

PRA RANCANGAN PABRIK BIOETANOL DARI MOLASE

DENGAN KAPASITAS 13.000 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

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



Oleh :

Nama : Annisa Nadya Veliana

Nama : Aif Syaifulloh

No. Mhs : 17521076

No.Mhs : 17521088

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

2021

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**PRA RANCANGAN PABRIK BIOETANOL DARI MOLASE
DENGAN KAPASITAS 13.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Annisa Nadya Veliana Nama : Aif Syaifulloh
No. Mhs : 17521076 No.Mhs : 17521088

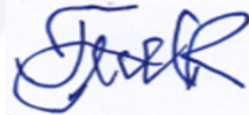
Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, 25 November 2021

Dosen Penguji

Tanda Tangan

Ir. Drs. Faisal RM, M.T., Ph.D

Ketua Penguji



Fadhila Noor Rahma, S.T., M.Sc.

Penguji I



Umi Rofiqah, S.T., M.T.

Penguji II



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri



Dr. Suharno Rusdi

NIP 845210102

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK BIOETANOL DARI MOLASE

DENGAN KAPASITAS 13.000 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Annisa Nadya Veliana Nama : Aif Syaifulloh
No. Mhs : 17521076 No.Mhs : 17521088

Yogyakarta, 03 November 2021

Menyatakan bahwa seluruh hasil Pra Rancangan 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.



Annisa Nadya Veliana



Aif Syaifulloh

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK BIOETANOL DARI MOLASE

DENGAN KAPASITAS 13.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Oleh :

Nama : Annisa Nadya Veliana Nama : Aif Syaifulloh

No. Mhs : 17521076 No.Mhs : 17521088

Yogyakarta, 03 November 2021

Pembimbing I



Ir. Drs. Faisal RM, M.T., Ph.D

Pembimbing II



Lilis Kistriyani, S.T., M.Eng.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr., Wb.

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan atas junjungan kita Nabi Muhammad S.A.W, sahabat serta para pengikutnya.

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Bioetanol Dari Molase Dengan Kapasitas 13.000 Ton/Tahun”, disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah diperoleh selama dibangku kuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terimakasih kepada :

1. Orang Tua dan Keluarga yang selalu memberikan doa, semangat, dan dukungan yang tiada henti-hentinya.
2. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
4. Ir. Drs. Faisal RM, M.T., Ph.D selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Lilis Kristiyani, S.T., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang

telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

5. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
6. Teman – teman Teknik Kimia 2017 yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan kerja samanya.
7. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran untuk menyempurnakan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, terutama bagi para pembaca serta penyusun, Aamiin.

Wassalamu'alaikum Wr., Wb.

Penulis,



Annisa Nadya Veliana



Aif Syaifulloh

LEMBAR PERSEMBAHAN



Karya ini saya persembahkan kepada:

Bapak Azuar dan Ibu Muharleni serta kakak-kakak saya Riezka Restu Amalia dan Nelvin Faizil Kurnia yang telah memberikan do'a, dorongan, motivasi dan kasih sayang yang luas biasa. Terima kasih telah berjuang dan berkorban untuk saya hingga saya bisa mencapai di tahap ini.

Aif Syaifulloh sebagai partner pra rancangan pabrik saya ini, yang selama ini telah bersabar dan terus berjuang dalam penyusunan pra rancangan pabrik ini. Terima kasih atas waktu, ilmu, semangat dan dukungan selama ini. Semoga kita mendapatkan ilmu yang bermanfaat untuk diri sendiri maupun orang lain.

HnM Group (Ega, Hani, Dea, Dita, Juli) sahabat saya dari jaman mahasiswa baru sampai saat ini. Terima kasih telah menerima segala suka duka selama perkuliahan. Terima kasih telah menjadi wanita hebat yang bisa melewati rintangan semasa menjalani kuliah. Semoga kita diberikan ilmu yang bermanfaat dan sukses untuk kedepannya dan dapat dipertemukan kembali dalam keadaan yang paling baik.

Teknik Kimia UII 2017, almamater tercinta, yang punya andil besar didalam membentuk karakter pribadi menjadi lebih baik. Terimakasih sudah mengizinkan saya untuk menjadi bagian dari keluarga ini. Semoga kalian dapat meraih apa yang dicita-citakan.

(Annisa Nadya Veliana)

LEMBAR PERSEMBAHAN



Karya ini saya persembahkan kepada:

Bapak Hopid dan Ibu Esti serta kakak – kakak saya Adi Bhawika dan Ari Hidayat yang telah memberikan do'a, dorongan, motivasi dan kasih sayang yang luas biasa. Terima kasih telah berjuang dan berkorban untuk saya hingga saya bisa mencapai di tahap ini.

Annisa Nadya Veliana sebagai partner pra rancangan pabrik saya ini, yang selama ini telah bersabar dan terus berjuang dalam penyusunan pra rancangan pabrik ini. Terima kasih atas waktu, ilmu, semangat dan dukungan selama ini. Semoga kita mendapatkan ilmu yang bermanfaat untuk diri sendiri maupun orang lain.

Pamungkas dan Montekar Grup dan teman terdekat saya dari jaman mahasiswa baru sampai saat ini. Terima kasih telah menerima segala suka duka selama perkuliahan. Terima kasih juga daily's Mood yang telah mensuplai kopi dan tempat yang nyaman untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Dan terima kasih juga kepada indomie terutama rasa rendang yang telah menyelamatkan disaat kelaparan dijam – jam kritis. Terima kasih kepada diriku sendiri telah menjadi pribadi sabar dan asik ditongkrongan, semoga kita diberikan ilmu yang bermanfaat dan sukses untuk kedepan nya dan dapat dipertemukan kembali dalam keadaan yang paling baik. Aamiin.

Teknik Kimia UII 2017, almamater tercinta, yang punya andil besar didalam membentuk karakter pribadi menjadi lebih baik. Terimakasih sudah mengizinkan saya untuk menjadi bagian dari keluarga ini. Semoga kalian dapat meraih apa yang dicita-citakan.

(Aif Syaifulloh)

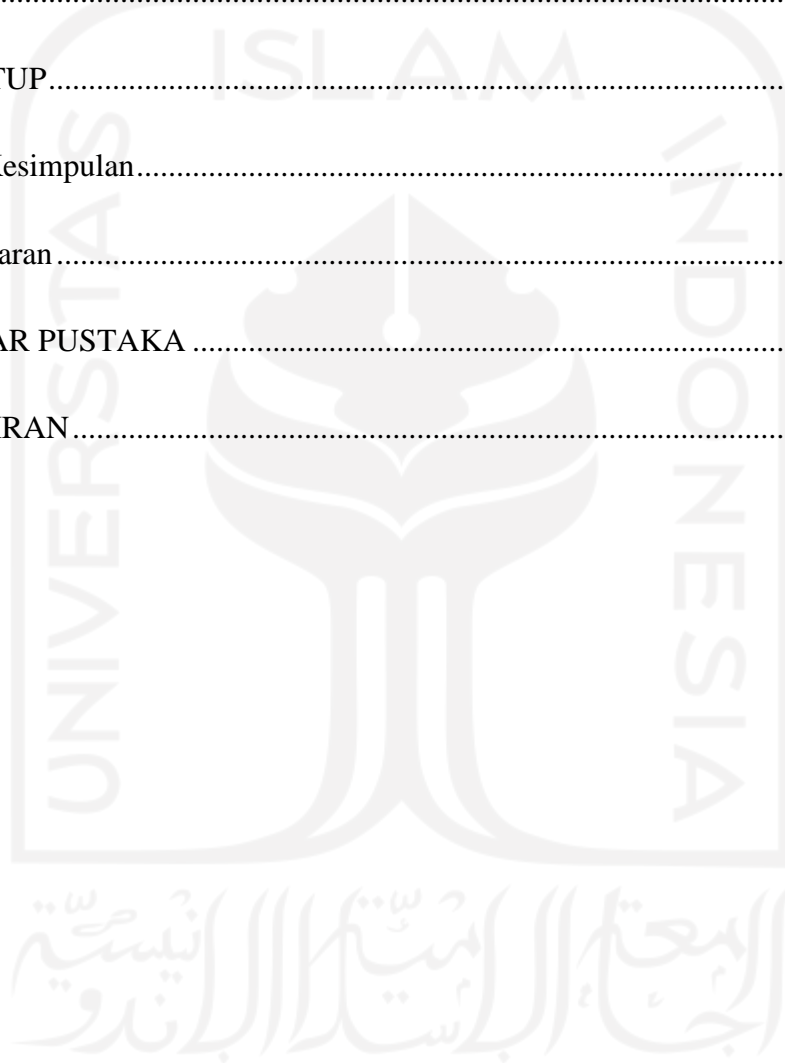
DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
KATA PENGANTAR	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
ABSTRAK	xvii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik	2
1.2.1 Konsumsi Bioetanol di Indonesia	2
1.2.2 Impor Bioetanol di Indonesia	4
1.2.3 Ekspor Bioetanol di Indonesia	5
1.2.4 Kapasitas Pabrik Bioetanol di Indonesia	7
1.3 Tinjauan Pustaka	8
BAB II	13
PERANCANGAN PRODUK	13
2.1 Spesifikasi Produk	13

2.1.1 Etanol.....	13
2.2 Spesifikasi Bahan Baku.....	13
2.2.1 Molase.....	13
2.3 Pengendalian Kualitas	14
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku.....	14
2.3.2 Pengendalian Proses Produksi	14
2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk.....	16
BAB III	17
PERANCANGAN PROSES.....	17
3.1. Uraian Proses.....	17
3.1.1 Pemasakan	17
3.1.2 Pembibitan	17
3.1.3 Fermentasi.....	34
3.1.4 Distilasi	34
3.2 Spesifikasi Alat / Mesin Produk.....	34
BAB IV	51
PERANCANGAN PABRIK.....	51
4.1 Lokasi Pabrik.....	51
4.1.1 Faktor Utama	51
4.1.2 Faktor Khusus	52

4.2 Tata Letak Pabrik	53
4.3 Tata Letak Alat Proses.....	56
4.4 Ailir Proses dan Material.....	60
4.4.1 Perhitungan Neraca Massa.....	62
4.4.2 Perhitungan Neraca Panas	69
4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas).....	72
4.5.1 Unit Penyedia dan Pengolahan Air.....	73
4.5.2 Unit Pembangkit Steam	79
4.5.3 Unit Pembangkit listrik.....	80
4.5.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar	83
4.5.6 Unit Penyediaan Udara Tekan	83
4.5.7 Spesifikasi Peralatan Utilitas	83
4.6 Organisasi Perusahaan.....	91
4.6.1 Bentuk Perusahaan.....	91
4.6.2 Struktur Organisasi	92
4.6.3 Tugas dan Wewenang.....	94
4.7 Evaluasi Ekonomi.....	105
4.7.1 Penaksiran Harga Peralatan	107
4.7.2 Dasar Perhitungan.....	108
4.7.3 Perhitungan Biaya.....	109

4.7.4 Analisa Kelayakan	111
4.7.5 Hasil Perhitungan.....	113
4.7.6 Analisa Keuntungan.....	119
BAB V.....	123
PENUTUP.....	123
5.1 Kesimpulan.....	123
5.2 Saran.....	124
DAFTAR PUSTAKA	125
LAMPIRAN.....	127



DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Konsumsi Bioetanol di Indonesia.....	3
Tabel 1. 2 Data Impor Bioetanol di Indonesia	4
Tabel 1. 3 Data Ekspor Bioetanol di Indonesia.....	6
Tabel 1. 4 Daftar Pabrik dan Kapasitas Produksi	7
Tabel 1. 5 Kelebihan dan kekurangan metode fermentasi dan metode sintesi	11
Tabel 4. 1 Perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik.....	54
Tabel 4. 2 Neraca massa filter press I	62
Tabel 4. 3 Neraca massa reaktor hidrolisa	63
Tabel 4. 4 Neraca massa tangki penampung reaktor hidrolisa.....	64
Tabel 4. 5 Neraca massa fermentor	66
Tabel 4. 6 Neraca massa tangki fermentor	67
Tabel 4. 7 Neraca massa filter press II	67
Tabel 4. 8 Neraca massa destilasi	69
Tabel 4. 9 Neraca massa reaktor hidrolisa	70
Tabel 4. 10 Neraca panas fermentor	70
Tabel 4. 11 Neraca panas heater	70
Tabel 4. 12 Neraca panas kondensor.....	71
Tabel 4. 13 Neraca panas reboiler.....	72

Tabel 4. 14 Neraca panas cooler	72
Tabel 4. 15 Kebutuhan air pendingin	74
Tabel 4. 16 Kebutuhan air umpan boiler.....	76
Tabel 4. 17 Total kebutuhan air	76
Tabel 4. 18 Kebutuhan steam.....	80
Tabel 4. 19 Kebutuhan listrik alat proses.....	81
Tabel 4. 20 Kebutuhan listrik alat utilitas	82
Tabel 4. 21 Jadwal kerja.....	100
Tabel 4. 22 Gaji karyawan	101
Tabel 4. 23 Physical Plant Cost.....	113
Tabel 4. 24 Direct Plant Cost (DPC).....	114
Tabel 4. 25 Fixed Capital Investment (FCI)	114
Tabel 4. 26 Direct Manufacturing Cost (DMC).....	115
Tabel 4. 27 Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	116
Tabel 4. 28 Fixed Manufacturing Cost (FMC)	116
Tabel 4. 29 Manufacturing Cost (MC).....	116
Tabel 4. 30 Working Capital (WC).....	117
Tabel 4. 31 General Expense (GE)	117
Tabel 4. 32 Total Biaya Produksi.....	118
Tabel 4. 33 Fixed Cost (Fa).....	118

Tabel 4. 34 Variable Cost (Va)118

Tabel 4. 35 Regulated Cost (Ra).....119

Tabel 5. 1 Hasil analisa ekonomi123



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Data Konsumsi Bioetanol di Indonesia	4
Gambar 1. 2 Grafik Data Impor Bioetanol di Indonesia.....	5
Gambar 1. 3 Grafik Data Ekspor Bioetanol di Indonesia	7
Gambar 1. 4 Proses pembuatan bioetanol secara umum.....	12
Gambar 4. 1 Letak lokasi pabrik.....	53
Gambar 4. 2 Tata letak pabrik etanol.....	55
Gambar 4. 3 Tata letak proses.....	59
Gambar 4. 4 Diagram alir kualitatif.....	60
Gambar 4. 5 Diagram alir kuantitatif.....	61
Gambar 4. 6 Neraca massa filter press I.....	62
Gambar 4. 7 Neraca massa reaktor hidrolisa	63
Gambar 4. 8 Neraca massa tangki penampung reaktor hidrolisa.....	64
Gambar 4. 9 Neraca massa fermentor.....	65
Gambar 4. 10 Neraca massa tangki penampung fermentor	66
Gambar 4. 11 Neraca massa filter press II.....	67
Gambar 4. 12 Neraca massa menara distilasi.....	68
Gambar 4. 13 Skema unit pengolahan air.....	90
Gambar 4. 14 Struktur Organisasi.....	94
Gambar 4. 15 Index Harga Alat.....	107
Gambar 4. 16 Grafik BEP.....	121

ABSTRAK

Etanol, dikata juga etil alkohol, alkohol murni, alkohol absolut, atau alkohol saja, adalah sejenis cairan yang gampang menguap, gampang terbakar, tak berwarna, dan merupakan alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Etanol banyak digunakan bagi pelarut bermacam bahan-bahan kimia yang ditujukan bagi kebutuhan hidup dan kebaikan manusia, dalam sejarahnya etanol telah lama digunakan bagi bahan bakar. Bertambahnya jumlah penduduk dunia ini berimbas dengan peningkatan kebutuhan sarana transportasi yang pada akhirnya mempengaruhi jumlah kebutuhan bahan bakar. Metode fermentasi dilakukan dengan menggunakan aktifitas mikroba *Saccharomyces Cerevisiae*. Fermentasi merupakan proses mikrobiologi yang dikendalikan oleh manusia untuk memperoleh produk yang berguna, dimana terjadi pemecahan sukrosa menjadi glukosa. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dirancanglah pabrik bioetanol dengan kapasitas 13.000 ton/tahun menggunakan bahan baku molase. Pabrik direncanakan berdiri pada tahun 2025 berlokasi di Kabupaten Lumajang Jawa Timur. Hasil analisa kelayakan ekonomi Pabrik Pembuatan Bioetanol dari Molase adalah keuntungan (sebelum pajak) sebesar Rp 41.329.257.132,09 keuntungan (setelah pajak) sebesar Rp 30.996.942.849,07 *Return on Investment* (sebelum pajak) sebesar 16,56 %, *Return on Investment* (setelah pajak) sebesar 12,42 %, *Pay Out Time* (sebelum pajak) selama 4 tahun, *Pay Out Time* (setelah pajak) selama 5 tahun, *Break Even Point* sebesar 49,47 %, *Shut Down Point* sebesar 18,95 %, dan *Discounted Cash Flow Rate of Return* sebesar 13,80 %. Berdasarkan analisa ekonomi yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa pabrik Bioetanol Dari Molase dengan kapasitas 13.000 ton per tahun ini menarik dan layak untuk dikaji lebih lanjut.

Kata – kata kunci : Molase, Fermentasi, Bioetanol

ABSTRACT

*Ethanol, also known as ethyl alcohol, pure alcohol, absolute alcohol, or simply alcohol, is a volatile, flammable, colorless liquid, and is the alcohol most commonly used in everyday life. Ethanol is usually used as a solvent for various chemicals intended for the needs of life and the good of humans, in its history ethanol has long been used for fuel. The increase in the world's population has an impact on the increase in the need for transportation facilities which in turn affects the amount of fuel needed. The fermentation method was carried out using the microbial activity of *Saccharomyces Cerevisiae*. Fermentation is a microbiological process controlled by humans to obtain useful products, where the breakdown of sucrose into glucose occurs. Based on this background, a bioethanol plant with a capacity of 13,000 tons/year was designed using molasses as raw material. The factory is planned to be established in 2025 located in Lumajang Regency, East Java. The results of the economic feasibility analysis of the Bioethanol Production Plant from Molasses is a profit (before tax) of Rp. 41,329,257,132.09 profit (after tax) of Rp. 30,996,942,849.07 Return on Investment (before tax) of 16.56%, Return on Investment (after tax) of 12.42%, Pay Out Time (before tax) for 4 years, Pay Out Time (after tax) for 5 years, Break Even Point of 49.47%, Shut Down Point of 18.95%, and Discounted Cash Flow Rate of Return of 13.80%. Based on the economic analysis conducted, it can be concluded that the Bioethanol From Molasses plant with a capacity of 13,000 tons per year is interesting and deserves further study.*

Keywords: Molasses, Fermentation, Bioethanol

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk dunia yang cukup tinggi dari tahun ke tahun dan diperkirakan saat ini sudah mencapai 7,6 miliar orang. Bertambahnya jumlah penduduk dunia ini berimbas dengan peningkatan kebutuhan sarana transportasi yang pada akhirnya mempengaruhi jumlah kebutuhan bahan bakar. Bahan bakar fosil merupakan bahan bakar terbanyak yang digunakan saat ini. Namun ketersediaan bahan bakar tidak terbarukan ini semakin menipis dan sudah tidak bisa diandalkan di masa yang akan datang. Untuk itu pencarian sumber energi alternatif untuk bahan bakar harus dikembangkan sehingga dapat diaplikasikan untuk penggunaan massal.

Saat ini sumber energi bahan bakar dari sumber alam sudah banyak dikembangkan. Salah satu sumber energi tersebut adalah bioetanol. Bioetanol sudah dikembangkan diberbagai belahan dunia dan saat ini Brazil dan Amerika Serikat merupakan negara produsen bioethanol terbesar didunia. Brazil memproduksi bioethanol dari tebu dengan jumlah produksi pada tahun 2004 sekitar 15 juta m³ . Sedangkan Amerika Serikat memproduksi bioethanol dari jagung dengan produksi 14 juta m³ pada tahun yang sama. Sedangkan Spanyol menjadi negara terbesar di eropa yang memproduksi bioethanol. (Arlianty, 2018)

Indonesia sebagai negara yang kaya dengan sumber daya alam memiliki kesempatan yang luas untuk pengembangan bioethanol ini untuk menggantikan sumber energi fosil yang semakin sedikit. Saat ini sudah mulai diproduksi bioethanol dari berbagai bahan baku seperti ampas tebu, singkong, kentang dan sebagainya. Pemerintah juga sudah memperkuat pengembangan bioethanol ini dengan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti BBM. (Warsa, 2013)

Menurut Patrascu et al., (2009), sebagian besar bioetanol yang diproduksi secara global berasal dari tebu. Selain sebagai bahan bakar, bioetanol merupakan solvent pada berbagai industri penting, germisida, antifreeze, dan bahan baku utama sejumlah produk derivatif kimia, polimer, dan ester (Highina et al., 2011). Produksi bioetanol dunia pada tahun 2013 mencapai 88 miliar liter (AFDC, 2014), dan 80% diproduksi dari fermentasi anaerobik dari berbagai sumber gula oleh *Saccharomyces cerevisiae* (Ngwenya et al., 2012).

Salah satu substrat yang dipakai dalam produksi bioetanol adalah molase. Molase merupakan hasil samping dari pengolahan gula kristal tebu. Kadar gula yang masih tinggi sekitar 45 - 54,6% dan perannya sebagai limbah, menjadikan molase sebagai substrat yang menjanjikan untuk dikembangkan. Molase merupakan salah satu limbah industri gula yang menjanjikan untuk dijadikan bahan baku pembuatan etanol. Total gula yang terkandung dalam molase menurut Elena et al., (2009) adalah 54,6%. Sedangkan menurut Wardani dan Pertiwi (2013), kadar gula yang terkandung dalam molase sebesar 50,23%. Gula yang terkandung dalam molase merupakan gula sederhana yang dapat langsung difermentasi oleh khamir tanpa proses pretreatment yang rumit.

1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

Dalam penentuan kapasitas pabrik bioetanol ada beberapa pertimbangan, yaitu prediksi kebutuhan bioetanol di Indonesia, ketersediaan bahan baku, dan kapasitas pabrik yang sudah digunakan.

