

No: TA/TK/2019/121

**PRA RANCANGAN PABRIK BIOETANOL DARI
NIRA AREN (*ARENKA PINNATA*) DENGAN
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Konsentrasi Teknik Kimia



Oleh:

Nama : Muhammad Yusuf Zakaria
No.Mahasiswa : 15521240

Nama : Rifki Aditya Nur F.
No.Mahasiswa : 15521266

**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2019

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL
PERANCANGAN PABRIK**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Yusuf Zakaria

Nama : Rifki Aditya Nur F.

NIM : 15521240

NIM : 15521266

Yogyakarta, 01 November 2019

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

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



Muhammad Yusuf Zakaria

15521240



Rifki Aditya Nur F.

15521266

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PRARANCANGAN PABRIK KIMIA BIOETANOL DARI NIRA
AREN DENGAN KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN
PERANCANGAN PABRIK



Dr. Ir Farham H M Saleh, MSIE
NIP : 865210103

Achmad Chafidz Mas Sahid, S.T., M.Sc
NIP : 175210101

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PRARANCANGAN PABRIK BIOETANOL DARI NIRA AREN (ARENGA
PINNATA) DENGAN KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN
PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Muhammad Yusuf Zakaria Nama : Rifki Aditya Nur F.
 NIM : 15521240 NIM : 15521266

Telah Dipertahankan Didepan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
 untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
 Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 25 November 2019

Tim Penguji

Dr. Ir. Farham H M Saleh, MSIE

Ketua Penguji

Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc

Anggota 1

Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D.

Anggota 2

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri
 Universitas Islam Indonesia



Ir. Suharno Rusdi, Ph.D

NIP: 845210102

26/11/19

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir kami yang berjudul **Pra Rancangan Pabrik Bioetanol dari Nira Aren dengan Kapasitas 20.000 ton/tahun**. Tugas ini dilakukan dalam untuk memenuhi syarat kelulusan dalam sidang sarjana.

Selesainya laporan ini tidak lepas dari bantuan semua pihak yang telah memberikan bimbingan kepada penulis yang membangun demi tercapainya penulisan laporan yang baik sehingga laporan ini dapat terselesaikan, maka ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada :

1. Kedua orang tua kami yang setia memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. H Suharno Rusdi selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia UII.
3. Bapak Dr. Ir Farham H M Saleh. MSIE dan Bapak Achmad Chafidz Mas Sahid, S.T., M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk serta syarat sampai terselesainya tugas akhir ini.
4. Seluruh Dosen Pengajar Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmu kepada penulis selama menjalani studi.
5. Teman-teman mahasiswa Jurusan Teknik Kimia dan Teknik Tekstil angkatan 2015. Terimakasih untuk kebersamaan dan semangatnya teman-teman.

6. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu namanya yang juga turut memberikan bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, penulis menerima kritik dan saran yang membangun untuk melengkapi laporan ini. Akhir kata, penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan pembaca.

Yogyakarta, 22 November 2019

Penulis



DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
ABSTRAK	xiv
BAB I Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Penentuan kapasitas	3
1.2.1. Kebutuhan Impor Bioetanol	3
1.2.2. Kebutuhan Ekspor Bioetanol	4
1.2.3. Konsumsi Bioetanol	5
1.2.4. Produksi Bioetanol	6
1.3. Tinjauan Pustaka	7
1.3.1. Nira Aren	7
1.3.2. Bioetanol	8
BAB II Perancangan Produk	11

2.1.	Spesifikasi Produk.....	11
2.1.1.	Etanol	11
2.1.2.	Karbondioksida	12
2.2.	Spesifikasi Bahan Baku.....	12
2.2.1.	Nira Aren.....	12
2.2.2.	Saccharomyces cerevisae	13
2.2.3.	Nutrient $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dan H_3PO_4	13
2.3.	Pengendalian Kualitas	14
2.3.1.	Pengendalian Kualitas Bahan Baku	14
2.3.2.	Pengendalian proses produksi	15
2.3.3.	Pengendalian kualitas produk :	18
BAB III	PERANCANGAN PROSES.....	19
3.1.	Uraian Proses.....	19
3.1.1.	Persiapan Bahan Baku.....	19
3.1.2.	Fermentasi.....	20
3.1.3.	Pemurnian Produk.....	21
3.2.	Spesifikasi Alat.....	22
3.3.	Perencanaan Produksi.....	46
3.3.1.	Analisis Kebutuhan Bahan Baku	46
3.3.2.	Analisis Kebutuhan Alat Proses.....	46

BAB IV PERANCANGAN PABRIK.....	47
4.1. Lokasi Pabrik.....	47
4.1.1. Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik	47
4.1.2. Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik	50
4.2. Tata Letak Pabrik	50
4.3. Tata Letak Alat Proses	53
4.3.1. Aliran Bahan Baku dan Produk.....	53
4.3.2. Aliran Udara.....	54
4.3.3. Pencahayaan.....	54
4.3.4. Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan.....	54
4.3.5. Pertimbangan Ekonomi.....	54
4.3.6. Jarak Antar Alat Proses.....	55
4.4. Alir Proses dan Material.....	56
4.4.1. Neraca Massa	56
4.5. Pelayanan Teknik (Utilitas).....	65
4.5.1. Unit Penyedia Air dan Pengolahan Air.....	65
4.5.2. Unit Penyedia Listrik	74
4.5.3. Unit Penyedia <i>Steam</i>	74
4.5.4. Unit Penyedia Bahan Bakar	75
4.5.5. Unit Penyedia Udara Tekan	75

4.5.6.	Unit Pengolahan Limbah.....	75
4.5.7.	Spesifikasi Alat-alat Utilitas	76
4.6.	Organisasi Perusahaan.....	96
4.6.1.	Bentuk Perusahaan.....	96
4.6.2.	Struktur Organisasi	97
4.6.3.	Tugas dan Wewenang	100
4.6.4.	Pembagian Jam Kerja.....	105
4.6.5.	Sistem Gaji dan Fasilitas Karyawan	106
4.7.	Evaluasi Ekonomi.....	110
4.7.1.	Penaksiran Harga Alat.....	112
4.7.2.	Dasar Perhitungan	114
4.7.3.	Perhitungan Biaya	115
4.7.4.	Analisis Kelayakan.....	119
BAB V	PENUTUP	125
5.1.	Kesimpulan.....	125
5.2.	Saran	126
	DAFTAR PUSTAKA	127
	LAMPIRAN A	130
	LAMPIRAN B	152
	LAMPIRAN C	154

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor Bioetanol di Indonesia	3
Tabel 1. 2 Data Ekspor Bioetanol di Indonesia.....	4
Tabel 1. 3 Data Konsumsi Bioetanol di Indonesia.....	5
Tabel 1. 4 Pabrik Bioetanol yang Beroperasi di Indonesia.....	6
Tabel 1. 5 Parameter Perbedaan Pembuatan Bioetanol	10
Tabel 2. 1 Komposisi Nutrisi Nira Aren	12
Tabel 3. 1 Ketersediaan Bahan Baku Nira Aren	46
Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah sebagai Bangunan Pabrik	52
Tabel 4. 2 Neraca Massa di Reaktor Hidrolisis.....	56
Tabel 4. 3 Neraca Massa Reaktor Fermentor.....	56
Tabel 4. 4 Neraca Masa Filter Press.....	57
Tabel 4. 5 Neraca Massa Menara Distilasi.....	57
Tabel 4. 6 Neraca Panas Heater (H-01)	57
Tabel 4. 7 Neraca Panas Heater (H-02)	58
Tabel 4. 8 Neraca Panas Reaktor Hidrolisis (R-01).....	58
Tabel 4. 9 Neraca Panas Cooler (CL-01).....	58
Tabel 4. 10 Neraca Panas Fermentor (R-02).....	59
Tabel 4. 11 Neraca Panas Filter Press (FP-01)	59
Tabel 4. 12 Neraca Panas Heater (H-03)	60
Tabel 4. 13 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-01).....	60
Tabel 4. 14 Neraca Panas Cooler (CL-02).....	60

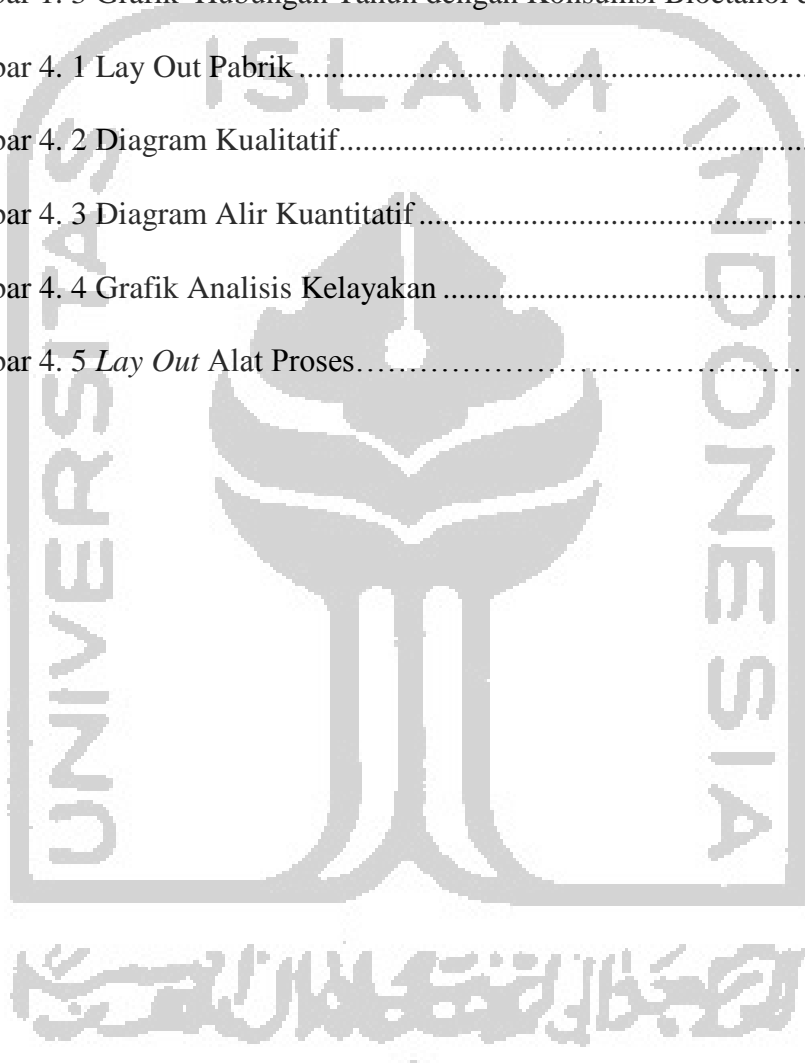
Tabel 4. 15 Neraca Panas Cooler (CL-03).....	61
Tabel 4. 16 Kebutuhan Air Pembangkit <i>Steam</i>	73
Tabel 4. 17 Kebutuhan Air Pendingin	73
Tabel 4. 18 Kebutuhan Air Proses	74
Tabel 4. 19 Kebutuhan Air untuk Perkantoran dan Rumah Tangga.....	74
Tabel 4. 20 Kebutuhan Listrik	74
Tabel 4. 21 Pembagian Jam Kerja Pekerja Shift.....	106
Tabel 4. 22 Daftar Gaji Karyawan	107
Tabel 4. 23 <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i>	112
Tabel 4. 24 <i>Physichal Plant Cost (PPC)</i>	115
Tabel 4. 25 <i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	115
Tabel 4. 26 <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	116
Tabel 4. 27 <i>Total Working Capital Investment (TWCI)</i>	116
Tabel 4. 28 <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	117
Tabel 4. 29 <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	117
Tabel 4. 30 <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	117
Tabel 4. 31 <i>Total Manufacturing Cost (TMC)</i>	118
Tabel 4. 32 <i>General Expense (GE)</i>	118
Tabel 4. 33 <i>Total Production Cost (TPC)</i>	118
Tabel 4. 34 <i>Annual Fixed Cost (Fa)</i>	120
Tabel 4. 35 <i>Annual Variable Cost (Va)</i>	121
Tabel 4. 36 <i>Annual Regulated Cost (Ra)</i>	121
Tabel 4. 37 <i>Annual Sales Cost (Sa)</i>	121

Tabel 5. 1 Analisis Kelayakan Pabrik..... 125



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Hubungan Tahun dengan Impor Bioetanol di Indonesia.....	3
Gambar 1. 2 Grafik Hubungan Tahun dengan Ekspor Bioetanol di Indonesia	4
Gambar 1. 3 Grafik Hubungan Tahun dengan Konsumsi Bioetanol di Indonesia. 5	
Gambar 4. 1 Lay Out Pabrik.....	53
Gambar 4. 2 Diagram Kualitatif.....	62
Gambar 4. 3 Diagram Alir Kuantitatif.....	63
Gambar 4. 4 Grafik Analisis Kelayakan.....	124
Gambar 4. 5 Lay Out Alat Proses.....	55



ABSTRAK

Bioetanol merupakan salah satu produk yang dapat dibuat dari bahan yang mengandung karbohidrat, salah satunya nira aren melalui proses fermentasi dengan bantuan *Saccharomyces Cerevisae* sebagai katalis. Pra rancangan pabrik bioetanol ini direncanakan akan berproduksi dengan kapasitas 20.000 ton/tahun dan beroperasi selama 330 hari dalam setahun. Lokasi pabrik yang direncanakan adalah di daerah Asahan, Sumatera Utara. Hasil analisa ekonomi pabrik pembuatan bioetanol ini adalah sebagai berikut keuntungan (sebelum pajak) sebesar Rp 82.557.735.459,22, keuntungan (setelah pajak) sebesar Rp. 41.278.867.730, Return on Investment (sebelum pajak) sebesar 25 %, Return on Investment (setelah pajak) sebesar 12,5 %, Pay Out Time (sebelum pajak) selama 2,86 tahun, Pay Out Time (setelah pajak) selama 4,4 tahun, Break Even Point sebesar 43,49 %, Shut Down Point sebesar 20,89%, dan Discounted Cash Flow Rate of Return sebesar 11,82%.

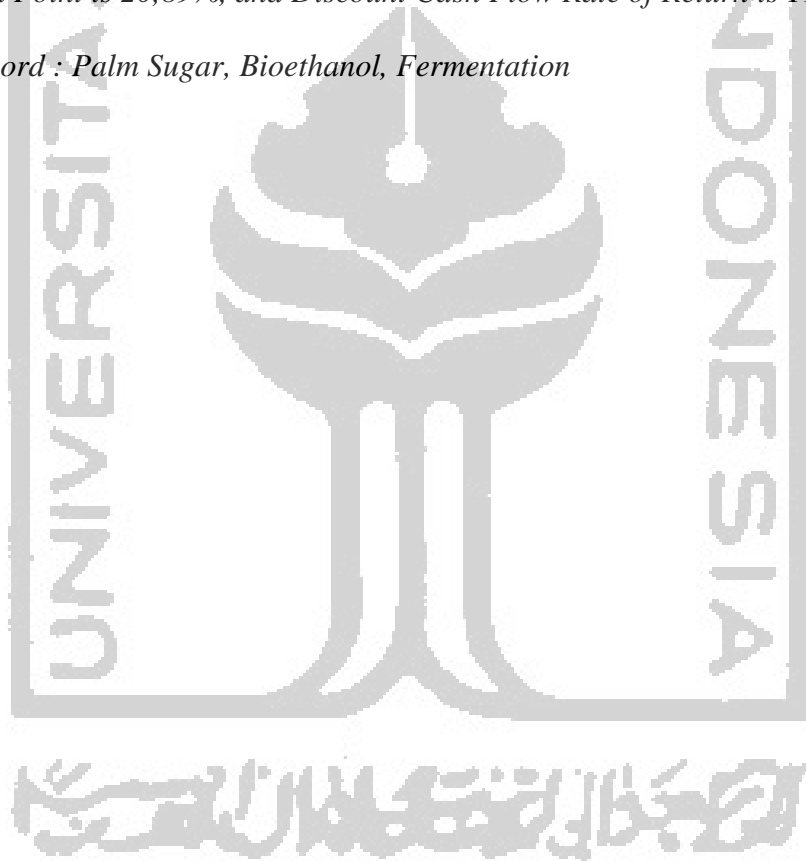
Kata Kunci : Nira Aren, Bioetanol, Fermentasi



ABSTRACT

*Bioethanol is one product that can be made from ingredients that contain carbohydrates, one of them is palm sugar through the fermentation process with *Saccharomyces Cerevisiae* as Catalyst. The bioethanol plant will produce 20,000 tons / year and operate for 330 days in transition. The approved factory location is in Asahan, North Sumatra. The results of an economic analysis of the bioethanol manufacturing plant are: Profit (before tax) is Rp 82.557.735.459,22, Profit (after tax) is Rp. 41.278.867.730 , Return of Investment (before tax) is 25%, Return of Investment (after tax) is 12,5% , Pay Out Time (before tax) is 2,86 years, Pay Out Time (after tax) is 4,4 years, Break Even Point is 43,49%, Shut Down Point is 20,89%, and Discount Cash Flow Rate of Return is 11,82%.*

Keyword : Palm Sugar, Bioethanol, Fermentation



BAB I

Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Dalam rangka memasuki pembangunan jangka panjang, pemerintah menitikberatkan pembangunan nasional pada sektor industri. Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang hingga saat ini masih mengandalkan impor bahan-bahan industri untuk memenuhi kebutuhan produksi perusahaan kimia. Dirjen Perdagangan Luar Negeri Kementerian Perdagangan menyampaikan bahwa lonjakan impor etil alkohol (etanol) di penghujung 2018 terjadi karena adanya kebutuhan Industri. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), lonjakan impor alkohol terlihat pada tahun 2019 dimana alkohol murni (etil alkohol) mencapai sebesar 77,5 juta dolar AS, atau naik 6,4 juta persen dibandingkan tahun 2018.

Etanol memiliki nama lain etil alkohol, alkohol murni, alkohol absolut, atau alkohol. Etanol adalah jenis cairan yang mudah menguap, mudah terbakar, dan tak berwarna. Etanol merupakan bahan kimia yang banyak terdapat dalam minuman beralkohol atau arak. Pada industri kimia, etanol sering digunakan sebagai bahan baku pembuatan asam asetat, ester, etilen, dan bahan bakar. Etanol juga digunakan pada industri

kosmetik, industri farmasi, dan kedokteran. Sehingga, keberadaan pabrik etanol sangat dibutuhkan oleh industri kimia.

Bioetanol (C_2H_5OH) adalah cairan biokimia yang berasal dari proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat menggunakan bantuan mikroorganisme, karena pembuatannya melibatkan proses biologis, produk etanol yang dihasilkan diberi nama bioethanol. Bioetanol merupakan salah satu bahan alternatif terbarukan yang berpotensi dikembangkan di Indonesia. Meningkatnya kebutuhan bioetanol di sektor industri mengakibatkan tingginya nilai impor bioetanol di Indonesia. Hal ini sejalan dengan semakin meningkatnya penggunaan bioetanol sebagai bahan tambahan pada industri farmasi, dan industri kimia lainnya. Oleh karena itu produksi bioetanol harus ditingkatkan dengan mencari alternatif lain untuk menghasilkannya.

Salah satu alternatif lain yang cukup potensial yang dapat dijadikan sebagai bahan baku bioetanol yaitu nira aren. Nira aren merupakan salah satu produk utama dari pohon aren yang banyak ditanam oleh masyarakat Indonesia. Menurut Imam Khasani (1989) Nira aren memiliki kandungan gula sekitar 15% - 24%, air serta sejumlah asam amino dan lemak yang diperoleh dengan penyadapan nira dari pohon aren.

Maka dari itu nira aren merupakan salah satu alternatif bahan baku pembuatan bioetanol yang tepat, karena selain masih memiliki kandungan gula yang cukup besar, pembuatan bioetanol dari nira aren juga berpotensi untuk bisa memberikan pilihan lain kepada petani aren

untuk menjual produknya sebagai bahan baku yang dapat meningkatkan pendapatan dan mengatasi pengangguran di daerah yang nantinya akan dijadikan lokasi pendirian pabrik ini.

1.2. Penentuan kapasitas

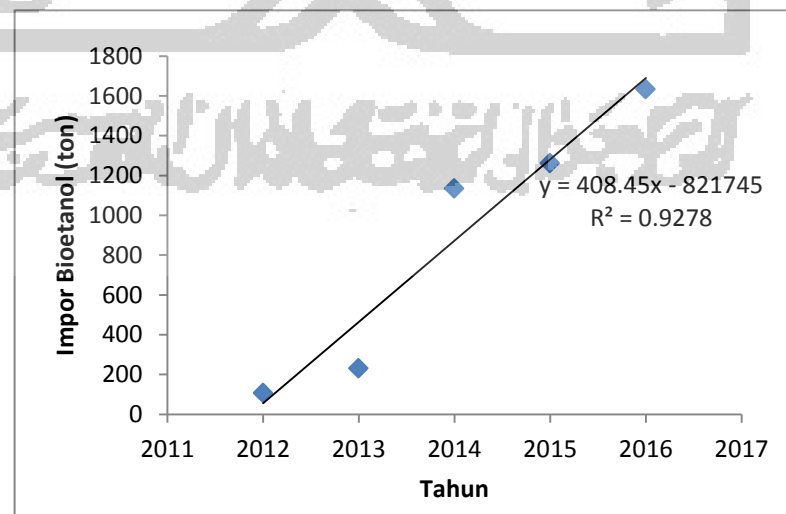
1.2.1. Kebutuhan Impor Bioetanol

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik, selama 5 tahun impor bioetanol di Indonesia diperkirakan akan semakin meningkat. Seperti yang dapat diamati pada Tabel 1.1 Data impor bioetanol di Indonesia berikut :

Tabel 1. 1 Data Impor Bioetanol di Indonesia

TAHUN	JUMLAH (ton)
2012	106,43
2013	229,44
2014	1.134,50
2015	1.262,00
2016	1.632,40

Sumber : Badan Pusat Statistik 2017



Gambar 1. 1 Grafik Hubungan Tahun dengan Impor Bioetanol di Indonesia

Melalui perhitungan persamaan garis lurus di atas diperoleh persamaan $y = 408,45x - 821.745$ yang dapat digunakan untuk memprediksi kebutuhan impor bioetanol di Indonesia pada tahun 2023. Dengan persamaan garis lurus tersebut didapatkan prediksi impor bioetanol di Indonesia sebesar 4.550 ton/tahun.

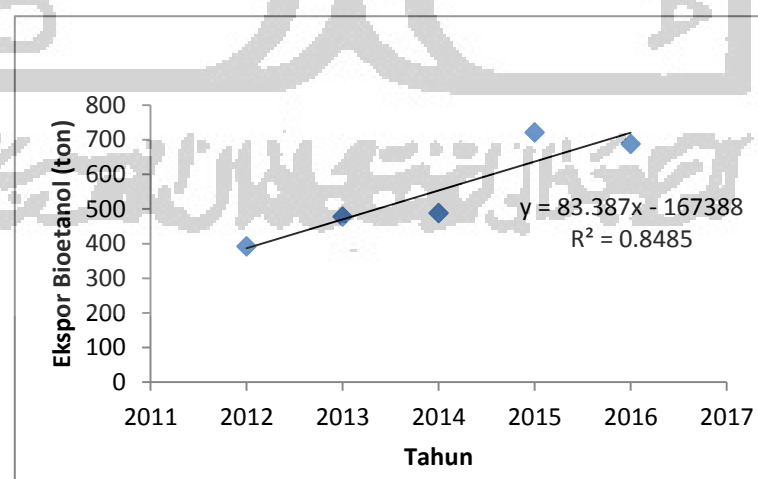
1.2.2. Kebutuhan Ekspor Bioetanol

Berikut data ekspor bioetanol di Indonesia

Tabel 1. 2 Data Ekspor Bioetanol di Indonesia

TAHUN	JUMLAH (ton)
2012	391,478
2013	478,054
2014	488,136
2015	720,374
2016	687,253

Sumber : Badan Pusat Statistik 2017



Gambar 1. 2 Grafik Hubungan Tahun dengan Ekspor Bioetanol di Indonesia

Melalui perhitungan persamaan garis lurus di atas diperoleh persamaan $y = 83,387x - 167388$ yang dapat digunakan untuk memprediksi kebutuhan ekspor bioetanol di Indonesia pada tahun 2023. Dengan persamaan garis lurus tersebut didapatkan prediksi ekspor bioetanol di Indonesia sebesar 1.304 ton/tahun.

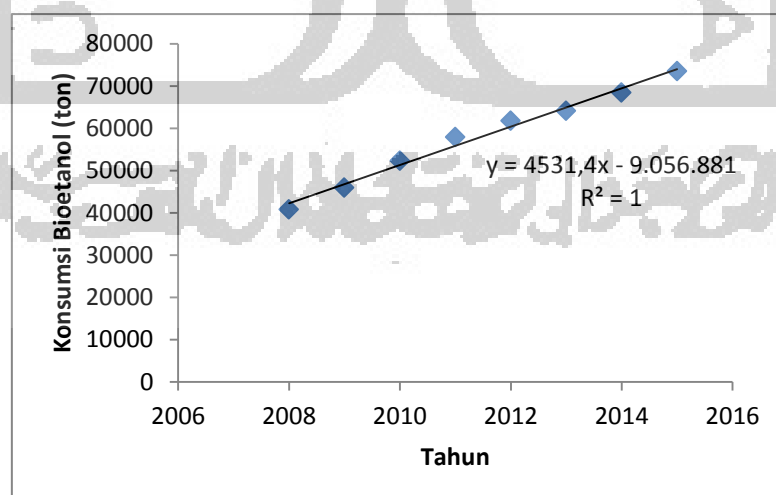
1.2.3. Konsumsi Bioetanol

Berikut data konsumsi bioetanol di Indonesia

Tabel 1. 3 Data Konsumsi Bioetanol di Indonesia

TAHUN	JUMLAH (ton)
2008	40.780,00
2009	45.920,00
2010	52.320,00
2011	57.920,00
2012	61.750,00
2013	64.120,00
2014	68.380,00
2015	73.510,00

Sumber: Badan Pusat Statistik 2016



Gambar 1. 3 Grafik Hubungan Tahun dengan Konsumsi Bioetanol di Indonesia

Melalui perhitungan persamaan garis lurus di atas diperoleh persamaan $y = 4531,4x - 9056881$ yang dapat digunakan untuk memprediksi konsumsi bioetanol di Indonesia pada tahun 2023. Dengan persamaan garis lurus tersebut didapatkan prediksi konsumsi bioetanol di Indonesia sebesar 110.332 ton/tahun.

