

PROYEK AKHIR

Rancang Bangun Fermentor Tipe Chemostat 2 Tahap dengan Sistem Berpengaduk untuk Pembuatan Bioetanol Menggunakan Bahan Baku Molases



Disusun oleh :

- | | |
|----------------------------|-----------------------|
| 1. Apik Wira Kusuma | No. Bp 2113005 |
| 2. Refil Novriandi | No. Bp 2113017 |

DOSEN PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Khairul Akli, MT

Pembimbing 2 : Hasnah Ulia, MT

**PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA BIOPROSES ENERGI TERBARUKAN**

**POLITEKNIK ATI PADANG
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA INDUSTRI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN REPUBLIK INDONESIA
2025**

**LEMBAR PERSETUJUAN
PROYEK AKHIR**

**Rancang Bangun Fermentor Tipe Chemostat 2 Tahap
Dengan Sistem Berpengaduk Untuk Pembuatan
Bioetanol Menggunakan Bahan Molases**

Disusun oleh :

- | | |
|---------------------|----------------|
| 1. Apik Wira Kusuma | No. Bp 2113005 |
| 2. Refil Novriandi | No. Bp 2113017 |

Padang, 11 September 2025

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing 1,



Khairul Akli, MT
NIP. 19850312201012100

Dosen Pembimbing 2,



Hasnah Ulia, MT
NIP. 197301152001122001

Mengetahui,
Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa
Bioproses Energi Terbarukan



Khairul Akli, MT
NIP. 19850312201012100

LEMBAR PENGESAHAN

Proyek akhir ini disusun oleh:

Nama : Apik Wira Kusuma
No. BP : 2113005
Program Studi : Teknologi Rekayasa Bioproses Energi Terbarukan
Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun Fermentor Tipe Chemostat 2 Tahap Dengan Sistem Berpengaduk Untuk Pembuatan Bioetanol Menggunakan Bahan Molases

Telah diuji dan dipertahankan di Depan Tim Penguji Ujian Komprehensif Program Sarjana Terapan Politeknik ATI Padang pada Hari Selasa Tanggal 26 Bulan Agustus Tahun 2025.

SUSUNAN TIM PENGUJI

1. Khairul Akli, M.T	(Ketua)	(.....)
2. Hasnah Ulia, M.T	(Sekretaris)	(.....)
3. Dr. Ir. Desniorita, M.P	(Penguji 1)	(.....)
4. Eko Supriadi, S.Pd, M.T	(Penguji 2)	(.....)
5. Rosalina, M.T	(Penguji 3)	(.....)

Padang, 26 Agustus 2025
Ketua Program Studi
Teknologi Rekayasa Bioproses
Energi Terbarukan,


Khairul Akli, M.T
NIP. 198503122010121001

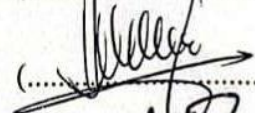
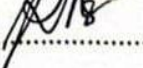
LEMBAR PENGESAHAN

Proyek akhir ini disusun oleh:

Nama : Refil Novriandi
No. BP : 2113017
Program Studi : Teknologi Rekayasa Bioproses Energi Terbarukan
Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun Fermentor Tipe Chemostat 2 Tahap
Dengan Sistem Berpengaduk Untuk Pembuatan
Bioetanol Menggunakan Bahan Molases

Telah diuji dan dipertahankan di Depan Tim Penguji Ujian Komprehensif
Program Sarjana Terapan Politeknik ATI Padang pada Hari Senin Tanggal
22 Bulan Agustus Tahun 2025.

SUSUNAN TIM PENGUJI

1. Khairul Akli, M.T	(Ketua)	(..... )
2. Hasnah Ulia, M.T	(Sekretaris)	(..... )
3. Dr. Ir. Desniorita, M.P	(Penguji 1)	(..... )
4. Eko Supriadi, S.Pd, M.T	(Penguji 2)	(..... )
5. Rosalina, M.T	(Penguji 3)	(..... )

Padang, 22 Agustus 2025
Ketua Program Studi
Teknologi Rekayasa Bioproses
Energi Terbarukan,


Khairul Akli, M.T
NIP. 198503122010121001

Rancang Bangun Fermentor Tipe Chemostat 2 Tahap Dengan Sistem Berpengaduk Untuk Pembuatan Bioetanol Menggunakan Bahan Molases

ABSTRAK

Molases merupakan limbah industri gula yang kaya gula dan berpotensi sebagai substrat bioetanol. Penelitian ini merancang dan menguji fermentor chemostat dua tahap berkapasitas 5 liter dengan sistem pengaduk propeller 150 rpm pada skala laboratorium. Fermentor A digunakan untuk pembiakan *Saccharomyces cerevisiae* (aerob), sedangkan fermentor B untuk produksi etanol (anaerob). Hasil menunjukkan kadar etanol meningkat dari 7,6% menjadi 10,75% pada hari ke-4, kemudian menurun pada hari ke-5. Penurunan densitas dari 1,096 g/mL ke 1,058 g/mL menegaskan konversi gula menjadi etanol. Sistem pengadukan efektif menjaga homogenitas media dan mempercepat proses fermentasi. Disimpulkan bahwa fermentor chemostat dua tahap dengan pengaduk propeller mampu menghasilkan bioetanol secara stabil pada skala laboratorium dan berpotensi dikembangkan ke skala lebih besar.