1.2.1 Konsumsi Bioetanol di Indonesia

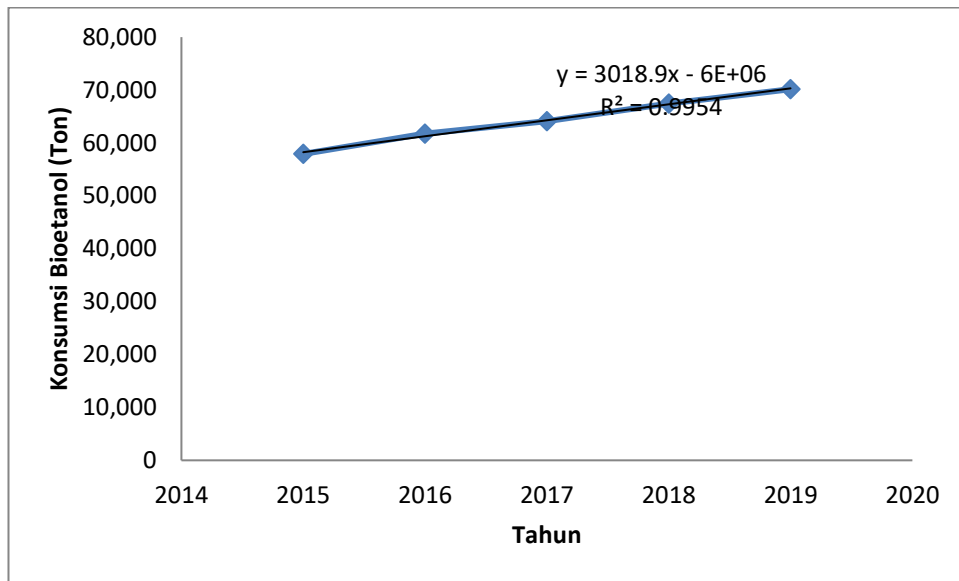
Data kebutuhan bioetanol dalam negeri pada tahun 2015-2019 berdasarkan data Badan Pusat Statistik Indonesia ditunjukkan pada Tabel 1.1

Tabel 1. 1 Data Konsumsi Bioetanol di Indonesia

Tahun	Data Konsumsi (ton)
2015	57.920
2016	61.750
2017	64.120
2018	67.463
2019	70.158

(Sumber : Badan Pusat Statistik Indonesia, 2018)

Berdasarkan Tabel 1.1, maka dapat diproyeksikan besarnya kebutuhan konsumsi bioetanol di Indonesia pada tahun 2025 dengan menggunakan metode regresi linear. Hasil regresi linear dari data impor tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 1.1 dengan persamaan $y = 3018.9x - 6E+06$ dan $R^2 = 0.9954$. Dengan menggunakan persamaan tersebut, maka didapatkan proyeksi kebutuhan konsumsi bioetanol di Indonesia pada tahun 2025 sebesar 113.272 ton.



Gambar 1. 1 Grafik Data Konsumsi Bioetanol di Indonesia

1.2.2 Impor Bioetanol di Indonesia

Data kebutuhan bioetanol dalam negeri pada tahun 2015-2019 berdasarkan data Badan Pusat Statistik Indonesia ditunjukkan pada Tabel 1.2

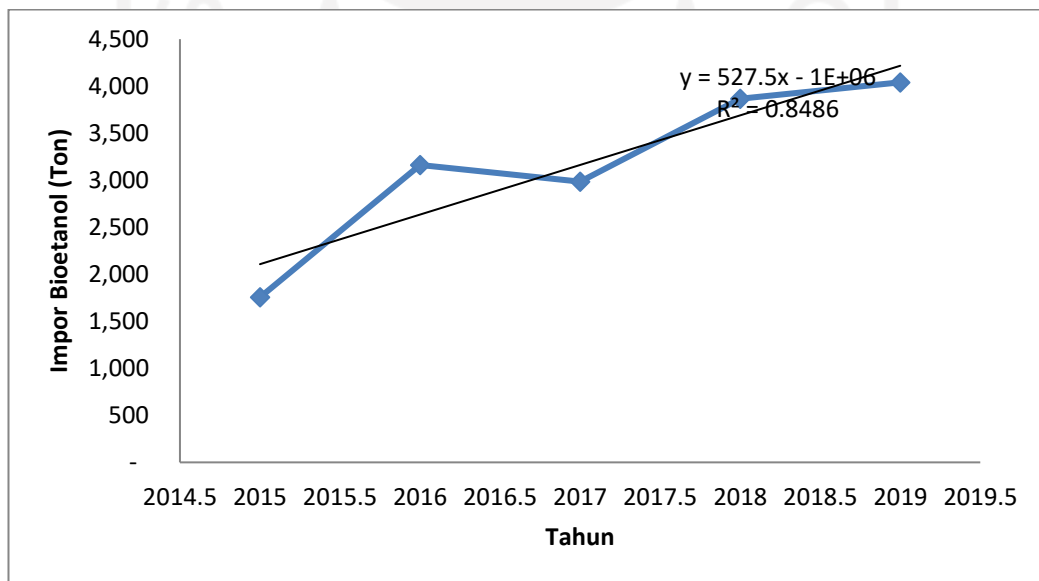
Tabel 1. 2 Data Impor Bioetanol di Indonesia

Tahun	Data Impor (ton)
2015	1.755
2016	3.163
2017	2.986
2018	8.866

2019	4.041
------	-------

(Sumber : Badan Pusat Statistik Indonesia, 2018)

Berdasarkan Tabel 1.2, maka dapat diproyeksikan besarnya kebutuhan impor bioetanol di Indonesia pada tahun 2025 dengan menggunakan metode regresi linear. Hasil regresi linear dari data impor tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 1.2 dengan persamaan $y = 527.5x - 1E+06$ dan $R^2 = 0.8486$. Dengan menggunakan persamaan tersebut, maka didapatkan proyeksi kebutuhan impor bioetanol di Indonesia pada tahun 2025 sebesar 68.006 ton.



Gambar 1. 2 Grafik Data Impor Bioetanol di Indonesia

1.2.3 Ekspor Bioetanol di Indonesia

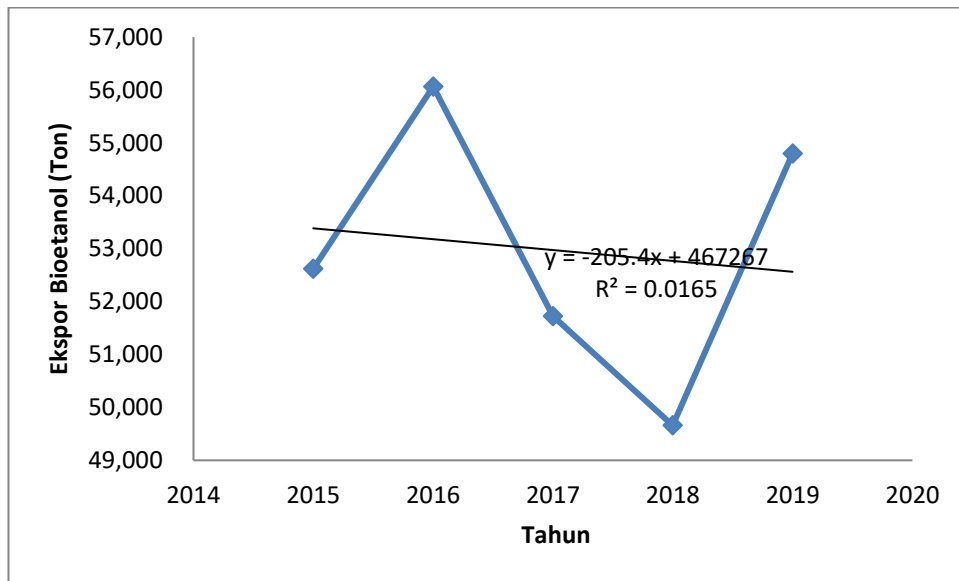
Data kebutuhan bioetanol dalam negeri pada tahun 2015-2019 berdasarkan data Badan Pusat Statistik Indonesia ditunjukkan pada Tabel 1.3

Tabel 1. 3 Data Ekspor Bioetanol di Indonesia

Tahun	Data Ekspor (ton)
2015	52.624
2016	56.066
2017	51.725
2018	49.660
2019	54.800

(Sumber : Badan Pusat Statistik Indonesia, 2018)

Berdasarkan Tabel 1.3, maka dapat diproyeksikan besarnya kebutuhan impor bioetanol di Indonesia pada tahun 2025 dengan menggunakan metode regresi linear. Hasil regresi linear dari data impor tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 1.3 dengan persamaan $y = -205.4x + 467267$ dan $R^2 = 0.0165$. Dengan menggunakan persamaan tersebut, maka didapatkan proyeksi kebutuhan ekspor bioetanol di Indonesia pada tahun 2025 sebesar 51.332 ton.



Gambar 1. 3 Grafik Data Ekspor Bioetanol di Indonesia

1.2.4 Kapasitas Pabrik Bioetanol di Indonesia

Tabel 1. 4 Menunjukkan daftar pabrik bioethanol di Indonesia beserta kapasitas produksinya.

Tabel 1. 4 Daftar Pabrik dan Kapasitas Produksi

Nama Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)	Kebutuhan Molase (Ton)
PT. Madu Baru	7.000	7598,71
PT. Molasindo Alur Pratama	36.000	3600
PT. Aneka Kimia Nusantara	17.000	18000
PT. Permata Sakti	5.000	5000

(Sumber : <https://www.idx.co.id/>)

Dari data informasi diatas digunakan untuk mengetahui jumlah kebutuhan bioetanol sebagai perhitungan lanjutan didalam menentukan kapasitas pabrik yang akan didirikan.

$$\begin{aligned}\text{Peluang} &= (\text{Konsumsi} + \text{Ekspor}) - (\text{Produksi} + \text{Impor}) \\ &= (11.272,50 + 51.332) - (32.600 + 68.006) \text{ ton/tahun} \\ &= 63.998,50 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

Dari persamaan diatas diketahui jumlah kebutuhan bioetanol di Indonesia pada tahun 2025 sebesar 63.998,50 ton/tahun. Dengan analisa potensi ketersediaan bahan baku molase di Indonesia dan persaingan industri bioetanol pada tahun 2025, maka kapasitas pabrik bioetanol yang akan didirikan diputuskan sebesar 20% dari kebutuhan bioetanol nasional, yakni 13.000 ton/tahun.

1.3 Tinjauan Pustaka

Etanol, dikata juga etil alkohol, alkohol murni, alkohol absolut, atau alkohol saja, adalah sejenis cairan yang gampang menguap, gampang terbakar, tak berwarna, dan merupakan alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Etanol termasuk ke dalam alkohol rantai tunggal, dengan rumus kimia C_2H_5OH dan rumus empiris C_2H_6O . Etanol merupakan isomer konstitusional dari dimetil eter. Etanol sering disingkat menjadi EtOH, dengan "Et" merupakan singkatan dari gugus etil (C_2H_5).

Fermentasi gula menjadi etanol merupakan keliru satu reaksi organik paling awal yang pernah dilaksanakan manusia. Efek dari kebutuhan hidup etanol yang memabukkan juga telah dikenali sejak dahulu. Pada zaman modern, etanol yang ditujukan bagi kebaikan industri dihasilkan dari produk sampingan pengilangan minyak bumi.

Etanol banyak digunakan bagi pelarut bermacam bahan-bahan kimia yang ditujukan bagi kebutuhan hidup dan kebaikan manusia. Misalnya adalah pada

parfum, perasa, pewarna makanan, dan obat-obatan. Dalam kimia, etanol adalah pelarut yang penting sekaligus bagi stok umpan bagi sintesis senyawa kimia lainnya. Dalam sejarahnya etanol telah lama digunakan bagi bahan bakar.

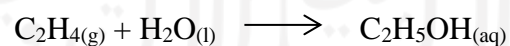
Tidak ada perbedaan antara etanol biasa dengan bioetanol yang membedakannya hanyalah bahan baku pembuatan dan proses pembuatannya. Etanol adalah sejenis cairan yang mudah menguap, mudah terbakar, tak berwarna, dan merupakan alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Senyawa ini merupakan obat psikoaktif dan dapat ditemukan pada minuman beralkohol dan termometer modern. Etanol termasuk ke dalam alkohol rantai tunggal, dengan rumus kimia C_2H_5OH dan rumus empiris C_2H_6O . Ia merupakan isomer konstitusional dari dimetil eter.

Perbedaan harga Kementerian ESDM menetapkan Harga Indeks Pasar (HIP) untuk jenis bahan bakar nabati (BBN) bioetanol sebesar Rp14.779 per liter pada Agustus 2020. Sedangkan untuk harga etanol 96% sebesar Rp 15.000 per liter

Pembuatan etanol dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain :

1. Metode Sintesis

Metode sintesis dilakukan dengan menggunakan reaksi kimia yang mengubah bahan baku menjadi alkohol, contohnya reaksi hidrasi etilen. bahan dasar yang dipakai adalah gas etilen yang diperoleh dari gas cracking minyak bumi. Reaksi:



2. Metode Fermentasi

Metode fermentasi dilakukan dengan menggunakan aktifitas mikroba. Fermentasi merupakan proses mikrobiologi yang dikendalikan oleh manusia untuk memperoleh produk yang berguna, dimana terjadi pemecahan sukrosa menjadi glukosa. Penguraian dari senyawa kompleks

menjadi sederhana dengan bantuan mikroorganisme sehingga menghasilkan energi.

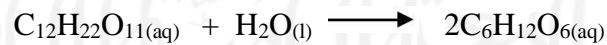
Fermentasi berdasarkan atas kebutuhan O₂ dibedakan menjadi dua yaitu:

a. Fermentasi Aerob (Proses Respirasi)

Fermentasi aerob adalah disimilasi bahan-bahan yang disertai dengan pengambilan oksigen. Bahan energi yang paling banyak digunakan mikroorganisme untuk tumbuh adalah glukosa. Dengan adanya oksigen maka mikroorganisme dapat mencerna glukosa menghasilkan air, karbondioksida, dan sejumlah besar energi.

b. Fermentasi Anaerob

Fermentasi anaerob adalah fermentasi yang tidak membutuhkan adanya oksigen, beberapa mikroorganisme dapat mencerna bahan energinya tanpa adanya oksigen. Dari fermentasi tersebut hanya sebagian energi yang dipecah dan sebagian energi yang dihasilkan yaitu air, termasuk asam laktat, asetat, etanol, asam, volatil, alkohol dan ester. Proses yang paling berpengaruh pada terbentuknya bioetanol adalah proses fermentasi, karena proses fermentasi merupakan proses perubahan gula yang dilakukan ragi atau bakteri *Saccharomyces Cerevisiae* berupa proses pelepasan ikatan kimia rantai karbon dari glukosa, dan sukrosa.

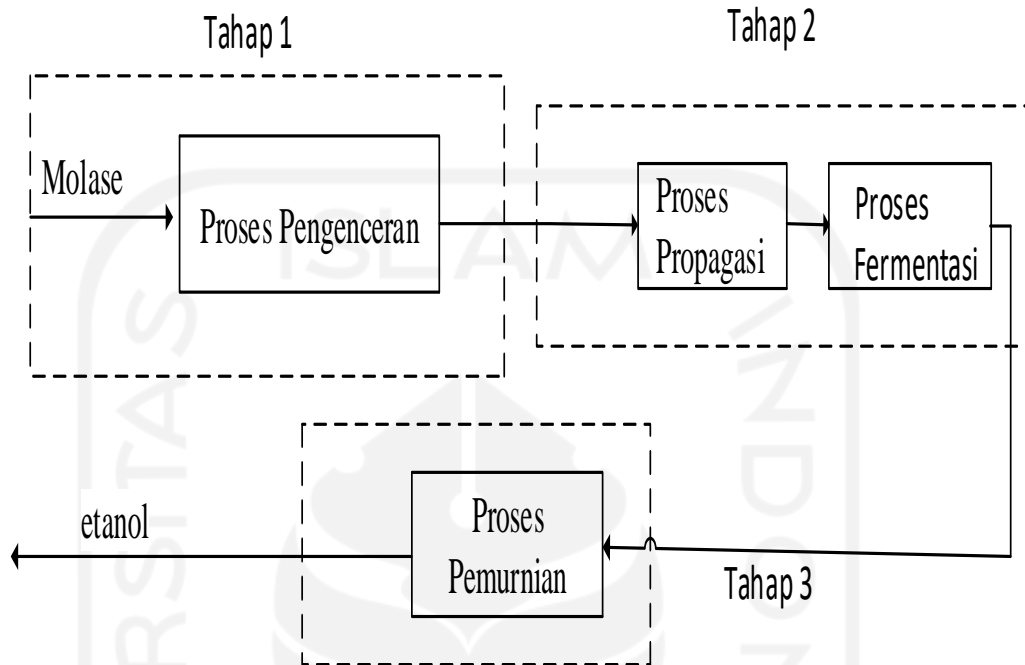


(Litya, J., Iskandar, R., 2014)

Tabel 1. 5 Kelebihan dan kekurangan metode Fermentasi dan metode Sintesi

Metode	Kelebihan	Kekurangan
Fermentasi	Etanol dari metode fermentasi dibuat dari bahan yang dapat diperbarui.	Menghasilkan karbon dioksida.
	Bahan baku murah dan mudah didapatkan. Tidak membutuhkan energi yang besar karena fermentasi dilakukan pada temperatur 40 C. Temperatur yang rendah menyebabkan biaya produksi rendah.	Menggunakan proses batch.
Sintesis	Menggunakan proses kontinyu.	Menggunakan bahan baku yang berasal dari turunan produk petroleum, yang ketersediaanya semakin terbatas seiring berjalannya waktu.
	Tidak menggunakan bahan baku dari tanaman pangan.	Mebutuhkan energi yang lebih besar dibandingkan dengan metode fermentasi.

Proses Pembuatan Bioethanol Secara Umum



Gambar 1. 4 Proses pembuatan bioethanol secara umum

(Winardi, S 2017)

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

2.1.1 Etanol

Titik didih	: 78°C
Titik nyala	: 25°C
Titik beku	: -11,4°C
Titik leleh	: -115°C
Temperatur Kritis	: 243 °C
Tekanan Kritis	: 63840 hPa
Tekanan uap (50°C)	: 43 mmHg
Panas spesifik (23°C)	: 0,618 kal/gr
Spesifik gravity (15,56°C)	: 0,816
Viskositas (20°C)	: 0,0141 poise
Indeks Bias (15°C)	: 1,3651
Regangan Permukaan (20°C)	: 22,3 dyne/cm

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

2.2.1 Molase

Wujud	: cairan berwarna hitam
Densitas	: 1,47gr/ml

Viskositas	: 4,323cp
Panas Spesifik	: 0,5 kkal/kg°c
Komposisi	:
• Glukosa	: 62 %
• Sukrosa	: 5 %
• Air	: 25 %
• Abu	: 8 %

(PG. Trangkil, 2010)

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas bertujuan untuk mempertahankan mutu atau kualitas dari barang yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan yang telah ditentukan. (Sofjan Assauri, 1998)

Pengendalian kualitas yang dilaksanakan dengan baik akan memberikan dampak terhadap kualitas produk yang dihasilkan oleh perusahaan. Standar kualitas meliputi persiapan bahan baku, proses produksi sampai pada produk akhir dan disesuaikan dengan standar yang ditetapkan (M.N. Nasution, 2005). Adapun pengendalian yang dilakukan:

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas produksi bioetanol dengan bahan baku utama berupa molase, *saccharomyces cerevisiae* sebagai katalis dilakukan agar bahan baku yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan pada proses produksi. Oleh karena itu, diperlukan pengujian seperti densitas, viskositas, kemurnian dan kadar komposisi bahan baku.

2.3.2 Pengendalian Proses Produksi

Pengendalian proses produksi pabrik ini meliputi aliran dan sistem kontrol.

2.3.2.1 Alat sistem kontrol

Pengendalian proses produksi dilakukan dengan alat sistem kontrol secara otomatis maupun secara manual yang menggunakan indikator. Apabila terdapat penyimpangan indikator pada saat proses produksi maka dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan berupa bunyi alarm maupun nyala lampu. Berikut ini alat- alat kontrol yang digunakan antara lain:

a) Temperature Control (TC)

Pengendali suhu berfungsi untuk mengontrol suhu dalam alat proses, yang apabila belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan atau terjadi penyimpangan akan menimbulkan masalah dan akan ditandai dengan isyarat berupa bunyi alarm dan nyala lampu.

b) Flow Control (FC)

Pengendali aliran masuk dan keluar digunakan untuk mengatur kecepatan aliran fluida dalam pipa atau unit proses lainnya. Perbedaan tekanan antara aliran masuk dan keluar dapat berpengaruh terhadap laju alir sehingga diperlukan *Flow Control*.

c) Level Control (LC)

Level Control digunakan untuk mengatur ketinggian (*level*) cairan dalam suatu alat dimana cairan tersebut bekerja. Pengukuran tinggi permukaan cairan dilakukan dengan operasi dari sebuah *control valve*, yaitu dengan mengatur laju cairan masuk atau keluar proses.

2.3.2.2 Aliran Sistem Kontrol

- a) Aliran *pneumatis* (aliran udara tekan) digunakan untuk *valve* dari *controller* ke *actuator*. Menggunakan simbol (\neq)

- b) Aliran elektrik (aliran listrik) digunakan untuk suhu dari sensor ke *controller* menggunakan simbol : (----)
- c) Aliran mekanik (aliran gerakan/perpindahan *level*) digunakan untuk *flow* dari sensor ke *controller* .

2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produksi merupakan kegiatan yang sangat penting dalam suatu industri. Hal ini dikarenakan semua kegiatan produksi akan dikendalikan terhadap proses yang ada dengan cara sistem kontrol agar produk yang dihasilkan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan dan meminimalisir penyimpangan-penyimpangan yang mungkin terjadi.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1. Uraian Proses

Pembuatan bioetanol melalui beberapa tahap yakni hidrolisis, fermentasi dan destilasi. Hasil destilasi inilah yang berupa bioetanol yang akan kita analisa dengan berbagai variabel, yaitu :

1. Pemasakan (Pengenceran)
2. Propagasi (Pembibitan)
3. Fermentasi (peragian)
4. Penyulingan (destilasi)

3.1.1 Pemasakan

Proses pemasakan meliputi, penambahan air proses, penambahan asam dan zat-zat makanan. Tetes yang masih sangat pekat perlu diencerkan untuk memperoleh kadar gula yang optimum. Kadar gula yang tinggi akan menghambat pertumbuhan *yeast* sehingga tidak semua gula dapat terfermentasi. Sedangkan kadar gula yang rendah menyebabkan hasil yang diperoleh sedikit.

3.1.2 Pembibitan

Proses pembibitan ini merupakan pembibitan *yeast saccharomyces cerevisiae*. Proses pembibitan meliputi:

1. Pembuatan starter dalam laboratorium

2. Pembuatan bibit dalam tangki-tangki bibit

3.1.3 Fermentasi

Proses fermentasi ini berlangsung selama 48 jam. Hal ini ditandai dengan tidak berubahnya derajat brix.

Proses peragian ini berjalan baik pada suhu 30°C. Karena pada proses fermentasi timbul panas, maka fermentasi dilengkapi pula dengan pendingin. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Gas CO₂ yang terbentuk selanjutnya dibuang ke udara.

3.1.4 Distilasi

Proses distilasi adalah proses untuk memisahkan campuran berdasarkan perbedaan titik didihnya dengan pemanasan untuk mendapatkan kadar komponen yang lebih murni. Titik didih etanol murni adalah 78°C. Proses distilasi akan meningkatkan kandungan etanol hingga 95%. Sisa air yang masih ada dihilangkan dengan proses dehidrasi hingga kandungan etanol mencapai 99,5% (Sari & Moeksin, 2015).