1.2.4. Produksi Bioetanol

Berikut ini adalah kapasitas produksi bioetanol di Indonesia.

Tabel 1. 4 Pabrik Bioetanol yang Beroperasi di Indonesia

No	Pabrik Bioetanol	Kapasitas (Ton/tahun)
1	Molindo Raya Industri	40500
2	Indo Acitama	40000
3	Indo Lampung Distillery	16000
4	Madukismo	3300
TOTAL		99800

Sumber: BPPT, 2015

Informasi diatas dapat digunakan untuk mengetahui jumlah

kebutuhan bioetanol sebagai perhitungan lanjutan didalam menentukan kapasitas pabrik yang akan didirikan.

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Peluang} &= (\text{Konsumsi} - \text{Produksi}) + (\text{Impor} - \text{Ekspor}) \\
 &= (110.332 - 99.800) + (4.550 - 1.304) \\
 &= 24877
 \end{aligned}$$

Dari persamaan di atas diketahui bahwa kebutuhan Bioetanol di Indonesia pada tahun 2023 berdasarkan pertimbangan di atas, analisis

potensi ketersediaan bahan baku Provinsi Sumatera Utara dan berbagai persaingan yang akan tumbuh pada tahun 2023 maka diputuskan akan dibuat pabrik Bioetanol dengan kapasitas sebesar 20.000 ton/tahun. Berdasarkan pertimbangan di atas dengan kapasitas produksi bioetanol sebesar 20.000 ton/tahun diharapkan:

- Dapat memenuhi kebutuhan bioetanol di Indonesia sehingga mengurangi impor dari luar negeri.
- Memperluas lapangan kerja dalam negeri yang dapat memberikan lapangan pekerjaan dan pemerataan ekonomi.
-

1.3. Tinjauan Pustaka

1.3.1. Nira Aren (*Arenga Pinnata*)

Pohon aren menurut klasifikasi tanaman dimasukkan dalam divisi *spermatophyta*, subdivisi *Angiospermae* kelas *monocotyledonae*. Tanaman ini adalah tanaman yang sangat potensial untuk dikembangkan menjadi bahan bakar alternatif dan tanaman ini mudah beradaptasi baik pada berbagai keadaan mulai dari dataran rendah hingga dataran dengan ketinggian 1400 m di atas permukaan laut (Ditjen Perkebunan, 2009)

Tumbuhan aren sudah lama dikenal sebagai sumber gula yang terdapat dalam air sadapannya. Kandungan gula yang berkisar antara 15% - 24% dan tingkat rendemen sukrosa paling tinggi sekitar 24%. Tanaman aren memiliki kelebihan dibandingkan tebu, dimana

pohon aren lebih produktif menghasilkan nira dibandingkan dengan tebu dimana produktifitasnya sekitar 4-8 kali lebih banyak dibandingkan tebu, menjadikan tanaman ini sebagai salah satu alternatif bahan baku yang memiliki potensi besar untuk dijadikan bahan baku pembuatan bioetanol.

1.3.2. Bioetanol

Bioetanol (C_2H_5OH) merupakan etanol yang dihasilkan dari fermentasi glukosa dan dilanjutkan dengan proses destilasi. Bioetanol yang disebut juga etil alkohol mempunyai karakteristik sebagai berikut, yaitu mempunyai titik didih $78,4^{\circ}C$, tidak berwarna, mudah menguap (*volatile*), mudah terbakar, larut dalam air, mempunyai bau tajam (menyengat). Bioetanol juga dapat bereaksi secara dehidrasi, dehidrogenasi, oksidasi, esterifikasi (Dea, 2009).

Proses pembuatan etanol dapat dilakukan dengan berbagai proses, baik dalam skala laboratorium maupun skala industri dimana biasanya pembuatan dalam skala industri diawali dengan skala laboratorium, adapun proses-proses yang umum digunakan dalam skala laboratorium adalah sebagai berikut (Kirk Orthmer, 1980) :

- Hidrasi Etilena dengan menggunakan Asam encer
- Hidrasi Etil Eter
- Hidrolisa Etil Ester
- Hidrogenasi Asetaldehid
- Oksidasi Hidrokarbon

Proses-proses tersebut diatas merupakan alternatif pembuatan etanol, proses lain yang dianggap dapat menguntungkan adalah (Ullmans, 1999) :

1. Metode sintesis

Metode sintesis dilakukan dengan menggunakan reaksi kimia yang mengubah bahan baku menjadi alkohol, contohnya reaksi hidrasi etilen.

Direct Hidration of Ethylene

Pada proses ini pembentukan etanol berlangsung melalui satu tahap reaksi, yaitu sebagai berikut :



2. Fermentasi dengan bahan baku Karbohidrat

Etanol (C₂H₅OH) merupakan produk fermentasi yang dibuat dari substrat yang mengandung karbohidrat (gula, pati atau glukosa).

Fermentasi etanol terjadi pada kondisi anaerob dengan menggunakan khamir tertentu yang dapat mengubah glukosa menjadi etanol. Dan 1 molekul glukosa akan membentuk 2 molekul etanol dan CO₂, sehingga berdasarkan bobotnya secara teoritis 1 gram glukosa akan menghasilkan 0,51 gram etanol (Mulyono, 1992). Proses fermentasi terjadi dengan persamaan reaksi sebagai berikut :



Sukrosa

Glukosa



Glukosa

Etanol

Tabel 1. 5 Parameter Perbedaan Pembuatan Bioetanol

Parameter	Metode Fermentasi	Metode Sintesis
Suhu	25 – 37 °C	300°C
Tekanan	1 atm	60-70 atm
Konversi	95% - 99,5 %	90 %

Maka metode yang dipilih dalam pra rancangan pabrik bioetanol ini adalah metode fermentasi, karena metode fermentasi merupakan proses yang sesuai dengan bahan baku yaitu mengandung karbohidrat (gula,pati atau glukosa). Proses produksi etanol dari gas sintetis ataupun etilen masih berasal dari turunan produk petroleum, yang ketersediaanya semakin terbatas seiring waktu.

BAB II

Perancangan Produk

2.1. Spesifikasi Produk

2.1.1. Etanol

Rumus Molekul	: C_2H_5OH
Wujud	: Cair tak berwarna
Berat molekul	: 46,07 gr/mol
Densitas	: 0,789 gr/cm ³
Titik Didih	: 78,4 °C
Titik nyala	: 25 °C
Titik lebur	: -114,14 °C
Titik beku	: -117,3 °C
Temperature kritis	: 243 °C
P kritis	: 63840 hPa
Tekanan uap	: 58 kPa
Spesifik gravitasi (15,56 °C)	: 0,816
Viskositas (20 °C)	: 0,0141 poise
Sifat-sifat lain etanol	: - Mudah terbakar (<i>volatile</i>) - Larut dalam air - Mudah terbakar - Dapat bereaksi secara dehidrasi, dehidrogenasi, oksidasi, esterifikasi.
Kadar Etanol	: 90 – 95 %

2.1.2. Karbondioksida

Rumus molekul	: CO ₂
Wujud	: Gas
Massa molar	: 44,0095 g/mol
Densitas	: 1,98 g/L
Titik didih	: -78 °C
Titik lebur	: -57°C
Viskositas	: 0,07 cP pada -78 °C
P Kritis	: 72,8 atm
T kritis	: 304,2°C
Bentuk molekul	: Linear
Kelarutan dalam air	: 1,45 g/L

2.2. Spesifikasi Bahan Baku

2.2.1. Nira Aren

Nira aren adalah nira hasil dari penyadapan yang dilakukan terhadap pohon aren. Nira aren yang disadap masih memiliki viskositas 14,53 cp dengan kandungan gula 24%. Berikut merupakan tabel kandungan nira aren:

Tabel 2. 1 Komposisi Nutrisi Nira Aren

Kandungan	%
Kadar air	76,37
Kadar gula	23,04
Protein	0,36
Lemak	0,02
Abu	0,21

(Sumber : Widjanarko.,2008)

2.2.2. *Saccharomyces cerevisiae*

Saccharomyces cerevisiae adalah nama spesies yang termasuk dalam khamir berbentuk oval. *Saccharomyces cerevisiae* mempunyai mikro struktur yang terdiri dari kapsul dan dinding sel, *Saccharomyces cerevisiae* yang bersifat *fermentative* (melakukan fermentasi yaitu memecah glukosa menjadi karbondioksida dan alkohol kuat). Namun dengan adanya oksigen, *saccharomyces cerevisiae* juga dapat melakukan respirasi yaitu mengoksidasi gula menjadi karbon dioksida dan air.

Karakteristik *Saccharomyces cerevisiae*:

Bentuk	: Padatan
Suhu Optimum	: 32°C
pH Optimum	: 4 – 5
Kingdom	: Fungi

2.2.3. Nutrient $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, Urea dan H_2SO_4

Penambahan nutrient $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ bertujuan untuk keperluan nutrisi ragi dan nantinya ditambahkan kedalam reaktor. Kebutuhan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ sebanyak 0,1-0,9% dari kadar gula larutan fermentasi. Sedangkan komponen H_2SO_4 dan urea dimasukkan kedalam reaktor sebagai pengatur pH dalam proses fermentasi.

2.2.4. Enzim Invertase

Enzim invertase termasuk ke dalam kelompok enzim hidrolase. Enzim hidrolase merupakan enzim yang cukup penting dalam proses

hidrolisis, karena enzim invertase adalah enzim yang mengkatalisis reaksi hidrolisis suatu substrat atau pemecahan substrat dengan pertolongan molekul air. Disebut enzim invertase karena pada hasil hidrolisisnya terjadi arah perubahan optik atau invertasi.

2.3. Pengendalian Kualitas

Kualitas suatu bahan mempengaruhi daya jual suatu produk tertentu semakin baik dan bagus kualitas suatu produk maka akan menjadi nilai tambah dalam proses penjualan. Mempertahankan mutu barang merupakan hal yang penting dalam dunia industri dan memerlukan perhatian khusus dari perusahaan.

Maka dari itu untuk menjaga mutu dan kualitas produk agar sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan maka perlu dilakukan :

2.3.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas bahan baku bertujuan untuk mengetahui kualitas bahan baku yang akan digunakan, dan apakah bahan baku

tersebut memenuhi spesifikasi pabrik untuk diolah menjadi produk.

Kualitas nira yang dihasilkan dari suatu industri dipengaruhi oleh cara pembersihan niranya, jika pembersihanya kurang sempurna maka akan banyak kotoran yang ada dalam nira aren. Kualitas nira aren juga dipengaruhi oleh lokasi penanaman, kondisi iklim tanam, komposisi nira, dan kondisi penyimpanan.

Kualitas nira aren yang buruk dapat mempengaruhi kehidupan yeast yang akan berdampak terhadap produksi alkohol yang kurang optimal, sehingga kualitas nira aren mempengaruhi mutu produk

Maka dari itu sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap bahan baku pembuatan etanol dan bahan-bahan lain seperti katalis dengan tujuan agar bahan yang digunakan dapat diproses dengan baik di dalam pabrik sehingga menghasilkan produk yang sesuai.

2.3.2. Pengendalian proses produksi

Pengendalian kualitas produksi dilakukan dengan alat ukur dan instrumentasi yang berpusat di dalam *control room*. Dengan adanya sistem tersebut maka bagian-bagian penting dari pabrik yang memerlukan pengawasan rutin setiap saat dapat dikontrol dengan baik karena proses tersebut dilakukan secara *automatic control* dengan menggunakan indikator. Instrumentasi memiliki 3 fungsi utama, yaitu sebagai alat pengukur, alat analisa, dan alat kendali. Instrumen harus ada dan harus berfungsi sebagaimana mestinya sesuai dengan kebutuhan dimana instrumen tersebut ditempatkan. Maka jika didalam proses produksi terjadi penyimpangan pada indikator maka instrumen akan memberikan sinyal atau tanda yang berupa nyala lampu, bunyi alarm dan sebagainya. Bila terjadi penyimpangan, tersebut harus dikembalikan pada kondisi atau di set semula baik secara manual

ataupun otomatis. Oleh karena itu instrument merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan mutu dan kualitas dari suatu hasil produksi. Pengendalian proses produksi meliputi aliran dan alat sistem control. Beberapa instrumentasi yang digunakan dalam proses produksi antara lain :

Aliran sistem control :

1. Aliran pneumatis (aliran udara tekan) digunakan untuk valve dari controller ke actuator.
2. Aliran *electric* (aliran listrik) digunakan untuk suhu dari sensor ke *controller*.
3. Aliran mekanik (aliran gerakan/perpindahan level) digunakan untuk *flow* dari sensor ke *controller*.

Alat sistem control :

Alat sistem control ini yang akan mengendalikan jalannya proses produksi. Alat control yang harus di pasang antara lain :

1. *Level controller* (LC)

Alat ini dipasang pada bagian atas tangki, tujuan pemasangan Level Controller adalah untuk memastikan bahwa tinggi cairan yang berada di dalam tangki tidak melebihi batas maksimum dari batas yang diperbolehkan. Apabila tinggi cairan di dalam tangki sudah melebihi batas, Level Controller akan memberikan isyarat atau tanda berupa suara atau nyala lampu. Dalam keadaan seperti ini,

ada 2 kemungkinan yang bisa dilakukan yaitu mengecilkan valve yang mengarah masuk ke tangki atau membesarkan valve yang mengarah ke luar tangki agar tangki cairan kembali ke keadaan normal.

2. *Pressure controller (PC)*

Pemasangan alat ini bertujuan untuk mengetahui dan mengendalikan tekanan operasi yang sedang berjalan, sesuai dengan tekanan operasi suatu alat yang digunakan. Karena apabila tekanan operasi melebihi tekanan yang diperbolehkan akan berakibat fatal, misalnya terjadi ledakan. Maka Pressure Controller harus dipasang pada alat proses yang membutuhkan control tekanan seperti alat yang menggunakan aliran steam atau gas bertekanan tinggi.

3. *Flow Controller (FC)*

Alat ini dipasang pada aliran masuk dan keluar suatu alat proses yang bertujuan untuk mengetahui dan mengendalikan debit aliran. Debit aliran yang akan masuk atau keluar proses harus sesuai dengan yang sudah ditetapkan, karena debit aliran ini akan berpengaruh pada proses selanjutnya. Apabila debit aliran masuk terlalu besar, bahan yang masuk akan menumpuk di dalam alat proses. Sebaliknya apabila debit aliran terlalu kecil proses akan berjalan dengan lambat.

4. *Temperature controller* (TC)

Alat ini dipasang di setiap alat proses yang bertujuan untuk mengetahui dan mengendalikan suhu operasi alat berdasarkan suhu operasi yang sudah ditetapkan pada alat proses sesuai dengan kebutuhan.

2.3.3. Pengendalian kualitas produk :

Pengendalian kualitas produk dilakukan terhadap kemurnian dari produk bioetanol. Dimana untuk memperoleh produk dengan kemurnian sesuai standar pabrik maka diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian proses yang sesuai aturan dengan standar pabrik maka akan dihasilkan produk dengan kualitas kemurnian yang baik, sesuai dengan kebutuhan pasar, dan untuk menjaga eksistensi produk dipasaran agar tidak kalah saing. Hasil akhir dari produk juga harus diperhatikan performa fisiknya baik itu warna, bau dan pengemasan. Hal lain yang harus diperhatikan adalah kebersihan produk yang bisa dikendalikan dari sebelum, saat dan sesudah proses berlangsung.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1. Uraian Proses

Proses pembuatan etanol terdiri dari beberapa tahap proses, yaitu:

1. Persiapan bahan baku
2. Proses Pembentukan Produk
3. Pemurnian Produk

3.1.1. Persiapan Bahan Baku

Persiapan bahan baku pada pembuatan bioetanol ini meliputi proses hidrolisis sukrosa. Hidrolisis sukrosa merupakan proses pemecahan molekul sukrosa menjadi komponen penyusun seperti glukosa dan fruktosa dengan bantuan enzim invertase. Nira aren dari tangki penyimpanan bahan baku (T-01) sebanyak 14844,43 kg/jam dialirkan menuju *heater* (H-01) untuk menaikkan suhunya menjadi 40°C sebelum nantinya dialirkan menuju reaktor hidrolisis (R-01). Nira pada umumnya memiliki kepekatan yang cukup tinggi, sehingga perlu diencerkan untuk memperoleh kadar gula yang optimum. Derajat brix yang dikehendaki disini adalah 17 persen, karena pada kondisi ini *yeast* akan berkembang biak dengan baik. Untuk membuat

larutan nira mencapai kondisi yang dikehendaki, maka perlu ditambahkan air proses sebanyak 17036.63 kg/jam.

Salah satu faktor yang mempengaruhi proses hidrolisis adalah pH dan suhu. Pada proses hidrolisis digunakan proses hidrolisis enzimatis sehingga pada prosesnya dibutuhkan penambahan enzim berupa enzim invertase dari silo 04 (S-04). Hidrolisis berjalan pada kondisi suhu 40°C. Setelah proses hidrolisis selesai, selanjutnya larutan didinginkan menggunakan *cooler* (CL-01) dan dialirkan menuju reaktor fermentor (R-02).

3.1.2. Fermentasi

Setelah proses hidrolisis selesai, larutan nira aren yang telah melalui proses hidrolisis dialirkan menuju reaktor fermentor (R-02). Proses fermentasi ini menggunakan mikroba yang berfungsi sebagai katalis dan membantu proses fermentasi anaerob. Mikroba *saccharomyces cerevisiae* dari silo penyimpanan (SL-01) dimasukkan ke dalam silo 04 untuk ditampung sementara sebelum menuju reaktor fermentor (R-02) menggunakan *screw conveyor* (SC-01). Menurut Oura (1983), spesies khamir yang memiliki daya konversi gula menjadi etanol sangat tinggi adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Media tumbuh *Saccharomyces cerevisiae* terdapat pada gula sederhana seperti glukosa dan fruktosa.

Saccharomyces cerevisiae membutuhkan nitrogen. Sumber N digunakan sebagai substrat pertumbuhan sel. Nitrogen mempunyai peranan yang sangat besar dalam penyusunan struktur sel dan fungsinya. Pada proses pembibitan ini digunakan Ammonium Sulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dan urea yang dialirkan dari silo penampungan sementara (S-05) menggunakan *screw conveyor* serta H_2SO_4 sebagai pengatur pH.

Kondisi optimum untuk proses fermentasi ini berjalan pada suhu 30°C selama 30 jam. Reaksi fermentasi ini berlangsung secara eksotermis, sehingga proses ini membutuhkan tangki fermentor dengan pendingin untuk mempertahankan suhu 30°C .

3.1.3. Pemurnian Produk

Proses pemurnian adalah proses untuk memisahkan campuran etanol dan air untuk mendapatkan kadar komponen yang lebih murni.

Proses pemurnian dilakukan dalam filter press serta menara distilasi.

Larutan nira aren yang telah di fermentasi dialirkan ke *filter press*

(FP-01) hingga diperoleh campuran bioetanol, air dan glukosa. Hasil

samping dari pemisahan *filter Press* (FP-01) berupa limbah cair

selanjutnya diproses di unit pengolahan limbah (UPL). Kemudian

campuran bioetanol, air dan glukosa dialirkan untuk proses pemurnian

kedua dalam menara distilasi (MD-01), dalam proses ini campuran

dipisahkan berdasarkan titik didihnya. Bioetanol yang memiliki titik

didih lebih rendah akan menguap terlebih dahulu dan uap tersebut

akan dikondensasikan di kondenser untuk mengubah fase gas menjadi fase cair. Bioetanol dengan kemurnian 95% yang telah terkondensasi kemudian di tampung di tangki penampungan produk (T-03).

3.2. Spesifikasi Alat

4. Tangki Nira Aren (T-01)

Fungsi	: Menampung bahan baku nira aren sebanyak 14.844,83 kg/jam
Tipe	: Silinder tegak dengan tutup atas <i>cone roof</i> dan dasar rata
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel</i>
Temperature desain	: 30 °C
Tekanan desain	: 1 atm
Waktu penyimpanan	: 7 hari
Kapasitas volume	: 1.056,01 m ³
Spesifikasi ukuran	: Tinggi : 8,2816 m Diameter : 13,7160 m
	: Tebal dinding : 0,75 in
Harga	: \$ 211.169

5. Tangki Asam Sulfat (T-02)

Fungsi	: Menyimpan bahan baku Asam Sulfat sebanyak 144,88 kg/jam
Tipe	: Silinder tegak dengan atap <i>torispherical</i> dan dasar rata

Bahan Konstruksi : *Carbon Steel*

Temperature desain : 30 °C

Tekanan desain : 1 atm

Waktu penyimpanan : 14 hari

Kapasitas volume : 0,7247 m³

Spesifikasi ukuran : Tinggi tangki : 2,5813 m

Diameter tangki : 5,1354 m

Tebal dinding : 3/8 in

Harga : \$ 2900

6. Tangki Penyimpanan Produk (T-03)

Fungsi : Menyimpan Produk Bioetanol sebanyak 2.525,25 kg/jam

Tipe : Silinder tegak dengan atap *cone roof* dan dasar datar

Bahan Konstruksi : *Carbon Steel Grade C*

Temperature desain : 30 °C

Tekanan desain : 1 atm

Waktu penyimpanan : 2 hari

Kapasitas volume : 189,7742 m³

Spesifikasi ukuran : Tinggi tangki : 4,5233 m

Diameter tangki : 9,1440 m

Tebal dinding : 3/8 in

Harga : \$ 85.509

7. Silo Yeast (S-01)

Fungsi : Menampung *Saccharomyces Cerevisiae* sebanyak
132,0228 kg/jam

Tipe : Silinder tegak dengan dasar kerucut

Bahan Konstruksi : *Carbon steel*

Temperature desain : 30 °C

Tekanan desain : 1 atm

Waktu penyimpanan : 7 hari

Kapasitas volume : 142,677 m³

Spesifikasi ukuran : Tinggi : 5,701 m

Diameter : 6,016 m

Tebal dinding : 5/16 in

Harga : \$ 36730

5. Silo Amonium Sulfat (S-02)

Fungsi : Menampung *Amonium Sulfat* (NH₄2SO₄) sebanyak
2,4088 kg/jam

Tipe : Silinder tegak dengan dasar kerucut

Bahan Konstruksi : *Carbon steel*

Temperature desain : 30 °C

Tekanan desain : 1 atm

Waktu penyimpanan : 10 hari

Kapasitas volume : 2,395 m³

Spesifikasi ukuran : Tinggi : 1,650 m
 Diameter : 1,509 m
 Tebal dinding : 3/16 in

Harga : \$ 5.572

6. Silo Urea (S-03)

Fungsi : Menampung bahan baku Urea 105,6183 kg/jam

Tipe : Silinder tegak dengan dasar kerucut

Bahan Konstruksi : *Carbon steel*

Temperature desain : 30 °C

Tekanan desain : 1 atm

Waktu penyimpanan : 10 hari

Kapasitas volume : 140,824 m³

Spesifikasi ukuran : Tinggi : 5,701 m
 Diameter : 6,016 m
 Tebal dinding : 5/16 in

Harga : \$ 32.100

7. Silo Enzim Invertase (S-04)

Fungsi : Menampung bahan baku enzim invertase sebanyak 23,19 kg/jam

Tipe : Silinder tegak dengan dasar kerucut

Bahan Konstruksi : *Carbon steel*

Temperature desain : 30 °C

Tekanan desain : 1 atm

Waktu penyimpanan : 10 hari

Kapasitas volume : 140,824 m³

Spesifikasi ukuran : Tinggi : 3,300 m

Diameter : 3,0 m

Tebal dinding : 0,216 in

Harga : \$ 32.100

8. Silo Pre Fermentor (S-05)

Fungsi : Menampung bahan baku Urea, Amonium Sulfat dan *S.Cerevisae* sebelum masuk ke fermentor sebanyak 240,05 kg/jam

Tipe : Silinder tegak dengan dasar kerucut

Bahan Konstruksi : *Carbon steel*

Temperature desain : 30 °C

Tekanan desain : 1 atm

Waktu penyimpanan : 10 hari

Kapasitas volume : 320,067 m³

Spesifikasi ukuran : Tinggi : 5,701 m

Diameter : 6,016 m

Tebal dinding : 5/16 in

Harga : \$ 32.100

9. Filter Press (FP-01)

Fungsi : Untuk memisahkan limbah dari larutan bioetanol –air
sebelum diumpankan ke menara destilasi

Tipe : *plate and frame*

Jumlah : 2 buah

Temperature desain : 30 °C

Tekanan desain : 1 atm

Area Filtrasi : 2,846 m²

Jumlah plate dan frame : 3

Harga : \$ 39.345

10. Screw Conveyor (SC-01)

Fungsi : Memasukkan *saccharomyces c.* kedalam silo 04
sebanyak 132,0228 kg/jam

Bahan Konstruksi : *Carbon Steel*

Kapasitas : 4,08977 ft³/jam

Spesifikasi : Diameter pipa : 2,5 in

Panjang : 30 ft

Kecepatan putar : 40 rpm

Daya motor : 0,5 Hp

11. Screw Conveyor (SC-02)

Fungsi : Memasukkan Amonium Sulfat (NH_4) 2SO_4 kedalam silo 04 sebanyak 2,4088 kg/jam

Bahan Konstruksi : *Carbon Steel*

Kapasitas : 0,0529 ft³/min

Spesifikasi : Diameter pipa : 2,5 in

Panjang : 30 ft

Kecepatan putar : 40 rpm

Daya motor : 0,05 Hp

12. Screw Conveyor (SC-03)

Fungsi : Memasukkan Urea kedalam silo 04 sebanyak 105,6183 kg/jam

Bahan Konstruksi : *Carbon Steel*

Kapasitas : 3,10822 ft³/min

Spesifikasi : Diameter pipa : 2,5 in

Panjang : 30 ft

Kecepatan putar : 40 rpm

Daya motor : 0,05 Hp

13. Screw Conveyor (SC-04)

Fungsi : Memasukkan enzim invertase kedalam R-01

Bahan Konstruksi : *Carbon Steel*

Kapasitas : 0,0137 ft³/min
 Spesifikasi : Diameter pipa : 2,5 in
 Panjang : 30 ft
 Kecepatan putar : 40 rpm
 Daya motor : 0,05 Hp

14. Screw Conveyor (SC-05)

Fungsi : Memasukkan campuran *saccharomyces c*, urea dan ammonium sulfat. kedalam fermentor sebanyak 240,045 kg/jam
 Bahan Konstruksi : *Carbon Steel*
 Kapasitas : 6,42217 ft³/jam
 Spesifikasi : Diameter pipa : 2,5 in
 Panjang : 30 ft
 Kecepatan putar : 40 rpm
 Daya motor : 0,5 Hp

