B	C	C	A	A	D	D	B	B

Tanggal	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Pagi	B	B	C	C	A	A	D	D	B	B
Siang	D	D	B	B	C	C	A	A	D	D
Sore	A	A	D	D	B	B	C	C	A	A
Off	C	C	A	A	D	D	B	B	C	C

Keterangan :

P = Shift pagi

M = Shift malam

S = Shift siang

L = Libur

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan karyawannya. Untuk itu kepada seluruh karyawan diberlakukan absensi dan masalah absensi ini akan digunakan pimpinan perusahaan sebagai dasar dalam mengembangkan karier para karyawan dalam perusahaan.

Perincian jumlah tenaga kerja tenaga kerja

Step dalam proses : 3

Kapasitas Produksi : 6000 ton/ tahun
: 18, 1818 ton/hari

Berdasarkan grafik 6.8 peters hal 198 tersebut didapatkan jumlah karyawan proses sebesar 22 orang jam/ hari. Karena jumlah proses keseluruhan terbagi menjadi 3 tahap, maka :

Karyawan proses = 22 orang jam / hari \times 3 tahap = 66 orang jam/ shift

$$\text{Karyawan proses} = \frac{66 \text{ orang} \frac{\text{jam}}{\text{shift}}}{3 \frac{\text{shift}}{\text{shift}}} = 22 \text{ orang jam/ shift}$$

Karena setiap karyawan bekerja selama 8 jam/ hari, maka :

$$\text{Karyawan proses} = \frac{22 \text{ orang} \frac{\text{jam}}{\text{shift}}}{3 \frac{\text{shift}}{\text{shift}}} = 8 \text{ orang jam/ shift}$$

Karena karyawan shift bekerja yang terdiri dari 4 regu yaitu 3 regu bekerja dan 1 regu libur, maka :

Maka jumlah karywan proses keseluruhan = 8 8rang jam/ shift \times 4 regu = 33 orang setiap hari .

Jumlah karyawan harian sebesar = 91 orang

Jadi, julah karyawan total yang diperluka pabrik Furfural sebanyak 129 orang

Tabel 7.2 Jabatan dan Jumlah Pekerja

No	Jabatan	Jumlah
1	Direktur utama	1
2	Direktur Produksi dan umum	1
3	Direktur keuangan dan umum	1
4	kepala bagian produksi	1
5	kepala bagian teknik	1
6	kepala bagian Litbang	1
7	kepala bagian pemasaran	1
8	kepala bagian umum	1
9	kepala bagian keuangan	1
10	Kepala seksi	1
11	kasi proses dan poduksi	1
12	kasi pengendalian proses	1
13	kasi lab dan mutu	1
14	kasi penelitian dan pengembangan	1

15	kasi safety dan lingkungan	1
16	kasi pemeliharaan	1
17	kasi utilitas	1
18	kasi keuangan	1
19	kasi administrasi	1
20	kasi personalia	1
21	kasi humas	1
22	kasi keamanan	1
23	kasi penjualan	1
24	kasi pembelian	1
25	karyawan produksi	33
26	karyawan utilitas	20
27	karyawan pengendalian proses	2
28	karyawan penelitian dan pengembangan	4
29	karyawan pemeliharaan	4
30	karyawan administrasi	2
31	karyawan personalia	2
32	karyawan lab dan mutu	8
33	karyawan safety dan lingkungan	4
34	karyawan humas	2
35	karyawan penjualan	2
36	karyawan pembelian	2
37	Satpam	7
38	Perawat	2
39	Sopir	4
40	Dokter	1
41	Kebersihan	6
Total		129

7.3.3. Sistem Gaji

Sistem gaji Perusahaan ini dibagi menjadi tiga golongan yaitu :

1. Gaji Bulanan

Gaji ini diberikan kepada pegawai tetap. 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 yang telah ditetapkan. Besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

Tabel 7.3 Daftar Gaji Karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji	Total
1	Direktur utama	1	Rp25.000.000	Rp25.000.000
2	Direktur Produksi dan umum	1	Rp18.000.000	Rp18.000.000
3	Direktur keuangan dan umum	1	Rp18.000.000	Rp18.000.000
4	kepala bagian produksi	1	Rp7.000.000	Rp6.000.000
5	kepala bagian teknik	1	Rp7.000.000	Rp6.000.000
6	kepala bagian Litbang	1	Rp7.000.000	Rp6.000.000
7	kepala bagian pemasaran	1	Rp7.000.000	Rp6.000.000
8	kepala bagian umum	1	Rp7.000.000	Rp6.000.000
9	kepala bagian keuangan	1	Rp7.000.000	Rp6.000.000
10	Kepala seksi	1	Rp7.000.000	Rp6.000.000
11	kasi proses dan poduksi	1	Rp5.000.000	Rp4.500.000
12	kasi pengendalian proses	1	Rp5.000.000	Rp4.500.000
13	kasi lab dan mutu	1	Rp5.000.000	Rp4.500.000
14	kasi penelitian dan pengembangan	1	Rp5.000.000	Rp4.500.000
15	kasi safety dan lingkungan	1	Rp5.000.000	Rp4.500.000
16	kasi pemeliharaan	1	Rp5.000.000	Rp4.500.000
17	kasi utilitas	1	Rp5.000.000	Rp4.500.000



*Prancangan Pabrik Furfural dari Tandan Kosong Kelapa Sawit
Kapasitas Produksi 6.000 ton/tahun*