3.2 Spesifikasi Alat / Mesin Produk

1. Tangki Molase (T – 01)

Fungsi : Menampung molase

Jenis : Silinder vertikal dengan tutup elipsoidal

Jumlah : 1 unit

Bahan : Carbon steel SA-212 grade B

Diameter : 2,517 m

Tinggi : 2,517 m

Volume : 8,345 m³

Tebal plat : 5/16 in

2. Pompa I (P – 01)

Fungsi : Memompa molase dari tangki molase (T – 01) ke filter press I (FP – 01)

Jenis : screw pump

Bahan Konstruksi : Carbon steel

Jumlah : 1 Unit

Nominal size pipe : 3

Schedule number : 40

ID : 3,068 in

OD : 3,500 in

Flow area pipe : 0,05130 ft²

Daya : 0,08 HP

3. Filter Press I (FP – 01)

Fungsi : Memisahkan abu dari molase

Jenis : Plate and frame filter

Jumlah : 1 unit

Bahan : Carbon steel

Bahan media filter : kanvas

Porositas *cake* : 0,177

Luas plate : 23.682 m²

Jumlah plate : 24 buah

4. Bak Penampung Cake I (B – 01)

Fungsi : Menampung cake dari filter press I (FP – 01)

Bentuk : Persegi

Bahan Konstruksi : Beton

Jumlah : 1 unit

Kapasitas : 8.3459 m³

Panjang : 2.5556 m

Lebar : 2.5556 m

Tinggi : 1.2778 m

5. Reaktor (R- 01)

Fungsi : Menghidrolisa sukrosa menjadi glukosa

Jenis : Reaktor Batch

Jumlah : 3 unit

Bahan : Carbon steel SA-167 grade 5

Diameter : 4.147 m

Tinggi : 4.146 m
Volume : 37.312 m³
Tebal plat : 5/16 in
Pelengkap : - Pengaduk

6. Pompa II (P – 02)

Fungsi : Memompa keluaran reaktor hidrolisa (R – 01) ke tangki penampung reaktor (T – 02)
Jenis : Centrifugal pump
Bahan Konstruksi : Stainless steel
Jumlah : 1 unit
Nominal size pipe : 6 in
Schedule number : 40
ID : 6,065 in
OD : 6,625 in
Flow area pipe : 0,2006 ft²
Daya : 0,262 HP

7. Tangki Penampung Reaktor (T – 02)

Fungsi : Menampung keluaran reaktor hidrolisa
Jenis : Silinder vertikal dengan tutup elipsoidal

Jumlah : 1 unit
Bahan : Carbon steel SA-212 grade B
Diameter : 4.152 m
Tinggi : 4.151 m
Volume : 37.454 m³
Tebal plat : 5/16 in

8. Pompa III (P-03)

Fungsi : Memompa keluaran tangki penampung reaktor hidrolisa (T - 02) ke fermentor (R – 02)
Jenis : Centrifugal pump
Bahan Konstruksi : Stainless steel
Jumlah : 1 unit
Nominal size pipe : 6 in
Schedule number : 40
ID : 6,065 in
OD : 6,625 in
Flow area pipe : 0,2006 ft²
Daya : 0,158 HP

9. Fermentor (R – 02)

Fungsi : Mengubah glukosa menjadi etanol

Jenis : Reaktor Batch

Jumlah : 3 unit

Volume : 51.808 m³

Diameter : 3.785 m

Tinggi : 5.237 m

Tebal tangki : 5/16 in

Jenis pengaduk : Flat blade turbine impeller

Diameter Pengaduk : 1.136 m

Tinggi cairan : 3,975 m

Lebar baffle : 0,038 m

Tinggi pengaduk : 1,136 m

dari dasar tangki

Lebar blade : 0,277 m

Panjang daun impeller: 0,284 m

Panjang lilitan coil : 2,460 m

Diameter lilitan coil : 2,650 m

Tinggi coil dari dasar tangki : 0,568 m

Posisi baffle dari : 0,079 m

dinding tangki

10. Pompa IV (P – 04)

Fungsi : Memompa keluaran fermentor (R – 02) ke tangki penampungan fermentor (T – 03)

Jenis : Centrifugal pump

Bahan Konstruksi : Stainless steel

Jumlah : 1 unit

Nominal size pipe : 6 in

Schedule number : 40

ID : 6,065 in

OD : 6,625 in

Flow area pipe : 0,2006 ft²

Daya : 0,290 HP

11. Tangki Penampung Fermentasi (T – 03)

Fungsi : Menampung keluaran fermentor (R – 02)

Jenis : Silinder vertikal dengan tutup elipsoidal

Jumlah : 1 unit

Bahan : Carbon steel SA-212 grade B

Diameter : 4.163 m

Tinggi : 4.163 m

Volume : 37.756 m³

Tebal plat : 5/16 in

12. Pompa V (P -05)

Fungsi : Memompa keluaran tangki penampung fermentasi
(T-03) ke filter press II (FP – 02)

Jenis : Centrifugal pump

Bahan Konstruksi : Stainless steel

Jumlah : 1 unit

Nominal size pipe : 6 in

Schedule number : 80

ID : 6.761 in

OD : 6.625 in

Flow area pipe : 26.1 ft²

Daya : 0.285 HP

13. Filter Press II (FP – 02)

Fungsi : Memisahkan saccharomyces dari larutan etanol

Jenis : Plate and frame filter

Jumlah : 1 unit

Bahan : Carbon steel

Bahan media filter : kanvas

Porositas cake : 0.008
Luas plate : 67.438 m²
Jumlah plate : 68 buah

14. Bak Penampung Cake II (B -02)

Fungsi : Menampung cake dari filter press II (FP – 02)
Bentuk : Persegi
Bahan Konstruksi : Beton
Jumlah : 1 unit
Kapasitas : 34.112 m³
Panjang : 4.086 m
Lebar : 4.086 m
Tinggi : 2.043 m

15. Heater (H – 01)

Fungsi : Memanaskan campuran etanol sebelum dimasukkan ke menara distilasi
Jenis : Double pipes
Bahan konstruksi : Stainless steel
Jumlah : 1 unit

Inner Pipe

Annulus

IPS = 1.25 in

IPS = 2.5 in

OD	= 1.66 in	OD	= 2.88 in
ID	= 1.38 in	ID	= 2.469 in
at	= 0.0104 in ²	at	= 0.0182 in ²
a0	= 0.763 ft ² /ft	a0	= 0.763 ft ² /ft
sch no	= 40	sch no	= 40
L	= 20 ft	ΔP	= 0,0008 psi
ΔP	= 2,481 psi		
Jumlah Hairpin	: 2		

16. Menara Distilasi (MD – 01)

Fungsi	: Memisahkan glukosa, etanol dan air
Jenis	: sieve tray
Bahan Kontruksi	: Carbon stell SA 283 grade C
Jumlah	: 1 unit
Temperatur	: 79 ⁰ C
Tekanan	: 1 atm
Diameter Silinder	: 0,36 m
Tinggi	: 6 m
Tebal Tutup	: 0,0038 m
Diameter	: 0,356 m
Tinggi	: 0,1698 m

Tebal Tray : 3 mm = 0,003 m

Jumlah : 12 trays

Lokasi umpan : tray ke 7

Hole diameter : 5 mm = 0,005 m

Tebal : 0,0076 m

Jarak tray : 300 mm = 0,3 m

17. Kondensor (K – 01)

Fungsi : Mengubah fasa uap campuran etanol-air menjadi fasa cair

Jenis : 1-4 shell and tube heat exchanger

Bahan konstruksi : Stainless steel 304

Jumlah : 1 unit

OD tube : 3/4 in

Pitch : 1 in square pitch

Jenis tube : 16 BWG

Panjang tube : 16 ft

Jumlah tube : 89 buah

ID shell : 48 in

18. Pompa VI (P – 06)

Fungsi : Memompa campuran refluks ke menara distilasi

Jenis : centrifugal pump

Bahan Konstruksi : Stainless steel

Jumlah : 1 unit

Nominal size pipe : 2 in

Schedule number : 80

ID : 1.939 in

OD : 2.38 in

Flow area pipe : 0.274 ft²

Daya : 0.655 hp

19. Pompa VII (P – 07)

Fungsi : Memompa distilat ke tangki penyimpanan etanol

Jenis : Centrifugal pump

Bahan Konstruksi : Stainless steel

Jumlah : 1 unit

Nominal size pipe : 6 in

Schedule number : 80

ID : 5.761 in

OD : 6.625 in

Flow area pipe : 0.1812 ft²

Daya : 1 hp

20. Reboiler (RB – 01)

Fungsi : Menaikkan suhu campuran etanol, air, dan glukosa sebelum dimasukkan ke menara distilasi.

Jenis : 1-2 Shell and tube exchanger

Bahan konstruksi : Stainless steel

Jumlah : 1 unit

OD tube : 1.50 in

Pitch : 1.875 in square pitch

Jenis tube : 18 BWG

Panjang tube : 20 ft

Jumlah tube : 1390 buah

ID shell : 25 in

21. Pompa VIII /Pompa Reboiler (P – 08)

Fungsi : Memompa larutan dari reboiler ketangki penampung hasil samping

Jenis : Centrifugal pump

Bahan Konstruksi : Stainless steel

Jumlah : 1 unit

Nominal size pipe : 4 in

Schedule number : 80

ID : 4.026 in
OD : 4.5 in
Flow area pipe : 123.786 ft²
Daya : 0.084 hp

22. Pompa IX (P – 09)

Fungsi : Memompa liquid bottom ke reboiler
Jenis : centrifugal pump
Bahan Konstruksi : Stainless steel
Jumlah : 1 unit
Nominal size pipe : 4 in
Schedule number : 80
ID : 3.826 in
OD : 4.5 in
Flow area pipe : 123.786 ft²
Daya : 12.054 hp

23. Cooler (C – 01)

Fungsi : Mendinginkan larutan glukosa sampai temperatur yang diinginkan (30⁰C).

Jenis : Horizontal shell and tube Exchanger

Shell Side

Fluid panas : Etanol

Temperatur : 86 ⁰F

OD : 1.88 in

ID : 25 in

Susunan : Triangular pitch 1 in

Baffle spacing : 5 in

Tube Side

Fluida dingin : Air pendingin

Temperatur : 68⁰F

Jumlah tube : 1572 buah

OD : 1.5 in

ID : 0.125 in

BWG : 18 in

Dirt factor : 0.00320

24. Evaporator (EV-01)

Fungsi	: Menguapkan etanol
Jenis	: Long tube vertical evaporator
Bahan Konstruksi	: Stainless steel SA – 167 grade 11
Jumlah	: 1 unit
Temperatur	: 78 ⁰ C
Tekanan	: 1 atm
Tebal Tutup	: 5/16 in
Diameter	: 6.298 in
Tinggi	: 6 m
Tinggi Head	: 0.1649 m

25. Kondensor (K – 02)

Fungsi	: Mengubah fasa uap etanol menjadi fasa cair
Jenis	: 1-4 shell and tube heat exchanger
Bahan konstruksi	: Stainless steel 304
Jumlah	: 1 unit
OD tube	: 3/4 in
Pitch	: 1 in square pitch
Jenis tube	: 16 BWG
Panjang tube	: 16 ft

Jumlah tube : 89 buah

ID shell : 48 in

26. Tangki Penyimpanan Etanol (T – 04)

Fungsi : Menampung etanol keluaran menara distilasi (MD – 01)

Jenis : Silinder vertikal dengan tutup elipsoidal

Jumlah : 1 unit

Bahan : Carbon steel

Diameter : 10.218 m

Tinggi : 10.219 m

Volume : 1954.541 m³

Tebal plat : 5/8 in

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Pabrik Bioetanol direncanakan akan didirikan di Kabupaten Lumajang, Jawa Timur dengan pertimbangan sebagai berikut :

4.1.1 Faktor Utama

1. Sumber Bahan Baku

Sumber bahan baku molase yang digunakan dalam pembuatan etanol diperoleh dari Pabrik Gula Djatiroto yang terletak di kabupaten Lumajang Jawa Timur sehingga memudahkan pengiriman bahan baku.

2. Pemasaran

Bioetanol sebagian besar digunakan untuk keperluan bahan bakar. Lokasi tidak terlalu jauh dari kota besar seperti Surabaya, sehingga proses pemasaran dapat dilakukan dengan mudah.

3. Penyediaan Air

Air diperlukan untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan dalam proses produksi. Air digunakan sebagai air proses, air sanitasi, dan air umpan boiler. Kebutuhan air ini diperoleh dari sungai Bondoyudo.

4. Iklim dan Keadaan Geografis

Lokasi yang dipilih merupakan daerah bebas banjir, gempa dan angin topan, sehingga keamanan bangunan pabrik terjamin.

4.1.2 Faktor Khusus

1. Tenaga Kerja

Tenaga kerja sebagian besar akan diambil dari penduduk sekitar, karena lokasinya cukup dekat dengan permukiman penduduk. Sehingga, dapat memenuhi kebutuhan tenaga kerja dan juga dapat membantu meningkatkan taraf hidup penduduk sekitarnya.

2. Transportasi

Di Lumajang, sistem transportasi untuk mengangkut bahan baku dan produk telah tersedia dengan baik.

3. Limbah Pabrik

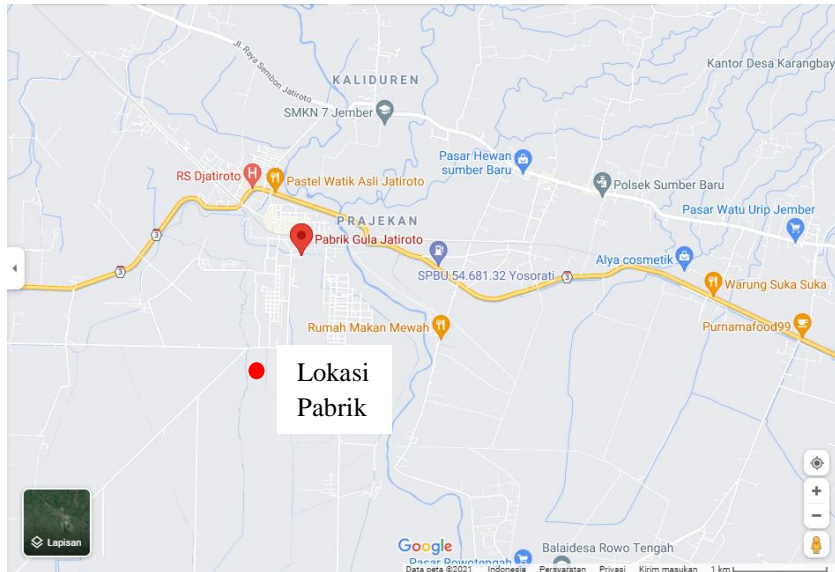
Limbah meliputi cairan dan lumpur. Kotoran-kotoran ini memerlukan penanganan yang serius untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan sebagai akibat bahan-bahan polutan tersebut. Oleh karena itu, hasil buangan pabrik diolah terlebih dahulu sebelum di buang ke lingkungan.

4. Kemungkinan Perluasan Pabrik

Lahan yang tersedia cukup luas, sehingga memungkinkan untuk melakukan perluasan pabrik.

5. Peraturan Pemerintah dan Peraturan Daerah

Saat ini, pemerintah sedang menggencarkan iklim investasi di daerah. Terlebih lagi, saat ini era otonomi daerah di mana pemerintah kabupaten sangat membuka kesempatan investasi di daerahnya. Hal tersebut akan dapat menambah pemasukan pendapatan asli daerah tersebut.



Gambar 4. 1 Letak lokasi pabrik

4.2 Tata Letak Pabrik

Beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik, yaitu perluasan pabrik, aliran bahan, elevasi peralatan, keamanan dan keselamatan kerja.

Beberapa hal pokok yang juga harus diperhatikan antara lain :

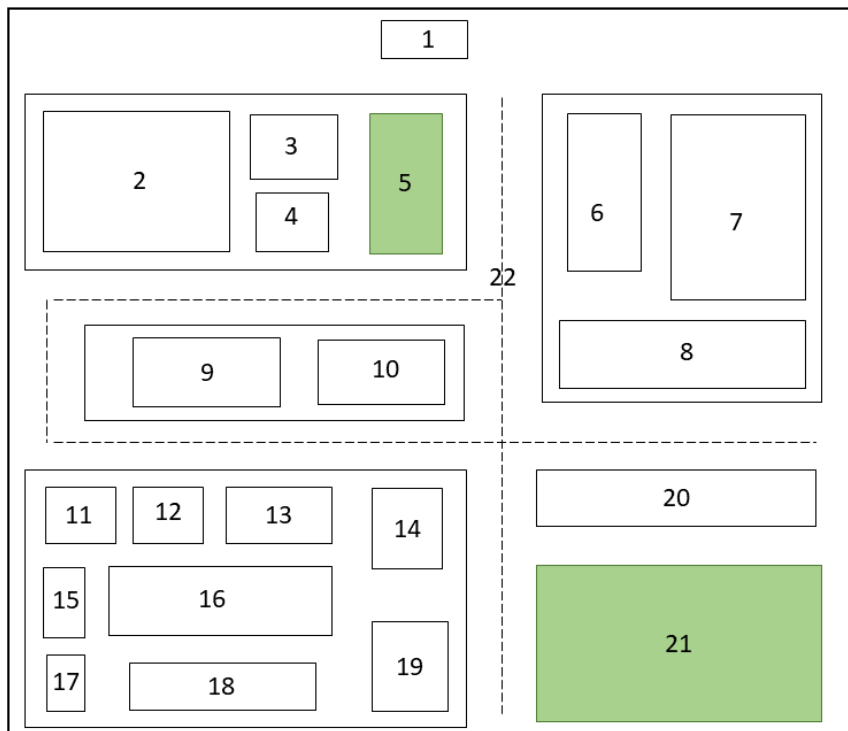
1. Pengaturan tata letak peralatan harus menurut aliran proses, sehingga memudahkan aliran bahan, aliran pipa, alat kontrol, pengawasan, dan keamanan.
2. Penentuan letak alat harus dilakukan sedemikian rupa, sehingga memberikan ruang gerak yang cukup untuk perbaikan dan perawatan alat.
3. Adanya area yang cukup untuk pengembangan pabrik ataupun pemasangan alat baru.
4. Tata letak peralatan pabrik diatur untuk memberikan kemudahan kerja pemadam kebakaran, kepastian keamanan, dan keselamatan kerja. Selain itu, harus tersedia lebih dari satu jalan keluar apabila terjadi kecelakaan atau keadaan darurat di satu lokasi.

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	Area Proses	3	1000	25000
2	Area Utilitas	40	50	12000
3	Bengkel	20	20	1000
5	Gudang Peralatan	30	20	10000
6	Kantin	20	15	800
7	Kantor Teknik dan Produksi	25	20	2500
8	Kantor Utama	40	40	4000
9	Laboratorium	20	20	700
10	Parkir Utama	40	50	2000
11	Parkir Truk	30	25	300
13	Poliklinik	20	20	200
14	Pos Keamanan	5	10	200
15	Control Room	20	20	20000
16	Control Utilitas	20	15	30000
17	Area Rumah Dinas	50	30	1500
18	Area Mess	60	30	1500
19	Masjid	20	15	900
20	Unit Pemadam Kebakaran	20	15	1000

21	Unit Pengolahan Limbah	20	15	1000
22	Taman	20	15	1000
23	Jalan	1000	10	3500
24	Daerah Perluasan	40	25	45000
	Luas Tanah			164100
	Luas Bangunan			114600
	Total		390	278700



Skala 1 : 400

Gambar 4. 2 Tata letak pabrik etanol

Keterangan :

1. Pos Keamanan
2. Area Perkantoran
3. Area Parkir
4. Kantin
5. Kompleks Perumahan Karyawan
6. Masjid
7. Taman
8. Area Mess
9. Klinik
10. Unit Pemadam Kebakaran
11. Bengkel
12. Gudang peralatan
13. Kantor Teknik dan Produksi
14. Laboratorium
15. Control Room
16. Area Proses
17. Control Utilitas
18. Area Utilitas
19. Unit pengelola Limbah
20. Parkir Truk
21. Daerah Perluasan
22. Jalan

4.3 Tata Letak Alat Proses

Dalam perancangan tata letak peralatan proses, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

1. Aliran Bahan Baku dan Produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta dapat menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Selain itu, perlu juga memperhatikan penempatan pipa, di mana untuk pipa di atas tanah perlu dipasang

pada ketinggian tiga meter atau lebih, sedangkan untuk pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa agar tidak mengganggu lalu lintas kerja.

2. Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi.

3. Aliran Udara

Kelancaran aliran udara di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan. Hal ini bertujuan untuk menghindari stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya, sehingga dapat membahayakan keselamatan pekerjaan. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah arah hembusan angin.

4. Tata Letak Alat Proses

Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dengan tetap menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik, sehingga dapat menguntungkan secara ekonomi.

5. Jarak Antar Alat Proses

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

6. Lalu Lintas Manusia

Dalam menentukan tata letak peralatan, perlu diperhatikan agar pekerja dapat menjangkau seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Jika terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu, keamanan pekerja dalam menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

7. Maintenance

Maintenance bertujuan untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan

produktivitas menjadi tinggi, sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi bahan baku yang diharapkan.

Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga alat dari kerusakan dan menjaga kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa, sehingga alat-alat mendapatkan perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat memproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

Perawatan alat-alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada tiap-tiap alat. Perawatan tiap alat meliputi :

a. Over head 1 x 1 tahun

Merupakan perbaikan dan pengecekan serta leveling alat secara keseluruhan, meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang rusak, kemudian dikembalikan seperti kondisi semula.

b. Repairing

Merupakan kegiatan maintenance yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat yang rusak. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi maintenance adalah :

1. Umur alat

Semakin tua umur alat, semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan.

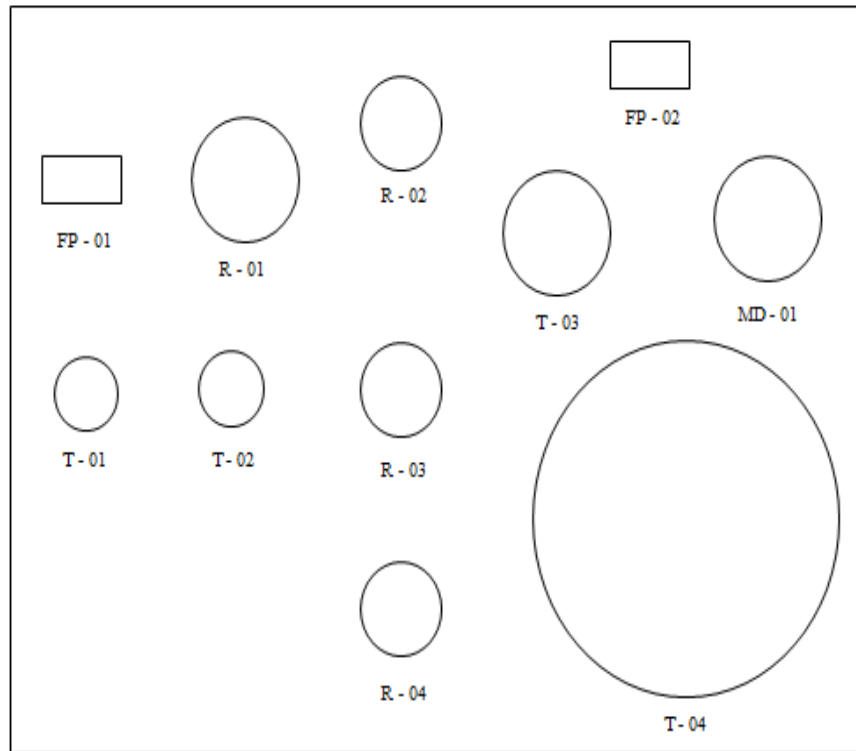
2. Bahan baku :

Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan menyebabkan kerusakan alat, sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa, sehingga :

1. Mengefektifkan penggunaan ruangan.
2. Menjamin kelancaran proses produksi.

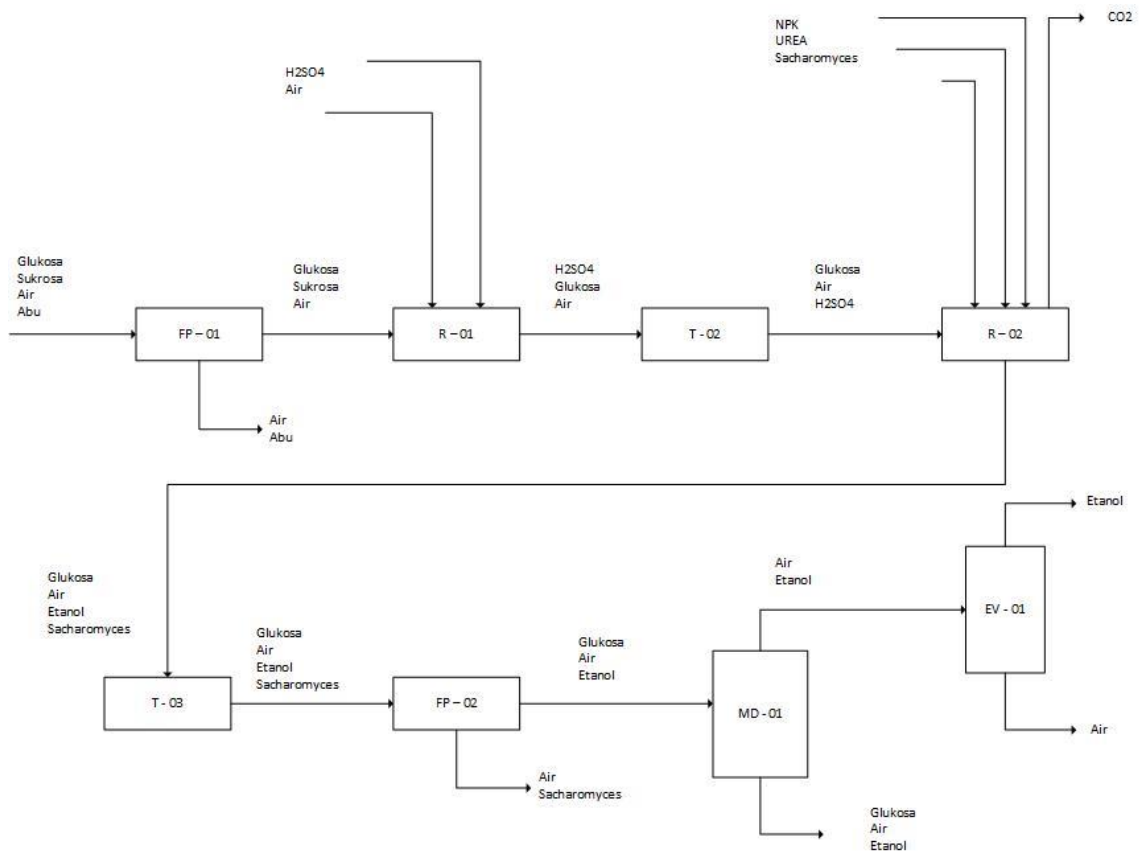
3. Jika tata letak peralatan proses sudah benar dan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu memakai alat angkut dengan biaya mahal.
4. Biaya material dikendalikan agar lebih rendah, sehingga dapat mengurangi biaya kapital yang tidak penting.