15. Reaktor Hidrolisis (R-01)

Fungsi : Meenghidrolisis sukrosa menjadi glukosa dengan proses hidrolisis
 Jenis : Reaktor Tangki Berpengaduk
 Jumlah : 1

Tipe : Silinder tegak dengan alas dan tutup *torispherical head*

Bahan Konstruksi : *Stainless Steel*

Temperature desain : 40 °C

Tekanan desain : 1 atm

Kapasitas volume : 41,2704 m³

Spesifikasi ukuran : Tinggi reaktor : 6,270 m

Diameter reaktor : 3,6576 m

Tebal head : ½ in

Tinggi head : 0,5946 m

Tebal jaket pendingin : 0,112 m

Jenis Pengaduk : Turbin dengan 6 *flat blade*

Lebar Blade : 0,3035 m

Jumlah pengaduk : 1

Lebar baffle : 0,2064 m

Daya pengaduk : 25 Hp

Harga : \$ 133.200

16. Reaktor Fermentor (R-02)

Fungsi : Memfermentasikan glukosa sebanyak 26.647,96 kg/jam menjadi etanol dengan bantuan *saccharomyces cerevisae*

Jenis : Reaktor Batch Dengan Tangki Berpengaduk

Jumlah	: 7 buah
Tipe	: Tangki silinder tegak berdasar dan beratap <i>torispherical head</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel</i>
Temperature desain	: 30 °C
Tekanan desain	: 1 atm
Kapasitas volume	: 190,601 m ³
Spesifikasi ukuran	: Tinggi reaktor : 12,2954 m Diameter reaktor : 5,4864 m Tebal head : ¾ in Tinggi head : 1,241 m Jumlah lilitan koil : 10 lilitan
Jenis Pengaduk	: turbin dengan 6 <i>flat blade</i>
Lebar Blade	: 0,4550 m
Jumlah pengaduk	: 1
Lebar baffle	: 0,3094 m
Daya pengaduk	: 60 Hp
Harga	: \$ 2.383.239

17. Menara Distilasi (MD-01)

Fungsi	: Memurnikan kandungan etanol pada campuran Etanol,air dan glukosa dengan memisahkan air dan glukosa dari aliran umpan masuk MD
--------	---

Jenis : *Sieve Tray Column*

Bahan konstruksi : *Stainless Steel*

Spesifikasi alat : Jumlah tray : 32

Tray spacing : 0,4 m

Top

Tebal plate : 5 mm

Plate Pressure Drop : 1,0926 kPa

Tinggi menara : 14,9591 m

Diameter : 1,4954 m

Tekanan desain : 1 atm

Temperature desain : 81,476 °C

Diameter kolom : 1,215 m

Bottom

Tekanan desain : 1,3 atm

Temperature desain : 128,87 °C

Diameter kolom : 1,495 m

Harga : \$ 171.368

18. *Condensor (CD-01)*

Fungsi : Mengkondensasikan uap produk keluaran MD-01
sebanyak 8.175,665 kg/jam

Tipe : *Shell and Tube heat exchanger*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Luas transfer : 1.206,0672 ft²

Spesifikasi :

Shell Side

Aliran fluida : Hot fluid; *Light organics* (etanol dan air)

Pitch : 1 in, triangular pitch

Pass : 1

Baffle Space : 11,625 in

ΔPa : 4,385 psi

Tube Side

Aliran Fluida : *Cold Fluid; Air*

OD : 3/4 in

BWG : 18

ID : 0,652 in

Passes : 1

Panjang : 16 ft

ΔPp : 0,008 psi

UC : 148,9 Btu/jam.ft²°F

UD : 74,75 Btu/jam.ft²°F

Rd Calculated : 0,0067

Rd required : 0,0023

Harga : USD \$ 40.800

19. Akumulator (ACC)

Fungsi : Menampung liquid keluaran Kondenser (CD-01) agar kontinuitas dan kestabilan aliran keluar tetap terjaga

Tipe : Silinder horizontal dengan atap *Standar flanged* *dished head* dan dasar datar

Bahan Konstruksi : *Carbon Steel*

Temperature desain : 81,476 °C

Tekanan desain : 1 atm

waktu tinggal : 10 menit

Kapasitas volume : 1,489 m³

Spesifikasi ukuran : Diameter tangki : 0,678 m

Panjang tangki : 4,359 m

Harga : \$ 4.890

20. Reboiler (RB-01)

Fungsi : Menguapkan kembali bottom produk menara distilasi (MD-01) sebanyak 32.652,724 kg/jam

Tipe : *Shell and Tube heat exchanger*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Luas transfer : 660,594 ft²

Spesifikasi :

Shell Side

Aliran fluida : Cold fluid; *Light organics* (etanol, glukosa dan air)

Pitch : 1 1/4 in, square pitch
 Pass : 2
 Baffle Space : 11,625 in
 ΔPa : 0,002 psi

Tube Side

Aliran Fluida : *Hot Fluid; Steam*
 OD : 1 in
 BWG : 14
 ID : 0,834 in
 Passes : 2
 Panjang : 14 ft
 ΔPp : 0,006 psi
 UC : 239 Btu/jam.ft²°F
 UD : 101,09 Btu/jam.ft²°F
 Rd Calculated : 0,0057
 Rd required : 0,0023
 Harga : USD \$27.000

21. Heater 01 (HE-01)

Fungsi : Menaikkan temperatur larutan nira aren dari T-01
 yang akan menuju reaktor hidrolisis (R-01) sebanyak
 14.844,8341 kg/jam
 Tipe : *Double pipe heat exchanger*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Luas transfer : 20,62 ft²

Aliran fluida : Steam

Nps : 2 in

Sch No. : 40

OD : 2,38 in

ID : 2,07 in

ΔPa : $5,448 \times 10^{-7}$ psi

Inner Pipe

Aliran Fluida : *Medium organics*

Nps : 1,0250 in

Harga : \$ 1.365

22. Heater 02 (HE-02)

Fungsi : Menaikkan temperatur air yang digunakan untuk proses hidrolisis pada R-01 sebanyak 17.306,630 kg/jam

Tipe : *Double pipe heat exchanger*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Luas transfer : 7,60 ft²

Aliran fluida : Steam

Nps : 2 in

Sch No. : 40

OD : 2,38 in
 ID : 2,07 in
 ΔPa : $3,68 \times 10^{-7}$ psi

Inner Pipe

Aliran Fluida : *Medium organics*
 Nps : 1,0250 in
 Harga : \$ 1.137

23. Heater 03 (HE-03)

Fungsi : Menaikkan temperatur etanol, glukosa dan air yang akan masuk ke menara distilasi (MD-01)

Tipe : *Shell and Tube heat exchanger*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Luas transfer : 4.098,744 ft²

Spesifikasi :

Shell Side

Aliran fluida : *Cold fluid; Light organics* (etanol glukosa dan air)

Pitch : 1 in, triangular pitch

Pass : 2

Baffle Space : 18,5 in

ΔPa : 0,049 psi

Tube Side

Aliran Fluida : *Hot Fluid; Steam*

OD	: 3/4 in
BWG	: 16
ID	: 0,62 in
Passes	: 2
Panjang	: 20 ft
ΔP_p	: 0,663 psi
UC	: 821,2 Btu/jam.ft ² °F
UD	: 110,6 Btu/jam.ft ² °F
Rd Calculated	: 0,0078
Rd required	: 0,0023
Harga	: \$ 114.800

24. Cooler 01 (CL-01)

Fungsi : Menurunkan temperatur komponen dari reaktor hidrolisis (R-01) sebanyak 31.644,670 kg/jam yang akan dialirkan menuju fermentor (R-02)

Tipe : *Shell and Tube heat exchanger*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Luas transfer : 5.185,1848 ft²

Aliran fluida : *Heavy organics*

Baffle space : 5 in

ID : 27 in

ΔP_s : 3,48 psi

Passes : 1

Tube side

Aliran Fluida : *water*

Panjang : 12 ft

OD : 3/4 in

BWG : 16

Pitch : 1 in

ΔP_p : 0,5841 psi

Passes : 4

Panjang : 16 ft

UC : 520,5812 Btu/jam.ft²°F

UD : 225,2268 Btu/jam.ft²°F

Rd Calculated : 0,0025

Rd required : 0,0030

Harga : \$ 55.607

25. Cooler 02 (CL-02)

Fungsi : Menurunkan temperatur etanol hasil keluaran dari MD-01 sebanyak 2.525,252 kg/jam

Tipe : *Shell and Tube heat exchanger*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Luas transfer : 1.091,428 ft²

Spesifikasi :

Shell Side

Aliran fluida : Cold fluid; *Light organics* (air)

Pitch : 1 in, triangular pitch

Pass : 4

Baffle Space : 11,625 in

ΔPa : 0,002 psi

Tube Side

Aliran Fluida : *Hot Fluid*; Air dan Etanol

OD : 3/4 in

BWG : 18

ID : 0,652 in

Passes : 4

Panjang : 20 ft

ΔPp : 0,016 psi

UC : 118,4 Btu/jam.ft²°F

UD : 75,19 Btu/jam.ft²°F

Rd Calculated : 0,0049

Rd required : 0,0023

Harga : USD \$ 35.000

26. Cooler 03 (CL-03)

Fungsi : Menurunkan temperatur hasil keluaran dari *Bottom*
dari MD-01 sebanyak 24.477,059 kg/jam

Tipe : *Shell and Tube heat exchanger*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Luas transfer : 5.221,58 ft²

Spesifikasi :

Shell Side

Aliran fluida : *Cold fluid ; Light organics* (air)

Pitch : 1 in, triangular pitch

Pass : 2

Baffle Space : 19,5 in

ΔPa : 0,001 psi

Tube Side

Aliran Fluida : *Hot Fluid*; Air dan Etanol

OD : 3/4 in

BWG : 18

ID : 0,652 in

Passes : 2

Panjang : 20 ft

ΔPp : 0,406 psi

UC : 296,9 Btu/jam.ft²°F

UD : 152,13 Btu/jam.ft²°F

Rd Calculated : 0,0032
Rd required : 0,0023
Harga : USD \$ 153.970

27. Pompa (P-01)

Fungsi : Mengalirkan bahan baku nira aren dari tangki penyimpanan (T-01) menuju hidrolisis (R-01)
Jumlah : 2
Jenis : *Centrifugal Pump*
Kapasitas : 64,6162 gpm
Daya : 1,5 Hp
Harga : \$ 3.184

28. Pompa (P-02)

Fungsi : Mengalirkan air proses menuju reaktor hidrolisis (R-01)
Jumlah : 2
Jenis : *Centrifugal Pump*
Kapasitas : 90,0675 gpm
Daya : 2 Hp
Harga : \$ 5.231

29. Pompa (P-03)

Fungsi : Mengalirkan H_2SO_4 dari tangki penyimpanan (T-02)
menuju reactor Hidrolisis (R-01)

Jumlah : 7

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 0.0094 gpm

Daya : 0,05 Hp

Harga : \$ 2.388

30. Pompa (P-04)

Fungsi : Mengalirkan komponen dari reaktor Hidrolisis (R-01)
menuju reaktor Fermentor (R-02)

Jumlah : 7

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 152,5381 gpm

Daya : 3 Hp

Harga : \$ 26.268

31. Pompa (P-05)

Fungsi : Mengalirkan komponen hasil fermentasi dari reaktor
fermentor (R-02) menuju filter press (FP-01)

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 155,06 gpm
Daya : 2 Hp
Harga : \$ 7.733

32. Pompa (P-06)

Fungsi : Mengalirkan komponen dari Filter press (FP-01)
menuju Menara destilasi (MD-01)
Jumlah : 2
Jenis : *Centrifugal Pump*
Kapasitas : 145,1341 gpm
Daya : 2 Hp
Harga : \$ 7.733

33. Pompa (P-07)

Fungsi : Mengalirkan komponen dari Condensor (CD-01)
menuju Menara Distilasi (MD-01)
Jumlah : 1
Jenis : *Centrifugal Pump*
Kapasitas : 39,6039gpm
Daya : 0,4283 Hp
Harga : \$ 2.047

34. Pompa (P-08)

Fungsi : Mengalirkan komponen dari Menara Distilasi (MD-01) menuju Reboiler (R-01)

Jumlah : 1

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 188,3791 gpm

Daya : 1,7913 Hp

Harga : \$ 7.050

35. Pompa (P-09)

Fungsi : Mengalirkan komponen dari Menara destilasi (MD-01) menuju tangki penyimpanan produk (T-03)

Jumlah : 1

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 16.7414 gpm

Daya : 0,2086 Hp

Harga : \$ 1.785

36. Pompa (P-10)

Fungsi : Mengalirkan komponen dari bottom menara distilasi (MD-01) menuju tangki UPL

Jumlah : 1

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 131,5612 gpm
 Daya : 2 Hp
 Harga : \$ 7.723

3.3. Perencanaan Produksi

3.3.1. Analisis Kebutuhan Bahan Baku

Analisis kebutuhan bahan baku berkaitan dengan ketersediaan bahan baku terhadap kebutuhan kapasitas pabrik. Bahan baku nira aren diperoleh dari petani aren yang berada di Sumatera Utara

Tabel 3.1 Ketersediaan Bahan Baku Nira Aren

Komponen	Kebutuhan Bahan Baku (Ton/tahun)	Jumlah Ketersediaan Bahan Baku (Ton/tahun)
Nira Aren	117.571,09	10.632.865

Dari Tabel 3.1 di atas dapat disimpulkan bahwa ketersediaan bahan baku nira aren dapat memenuhi kebutuhan pabrik, atau dengan kata lain ketersediaan bahan baku aman untuk proses produksi.

3.3.2. Analisis Kebutuhan Alat Proses

Analisis kebutuhan peralatan proses meliputi kemampuan peralatan untuk proses, umur ekonomis peralatan dan perawatannya. Dengan adanya analisis kebutuhan peralatan proses maka akan dapat diketahui anggaran yang diperlukan untuk peralatan proses, baik pembelian maupun perawatannya.

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1. Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi merupakan hal yang sangat penting dalam perancangan suatu pabrik, karena berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Oleh karena itu, lokasi pendirian pabrik ini sangat menentukan kesuksesan sebuah perusahaan baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Pertimbangan utama yaitu lokasi yang dipilih harus memberikan biaya produksi dan distribusi yang minimum, dengan tetap memperhatikan ketersediaan tempat untuk pengembangan pabrik dan kondisi yang aman untuk operasi pabrik.

Pabrik bioetanol dari nira aren dengan kapasitas produksi 20.000 ton/tahun ini direncanakan akan didirikan di Kecamatan Kisaran, Kabupaten Asahan, Sumatera Utara. Adapun pertimbangan - pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik ini adalah sebagai berikut :

4.1.1. Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor primer merupakan faktor yang secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari usaha pabrik. Tujuan utama ini meliputi proses produksi dan distribusi. Adapun faktor-faktor primer yang berpengaruh secara langsung dalam pemilihan lokasi pabrik adalah :

a. Penyediaan Bahan Baku

Lokasi pabrik sebaiknya dekat dengan penyediaan bahan baku untuk menghemat biaya transportasi. Bahan baku pembuatan Etanol untuk rancangan pabrik ini berasal dari berbagai daerah di Provinsi Sumatera Utara. Pengangkutan bahan baku ini dilakukan dengan truk-truk bak terbuka yang berukuran besar.

b. Pemasaran

Distribusi produk akan berjalan lebih mudah dan efisien apabila pabrik berada dekat dengan wilayah pemasaran. Jalur dan jenis transportasi yang digunakan dalam proses produksi dan pendistribusian produk harus dipilih yang paling mudah, tidak memerlukan waktu yang lama, serta aman dalam proses pengangkutan. Lokasi pabrik Bioetanol ini telah dipilih untuk mempermudah proses produksi dan pemasaran dengan didukung sistem transportasi yang baik.

c. Utilitas

Utilitas yang diperlukan adalah air, bahan bakar dan listrik. Kebutuhan air dapat dipenuhi dengan baik dekat dengan sumber air sungai. Sarana yang lain seperti bahan bakar dan listrik merupakan faktor utama dalam operasional pabrik dan dapat diperoleh dengan cukup mudah dari wilayah sekitar.

d. Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang dibutuhkan adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah dan sebagian sarjana. Hal ini agar tenaga kerja yang dipekerjakan adalah tenaga kerja yang memiliki

kompetensi yang cukup agar proses berjalan dengan baik. Selain itu faktor kedisiplinan dan pengalaman kerja juga menjadi prioritas dalam perekrutan tenaga kerja tersebut. Untuk memenuhinya dapat diperoleh dari daerah sekitar lokasi pabrik dan sekitarnya, sehingga dengan dibangunnya pabrik di lokasi ini maka dapat lebih meningkatkan taraf hidup masyarakat sekitar dan memacu perkembangan ekonomi daerah.

e. Transportasi

Untuk mempermudah lalu lintas produk dan pemasarannya, lokasi pabrik harus mudah dicapai. Pada pabrik ini lokasi pendirian dinilai cukup baik karena di lokasi tersebut terdapat transportasi yang memadai baik transportasi darat maupun laut dan diharapkan dapat memperlancar kegiatan pemasaran, baik pemasaran internasional maupun domestik.

f. Letak Geografis

Keadaan iklim di lokasi pabrik harus dipertimbangkan dengan baik untuk mengoptimalkan kegiatan produksi pabrik, baik dari segi proses, maupun dari segi peralatannya. Lokasi pabrik di Kabupaten Asahan terletak didaerah yang stabil dari gangguan bencana alam (banjir, tsunami, gempa bumi, dan lain-lain). Kab. Asahan juga memiliki iklim tertentu seperti kelembaban udara, curah hujan yang relatif intensitas sinar matahari dan curah hujan yang cocok untuk perkebunan singkong dan proses fermentasi. Dalam pemilihan lokasi pabrik, karakteristik dan kondisi lingkungan seperti tanah, ketinggian terhadap permukaan air laut, ketinggian air tanah, drainase, kecepatan angin, kuantitas hujan, kemungkinan terjadinya bencana alam. Berdasarkan pertimbangan

karakteristik dan kondisi lingkungan tersebut, lokasi pabrik bioetanol ini memiliki kondisi lingkungan yang cukup baik untuk mendukung berdirinya pabrik tersebut.

4.1.2. Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

a. Perluasan Area Pabrik

Pada perencanaan pendirian pabrik ini telah disertakan lahan untuk pengembangan pabrik tersebut yang luasnya sekitar setengah dari luas pabrik yang ada. Untuk pengembangan yang lebih besar di daerah tersebut masih memiliki lahan yang sangat luas.

b. Kebijakan Pemerintah

Mengenai peraturan pemerintah tidak mengalami kesulitan karena Kabupaten Asahan dan sekitarnya termasuk daerah sentra industri dan daerah pengembangan industri dimasa yang akan datang.

c. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Prasarana seperti jalan dan transportasi lainnya harus tersedia. Selain itu harus tersedia juga fasilitas-fasilitas sosial seperti sarana pendidikan, ibadah, hiburan, kesehatan dan perumahan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup bagi tenaga kerja di pabrik ini bahkan juga warga sekitar pabrik ini.

4.2. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Pengaturan tersebut akan memanfaatkan luas area (*space*) untuk

penempatan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan – gerakan material, penyimpanan material (*storage*) baik yang bersifat temporer maupun permanen, personil pekerja dan sebagainya (Wignjosuebrot, 2009). Selain peralatan yang tercantum dalam flow sheet proses, beberapa bangunan fisik lainnya seperti kantor, gudang, laboratorium, bengkel dan lainnya harus berada pada bagian yang seefisien mungkin, terutama ditinjau dari segi lalu lintas barang, kontrol keamanan dan ekonomi. Selain itu yang harus diperhatikan dalam penentuan tata letak pabrik adalah penempatan alat-alat produksi harus sedemikian rupa sehingga dalam proses produksi dapat memberikan kenyamanan dan keamanan. Secara garis besar *lay out* pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu :

a. Area Administrasi/Perkantoran dan Laboratorium

Area Administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium sebagai pusat pengembangan, pengendalian kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang akan yang dijual.

b. Area Proses dan Ruang Kontrol

Merupakan area tempat alat-alat proses diletakkan dan tempat berlangsungnya proses. Ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses.

c. Area Pergudangan, Umum, Bengkel dan Parkir

Merupakan area tempat menyimpan alat-alat dan bahan kimia, tempat kegiatan umum, reparasi transportasi, dan parkir kendaraan.

d. Area Utilitas dan Power Station

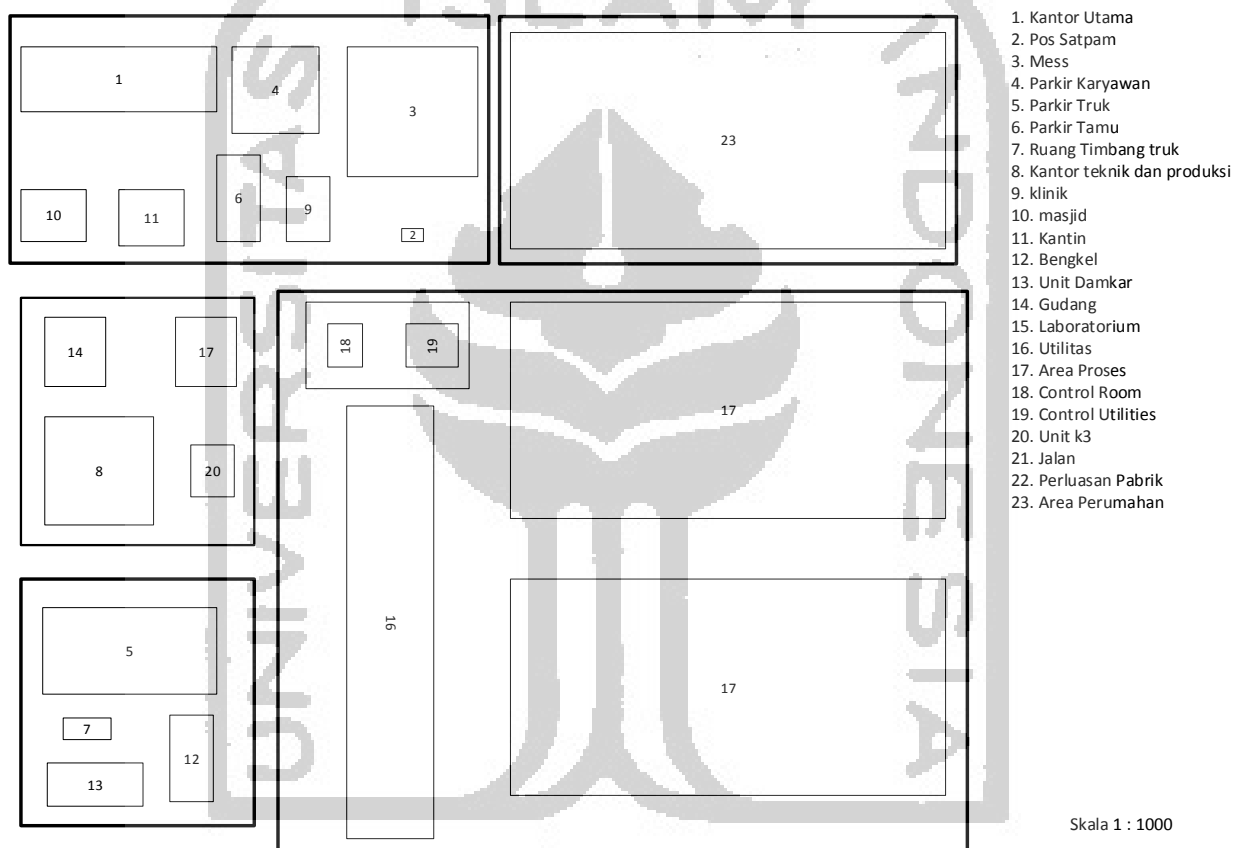
Merupakan area dimana kegiatan penyedia air, *steam*, udara tekan, bahan bakar, pengolahan limbah dan tenaga listrik dipusatkan untuk menunjang kegiatan proses produksi.

Hasil perancangan tata letak pabrik etanol terlihat dalam tabel dan gambar berikut

Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah sebagai Bangunan Pabrik

No	Lokasi	panjang, m	lebar, m	luas, m ²
		m	m	m ²
1	Kantor utama	45	15	675
2	Pos Keamanan/satpam	3	5	15
3	Mess	30	30	900
4	Parkir Karyawan	20	20	400
5	Parkir Truk	40	20	800
6	Parkir Tamu	10	20	200
6	Ruang timbang truk	11	5	55
7	Kantor teknik dan produksi	25	25	625
8	Klinik	10	15	150
9	Masjid	15	12	180
10	Kantin	15	13	195
11	Bengkel	10	20	200
12	Unit pemadam kebakaran	10	10	100
13	Gudang alat	22	10	220
14	Laboratorium	14	16	224
15	Utilitas	100	20	2000
16	Area proses	100	50	5000
17	Control Room	10	8	80

18	Control Utilitas	10	8	80
19	Unit K3	10	12	120
20	Jalan	250	8	2000
21	Perluasan pabrik	100	50	5000
22	Area Perumahan (23 unit)	20	12	5520



Gambar 4. 1 Lay Out Pabrik

4.3. Tata Letak Alat Proses

Dalam perancangan tata letak alat proses pabrik harus dirancang secara efisien agar proses berjalan dengan baik . Dalam perancangannya ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

4.3.1. Aliran Bahan Baku dan Produk

Jalannya aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Semakin dekat penempatan bahan baku dan produk dengan jalur transportasi, maka akan semakin efisien biaya yang dikeluarkan.

4.3.2. Aliran Udara

Aliran udara di dalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya penumpukan udara atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja, selain itu perlu memperhatikan arah hembusan angin.