18	kasi keuangan	1	Rp5.000.000	Rp4.500.000
19	kasi administrasi	1	Rp5.000.000	Rp4.500.000
20	kasi personalia	1	Rp5.000.000	Rp4.500.000
21	kasi humas	1	Rp5.000.000	Rp4.500.000
22	kasi keamanan	1	Rp5.000.000	Rp4.500.000
23	kasi penjualan	1	Rp5.000.000	Rp4.500.000
24	kasi pembelian	1	Rp5.000.000	Rp4.500.000
25	karyawan produksi	33	Rp3.500.000	Rp99.000.000
26	karyawan utilitas	20	Rp3.500.000	Rp60.000.000
27	karyawan pengendalian proses	2	Rp3.500.000	Rp6.000.000
28	karyawan penelitian dan pengembangan	4	Rp3.500.000	Rp12.000.000
29	karyawan pemeliharaan	4	Rp3.500.000	Rp12.000.000
30	karyawan administrasi	2	Rp3.500.000	Rp6.000.000
31	karyawan personalia	2	Rp3.500.000	Rp6.000.000
32	karyawan lab dan mutu	8	Rp3.500.000	Rp24.000.000
33	karyawan safety dan lingkungan	4	Rp3.500.000	Rp12.000.000
34	karyawan humas	2	Rp3.500.000	Rp6.000.000
35	karyawan penjualan	2	Rp3.500.000	Rp6.000.000
36	karyawan pembelian	2	Rp3.500.000	Rp6.000.000
37	Satpam	7	Rp3.500.000	Rp21.000.000

38	Perawat	2	Rp2.800.000	Rp5.600.000
39	Sopir	4	Rp2.800.000	Rp11.200.000
40	Dokter	1	Rp6.000.000	Rp3.000.000
41	Kebersihan	6	Rp2.600.000	Rp15.600.000
Total		129	Rp216.200.000	Rp477.400.000

7.4 Kesejahteraan Karyawan

Untuk meningkatkan kesejahteraan karyawan dan keluarganya, perusahaan memberikan fasilitas-fasilitas penunjang seperti: tunjangan, fasilitas kesehatan, transportasi, koperasi, Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), cuti, dan lain-lain.

1. Tunjangan

- a. Tunjangan berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan
- b. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang karyawan
- c. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja

2. Cuti

- a. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.
- b. Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

3. Pakaian kerja

Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya

4. Pengobatan

- a. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kerja, ditanggung oleh perusahaan sesuai dengan undang-undang
- b. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja, diatur berdasarkan kebijaksanaan

7.5 Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dalam suatu perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk jadi dengan mengatur penggunaan faktor-faktor produksi proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan agar diperoleh kualitas produksi yang sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatnya kegiatan produksi maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindarkan 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 diketahui dan selanjutnya dikendalikan kearah yang sesuai.

7.5.1 Perencanaan Produksi

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor eksternal dan internal. Yang dimaksud faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

1. Kemampuan pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan :

- a) Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal
- b) Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik

Ada 3 alternatif yang bisa diambil, yaitu :

- 1) Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi
- 2) Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya
- 3) Mencari daerah pemasaran lain

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain:

a. Material/bahan baku

Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan

b. Manusia/tenaga kerja

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau *training* pada karyawan agar ketrampilan meningkat.

c. Mesin/peralatan

Ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan peralatan, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja mesin efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu.

7.5.2 Pengendalian Proses

Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai

dengan standar dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal.

Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut :

1) Pengendalian kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku jelek, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor/analisa pada bagian laboratorium pemeriksaan.

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 yang ada.

3) Pengendalian waktu

Untuk mencapai tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

4) Pengendalian bahan proses

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

7.6 Tata Letak (*Lay Out*) Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik didasarkan atas pertimbangan nilai praktis dan menguntungkan, baik ditinjau dari segi teknis maupun ekonomis. Perencanaan *lay out* pabrik meliputi perencanaan area penyimpanan, area proses dan *handling area*. Secara garis besar *lay out* pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama yaitu:

- 1) Daerah administrasi atau perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol.
 - Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi

- Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan di proses serta produk yang dijual.
- 2) Daerah proses merupakan daerah tempat-tempat proses diletakkan dan tempat proses berlangsung.
- 3) Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi
- 4) Daerah utilitas merupakan daerah kegiatan penyediaan air, *steam*, udara tekan dan listrik.

Adapun faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik antara lain:

1) Penyediaan bahan baku

Lokasi pabrik sebaiknya dekat dengan penyediaan bahan baku dan pemasaran produk untuk menghemat biaya transportasi. Pabrik juga sebaiknya dekat dengan pelabuhan, jika ada bahan baku atau produk yang dikirim dari atau ke luar negeri.

2) Pemasaran

Tandan Kosong Kelapa Sawit merupakan bahan yang sangat dibutuhkan oleh industri sebagai bahan baku utama, sehingga pendirian pabrik diusahakan dilakukan di kawasan industri.

3) Ketersediaan energi dan air

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam suatu pabrik baik untuk air proses, pendingin atau kebutuhan lainnya. Sumber air biasanya berupa sungai, laut atau danau. Energi merupakan faktor utama dalam operasional pabrik.

4) Ketersediaan tenaga kerja

Tenaga kerja merupakan pelaku dari proses produksi. Ketersediaan tenaga kerja yang terampil dan terdidik akan memperlancar jalannya proses produksi.

5) Kondisi geografis dan social

Lokasi pabrik sebaiknya terletak didaerah yang stabil dari gangguan

bencana alam (banjir, gempa bumi). Kebijakan pemerintah setempat juga turut mempengaruhi lokasi pabrik yang akan dipilih. Kondisi sosial masyarakat diharapkan memberi dukungan terhadap operasional pabrik sehingga dipilih lokasi pabrik yang memiliki masyarakat yang dapat menerima keberadaan pabrik.

6) Luas area yang tersedia

Harga tanah menjadi hal yang membatasi penyedia area. Pemakaian tempat disesuaikan dengan area yang tersedia, jika harga tanah amat tinggi maka diperlukan efisiensi dalam pemakaian ruangan hingga peralatan tertentu diletakkan diatas peralatan yang lain.