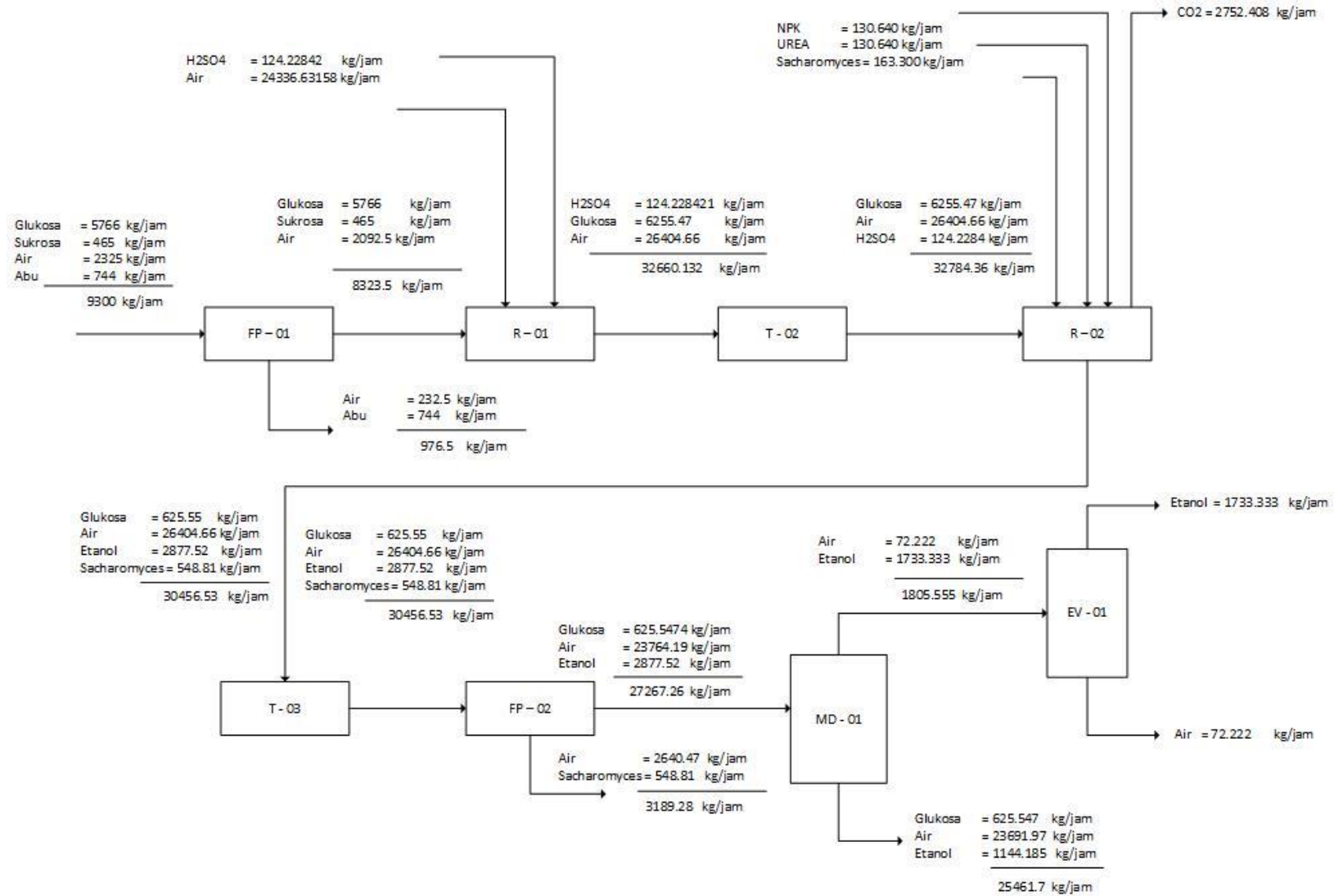
Gambar 4. 3 Tata letak proses

4.4 Ailir Proses dan Material

Diagram alir proses terlihat dalam gambar 4.4 dan gambar 4.5



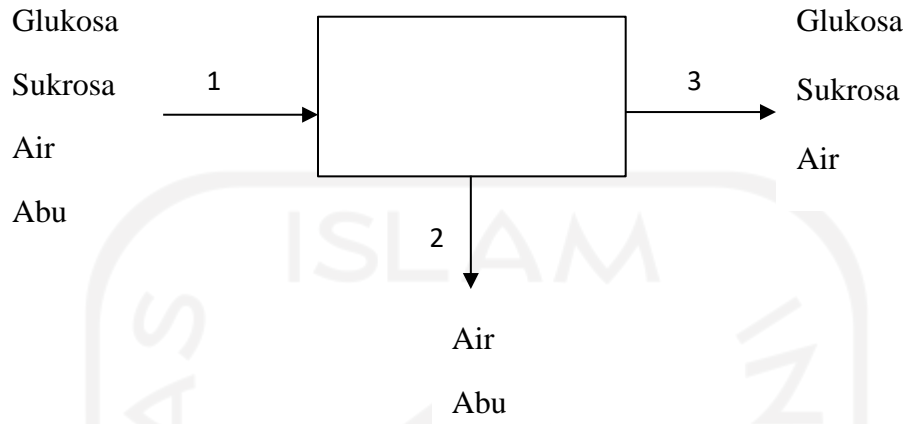
Gambar 4. 4 Diagram alir kualitatif



Gambar 4. 5 Diagram alir kuantitatif

4.4.1 Perhitungan Neraca Massa

1. Neraca Massa Filter Press 1

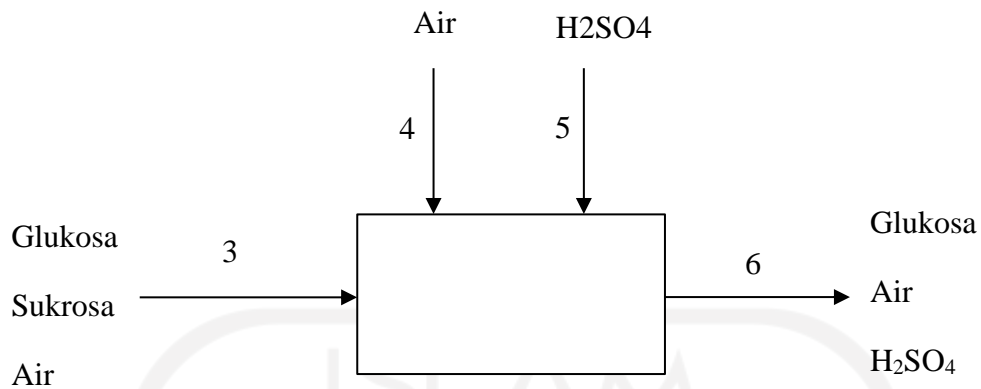


Gambar 4. 6 Neraca massa filter press I

Tabel 4. 2 Neraca massa filter press I

Komponen	Masuk (kg)	Keluar (kg)	
	1	2	3
Glukosa	5766		5766
Sukrosa	465		465
Air	2325	232,5	2092,5
Abu	744	744	
Jumlah	9300	976,5	8323,5
Total	9300	9300	

2. Neraca Massa Reaktor Hidrolisa

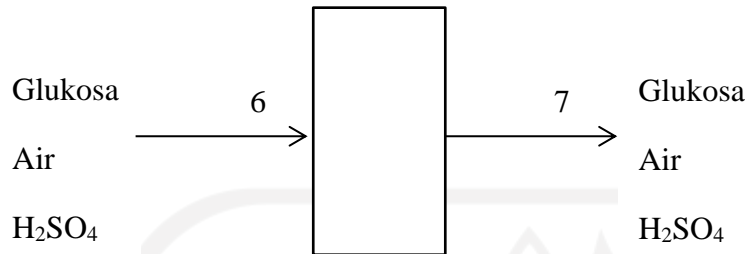


Gambar 4. 7 Neraca massa reaktor hidrolisa

Tabel 4. 3 Neraca massa reaktor hidrolisa

Komponen	Masuk			Keluar
	3	4	5	6
H2SO4			124,2284	124,2284
Glukosa	5766			6255,47
Sukrosa	465			
Air	2092,5	24336,6315		26404,66
Jumlah	8323.5	24336,6315		32660,132
Total		32660,1315		32660,1315

3. Neraca Massa Tangki Penampung Reaktor Hidrolisa

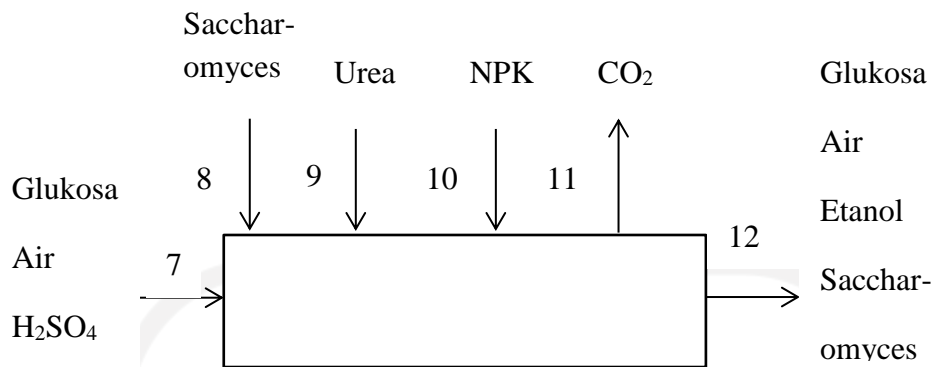


Gambar 4. 8 Neraca massa tangki penampung reaktor hidrolisa

Tabel 4. 4 Neraca massa tangki penampung reaktor hidrolisa

Komponen	Masuk	Keluar
	6	7
Glukosa	6255,47	6255,47
H ₂ SO ₄	124,2284	124,2284
Air	26404,66	26404,66
Total	32784,36	32784,36

4. Neraca Massa Fermentor

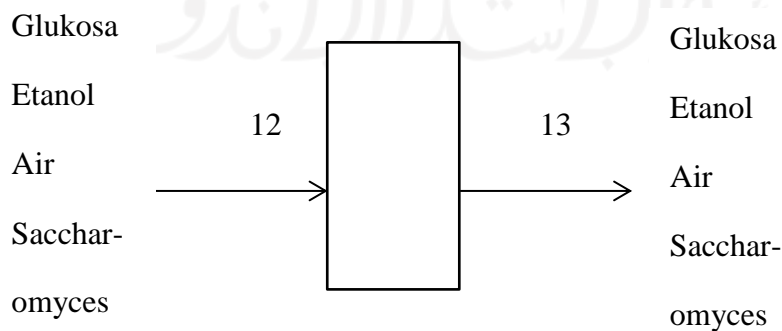


Gambar 4. 9 Neraca massa fermentor

Tabel 4. 5 Neraca massa fermentor

Komponen	Masuk				Keluar	
	7	8	9	10	11	12
Glukosa	6255,47					625,55
Air	26404,66					26404,66
Etanol						2877,518
CO2					2752,4084	
Saccharomyces		163,3006				548,8101
UREA			130,6405			
H2SO4	124,2284					
NPK				130,6405		
Jumlah	32784,36	163,3006	130,6405	130,6405	2752,4084	30456,53
Total	33208,94				33208,94	

5. Neraca Massa Tangki Penampung Fermentor

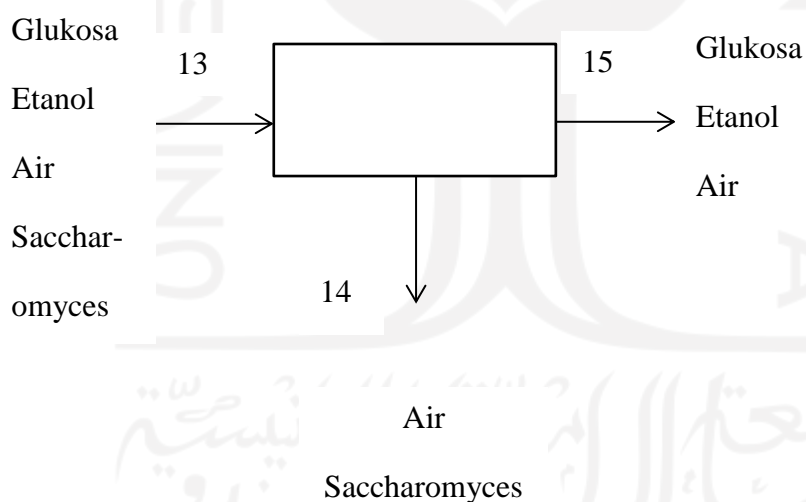


Gambar 4. 10 Neraca massa tangki penampung fermentor

Tabel 4. 6 Neraca massa tangki fermentor

Komponen	Masuk	Keluar
	12	13
Glukosa	625,5473	625,5473
Etanol	2877,5178	2877,5178
Air	26404,66	26404,66
Saccharomyces	548,81	548,81
TOTAL	29907,7231	29907,7231

6. Neraca Massa Filter Press II



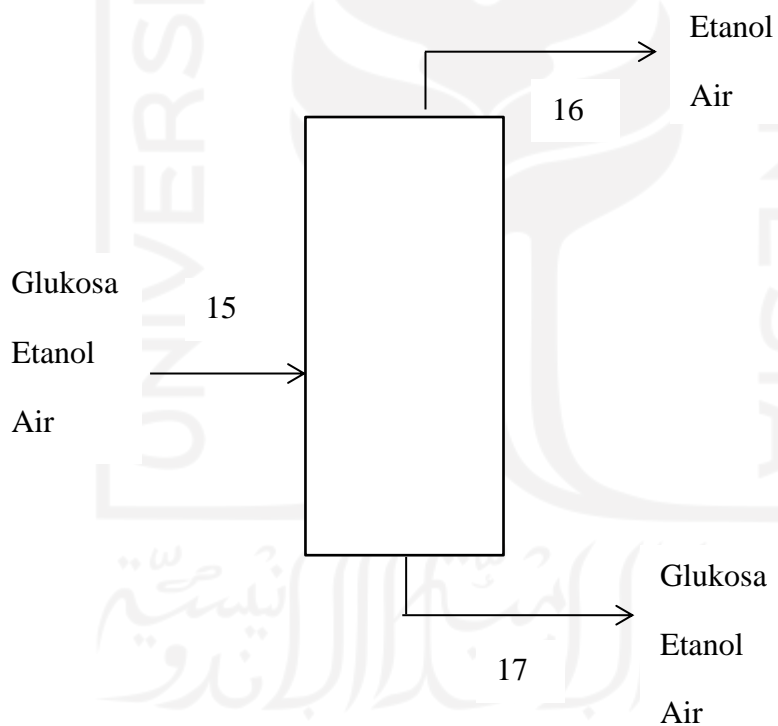
Gambar 4. 11 Neraca massa filter press II

Tabel 4. 7 Neraca massa filter press II

Komponen	Masuk	Keluar	
	13	14	15

Glukosa	625,5473		625,5473
Air	26404,66	2640,47	23764,19
Etanol	2877,52		2877,52
Saccharomyces	548,81	548,81	
Jumlah	30456,5332	3189,28	27267,257
Total	30456,5332	30456,53	

7. Neraca Massa Menara Distilasi



Gambar 4. 12 Neraca massa menara distilasi

Tabel 4. 8 Neraca massa destilasi

Komponen	Masuk	Keluar	
	15	16	17
Glukosa	625,5473		625,5473
Air	23764,19	72,2222	23691,97
Etanol	2877,5178	1733,3333	1144,1846
Jumlah	27267,2573	1805,5555	25461,702
Total	27267,2573	27267,2573	

Tabel 4. 9 Neraca massa evaporator

Komponen	Masuk	Keluar	
	16	18	19
Etanol	1733.333		1733.333
H2O	72.222	72.222	
Total	1805,5555	1805,5555	

4.4.2 Perhitungan Neraca Panas

1. Neraca Panas Reaktor Hidrolisa

Tabel 4. 10 Neraca massa reaktor hidrolisa

Komponen	Q masuk (kkal/jam)	Q keluar (kkal/jam)
Glukosa	0	6530710,680

Sukrosa	0	
Air	0	264046,600
Jumlah	0	6794757,280
Panas Reaksi 30°C	-725979,847	
Panas yang dibutuhkan	7520737,127	
Total	6794757,280	6794757,280

2. Neraca Panas Fermentor

Tabel 4. 11 Neraca panas fermentor

Komponen	Q masuk (kkal/jam)	Q keluar (kkal/jam)
Glukosa	6530714,543	653074,2
Air	264046,600	264046,6
Etanol		3420304,096
CO2		5559,8650
Jumlah	6794761,143	4342984,761
Panas Reaksi 30°	27261,354	
Panas yang diserap air pendingin		2479037,737
Total	6822022,497	6822022,497

3. Neraca Panas Heater

Tabel 4. 12 Neraca panas heater

Komponen	Q masuk (kkal/jam)	Q keluar (kkal/jam)
Etanol	1800026,381	329813503,908
Air	313742625,8	3264124,507
Glukosa	21739,4173	6249768,429
Jumlah	315564391,6	339327396,845
Panas yang dibutuhkan	23763005,294	
Total	339327396,845	339327396,845

4. Neraca Panas Kondensor

Tabel 4. 13 Neraca panas kondensor

Komponen	Q masuk (kkal/jam)	Q keluar (kkal/jam)
Panas bahan masuk	238629063,8	
Panas produk (Ld)		213993341,7
Panas produk (D)		24138152,14
Panas air dingin		497570,045
Total	238629063,8	238629063,8

5. Neraca Panas Reboiler

Tabel 4. 14 Neraca panas reboiler

Komponen	Q masuk (kkal/jam)	Q keluar (kkal/jam)
Panas bahan masuk	58284466,79	
Panas air panas	28075127,14	
Panas produk (Vb)		28814104,81
Panas Produk(B)		57545489,11
Total	86359593,93	86359593,93

6. Neraca Panas Cooler

Tabel 4. 15 Neraca panas cooler

Komponen	Q masuk (kkal/jam)	Q keluar (kkal/jam)
Etanol	69843898,79	24056226,62
Air	24483,3333	81925,5211
Jumlah	69868382,12	24138152,14
Panas yang dibutuhkan	-45730229,98	
Total	24138152,14	24138152,14

4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Utilitas merupakan salah satu sarana penunjang yang diperlukan dalam suatu proses produksi. Pada proses produksi etanol, utilitas yang diperlukan adalah :

1. Unit penyedia dan pengolahan air
2. Unit produksi steam
3. Unit penyedia listrik
4. Unit penyedia bahan bakar
5. Unit penyedia udara tekan

4.5.1 Unit Penyedia dan Pengolahan Air

a. Unit Penyedia Air

Kebutuhan air dipenuhi dengan menggunakan air sungai dengan pertimbangan :

1. Lokasi pabrik berdekatan dengan lokasi sungai.
2. Biayanya lebih murah jika dibandingkan dengan mengolah air laut.
3. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah.

Kebutuhan air digunakan untuk :

1. Air Pendingin

Air digunakan sebagai pendingin dengan pertimbangan :

- a. Air dapat menyerap dan melepaskan panas per satuan volume yang tinggi.
- b. Air dapat diperoleh dalam jumlah yang banyak.
- c. Tidak mengalami dekomposisi.
- d. Air mudah dalam pengolahannya.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan air sebagai air pendingin :

- a. Air tidak boleh mengandung kesadahan karena dapat menyebabkan kerak.
- b. Air tidak boleh mengandung silika karena dapat menyebabkan kerak.
- c. Air tidak boleh mengandung besi karena dapat menyebabkan kerak.
- d. Air tidak boleh mengandung minyak karena dapat menyebabkan penurunan koefisien transfer panas dan dapat menjadi makanan mikroba, sehingga dapat menimbulkan endapan.
- e. Air tidak boleh mengandung oksigen terlarut karena dapat menyebabkan korosi.

Tabel 4. 16 Kebutuhan air pendingin

Nama Alat	Jumlah (kg/jam)
Fermentor R - 02	23461,975
Kondensor - 01	847,5712
Cooler - 01	77897,8254
Total	102207,3715

Air pendingin yang keluar dari alat perpindahan panas setelah digunakan akan dikembalikan ke Cooling Tower untuk diolah agar dapat digunakan kembali. Dianggap 20 % dari jumlah air pendingin tersebut hilang. Sehingga jumlah make-up air yang harus diolah sebanyak = $20\% \times 102207,3715$

$$= 122648,8459 \text{ kg/jam}$$

Sedangkan air pendingin yang kembali dan harus didinginkan kembali di Cooling Tower = $80\% \times 102207,3715$

$$= 81765,8972 \text{ kg/jam}$$

1. Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk memenuhi kebutuhan air kantor, perumahan, laboratorium, taman, dan hidran. Beberapa syarat air sebagai air sanitasi :

- a. Syarat biologis : air tidak mengandung bakteri.
- b. Syarat fisika : air memiliki suhu di bawah suhu udara, tidak berasa, tidak berbau, dan jernih.
- c. Syarat kimia : air tidak beracun, tidak mengandung zat organik, dan zat anorganik.