4.3.3. Pencahayaan

Penerangan seluruh pabrik harus memadai. Pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau berisiko tinggi harus diberi penerangan tambahan. Untuk menghindari kecelakaan karna pencahayaan

4.3.4. Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan

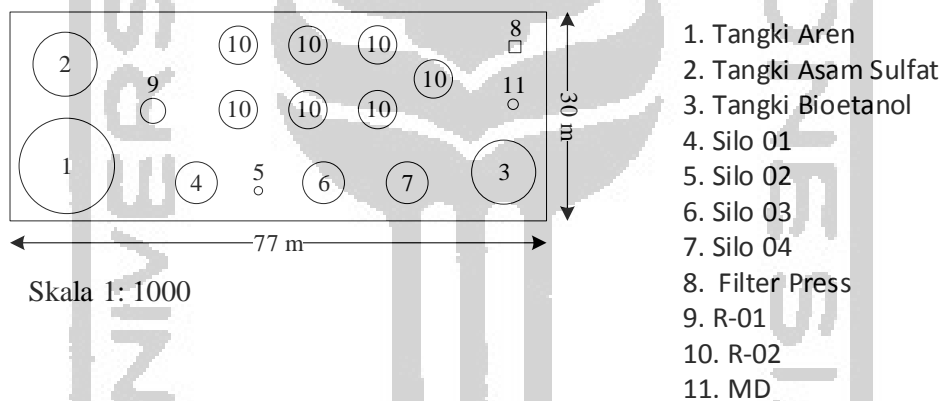
Dalam perancangan lay out peralatan, perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

4.3.5. Pertimbangan Ekonomi

Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

4.3.6. Jarak Antar Alat Proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi tinggi, sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut, tidak membahayakan alat-alat proses lainnya dan mudah melakukan penyelamatan.



Gambar 4.5 Lay out Alat Proses

4.4. Alir Proses dan Material

4.4.1. Neraca Massa

4.4.1.1. Neraca Massa Total

1. Reaktor Hidrolisa (R-01)

Tabel 4. 2 Neraca Massa di Reaktor Hidrolisis

Komponen	Masuk			Keluar
	F1 (kg/jam)	F2 (kg/jam)	F3 (kg/jam)	F4 (kg/jam)
Air	18784,65	34073,26		52310,22
Sukrosa	10839,70			433,59
Protein	59,38			59,38
Lemak	5,94			5,94
Glukosa	0			5476,90
Fruktosa	0			5476,90
Enzim Invertase			23,1921	23,19
SubTotal	29689,67	34073,26	23,1921	63786,12
Total		63786,12		63786,12

2. Reaktor Fermentor (R-02)

Tabel 4. 3 Neraca Massa Reaktor Fermentor

Komponen	Masuk (kg/jam)					Keluar (kg/jam)	
	F4	F6	F5	F7	F8	F11	F10
Air	52310,22					52310,22	
Sukrosa	433,59					433,59	
Protein	59,38					59,38	
Lemak	5,94					5,94	
Glukosa	5476,90					164,31	
Fruktosa	5476,90					5476,90	
Enzim Invertase	23,19					23,19	
Urea		211,24				211,24	
Asam Sulfat			144,88			144,88	
Amonium Sulfat				4,82		4,82	
Etanol						2715,33	
Saccromices Cerevisae					264,046	264,05	
Karbon dioksida							2597,268
Subtotal			64411,10			64411,10	

3. Filter Press (FP-01)

Tabel 4. 4 Neraca Masa Filter Press

Komponen	Masuk	Keluar	
	F11 (kg/jam)	F12 (kg/jam)	F13 (kg/jam)
Air	52310,22	3661,72	48648,5078
Sukrosa	433,59	433,59	
Protein	59,38	59,38	
Lemak	5,94	5,94	
Glukosa	164,31	11,50	152,8055091
Fruktosa	5476,90	5476,90	
Enzim Invertase	23,19	23,19	
Urea	211,24	211,24	
Asam Sulfat	144,88	144,88	
Amonium Sulfat	4,82	4,82	
Etanol	2715,33	190,07	2525,25
Saccromices Cerevisae	264,05	264,05	
Total	61813,83	61813,83	

4. Menara Distilasi (MD-01)

Tabel 4. 5 Neraca Massa Menara Distilasi

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	F13 (kg)	F14 (kg)	F15 (kg)
Etanol	2525,252525	2398,989899	126,26
Air	48648,5078	126,2626263	48522,25
Glukosa	152,8055091		152,81
Total	51326,56584	51326,56584	

4.4.1.2. Neraca Panas Total

1. Heater (H-01)

Tabel 4. 6 Neraca Panas Heater (H-01)

Komponen	qinput (kJ/jam)	qoutput (KJ/jam)
Air	1333628,82	4000886,47

Sukrosa	538613,87	1615841,60
Protein	2185,25	6555,74
Lemak	219,78	659,34
steam	3749295,42	
total	5623943,14	5623943,14

2. Heater (H-02)

Tabel 4. 7 Neraca Panas Heater (H-02)

Komponen	input (kJ/jam)	output (KJ/jam)
Air	967621,43	7257160,72
steam	6289539,29	
total	7257160,72	7257160,72

3. Reaktor Hidrolisis (R-01)

Tabel 4. 8 Neraca Panas Reaktor Hidrolisis (R-01)

Komponen	Input (kJ/jam)			Output (kJ/jam)
	F1	F2	F3	F4
Air	4000886,47	7257160,72		11258047,18
Fruktosa				833929,39
Glukosa				833929,39
Protein	6555,74			6555,74
Lemak	659,34			659,34
sukrosa	1615841,60			64633,66
Enzim Invertase			6884,71	6884,71
Panas Reaksi			-37919177,82	
Panas Pendingin				-38035828,66
Total		-25031189,26		-25031189,26

4. Cooler (CL-01)

Tabel 4. 9 Neraca Panas Cooler (CO-01)

Komponen	input (kJ/jam)	output (KJ/jam)
Air	11141396,3453	3713798,7818
Fruktosa	833929,3855	277976,4618
Glukosa	833929,3855	277976,4618
Protein	3277,8678	1092,6226
Lemak	329,6687	109,8896

sukrosa	32316,8320	10772,2773
steam	-8563452,9898	
total	4281726,4949	4281726,4949

5. Fermentor (R-02)

Tabel 4. 10 Neraca Panas Fermentor (R-02)

Komponen	Input (kJ/jam)					Output (kJ/jam)		
	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
Air	3713798,78						3713799	
Fruktosa	277976,46						277976,5	
Glukosa	277976,46						8339,294	
Protein	1092,62						2185,245	
Lemak	109,89						219,7792	
Urea		9413,37					9413,371	
H ₃ PO ₄			3654,67				3654,675	
Etanol							342,8106	
Saccromices Cerevisae				26127,79			268686,4	
Sukrosa	10772,2773						21544,55	
Karbon Dioksida								50495,24
Panas Reaksi						-7540434,992		
Panas Air Pendingin					5003133,84			
Panas Air Pemanas						12507834,6		
Total	9324056,17					9324056,175		

6. Filter Press (FP-01)

Tabel 4. 11 Neraca Panas Filter Press (FP-01)

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ)	
	F11	F12	F13
Air	3713798,78	259965,91	3453832,87
Sukrosa	21544,55	21544,55	
Protein	2185,25	2185,25	
Lemak	219,78	219,78	

Glukosa	8339,29	583,75	7755,54
Fruktosa	277976,46	277976,46	
Enzim Invertase	2294,90	2294,90	
Urea	9413,37	9413,37	
Asam Sulfat	3654,67	3654,67	
Amonium Sulfat	202,76	202,76	
Etanol	193215,28	13525,07	179690,21
Saccromices Cerevisae	26127,79	26127,79	
Total	4258972,90	4258972,90	

7. Heater (H-03)

Tabel 4. 12 Neraca Panas Heater (H-03)

Komponen	Input (KJ/jam)	Output (KJ/jam)
Etanol	181.387,60	3.238.378,43
Air	2.714.652,07	48.465.663,84
Glukosa	7.828,80	139.770,46
Panas Steam Masuk	62.387.015,68	
Panas Steam Keluar		13.447.071,43
Total	65.290.884,16	65.290.884,16

8. Menara Distilasi (MD-01)

Tabel 4. 13 Neraca Panas Menara Distilasi (MD-01)

Komponen	Input (KJ/jam)	Output (KJ/jam)	
	F11	F12	F13
Etanol	3.208.799,01	1.948.897,16	149.352,96
Air	30.838.228,66	81.019,56	35.734.978,25
Glukosa	138.493,80		161.154,21
Kondensor		-6.031.736,57	
Reboiler	-2.141.855,90		
Total	32.043.665,57		32.043.665,57

9. Cooler (CL-02)

Tabel 4. 14 Neraca Panas Cooler (CO-02)

Komponen	Input (KJ/jam)	Output (KJ/jam)
Bioetanol	1.948.897,16	172.541,57
Air	81.019,56	7.172,90
Panas air Masuk	160.887,15	

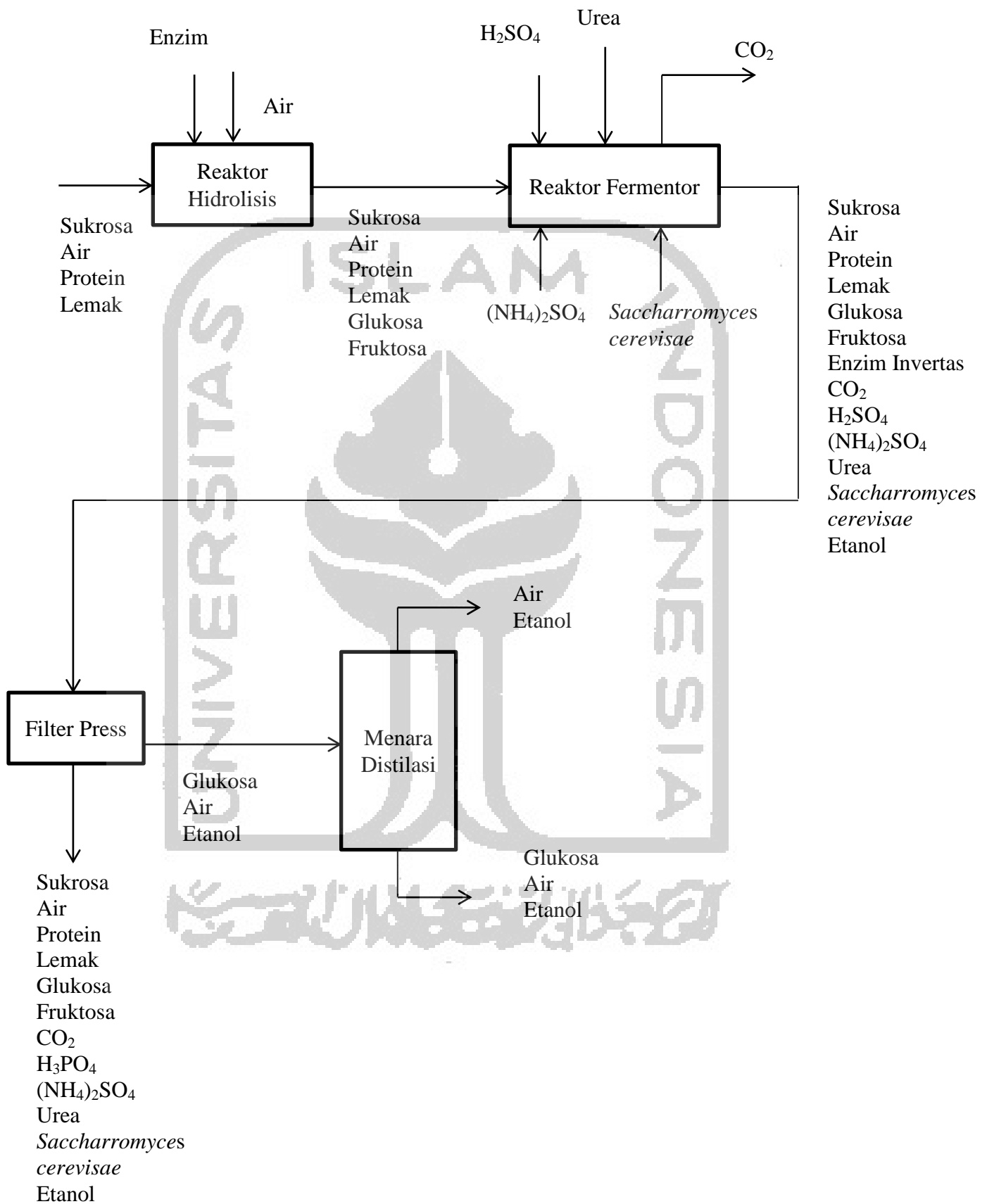
Panas Air Keluar		2.011.089,40
Total	2.190.804,87	2.190.804,87

10. Cooler (CL-03)

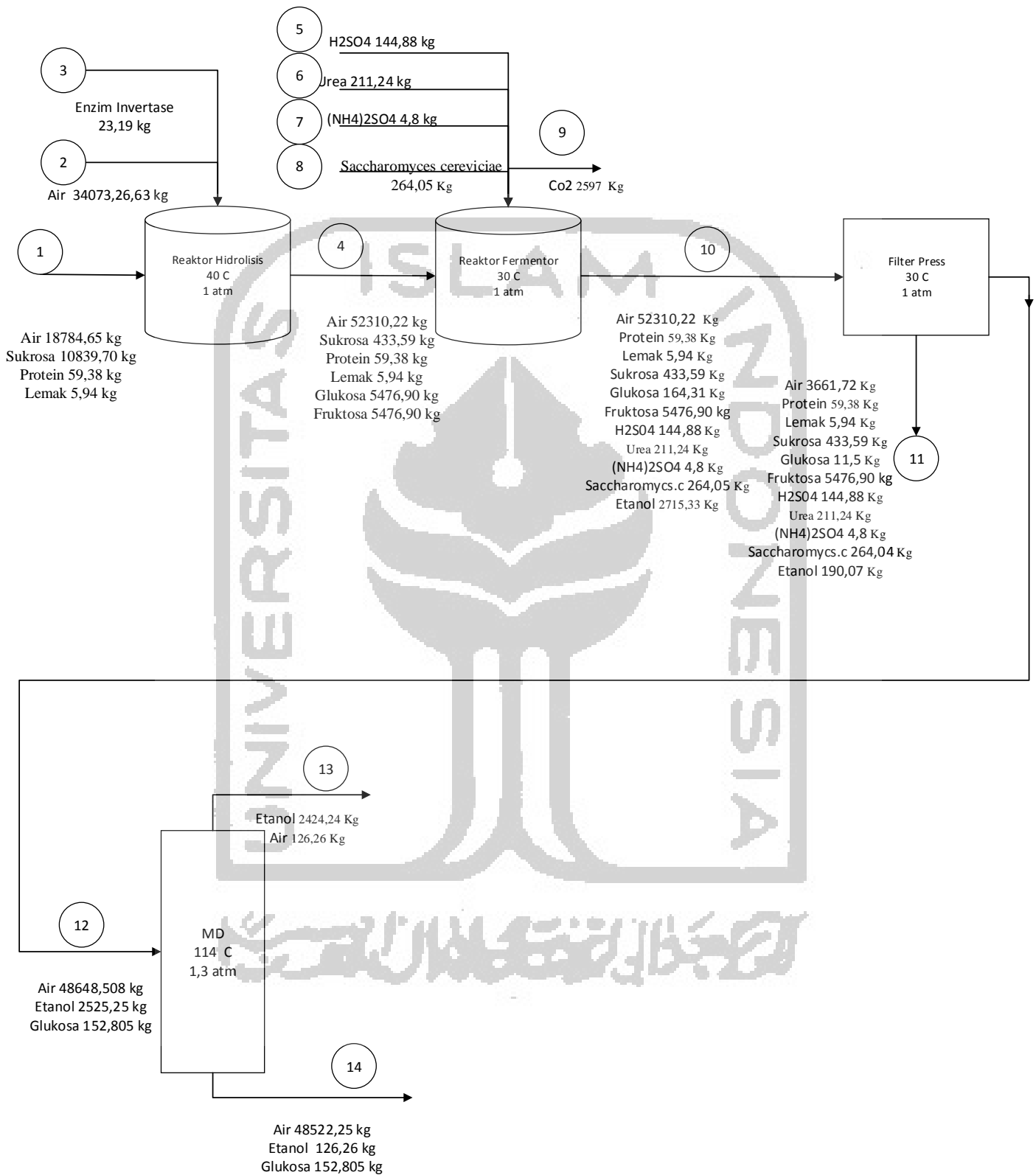
Tabel 4. 15 Neraca Panas Cooler (CO-03)

Komponen	Input (KJ/jam)	Output (KJ/jam)
Bioetanol	149.352,96	7.189,23
Air	35.734.978,25	1.720.133,71
Glukosa	161.154,21	7.757,29
Panas air Masuk	2.983.513,49	
Panas Air Keluar		37.293.918,68
Total	39.038.998,91	39.038.998,91





Gambar 4. 2 Diagram Kualitatif



Gambar 4. 3 Diagram Alir Kuantitatif



4.5. Pelayanan Teknik (Utilitas)

Unit utilitas adalah salah satu bagian yang sangat penting dalam menunjang jalannya proses produksi pada suatu industri kimia. Suatu proses produksi dalam suatu pabrik tidak akan berjalan lancar dengan baik jika tidak terdapat utilitas. Karena itu utilitas memegang peranan penting dalam pabrik. Perancangan diperlukan agar dapat menjamin kelangsungan operasi suatu pabrik.

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik yaitu penyediaan utilitas. Penyediaan utilitas ini meliputi:

- a. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
- b. Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)
- c. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
- d. Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)
- e. Unit Penyediaan Bahan Bakar
- f. Unit Pengolahan Limbah atau Air Buangan

4.5.1 Unit Penyedia Air dan Pengolahan Air

4.5.1.1 Unit Penyedia Air (Water Supply System)

Unit penyediaan air merupakan salah satu unit utilitas yang bertugas menyediakan air untuk kebutuhan industri maupun rumah tangga. Untuk memenuhi kebutuhan air dalam industri pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut. Dalam perancangan pabrik Bioetanol ini, sumber air yang digunakan berasal dari sungai. Adapun pertimbangan dalam menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah:

1. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana, dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya yang lebih besar.
2. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi jika dibandingkan dengan air sumur, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
3. Letak sungai berada di dekat pabrik

Air sungai akan digunakan untuk keperluan di lingkungan pabrik sebagai :

1. Air Pendingin

Alasan penggunaan air sebagai fluida pendingin berdasarkan faktor berikut:

- a. Air merupakan bahan yang mudah didapatkan dalam jumlah yang besar dengan biaya yang murah
- b. Dapat menyerap panas per satuan volume yang tinggi
- c. Tidak mudah menyusut dengan adanya perubahan temperatur pendingin.
- d. Tidak terdekomposisi.

Air pendingin ini digunakan sebagai fluida pendingin pada *cooler* dan reaktor. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan air pendingin:

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

2. Air Umpan *Boiler*

Berikut adalah syarat air umpan *boiler* (*boiler feed water*) :

a. Tidak berbuih (berbusa)

Busa disebabkan adanya *solid matter*, *suspended matter*, dan kebasaaan yang tinggi. Kesulitan yang dihadapi dengan adanya busa diantaranya adalah kesulitan dalam pembacaan tinggi *liquid* dalam *boiler* dan juga buih ini dapat menyebabkan percikan yang kuat serta dapat mengakibatkan penempelan padatan yang menyebabkan terjadinya korosi apabila terjadi pemanasan lanjut. Untuk mengatasi hal-hal di atas maka diperlukan pengontrolan terhadap kandungan lumpur, kerak, dan alkanitas air umpan *boiler*.

b. Tidak membentuk kerak dalam *boiler*

Kerak yang disebabkan oleh *solid matter*, *suspend matter* dalam *boiler* dapat menyebabkan isolasi terhadap proses perpindahan panas terhambat dan kerak yang terbentuk dapat pecah sehingga dapat menimbulkan kebocoran.

c. Tidak menyebabkan korosi pada pipa

Korosi pada pipa disebabkan oleh asam, minyak dan lemak, bikarbonat dan bahan organik serta gas-gas H_2S , SO_2 , NH_3 , CO_2 , O_2 , yang terlarut dalam air. Reaksi elektro kimia antar besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja.

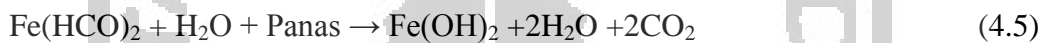


Jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hidrogen yang terbentuk akan bereaksi dan membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut maka terjadi korosi menurut reaksi berikut :





Bikarbonat dalam air akan membentuk CO_2 yang bereaksi dengan air karena pemanasan dan tekanan. Reaksi tersebut menghasilkan asam karbonat yang dapat bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Adanya pemanasan garam bikarbonat menyebabkan pembentukan CO_2 kembali. Berikut adalah reaksi yang terjadi :



3. Air Sanitasi

Air sanitasi pada pabrik digunakan sebagai keperluan laboratorium, kantor, konsumsi, mandi, mencuci, taman dan lainnya. Berikut adalah persyaratan yang harus dipenuhi dalam penggunaan sebagai air sanitasi:

a. Syarat Fisika

Secara sifat fisika air sanitasi tidak boleh berwarna dan berbau, kekeruhan SiO_2 kurang dari 1 ppm dan pH netral.

b. Syarat Kimia

Secara sifat kimia air sanitasi tidak boleh mengandung bahan beracun dan tidak mengandung zat-zat organik maupun anorganik yang tidak larut dalam air seperti PO_4^{3-} , Hg, Cu, dan sebagainya.

c. Syarat Bakteriologis

Secara biologi air sanitasi tidak mengandung bakteri terutama bakteri *pathogen* yang dapat merubah sifat fisis air.

4.5.1.2 Unit Pengolahan Air (Water Treatment System)

Berikut adalah tahapan pengolahan air :

1. Penyaringan Awal/*Screen* (SCRU-01)

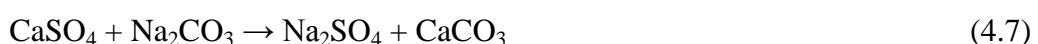
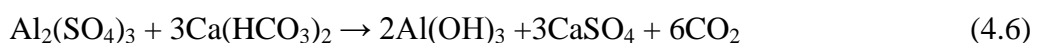
Sebelum mengalami proses pengolahan, air dari sungai harus mengalami pembersihan awal agar proses selanjutnya dapat berlangsung dengan lancar. Air sungai dilewatkan *screen* (penyaringan awal) berfungsi untuk menahan kotoran-kotoran yang berukuran besar seperti kayu, ranting, daun, sampah dan sebagainya. Kemudian dialirkan ke bak pengendap.

2. Bak Pengendap (BU-01)

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

3. Bak Penggumpal (BU-02)

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 dengan cara menambahkan senyawa kimia. Umumnya flokulan yang biasa digunakan adalah Tawas atau alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) dan Na_2CO_3 . Adapun reaksi yang terjadi dalam bak penggumpal adalah



4. Clarifier (CRU-01)

Kebutuhan air dari suatu pabrik diperoleh dari sumber air yang berada disekitar pabrik dengan cara mengolah air terlebih dahulu agar dapat memenuhi persyaratan untuk digunakan. Pengolahan tersebut meliputi pengolahan secara fisika, kimia, penambahan *desinfektan*, dan penggunaan *ion exchanger*.

Raw water diumpankan ke tangki terlebih dahulu dan kemudian diaduk dengan kecepatan tinggi serta ditambahkan bahan-bahan kimia selama pengadukan tersebut. Bahan-bahan kimia yang digunakan adalah:

- a. $\text{Al}_2(\text{SO}_4) \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ yang berfungsi sebagai koagulan
- b. Na_2CO_3 yang berfungsi sebagai flokulan.

Pada *clarifier* lumpur dan partikel padat lain diendapkan dengan diinjeksi alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4) \cdot 18\text{H}_2\text{O}$) sebagai koagulan yang membentuk flok. Selain itu ditambahkan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku dialirkan ke bagian tengah *clarifier* untuk diaduk. Selanjutnya air bersih akan keluar melalui pinggiran *clarifier* sebagai *overflow*, sedangkan flok yang terbentuk atau *sludge* akan mengendap secara gravitasi dan di *blowdown* secara berkala dengan waktu yang telah ditentukan. Air baku yang belum di proses memiliki *turbidity* sekitar 42 ppm. Setelah keluar *clarifier* kadar *turbidity* akan turun menjadi kurang dari 10 ppm.

5. Sand Filter (BU-03)

Air hasil dari *clarifier* dialirkan menuju *sand filter* untuk memisahkan dengan partikel – partikel padatan yang terbawa. Air yang mengalir keluar dari *sandfilter* akan memiliki kadar *turbidity* sekitar 2 ppm. Air tersebut dialirkan menuju tangki penampung (*filter water reservoir*) yang kemudian didistribusikan menuju menara

air dan unit demineralisasi. *Back washing* pada *sand filter* dilakukan secara berkala dengan tujuan menjaga kemampuan penyaringan alat.

6. Bak Penampungan Sementara (BU-04)

Air setelah keluar dari bak penyaring dialirkan ke bak penampung yang siap didistribusikan sebagai air perumahan/perkantoran, air umpan *boiler*, air pendingin dan lain-lain.

7. Tangki Klorinasi (TU-05)

Air setelah melalui bak penampung dialirkan ke tangki Klorinasi (TU-05). Air harus ditambahkan dengan klor atau kaporit untuk membunuh kuman dan mikroorganisme seperti amoeba, ganggang dan lain-lain yang terkandung dalam air sehingga aman untuk dikonsumsi.

8. Kation *Exchanger* (TU-02)

Air dari bak penampung (BU-04) selanjutnya dialirkan ke *kation exchanger* (TU-02). Tangki ini berisi resin pengganti kation-kation yang terkandung dalam air diganti ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari *kation exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

9. Anion *Exchanger* (TU-03)

Air yang keluar dari tangki *kation exchanger* (TU-02) kemudian diumpankan ke *anion exchanger* (TU-03). *Anion Exchanger* berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- , dan SO_4^{2-} akan terikat dengan resin. Dalam waktu tertentu, anion resin akan jenuh sehingga perlu diregenerasi kembali dengan larutan NaOH.

10. Unit *Daerator* (DE-01)

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan *boiler* dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi pada *boiler* seperti *oksigen* (O_2) dan *karbon dioksida* (CO_2). Air yang telah mengalami demineralisasi (*kation exchanger* dan *anion exchanger*) dipompakan menuju *deaerator*. Pada pengolahan air untuk (terutama) *boiler* tidak boleh mengandung gas terlarut dan padatan terlarut, terutama yang dapat menimbulkan korosi. Unit *deaerator* ini berfungsi menghilangkan gas O_2 dan CO_2 yang dapat menimbulkan korosi. Di dalam *deaerator* diinjeksikan bahan kimia berupa hidrazin (N_2H_2) yang berfungsi untuk mengikat O_2 sehingga dapat mencegah terjadinya korosi pada *tube boiler*. Air yang keluar dari *deaerator* dialirkan dengan pompa sebagai air umpan *boiler* (*boiler feed water*).