7) Fasilitas dan transportasi

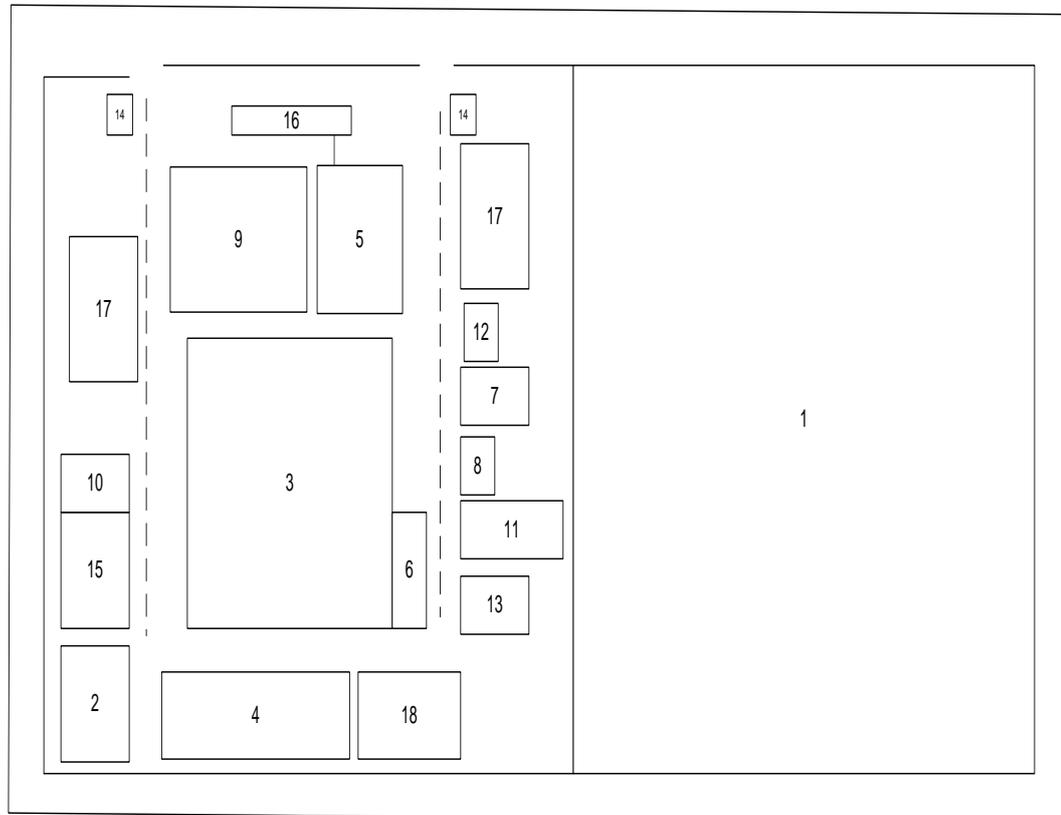
8) Keamanan negara

Adapun luas tanah sebagai bangunan pabrik seperti terlihat dalam tabel di bawah ini

Tabel 7.4 Luas Bangunan Pabrik

No	Nama Bangunan	Ukuran (m)	Luas (m ²)
1	Area Pengembangan	125 × 80	10000
2	Bengkel	20 x 20	400
3	Daerah Proses	50 x 60	3000
4	Daerah Utilitas	55 x 15	825
5	Gedung Pertemuan	25 x 25	625
6	Gudang tandan kosong kelapa sawit	10 x 20	200
7	K3 dan <i>Fire Hidrant</i>	20 x 10	200
8	Kantin	10 x 10	100
9	Kantor	40 x 25	1000
10	Laboratorium	20 x 10	200
11	Masjid	30 x 10	300
12	Perpustakaan	10 x 10	100
13	Poliklinik	20 x 10	200
14	Pos Keamanan	2 x (3 x 5)	30
15	Ruang Kontrol	20 x 20	400
16	Taman	35 × 7	350

17	Tempat Parkir	20 x 25	500
18	UPL	30 x 15	450
19	Jalan	2 ×(100× 6)	1200
Total Luas bangunan			20080



Gambar 7.2 Tata Letak Pabrik Furfural

Keterangan	
1	Area Pengembangan
2	Bengkel
3	Daerah Proses
4	Daerah Utilitas
5	Gedung Pertemuan
10	Laboratorium
11	Masjid
12	Perpustakaan
13	Poliklinik
14	Pos Keamanan

6	Gudang tandan kosong kelapa sawit	15	Ruang Kontrol
7	K3 dan <i>Fire Hidrant</i>	16	Taman
8	Kantin	17	Tempat Parkir
9	Kantor	18	UPL

7.7 Tata Letak Peralatan

Pengaturan tata letak peralatan proses pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik dapat efisien dan proses produksi dan distribusi dapat berjalan lancar. Beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan adalah:

1. **Ekonomi**

Letak alat-alat proses harus sebaik mungkin sehingga memberikan biaya konstruksi dan operasi yang minimal. Biaya konstruksi dapat diminimalkan dengan mengatur letak alat sehingga menghasilkan pemipaan yang terpendek dan membutuhkan bahan konstruksi paling sedikit.

2. **Aliran bahan baku dan produk**

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu diperhatikan elevasi pipa untuk pipa diatas tanah perlu dipasang pada ketinggian 3 m atau lebih dan untuk untuk pemipaan pada permukaan tanah harus diatur agar tidak mengganggu lalu lintas pekerja.

3. **Kebutuhan proses**

Letak alat harus memberikan ruangan yang cukup bagi masing-masing alat agar dapat beroperasi dengan baik dengan distribusi utilitas yang mudah.

4. **Operasi**

Peralatan yang membutuhkan lebih dari satu operator harus diletakkan dekat dengan control room. Valve, tempat pengambilan sampel dan

instrumen harus diletakkan pada posisi dan ketinggian yang mudah dijangkau oleh operator.

5. Perawatan

Letak alat proses harus memperhatikan ruangan untuk perawatan. Misalnya pada heat exchanger yang memerlukan ruangan yang cukup untuk pembersihan tube.

6. Keamanan

Letak alat-alat proses harus sebaik mungkin, agar jika terjadi kebakaran tidak ada yang terperangkap didalamnya serta mudah dijangkau oleh kendaraan atau alat pemadam kebakaran.

7. Perluasan dan pengembangan pabrik

Setiap pabrik yang didirikan diharapkan dapat berkembang dengan penambahan unit sehingga diperlukan susunan pabrik yang memungkinkan adanya perluasan

8. Lalu lintas manusia

Penempatan alat proses harus diatur sedemikian rupa sehingga pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah dan apabila terjadi gangguan alat proses dapat segera diatasi.