Kebutuhan air sanitasi :

- Kebutuhan air karyawan

Kebutuhan air untuk 1 orang adalah 100 liter/hari, sehingga:

Kebutuhan air/orang = 100 liter/hari

= 4 kg/jam

Jumlah karyawan = 150 orang

Kebutuhan air semua karyawan = 610 kg/jam

- Kebutuhan air untuk mess

Jumlah *mess* = 20 mess

Jumlah penghuni tiap mess = 40Orang

Kebutuhan air/orang = 125 liter/hari

Kebutuhan air untuk mess = 10000 kg/jam

Kebutuhan total air domestik = (610 + 10000)kg/jam

= 10610 kg/jam

- Kebutuhan *service water*

Kebutuhan air untuk pemakaian umum, meliputi:

Bengkel = 200 kg/hari

Poliklinik = 400 kg/hari

Laboratorium = 400 kg/hari

Pemadam kebakaran = 5000 kg/hari

Kantin, mushola, dan taman = 8000 kg/hari

Totat kebutuhan air = 14000 kg/hari

= 583 kg/jam

2. Air Umpan Boiler

Air umpan boiler digunakan untuk menghasilkan uap atau steam.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler :

- a. Zat-zat yang Dapat Menyebabkan Kerak

Kerak pada boiler disebabkan oleh suhu yang tinggi dan kesadahan yang biasanya berupa garam-garam silika dan karbonat.

b. Zat-zat yang Dapat Menyebabkan Foaming

Foaming pada boiler biasanya disebabkan oleh air yang diambil dari proses pemanasan yang mengandung zat-zat organik, anorganik, dan zat-zat yang tak terlarut dalam jumlah besar. Foaming biasanya terjadi pada alkalinitas tinggi.

c. Zat-zat yang Dapat Menyebabkan Korosi

Korosi pada boiler disebabkan oleh air yang mengandung larutan-larutan asam dan gas-gas terlarut seperti O₂, CO₂, H₂S, dan NH₃.

Kebutuhan air umpan boiler :

Tabel 4. 17 Kebutuhan air umpan boiler

Nama Alat	Jumlah (kg/jam)
Heater -01	40478,398
Reboiler MD - 01	47823,756
Total	88302,154

Air pembangkit steam 80% dimanfaatkan kembali, maka make up yang diperlukan 20%, sehingga:

$$\begin{aligned} \text{Air make up} &= 20\% \times 88302.154 \\ &= 105962.5842 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

3. Air Proses

Tabel 4. 18 Total kebutuhan air

No.	Keperluan	Jumlah (kg/jam)
1	<i>Domestik Water</i>	15662
2	<i>Service Water</i>	583
3	<i>Cooling Water</i>	102207
4	<i>Steam Water</i>	88302
	Total	206755

b. Unit Pengolahan Air

Berikut merupakan tahap-tahap pengolahan air:

1. Clarifier

Kebutuhan air dari suatu pabrik diperoleh dari sumber air yang berada disekitar pabrik dengan cara mengolah air terlebih dahulu agar memenuhi persyaratan yang digunakan. Pengolahan tersebut meliputi pengolahan secara fisik, kimia maupun *ion exchanger*.

Pada *clarifier* lumpur dan partikel padat lain diendapkan, kemudian air bahan baku dialirkan ke bagian tengah *clarifier* untuk diaduk. Selanjutnya air bersih akan keluar melalui pinggiran *clarifier* sedangkan flok yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi.

2. Penyaringan

Air hasil dari *clarifier* dialirkan menuju saringan pasir dengan tujuan untuk memisahkan dengan partikel-partikel padatan yang terbawa. Air setelah

penyaringan tersebut dialirkan menuju tangki penampung yang kemudian didistribusikan menuju menara air dan unit demineralisasi.

3. Demineralisasi

Air umpan boiler harus bebas dari garam yang terlarut, maka proses demineralisasi berfungsi untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung. Berikut adalah tahapan pengolahan air umpan boiler:

a. *Cation Exchanger*

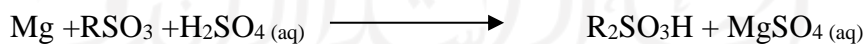
Kation exchanger ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation - kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari kation exchanger adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ . Sehingga air yang keluar dari kation tower adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

Reaksi:



Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan asam sulfat

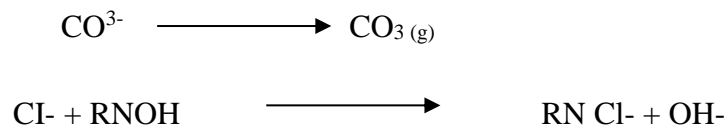
Reaksi:



b. *Anion Exchanger*

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 membantu garam resin tersebut.

Reaksi:



Dalam waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh, sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH.

Reaksi:



c. Deaerasi

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen (O_2). Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan ke dalam deaerator dan diinjeksikan Hidrazin (N_2H_4) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada tube boiler.

Reaksi:



Air yang keluar dari deaerator ini di dialirkan dengan pompa sebagai air umpan boiler (*boilerfeed water*).

4.5.2 Unit Pembangkit Steam

Unit ini berfungsi untuk memenuhi kebutuhan steam pada saat proses produksi. Untuk memenuhi kebutuhan steam digunakan boiler dengan kapasitas sebesar 3997 kg/jam.

Tabel 4. 19 Kebutuhan steam

Nama Alat	Jumlah (kg/jam)
Heater	1628,300
MD	2369,130
Total	3997,430

4.5.3 Unit Pembangkit listrik

Kebutuhan listrik di pabrik ini dipenuhi oleh PLN, selain itu listrik cadangan dihasilkan dari generator pabrik apabila ada gangguan pasokan listrik dari PLN setempat. Hal ini bertujuan agar pasokan tenaga listrik dapat berlangsung kontinyu meskipun ada gangguan pasokan dari PLN.

Generator yang digunakan adalah generator arus bolak-balik karena :

- a. Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar.
- b. Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai kebutuhan

Kebutuhan listrik di pabrik ini antara lain terdiri dari :

1. Listrik untuk AC
2. Listrik untuk laboratorium dan bengkel
3. Listrik untuk keperluan proses dan utilitas
4. Listrik untuk penerangan
5. Listrik untuk instrumentasi

Keuntungan tenaga listrik dari PLN adalah biayanya murah, sedangkan kerugiannya adalah kesinambungan penyediaan listrik kurang terjamin dan tenaganya

tidak terlalu tetap. Sebaliknya jika disediakan sendiri (Genset), kesinambungan akan tetap dijaga, tetapi biaya bahan bakar dan perawatannya harus diperhatikan.

Energi listrik diperlukan untuk penggerak alat proses, alat utilitas, instrumentasi, penerangan, dan alat-alat kontrol. Rincian kebutuhan listrik adalah sebagai berikut :

1. Kebutuhan listrik untuk alat proses :

Tabel 4. 20 Kebutuhan listrik alat proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Reaktor-01	R-01	2,5000	1864,2500
Reaktor-02	R-02	7,0250	5238,5425
Pompa-01	P-01	0,0800	59,6560
Pompa-02	P-02	0,3300	246,0810
Pompa-03	P-03	0,2500	186,4250
Pompa-04	P-04	0,2500	186,4250
Pompa-05	P-05	0,2859	213,1956
Pompa-06	P-06	0,5244	391,0451
Pompa-07	P-07	0,0849	63,3099
Pompa-08	P-08	1,0000	745,7000
Pompa-09	P-09	10,4877	7820,6779
Total			17015,3080

2. Kebutuhan listrik untuk alat utilitas :

Tabel 4. 21 Kebutuhan listrik alat utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Bak Penggumpal	BU - 01	2,0000	1491,4000
Blower Cooling Tower	BL - 01	0,0833	62,1417
Pompa-01	PU - 01	25,0000	18642,5000
Pompa-02	PU - 02	20,0000	14914,0000
Pompa-03	PU - 03	20,0000	14914,0000
Pompa-04	PU - 04	7,5000	5592,7500
Pompa-05	PU - 05	15,0000	11185,5000
Pompa-06	PU - 06	15,0000	11185,5000
Pompa-07	PU - 07	20,0000	14914,0000
Pompa-08	PU - 08	2,0000	1491,4000
Pompa-09	PU - 09	7,5000	5592,7500
Pompa-10	PU - 10	3,0000	2237,1000
Pompa-11	PU - 11	5,0000	3728,5000
Pompa-12	PU - 12	7,5000	5592,7500
Pompa-13	PU - 13	5,0000	3728,5000
Pompa-14	PU - 14	7,5000	5592,7500

Pompa-15	PU - 15	5,0000	3728,5000
Total		167,0833	124594,0417

Kebutuhan listrik utilitas dan keperluan lain seperti alat-alat kontrol, instrumentasi dan penerangan sebesar 50 Kw. Jadi total kebutuhan listrik adalah 247.3754 Kw. Energi utama diperoleh dari listrik PLN dengan kekuatan 1.600 Kw dengan bahan bakar solar.

4.5.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini berfungsi untuk menyediakan kebutuhan bahan bakar. Untuk bahan bakar digunakan adalah batu bara. Jumlah bahan bakar yang disediakan dari hasil perhitungan sebanyak 354,5389 kg/jam.

4.5.6 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan digunakan untuk menjalankan sistem instrumentasi. Udara tekan dihasilkan oleh kompresor dan didistribusikan melalui pipa.

4.5.7 Spesifikasi Peralatan Utilitas

1. Saringan / *Screening* (FU-01)

Fungsi : Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar, misalnya : daun, ranting dan sampah-sampah lainnya.

Bahan : Alumunium

Jumlah air : 270278,4589 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 3,048 m

- Lebar = 2,438 m

- Tinggi = 1 m

2. Bak Pengendapan awal (B-01) / Sedimentasi

Fungsi : Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai dengan proses sedimentasi.

Tipe : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang

Jumlah air : 270278,4589 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 15,7343 m

- Lebar = 15,7343 m

- Tinggi = 7,8672 m

3. Bak Floktuator/ Bak Penggumpal (B-02)

Fungsi : Mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan, untuk menggumpalkan kotoran.

Jumlah air : 115068,9277 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 7,4480 m

- Tinggi = 7,4480 m

Pengaduk :

- Jenis = *Marine propeller 3 blade*

- Diameter = 7,4480 m

- Power = 2 Hp

4. Tangki Larutan Alum (TU-01)

Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5% untuk 1 minggu operasi.

Kebutuhan : 0,8278 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 2,1987 m
- Tinggi = 4,3974m

5. Clarifier (CLU-01)

Fungsi : Mengendapkan gumpalan-gumpalan yang terbentuk di bak

Jumlah air : 270278,4589 kg/jam

Dimensi silinder :

- Diameter = 7,4480 m
- Tinggi = 7,4480 m

Dimensi kerucut :

- Diameter : 7,4480 m
- Tinggi : 1,7200 m

6. Sand Filter (FU-02)

Fungsi : Menyaring partikel-partikel halus yang ada dalam air sungai.

Jumlah air : 243250,6130 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 4,0277 m
- Lebar = 4,0277 m
- Tinggi = 2,0139 m

7. Bak Penampung Sementara (BU-03)

Fungsi : Menampung sementara *raw water* setelah disaring di *sand filter*

Jumlah air : 243250,6130 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 8,3577m

- Lebar = 8,3577 m

8. Tangki Klorinasi (TU-02)

Fungsi : Mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga.

Jumlah air : 243250,6130 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 7,1910 m

- Tinggi = 7,1910 m

9. Tangki Air Bersih (TU-03)

Fungsi : Menampung air keperluan kantor dan rumah tangga.

Tipe : Tangki silinder tegak

Jumlah air : 15662,4472 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 8,3137 m

- Tinggi = 8,3137 m

10. Kation Exchanger (KEU)

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation-kation seperti Ca dan Mg.

Jumlah air : 21192,5168 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 1,4861 m
- Tinggi = 2,2860 m

11. Anion Exchanger

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh anion Cl,SO₄, dan NO₃.

Jumlah air : 21192,5168 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 1,1749 m
- Tinggi = 2,2860 m

12. Tangki H₂SO₄ (TU-05)

Fungsi : Menampung/menyimpan larutan H₂SO₄ yang akan digunakan untuk meregenerasi kation exchanger.

Tipe : Tangki silinder

Kebutuhan : 211,6175 kg

Dimensi bak :

- Diameter = 3,0768 m
- Tinggi = 3,0768 m

13. Tangka NaOH

Fungsi : Menampung/ menyimpan larutan NaOH yang digunakan untuk meregenerasi Anion Exchanger

Tipe : Tangki silinder

Kebutuhan : 66,1305 kg

Dimensi bak :

- Diameter = 2,0429 m

- Tinggi = 2,0429 m

14. Dearator (De)

Fungsi : Menghilangkan gas CO₂ dan O₂ yang terikat dalam feed water yang menyebabkan kerak pada reboiler.

Tipe : Tangki silinder tegak

Jumlah air : 21192,5168 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 3,1879 m

- Tinggi = 3,1879 m

15. Cooling Tower (CT)

Fungsi : Mendinginkan air pendingin setelah digunakan.

Jumlah air : 122648,8459 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 4,3898 m

- Lebar = 4,3898 m

- Tinggi = 6,6228 m

16. Blower Cooling Tower (BL-01)

Fungsi : Menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang akan didinginkan.

Jumlah udara : 2859047,5273 ft³/jam

Daya motor : 7,2771 Hp

17. Tangka Air Pendingin (TU-08)

Fungsi : Menampung air makeup dan air pendingin proses yang sudah didinginkan

Tipe : Bak persegi panjang

Jumlah Air : 122648,8459 kg/jam

Dimensi tangki :

- Panjang = 6,6521 m

- Lebar = 6,6521 m

- Tinggi = 3,3260 m

18. Tangka Umpan Boiler (TU-09)

Fungsi : Mencampur Kondensat sirkulasi dan makeup air umpan boiler sebelum dibangkitkan sebagai steam alam boiler.

Tipe : Tangki silinder tegak

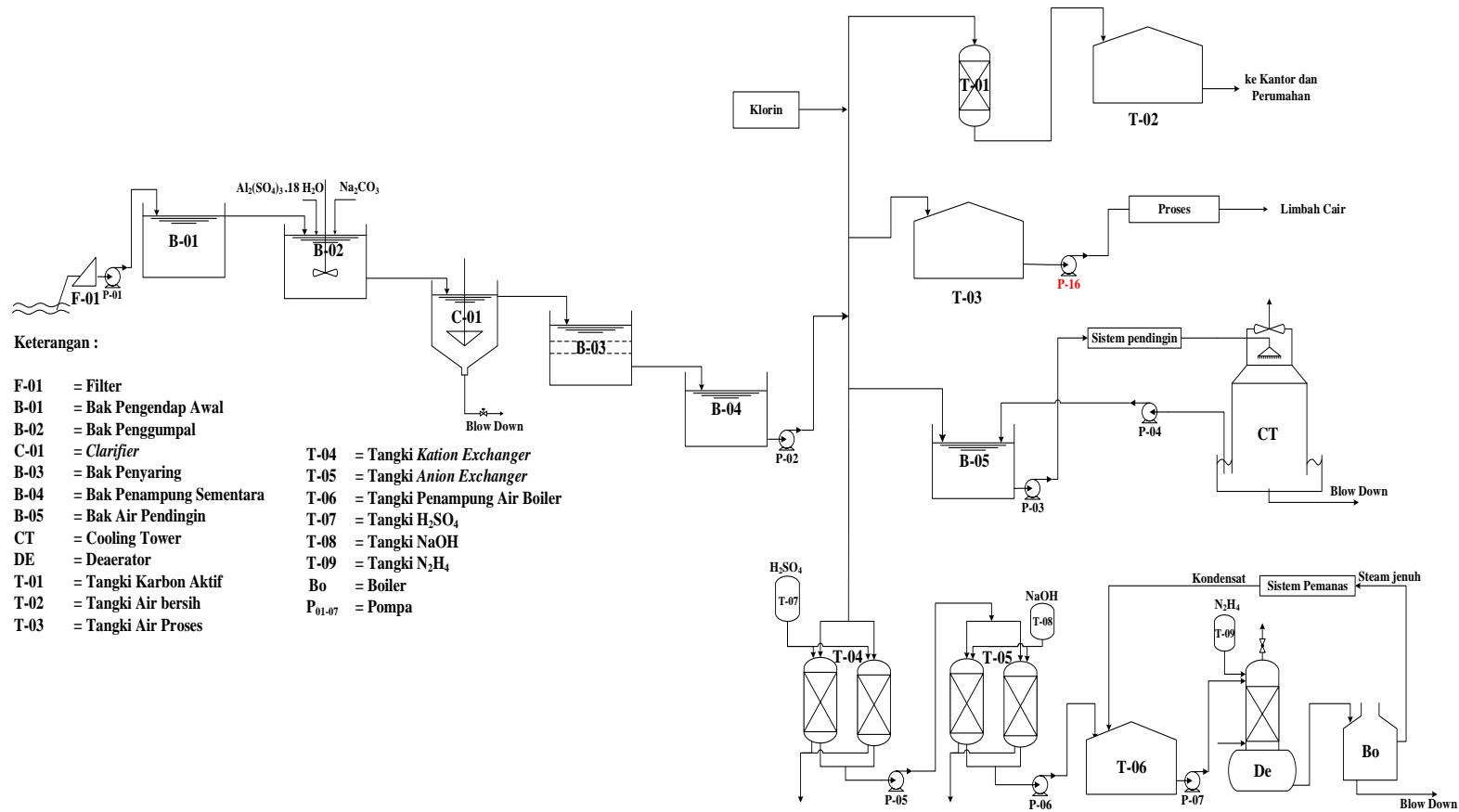
Jumlah Air : 105962,5842 kg/jam

Dimensi tangki :

- Diameter = 5,4511 m

- Tinggi = 5,4511 m

Unit Pengolahan Air Industri



Gambar 4. 13 Skema unit pengolahan air

4.6 Organisasi Perusahaan

4.6.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada perencanaan 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 ke perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam perseroan terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

- a) Bentuk perseroan terbatas memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

Perusahaan dibentuk berdasarkan hukum.

Pembentukan menjadi badan hukum disertai akte perusahaan yang berisi informasi-informasi nama perusahaan, tujuan-tujuan perusahaan, jumlah modal dan lokasi kantor pusat. Setelah pengelola perusahaan menyerahkan akte perusahaan dan disertai uang yang diminta untuk keperluan akte perusahaan, maka ijin diberikan. Dengan ijin ini perusahaan secara sah dilindungi oleh hukum dalam pengelolaan intern perusahaan.

- b) Badan hukum terpisah dari pemiliknya (pemegang saham).

Hal ini bermaksud bahwa perusahaan ini didirikan bukan dari perkumpulan pemegang saham tetapi merupakan badan hukum yang terpisah. Kepemilikannya dimiliki dengan memiliki saham. Apabila seorang pemilik saham meninggal dunia, maka saham dapat dimiliki oleh ahli warisnya atau pihak lain sesuai dengan kebutuhan hukum. Kegiatan-kegiatan perusahaan tidak dipengaruhi olehnya.

- c) Menguntungkan bagi kegiatan-kegiatan yang berskala besar.

Perseroan terbatas sesuai dengan perusahaan berskala besar dengan aktifitas-aktifitas yang kompleks. Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini adalah berdasarkan atas beberapa faktor sebagai berikut :

1. Mudah untuk mendapatkan modal yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris.
4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi, staf, serta karyawan perusahaan.
5. Lapangan usaha lebih luas. Suatu perusahaan terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini dapat memperluas usahanya.

4.6.2 Struktur Organisasi

Untuk menjalankan segala aktifitas di dalam perusahaan secara efisien dan efektif, diperlukan adanya struktur organisasi. Struktur organisasi merupakan salah satu unsur yang sangat diperlukan dalam suatu perusahaan. Dengan adanya struktur yang baik maka para atasan dan para karyawan dapat memahami posisi masing-masing. Dengan demikian struktur organisasi suatu perusahaan dapat menggambarkan bagian, posisi, tugas, kedudukan, wewenang dan tanggung jawab dari masing-masing personil dalam perusahaan tersebut.

Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman antara lain :

- 1) Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
- 2) Pendelegasian wewenang
- 3) Pembagian tugas kerja yang jelas
- 4) Kesatuan perintah dan tanggung jawab
- 5) Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
- 6) Organisasi perusahaan yang fleksibel.

Dengan berpedoman terhadap azas-azas tersebut, maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu : sistem line dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya

bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dalam bidangnya. Staf ahli akan memberi bantuan pemikiran dan nasehat pada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf ini, yaitu :

- 1) Sebagai garis atau *line* yaitu orang-orang yang menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
- 2) Sebagai staf yaitu orang-orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

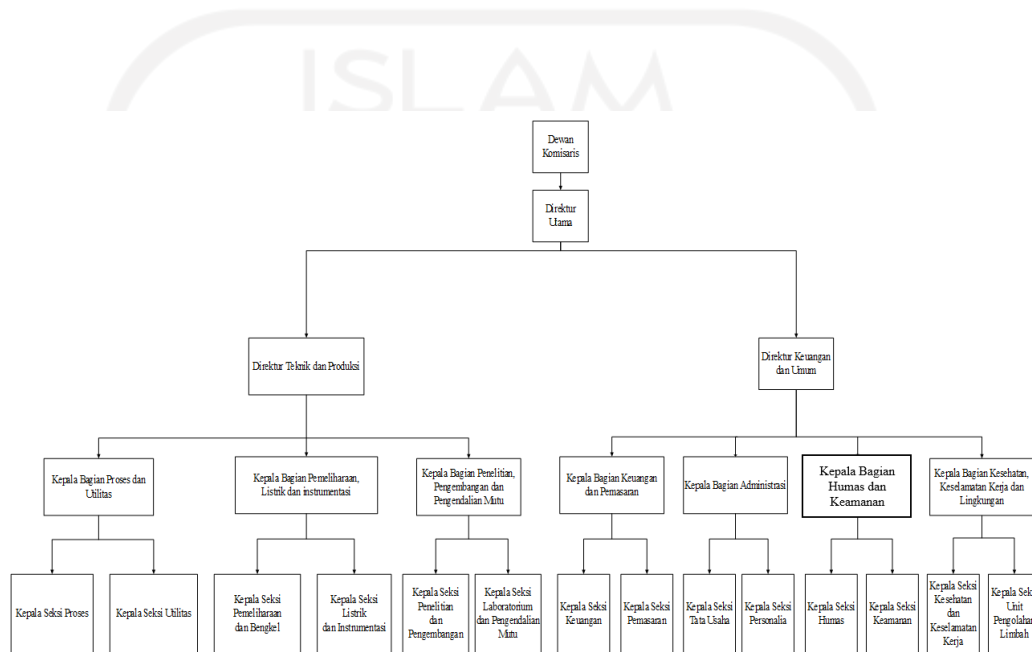
Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Manajer Produksi serta Manajer Keuangan dan Umum. Dimana Manajer Produksi membawahi bidang produksi, utilitas dan pemeliharaan. Sedangkan Manajer Keuangan dan Umum membidangi yang lainnya. Manajer membawahi beberapa Kepala Bagian yang akan bertanggung jawab membawahi atas bagian dalam perusahaan, sebagai bagian daripada pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing Kepala Bagian akan membawahi beberapa seksi dan masing-masing akan membawahi dan mengawasi beberapa karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi.

Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli dibidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) Menjelaskan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab dan wewenang.

- 2) Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
- 3) Penempatan pegawai yang lebih tepat.
- 4) Penyusunan program pengembangan manajemen.
- 5) Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.