11. Bak Air Pendingin (BU-05)

Air Pendingin yang digunakan dalam proses berasal dari air yang didinginkan di *cooling tower*. Kehilangan air karena penguapan, terbawa udara maupun dilakukannya *blowdown* diganti dengan air yang disediakan di bak air bersih. Air pendingin harus mempunyai sifat-sifat yang tidak korosif, tidak menimbulkan kerak, dan tidak mengandung mikroorganisme yang bisa menimbulkan lumut. Untuk mengatasi hal tersebut diatas, maka kedalam air pendingin diinjeksikan bahan-bahan kimia sebagai berikut:

- a. Fosfat, berguna untuk mencegah timbulnya kerak.
- b. Klorin, untuk membunuh mikroorganisme.
- c. Zat *dispersant*, untuk mencegah timbulnya penggumpalan

4.5.1.3 Jumlah Kebutuhan Air

1. Kebutuhan Air Pembangkit *Steam*

Tabel 4. 16 Kebutuhan Air Pembangkit *Steam*

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
<i>Reboiler</i>	RB-01	999,00
<i>Heater</i>	HE-01	13,25
<i>Heater</i>	HE-02	12,85
<i>Heater</i>	HE-03	22.826,47
Total		23.851,56

Kebutuhan air *make up* terdiri dari blowdown sebesar 15% dari kebutuhan steam, yaitu sebesar 4.293,28 kg/jam dan steamtrap sebesar 5% dari kebutuhan steam, sebesar 1.431,09 kg/jam. Jadi kebutuhan air umpan *boiler* untuk kebutuhan *make up* yang harus disediakan sebesar 5.724,37 kg/jam.

2. Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 4. 17 Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
R.Hidrolisis	R-01	7.638,20
Fermentor	R-02	171.357,62
<i>Cooler</i>	CL-01	339.620,10
<i>Cooler</i>	CL-02	5.664,11
<i>Cooler</i>	CL-03	105.035,98
<i>Condensor</i>	CD-01	21.877,01
Total		546.157,04

Kebutuhan air *make up* berdasarkan jumlah air yang menguap (W_e) sebesar 13.284 kg/jam, *blowdown* (W_b) sebesar 13.128 kg/jam, dan air yang terbawa aliran keluar tower (W_d) sebesar 156 kg/jam. Jadi jumlah air *make up* yang harus disediakan sebesar 26.569 kg/jam.

3. Kebutuhan Air Proses

Tabel 4. 18 Kebutuhan Air Proses

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Reaktor Hidrolisis	R-01	17.036,63
Total		17.036,63

Kebutuhan dibuat *overdesign* 20%, sehingga kebutuhan air proses adalah 20.443,96 kg/jam.

4. Kebutuhan Air untuk Perkantoran dan Rumah Tangga

Tabel 4. 19 Kebutuhan Air untuk Perkantoran dan Rumah Tangga

Kebutuhan	Jumlah (kg/hari)
Perkantoran	17.600
RumahTangga	18.400
Total	53.300

4.5.2 Unit Penyedia Listrik

Unit ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan listrik yang meliputi :

Tabel 4. 20 Kebutuhan Listrik

Keperluan	Kebutuhan (kw)
Kebutuhan <i>Plant</i> (Alat Proses dan Utilitas)	177,35
Lab, rumah tangga, perkantoran, bengkel dll	155
Alat instrumentasi dan kontrol	10
Total	342,35

4.5.3 Unit Penyedia Steam

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

Kapasitas : 28.622 kg/jam

Jenis : *Fire Tube Boiler*

Jumlah : 1

Boiler dilengkapi dengan sebuah unit *economyzer safety valve* sistem dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis. Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economyzer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari boiler, Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 140°C, kemudian diumpankan ke *boiler*.

Di dalam *boiler*, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) berfungsi untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api, Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economyzer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam boiler menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih, Uap air yang terkumpul sampai mencapai tekanan 6 bar, kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

4.5.4 Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada boiler dan generator, Bahan bakar yang dipakai pada boiler adalah *Solar* dengan kapasitas 2.128 kg /jam dan bahan bakar pada generator adalah *Solar* dengan kapasitas 334 kg/jam.

4.5.5 Unit Penyedia Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*, Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 28,04 m³/jam.

4.5.6 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dalam pabrik ini adalah limbah semi padat, yaitu campuran padatan organik seperti sukrosa, serat protein, lemak dan zat anorganik seperti asam fosfat, ammonium sulfat, *silicone oil*. Pengolahan limbah buangan meliputi :

1. Buangan sanitasi
2. *Back wash filter*, air berminyak dari pelumas pompa
3. Sisa regenerasi
4. *Blow down cooling water*

Air buangan sanitasi dari toilet disekitar 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.

Air sisa regenerasi dari unit demineralisasi yang mengandung NaOH dinetralkan dengan menambahkan H_2SO_4 . Hal ini dilakukan jika pH air buangan lebih dari tujuh (7). Jika pH air buangan kurang dari tujuh ditambahkan NaOH.

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.

4.5.7 Spesifikasi Alat-alat Utilitas

4.5.7.1 Penyedia Air

1. Screener

Kode : SCRU-01

Fungsi : Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar, seperti daun, ranting, dan sampah-sampah lainnya sebanyak 926.352,630 kg/jam

Bahan : Alumunium

Panjang : 10 ft

Lebar : 8 ft

Ukuran lubang : 1 cm

2. Bak Pengendap Awal/Sedimentasi

Kode : BU-01

Fungsi : Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa oleh air sunagi sebanyak 1.137.318,01 kg/jam

Jenis : Bak persegi terbuka

Kapasitas : 5.463,77 m³ untuk persediaan 3 hari

Dimensi : Tinggi : 11,09 m

Lebar : 22,19 m

Panjang : 22,19 m

3. Bak Penggumpal

Kode : BU-02

Fungsi : Mengendapkan kotoran yang berupa disperse koloid dalam air dengan menambahkan koagulan untuk menggumpalkan kotoran sebanyak 836.033,25 kg/jam

Jenis : Silinder Vertical
 Kapasitas : 1.003,24 m³
 Dimensi : Diameter : 10,85 m
 Tinggi : 10,85 m
 Daya Pengadukan : 2 Hp

4. Tangki Larutan Alum

Kode : TU-01
 Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan larutan alum untuk diinjeksikan ke dalam bak penggumpal sebanyak 0,4264 kg/jam

Jenis : Silinder Vertical
 Kapasitas : 8,5958 m³
 Dimensi : Diameter : 1,7625 m
 Tinggi : 3,5250 m

Jumlah : 1

5. Clarifier

Kode : CRU-01
 Fungsi : Mengendapkan gumpalan-gumpalan yang

terbentuk di bak penggumpal 1.080.452,11 kg/jam

Jenis : *External Solid Recirculation Clarifier*

Kapasitas : 5.190,58 m³ untuk kapasitas 4 jam

Dimensi : Tinggi : 10,9073 m

Panjang : 21,8147 m

Lebar : 21,8147 m

Jumlah : 1

6. *Sand Filter*

Kode : BU-03

Fungsi : Menyaring partikel halus yang ada dalam air
Sungai sebanyak 828.054 kg/jam

Jenis : Bak persegi terbuka dengan saringan pasir

Kapasitas : 98,6244 m³

Dimensi : Panjang : 5,8211 m

Lebar : 5,8211 m

Tinggi : 2,9105 m

Jumlah : 1

7. **Bak Penampung Sementara**

Kode : BU-04

Fungsi : Menampung sementara raw *water* setelah disaring
di *sand filter* sebanyak 786651 kg/jam

Jenis : Bak persegi terbuka dengan rangka beton

Kapasitas : 943,9812 m³

Dimensi : Panjang : 12,3594 m

Lebar : 12,3594 m

Tinggi : 6,1797 m

Jumlah : 1

4.5.7.2 Pengolahan Air

4.5.7.2.1. Air Sanitasi

1. Tangki Klorinasi

Kode : TU-01

Fungsi : Mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan sanitasi sebanyak 21.834,99 kg/jam

Jenis : Tangki silinder berpengaduk

Kapasitas : 26,213 m³

Dimensi : Diameter : 3,22 m

Tinggi : 3,22 m

Jumlah : 1

2. Tangki Kaporit

Kode : TU-03

Fungsi : Menampung klorin untuk diinjeksi ke tangki Klorinasi sebanyak 0,1570 kg/jam

Jenis : Tangki silinder vertikal
 Kapasitas : 0,0577 m³
 Dimensi : Diameter : 0,4190 m
 Tinggi : 0,4190 m
 Jumlah : 1

3. Tangki Air Bersih

Kode : TU-06
 Fungsi : Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah
 tangga sebanyak 21.843,993 kg/jam
 Jenis : Tangki silinder tegak
 Kapasitas : 629,107 m³
 Dimensi : Diameter : 9,289 m
 Tinggi : 9,289 m
 Jumlah : 1

4.5.7.2.2. Air Proses

1. Tangki Alat Proses

Kode : TU-01
 Fungsi : Menampung sementara air untuk proses produksi
 Sebanyak 700 kg/jam

Jenis : Tangki silinder tegak
 Kapasitas : 20,16 m³
 Dimensi : Diameter : 2,9504 m
 Tinggi : 2,9504 m
 Jumlah : 1

4.5.7.2.3. Pengolahan Air Pendingin

1. *Cooling Tower*

Kode : CTU-01
 Fungsi : Mendinginkan air pendingin yang telah digunakan oleh peralatan proses dengan menggunakan media pendingin udara sebanyak 655.388,44 kg/jam
 Jenis : *Inducted Draft Cooling tower*
 Kapasitas : 655,3884 m³/jam
 Dimensi : Dimensi : 7,8602 m
 Tinggi : 4,0157 m

Jumlah : 1

2. Bak Air Pendingin

Kode : BU-05
 Fungsi : Menampung kebutuhan air pendingin sebanyak 655.388,44 kg/jam
 Jenis : Bak persegi terbuka dengan rangka beton

Kapasitas : 786,47 m³/jam
 Dimensi : Panjang : 11,6297 m
 Lebar : 11,6297 m
 Tinggi : 5,8149 m

Jumlah : 1

4.5.7.2.4. Steam

1. Kation Exchanger

Kode : TU-02
 Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation-kation seperti Ca dan Mg sebanyak 20.206,54 kg/jam
 Jenis : Tangki silinder tegak
 Kapasitas : 20,2065 m³/jam
 Dimensi : Diameter : 1,3247 m
 Tinggi : 1,2192 m
 Tebal Tangki : 0,125 in

2. Anion Exchanger

Kode : TU-03
 Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh anion seperti Cl, SO₄ dan NO₃ sebanyak 20.206,54 kg/jam

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 20,2065 m³/jam

Dimensi : Diameter : 1,4511 m

Tinggi : 1,2192 m

Tebal Tangki : 0,1875 in

3. Tangki Asam Sulfat

Kode : TU-07

Fungsi : Menampung dan menyimpan larutan asam sulfat yang akan digunakan untuk meregenerasi kation *exchanger* sebanyak 100,89 kg/jam

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 10,99 m³

Dimensi : Diameter : 2,4036 m

Tinggi : 2,4036 m

Jumlah : 1

4. Tangki NaOH

Kode : TU-08

Fungsi : Menampung dan menyimpan larutan NaOH yang digunakan untuk meregenerasi anion *exchanger* dan diinjeksikan ke bak penggumpal sebanyak 80,7088 kg/jam

Jenis : Tangki silinder tegak
 Kapasitas : 8,1681 m³
 Dimensi : Diameter : 2,1832 m
 Tinggi : 2,1832 m
 Jumlah : 1

5. Deaerator

Kode : DE-01
 Fungsi : Menghilangkan gas CO₂ dan O₂ yang terikat dalam *feed water* yang dapat menyebabkan kerak pada boiler sebanyak 20.206,54 kg/jam
 Jenis : Tangki silinder tegak
 Kapasitas : 20,2065 m³/jam
 Dimensi : Diameter : 3,1376 m
 Tinggi : 3,1376 m
 Jumlah : 1

6. Tangki N₂H₄

Kode : TU-09
 Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan larutan N₂H₄ sebanyak 20.206,54 kg/jam
 Jenis : Tangki silinder tegak
 Kapasitas : 24,6472 m³
 Dimensi : Diameter : 3,1548 m

Tinggi : 3,1548 m
 Jumlah : 1

7. Tangki Penampungan Boiler

Kode : TU-04
 Fungsi : Menghilangkan gas CO₂ dan O₂ yang terikat dalam *feed water* yang dapat menyebabkan kerak pada boiler sebanyak 20.206,54 kg/jam
 Jenis : Tangki silinder tegak
 Kapasitas : 24,2478 m³/jam
 Dimensi : Diameter : 3,6467 m
 Tinggi : 3,6467 m
 Jumlah : 1

8. Boiler

Kode : BLU-01
 Fungsi : Menguapkan lewat jenuh keluar pompa dan memanaskannya sehingga terbentuk saturated steam sebanyak 14.032,32 kg/jam
 Jenis : Fire tube boiler
 Kebutuhan *Steam* : 16.838,78 kg/jam
 Jumlah : 1

4.5.7.2.5. Air untuk Unit Pengolahan Limbah

1. Tangki untuk Pengolahan limbah

Kode	: TU-15
Fungsi	: Menampung air dari bak penampungan sementara (BU-04) menuju unit pengolahan limbah (UPL) Sebanyak 199,06 kg/jam
Jenis	: Tangki Silinder Tegak
Volume	: 6,8796 m ³
Dimensi	: Diameter : 2,0617 m Tinggi : 2,0617 m

4.5.7.3 Penyedia Kebutuhan Listrik

1. Generator

Fungsi	: Menyuplai kebutuhan listrik saat tidak ada pasokan listrik dari PLN sebanyak 1523,1544 kW
Jenis	: AC Generator
Kapasitas	: 1903,9431 kW
Tegangan	: 220/360
Efisiensi	: 80%
Frekuensi	: 50 Hz

Bahan Bakar : Solar

4.5.7.4 Penyedia Bahan Bakar

1. Tangki Bahan Bakar Generator

Kode : TU-12

Fungsi : Menyimpan bahan bakar yang digunakan untuk menggerakkan generator sebanyak 187,21 kg/jam

Jenis : Tangki silinder tegak

Volume : 19,3330 m³

Dimensi : Diameter : 2,91 m
Tinggi : 5,82 m

Jumlah : 1

2. Tangki Bahan Bakar Boiler

Kode : TU-13

Fungsi : Menyimpan bahan bakar yang digunakan untuk menggerakkan boiler (BLU-01) 9,38 kg/jam

Jenis : Tangki Silinder Tegak

Volume : 1,4674 m³

Dimensi : Diameter : 1,0390 m
Tinggi : 2,0780 m

4.5.7.5 Penyedia Udara Tekan

1. Kompresor

Kode	: KU-01
Fungsi	: Mengalirkan udara dari lingkungan ke area proses untuk kebutuhan instrumentasi sebanyak 85,979 m ³ /jam
Jenis	: <i>Single Stage Reciprocating Compressor</i>
Daya Motor	: 10 Hp

4.5.7.6 Pompa Utilitas

1. Pompa Utilitas (PU-01)

Fungsi	: Mengalirkan air dari sungai menuju screening sebanyak 87.348 kg/jam
Jumlah	: 2
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 451,40 gpm
Daya Pompa	: 7,5 Hp

2. Pompa Utilitas (PU-02)

Fungsi	: Mengalirkan air sungai dari screening ke Reservoir/Seimentasi sebanyak 82,981 kg/jam
Jumlah	: 2
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>

Kapasitas : 428,82 gpm

Daya Pompa : 7,5 Hp

3. Pompa Utilitas (PU-03)

Fungsi : Mengalirkan air dari Bak Reservoir (R-01) menuju Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-01) sebanyak 78.832 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 407.3836 gpm

Daya Pompa : 7,5 Hp

4. Pompa Utilitas (PU-04)

Fungsi : Mengalirkan air dari Tangki Alum (TU-01) menuju ke Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-01) sebanyak 7,231 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 0,0217 gpm

Daya Pompa : 0,5 Hp

5. Pompa Utilitas (PU-05)

Fungsi : Mengalirkan air dari Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-01) menuju ke Bak Pengendap I (BU-02) sebanyak 78,832 kg/jam

Jumlah : 2
Jenis : *Centrifugal Pump*
Kapasitas : 407,38 gpm
Daya Pompa : 7,5 Hp

6. Pompa Utilitas (PU-06)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak pengendap I (BU-02) menuju bak pengendap II (BU-03) sebanyak 74,890 kg/jam
Jumlah : 2
Jenis : *Centrifugal Pump*
Kapasitas : 387,014 gpm
Daya Pompa : 5 Hp

7. Pompa Utilitas (PU-07)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak pengendap II (BU-03) menuju ke sand filter (F-01) sebanyak 71,145 kg/jam

Jumlah : 2
Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 367,663 gpm

Daya Pompa : 3 Hp

8. Pompa Utilitas (PU-08)

Fungsi : Mengalirkan air dari sand filter (F-01) menuju ke bak
Penampung Sementara (BU-04) sebanyak 67,588 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 349,2805 gpm

Daya Pompa : 3 Hp

9. Pompa Utilitas (PU-09)

Fungsi : Mengalirkan air dari Bak Penampung Sementara (BU-
04) menuju ke area kebutuhan air sebanyak 67,588 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 349,2805 gpm

Daya Pompa : 3 Hp

10. Pompa Utilitas (PU-10)

Fungsi : Mengalirkan Kaporit dari Tangki Kaporit (TU-03)
menuju Tangki Klorinasi (TU-02) sebanyak 0,157 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 0,005 gpm

Daya Pompa : 0,5 Hp

11. Pompa Utilitas (PU-11)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki klorinasi (TU-02) ke tangki air bersih (TU-04) sebanyak 21,844 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 112,885 gpm

Daya Pompa : 1,5 Hp

12. Pompa Utilitas (PU-12)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki air bersih menuju area domestik sebanyak 21,844 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 112,885 gpm

Daya Pompa : 1,5 Hp

13. Pompa Utilitas (PU-13)

Fungsi : Mengalirkan air dari Tangki air servis (TU-05) Menuju ke Tangki Air bertekanan (TU-06) sebanyak 700 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 3,6174 gpm

Daya Pompa : 0,5 Hp

14. Pompa Utilitas (PU-14)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki air bertekanan (TU-06) menuju ke area kebutuhan servis sebanyak 700 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 3,6175 gpm

Daya Pompa : 0,5 Hp

15. Pompa Utilitas (PU-15)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak air dingin (BU-05) menuju ke Cooling tower (CT-01) sebanyak 22,283 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 115,1546 gpm

Daya Pompa : 3 Hp

16. Pompa Utilitas (PU-16)

Fungsi : Mengalirkan air dari cooling tower (CT-01) menuju recycle dari bak air dingin (BU-05) sebanyak 22,283 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 115,5146 gpm

Daya Pompa : 3 Hp

17. Pompa Utilitas (PU-17)

Fungsi : Mengalirkan air dari mixed bed (TU-07) menuju ke Tangki air Demin (TU-09) sebanyak 5,724 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 29,5823 gpm

Daya Pompa : 1 Hp

18. Pompa Utilitas (PU-18)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki air demin (TU-09) menuju ke Tangki Deaerator (De-01) sebanyak 5,724 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 29,5823 gpm

Daya Pompa : 1 Hp

19. Pompa Utilitas (PU-19)

Fungsi : Mengalirkan Larutan Hydrazine dari tangki N₂H₄ (TU-10) ke tangki deaerator (De-01) sebanyak 0,8587 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 0,0045 gpm

Daya Pompa : 0,05 Hp

20. Pompa Utilitas (PU-20)

Fungsi : Mengalirkan air dari deaerator (De-01) menuju ke Boiler (Bo-01) sebanyak 28,622 kg/jam

Jumlah : 2

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 147,9113 gpm

Daya Pompa : 3 Hp

4.6 Organisasi Perusahaan

4.6.1 Bentuk Perusahaan

Ditinjau dari badan hukum, bentuk perusahaan dapat dibedakan menjadi empat bagian, yaitu:

1. Perusahaan perseorangan, modal hanya dimiliki oleh satu orang yang bertanggung jawab penuh terhadap keberhasilan perusahaan.
2. Persekutuan firma, modal dapat dikumpulkan dari dua orang bahkan lebih, tanggung jawab perusahaan didasari dengan perjanjian yang pendiriannya berdasarkan dengan akte notaris.
3. Persekutuan Komanditer (*Commanditaire Venootshaps*) yang biasa disingkat dengan CV terdiri dari dua orang atau lebih yang masing-masingnya memiliki peran sebagai sekutu aktif (orang yang menjalankan perusahaan) dan sekutu pasif (orang yang hanya memasukkan modalnya dan bertanggung jawab sebatas dengan modal yang dimasukan saja).

4. Peseroan Terbatas (PT), modal diperoleh dari penjualan saham untuk mendirikan perusahaan, pemegang saham bertanggung jawab sebesar modal yang dimiliki.

Dengan pertimbangan diatas maka bentuk perusahaan yang direncanakan pada perancangan pabrik Bioetanol ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal keperusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam perseroan terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap-tiap saham.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas (PT) adalah :

1. Perusahaan didirikan dengan akta notaris berdasarkan kitab undang-undang hukum dagang.
2. Pemilik perusahaan adalah pemilik pemegang saham.
3. Biasanya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham.
4. Perusahaan dipimpin oleh direksi yang dipilih oleh para pemegang saham.
5. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi dengan memperhatikan undang-undang pemburuhan.

4.6.2 Struktur Organisasi

Dalam rangka menjalankan suatu proses pabrik dengan baik dalam hal ini di suatu perusahaan, diperlukan suatu manajemen atau organisasi yang memiliki pembagian tugas dan wewenang yang baik. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat bermacam-macam sesuai dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Ada beberapa macam struktur organisasi antara lain :

1. Struktur Organisasi *Line*

Di dalam struktur organisasi ini biasanya paling sedikit mempunyai tiga fungsi dasar yaitu, produksi, pemasaran dan keuangan. Fungsi ini tersusun dalam suatu organisasi dimana rantai perintah jelas dan mengalir ke bawah melalui tingkatan-tingkatan manajerial. Individu-individu dalam departemen-departemen melaksanakan kegiatan utama perusahaan. Setiap orang mempunyai hubungan pelaporan hanya ke satu atasan, sehingga ada kesatuan perintah.

2. Struktur Organisasi Fungsional

Staf fungsional memiliki hubungan terkuat dengan saluran-saluran line. Jika dilimpahkan wewenang fungsional oleh manajemen puncak, maka seorang staf fungsional mempunyai hak untuk memerintah saluran line sesuai kegiatan fungsional.

3. Struktur Organisasi *Line and Staff*

Staf merupakan individu maupun kelompok dalam struktur organisasi yang fungsi utamanya adalah memberikan saran dan pelayanan kepada fungsi line. Pada umumnya, staf tidak secara langsung terlibat dalam kegiatan utama organisasi, posisi staf untuk memberikan saran dan pelayanan departemen line dan membantu agar tercapainya tujuan organisasi yang lebih efektif.

Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman antara lain (Zamani, 1998) :

1. Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas,
2. Tujuan organisasi harus dipahami oleh setiap orang dalam organisasi,
3. Tujuan organisasi harus diterima oleh setiap orang dalam organisasi,
4. Adanya kesatuan arah (*unity of direction*)
5. Adanya kesatuan perintah (*unity of command*)
6. Adanya keseimbangan antara wewenang dan tanggung jawab
7. Adanya pembagian tugas (*distribution of work*)
8. Adanya koordinasi
9. Struktur organisasi disusun sederhana
10. Pola dasar organisasi harus relatif permanen
11. Adanya jaminan batas (*unity of tenure*)
12. Balas jasa yang diberikan kepada setiap orang harus setimpal dengan jasanya.
13. Penempatan orang harus sesuai keahliannya.

Berdasarkan macam-macam struktur organisasi dan pedomannya, maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik adalah sistem *line and staf*. Pada sistem ini, garis kekuasaan sederhana dan praktis. Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi sistem *line* dan *staff* ini yaitu:

1. Sebagai garis atau *line* yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.

2. Sebagai *staff* yaitu orang-orang yang melaksanakan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya. Dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum. Direktur membawahi beberapa Kepala Bagian dan Kepala Bagian ini akan membawahi para karyawan perusahaan.

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

1. Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, wewenang, dan lain-lain.
2. Penempatan pegawai yang lebih tepat.
3. Penyusunan program pengembangan manajemen akan lebih terarah.
4. Ikut menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada.
5. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
6. Dapat mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku

4.6.3 Tugas dan Wewenang

4.6.3.1 Pemegang Saham

Pemegang saham (pemilik perusahaan) adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah rapat umum pemegang saham. Pada rapat umum tersebut para pemegang saham :

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

4.6.3.2 Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana dari para pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya.
2. Mengawasi tugas-tugas direktur utama.
3. Membantu direktur utama dalam hal-hal penting.

4.6.3.3 Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya dalam hal maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan

kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Produksi dan Teknik, serta Direktur Keuangan dan Umum.

Direktur utama membawahi :

1. Direktur Teknik dan Produksi

Tugas Direktur Teknik dan Produksi adalah memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi, teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium.

2. Direktur Keuangan dan Umum

Tugas Direktur Keuangan dan Umum adalah bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, personalia, keuangan, pemasaran, humas, keamanan, dan keselamatan kerja.

4.6.3.4 Kepala Bagian

Secara umum tugas Kepala Bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staff direktur. Kepala bagian ini bertanggung jawab kepada direktur masing-masing. Kepala bagian terdiri dari :

1. Kepala Bagian Proses dan Utilitas

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang proses dan penyediaan utilitas.

2. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi

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

3. Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan, dan Pengendalian Mutu

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu.

4. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.

5. Kepala Bagian Administrasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan tata usaha, personalia dan rumah tangga perusahaan.

6. Kepala Bagian Humas dan Keamanan

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan antara perusahaan dan masyarakat serta menjaga keamanan perusahaan.

4.6.3.5 Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para Kepala Bagian masing-masing. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

1. Kepala Seksi Proses

Tugas : Memimpin langsung serta memantau kelancaran proses produksi.

2. Kepala Seksi Utilitas

Tugas : Bertanggung jawab terhadap penyediaan air, steam, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.

3. Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

Tugas : Bertanggung jawab atas kegiatan perawatan dan penggant alat-alat serta fasilitas pendukungnya.

4. Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap penyediaan listrik serta kelancaran alat-alat instrumentasi.

5. Kepala Seksi Bagian Penelitian dan Pengembangan

Tugas : Mengkoordinasi kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan peningkatan produksi dan efisiensi proses secara keseluruhan.

6. Kepala Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu

Tugas : Menyelenggarakan pengendalian mutu untuk bahan baku, bahan , produk dan limbah.