9. Aliran udara dan cahaya

Aliran udara didalam dan di sekitar alat proses perlu diperhatikan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat menyebabkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya. Penerangan seluruh pabrik harus memadai terutama pada tempat proses yang berbahaya.

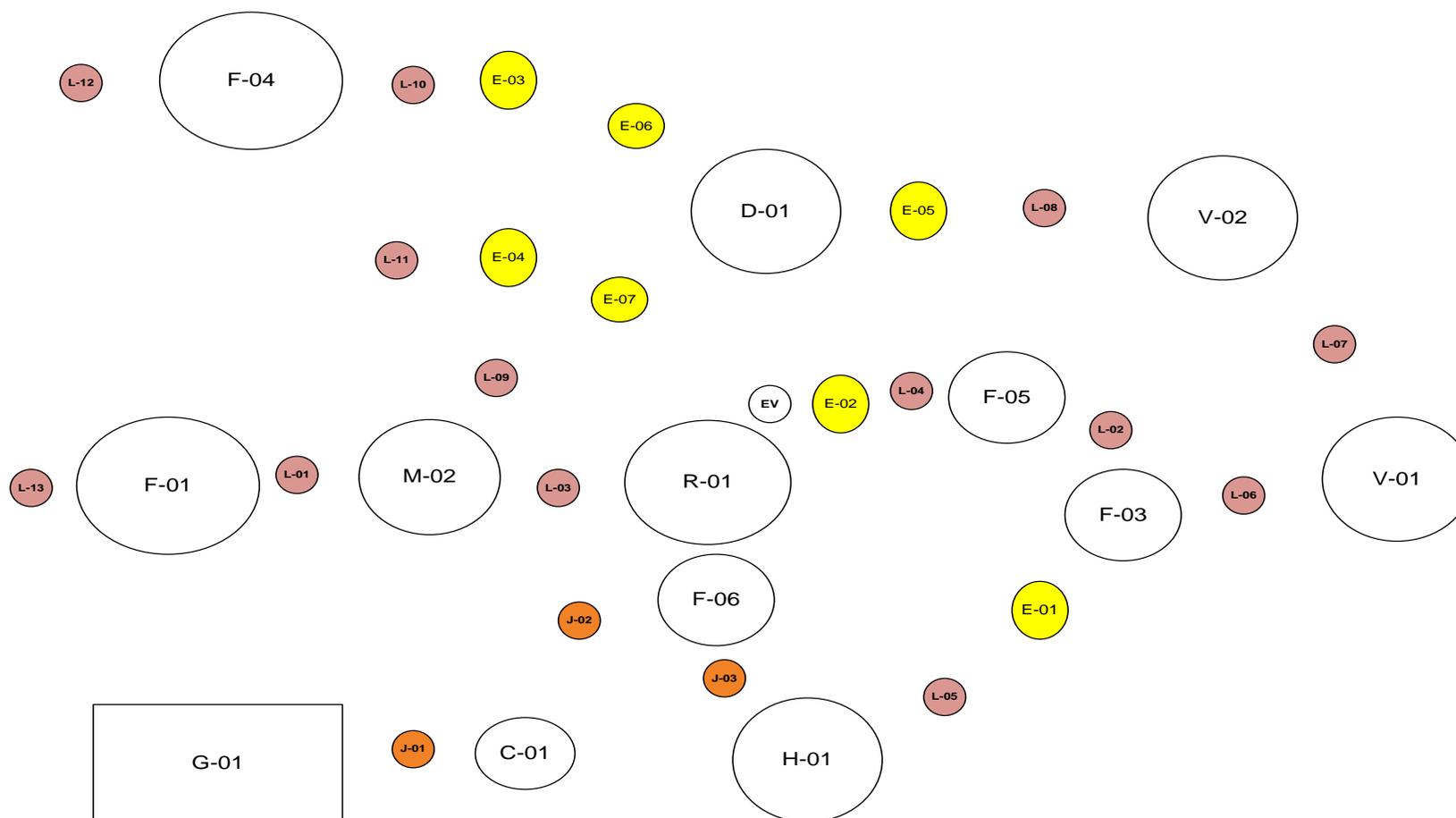
Tujuan perancangan tata letak alat-alat proses antara lain:

1. Kelancaran produksi dapat terjamin
2. Dapat mengefektifkan penggunaan luas lantai
3. Biaya material *handling* menjadi rendah sehingga urusan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu untuk memakai alat angkut dengan biaya mahal.



4. Karyawan mendapatkan kepuasan kerja sehingga produktifitas meningkat.

Berikut ini gambaran letak alat :



Grafik 7.3 Tata Letak alat

Keterangan :

F-01	: Tangki Larutan Asam sulfat
F-05	: Tangki penyimpan 1
F-03	: Tangki Sementara
F-04	: Tangki Penyimpanan Furfural
F-06	: Tangki Penyimpanan 2
M-01	: Mixer
R-01	: Reaktor
V-01	: Evaporator 1
V-02	: Evaporator 2
D-01	: Destilasi
J-01	: Belt Conveyor
J-02	: Bucket Elevator
J-03	: Screw Conveyor
L-01s/d 13	: Pompa
E-01	: Cooler -01
E-02	: Cooler -02
E-03	: Cooler -03
E-04	: Cooler -04
E-05	: Heater
E-06	: Kondensor
E-07	: Reboiler
EV	: Expander

BAB VIII

EVALUASI EKONOMI

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak dan layak atau tidak jika didirikan.

Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi :

1. Modal (*Capital Investment*)
 - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
2. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)
 - a. Biaya produksi langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya produksi tidak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
 - c. Biaya tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)
3. Pengeluaran Umum (*General Expenses*)
4. Analisis kelayakan
 - a. *Percent return on investment (ROI)*
 - b. *Pay out time (POT)*
 - c. *Break even point (BEP)*
 - d. *Shut down point (SDP)*
 - e. *Discounted cash flow (DCF)*

Dasar perhitungan :

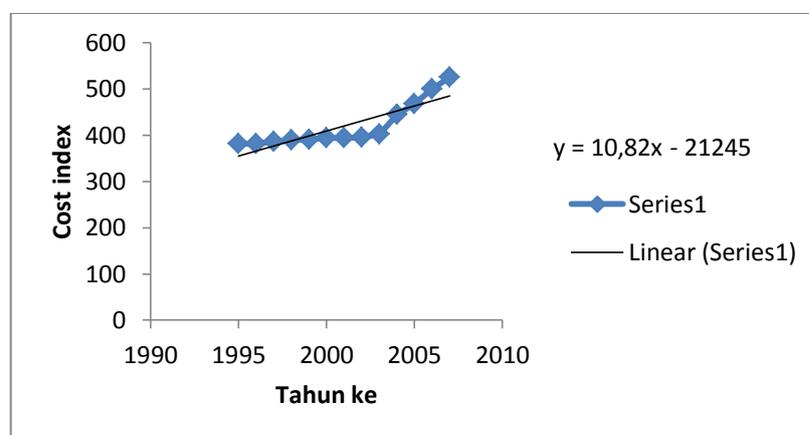
Kapasitas Produksi	: 6.000 ton/tahun
Pabrik Beroperasi	: 330 Hari Kerja
Umur alat	: 10 Tahun
Nilai Kurs	: 1 US \$ = Rp 13.456,00
Tahun Evaluasi	: 2015
Upah Buruh Indonesia	: Rp2.300.000,00/Bulan (untuk kawasan Riau 2017)

Pabrik beroperasi selama satu tahun produksi adalah 330 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2015.

Di dalam analisis ekonomi harga –harga alat maupun harga – harga lain diperhitungkan pada tahun analisis. Untuk mencari harga pada tahun analisis, maka dicari index pada tahun analisis.

Tabel 8.1 *Cost Index Chemical Plant*

Tahun	Tahun Ke	Index
1995	1	381,1
1996	2	381,7
1997	3	386,5
1998	4	389,5
1999	5	390,6
2000	6	394,1
2001	7	394,3
2002	8	395,6
2003	9	402
2004	10	444,2
2005	11	468,2
2006	12	499,6
2007	13	525,4



Gambar 8.1 Hubungan tahun dengan cost index

Dengan menggunakan persamaan Linear $Y = ax + b$, Didapatkan :

$$Y = 10,82 x - 21245$$

Untuk tahun 2022, sehingga diperoleh indeks tahun 2022 sebagai adalah 633,04 Menurut Peters and Timmerhius 2003 untuk megestimasi harga sekarang dngan menggunakan persamaan

$$E_x = E_y \times \frac{N_x}{N_y}$$

- E_x = Harga pembelian pada tahu 2022
 E_y = Harga pembelian pada tahun 2015 (harga pembelian pada tahun referensi)
 N_x = Indeks harga pada tahun 2022
 N_y = Indeks Harga pada tahun 2015 (harga pembelian pada tahun referensi)

A. Investasi Modal (*Capital Investment*).

Capital Invesment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas produksi dan untuk menjalankannya.

1. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*).

Modal tetap adalah investmentasi untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembantunya.

2. Modal Kerja (*Working Capital Investment*).

Modal kerja adalah bagian yang diperlukan untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

B. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*).

Manufacturing cost merupakan jumlah dari semua biaya langsung, maupun tidak langsung dan biaya-biaya tetap yang timbul akibat pembuatan suatu produk.

Manufacturing Cost meliputi :

1. Biaya produksi langsung (*Direct cost*) adalah pengeluaran yang bersangkutan khusus dalam pembuatan produk.

2. Biaya produksi tak langsung (*Indirect cost*) adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung dan bukan langsung karena operasi pabrik.
3. Biaya tetap (*Fixed cost*) merupakan biaya yang tidak tergantung waktu maupun jumlah produksi, meliputi : depresiasi, pajak asuransi dan sewa.

C. Pengeluaran Umum (*General Expenses*).

General expenses meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

D. Analisis Kelayakan.

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

Beberapa analisis untuk menyatakan kelayakan :

1. *Percent Return On Investment (ROI)*

Percent Return On Investment merupakan perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasi.

$$Prb = \frac{Pb \times ra}{If} \qquad Pra = \frac{Pra \times ra}{If}$$

Dengan : Prb = ROI sebelum pajak

Pra = ROI sesudah pajak

Pb = keuntungan sebelum pajak

Pa = keuntungan sesudah pajak

If = *fixed capital investment*

2. *Pay Out Time (POT)*

Pay Out Time adalah jumlah tahun yang telah berselang sebelum didapatkan sesuatu penerimaan melebihi investasi awal

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

$$POT = \frac{If}{Pb \times rb + 0,1 \times Fa}$$

3. *Break Even Point (BEP)*

Break Even Point adalah titik impas di mana pabrik tidak mempunyai suatu keuntungan.

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

Dimana :

- Sa = penjualan produk
- Ra = *regulated cost*
- Va = *variable cost*
- Fa = *fixed manufacturing cost*

4. *Shut Down Point (SDP)*

Shut Down Point adalah dimana pabrik mengalami kerugian sebesar *fixed cost* sehingga pabrik harus ditutup .

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

8.1 Perhitungan Biaya :

a. Investasi Modal (*Capital Investment*).

Capital Invesment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas produksi dan untuk menjalankannya.

1. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*).

Modal tetap adalah investmentasi untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembantunya.

2. Modal Kerja (*Working Capital Investment*).

Modal kerja adalah bagian yang diperlukan untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

b. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*).

Manufacturing cost merupakan jumlah dari semua biaya langsung, maupun tidak langsung dan biaya-biaya tetap yang timbul akibat pembuatan suatu produk.

Manufacturing Cost meliputi :

1. Biaya produksi langsung (*Direct cost*) adalah pengeluaran yang bersangkutan khusus dalam pembuatan produk.
2. Biaya produksi tak langsung (*Indirect cost*) adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung dan bukan langsung karena operasi pabrik.
3. Biaya tetap (*Fixed cost*) merupakan biaya yang tidak tergantung waktu maupun jumlah produksi, meliputi : depresiasi, pajak asuransi dan sewa.

c. Pengeluaran Umum (*General Expenses*).

General expenses meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost* .

d. Analisis Kelayakan.

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

Beberapa analisis untuk menyatakan kelayakan :

1. *Percent Return On Investment (ROI)*

Percent Return On Investment merupakan perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasi.

$$Prb = \frac{Pb \times ra}{If} \qquad Pra = \frac{Pra \times ra}{If}$$

Dengan :

Prb = ROI sebelum pajak

Pra	= ROI sesudah pajak
Pb	= keuntungan sebelum pajak
Pa	= keuntungan sesudah pajak
If	= <i>fixed capital investment</i>

2. Pay Out Time (POT)

Pay Out Time adalah jumlah tahun yang telah berselang sebelum didapatkan sesuatu penerimaan melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.

$$POT = \frac{If}{Pb + 0,1 \times Fa}$$

3. Break Even Point (BEP)

Break Even Point adalah titik impas di mana pabrik tidak mempunyai suatu keuntungan.

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

Dimana :

Sa	= penjualan produk
Ra	= <i>regulated cost</i>
Va	= <i>variable cost</i>
Fa	= <i>fixed manufacturing cost</i>

4. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point adalah dimana pabrik mengalami kerugian sebesar *fixed cost* sehingga pabrik harus ditutup .

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



8.2 Total Fixed Capital Investment

Tabel 8.2 Fixed Capital Investment

FIXED CAPITAL INVESMENT	Rp
PEC	18.399.183.532
Instalasi	7.911.648.918,96
Pemipaan	12.143.461.131,43
Instrument	5.519.755.059,74
Listrik	3.679.836.706,49
Isolasi	1.655.926.518
Tanah + jalan	5.537.250.000,00
Bangunan	24.075.000.000,00
Utilitas	25.243.972.741,75
Jumlah PPC	104.166.034.608,78
Engineering & Contruction, 20%	20.833.206.921,76
Jumlah DPC	124.999.241.530,54
Contractor's fee, 10%	12.499.924.153,05
Contingency, 10%	12.499.924.153,05
Jumlah FCI	149.999.089.836,64

8.3 Working Capital

Tabel 8.3 Working Capital

Working Capital (MODAL KERJA)				
Persediaan bahan baku	$1/12 \times \text{bahan baku}$	=	Rp	6.854.450.344,82
Bahan baku dlm proses	$0.5/330 \times \text{manufacturing}$	=	Rp	462.913.599,84
Biaya sebelum terjual	$1/12 \times \text{manufaktur}$	=	Rp	25.460.247.991,30
Persediaan uang	$1/12 \times \text{manufaktur}$		Rp	25.460.247.991,30
JUMLAH			Rp	58.237.859.927,27



8.4 Manufacturing Cost

Tabel 8.4 Manufacturing Cost

Manufacturing Cost	Rp
Bahan Baku	82.253.404.137,82
Buruh(Labor)	477.400.000,00
Supervisi	47.740.000,00
Perawatan	7.499.954.491,83
Plant Suplies	749.995.449,18
Royalty	8.926.437.600,00
Utilitas	152.543.222.773,99
Direct Manufacturing Cost	252.498.154.452,83
Payroll	95.480.000,00
Laboratorium	95.480.000,00
Plant Overhead	334.180.000,00
Packed	29.999.817.967,33
Indirect Manufacturing Cost	30.524.957.967,33
Depresiasi	14.999.908.983,66
Pajak	5.999.963.593,47
Asuransi	1.499.990.898,37
Fixed Manufacturing Cost	22.499.863.475,50
Manufacturing Cost	305.522.975.895,65

8.5 General Expenses

Tabel 8.5 General Expense

General Expense			
Administrasi	4% MC	Rp	12.220.919.035,83
Sales	10% MC	Rp	30.552.297.589,57
Riset	10% MC	Rp	30.552.297.589,57
Total general Expanse =		Rp	73.325.514.214,96

8.6 Analisis Ekonomi

$$\begin{aligned}
 \text{Total cost} &= \text{Manufacturing Cost} + \text{General Expense} \\
 &= 305.522.975.895,65 + 73.325.514.214,96 \\
 &= \text{Rp } 378.848.490.110,61
 \end{aligned}$$

Keuntungan :

$$\begin{aligned}
 \text{Harga jual} &= \text{Rp } 446.321.880.000,00 \\
 \text{Total cost} &= \text{Rp } 378.848.490.110,61 \\
 \text{Keuntungan sebelum pajak} &= \text{Rp } 67.473.389.889,39 \\
 \text{Keuntungan sesudah pajak} &= \text{Rp } 47.231.372.922,58 \\
 \text{Pajak 30\% dari keuntungan} &= \text{Rp } 20.242.016.966,82
 \end{aligned}$$

Return Of invesment

Dalam bentuk dasar ROI dapat didefinisikan sebagai rasio (perbandingan) yang dinyatakan dalam prosentase dari keuntungan tahunan dengan investasi modal.

Dengan :

$$\begin{aligned}
 Prb &= \text{ROI sebelum pajak} \\
 Pra &= \text{ROI sesudah pajak} \\
 Pb &= \text{keuntungan sebelum pajak} \\
 Pa &= \text{keuntungan sesudah pajak} \\
 If &= \text{fixed capital investment}
 \end{aligned}$$

$$Prb = \frac{Pb \times ra}{If}$$

$$\begin{aligned}
 Prb &= \frac{67.473.389.889,39}{149.999.089.836,64} \times 100\% \\
 &= 44,983 \%
 \end{aligned}$$

Jadi ROI sebelum pajak adalah 44,983 %

$$Pra = \frac{Pra \times ra}{If}$$

$$P_{ra} = \frac{47.231.372.922,58}{149.999.089.836,64} \times 100\%$$

$$= 31,488\%$$

Jadi ROI sesudah pajak adalah 31,488 %

8.6.2 Pay Out Time

jangka waktu pengembalian modal yang ditanam berdasarkan keuntungan yang dicapai.

$$POT = \frac{If}{Pb + 0,1 \times Fa}$$

$$POT = \frac{149.999.089.836,64}{67.473.389.889,39 + 0,1 \times 149.999.089.836,64}$$

$$= 1,819$$

Jadi POT sebelum pajak adalah 1,819 tahun

$$POT = \frac{If}{Pb + 0,1 \times Fa}$$

$$POT = \frac{149.999.089.836,64}{47.231.372.922,58 + 0,1 \times 149.999.089.836,64}$$

$$= 2,410$$

Jadi POT sesudah pajak adalah 2,410 tahun

8.6.3 Break even point (BEP)

titik batas suatu pabrik dapat dikatakan tidak untung tidak rugi.

Tabel 8.6 Fixed Cost

Fixed Cost (Fa)	Rp
Depreciation	14.999.908.983,66
Pajak	5.999.963.593,47
Insurance	1.499.990.898,37
Total	22.499.863.475,50

Tabel 8.7 Variable Cost

Variable cost (Va)	Rp
Bahan Baku	82.253.404.137,82
Royalty and Patent	8.926.437.600,00
Utilitas	152.543.222.773,99
Packaging and Shipping	29.999.817.967,33
Total	273.722.882.479,14

Tabel 8.8 *Regulated Cost*

Regulateted Cost (Ra)	Rp
Labour	477.400.000,00
Maintenance	7.499.954.491,83
Plant Suplies	749.995.449,18
Labolatory	95.480.000,00
Payroll Overhead	95.480.000,00
Plant Overhead	334.180.000,00
General Expense	73.325.514.214,96
Total	82.578.004.155,97

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

$$BEP = \frac{22.499.863.475,50 + 0,3 \times 82.578.004.155,97}{446.321.880.000 - 273.722.882.479,14 - 0,7 \times 82.578.004.155,97} \times 100\%$$

$$= 41,181 \%$$

8.6.4 Shut down Point

suatu titik di mana pabrik merugi sebesar *fixed cost*.

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

$$SDP = \frac{0,3 \times 82.578.004.155,97}{446.321.880.000,00 - 273.722.882.479,14 - 0,7 \times 82.578.004.155,97} \times 100\%$$

$$= 21,581 \%$$

8.6.5 Discounted cash flow (DCF)

Analisis kelayakan ekonomi dengan menggunakan “*Discounted Cash Flow*” merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun didasarkan pada jumlah investasi yang tidak kembali pada setiap tahun selama umur ekonomi. *Rated of return based on discounted cash flow*

$$(FC + WC)(1 + i)^N = \sum_{j=1}^N C_j (1 + i)^{N-j} + WC + SV$$



adalah laju bunga maksimal di mana suatu pabrik atau proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

Dimana :

C	: Annual Cost	:	Rp	81.173.706.411,77
SV	: Salvage value	:	Rp	14.999.908.983,66
WC	: Working capital	:	Rp	58.237.859.927,27
FC	: Fixed capital	:	Rp	149.999.089.836,64

Dengan trial and error diperoleh 20,50 %

BAB IX

Kesimpulan

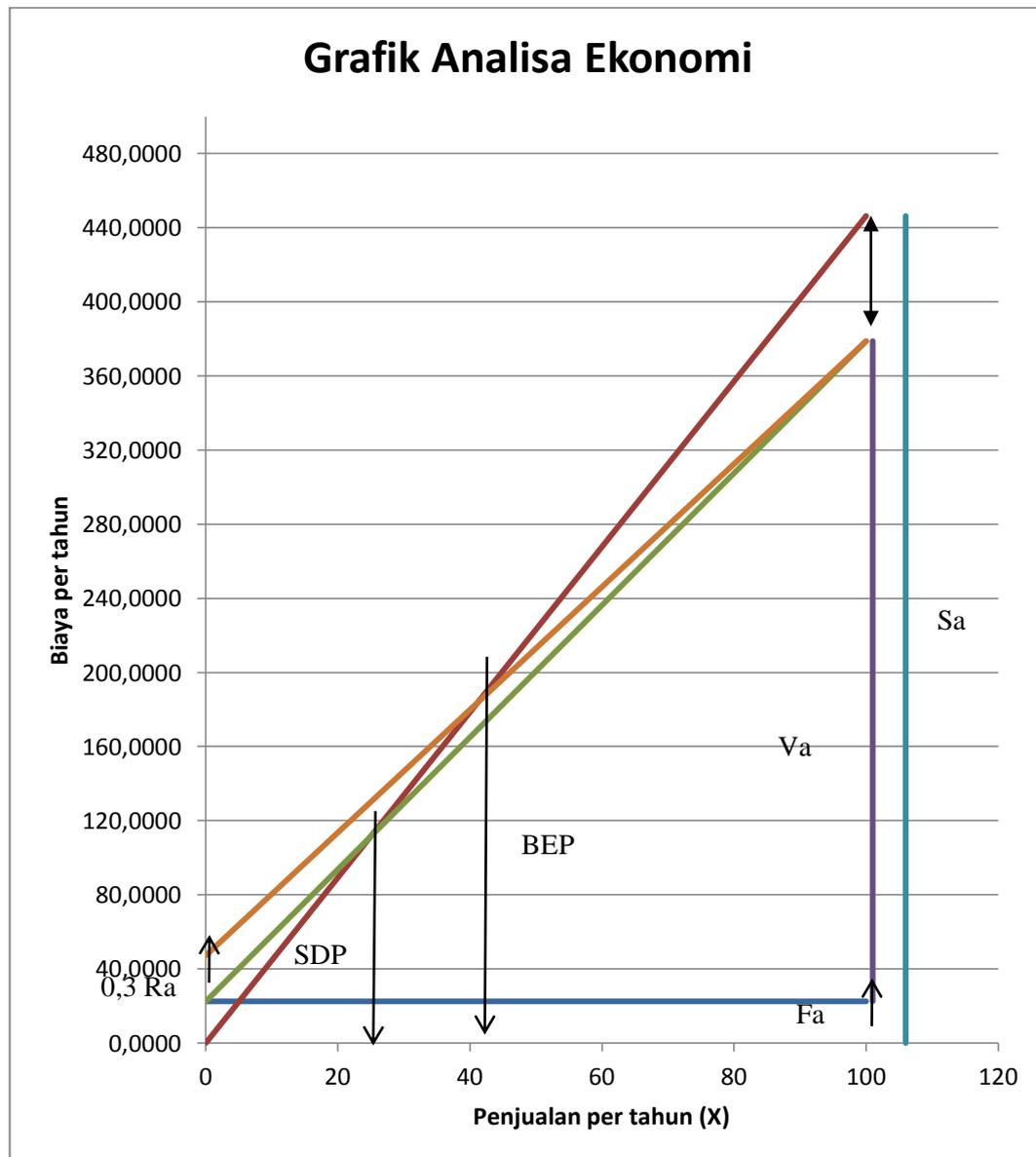
Berdasarkan hasil perhitungan secara teknis Pabrik Furfural memiliki resiko tinggi karena Proses pembuatan Furfural dengan metode *Supra Yield* memiliki kondisi operasi dengan tekanan 18 atm dan suhu 206°C. Reaksi berlangsung secara *endothermis, irreversible*. Kebutuhan Tandan Kosong Kelapa sawit sebesar 7336,116 kg/jam, Asam Sulfat sebesar 26,4442 kg/jam. Produk berupa Furfural sebesar 757,5758 kg/jam.