Gambar 4. 14 Struktur Organisasi

4.6.3 Tugas dan Wewenang

A. 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.

B. 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.

C. 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 kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur utama direktur produksi dan teknik, serta direktur administrasi, keuangan dan umum. Tugas Direktur Utama antara lain:

1. Tugas kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham di akhir masa jabatannya.
2. Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen.
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham
4. Mengkoordinir kerjasama dengan direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum.

D. 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

Mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang proses serta penyediaan bahan baku dan utilitas.

2. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.

3. Kepala Bagian Penelitian Pengembangan dan Pengendalian Mutu Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu.

4. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.

5. Kepala Bagian Administrasi

Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan tata usaha dan personalia.

6. Kepala Bagian Humas dan Keamanan

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

7. Kepala Bagian Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Bertanggung jawab terhadap keamanan pabrik dan kesehatan dan keselamatan kerja karyawan.

E. 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

Memimpin langsung serta memantau kelancaran proses produksi. Bertanggung jawab terhadap penyediaan bahan baku dan menjaga kemurnian bahan baku, serta mengontrol produk yang dihasilkan.

2. Kepala Seksi Utilitas

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

3. Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

Bertanggung jawab atas kegiatan perawatan dan penggantian alat-alat serta fasilitas pendukungnya.

4. Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi

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

5. Kepala Seksi Bagian Penelitian dan Pengembangan

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

6. Kepala Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu

Menyelenggarakan pengendalian mutu untuk bahan baku, bahan pembantu, produk dan limbah.

7. Kepala Seksi Keuangan

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

8. Kepala Seksi Pemasaran

Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik.

9. Kepala Seksi Tata Usaha

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

10. Kepala Seksi Personalia

Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.

11. Kepala Seksi Humas

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

12. Kepala Seksi Keamanan

Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

13. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

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

14. Kepala Seksi Unit Pengolahan Limbah

Bertanggung jawab terhadap limbah pabrik agar sesuai dengan baku mutu limbah.

F. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

Sistem kepegawaian pada pabrik butil asetat ini terdapat dua bagian, yaitu jadwal kerja kantor (*non-shift*) dan jadwal kerja pabrik (*shift*). Sedangkan gaji karyawan berdasarkan pada jabatan, tingkat pendidikan, pengalaman kerja, dan resiko kerja.

1. Pembagian Jam Kerja Karyawan

a. Jam kerja karyawan non-shift

Senin – Kamis :

Jam Kerja : 07.00 – 12.00 dan 13.00 – 16.00

Istirahat : 12.00 – 13.00

Jumat :

Jam Kerja : 07.00 – 11.30 dan 13.30 – 17.00

Istirahat : 11.30 – 13.30

Hari Sabtu dan Minggu libur

b. Jam kerja karyawan shift

Jadwal kerja karyawan shift dibagi menjadi :

- Shift Pagi : 07.00 – 15.00

- Shift Sore : 15.00 – 23.00

- Shift Malam : 23.00 – 07.00

Karyawan shift ini dibagi menjadi 4 regu, yaitu 3 regu bekerja dan satu regu istirahat yang dilakukan secara bergantian. Setiap regu mendapatkan giliran 3 hari kerja dan satu hari libur untuk setiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan oleh pemerintah, regu yang bertugas tetap masuk. Jadwal kerja masing-masing regu disajikan dalam Tabel 4.22 sebagai berikut :

Tabel 4. 22 Jadwal kerja

Hari/ Regu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P
2	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
3	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S
4	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M

Hari/ Regu	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M
2	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P
3	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
4	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S

Keterangan :

P = *Shift* Pagi S = *Shift* Siang M = *Shift* Malam L = Libur

2. Jumlah Karyawan dan Gaji

a. Perincian Jumlah Karyawan dan Gaji

Perincian jumlah dan gaji karyawan dapat dilihat pada halaman selanjutnya.

Tabel 4. 23 Gaji karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan	Total Gaji
1	Direktur Utama	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000
3	Direktur Keuangan dan Umum	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000
4	Staff Ahli	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
5	Ka. Bag. Produksi	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
6	Ka. Bag. Teknik	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
7	Ka. Bag. Pemasaran dan Keuangan	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
8	Ka. Bag. Administrasi dan Umum	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
9	Ka. Bag. Litbang	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
10	Ka. Bag. Humas dan Keamanan	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
11	Ka. Bag. K3	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
12	Ka. Bag. Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
13	Ka. Sek. Utilitas	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
14	Ka. Sek. Proses	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
15	Ka. Sek. Bahan Baku dan Produk	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000

16	Ka. Sek. Pemeliharaan	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
17	Ka. Sek. Listrik dan Instrumentasi	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
18	Ka. Sek. Laboratorium	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
19	Ka. Sek. Keuangan	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
20	Ka. Sek. Pemasaran	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
21	Ka. Sek. Personalia	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
22	Ka. Sek. Humas	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
23	Ka. Sek. Keamanan	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
24	Ka. Sek. K3	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
25	Karyawan Personalia	4	Rp 5.000.000	Rp 20.000.000
26	Karyawan Humas	4	Rp 5.000.000	Rp 20.000.000
27	Karyawan Litbang	4	Rp 5.000.000	Rp 20.000.000
28	Karyawan Pembelian	4	Rp 5.000.000	Rp 20.000.000
29	Karyawan Pemasaran	4	Rp 5.000.000	Rp 20.000.000
30	Karyawan Administrasi	3	Rp 5.000.000	Rp 15.000.000
31	Karyawan Kas/Anggaran	3	Rp 5.000.000	Rp 15.000.000
32	Karyawan Proses	15	Rp 7.500.000	Rp 112.500.000
33	Karyawan Pengendalian	6	Rp 6.000.000	Rp 36.000.000
34	Karyawan Laboratorium	6	Rp 6.000.000	Rp 36.000.000
35	Karyawan Pemeliharaan	6	Rp 6.000.000	Rp 36.000.000
36	Karyawan Utilitas	12	Rp 6.000.000	Rp 72.000.000

37	Karyawan K3	6	Rp 6.000.000	Rp 36.000.000
38	Operator proses	19	Rp 5.000.000	Rp 95.000.000
39	Operator Utilitas	10	Rp 5.000.000	Rp 50.000.000
40	Sekretaris	6	Rp 7.000.000	Rp 42.000.000
41	Dokter	2	Rp 8.000.000	Rp 16.000.000
42	Perawat	4	Rp 5.000.000	Rp 20.000.000
43	Satpam	6	Rp 3.500.000	Rp 21.000.000
44	Supir	8	Rp 3.500.000	Rp 28.000.000
45	Cleaning Service	7	Rp 3.300.000	Rp 23.100.000
Total		163	Rp 462.800.000	Rp 1.103.600.000

b. Sistem Gaji Karyawan

Gaji karyawan dibayarkan pada tanggal 1 tiap bulannya. Bila tanggal tersebut merupakan hari libur, maka pembayaran gaji akan dilakukan sehari sebelumnya.

G. Kesejahteraan Sosial Karyawan

Sebagai sarana kesejahteraan, seluruh karyawan pabrik selain menerima gaji setiap bulan, juga diberikan jaminan sosial berupa fasilitas-fasilitas dan tunjangan yang dapat memberikan kesejahteraan kepada karyawan. Tunjangan tersebut berupa :

- 1) Tunjangan hari raya keagamaan
- 2) Tunjangan jabatan
- 3) Tunjangan istri dan anak
- 4) Tunjangan rumah sakit dan kematian

5) Jamsostek

6) Uang makan

a. Poliklinik

Untuk meningkatkan efisiensi produksi, faktor kesehatan karyawan merupakan hal yang sangat berpengaruh. Oleh karena itu perusahaan menyediakan fasilitas poliklinik yang ditangani oleh dokter dan perawat.

b. Pakaian kerja

Untuk menghindari kesenjangan antar karyawan, perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahun, selain itu juga disediakan masker sebagai alat pengaman dalam bekerja.

c. Makan dan minum

Perusahaan menyediakan makan dan minum 1 kali sehari yang rencananya akan dikelola oleh perusahaan *catering* yang ditunjuk oleh perusahaan.

d. Koperasi

Koperasi karyawan diberikan untuk mempermudah karyawan dalam hal simpan pinjam, memenuhi kebutuhan pokok dan perlengkapan rumah tangga serta kebutuhan lainnya.

e. Tunjangan Hari Raya (THR)

Tunjangan ini diberikan setiap tahun yaitu menjelang hari raya Idul Fitri dan besarnya tunjangan tersebut sebesar satu bulan gaji.

f. Jamsostek

Jamsostek merupakan asuransi pertanggung jawaban jiwa dan asuransi kecelakaan. Bertujuan untuk memberikan rasa aman kepada para karyawan ketika sedang menjalankan tugasnya.

g. Tempat ibadah

Perusahaan membangun tempat ibadah agar karyawan dapat menjalankan kewajiban rohaninya dan melaksanakan aktivitas keagamaan lainnya.

h. Transportasi

Untuk meningkatkan produktifitas dan memperingan beban pengeluaran karyawan, perusahaan memberikan uang transportasi tiap hari yang penyerahannya bersama dengan penerimaan gaji tiap bulan.

i. Hak cuti

- Cuti tahunan

Diberikan pada karyawan selama 12 hari kerja dalam setaun.

- Cuti massal

Setiap tahun diberikan cuti massal untuk karyawan bertepatan dengan hari raya Idul Fitri selama 4 hari kerja.

- Cuti hamil

Wanita yang akan melahirkan berhak cuti selama 3 bulan dan selama cuti tersebut gaji tetap dibayar dengan ketentuan jarak kelahiran anak pertama dan anak kedua minimal 2 tahun.

Adapun jenjang kepemimpinan dalam pabrik adalah sebagai berikut :

- Dewan komisaris/pemegang saham
- Direksi produksi
- Direktur umum
- Kepala bagian
- Kepala seksi
- Pegawai/operator

4.7 Evaluasi Ekonomi

Dalam pra rancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan (*estimation*) tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui

apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan. Dalam evaluasi ekonomi ini faktor - faktor yang ditinjau adalah:

1. *Return On Investment (ROI)*
2. *Pay Out Time (POT)*
3. *Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)*
4. *Break Even Point (BEP)*
5. *Shut Down Point (SDP)*

Sebelum dilakukan analisa terhadap kelima faktor tersebut, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal sebagai berikut:

- 1) Penentuan modal industri (*Total Capital Investment*)

Meliputi :

- a) Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
- b) Modal kerja (*Working Capital Investment*)

- 2) Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*)

Meliputi :

- a) Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
- b) Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)

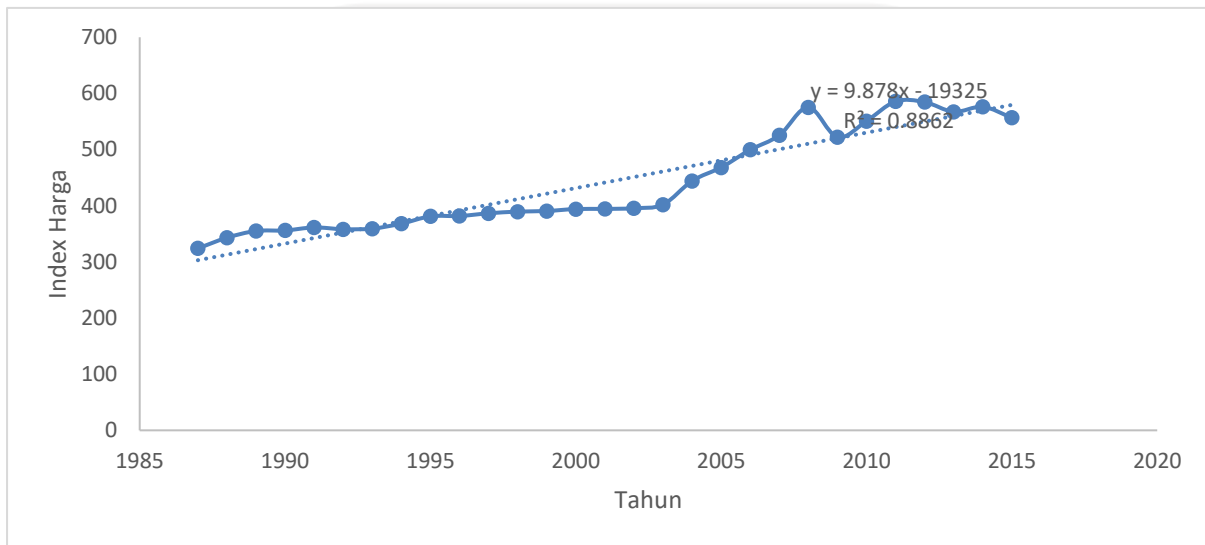
- 3) Pendapatan modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

- a) Biaya tetap (*Fixed Cost*)
- b) Biaya variabel (*Variable Cost*)
- c) Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

4.7.1 Penaksiran Harga Peralatan

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. Sumber (www.chemengonline.com)



Gambar 4. 15 Index Harga Alat

Berdasarkan data harga indeks tiap tahun tersebut, kemudian dilakukan regresi linear untuk mendapatkan harga indeks pada tahun perancangan pabrik yaitu tahun 2025. Regresi linear dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Persamaan yang diperoleh adalah : $y = 9,878x - 19325$.

Harga – harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan juga dengan referensi (Peters dan Timmerhaus, pada tahun 1990 dan Aries dan Newton, pada tahun 1955). Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan:

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y} \quad (\text{Aries dan Newton, 1955})$$

Dalam hubungan ini:

Ex : Harga pembelian pada tahun 2014

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi

Nx: Index harga pada tahun 2014

Ny: Index harga pada tahun referensi

Apabila suatu alat dengan kapasitas tertentu ternyata tidak memotong kurva spesifikasi. Maka harga alat dapat diperkirakan dengan persamaan :

$$E_b = E_a \left(\frac{Cb}{Ca} \right)^{0,6}$$

Dimana : Ea = harga alat a

Eb = harga alat b

Ca= Kapasitas alat a

Cb = Kapasitas alat b

4.7.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi Bioetanol	=	13.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	=	330 hari
Umur pabrik	=	10 tahun
Pabrik didirikan pada tahun	=	2025
Kurs mata uang	=	1 US\$ = Rp 15.000,-
Harga bahan baku (Saccaromyces)	=	Rp 19.283.717.449
Harga bahan baku (Urea)	=	Rp 6.889.887.297

Harga bahan baku (NPK)	=	Rp 4.407.706.845
Katalis (Asam Sulfat)	=	Rp 2.843.439.484
Harga Jual	=	Rp 184.600.000.000,00

4.7.3 Perhitungan Biaya

A. Capital Investment

Modal atau *capital investment* adalah sejumlah uang yang harus disediakan untuk mendirikan dan menjalankan suatu pabrik. Ada 2 macam *capital investment*, yaitu:

a. *Fixed Capital Investment*

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

b. *Working Capital Investment*

Working Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

Modal biasanya didapatkan dari uang sendiri dan bisa juga berasal dari pinjaman dari bank. Perbandingan jumlah uang sendiri atau *equity* dengan jumlah pinjaman dari bank tergantung dari perbandingan antara pinjaman dan uang sendiri yaitu dapat sebesar 30:70 atau 40:60 atau kebijakan lain tentang rasio modal tersebut. Karena penanaman modal dengan harapan mendapatkan keuntungan dari modal yang ditanamkan, maka ciri-ciri investasi yang baik adalah:

- a. Investasi cepat kembali
- b. Aman, baik secara hukum, teknologi, dan lain sebagainya.
- c. Menghasilkan keuntungan yang besar (maksimum)

B. Manufacturing Cost

Manufacturing Cost merupakan jumlah *Direct*, *Indirect* dan *Fixed Manufacturing Cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk. Menurut Aries dan Newton (Tabel 23), *Manufacturing Cost* meliputi :

1. *Direct Cost*

Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

2. *Indirect Cost*

Indirect Cost adalah pengeluaran–pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.

3. *Fixed Cost*

Fixed Cost adalah biaya – biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat pabrik beroperasi maupun tidak atau pengeluaran yang bersifat tetap tidak tergantung waktu dan tingkat produksi.

C. General Expenses

General Expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran–pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost*. *General Expense* meliputi:

1) Administrasi

Biaya yang termasuk dalam administrasi adalah management salaries, legal fees and auditing, dan biaya peralatan kantor. Besarnya biaya administrasi diperkirakan 2-3% hasil penjualan atau 3-6% dari manufacturing cost.

2) Sales

Pengeluaran yang dilakukan berkaitan dengan penjualan produk, misalnya biaya distribusi dan iklan. Besarnya biaya sales diperkirakan 3-12% harga jual atau 5-22% dari *manufacturing cost*. Untuk produk standar kebutuhan sales expense kecil dan untuk produk baru yang perlu diperkenalkan sales expense besar.

3) Riset

Penelitian diperlukan untuk menjaga mutu dan inovasi ke depan. Untuk industri kimia, dana riset sebesar 2,8% dari hasil penjualan.

4.7.4 Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan digunakan untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak secara ekonomi, Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

A. Percent Return On Investment

Return On Investment adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan. Jumlah uang yang diperoleh atau hilang tersebut dapat disebut bunga atau laba/rugi.

$$\text{ROI} = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100 \%$$

B. Pay Out Time (POT)

Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Capital Investment* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.

2. Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.

3. Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

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

C. Break Even Point (BEP)

Break Even Point merupakan titik impas produksi yaitu suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian. Jadi dapat dikatakan bahwa perusahaan yang mencapai titik *break even point* ialah perusahaan yang telah memiliki kesetaraan antara modal yang dikeluarkan untuk proses produksi dengan pendapatan produk yang dihasilkan.

Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan total *cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP. Salah satu tujuan utama perusahaan adalah mendapatkan keuntungan atau laba secara maksimal bisa dilakukan dengan beberapa langkah sebagai berikut:

- Menekan sebisa mungkin biaya produksi atau biaya operasional sekecil-kecilnya, serendah-rendahnya tetapi tingkat harga, kualitas, maupun kuantitasnya tepat dipertahankan sebisanya.
- Penentuan harga jual sedemikian rupa menyesuaikan tingkat keuntungan yang diinginkan/dikehendaki.
- Volume kegiatan ditingkatkan dengan semaksimal mungkin.

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

Dimana

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

D. Shut Down Point (SDP)

Down Point merupakan 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 profit). Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.

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

E. Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)

Discounted Cash Flow Rate of Return adalah salah satu metode untuk menghitung prospek pertumbuhan suatu instrument investasi dalam beberapa waktu kedepan. Konsep DCFR ini didasarkan pada pemikiran bahwa, jika anda menginvestasikan sejumlah dana, maka dana tersebut akan tumbuh sebesar sekian persen atau mungkin sekian kali lipat setelah beberapa waktu tertentu. Disebut '*discounted cash flow*' atau ' arus kas yang terdiskon', karena cara menghitungnya adalah dengan mengestimasi arus dana dimasa mendatang untuk kemudian di *cut* dan menghasilkan nilai tersebut pada masa kini.

Biasanya seorang investor ingin mengetahui bahwa jika dia menginvestasikan sejumlah dana pada suatu instrumen investasi tertentu, maka setelah kurun waktu tertentu (misalnya setahun), dana tersebut akan tumbuh menjadi berapa. Untuk menghitungnya, maka digunakan Persamaan DCFR :

$$(FC+WC)(1+i)^N = C \sum_{n=0}^{n=N-1} (1+i)^N + WC + SV$$

Dimana:

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

C : *Cash flow*

: profit after taxes + depresiasi + finance

n : Umur pabrik = 10 tahun

I : Nilai DCFR

4.7.5 Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana pendirian pabrik Bioetanol memerlukan rencana PPC, PC, MC, serta *General Expense*. Hasil rancangan masing–masing disajikan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4. 24 Physical Plant Cost

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	Rp 72.415.551.728	\$ 5.099.687
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	Rp 18.103.887.932	\$ 1.274.922
3	Instalasi cost	Rp 11.449.816.672	\$ 806.325
4	Pemipaan	Rp 16.840.440.542	\$ 1.185.947
5	Instrumentasi	Rp 22.377.935.390	\$ 1.575.911
6	Insulasi	Rp 5.613.480.181	\$ 395.316
7	Listrik	Rp 7.241.555.173	\$ 509.969
8	Bangunan	Rp 17.190.000.000	\$ 1.210.563
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	Rp 16.410.000.000	\$ 1.155.634
<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>		Rp 187.642.667.616	\$ 13.214.272

Tabel 4. 25 Direct Plant Cost (DPC)

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Teknik dan Konstruksi	Rp 36.493.042.130	\$ 2.569.933
<i>Total (DPC + PPC)</i>		Rp 218.958.252.783	\$ 15.419.595

Tabel 4. 26 Fixed Capital Investment (FCI)

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Total DPC + PPC	Rp 218.958.252.783	\$ 15.419.595

2	Kontraktor	Rp 8.758.330.111	\$ 616.784
3	Biaya tak terduga	Rp 21.895.825.278	\$ 1.541.960
Fixed Capital Investment (FCI)		Rp 249.612.408.172	\$ 17.578.339

Tabel 4. 27 Direct Manufacturing Cost (DMC)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	Rp 33.424.751.075	\$ 2.353.855.71
2	<i>Labor</i>	Rp 13.243.200.000	\$ 932.619.72
3	<i>Supervision</i>	Rp 1.324.320.000	\$ 93.261.97
4	<i>Maintenance</i>	Rp 4.992.248.163	\$ 351.566.77
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp 748.837.225	\$ 52.735.02
6	<i>Royalty and Patents</i>	Rp 1.846.000.000	\$ 130.000.00
7	<i>Utilities</i>	Rp 22.154.130.533	\$ 1.560.150.04
Direct Manufacturing Cost (DMC)		Rp 77.733.486.996	\$ 5.474.189.23

Tabel 4. 28 Indirect Manufacturing Cost (IMC)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp 1.986.480.000	\$ 139.893
2	<i>Laboratory</i>	Rp 1.324.320.000	\$ 93.262
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp 6.621.600.000	\$ 466.310
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp 9.230.000.000	\$ 650.000
Indirect Manufacturing Cost (IMC)		Rp 19.162.400.000	\$ 1.349.465

Tabel 4. 29 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 1.968.992.654	\$ 1.406.267
2	<i>Propertu taxes</i>	Rp 2.496.124.082	\$ 175.783
3	<i>Insurance</i>	Rp 2.496.124.082	\$ 175.783
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		Rp 24.961.240.817	\$ 1.757.834

Tabel 4. 30 Manufacturing Cost (MC)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	Rp 77.733.486.996	\$ 5.474.189
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	Rp 19.162.400.000	\$ 1.349.465
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	Rp 24.961.240.817	\$ 1.757.834

<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp 121.857.127.813	\$ 8.581.488
--------------------------------	---------------------------	--------------

Tabel 4. 31 Working Capital (WC)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp 9.115.841.202	\$ 641.961
2	<i>In Process Inventory</i>	Rp 16.616.881.065	\$ 1.170.203
3	<i>Product Inventory</i>	Rp 11.077.920.710	\$ 780.135
4	<i>Extended Credit</i>	Rp 50.345.454.545	\$ 3.545.455
5	<i>Available Cash</i>	Rp 33.233.762.131	\$ 2.340.406
<i>Working Capital (WC)</i>		Rp 120.389.859.654	\$ 8.478.159

Tabel 4. 32 General Expense (GE)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Administration</i>	Rp 3.655.713.834	\$ 257.445
2	<i>Sales expense</i>	Rp 6.092.856.391	\$ 429.074
3	<i>Research</i>	Rp 4.264.999.473	\$ 300.352
4	<i>Finance</i>	Rp 7.400.045.357	\$ 521.130
<i>General Expense (GE)</i>		Rp 21,413,615,055	\$ 1,508,001

Tabel 4. 33 Total Biaya Produksi

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp 121.857.127.813	\$ 8.581.488
2	<i>General Expense (GE)</i>	Rp 21.413.615.055	\$ 1.508.001
Total Production Cost (TPC)		Rp 143.270.742.868	\$ 10.089.489

Tabel 4. 34 Fixed Cost (Fa)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 19.968.992.654	\$ 1.406.267
2	<i>Property taxes</i>	Rp 2.496.124.082	\$ 175.783
3	<i>Insurance</i>	Rp 2.496.124.082	\$ 175.783
Fixed Cost (Fa)		Rp 24.961.240.817	\$ 1.757.834

Tabel 4. 35 Variable Cost (Va)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw material</i>	Rp 33.424.751.075	\$ 2.353.856
2	<i>Packaging & shipping</i>	Rp 9.230.000.000	\$ 650.000
3	<i>Utilities</i>	Rp 22.154.130.533	\$ 1.560.150
4	<i>Royalties and Patents</i>	Rp 1.846.000.000	\$ 130.000
Variable Cost (Va)		Rp 66.654.881.608	\$ 4.694.006

Tabel 4. 36 Regulated Cost (Ra)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Labor cost	Rp 13.243.200.000	\$ 932.620
2	Plant overhead	Rp 6.621.600.000	\$ 466.310
3	Payroll overhead	Rp 1.986.480.000	\$ 139.893
4	Supervision	Rp 1.324.320.000	\$ 93.262
5	Laboratory	Rp 1.324.320.000	\$ 93.262
6	Administration	Rp 3.655.713.834	\$ 257.445
7	Finance	Rp 7.400.045.357	\$ 521.130
8	Sales expense	Rp 6.092.856.391	\$ 429.074
9	Research	Rp 4.264.999.473	\$ 300.352
10	Maintenance	Rp 4.992.248.163	\$ 351.567
11	Plant supplies	Rp 748.837.225	\$ 52.735
Regulated Cost (Ra)		Rp 51.654.620.443	\$ 3.637.649

4.7.6 Analisa Keuntungan

Annual Sales (Sa) = Rp 184.600.000.000

Total Cost = Rp 143.270.742.868

Keuntungan sebelum pajak = Rp 41.329.257.132,09

Pajak Pendapatan = 25%

Keuntungan setelah pajak = Rp 30.996.942.849,07

A. *Percent Return On Investment (ROI)*

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100 \%$$

ROI sebelum pajak = 16.56 %

ROI sesudah pajak = 12.42 %

B. *Pay Out Time (POT)*

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

POT sebelum pajak = 4 tahun

POT sesudah pajak = 5 tahun

C. *Break Even Point (BEP)*

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

BEP = 49.47 %

D. *Shut Down Point (SDP)*

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

SDP = 18.95 %

E. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*

Umur pabrik = 10 tahun

Fixed Capital Investment = Rp 249.612.408.172

Working Capital = Rp 120.389.859.654

Salvage Value (SV) = Rp 19.968.992.654

Cash flow (CF) = Annual profit+depresiasi+ finance

CF = Rp 58.365.980.859

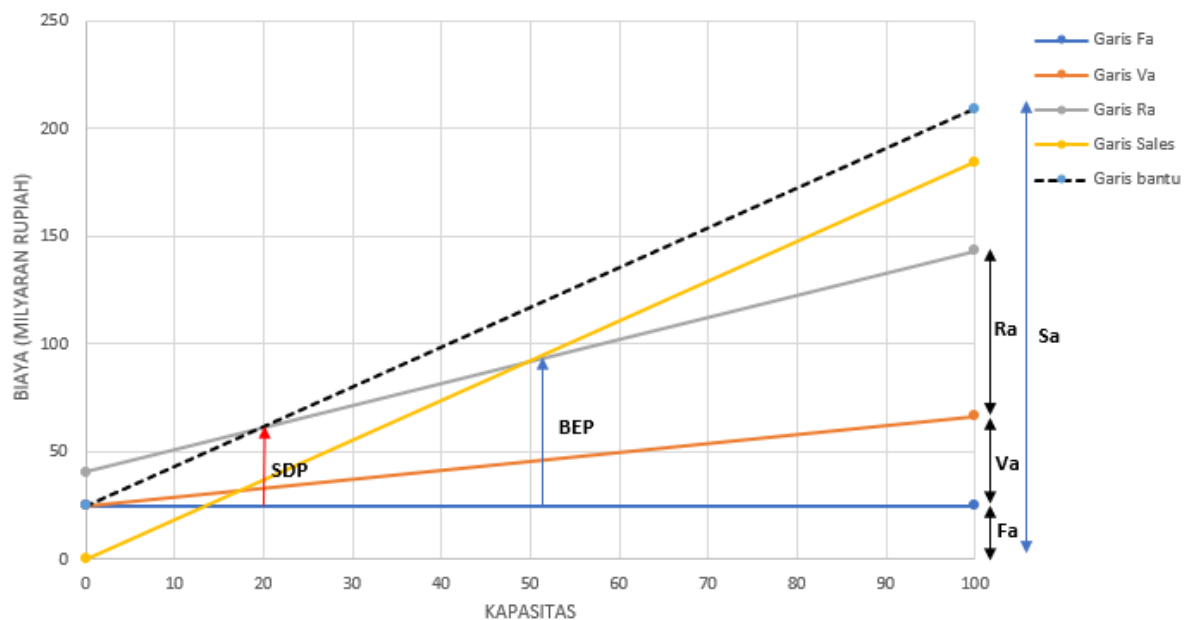
Discounted cash flow dihitung secara trial & error

$$(FC+WC)(1+i)^N = C \sum_{n=0}^{n=N-1} (1+i)^N + WC + SV$$

R = Rp1.347.825.561.914

S = Rp1.382.860.692.912

Dengan trial & error diperoleh nilai $i = 13,80\%$



Gambar 4. 16 Grafik BEP

Gambar 4.7 menunjukkan perolehan nilai BEP (*Break Even Point*) dan SDP (*Shut Down Point*) dimana didapat untuk nilai BEP dan SDP yang telah diketahui melalui perhitungan adalah 49,47 % dan 18,95 %. Dalam pembuatan grafik BEP diperlukan nilai-nilai seperti

Ra, Va, Fa, dan Sa dimana diketahui berdasarkan perhitungan di analisa ekonomi. Grafik BEP digunakan untuk mengetahui berapa total kapasitas yang harus di produksi dari kapasitas keseluruhan pabrik untuk mengetahui posisi dimana pabrik dalam kondisi tidak untung dan tidak rugi atau dalam kata lain kembali modal. Ketika pabrik telah beroperasi menghasilkan produk dengan kapasitas diatas titik BEP maka pabrik akan di katakan untung namun sebaliknya apabila pabrik menghasilkan kapasitas dibawah titik BEP maka dikatakan rugi. Sedangkan SDP adalah titik atau batas dimana pabrik tersebut harus di tutup karena mengalami kerugian yang besar.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan Pabrik Bioetanol dari Molase dengan kapasitas 13.000 ton/tahun, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- 1 Pabrik Bioetanol ini digolongkan pabrik beresiko rendah karena dijalankan pada variabel dan tekanan operasi rendah (kondisi atmosfer), serta bahan baku dan produk bukan bahan yang mudah meledak.
- 2 Hasil analisa ekonomi pabrik pada kapasitas 13.000 ton/tahun ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 5. 1 Hasil analisa ekonomi

Kriteria	Hasil Perhitungan	Persyaratan
Keuntungan (sebelum pajak)	Rp 41.329.257.132,09	
Keuntungan (setelah pajak)	Rp 30.996.942.849,07	
ROI sebelum pajak	16,56 %	ROI before taxes
ROI setelah pajak	12,42 %	minimum low 11 %, high 44%
POT sebelum pajak	4	POT before taxes
POT setelah pajak	5	maksimum, low 5 th, high 2th
BEP	49,47 %	Berkisar 40 - 60%
SDP	18,95 %	Berkisar 20 - 30%

DCFR	13,80 %	>1,5 bunga bank = minimum = 7,13%
------	---------	--------------------------------------

Dari hasil analisa ekonomi di atas, maka dapat disimpulkan bahwa pabrik Bioetanol dengan kapasitas 13.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

5.2 Saran

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

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
3. Produk metil akrilat dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Arlianty, L., “Bioetanol Sebagai Sumber Green Energy Alternatif yang Potensial Di Indonesia”, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Islam Syekh Yusuf, 2018.
- Brownell, L.E., & Young, E.H., “*Process Equipment Design*”, John Wiley and Sons Inc., New York, 1959.
- Coulson, J. M., and J. F. Richardson. 1983. *Chemical Equipment Design*, Vol.6. New York: John Wiley and Sons. Inc.
- Geankoplis, C.J., “*Transport Process and Unit operations*”, 3rd edition., Prentice Hall, Englewood Cliff, New Jersey, 1993.
- Hougen, O.A., “*Chemical Process Principles*”, John Wiley and Sons Inc., New York, 1960.
- Highina, B.K., I. Hashima and I.M. Bugaje. 2011. Optimization Of Ethanol Production From Sugar Molasses in Nigeria. *Journal of Applied Technology in Enviromental Sanitation* 1 (3): 233-237
- I.W.Warsa, et.al., (2013), Bioetanol Dari Bonggol Pohon Pisang, *Jurnal Teknik Kimia*, Vol.8 (1), 37-40.
- Kern, D.Q., “*Process Heat Transfer*”, McGraw-Hill Book Co., Singapore, 1965.
- Litya, J., Iskandar, R., “*Pembuatan Bioetanol Dari Tebu Dan Ubi Jalar serta Pengujian Pada Motor Bakar Torak*”, vol.21, hal.47, 2014.
- Ngwenya, T.T., P. Shukla., N. Baboolai., K. Permaul and S. Singh. 2012. An Industrial Perspective of Factors Affecting Molasses Fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Brewing and Distilling* 3 (2): 23 - 28.
- Patrascu, E., R. Gabriela, B. Camelia, and H. Traian. 2009. Bioethanol Production from Molasses by Different Strains of *Saccharomyces Cerevisiae*. *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati Fascicle VI – Food Technology*, New Series Year III (XXXIII). p. 49-56.

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.

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 Batch

Jumlah : 2 buah

Data :

Komponen	Massa (kg)	Fraksi Massa (%)	Densitas (kg/m ³)	Densitas Campuran
Glukosa	6255,474	0,188	1540,000	290,085
Air	26404,658	0,795	997,000	792,722
Saccharomyces	163,301	0,005	1670,100	8,212
UREA	130,641	0,004	1320,000	5,193
H ₂ SO ₄	124,228	0,004	1840,000	6,883
NPK	130,641	0,004	1000,000	3,934
Total	33208,942	1,000		1107,029

Tekanan (P) = 1 atm

Temperatur (T) = 30°C

(Aprilia Yasinta R, Roziq Rahadian H, dkk. 2017)

Densitas campuran (ρ) = 1107,029 kg/m³

$$= 69,131 \text{ lb/ft}^3$$

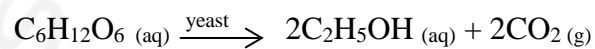
$$\text{Laju alir massa (W)} = 33208,942 \text{ kg/jam}$$

Fermentasi

$$\text{Konversi (X)} = 0,9$$

$$\text{Waktu tinggal } (\tau) = 30 \text{ jam}$$

Reaksi



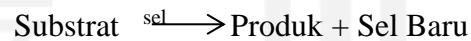
Laju alir volumetrik umpan, Q_f

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

$$= 29,998 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Kinetika Reaksi di Fermentor

Fermentasi :



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

Product concentration at which all metabolism ceases, $C_p^* = 93,000 \text{ gr/dm}^3$

Empirical constant, $n = 0,520$

A maximum specific growth reaction rate, $\mu_{\max} = 0,330/\text{jam}$

Parameter analogous to the Michaelis constant, $K_S = 1,700 \text{ g/dm}^3$

Cell maintenance, $m = 0,030 \text{ (gr substrat) / (gr cell.jam)}$

Yield coefficient pembentukkan sel, $Y'_{c/s} = 0,080 \text{ gr/gr}$

Yield coefficient pembentukkan produk, $Y_{p/s} = 0,462 \text{ g/g}$

$$Y_{p/s} = \frac{\text{Etanol terbentuk}}{\text{glukosa bereaksi}}$$

$$= \frac{2877.517 \text{ kg}}{622547 \text{ kg}}$$

$$= 0,462 \text{ g/g}$$

$$Y_{p/c} = \frac{Y_{p/s}}{Y'_{c/s}}$$

$$= \frac{0,462 \text{ g/g}}{0,080}$$

$$= 5.778 \text{ g/g}$$

Konstanta Deaktivasi

$$K_d = 0,010 / \text{jam}$$

Glukosa Terbentuk

Glukosa masuk fermentor = 6,255.474 kg/jam

$$N_{S0} \text{ Glukosa} = \frac{6,255.474 \text{ kg/jam}}{180 \text{ kg/kmol}}$$

$$= 34.753 \text{ kmol/jam}$$

$$C_{S0} \text{ Glukosa} = \frac{34.753 \text{ kmol/jam}}{29,998 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 1.158 \text{ kmol/m}^3$$

Konsentrasi Substrat, C_s

$$C_s = \frac{6,255.474 \text{ kg/jam}}{29,998 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 208.528 \text{ gr/dm}^3$$

Konsentrasi Sel Mula-Mula

$$C_{C0} = \frac{163.301 \text{ kg/jam}}{29,998 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 5.444 \text{ gr/dm}^3$$

Kecepatan Spesifik Pertumbuhan Sel

$$\begin{aligned}\mu &= \mu_{max} \frac{C_S}{K_S + C_S} && \text{(Eq. 12-27 Fogler)} \\ &= 0,330/\text{jam} \frac{208.528 \text{ gr/dm}^3}{1,700 \frac{\text{gr}}{\text{dm}^3} + 208.528 \text{ gr/dm}^3} \\ &= 0,327 / \text{jam}\end{aligned}$$

Kecepatan Degradasi Sel

$$\begin{aligned}r_d &= K_d \cdot C_c \\ &= 0,010 / \text{jam} \cdot 5.444 \text{ gr/dm}^3 \\ &= 0,054 \text{ gr/dm}^3 \cdot \text{jam}\end{aligned}$$

Kecepatan Konsumsi Substrat Selama Maintenance

$$\begin{aligned}r_{sm} &= m \cdot C_c \\ &= 0,030 \text{ (gr substrat) / (gr cell.jam)} \cdot 5.444 \text{ gr/dm}^3 \\ &= 0.163 \text{ gr/dm}^3 \cdot \text{jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Substrat dikonsumsi / jam} &= 0.163 \text{ gr/dm}^3 \cdot \text{jam} / 1 \text{ jam} \\ &= 0.163 \text{ gr/dm}^3\end{aligned}$$

C_C terbentuk = $Y'_{c/s}$. substrat yang dikonsumsi

$$\begin{aligned}&= 0,080 \text{ gr/gr} \cdot 0.163 \text{ gr/dm}^3 \\ &= 0.013 \text{ gr/dm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C_C &= 0,013 \text{ gr/dm}^3 + 5.444 \text{ gr/dm}^3 \\ &= 5.457 \text{ gr/dm}^3\end{aligned}$$

Kecepatan Pertumbuhan Sel

K_{obs} = faktor inhibisi

$$K_{\text{obs}} = \left[1 - \frac{C_C - C_{C0}}{C_{p^*}} \right]^n \quad (\text{Fogler hal.703})$$

$$= \left[1 - \frac{(5.457 - 5.444) \text{ gr/dm}^3}{93,000 \text{ gr/dm}^3} \right]^{0,520}$$

$$= 1$$

Monod equation

$$r_g = \mu \cdot C_C$$

$$r_g = \text{cell growth} \quad \text{gr/dm}^3$$

$$C_C = \text{cell concentration} \quad \text{gr/dm}^3$$

$$\mu = \text{specific growth rate} \quad \text{s}^{-1}$$

$$= 0.327 / \text{jam} \cdot 5.444 \text{ gr/dm}^3$$

$$= 1.782 \text{ gr/dm}^3 \cdot \text{jam}$$

Kecepatan Produksi Etanol

$$r_p = \frac{dC_p}{dt}$$

$$= Y_{p/c} \cdot r_g$$

$$= 5.778 \text{ g/g} \cdot 1.782 \text{ gr/dm}^3 \cdot \text{jam}$$

$$= 10.294 \text{ gr/dm}^3 \cdot \text{jam}$$

$$= 10.294 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{jam}$$

Menentukan Volume Reaktor, V_R

$$\text{Etanol terbentuk} = 2,877.518 \text{ kg/jam}$$

$$V = \frac{10.294 \text{ kg/jam}}{2,877.518 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{jam}}$$

$$= 279.520 \text{ m}^3$$

$$\text{Faktor keamanan} = 20 \% = 0,2$$

Maka kapasitas desain reaktor :

$$V_R = (1 + \text{Faktor keamanan}) \times V$$

$$= (1 + 0,2) \times 279.520 \text{ m}^3$$

$$= 335.424 \text{ m}^3$$

Menentukan Konfigurasi Tangki

Diameter Tangki, D_t

$$V_R = V_{\text{liquid}} + V_{\text{elipsoidal}}$$

$$\text{dimana : } V_L = \frac{\pi \cdot D_t^2}{4} H_L, \text{ dengan } H_L = 1,050 D_t$$

$$V_E = \frac{\pi \cdot D_t^2}{6} H_E, \text{ dengan } H_E = 0,250 D_t$$

Maka :

$$V_R = \frac{\pi \cdot D_t^2}{4} 1,050 D_t + \frac{\pi \cdot D_t^2}{6} 0,250 D_t$$

$$= 0,3042 \pi D_t^3$$

$$D_t = \left[\frac{V_R}{0,3042 \pi} \right]^{1/3}$$

$$= \left[\frac{335.424 \text{ m}^3}{0,3042 \cdot 3,14} \right]^{1/3}$$

$$= 7.055 \text{ m}$$

Tinggi Tangki, H_R

$$V_R = V_S + 2V_E$$

$$V_S = \text{Volume silinder}$$

$$= \frac{\pi}{4} \cdot D_t^2 \cdot H_s \quad H_s = \text{tinggi silinder}$$

$$V_E = \text{Volume elipsoidal}$$

$$= \frac{\pi}{6} \cdot Dt^2 \cdot H_E \quad H_E = \text{tinggi elipsoidal} = \frac{1}{4} Dt$$

$$V_R = V_S + 2V_E$$

$$335.424 \text{ m}^3 = \left(\frac{\pi}{4} Dt^2 H_S\right) + 2\left(\frac{\pi}{6} Dt^2 H_E\right)$$

$$H_S = \frac{148,232 - \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot (3,785 \text{ m})^3}{24}\right)}{\frac{(\pi \cdot (3,785 \text{ m})^2)}{4}}$$

$$= 6.233 \text{ m}$$

$$H_E = 0,250Dt$$

$$= 0,250 \cdot 7.055 \text{ m}$$

$$= 1.764 \text{ m}$$

$$H_R = H_S + 2H_E$$

$$= 6.233 \text{ m} + 2 \cdot 1.764 \text{ m}$$

$$= 9.760 \text{ m}$$

Berdasarkan gambar 1.1 Holland & Chapman, hal 12, dipilih pengaduk “Flat Blade Turbine”. Dari hal 159-161, Holland & Chapman, dipilih konfigurasi tanki Brooks and Shu dengan jaket untuk mempertahankan temperatur. Dengan spesifikasi tangki :

$$Dt = 7.055 \text{ m}$$

Diameter pengaduk, Di

$$Di = 0,300 Dt$$

$$= 0,300 \cdot 7.055 \text{ m}$$

$$= 2.117 \text{ m}$$

Tinggi Liquid, H_L

$$H_L = 1,050 Dt$$

$$= 1,050 \cdot 7.055 \text{ m}$$

$$= 7.408 \text{ m}$$

Lebar Baffle, W_b

$$W_b = 0,010 \text{ Dt}$$

$$= 0,010 \cdot 7.055 \text{ m}$$

$$= 0.071 \text{ m}$$

Tinggi Dasar Pengaduk dari Dasar Tangki, H_i

$$H_i = 0,300 \text{ Dt}$$

$$= 0,300 \cdot 7.055 \text{ m}$$

$$= 2.117 \text{ m}$$

Lebar Blade, q

$$q = 0,060 \text{ Dt}$$

$$= 0,060 \cdot 7.055 \text{ m}$$

$$= 0.423 \text{ m}$$

Panjang Daun Impeller, L

$$L = 0,250 \text{ Di}$$

$$= 0,250 \cdot 2.117 \text{ m}$$

$$= 0,529 \text{ m}$$

Panjang Lilitan Koil, L_c

$$L_c = 0,650 \text{ Dt}$$

$$= 0,650 \cdot 7.055 \text{ m}$$

$$= 4.586 \text{ m}$$

Diameter Lilitan Koil, D_c

$$D_c = 0,700 D_t$$

$$= 0,700 \cdot 7.055 \text{ m}$$

$$= 4.939 \text{ m}$$

Tinggi Koil dari Dasar Tangki, H_c

$$H_c = 0,150 D_t$$

$$= 0,150 \cdot 7.055 \text{ m}$$

$$= 1.058 \text{ m}$$

Posisi Baffle dari Dinding Tangki, r_B

$$r_B = \frac{D_t}{48}$$

$$= \frac{7.055 \text{ m}}{48}$$

$$= 0,147 \text{ m}$$

Menentukan Tebal Tangki, t

$$t = \frac{P \cdot D_a}{2 \cdot S \cdot E_j - 0,2 \cdot P} + C$$

Di mana :

$$P = \text{Tekanan desain} = 1 \text{ atm}$$

$$= 14,696 \text{ psi}$$

$$D_t = \text{Diameter tangki} = 7.055 \text{ m}$$

$$S = \text{Tekanan kerja yang diinginkan} = 13,700 \text{ psi} \quad (\text{Peter, Tabel 4, p.570})$$

$$= 931,973 \text{ atm}$$

$$E_j = \text{Efisiensi pengelasan} = 0,850 \quad (\text{Peter, Tabel 6, p.571})$$

$$C = \text{Tebal korosi yang diizinkan} = 0,011 \text{ m} \quad (\text{Peter, Tabel 6, p.571})$$

Maka :

$$t = \frac{1 \text{ atm} \cdot 3,785 \text{ m}}{(2 \cdot 931,973 \text{ atm} \cdot 0,850) - (0,2 \cdot 1 \text{ atm})} + 0,011 \text{ m}$$

$$= 0,015 \text{ m}$$

$$= 15.454 \text{ mm}$$

Diameter Luar, OD

$$OD = ID + 2t \quad (\text{Mc Cabe, hal.275, 1987, terjemahan})$$

$$= 7.055 \text{ m} + 2 \cdot 0,015 \text{ m}$$

$$= 7.086 \text{ m}$$

Menentukan Putaran Pengaduk, N

$$\frac{N Di}{(\tau g gc/\rho)^{0,25}} = 1,22 + 1,25 \frac{D_p}{Di}$$

Di mana :

$$Di = \text{diameter pengaduk} = 2.117 \text{ m} = 211.652 \text{ cm} = 6.942 \text{ ft}$$

$$S = \text{Konstanta} = 7,500$$

$$D_p = \text{Diameter partikel} = 0,005 \text{ cm}$$

$$V = \text{Viskositas kinematika} = 0,009 \text{ cm}^2/\text{s}$$

$$g = \text{gravitasi} = 980,000 \text{ cm}/\text{s}^2$$

$$B = (\text{berat solid/berat liquid}) \times 100 = 54,310$$

$$\rho = \text{Densitas campuran} = 1.107,029 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$\Delta\rho = \text{Densitas campuran} - 1000 = 107,209 \text{ kg}/\text{m}^3$$