7. Kepala Seksi Keuangan

Tugas : Bertanggung jawab terhadap pembukuan serta ha- hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.

8. Kepala Seksi Pemasaran

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk pengadaan bahan baku pabrik.

9. Kepala Seksi Tata Usaha

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan serta tata usaha kantor.

10. Kepala Seksi Personalia

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan kepegawaian.

11. Kepala Seksi Humas

Tugas : Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan, pemerintah, dan masyarakat.

12. Kepala Seksi Keamanan

Tugas : Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

13. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

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

4.6.4 Pembagian Jam Kerja

Pabrik pembuatan Etanol berkapasitas 20.000 ton/tahun beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun dan 24 jam dalam sehari. Untuk menjaga kelancaraan proses produksi serta mekanisme administrasi dan pemasaran, maka waktu kerja diatur dengan *non-shift dan shift*.

1. Waktu Kerja Karyawan *Non-shift*

- Hari Senin s/d Kamis : Pukul 08.00 – 12.00 WIB

Pukul 13.00 – 16.30 WIB

- Hari Jumat : Pukul 08.00 – 11.30 WIB

Pukul 13.00 – 17.00 WIB

- Hari Sabtu, Minggu, dan hari besar libur

2. Waktu Kerja Karyawan *Shift*

Kegiatan perusahaan yang dijalani oleh pekerja staf adalah selama 8 jam per hari. Pembagian shift 3 kali per hari yang bergantian secara periodik dengan perulangan dalam 8 hari. Jumlah tim dalam pekerja nonstaf adalah 4 tim (A, B, C, dan D) dengan 3 tim bekerja secara bergantian dalam 1 hari sedangkan 1 tim lainnya libur. Penjadwalan dalam 1 hari kerja per periode (8 hari) adalah sebagai berikut :

- Shift I (Pagi) : Pukul 08.00 – 16.00 WIB
- Shift II (Sore) : Pukul 16.00 – 24.00 WIB
- Shift III (Malam) : Pukul 24.00 – 08.00 WIB

Adapun hari libur diatur sebagai berikut:

- Shift I : 6 hari kerja, 2 hari libur
- Shift III : 6 hari kerja, 2 hari libur
- Shift III : 6 hari kerja, 2 hari libur

Tabel 4. 21 Pembagian Jam Kerja Pekerja Shift

Shift	Hari							
	1	2	3	4	5	6	7	8
I	A	B	C	A	B	C	A	B
II	B	C	A	B	C	A	B	C
III	C	A	B	C	A	B	C	A

4.6.5 Sistem Gaji dan Fasilitas Karyawan

4.6.5.1 Sistem Gaji Karyawan

Sistem pembagian gaji pada perusahaan terbagi menjadi 3 jenis yaitu :

a. Gaji Bulanan

Gaji yang diberikan kepada pegawai tetap dengan jumlah sesuai peraturan perusahaan mengacu UUD pasal 14 ayat (1, 2) PP nomor 78 Tahun 2015 dan peraturan menteri No 1 Tahun 2017 tentang struktur dan skala upah setiap golongan jabatan.

b. Gaji Harian

Gaji yang diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian sesuai peraturan dirjen pajak nomor 31/PJ/2009.

c. Gaji Lembur

Gaji yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok sesuai pasal 10 kep.234/Men/2003 dimana untuk jam kerja lembur pertama dibayar sebesar 1,5 kali upah sejam dan untuk jam lembur berikutnya dibayar 2 kali upah sejam.

Berikut adalah perincian jumlah dan gaji karyawan sesuai dengan jabatan.

Tabel 4. 22 Daftar Gaji Karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
1	Direktur Utama	1	Rp 50,000,000	Rp 50,000,000
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp 35,000,000	Rp 35,000,000
3	Direktur Keuangan dan Umum	1	Rp 35,000,000	Rp 35,000,000
4	Staff Ahli	1	Rp 9,000,000	Rp 9,000,000
5	Ka. Bag Umum	1	Rp 7,500,000	Rp 7,500,000
6	Ka. Bag. Pemasaran	1	Rp 7,500,000	Rp 7,500,000
7	Ka. Bag. Keuangan	1	Rp 7,500,000	Rp 7,500,000
8	Ka. Bag. Teknik	1	Rp 7,500,000	Rp 7,500,000
9	Ka. Bag. Produksi	1	Rp 7,500,000	Rp 7,500,000
10	Ka. Bag. Litbang	1	Rp 7,500,000	Rp 7,500,000
11	Ka. Sek. Personalia	1	Rp 6,500,000	Rp 6,500,000

12	Ka. Sek. Humas	1	Rp 6,500,000	Rp 6,500,000
13	Ka. Sek. Keamanan	1	Rp 6,500,000	Rp 6,500,000
14	Ka. Sek. Pembelian	1	Rp 6,500,000	Rp 6,500,000
15	Ka. Sek. Pemasaran	1	Rp 6,500,000	Rp 6,500,000
16	Ka. Sek. Administrasi	1	Rp 6,500,000	Rp 6,500,000
17	Ka. Sek. Kas/Anggaran	1	Rp 6,500,000	Rp 6,500,000
18	Ka. Sek. Proses	1	Rp 6,500,000	Rp 6,500,000
19	Ka. Sek. Pengendalian	1	Rp 6,500,000	Rp 6,500,000
20	Ka. Sek. Laboratorium	1	Rp 6,500,000	Rp 6,500,000
21	Ka. Sek. Utilitas	1	Rp 6,500,000	Rp 6,500,000
22	Ka. Sek. Pengembangan	1	Rp 6,500,000	Rp 6,500,000
23	Ka. Sek. Penelitian	1	Rp 6,500,000	Rp 6,500,000
24	Karyawan Personalia	2	Rp 4,500,000	Rp 9,000,000
25	Karyawan Humas	3	Rp 4,500,000	Rp 13,500,000
26	Karyawan Keamanan	4	Rp 4,500,000	Rp 18,000,000
27	Karyawan Pembelian	3	Rp 4,500,000	Rp 13,500,000
28	Karyawan Pemasaran	4	Rp 4,500,000	Rp 18,000,000
29	Karyawan Administrasi	3	Rp 4,500,000	Rp 13,500,000
30	Karyawan Kas/Anggaran	2	Rp 4,500,000	Rp 9,000,000
31	Karyawan Proses	5	Rp 4,500,000	Rp 22,500,000
32	Karyawan Pengendalian	4	Rp 4,500,000	Rp 18,000,000
33	Karyawan Laboratorium	4	Rp 4,500,000	Rp 18,000,000
34	Karyawan Pemeliharaan	4	Rp 4,500,000	Rp 18,000,000
35	Karyawan Utilitas	8	Rp 4,500,000	Rp 36,000,000
36	Karyawan K3	5	Rp 4,500,000	Rp 22,500,000
37	Karyawan Litbang	3	Rp 4,500,000	Rp 13,500,000
38	Karyawan UPL	5	Rp 2,500,000	Rp 12,500,000
39	Karyawan Pretreatment	8	Rp 2,500,000	Rp 20,000,000
40	Operator	150	Rp 3,500,000	Rp 525,000,000
41	Sekretaris	3	Rp 3,500,000	Rp 10,500,000
42	Dokter	2	Rp 5,500,000	Rp 11,000,000
43	Paramedis	2	Rp 4,000,000	Rp 8,000,000
44	Sopir	4	Rp 2,500,000	Rp 10,000,000

45	Bengkel	2	Rp 3,000,000	Rp 6,000,000
46	Cleaning Service	20	Rp 2,446,000	Rp 48,920,000
Total		273		Rp 1,103,420,000
				\$ 78,735.29

4.6.5.2 Kesejahteraan Karyawan

Peningkatan efektifitas kerja pada perusahaan dilakukan dengan cara pemberian fasilitas untuk kesejahteraan karyawan. Upaya yang dilakukan selain memberikan upah resmi adalah memberikan beberapa fasilitas lain kepada setiap tenaga kerja berupa:

1. Fasilitas cuti tahunan selama 15 hari.
2. Fasilitas cuti sakit berdasarkan surat keterangan dokter.
3. Tunjangan hari raya dan bonus berdasarkan jabatan.
4. Pemberian *reward* bagi karyawan yang berprestasi.
5. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja lebih dari jumlah jam kerja pokok.
6. Fasilitas asuransi tenaga kerja, meliputi tunjangan kecelakaan kerja dan tunjangan kematian bagi keluarga tenaga kerja yang meninggal dunia baik karena kecelakaan sewaktu bekerja.
7. Pelayanan kesehatan berupa biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit akibat kecelakaan kerja.
8. Penyediaan kantin, tempat ibadah, dan sarana olah raga.
9. Penyediaan seragam dan alat-alat pengaman (sepatu dan sarung tangan).

10. *Family Gathering Party* (acara berkumpul semua karyawan dan keluarga) setiap satu tahun sekali.

4.7 Evaluasi Ekonomi

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

1. Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi:
 - a. Modal (*Capital Investment*)
 - b. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - c. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
2. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)
 - a. Biaya produksi langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya produksi tak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
 - c. Biaya tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)
3. Pengeluaran Umum (*General Cost*)
4. Analisa Kelayakan Ekonomi
 - a. *Percent Return on invesment* (ROI)
 - b. *Pay out time* (POT)
 - c. *Break event point* (BEP)
 - d. *Shut down point* (SDP)
 - e. *Discounted cash flow* (DCF)

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:

a. ***Percent Return on Investment (ROI)***

Percent Return on Investment merupakan perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasikan.

b. ***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.

c. ***Break Even Point***

Break Even Point adalah titik impas dimana tidak mempunyai suatu keuntungan/kerugian.

d. ***Shut Down Point (SDP)***

Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan.

Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan keuntungan).

e. *Discounted Cash Flow*

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

4.7.1 Penaksiran Harga Alat

Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun lalu berdasarkan indeks harga. Berikut adalah indeks harga yang di dalam teknik kimia disebut CEP indeks atau *Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI)*.

Tabel 4. 23 *Chemical Engineering Plant Cost Index*

Tahun (X)	indeks (Y)
1990	356
1991	361,3
1992	358,2
1993	359,2
1994	368,1
1995	381,1
1996	381,7
1997	386,5
1998	389,5
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,3
2002	395,6

2003	402
2004	444,2
2005	468,2
2006	499,6
2007	525,4
2008	575,4
2009	521,9
2010	550,8
2011	585,7
2012	584,6
2013	567,3
2014	576,1
2015	556,8
2016	541,7
2017	567,5
2018	603,1

Untuk memperkirakan harga alat, ada dua persamaan pendekatan yang dapat digunakan. Harga alat pada tahun pabrik didirikan dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio index harga. (Aries & Newton, 1955) dan (Chemical engineering progress, 2017)

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

Dimana : E_x : Harga alat pada tahun x
 E_y : Harga alat pada tahun y
 N_x : Index harga pada tahun x
 N_y : Index harga pada tahun y

Apabila suatu alat dengan kapasitas tertentu ternyata tidak ada spesifikasi di referensi, maka harga alat dapat diperkirakan dengan persamaan: (Peters & Timmerhaus, 1980)

$$E_a = E_b \frac{C_a}{C_b}$$

Dimana : E_a : Harga alat a

E_b : Harga alat b

C_a : Kapasitas alat a

C_b : Kapasitas alat b

Untuk menentukan nilai indeks CEP berdasarkan dari harga yang sudah ada seperti yang dikemukakan oleh Peters dan Timmerhaus tahun 1980 serta data-data yang diperoleh dari www.matche.com/equipcost. Berdasarkan data nilai CEP indeks yang ada kemudian dilakukan perhitungan menggunakan metode regresi linear untuk mengetahui nilai CEP index pada tahun referensi dan tahun pembelian. Nilai CEP index pada tahun referensi yaitu tahun 2014 adalah 576,1. Sementara nilai CEP indeks pada tahun pembelian yaitu tahun 2023 adalah 655,069.

4.7.2 Dasar Perhitungan

- a. Kapasitas produksi : 20.000 ton/tahun
- b. Pabrik beroperasi : 330 hari kerja
- c. Umur alat : 10 tahun
- d. Kurs mata uang : \$ 1 = Rp 15.200,00 (Diperkirakan tahun 2023)
- e. Tahun pabrik didirikan : 2023

4.7.3 Perhitungan Biaya

4.7.3.1 Modal (Capital Investment)

Capital investment adalah biaya untuk pengadaan fasilitas-fasilitas pabrik beserta kelengkapannya dan biaya untuk mengoperasikan pabrik.

Capital investment terdiri dari :

a. *Fixed Capital Investment*

Fixed Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik.

Tabel 4. 24 *Physical Plant Cost (PPC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	Rp 61.276.285.145	\$ 4.372.411
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	Rp 15.319.071.286	\$ 1.093.102
3	Instalasi cost	Rp 18.354.516.464	\$ 1.309.699
4	Pemipaan	Rp 18.312.141.020	\$ 1.306.675
5	Instrumentasi	Rp 16.883.956.890	\$ 1.204.766
6	Insulasi	Rp 3.652.995.600	\$ 260.662
7	Listrik	Rp 9.191.442.771	\$ 655.861
8	Bangunan	Rp 56.768.000.000	\$ 4.050.719
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	Rp 39.406.800.000	\$ 2.811.899
<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>		Rp 239.165.209.179	\$ 17.065.797

Tabel 4. 25 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Teknik dan Konstruksi	Rp 47.833.041.835	\$ 3.413.158
<i>Total (DPC + PPC)</i>		Rp 286.998.251.016	\$ 20.478.957

Tabel 4. 26 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Total DPC + PPC	Rp 286.998.251.016	\$ 20.478.957
2	Kontraktor	Rp 14.349.912.550	\$ 1.023.947
3	Biaya tak terduga	Rp 28.669.825.101	\$ 2.047.895
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>		Rp 330.047.988.668	\$ 23.550.800

Tabel 4. 27 *Total Working Capital Investment (TWCI)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp 23.216.910.108	\$ 1.656.659
2	<i>In Process Inventory</i>	Rp 79.769.407.624	\$ 5.692.000
3	<i>Product Inventory</i>	Rp 58.014.114.635	\$ 4.139.636
4	<i>Extended Credit</i>	Rp 73.893.581.818	\$ 5.272.727
5	<i>Available Cash</i>	Rp 58.014.114.635	\$ 4.139.636
<i>Working Capital (WC)</i>		Rp292.908.128.821	\$ 20.900.660

4.7.3.2 **Biaya Produksi (Manufacturing Cost)**

Manufacturing cost merupakan jumlah *direct*, *indirect* dan *fixed manufacturing cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

a. *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

Direct Manufacturing Cost adalah pengeluaran langsung dalam pembuatan suatu produk.

b. *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

Indirect Manufacturing Cost adalah pengeluaran tidak langsung akibat dari pembuatan suatu produk

c. *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

Fixed Manufacturing Cost adalah pengeluaran tetap yang tidak bergantung waktu dan tingkat produksi.

Tabel 4. 28 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	Rp 255.386.011.183	\$ 18.223.244
2	<i>Labor</i>	Rp 1.103.420.000	\$ 78.735
3	<i>Supervision</i>	Rp 110.342.000	\$ 7.874
4	<i>Maintenance</i>	Rp 6.600.959.773	\$ 472.016
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp 990.143.966	\$ 70.652
6	<i>Royalty and Patents</i>	Rp 8.128.294.000	\$ 580.000
7	<i>Utilities</i>	Rp 39.385.142.202	\$ 2.810.353
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>		Rp 311.704.313.124	\$ 22.241.875

Tabel 4. 29 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp 165.513.000	\$ 11.810
2	<i>Laboratory</i>	Rp 110.342.000	\$ 7.874
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp 551.710.000	\$ 39.368
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp 284.490.290.000	\$ 20.300.000
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>		Rp 285.317.855.000	\$ 20.359.051

Tabel 4. 30 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 26.403.839.093	\$ 1.884.064
2	<i>Property taxes</i>	Rp 3.300.479.887	\$ 232.508
3	<i>Insurance</i>	Rp 3.300.479.887	\$ 232.508
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>		Rp 33.004.798.867	\$ 2.355.080

Tabel 4. 31 *Total Manufacturing Cost (TMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	Rp 311.704.313.124	\$ 22.241.875
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	Rp 293.446.149.000	\$ 20.939.051
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	Rp 33.004.798.867	\$ 2.355.080
	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp 638.155.260.991	\$ 45.536.007

4.7.3.3 Pengeluaran Umum (*General Expense*)

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

Tabel 4. 32 *General Expense (GE)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Administration</i>	Rp 16.256.588.000	\$ 1.160.000
2	<i>Sales expense</i>	Rp 40.641.470.000	\$ 2.900.000
3	<i>Research</i>	Rp 22.759.223.200	\$ 1.624.000
4	<i>Finance</i>	Rp 12.459.122.349	\$ 889.029
	<i>General Expense (GE)</i>	Rp 92.116.403.550	\$ 6.573.029

Tabel 4. 33 *Total Production Cost (TPC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp 638.155.260.991	\$ 45.536.007
2	<i>General Expense (GE)</i>	Rp 92.116.403.550	\$ 6.573.029
	<i>Total Production Cost (TPC)</i>	Rp 730.271.665.541	\$ 52.109.036

4.7.3.4 Analisis Keuntungan

a. Keuntungan Sebelum Pajak

Produk utama (Bioetanol) : Rp 40.461,47/kg

Total Penjualan : Rp 812.829.400.000,00

Total Biaya Produksi : Rp 730.271.664.554,1

Keuntungan : Rp 82.557.735.459,22

b. Keuntungan Setelah Pajak

Pajak Keuntungan Pajak sebesar 50% (Aries Newton)

Pajak : Rp 41.278.867.730

Keuntungan : Rp 41.278.867.730

4.7.4 Analisis Kelayakan

1. *Return on Investment* (ROI)

$$ROI = \frac{\text{Profit (Keuntungan)}}{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}} \times 100$$

Return on investment adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang telah dikeluarkan

a. ROI sebelum pajak (ROIb)

Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan risiko rendah minimum adalah 11%. (Aries & Newton, 1955).

ROIb = 25% (pabrik memenuhi kelayakan)

b. ROI setelah pajak (ROIa)

ROIa = 12,5%

2. *Pay Out Time* (POT)

Pay out time adalah lama waktu pengembalian modal yang berdasarkan keuntungan yang dicapai.

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}}{\text{Keuntungan} + \text{Depresiasi}} \times 100$$

- a. POT sebelum pajak (POTb)

Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan risiko tinggi maksimum adalah 2 tahun. (Aries & Newton, 1955).

POTb = 2,86 tahun (pabrik memenuhi kelayakan)

- b. POT setelah pajak (POTa)

POTa = 4,4 tahun

3. Break Even Point (BEP)

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

Break even point adalah titik yang menunjukkan pada suatu tingkat dimana biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan *break even point* kita dapat menentukan tingkat harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga perunit yang dijual agar mendapatkan keuntungan. Nilai BEP pabrik kimia pada umumnya adalah 40 – 60 %.

Tabel 4. 34 Annual Fixed Cost (Fa)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Depreciation	Rp 26.403.839.093	\$ 1.884.064
2	Property taxes	Rp 3.300.479.887	\$ 235.508
3	Insurance	Rp 3.300.479.887	\$ 235.508
Fixed Cost (Fa)		Rp 33.004.798.867	\$ 2.355.080

Tabel 4. 35 Annual Variable Cost (Va)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Raw material	Rp 255.386.011.183	\$ 18.223.244
2	Packaging & shipping	Rp 292.618.584.000	\$ 20.880.000
3	Utilities	Rp 39.385.142.202	\$ 2.810.353
4	Royalties and Patents	Rp 8.128.294.000	\$ 580.000
Variable Cost (Va)		Rp 595.518.031.385	\$ 42.493.598

Tabel 4. 36 Annual Regulated Cost (Ra)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Labor cost	Rp 1.103.420.000	\$ 78.735
2	Plant overhead	Rp 551.710.000	\$ 39.368
3	Payroll overhead	Rp 165.513.000	\$ 11.810
4	Supervision	Rp 110.342.000	\$ 7.874
5	Laboratory	Rp 110.342.000	\$ 7.874
9	General Expense	Rp 92.116.403.550	\$ 6.573.029
10	Maintenance	Rp 6.600.959.773	\$ 471.016
11	Plant supplies	Rp 990.143.966	\$ 70.652
Regulated Cost (Ra)		Rp 101.748.834.289	\$ 7.260.358

Tabel 4. 37 Annual Sales Cost (Sa)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Annual Sales Cost	Rp 812.829.400.000	\$ 58.000.000
Regulated Cost (Ra)		Rp 812.829.400.000	\$ 58.000.000

BEP = 43,49 % (Pabrik memenuhi kelayakan)

4. *Shut Down Point (SDP)*

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

Shut down point adalah titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi harus dihentikan. Karena biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal dari pada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*. (SDP = 20,89 %)

5. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*

Discounted cash flow rate of return adalah laju bunga maksimum dimana pabrik dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

Umur pabrik (n)	: 10 tahun
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	: Rp 330.908.128.821
<i>Capital Investment (WCI)</i>	: Rp 292.908.988.668
(SV) = Depresiasi	: Rp 26.403.839.093
<i>Cash Flow (CF)</i>	: Rp 80.141.829.173

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error*

Persamaan untuk menentukan DCFR:

$$\frac{(WC + FCI) \times (1+i)^{10}}{CF} = \left[\frac{(1+i)^0}{CF} + \frac{(1+i)^1}{CF} + \dots + \frac{(1+i)^9}{CF} \right] + \frac{(WC + SV)}{CF}$$

$$R = S$$

Dengan *trial and error* diperoleh nilai $i : 0,1182$

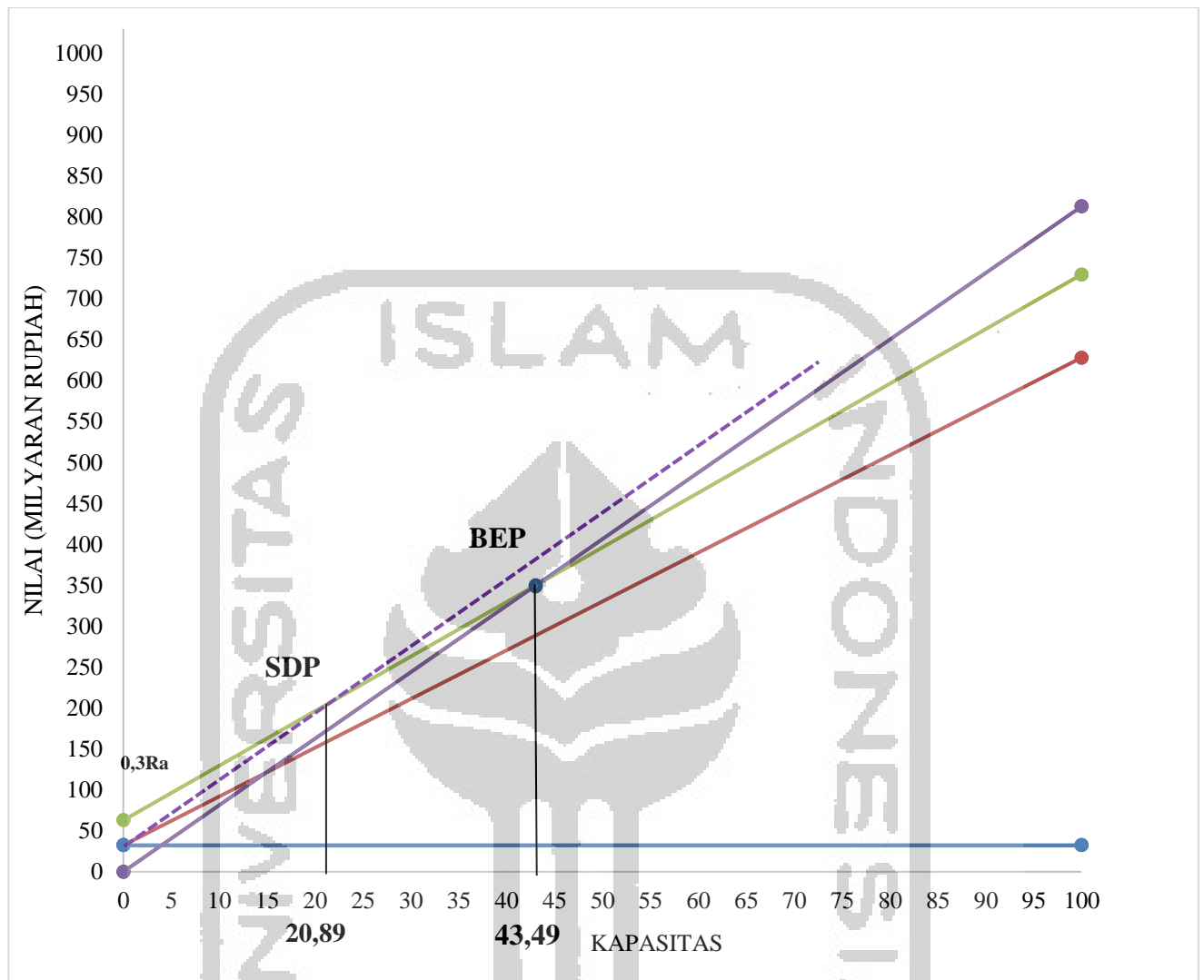
DCFR : 11,82 %

Minimum nilai DCFR : 1,5 x bunga pinjaman bank (Aries Newton)

Bunga bank : 5,75 %

Kesimpulan : Memenuhi syarat ($1,5 \times 5,75\% = 8,63\%$)





Gambar 4. 4 Grafik Analisis Kelayakan

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis pada BAB III dan IV, maka kesimpulan pada Perancangan Pabrik Bioetanol dari Nira Aren Kapasitas 20.000 Ton/Tahun adalah sebagai berikut :

1. Ditinjau dari segi proses, sifat-sifat bahan baku dan kondisi operasinya, maka Pabrik Biotenol dari dari Nira Aren Kapasitas 20.000 Ton/Tahun ini tergolong pabrik beresiko rendah.
2. Berdasarkan hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut :
 - a. Keuntungan yang di peroleh :
Keuntungan sebelum pajak Rp 83.423.812.182,38 /tahun, dan
keuntungan setelah pajak sebesar Rp 41.711.906.091 /tahun.
 - b. Analisis Kelayakan Pabrik

Tabel 5: 1 Analisis Kelayakan Pabrik

Kriteria	Terhitung	Persyaratan	Referensi	Kesimpulan
ROI sebelum pajak	25%	ROI before taxes	Aries Newton, P.193	Layak
ROI setelah pajak	12,5 %	minimum low 11 %, high 44%	Aries Newton, P.193	(Low Risk)
POT sebelum pajak	2.86	POT before taxes	Aries Newton, P.196	Layak
POT setelah pajak	4.4	maksimum, low 5 th, high 2th	Aries Newton, P.196	Layak
BEP	43.49 %	40 - 60%		Layak
SDP	20.89%	20 - 30%		Layak
DCFR	11.82	> 1,5 x bunga bank (5,75%) = 8,63%		Layak

Dari hasil analisis ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa Pabrik Bioetanol dari Nira Aren Kapasitas 20.000 ton/tahun ini layak dan menarik untuk dikaji lebih lanjut.