Berdasarkan analisis kelayakan yang sudah dilakukan sebelumnya, pabrik furfural ini tergolong beresiko tinggi dengan beberapa parameter analisis kelayakan yang didapat sebagai berikut :

1. *Percent Return On Investment (ROI)* sebelum pajak sebesar 44, % (untuk ROI sebelum pajak mmiliki batasan 44,983% karena pabrik beresiko tinggi)
2. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak selama 1,819 tahun (Untuk POT memiliki batasan 2 tahun)
3. *Break Event Point (BEP)* sebesar 41,181 % (Untuk BEP dengan batasan 40 – 60%)
4. *Shut Down Point (SDP)* sebesar 21,581 %
5. *Discounted Cash Flow (DCF)* sebesar 20,50 %

Jadi dapat disimpulkan bahwa pabrik furfural dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan kapasitas 6.000 ton/tahun layak untuk didirikan .

Gambar 9.1 hasil analisis ekonomi dapat digambarkan sebagai berikut :



DAFTAR PUSTAKA

- Arnold, D.R and Buzzard, J. L., 2003, *A Novel Process for Furfural Production* ,
Proceedings of the south African Chemical Engineering.
- Badan Pusat statistik. (2013-2016). “*Statistik Perdagangan Luar Negeri*”.
(www.bps.co.id)
- Brownell E. Llyyd & Edwin H. Young. *Equipment Design*. New York: John
Wiley & Son's, inc.
- Brown, G.G., 1950, *Unit Operation*, Jhon Wiley and Sons, Inc., New York.
- Coulson & Richardson's. (1999). *Chemical Enginnering Design*, vol 6, 3st, New
York: R.K. Sinnott.
- Dirattanhun, 2008, *Pemanfaatan Limbah dan Hasil Samping Kelapa Sawit*,
www.ditjenbun.go.id
- Direktorat Jenderal Perkebunan, 2014, *Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas
Kelapa Sawit*, Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta.
- Dirjen Pengembangan Perwilayahan Industri, 2012, *Direktori Kawasan Industri
2012*, Jakarta.
- Geankoplis, C.J, 1993, *Transport Processes and Unit Operations*, Prentice hall
international Inc.
- Kern, D.Q.,(1950). *Process Heat Transfer*. New York: Mc Graw Hill
International Book Company Inc.
- Levenspiel, O, 1999, *Chemical Engineering Reactions*, New York : John Wiley
and Sons, Inc.,
- Mc Ketta, J, J., 1976, *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*, New
York and Basel.

Mccabe,W.L, Smith,J & Harriot,P, 1999, Unit Operations of Chemical Engineering, McGraw-Hill International Inc.

Peters, M., & Timmerhaus, K. (2003). *Plant Design and Economic for Chemical Engineering 5th ed.* New York: Mc Graw Hill International Book Company Inc.

Purwito dan Anita, F., 2005, *Pemanfaatan Limbah Sawit dan Asbuton untuk Bahan Pencegah Serangan Rayap Tanah*, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.

Rase, H.F., and Holmes, J.R., (1977). *Chemical Reactor Design for Process Plant, Volume One.* Principles and Techniques. New York: John Wiley and Sons, Inc.,

Reklaitis, G.V, 1983, *Introducton TO Material and Energy Balances*, New York : John Wiley and Sons, Inc.,

Smith, J.M., and Van Ness, C.H., (1978). *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, 2nded., Tokyo: Mc. Graw Hill Book co, Inc.

S.Mickley, K. Sherwood and E. Reed, 1981, *Applied Mathematics in Chemical Engineering*, McGraw-hill, New Delhi.

Perry, R, H, 1999, *Perry' Chemical Engineering Handbook*, McGraw-Hill, New york

Treybal.R.E, 1980, *Mass Transfer Operations*, McGraw-Hill, New york .

Wijarnako, A.,Witono, J, A dan Wiguna, M, S, 2006, *Tinjauan Komprehensif Perancangan Awal Pabrik Furfural Berbasis Ampas Tebu di Indonesia*, Komunitas Migas Indonesia.

Zeitsch, K, J., 2000, *The Chemistry and Tecnology of Furfural and its many By-Products*, Elsevier. Germany.

<http://daftarperusahaanindonesia.com>

<http://id.indonesiayp.com/category/Pelumas>

<http://www.Matche.com>.

<http://www.mhhe.com>.

www.data.un.org tanggal 2 Maret 2017 pukul 20.32 WIB

www.chem-is-try.org

www.Direktori kawasan industri.com

www.chemicalengineeringtoolbox.com