Kata kunci: bioetanol, fermentasi, molases, chemostat 2 tahap, pengadukan 150 Rpm

KATA PENGANTAR

Penulis mengucapkan puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya yang begitu besar, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Proyek Akhir yang berjudul **“Rancang Bangun Fermentor Tipe Chemostat 2 Tahap dengan Sistem Berpengaduk untuk Pembuatan Bioetanol Menggunakan Bahan Baku Molases”**.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan proposal proyek akhir ini banyak mengalami hambatan, namun demikian berkat dukungan dan bimbingan dari pihak dosen pembimbing, hambatan tersebut dapat diatasi. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan ini, terutama kepada:

1. Bapak Dr. Isra Mouludi, M.Kom selaku Direktur Politeknik ATI Padang
2. Bapak Khairul Akli, MT selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Bioproses Energi Terbarukan & Dosen Pembimbing I Proyek Akhir.
3. Ibu Hasnah Ulia, MT selaku Dosen Pembimbing II Proyek Akhir.

Meskipun telah berusaha menyelesaikan proposal proyek terapan ini sebaik mungkin, penulis menyadari bahwa proposal proyek akhir ini masih ada kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca guna menyempurnakan segala kekurangan dalam penyusunan proposal proyek akhir ini. Akhir kata, penulis berharap semoga proposal proyek akhir ini berguna bagi para pembaca dan pihak-pihak lain yang berkepentingan.

Padang, 11 September 2025



Penulis

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Batasan Masalah.....	6
1.3 Rumusan Masalah.....	6
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Bioetanol.....	8
2.1.1 Definisi Bioetanol	8
2.1.2 Fermentasi	12
2.1.3 Jenis - Jenis Fermentasi.....	16
2.1.4 Faktor yang Mempengaruhi Fermentasi	17
2.1.6 Bahan Baku dalam Proses Fermentasi	21
2.1.7 Mikroorganisme dalam Fermentasi	26
2.2 Fermentor	31
2.2.1 Definisi dan Fungsi Fermentor	31
2.2.2 Komponen – Komponen Utama Fermentor	31

2.2.3 Jenis – Jenis Fermentor	32
2.2.4 Prinsip Kerja Fermentor	33
2.3 Sistem Pengaduk (Agitator)	34
2.3.1 Definisi dan Fungsi Agitator	34
2.3.2 Jenis – Jenis Agitator	35
2.3.3 Karakteristik Agitator	36
2.3.4 Pengaruh Pengadukan dalam Fermentasi.....	36
BAB III METODOLOGI PERCOBAAN.....	38
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	38
3.2 Rancangan Anggaran Biaya (RAB).....	39
3.3 Metode Penelitian.....	40
3.3.1 Studi Literatur	41
3.3.2 Identifikasi Masalah.....	41
3.3.3 Penentuan Bahan Baku	41
3.3.4 Perancangan Fermentor dan Agitator	41
3.3.6 Pembuatan Fermentor	45
3.3.7 Pengujian Fermentor	46
3.4 Alat.....	46
3.5 Bahan.....	46
3.6 Sketsa/skema alat	47
3.7 Prosedur Percobaan	49
3.7.1 Pembuatan Fermentor	49
3.7.2 Pretreatment Bahan	49
3.7.3 Pembuatan Starter Pada Fermentor 1.....	49
3.7.4 Menghitung Jumlah Sel Ragi	50
3.7.5 Proses Fermentasi Pada Fermentor 2.....	51

3.8 Teknik Pengumpulan Data.....	52
BAB IV HASIL & PEMBAHASAN.....	55
4.1. Hasil Rancang Bangun Alat	55
4.2. Pembahasan	57
4.2.1 Fermentasi pada fermentor A.....	57
4.2.2 Fermentasi pada fermentor B	61
BAB V PENUTUPAN.....	71
5.1 Kesimpulan	71
5.2 Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat Fisika dan Kimia Etanol (MSDS 95%)	9
Tabel 2. 2 Tingkat Kualitas Etanol	9
Tabel 2. 3 SNI Kualitas Bioetanol (SNI 7390-2008).....	10
Tabel 2. 4 <i>State Of The Art</i>	10
Tabel 2. 5 Perbandingan Bahan Baku dan Kadar Etanol Hasil Fermentasi	23
Tabel 2. 6 Komposisi Sel <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	29
Tabel 3. 1 Rencana Waktu Pelaksanaan Proyek Akhir.....	38
Tabel 3. 2 Rancangan Anggaran Biaya (RAB)	39
Tabel 3. 3 Spesifikasi Desain Fermentor	45
Tabel 3. 4 Alat Beserta Fungsi	46
Tabel 3. 5 Bahan Beserta Fungsi	46
Tabel 3. 6 Data Pengamatan Fermentor A Percobaan Pertama.....	52
Tabel 4. 1 Perbandingan hasil penelitian dengan Studi Terdahulu	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Etanol.....	9
Gambar 2. 2 Reaksi Pembuatan Bioetanol.....	11
Gambar 3. 1 Tahapan Proses Penelitian.....	40
Gambar 3. 2 Desain Fermentor 2D.....	47
Gambar 3. 3 Desain Fermentor 3D.....	47
Gambar 3. 4 Desain Fermentor 3D tampak dalam	48
Gambar 3. 5 Desain Fermentor 3D Tampak Atas	48
Gambar 4.1 Fermentor a). tampak (depan), b). tampak samping c). Tampak dalam dan agitator.....	57
Gambar 4. 2 Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Jumlah Ragi.....	57
Gambar 4. 3 Hubungan Antara Kadar Brix terhadap Jumlah Ragi	59
Gambar 4. 4 Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Bioetanol.....	61
Gambar 4. 5 Hubungan antara densitas dengan konsentrasi bioetanol.....	63