5.2 Saran

Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep-konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimia diantaranya sebagai berikut:

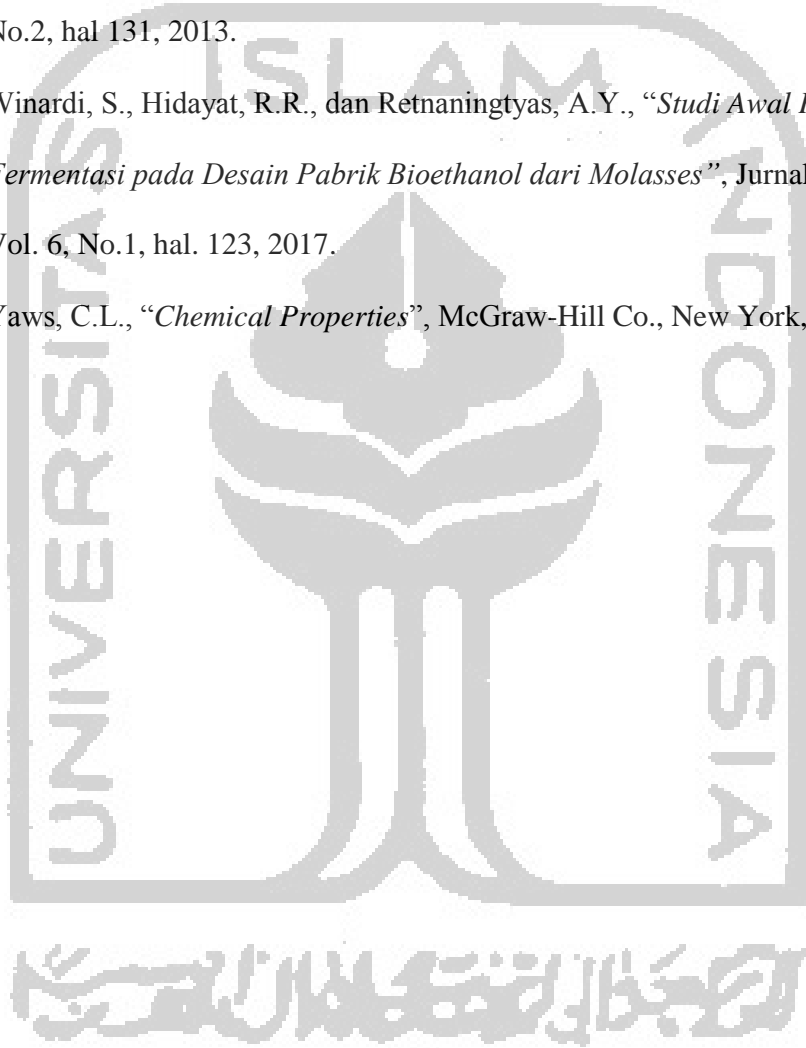
1. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
2. Produk Bioetanol dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

1. <http://www.labchem.com/tools/msds/msds/VT230.pdf>, diakses pada 9 April 2019 pukul 20.48 WIB
2. personal.its.ac.id/files/pub/2759-tri-w-chem-eng-TW24.pdf, diakses pada 9 April 2019 pukul 21.05 WIB
3. *PT. Madu baru (pabrik gula & pabrik spiritus)*. Madukismo. Yogyakarta: PT. Madubaru, 2019.
4. irma-teknikkimia.blogspot.com/2013/04/industri-alkohol-etanol.html?m=1, diakses pada 1 November 2019 pukul 10.30 WIB
5. Aries, R.S & Newton, R.D., “*Chemical Engineering Cost Estimation*”, McGraw-Hill Co., New York, 1955.
6. Brownell, L.E., & Young, E.H., “*Process Equipment Design*”, John Wiley and Sons Inc., New York, 1959.
7. Fogler, H.S., “*Element of Chemical Reaction Engineering*”, 3rd edition, Prentice Hall, Englewood, New Jersey, 1999.
8. Foust, Alan S., “*Process of Unit Operation*”, John Wiley and Sons, New York, 1980.
9. Geankoplis, C.J., “*Transport Process and Unit operations*”, 3rd edition., Prentice Hall, Englewood Cliff, New Jersey, 1993.
10. Hougen, O.A., “*Chemical Process Principles*”, John Wiley and Sons Inc., New York, 1960.

11. Khak, M., Rohmatningsih, R., “*Optimalisasi Fermentor Untuk Produksi Etanol Dan Analisis Hasil Fermentasi Menggunakan Gas Chromatografi*” Vol 15, No 1, hal 14, 2004.
12. Kern, D.Q., “*Process Heat Transfer*”, McGraw-Hill Book Co., Singapore, 1965.
13. Lee, J.M., “*Biochemical Engineering*”, Prentice Hall, New Jersey, 1992.
14. Litya, J., Iskandar, R., “*Pembuatan Bioetanol Dari Tebu Dan Ubi Jalar serta Pengujian Pada Motor Bakar Torak*”, vol.21, hal.47, 2014.
15. Mulyanto, “*Produktivitas Etanol Dari Molases Dengan Proses Fermentasi Kontinyu Menggunakan Zymomonas Mobilis Dengan Teknik Immobilisasi Sel Karaginan Dalam Bioreaktor Packed-Bed FTI-ITS*, 2009.
16. Najafpour, G.D., “*Biochemical Engineering and Biotechnology*”, 1st edition., Elsevier, Amsterdam, 2007.
17. Perry, J.H., “*Chemical Engineering Handbook*”, 7th edition, McGraw-Hill Co., New York, 1999.
18. Prabhudesai, R.K & Dilip K. Das, “*Chemical Engineering for Professional Engineers Examination*”, 7 ed, McGraw-Hill Co., New York, 1984.
19. Riyanti, A., “*Kajian Produksi Gel Bioetanol dengan menggunakan Carboxymethylcellulose (CMC) sebagai bahan Pengental*”, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, 2010.
20. Reklaitis, G.V., “*Introduction to Material and Energy Balances*”, John Wiley and Sons Inc., New York, 1983.
21. Sa'id, Gumbira E., “*Bio Industri Penerapan Teknologi Fermentasi*”, Edisi 1, Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta, 1984.

22. Smith, J.M. & Van Ness, H.C., "*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*", 3rd edition, McGraw-Hill Co., Kogakusha, Tokyo, 1975.
23. Wardani, A.K. dan Eka, F.N., "*Produksi Etanol Dari Tetes Tebu Oleh Saccharomyces Cerevisiae Pembentuk Flok (Nrrel – Y 265)*", Agritech Vol. 33, No.2, hal 131, 2013.
24. Winardi, S., Hidayat, R.R., dan Retnaningtyas, A.Y., "*Studi Awal Proses Fermentasi pada Desain Pabrik Bioethanol dari Molasses*", Jurnal Teknik ITS Vol. 6, No.1, hal. 123, 2017.
25. Yaws, C.L., "*Chemical Properties*", McGraw-Hill Co., New York, 1999.





LAMPIRAN A

FERMENTOR (R – 02)

Fungsi : Tempat terjadinya fermentasi (Mengubah glukosa menjadi etanol dengan bantuan mikroorganisme *Saccharomyces Cerevisiae*).

Jenis : Reaktor Semi Batch

Jumlah : 7 buah

Tekanan (P) = 1 atm

Temperature (T) = 30 °C

Densitas Campuran = 1112,0055 kg/m³ = 68,7453 lb/ft³

Laju alir massa (W) = 64094,37 kg/jam

Waktu tinggal (τ) = 30 jam

Kapasitas Tangki Reaktor = 6 jam

Konversi reaksi (x) = 0,97

Data Komponen Input Reaktor Fermentor

Komponen	Masuk(kg)	Fraksi Massa	Densitas (kg/m ³)	Densitas Campuran (Kg/m ³)
Air	52310.22	0.816143769	1000.00	816.1438
Glukosa	5476.90	0.085450558	1560.00	133.3029
Fruktosa	5476.90	0.085450558	1690.00	144.4114
Protein	59.38	0.000926436	950.00	0.8801
Lemak	5.94	9.26436E-05	900.00	0.0834
(NH ₄) ₂ SO ₄	144.88	0.002260343	1770.00	4.0008
Urea	211.24	0.003295711	1320.00	4.3503
H ₂ SO ₄	144.88	0.002260343	1830.00	4.1364
Saccromices Cerevisae	264.05	0.004119638	1140.00	4.6964
Total	64094.37	1.00		1112.0055

Laju Alir Volumetris Umpan :

$$Q_f = \frac{w}{\rho}$$

$$Q_f = \frac{64094.37 \frac{kg}{jam}}{1112.0055 \frac{kg}{m^3}}$$

$$Q_f = 57.6385 m^3/jam$$

- N glukosa

$$NA_0 = \frac{5476,90 \text{ kg/jam}}{180 \text{ kg/kmol}} = 30,4272 \text{ kmol/jam}$$

- Konsentrasi Glukosa mula-mula

$$CA_0 = \frac{30,4272 \text{ kmol/jam}}{57.6385 m^3/jam} = 0,5279 \text{ kmol/m}^3$$

- Konsentrasi sel

$$X = 4,5811 \text{ kg/m}^3$$

Data untuk fermentasi etanol, sumber : “Modeling Bioreactors”, R.Miller & M.Melick, ChemicalEngineering Feb. 16, p.113 (1987)

- A specific growth reaction rate (μ)

- Yield koefisien pembentukan sel karena substrat ($Y_{x/s}$) = 0,08 g/g

- Yield koefisien pembentukan produk karena sel ($Y_{p/x}$) = 6,389 g/g

Konstanta Kinetik yang diperoleh dari Jurnal “*Evaluation of Different Kinetics for Bioethanol Production with Emphasis to Analytical Solution of Substrate Equation*”, Roghayeh Khalseh, Februari 2015

- Nilai K untuk parameter laju pertumbuhan sel = 0,497 kg/m³
- Nilai K untuk parameter laju Substrat terkonsumsi = 0,230 kg/m³

- Nilai K untuk parameter laju pembentukan produk = 0,345 kg/m³

Rate Equation

- $r_x = K \left(\frac{1-X}{x^m} \right) X$

$$r_x = 0,497 \left(\frac{1 - 4,5811}{10,7594} \right) 4,5811$$

$$r_x = 0,094 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{jam}$$

- $r_s = -K \left(\frac{1-X}{x^m} \right) \frac{x}{Y_{x/s}}$

$$r_s = -0,230 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \left(\frac{1 - 4,5811}{10,7594} \right) \frac{4,5811}{0,08}$$

$$r_s = 7,5629 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{jam}$$

- $r_p = Y_{p/x} \mu X$

$$r_p = 6,389 \cdot 0,33 \cdot 0,345$$

$$r_p = 9,6584 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{jam}$$

Menentukan volume Reaktor, V_R

$$tr = \frac{1}{k} \ln \frac{1}{1-x}$$

$$k = \frac{1}{tr} \ln \frac{1}{1-x} = 0,1169 \text{ h}^{-1}$$

$$V = \frac{N_{ao}}{kx C_{ao} x t} \ln \left(\frac{1}{1-x} \right) = \frac{30,4272 \text{ kmol/jam}}{0,1169 \text{ h}^{-1} \times 0,5279 \text{ kmol/m}^3 \times 30 \text{ jam}} \ln \left(\frac{1}{1-0,97} \right)$$

$$= 57.6385 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}}$$

Volume reactor untuk kapasitas pengisian dan pengosongan selama 6 jam

$$= 57.6385 \frac{m^3}{jam} \times 6 jam = 345,8312 m^3$$

Security factor = 20%

Maka Volume reactor (V_r) = 414,9975 m^3

Menentukan bentuk dan ukuran reaktor

Bentuk : Tangki silinder tegak berdasar dan beratap torispherical

Bahan : *Stainless steel*

- Menentukan Diameter dalam dan tinggi reaktor mula-mula

- Diameter tangki

$$H = 1,5 D \quad (\text{Brownell \& Young pers 3.11, hal 43})$$

$$V_r = \frac{\pi}{4} ID^2 HL, (HL = 1,550DT)$$

$$V_E = \frac{\pi \cdot Dt^2}{6} HE, (HE = 0,250DT)$$

$$V_r = V_L + V_E$$

$$V_r = 0,9552 ID^3$$

$$ID = \sqrt[3]{\frac{V_r}{0,9552}}$$

$$ID = 5,3817 m = 211,8793 in$$

- Tinggi reactor

$$H_R = H_S + 2H_E$$

$$H_S = 7,445 m$$

$$H_E = 0,25 \times DT = 0,25 \times 5,3817 m = 1,3454 m$$

$$H_R = 10,1356 m$$

- Tekanan design

$$P_{operasi} = 1 atm ; g = 9,8 m/det^2$$

$$P_{\text{Hidrostatik}} = H \times r_{\text{cairan}} \times g = 10,1356 \text{ m} \times 1101,1627 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/det}^2$$

$$= 109377,2435 \text{ N/m}^2 = 1,0795 \text{ atm}$$

Safety factor

$$P_{\text{design}} = 1,1 \times (P_{\text{operasi}} + P_{\text{Hidrostatik}}) = 1,1 \times (1 + 1,0795) \text{ atm}$$

$$= 2,2874 \text{ atm}$$

$$= 33,625 \text{ psi}$$

- Tebal dinding reaktor

$$T = \frac{P \times r_i}{f \times E - 0,6 \times P} + C \quad (\text{Peter, table 4, hal 537})$$

dimana :

t = tebal dinding reaktor, in

r_i = jari-jari bagian dalam tangki, = $211,8792 \text{ in}/2 = 105,9396 \text{ in}$

f = *maximum allowable stress* = 12650 psi → untuk *stainless steel* = 12650 psi

E = efisiensi penyambungan = 80 % = 0,8

(Tipe *joint* yang dipilih adalah *double welded butt joint* tanpa diradiografi

dan tanpa *stress relieve* → *max efficiency* berdasarkan tabel 13.2, hal 254, Brownell & Young)

c = faktor korosi = 0,0125 in/tahun (Tabel 6, Peters, hal 542)

→ umur tangki diperkirakan 10 tahun, maka :

$c = 0,0125 \text{ in/tahun} \times 10 \text{ tahun} = 0,125 \text{ in}$ (Brownel & Young, app.

D, item 4, hal 342)

P = tekanan desain = 33,625 psi

sehingga

$$t = \frac{33,625 \text{ psi} \times 105,9396 \text{ in}}{12650 \text{ psi} \times 0,8 - 0,6 \times 33,625 \text{ psi}} + 0,125 \text{ in} = 0,4778 \text{ in}$$

dipilih tebal tangki standard = $1/2 \text{ in} = 0,5 \text{ in}$

- Menentukan diameter reactor sesungguhnya

Diameter luar *shell* (D_0) adalah =

$$D_0 = D_i + 2t$$

$$= 212,8793 \text{ in} + (2 \times 0,5 \text{ in})$$

$$= 212,8347 \text{ in}$$

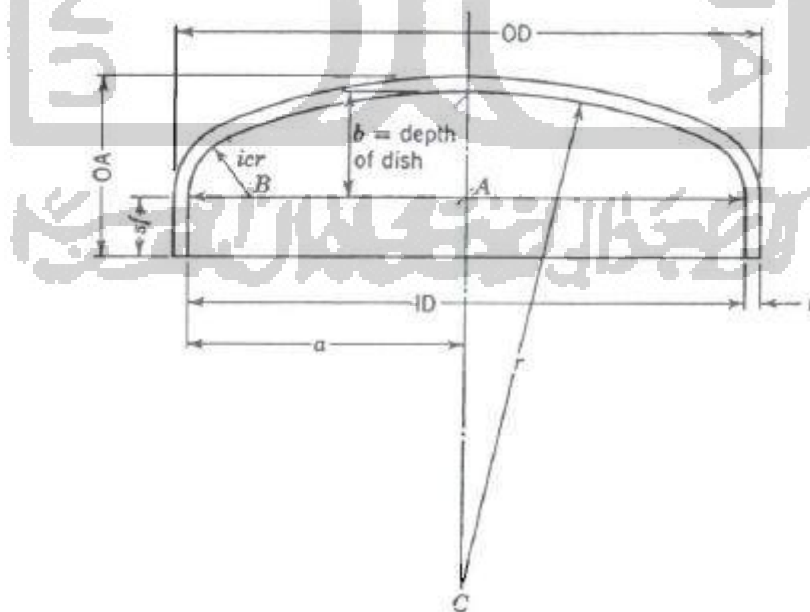
$$\text{diambil OD standard} = 216 \text{ in} = 5,4684 \text{ m}$$

$$\text{ID} = \text{OD} - 2t = 215 \text{ in} = 5,461 \text{ m}$$

Menentukan tinggi tangki termasuk head (TH)

Bentuk : *Torespherical head (flange and dishead head)*

Bahan : *Stainless Steel*



Gambar : Hubungan dimensional untuk *flange and dishead head*

- Tebal head

Berdasarkan tabel 5.7, Brownell & Young, hal 90, didapat:

$$i_{cr} = 13 \text{ in} = 0,3302 \text{ m}$$

$$r = 170 \text{ in} = 4,3180 \text{ m}$$

$$W = 1/4 \times (3 + (r_c/r_i)^{1/2})$$

Dimana :

$W =$ stress intensification factor for torispherical head

$r_c =$ radius of crown = $r = 170 \text{ in}$

$r_i =$ inside corner radius = $i_{cr} = 13 \text{ in} = 0,3302 \text{ m}$

$$W = \frac{3 + (\frac{170}{13})^{0,5}}{4} = 1,65405 \text{ in}$$

$$t_h = \frac{P \times r_c \times W}{2 \times f \times E - 0,2 \times P} + C = \frac{33,625 \text{ psi} \times 170 \text{ in} \times 1,65405 \text{ in}}{2 \times 12650 \text{ psi} \times 0,8 - 0,2 \times 33,625 \text{ psi}} + 0,1250$$

$$= 0,5923 \text{ in} = 0,0150 \text{ m}$$

dipilih tebal head standar = $0,75 \text{ in} = 0,01905 \text{ m}$

- Tinggi head

Berdasarkan tabel 5.6, Brownell & Young, hal 88, untuk $t_H = 0,75 \text{ in}$:

Standart straight flange (Sf) = 1,5- 4 in (dipilih Sf = 3,5 in)

$$t_h = 0,75 \text{ in}$$

$$i_{cr} = 13 \text{ in}$$

$$r = 170 \text{ in}$$

Untuk menghitung tinggi head digunakan penjelasan pada fig. 5.8,

Brownell&Young, hal 87 (Gambar 5.1).

$$a = ID/2 = 211,8793 : 2 = 107,5 \text{ in} = 2,7305 \text{ m}$$

$$AB = ID/2 - icr = 107,5 \text{ in} - 13 \text{ in} = 94,5 \text{ in} = 2,4003 \text{ m}$$

$$BC = rc - irc = 170 \text{ in} - 13 \text{ in} = 157 \text{ in} = 3,9878 \text{ m}$$

$$AC = (BC^2 - AB^2)^{1/2} = 125,3744 \text{ in} = 3,1845 \text{ m}$$

$$b = r - AC = 170 \text{ in} - 125,3744 \text{ in} = 44,6256 \text{ in} = 1,1335 \text{ m}$$

$$ID = OD - 2th$$

$$= 216 \text{ in} - 2 \cdot 0,5 \text{ in}$$

$$= 215 \text{ in}$$

$$= 5,4684 \text{ m}$$

$$OA = th + b + sf$$

$$= 0,5 \text{ in} + 1,1335 \text{ in} + 3,5 \text{ in}$$

$$= 48,875 \text{ in} = 1,2414 \text{ m}$$

- Tinggi tangki termasuk tinggi head dan bottom

$$Ht = H + 2OA$$

$$= 10,1335 \text{ m} + 2 \cdot 1,2414 \text{ m}$$

$$= 12,6185 \text{ m}$$

$$= 496,7907 \text{ in}$$

Perancangan Pengaduk

Bahan : *Stainless steel*

Jenis : *Turbin with 6 flat blades* (Gb. 9.2, hal 229, Mc.Cabe dan Fig 6.3, hal 147,

Treybal)

Alasan pemilihan :

1. Efektif untuk jangkauan viskositas yang cukup luas.

2. Baik untuk tangki kecil maupun besar karena diameternya lebih kecil dari impeller lain
3. Layak secara ekonomis dalam *power*.
4. Tidak merusak partikel yang memiliki viskositas yang cukup besar.



- Penentuan dimensi pengaduk
 - Penentuan diameter pengaduk

Untuk *turbine with 6 flat blade*, $ID/Di = 3$ (Brown hal 507)

dimana : ID = Diameter dalam tangki = 215 in

$Di = \text{Diameter pengaduk} = 71,6667 \text{ in} = 5,9772 \text{ ft} = 1,8203 \text{ m}$
 - Penentuan lebar blade pengaduk

$Wb = \frac{1}{4} \cdot Di$

$= \frac{1}{4} \cdot 71,6667 \text{ in}$

$= 17,9167 \text{ in}$

$= 0,4551 \text{ m}$
 - Penentuan lebar baffle

Jumlah baffle = 4 buah (Brown, hal 507)

$$W/D \text{ impeller} = 0,17 \text{ (Brown, hal 507)}$$

$$\text{Maka lebar baffle} = W = 0,17 \cdot D \text{ impeller}$$

$$= 0,17 \times 71,667 \text{ in}$$

$$= 12,1833 \text{ in}$$

$$= 0,3094 \text{ m}$$

- Penentuan offset top dan bottom

$$\text{Offset top} = Di/6 = 11,9444 \text{ in}$$

$$\text{Offset bottom} = Di/2 = 35,8333 \text{ in}$$

- Penentuan tinggi cairan dalam tangki (ZL)

$$ZL/Di = 2,7-3,9 \text{ (brown hal 507)}$$

$$\text{Maka diambil nilai } ZL/Di = 3$$

$$\text{Maka tinggi cairan dalam tangki} = ZL = 3 \times Di = 215 \text{ in} = 5,461 \text{ m}$$

- Penentuan jarak pengaduk dari dasar tangki

$$Zi/Di = 0,75 \text{ s.d } 1,3 \text{ (Brown, hal 507)}$$

$$\text{maka diambil nilai } Zi/Di = 1$$

$$\text{maka tinggi tepi } blade \text{ dari dasar tangki} = Zi = 1,0 \times Di = 71,6667 \text{ in}$$

- Penentuan jumlah pengaduk dan putaran pengaduk (N)

$$N = \frac{600}{\pi \times Di(ft)} \sqrt{\frac{WELH}{2 \times Di(in)}}$$

Dimana :

$$WELH = ZL * sg$$

$$\text{Specific Gravity, } sg = \frac{\rho \text{ campuran}}{\rho \text{ referensi}} = \frac{1101,163}{1000} = 1,102$$

$$WELH = 215 \text{ in} \times 1,102$$

$$= 236,75 \text{ in}$$

maka, jumlah pengaduk = $WELH/ID = 1$

Standard = 1 buah

$$N = 41,1203 \text{ rpm}$$

$$= 0,6853 \text{ rps}$$

Dipilih Fixed-speed belt (single reduction gear with V belts)

- Penentuan power pengaduk

Viskositas campuran = $0,2893 \text{ kg/m}\cdot\text{det}$

$$\text{Nilai Reynold Number, } Re = \frac{\rho \cdot N \cdot Di^2}{\mu}$$

$$Re = \frac{1101,163 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,6853 \text{ rps} \times 1,8203 \text{ m}}{0,2893 \frac{\text{kg}}{\text{m}}\cdot\text{det}}$$

$$= 8644,6447$$

Setelah di plot ke grafik 477 Brown, didapat $Po = 7 \text{ Hp}$

$$\text{Power} = \frac{\rho N^3 Di^5 Po}{550 gc}$$

Dimana :

$$P = 68,7453 \text{ lb/ft}^3$$

$$N = 0,6853 \text{ rps}$$

$$Di = 5,9722 \text{ ft}$$

$$Po = 7 \text{ Hp}$$

$$Gc = 9,8 \text{ m/s}^2 = 32,1522 \text{ ft/s}^2$$

$$\text{Maka, power} = \frac{68,743 \times 0,6853^3 \times 5,9722^5 \times 7 \text{ Hp}}{550 \times 32,1522 \text{ ft/s}^2}$$

$$= 66,5525 \text{ Hp}$$

$$\text{Efisiensi pengaduk} = 0,9$$

$$\begin{aligned} \text{Maka, power} &= \frac{66,5525 \text{ Hp}}{0,9} \\ &= 73,947 \text{ Hp} \end{aligned}$$

$$\text{Standard power NEMA} = 75 \text{ Hp}$$

Perancangan Pendingin

Fungsi : menyerap panas yang dilepaskan reaksi

Media : air

- o Pengecekan luas transfer panas pada jaket :

Hot Fluid		Cold Fluid	Diff
30,0000	Higher Temp	29,0000	1,0000
30,0000	Lower Temp	27,0000	3,0000
			-2,0000

$$\begin{aligned} LMTD &= \frac{AT2 - AT1}{\ln AT2/AT1} \\ &= \frac{-2}{\ln 1/3} \\ &= 1,8205 \text{ }^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

$$= 35,2769 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

- o Menghitung luas transfer panas

Untuk fluida heavy organic dan fluida dingin berupa air, UD = 5-75

Btu.ft².F.jam (tabel 8 Kern)

Diambil harga UD = 75 Btu/ft².F.jam

$$Q = 7299388,416 \text{ Kj} = 6918485,306 \text{ Btu}$$

$$A = \frac{Q}{Ud \times \Delta T LMTD}$$

$$= \frac{6918485,306 \text{ Btu}}{70 \frac{\text{Btu}}{\text{ft}^2} \cdot \text{F} \cdot \text{jam} \times 35,2769 \text{ F}}$$

$$= 2614,928 \text{ ft}^2$$

$$= 242,9248 \text{ m}^2$$

- Menghitung luas selubung

$$A = \pi DH$$

$$= 3,14 \times 5,461 \text{ m} \times 5,461 \text{ m}$$

$$= 93,6429 \text{ m}^2$$

- Menghitung luas penampang bawah reactor

$$A = (\pi/4) \times D^2$$

$$= (3,14/4) \times (5,461 \text{ m})^2$$

$$= 23,4107 \text{ m}^2$$

$$\text{Total luas yang tersedia} = 93,6429 \text{ m}^2 + 23,4107 \text{ m}^2 = 117,053 \text{ m}^2$$