Maka :

$$N = \frac{S V^{0,1} D_p^{0,2} \left(c g \left(\frac{\Delta \rho}{\rho} \right) \right)^{0,45} B^{0,13}}{D_i^{0,85}}$$

$$= 0,224 \text{ rps}$$

Menentukan Power Pengaduk

Nilai reynold number, N_{RE}

$$\begin{aligned} N_{RE} &= \frac{\rho N D_i^2}{\mu} \\ &= \frac{69,131 \frac{lb}{ft^3} \cdot 0,224 \text{ rps} \cdot (6,942 \text{ ft})^2}{0,00134} \\ &= 557,106.324 \end{aligned}$$

Untuk $N_{RE} > 10.000$ pada tangki yang dilengkapi dengan baffle, maka power pengaduk tidak bergantung pada nilai N_{RE} .

$$P = \frac{K_T \cdot \rho \cdot N^3 \cdot D_i^5}{g_c}$$

Di mana :

K_T = Faktor pengaduk = 6,300

$$\rho = 69,131 \text{ lb/ft}^3$$

$$D_i = 6.942 \text{ ft}$$

$$g_c = 32,172 \text{ ft/s}^2$$

Maka :

$$P = \frac{6,300 \cdot 69,131 \frac{lb}{ft^3} \cdot (0,380 \text{ rps})^3 \cdot (6,942 \text{ ft})^5}{32,172 \frac{ft}{s^2} \cdot 550}$$

$$= 4,465 \text{ HP}$$

Efisiensi motor = 87 % = 0,87

$$P = \frac{4,465 \text{ HP}}{0,87}$$

$$= 5,581 \text{ HP}$$

Dipakai motor = 6 HP

Menentukan Tebal Jacket Pendingin

Dari Tabel 12.1 Typical overall coefficients, Coulson hal 513 diperoleh nilai overall heat transfer coefficient untuk cooling water :

$$U_c = 250 - 750 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

Dari Tabel 12.2 fouling factor coefficients, Coulson hal 516 diperoleh nilai fouling factor untuk cooling water :

$$R_d = 3.000 - 6.000 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

Jumlah air pendingin = 23461,975 kg/jam

Densitas air (28°C) = 996,233 kg/m³

Residence time = 69,131 jam

$$\begin{aligned} \text{Volumetric flowrate} &= \frac{23.461,975 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \cdot 30 \text{ jam}}{996,233 \text{ kg/m}^3} \\ &= 162,807 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volumetric flow area jacket cooling system, V :

$$\left(\frac{\pi}{4} D^2 H_L + \frac{\pi}{3} D^2 H_L \right) - \left(\frac{\pi}{4} OD^2 H_L + \frac{\pi}{3} OD^2 H_L \right)$$

$$\frac{\pi}{4} H_L (D^2 - OD^2) + \frac{\pi}{3} H_L (D^2 - OD^2)$$

Jika $(D^2 - OD^2) = X$, maka :

$$X = \frac{162,807 \text{ m}^3}{\left(\left(\frac{3,14 \cdot 3,975 \text{ m}}{4}\right) + \left(\frac{3,14 \cdot 3,975 \text{ m}}{3}\right)\right)} \cdot 0,5$$

$$= 5,999$$

$$D^2 = X + OD^2$$

$$= 5,999 \text{ m}^2 + (7,086 \text{ m})^2$$

$$= 56,211 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{56,211 \text{ m}^2}$$

$$= 7,497 \text{ m}$$

$$\text{Lebar Jacket} = D - OD$$

$$= 7,497 \text{ m} - 7,086 \text{ m}$$

$$= 0,411 \text{ m}$$

Optimasi Jumlah Reaktor

$$V = \frac{F_v}{k} \left[\frac{1}{(1-Xn)^{1/n}} - 1 \right]$$

Dengan :

n = jumlah reaktor

Xn = konversi keluar reaktor

Fv = Laju alir volumetrik (m³/jam)

V = Volume masing – masing reaktor

$$n = 1$$

$$V = \frac{F_v}{k} \left[\frac{1}{(1-Xn)^{1/n}} - 1 \right]$$

$$= \frac{29,998 \text{ m}^3/\text{jam}}{0,030/\text{jam}} \left[\frac{1}{(1-0,1)^{1/1}} - 1 \right]$$

$$= 111,103 \text{ m}^3$$

n	V (m3)
1	111,103
2	54,088
3	35,741
4	26,688

Dipilih menggunakan 2 buah reaktor, karena untuk jumlah reaktor lebih dari 2, volume masing-masing reaktor menjadi terlalu kecil, tidak sesuai dengan hasil perhitungan perancangan reaktor, yaitu 51,508 m³.

Penjadwalan Reaktor

$$\begin{aligned} \text{Waktu pengisian (t}_f) &= \frac{\text{Densitas}}{\text{Laju alir massa}} \times \text{volume reaktor} \\ &= \frac{1.107,029 \text{ kg/m}^3}{33.208,942 \text{ kg/jam}} \times 51,508 \text{ m}^3 \\ &= 1,71 \text{ jam} \approx 2 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\text{Waktu reaksi (t)} = 30 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu pengosongan (t}_e) = \text{waktu pengisian} = 2 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu pembersihan (t}_c) = 1 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu siklus} = t_f + t + t_e + t_c$$

$$= 2 + 30 + 2 + 1 \text{ jam}$$

$$= 35 \text{ jam}$$

Reaktor	Ket	Waktu (Jam)																																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34		
R-01	tf	■	■																																		
	t			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	te																																			■	
	tc																																				■
R-02	tf		■	■																																	
	t				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	te																																				■
	tc	■																																			

Keterangan :

tf = waktu pengisian

t = waktu reaksi

te = waktu pengosongan

tc = waktu pembersihan



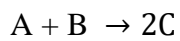
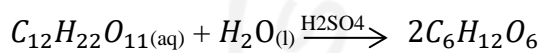
REAKTOR HIDROLISA (R - 01)

Fungsi : Sebagai tempat terjadinya hidrolisa sukrosa menjadi glukosa

Jenis : Batch

Jumlah : 1 unit

Mekanisme reaksi



$$NC_0 = 2.719 \text{ kmol}$$

$$NA_0 = 1.360 \text{ kmol}$$

$$NB_0 = 1.360 \text{ kmol}$$

$$NC_0 = 2.719 \text{ kmol}$$

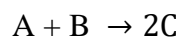
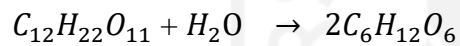
$$\text{Basis} = A$$

$$X = 0,95$$

Komponen	Mula - mula	Reaksi	Sisa
A	NA0	NA.X	NA = NA0 - NA0.X
B	NB0	NA0.X	NB = NB0 - NA0.X
C	NC0	2NA0.X	NC = NC0 + 2.NA0.X
Total	NT0		

Komponen	Mula - mula	Reaksi	Sisa
A	1.360	1.292	0.068
B	1.360	1.292	0.068
C		2.584	2.584
Total	NT0		2.719

Mekanisme Reaksi



$$(-r_A) = k \cdot C_A \quad (\text{orde 1})$$

Neraca Massa A di dalam reaktor Batch

$$\text{Rate of mass A input} - \text{Rate of mass A output} - (r_A)V = \frac{dN_A}{dt}$$

$$N_A = C_A \cdot V$$

$$-(-r_A)V = \frac{d(C_A \cdot V)}{dt}$$

$$-(-r_A)V = C_A \frac{dV}{dt} + V \frac{dC_A}{dt}$$

$$-(-r_A)V = V \frac{dC_A}{dt}$$

$$-(-r_A) = \frac{dC_A}{dt}$$

Untuk keperluan perancangan, bentuk diferensial tersebut perlu diintegrasikan, sehingga parameter perancangan bisa dihitung

$$\begin{aligned}
 t &= \int_{C_{A0}}^{C_A} \frac{dC_A}{(-r_A)} \\
 &= \int_{C_{A0}}^{C_A} \frac{dC_A}{k \cdot C_A} \\
 &= -\frac{1}{k} \ln \frac{C_A}{C_{A0}} \\
 &= -\frac{1}{k} \ln \frac{C_A}{C_{A0}} \\
 &= -\frac{1}{k} \ln \frac{C_{A0}(1-X)}{C_{A0}} \\
 &= -\frac{1}{k} \ln (1-X) \\
 &= \frac{1}{k} \ln \left(\frac{1}{1-X} \right)
 \end{aligned}$$

Mencari nilai k

nilai k dicari dengan persamaan Arrhenius

$$\begin{aligned}
 k &= 9130 \exp \left(-\frac{0.154 \text{ J/mol}}{0.00767 \frac{\text{J}}{\text{mol}} \cdot \text{K} \cdot 303 \text{ K}} \right) \\
 &= 0,000192
 \end{aligned}$$

Menghitung Waktu Reaksi

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{1}{k} \ln \left(\frac{1}{1-X} \right) \\
 &= \frac{1}{0,000192/\text{s}} \ln \left(\frac{1}{1-0,95} \right) \\
 &= 4,330 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\text{Waktu Siklus} = t_f + t + t_e + t_c$$

$$= (1 + 4,330 + 1 + 1) \text{ jam}$$

$$= 7,330 \text{ jam}$$

Menghitung Volume Reaktor

$$\text{Laju alir bahan} = 32660,13 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Densitas campuran} = 1050,39 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volume Bahan, } V = \frac{F}{\rho_{\text{campuran}}} = \frac{32660,13 \text{ kg}}{1050,39 \text{ kg/m}^3} = 31,093 \text{ m}^3$$

$$\text{Faktor kelonggaran} = 20 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Volume tangki, } V_T &= (1 + f_k) \times V \\ &= (1+0,2) \times 31,093 \text{ m}^3 \\ &= 37,312 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Menentukan Konfigurasi Tangki

Diameter Tangki, D_t

$$V_R = V_{\text{liquid}} + V_{\text{elipsoidal}}$$

$$\text{dimana : } V_L = \frac{\pi \cdot D_t^2}{4} H_L, \text{ dengan } H_L = 1,050 D_t$$

$$V_E = \frac{\pi \cdot D_t^2}{6} H_E, \text{ dengan } H_E = 0,250 D_t$$

Maka :

$$V_R = \frac{\pi \cdot D_t^2}{4} 1,050 D_t + \frac{\pi \cdot D_t^2}{6} 0,250 D_t$$

$$= 0,3042 \pi D_t^3$$

$$D_t = \left[\frac{V_R}{0,3042 \pi} \right]^{1/3}$$

$$= \left[\frac{37.312 \text{ m}^3}{0,3042 \cdot 3,14} \right]^{1/3}$$

$$= 4,147 \text{ m}$$

Tinggi Tangki, H_R

$$V_R = V_S + 2V_E$$

V_S = Volume silinder

$$= \frac{\pi}{4} \cdot Dt^2 \cdot H_S \quad H_S = \text{tinggi silinder}$$

V_E = Volume elipsoidal

$$= \frac{\pi}{6} \cdot Dt^2 \cdot H_E \quad H_E = \text{tinggi elipsoidal} = \frac{1}{4} Dt$$

$$V_R = V_S + 2V_E$$

$$37,312 \text{ m}^3 = \left(\frac{\pi}{4} Dt^2 H_S \right) + 2 \left(\frac{\pi}{6} Dt^2 H_E \right)$$

$$H_S = 0,5D$$

$$= 0,5 \cdot 4,147 \text{ m}$$

$$= 2,073 \text{ m}$$

$$H_E = 0,250Dt$$

$$= 0,250 \cdot 4,147 \text{ m}$$

$$= 1,0366 \text{ m}$$

maka

$$H_R = H_S + 2H_E$$

$$= 2,073 \text{ m} + 2(1,0366) \text{ m}$$

$$= 4,146 \text{ m}$$

Berdasarkan gambar 1.1 Holland & Chapman, hal 12, dipilih pengaduk “Flat Blade Turbin2(e)”. Dari hal 159-161, Holland & Chapman, dipilih konfigurasi tangki Brooks and Shu dengan jaket untuk mempertahankan temperatur. Dengan spesifikasi tangki :

Diameter pengaduk, Di

$$\begin{aligned} D_i &= 0,300 D_t \\ &= 0,300 \cdot 4,147 \text{ m} \\ &= 1,325 \text{ m} \end{aligned}$$

Tinggi Liquid, H_L

$$\begin{aligned} H_L &= 1,050 D_t \\ &= 1,050 \cdot 4,147 \text{ m} \\ &= 4,354 \text{ m} \end{aligned}$$

Lebar Baffle, W_b

$$\begin{aligned} W_b &= 0,010 D_t \\ &= 0,010 \cdot 4,147 \text{ m} \\ &= 0,044 \text{ m} \end{aligned}$$

Tinggi Dasar Pengaduk dari Dasar Tangki, Hi

$$\begin{aligned} H_i &= 0,300 D_t \\ &= 0,300 \cdot 4,147 \text{ m} \\ &= 1,325 \text{ m} \end{aligned}$$

Lebar Blade, q

$$\begin{aligned}q &= 0,060 Dt \\ &= 0,060 \cdot 4,147 \text{ m} \\ &= 0,265 \text{ m}\end{aligned}$$

Panjang Daun Impeller, L

$$\begin{aligned}L &= 0,250 Di \\ &= 0,250 \cdot 1,325 \text{ m} \\ &= 0,331 \text{ m}\end{aligned}$$

Panjang Lilitan Koil, L_C

$$\begin{aligned}L_C &= 0,650 Dt \\ &= 0,650 \cdot 1,233 \text{ m} \\ &= 2,671 \text{ m}\end{aligned}$$

Diameter Lilitan Koil, D_C

$$\begin{aligned}D_C &= 0,700 Dt \\ &= 0,700 \cdot 4,110 \text{ m} \\ &= 2,877 \text{ m}\end{aligned}$$

Tinggi Koil dari Dasar Tangki, H_c

$$\begin{aligned}H_c &= 0,150 Dt \\ &= 0,150 \cdot 4,147 \text{ m} \\ &= 0,622 \text{ m}\end{aligned}$$

Posisi Baffle dari Dinding Tangki, r_B

$$r_B = \frac{Dt}{48}$$

$$= \frac{4.147 \text{ m}}{48}$$

$$= 0,086 \text{ m}$$

Menentukan Tebal Tangki, t

$$t = \frac{P \cdot Da}{2 \cdot S \cdot E_j - 0,2 \cdot P} + C$$

Di mana :

$$P = \text{Tekanan desain} = 1 \text{ atm}$$

$$= 14,696 \text{ psi}$$

$$Da = \text{Diameter tangki} = 4,147 \text{ m}$$

$$S = \text{Tekanan kerja yang diinginkan} = 13,700 \text{ psi} \quad (\text{Peter, Tabel 4, p.570})$$

$$= 931,973 \text{ atm}$$

$$E_j = \text{Efisiensi pengelasan} = 0,850 \quad (\text{Peter, Tabel 6, p.571})$$

$$C = \text{Tebal korosi yang diizinkan} = 0,125 \text{ m} \quad (\text{Peter, Tabel 6, p.571})$$

Maka :

$$t = \frac{1 \text{ atm} \cdot 3,780 \text{ m}}{(2 \cdot 931,973 \text{ atm} \cdot 0,850) - (0,2 \cdot 1 \text{ atm})} + 0,011 \text{ m}$$

$$= 0,0148 \text{ m}$$

$$= 148,86 \text{ mm}$$

Diameter Luar, OD

$$OD = ID + 2t \quad (\text{Mc Cabe, hal.275, 1987, terjemahan})$$

$$= 4,147 \text{ m} + 2 \cdot 0,0148 \text{ m}$$

$$= 4,176 \text{ m}$$

Menentukan Putaran Pengaduk, N

$$\frac{N D_i}{(\tau g gc/\rho)^{0,25}} = 1,22 + 1,25 \frac{D_p}{D_i}$$

Di mana :

D_i = diameter pengaduk = 1,325 m = 132,5 cm = 4,0518 ft

S = Konstanta = 7,500

D_p = Diameter partikel = 0,005 cm

V = Viskositas kinematika = 0,009 cm²/s

g = gravitasi = 980,000 cm/s²

B = (berat solid/berat liquid) x 100 = 54,310

ρ = Densitas campuran = 1050,394 kg/m³

$\Delta\rho$ = Densitas campuran – 1000 = 50,394 kg/m³

Maka :

$$N = \frac{S V^{0,1} D_p^{0,2} \left(g \left(\frac{\Delta\rho}{\rho} \right) \right)^{0,45} B^{0,13}}{D_i^{0,85}}$$

$$= \frac{7,500 \left(\frac{0,009 \text{ cm}^2}{s} \right)^{0,1} (0,005 \text{ cm})^{0,2} \left(\left(980,000 \frac{\text{cm}}{s^2} \right) \left(\frac{50,394 \text{ kg/m}^3}{1.050,394 \text{ kg/m}^3} \right) \right)^{0,45} (54,310)^{0,13}}{(132,5 \text{ cm})^{0,85}}$$

$$= 0,0109 \text{ rps}$$

Menentukan Power Pengaduk

Nilai reynold number, N_{RE}

$$N_{RE} = \frac{\rho N D_i^2}{\mu}$$

$$= \frac{65,564 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} \cdot 0,0109 \text{ rps} \cdot (4,0518 \text{ ft})^2}{0,3047}$$

$$= 38,504$$

Untuk $N_{RE} > 10.000$ pada tangki yang dilengkapi dengan baffle, maka power pengaduk tidak bergantung pada nilai N_{RE} .

$$P = \frac{K_T \cdot \rho \cdot N^3 \cdot D_i^5}{gc}$$

Di mana :

$$K_T = \text{Faktor pengaduk} = 6,300$$

$$\rho = 65,564 \text{ lb/ft}^3$$

$$D_i = 4,0518 \text{ ft}$$

$$gc = 32,172 \text{ ft/s}^2$$

Maka :

$$P = \frac{6,300 \cdot 65,564 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} \cdot (0,0109 \text{ rps})^3 \cdot (4,0518 \text{ ft})^5}{32,172 \frac{\text{ft}}{\text{s}^2}}$$

$$= 0,0181 \text{ HP}$$

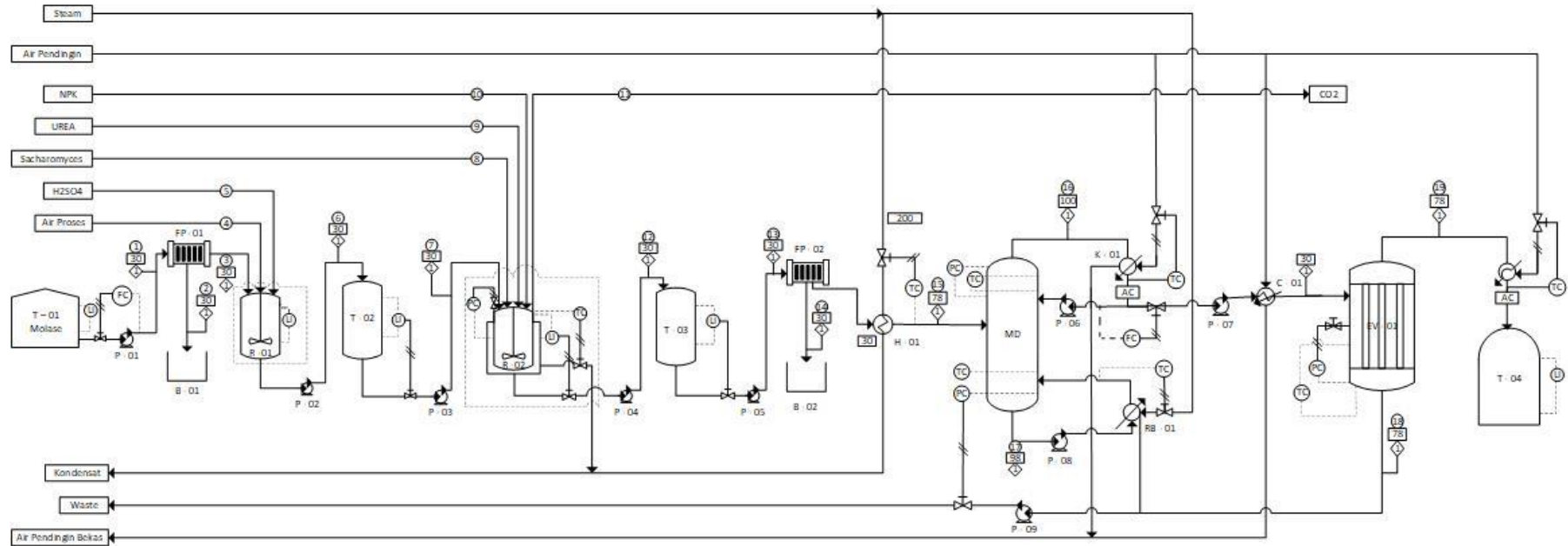
$$\text{Efisiensi motor} = 75 \% = 0,75$$

$$P = \frac{0,0181 \text{ HP}}{0,75}$$

$$= 0,0242 \text{ HP}$$

Digunakan power pengaduk 1 HP

PERANCANGAN PABRIK KIMIA BIOETANOL DARI MOLASE KAPASITAS 13.000 TON/TAHUN



NO	KOMPONEN	NOMOR ARUS (kg/jam)																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	C3H12O6	576.6	57.66			6255.47	6255.47						625.55	625.5474	625.5474	625.5474				
2	C12H22O11	465	46.5																	
3	H2O	232.5	23.25	2092.5	209.25	20404.66	2040.466						2040.66	2040.66	2040.47	20768.19	22.22222	23691.97	72.22222	
4	ASB	7.84	78.4																	
5	H2SO4				124.2284	12.42284	124.2284													
6	SACCHAROMYCES CEREVISIAE							165.3007						548.81	548.81	548.81				
7	UREA								130.6405											
8	NPK									130.6405										
9	CO2										2752.408									
10	C2H5OH											207.513	207.513	207.513	207.513	1733.333	1344.185			1733.333
	JUMLAH	930.0	976.5	8325.5	20336.61	124.2284	32784.36	32784.36	165.3007	130.6405	2752.408	207.513	207.513	207.513	207.513	1805.556	22461.7	72.22222	1733.333	

KETERANGAN	
B	Bak Penerima (LC) Level Controller
C	Cooler (LI) Level Indicator
FP	Filter Press (PC) Pressure Controller
H	Heater (TC) Temperature Controller
K	Kondensator (N) Nomor Arus
MD	Menara Destilasi (T) Temperature (-C)
P	Pompa (atm) Tekanan (atm)
R	Reaktor (P) Pipa
RB	Reboiler (//) Udim Tekan
T	Tanagi (---) Simbulgan Listrik
FC	Flow Controller

Jurusan Teknik Kimia
 Fakultas Teknologi Industri
 Universitas Islam Indonesia
 Yogyakarta

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
 PERANCANGAN PABRIK KIMIA
 BIOETANOL DARI MOLASE
 KAPASITAS 13.000 TON/TAHUN

Disusun Oleh :
 1. Annisa Nadya Veliana (17521076)
 2. Aif Syaifulloh (17521088)

Dosen Pembimbing :
 1. Ir. Drs. Faisal RM, M.T., Ph.D
 2. Lilis Kristiyani, S.T., M.Eng.

