

PRA RENCANA PABRIK
“PABRIK BIOETANOL DARI MOLASE MELALUI FERMENTASI
DENGAN PROSES PEMURNIAN DISTILASI DAN ADSORPSI”



Disusun oleh:

Michelle Vaneza Priscilla

(1631010029)

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAWA TIMUR
2020

PRA RENCANA PABRIK

PABRIK BIOETANOL DARI MOLASE MELALUI FERMENTASI DENGAN PROSES PEMURNIAN DISTILASI DAN ADSORPSI

Disusun Oleh :

MICHELLE VANEZA PRISCILLA
NPM. 1631010029

Telah Dipertahankan dan Diterima Dihadapan oleh Tim Penguji
Pada tanggal : 11 Mei 2020

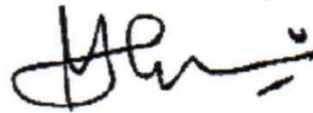
Tim Penguji:

1.



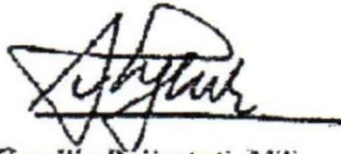
Ir. Kindriari Nurma Wahyusi, MT
NIP. 19600228 198803 2 001

Dosen Pembimbing



Ir. Isni Utami, MT
NIP. 19590710 198703 2 001

2.



Ir. Caecilia Pujiastuti, MT
NIP. 19630305 198803 2 001

3.



Ir. Novel Karaman, MT
NIP. 19580801 198703 1 001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



Dr. Dra. Jarivah, MP
NIP. 19650403 199103 2 001



KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat serta karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir Pra Rencana Pabrik dengan judul “*Pabrik Bioetanol dari Molase Melalui Fermentasi dengan Proses Pemurnian Distilasi dan Adsorpsi*”, dimana Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan keserjanaan di Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Tugas Akhir “Pabrik Bioetanol dari Molase Melalui Fermentasi dengan Proses Pemurnian Distilasi dan Adsorpsi” ini berisikan tentang uraian proses sekaligus design pabrik dan dilengkapi dengan analisa ekonomi kelayakan pendirian pabrik di masa mendatang dimana Tugas Akhir ini disusun berdasarkan beberapa sumber yang berasal dari literatur, data pabrik yang telah berdiri, serta jurnal penelitian.

Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih atas segala bantuan dan dukungan, baik berupa saran, sarana maupun prasarana dalam penyelesaian Tugas Akhir ini kepada :

1. Kedua orang tua, serta kakak dan adik yang selalu mendoakan dan memberi semangat.
2. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT selaku Dekan Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur.
4. Ir. Isni Utami, MT selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir Pra Rencana Pabrik yang selalu memberi nasihat dan saran selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh dosen Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur, yang telah memberi ilmu selama perkuliahan berlangsung.



6. Seluruh Civitas Akademik Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur.
7. Andree Suryo AdiSaputroh sebagai partner yang selalu sabar menemani perjuangan dari penelitian, PKL, hingga tugas akhir.
8. Teman – teman X1 IPA 1 sebagai sahabat serta keluarga yang selalu setia dan sabar mendengarkan keluh kesah selama menjadi mahasiswa.
9. Teman – teman Gerakan Pemuda GPIB Bhaskara sebagai keluarga yang selalu mendukung saat penulis mengalami kesusahan, dan selalu memberikan nasehat serta doa hingga hari ini.
10. Teman – teman paralel A yang selalu menemani, membagi ilmu, mendoakan, dan memberi semangat yang tiada henti.
11. Seluruh pihak yang telah membantu memberikan bantuan, saling berbagi informasi hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu segala kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk sempurnanya laporan tugas akhir ini.

Sebagai akhir kata, penyusun berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca, khususnya mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Surabaya, 4 April 2020

Penyusun



INTISARI

Pabrik Bioetanol ini diproduksi dengan proses fermentasi menggunakan agen fermentor berupa *Saccharomyces cerevisiae*. Bahan baku berupa molase yang mengandung komponen utama berupa gula yang terdiri dari sukrosa sebesar 32%, 16% fruktosa, dan 14% glukosa. Proses dimulai dengan persiapan molase, yang terdiri dari pengenceran gula hingga konsentrasi 14% dengan penambahan air proses, dilanjutkan dengan sterilisasi pada suhu 90°C menggunakan *superheated steam* 1 atm, serta penambahan nutrisi berupa amonium sulfat. Molase selanjutnya didinginkan hingga suhu 32°C dan dipompa menuju 2 aliran, yang pertama menuju tangki propagasi sebesar 10% dan 90% menuju fermentor. Tahap propagasi atau persiapan yeast bertujuan untuk mengembangbiakan yeast pada kondisi aerob, sedangkan fermentasi bertujuan untuk mengubah glukosa menjadi etanol dengan bantuan agen fermentor berupa *Saccharomyces cerevisiae* pada kondisi anaerob. Propagasi berlangsung selama 24 jam, dan fermentasi selama 48 jam pada suhu 32°C yang tetap dijaga menggunakan jaket pendingin. Yeast kemudian dipisahkan dengan filtrat yang telah mengandung etanol menggunakan centrifuge, cake dapat dimanfaatkan sebagai pupuk bagi masyarakat, dan filtrat dialirkan menuju heater untuk menjadikan liquid lewat jenuh. Campuran etanol air ini kemudian ditingkatkan kemurniannya dengan proses distilasi hingga didapat kemurnian sebesar 94%. Lalu kemurnian ditingkatkan menjadi fuel grade etanol dengan dehidrasi adsorpsi menggunakan zeolite. Etanol yang terbentuk ditampung dalam tangki penampungan bioetanol sebelum didistribusikan.

Bentuk perusahaan yang dipilih dalam pelaksanaan produksi Bioetanol ini adalah bentuk Perseoran Terbatas (PT), sehingga diharapkan mudah diperoleh modal dengan jalan menjual saham baik kepada masyarakat, badan hukum, maupun perorangan.



Perancangan pabrik ditetapkan sebagai berikut :

1. Lingkup perencanaan : Pabrik Bioetanol 99,5%
2. Kapasitas produksi : 60.000 ton/tahun
3. Perencanaan operasi : 24 jam per hari
330 hari per tahun
4. Bentuk organisasi : Perseroan Terbatas
5. Sistem organisasi : Garis dan staff
6. Lokasi pabrik : Jln. Camp Putih, Wonoayu, Kecamatan
Gempol, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur.
7. Produk utama
Etanol : 7575,7575 kg/jam
8. Bahan baku
Molase : 35007.50981 kg/jam
Amonium sulfat : 17.6576 kg/jam
Saccharomyces cerevisiae : 89.1770 kg/jam
9. Kebutuhan utilitas
 - a. Steam : 23609.95271 lb/jam
 - b. Air : 211.7724591 m³/jam
 - c. Listrik : 781.445 kWh
 - d. Bahan bakar : 204.882 lb / jam
10. Analisa ekonomi
 - a. Permodalan
 - Modal tetap (FCI) : Rp 188.160.903.249
 - Modal kerja (WCI) : Rp 1.070.019.725.477
 - Modal total (TCI) : Rp 1.258.180.628.725,67
 - b. Penerimaan dan pengeluaran
 - Hasil penjualan : Rp 4.846.248.397.985
 - Biaya produksi total : Rp 4.280.078.901.908
 - c. Rentabilitas perusahaan
 - Masa kontruksi : 2 tahun



-
- Investasi akhir konstruksi : Rp 1.416.219.439.319
 - Umur pabrik : 10 tahun
 - Bunga bank : 10,3%
 - Inflasi : 6%
 - Waktu pengendalian modal : 3,93 tahun
 - Internal Rate of Return : 22,6%
 - Rate on Equity : 27% per tahun
 - Titik impas (BEP) : 35%



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	iii
INTISARI.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	I-1
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES	II-13
BAB III NERACA MASSA	III-21
BAB IV NERACA PANAS.....	IV-26
BAB V SPESIFIKASI ALAT.....	V-29
BAB VI INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA.....	VI-48
BAB VII UTILITAS	VII-66
BAB VIII STRUKTUR ORGANISASI	VIII-145
BAB IX ANALISA EKONOMI.....	IX-157
BAB X KESIMPULAN.....	X-168
DAFTAR PUSTAKA	169



DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Data Impor Bioetanol di Indonesia.....	I-2
Tabel II.1 Perbedaan Proses dalam Pembuatan Etanol.....	II-15
Tabel III.1 Neraca Massa Mixer	III-21
Tabel III.2 Neraca Massa Tangki Sterilisasi	III-21
Tabel III.3 Neraca Massa Tangki Propagasi	III-22
Tabel III.4 Neraca Massa Tangki Fermentor	III-23
Tabel III.5 Neraca Massa Centrifuge	III-23
Tabel III.6 Neraca Massa Menara Destilasi I.....	III-24
Tabel III.7 Neraca Massa Menara Destilasi II	III-24
Tabel III.8 Neraca Massa Vaporizer (V-440)	III-25
Tabel III.9 Neraca Massa Adsorpsi.....	III-25
Tabel IV.1 Neraca Panas Tangki Sterilisasi.....	IV-26
Tabel IV.2 Neraca Panas Cooler.....	IV-26
Tabel IV.3 Neraca Panas Tangki Propagasi.....	IV-26
Tabel IV.4 Neraca Panas Tangki Fermentasi.....	IV-26
Tabel IV.5 Neraca Panas Heater I (E-413)	IV-27
Tabel IV.6 Neraca Panas Menara Destilasi I (D-420)	IV-27
Tabel IV.7 Neraca Panas Menara Destilasi II (D-430).....	IV-27
Tabel IV.8 Neraca Panas Vaporizer (V-440).....	IV-27
Tabel IV.9 Neraca Panas Heater (E-441).....	IV-28
Tabel IV.10 Neraca Panas Dehidrasi Adsorpsi (D-450).....	IV-28
Tabel IV.11 Neraca Panas Kondensator (E-451).....	IV-28
Tabel IV.12 Neraca Panas Cooler (E-454)	IV-28
Tabel VI.1 Jenis variable pengukuran dan controller yang digunakan.....	VI-56
Tabel VI.2 Kriteria Frekuensi dalam Penilaian Resiko (GS EP SAF 041)....	VI-58
Tabel VI.3 Kriteria Tingkat Kerusakan dalam Penilaian Resiko Untuk Faktor Manusia.....	VI-59
Tabel VI.4 Parameter HAZID dalam Menentukan Efek Bahaya	VI-59
Tabel VI.5 Tingkat Kemungkinan Bahaya pada HAZID	VI-60



Tabel VI.6 Jenis dan Jumlah Fire Extinguisher	VI-61
Tabel VII.1 Jumlah Steam untuk Memproduksi Bioetanol.....	VII-56
Tabel VII.2 Standar Baku Mutu untuk Keperluan Higiene Sanitasi.....	VII-60
Tabel VII.3 Persyaratan Air Pendingin dan Umpan Boiler.....	VII-62
Tabel VII.4 Kebutuhan Air Pendingin.....	VII-62
Tabel VII.5 Kebutuhan Air Proses.....	VII-66
Tabel VII.6 Kebutuhan Listrik untuk Peralatan Proses.....	VII-128
Tabel VII.7 Kebutuhan Listrik untuk Peralatan Utilitas.....	VII-129
Tabel VII.8 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan.....	VII-129
Tabel VII.9 Jumlah Lampu Merkuri yang Dibutuhkan.....	VII-130
Tabel VIII.1 Jadwal Kerja Karyawan Proses	VIII-151
Tabel VIII.2 Penggolongan Jabatan	VIII-152
Tabel VIII.3 Jumlah Karyawan	VIII-154
Tabel VIII.4 Perincian Gaji Karyawan	VIII-155
Tabel IX.1 Biaya Kapasitas Produksi	IX-162
Tabel IX.2 Modal Sendiri Pada Tahun Konstruksi	IX-163
Tabel IX.3 Modal Pinjaman Pada Tahun Konstruksi	IX-163
Tabel IX.4 Tabel Cash Flow	IX-164



DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Grafik hubungan antara tahun produksi dengan kebutuhan impor bioetanol di Indonesia	I-3
Gambar I.2 Layout Pabrik.....	I-10
Gambar I.3 Peta Lokasi Pabrik	I-11
Gambar I.4 Tata Letak Pabrik.....	I-11
Gambar II.6 Flowsheet Dasar Pembuatan Etanol melalui Fermentasi Molase	II-17
Gambar II.7 Flowsheet Pabrik Bioetanol dari Molase melalui Fermentasi dengan Proses Pemurnian Destilasi dan Adsorpsi.....	II-17
Gambar VI.1 Diagram Blok Sistem Pengendali Feedback.....	VI-51
Gambar VI.2 Sebuah Loop Pengendalian.....	VI-52
Gambar VI.3 Suatu Proses Terkendali.....	VI-52
Gambar VII.1 Flowsheet Utilitas	VI-52
Gambar VIII.1 Struktur Organisasi Perusahaan.....	VIII-156