Dikarenakan A kebutuhan > A tersedia, maka digunakan koil

Perancangan Koil Pendingin pada Reaktor

- jumlah air pendingin yang dibutuhkan = 171357,6231 kg/jam = 377843,6 lb/jam = 6918485,306 Btu/jam
- T rata-rata = 28 °C = 82,4 °F
- Sifat fisis air pada suhu 28 °C :

$$C_p = 14,1991 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C} = 0,0034 \text{ Btu/lb} \cdot \text{F}$$

$$\rho = 1024,8469 \text{ kg/m}^3 = 63,95 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu = 0,8545 \text{ cP} = 2,0678 \text{ lb/ft} \cdot \text{jam}$$

$$k = 0,6112 \text{ W/m} \cdot \text{K} = 0,3533 \text{ Btu/h} \cdot \text{ft} \cdot \text{F}$$

- Kecepatan volumetrik air

$$Q_v = \frac{m_{air}}{\rho_{air}}$$

$$Q_v = \frac{m_{air}}{\rho_{air}} = \frac{171357,6231 \text{ kg/jam}}{1024,847 \text{ kg/m}^3} = 167,203 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- Menentukan Diameter Minimum Koil

Untuk aliran dalam koil/tube, batasan kecepatan antara 1,5-2,5 m/s

(Coulson pg. 527)

$$\text{Kecepatan air pendingin} = 2,5 \text{ m/s} = 9000 \text{ m/jam}$$

$$\text{Debit air pendingin} = 167,203 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Luas penampang (A)} = \frac{\text{Debit air pendingin}}{\text{Kecepatan air pendingin}} = \frac{167,203 \text{ m}^3/\text{jam}}{9000 \text{ m/jam}}$$

$$= 0,0186 \text{ m}^2 = 0,2 \text{ ft}^2 = 28,7961 \text{ in}^2$$

$$\text{Luas Penampang (A)} = \frac{\pi \cdot ID^2}{4}$$

$$ID = \sqrt{\frac{4 \cdot \text{Luas Penampang}}{\pi}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0186}{\pi}}$$

$$= 0,1538 \text{ m} = 6,0566 \text{ in}$$

Dipilih diameter standar (Kern, tabel 11 hal. 844)

$$\text{Nps} = 14 \text{ in}$$

$$\text{Schedule Number} = 30$$

$$\text{OD} = 14 \text{ in} = 1,1667 \text{ ft}$$

$$\text{ID} = 13,25 \text{ in} = 1,1042 \text{ ft}$$

$$\text{Luas Penampang (A')} = 138 \text{ in}^2 = 0,9583 \text{ ft}^2$$

$$\text{Luas perpan/panjang (a'')} = 3,665 \text{ ft}^2/\text{ft}$$

Menentukan h_i

$$C_p = 14,1991 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C} = 0,0034 \text{ Btu/lb.F}$$

$$\rho = 1024,8469 \text{ kg/m}^3 = 63,95 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu = 0,8545 \text{ cP} = 2,0678 \text{ lb/ft.jam}$$

$$k = 0,6112 \text{ W/m.K} = 0,3533 \text{ Btu/h.ft.F}$$

$$Gt = \frac{\text{kec.aliran massa}}{\text{Luas penampang}} = \frac{377843,6 \text{ lb/jam}}{0,9583 \text{ ft}^2} = 394271,5396 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2 \cdot \text{jam}}$$

$$v = \frac{Gt}{\rho} = \frac{394271,5396 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2 \cdot \text{jam}}}{63,95 \text{ lb/ft}^3} = 6165,266 \text{ ft/jam}$$

Bilangan Reynold Fluida dalam pipa adalah:

$$NRe = \frac{D_i \cdot Gt}{\mu}$$

$$NRe = \frac{1,1042 \text{ ft} \cdot 394271,5396 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2 \cdot \text{jam}}}{2,0678 \frac{\text{lb}}{\text{ft} \cdot \text{jam}}}$$

$$NRe = 210531,1799$$

$$f = 0,00014 \text{ (kern fig. 26 hal 836)}$$

$$j_h = 620 \text{ (kern fig.28 hal 838)}$$

Menentukan h_i

$$h_i = \frac{j_h \cdot D}{k} \left(\frac{c_p \cdot \mu}{k} \right)^{-1/3} \left(\frac{\mu}{\mu \cdot w} \right)^{-0,14}$$

$$\text{dari data diatas diperoleh nilai } h_i = 237,6078 \text{ Btu}/(\text{ft}^2 \cdot \text{F} \cdot \text{jam})$$

Koefisien trasfer panas dari pipa ke luar pipa adalah

$$h_{io} = h_i \frac{ID}{OD}$$

$$\text{diperoleh nilai } h_{io} = 224,8788 \text{ Btu}/(\text{ft}^2 \cdot \text{F} \cdot \text{jam})$$

Untuk koil, harga h_{io} dikoreksi dengan faktor koreksi sebagai berikut :

$$hio_{koil} = hio_{pipa} \left(1 + 3,5 \frac{D_{koil}}{D_{spesifikasi}} \right)$$

diketahui diameter spiral atau heliks koil = 0,7-0,8 Dt (Rase,1997)

$$D \text{ spiral koil} = 0,8 \times 17,917 \text{ ft} = 14,3333 \text{ ft}$$

$$hio_{koil} = 224,8788 \text{ Btu}/(\text{ft}^2 \cdot \text{F} \cdot \text{jam}) \left(1 + 3,5 \frac{1,1042 \text{ ft}}{14,333 \text{ ft}} \right)$$

$$hio_{koil} = 285,511 \text{ Btu}/(\text{ft}^2 \cdot \text{F} \cdot \text{jam})$$

Menentukan ho

$$\begin{aligned} ho &= 0,00265 \times Nre \text{ (kern, fig 20.5 hal 772)} \\ &= 0,00265 \times 210531,1799 \\ &= 557,9076 \text{ Btu}/(\text{ft}^2 \cdot \text{F} \cdot \text{jam}) \end{aligned}$$

Maka nilai UC dan UD

$$Uc = \frac{ho \times hio}{ho + hio}$$

$$Uc = 188,8609 \text{ Btu}/(\text{ft}^2 \cdot \text{F} \cdot \text{jam})$$

Nilai Rd diizinkan = 0,001 – 0,003 (kern, fig 12 hal 846)

Diambil Rd = 0,001

$$Ud = \frac{1}{\frac{1}{Uc} + Rd}$$

$$UD = 158,859 \text{ Btu}/(\text{ft}^2 \cdot \text{F} \cdot \text{jam})$$

Menentukan luas perpindahan panas

$$A = \frac{Q}{UD \times \Delta T \text{ LMTD}}$$

$$A = \frac{6918485,306 \text{ Btu}/\text{jam}}{158,859 \frac{\text{Btu}}{\text{ft}^2 \cdot \text{F} \cdot \text{jam}} \times 35,2769 \text{ F}}$$

$$A = 2242,4861 \text{ ft}^2$$

Menentukan panjang koil

$$\begin{aligned} L &= A/a'' \\ &= 2242,4861 \text{ ft}^2 / 3,665 \text{ (ft}^2/\text{ft)} \\ &= 611,862 \text{ ft} \end{aligned}$$

Menentukan volume koil dan jumlah lengkungan koil

$$V = \frac{\pi}{4} OD^2 L$$

$$V = 653,7610 \text{ ft}^3$$

$$\begin{aligned} D_c &= 0,8 \times (\text{ID tangki reaktor}) \\ &= 0,8 \times 215 \text{ in} \\ &= 172 \text{ in} \end{aligned}$$

$$AB = ID$$

$$BC = X = 0,3 D \text{ (diambil } X = 0,3 D)$$

$$\begin{aligned} X &= 0,3 \times 14 \text{ in} \\ &= 4,2 \text{ in} \\ &= 0,35 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$AC = \sqrt{(AB^2) + (BC^2)}$$

$$AC = \sqrt{(ID^2) + (X^2)}$$

Panjang 1 lilitan:

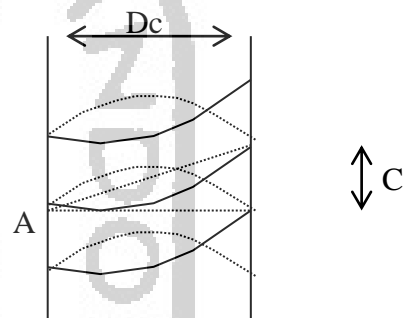
Keliling lilitan = 1/2 putaran miring + 1/2 putaran datar

$$\text{Keliling lilitan} = \frac{1}{2}\pi(D_c) + \frac{1}{2}\pi(AC)$$

$$\text{Keliling lilitan} = 274,59 \text{ ft}$$

$$= 3295,079 \text{ in}$$

$$= 83,695 \text{ m}$$



Menghitung Banyak Lilitan

$$N_{Lilitan} = \frac{L_{pipa\ kecil}}{Keliling\ Lilitan}$$

$$= \frac{611,865\ ft}{274,59\ ft}$$

$$= 9,63$$

Maka jumlah lilitan = 10 lilitan

Menentukan tinggi tumpukan dan tinggi cairan setelah ada koil

$$\begin{aligned} \text{Tinggi tumpukan koil} &= (N\ \text{lilitan} - 1)x + N\ \text{lilitan} \cdot OD \\ &= (10-1) \cdot 0,35\ ft + 10 \cdot 1,1667\ ft \\ &= 14,8167\ ft \\ &= 4,516\ m \\ &= 177,8\ in \end{aligned}$$

Tinggi cairan dalam shell akan naik karena volume dari koil

$$\begin{aligned} \text{Volume cairan} &= 207,8984\ m^3 \\ \text{Volume koil} &= 3,465\ m^3 \\ \text{A dalam shell} &= 23,4107\ m^2 \end{aligned}$$

Tinggi cairan setelah ditambah koil (Z_c)

$$Z_c = \frac{V_{\text{cairan dlm shell}} + V_{\text{koil}}}{A_{\text{shell}}}$$

$$Z_c = \frac{207,8984\ m^3 + 3,465\ m^3}{23,4107\ m^2}$$

$$Z_c = 9,0285\ m$$

Jarak dari dasar tangki ke bagian bawah koil (hk)

$$hk = \frac{\text{Tinggi cairan setelah ada koil} - \text{tumpukan koil}}{2}$$

$$hk = (9,0285\ m - 4,516\ m)/2$$

$$hk = 2,256 \text{ m}$$

$$b+sf = 1,229 \text{ m}$$

Maka koil tercelup semua pada shell



Penentuan Jumlah Reaktor Batch

Waktu Pengisian Reaktor = 6 jam

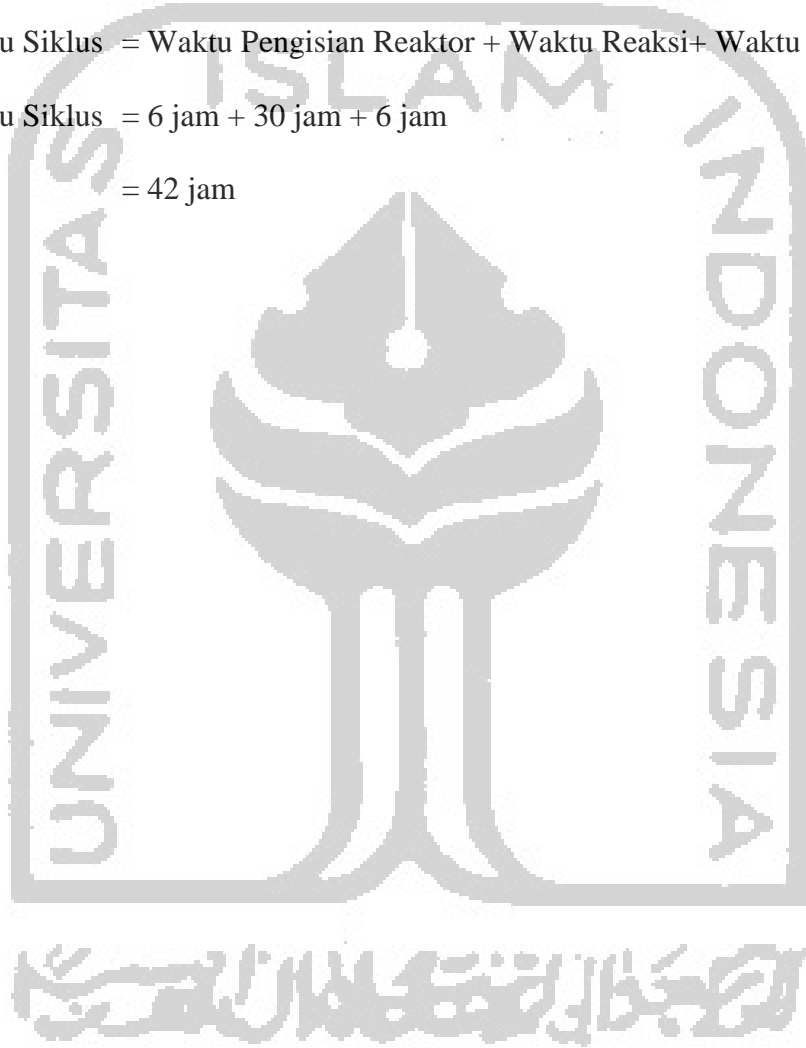
Waktu Reaksi = 30 jam

Waktu Pengosongan = 6 jam

Waktu Siklus = Waktu Pengisian Reaktor + Waktu Reaksi + Waktu Pengosongan

Waktu Siklus = 6 jam + 30 jam + 6 jam

= 42 jam



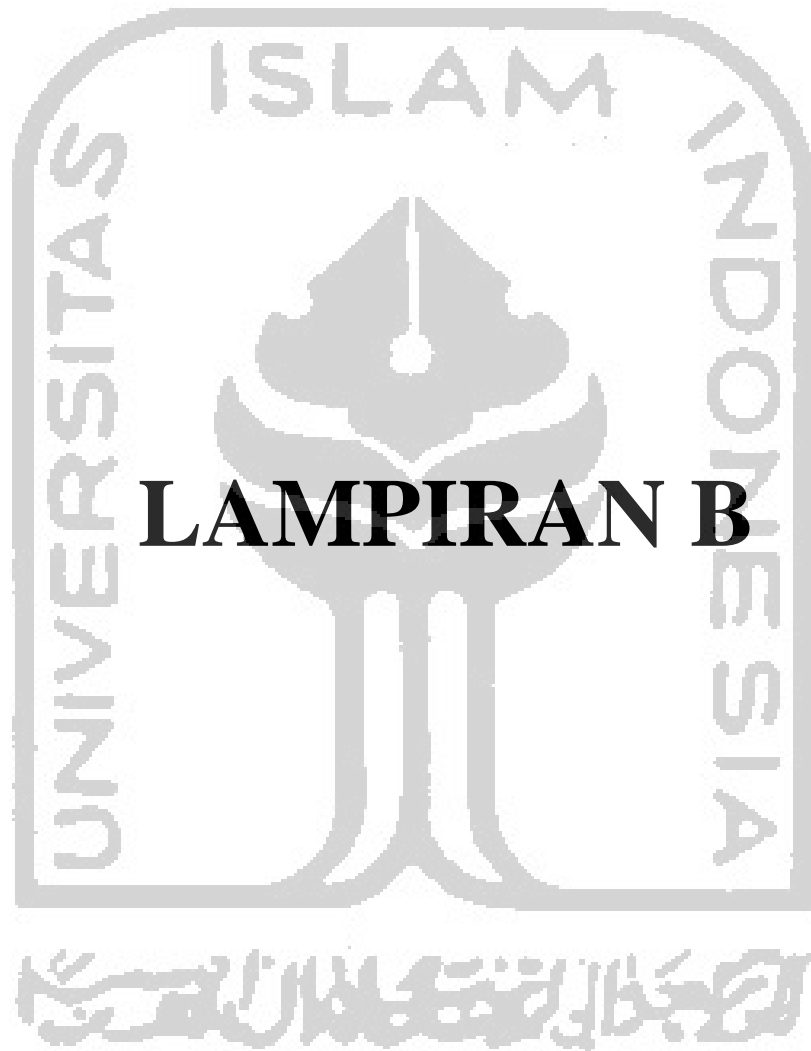
Penjadwalan Reaktor

Waktu pengisian 6 jam

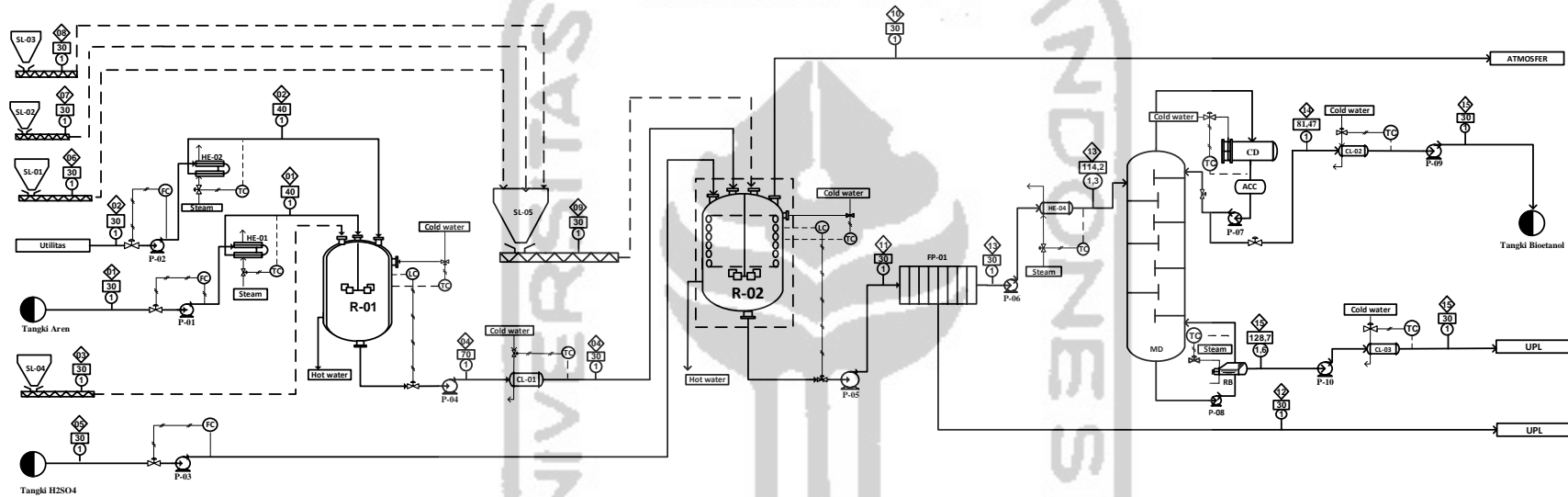
Waktu Reaksi 30 jam

Waktu Pengosongan 6 jam

Reaktor	Waktu																			
	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120
1	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Green						
2		Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Green						
3			Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Green					
4				Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Yellow	Red	Red	Red	Red	Green				
5					Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Green		
6						Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Green	
7							Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Green



Process Engineer Flow Diagram PraRancangan Pabrik Bioetanol dari Nira Aren (*Arrenga Pinnata*) Dengan Kapasitas 20.000 Ton/Tahun

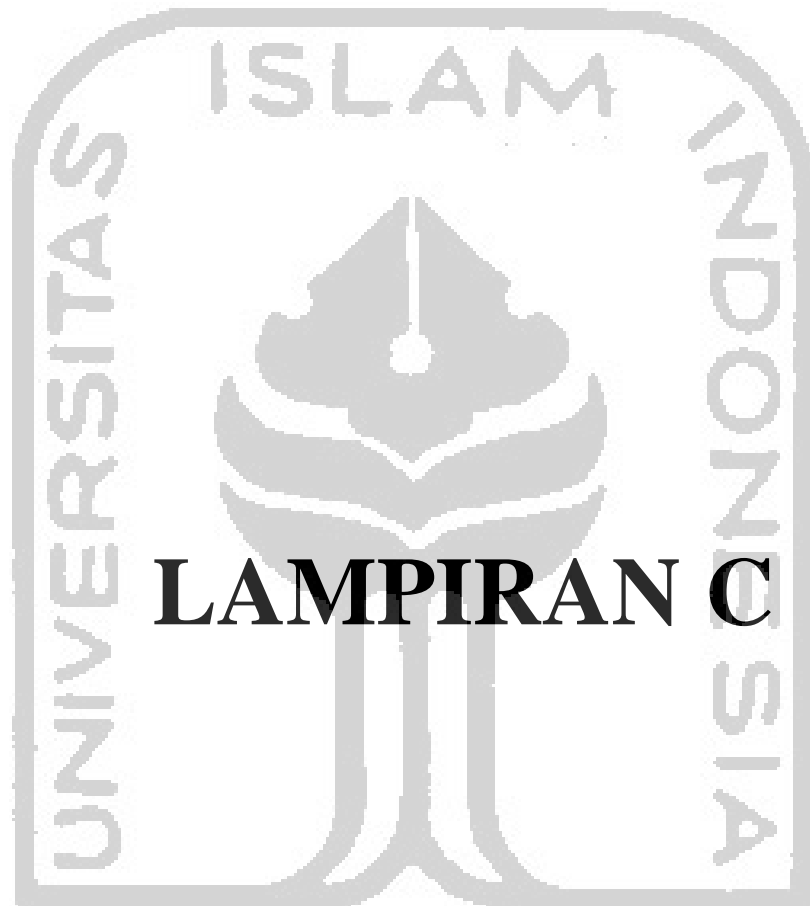


Komponen	Masuk (kg/jam)														
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
Air	18784.65	34073.26						52310.22		52310.22	3661.72	48648.51	48648.5078	126.2626263	48522.25
Sukrosa	10839.70							433.59		433.59	433.59				
Protein	59.38							59.38		59.38	59.38				
Lemak	5.94							5.94		5.94	5.94				
Glukosa								164.31		164.31	11.90	152.81	152.805091		152.81
Fruktosa								5476.90		5476.90	5476.90				
Enzim Invertase			23.19					23.19		23.19	23.19				
Urea				211.24				211.24		211.24	211.24				
Asam Sulfat					144.88			144.88		144.88	144.88				
Amonium Sulfat						4.82		4.82		4.82	4.82				
Etanol							264.05	2715.33		2715.33	190.07	2525.25	2525.252525	2338.989899	126.26
Sacromices Cerevisae							264.05	264.05		264.05	264.05				
Karbon dioksida								2597.27		61813.83	61813.83	0.00			
Total	29689.67	34073.26	23.19	211.24	144.88	4.82	264.05	61813.83	2597.27	123627.66	72301.09	51326.57	51326.56584	2525.252525	48801.31

Simbol	Keterangan
◇	Nomor Arus
○	Tekanan, atm
○	Temperature, °C
⋈	Gate Valve
—	Piping
—	Signal Electric
—	Utara Tekan
—	Flow Control
—	Level Control
—	Temperature Control

ALAT	KETERANGAN
SL	SILO
T	TANGKI
R	REAKTOR
SC	SCREW CONVEYOR
FP	FILTER PRESS
HE	HEATER
CL	COOLER
MD	MENARA DESTILASI
CD	KONDENSOR
RB	REBOILER
P	POMPA
ACC	AKUMULATOR

	JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA
	PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM PABRIK BIOETANOL DARI NIRIA AREN KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN
Dibuat oleh: 1. MYUSUF ZAKARIA (18512140) 2. RIFKI ADITYA NUR FEBRIANTO (18512146)	
Dosen pembimbing: 1. Dr. Ir. FARHAM H M SALEH MSIE 2. ACHMAD CHAFIDZ MAS SAHID, S.T., M.Sc.	



لَا إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ مُحَمَّدٌ رَسُوْلُهُ

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Muhammad Yusuf Zakaria
 No. MHS : 15521240
2. Nama Mahasiswa : Rifki Aditya Nur Febrianto
 No. MHS : 15521266
- Judul Prarancangan)* : PRA RANCANGAN Pabrik Piretanol Dapi
 Hira Aren Dengan Kapasitas 20.000 ton / tahun

Mulai Masa Bimbingan : 05 Oktober 2019

Batas Akhir Bimbingan : 02 April 2020

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	21 - 03 - 2019	Konsultasi Judul Tugas Akhir	<i>[Signature]</i>
2	04 - 04 - 2019	Konsultasi kapasitas perancangan pabrik	<i>[Signature]</i>
3	28 - 06 - 2019	Konsultasi neraca massa	<i>[Signature]</i>
4	10 - 07 - 2019	Konsultasi neraca massa	<i>[Signature]</i>
5	29 - 07 - 2019	Konsultasi neraca massa	<i>[Signature]</i>
6	14 - 08 - 2019	Konsultasi Neraca Panas	<i>[Signature]</i>
7	26 - 08 - 2019	Konsultasi Neraca Panas	<i>[Signature]</i>
8	24 - 09 - 2019	Konsultasi perancangan alat	<i>[Signature]</i>
9	05 - 10 - 2019	Bimbingan Intencif Pra sidang	<i>[Signature]</i>
10			

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 07 NOVEMBER 2019

Pembimbing,

[Signature]

Achmad Chafidz M. Sc., S.T., M.Sc.

)* Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Muhammad Yusuf Zakaria
No. MHS : 15521240
2. Nama Mahasiswa : Rifki Aditya Nur Febrianto
No. MHS : 15521266
- Judul Prarancangan)* : **PRARANCANGAN Pabrik Biotanol dari NIRA AREH dengan kapasitas 20.000 ton/Tahun**
- Mulai Masa Bimbingan : 05 Oktober 2019
Batas Akhir Bimbingan : 02 April 2020

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	22-04-2019	Konsultasi Judul Tugas Akhir	
2	05-06-2019	Konsultasi Kapasitas Perancangan Pabrik	
3	28-06-2019	Konsultasi Neraca Massa	
4	10-07-2019	Konsultasi Neraca Massa	
5	29-07-2019	Konsultasi Neraca Massa	
6	14-08-2019	Konsultasi Neraca Panas	
7	20-08-2019	Konsultasi Perancangan Alat	
8	24-09-2019	Konsultasi Pra Sizing	
9	06-11-2019	Bimbingan Internet Sebelum Sizing	
10			

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 8 Nov 2019

Pembimbing,

Dr. Ir. Farham H M Saleh, MSIE.

-)* **Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**
- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
 - Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy