

# **TUGAS AKHIR**

**“PRA-RANCANGAN PABRIK BIOETANOL DARI MOLASE DENGAN  
PROSES FERMENTASI KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN”**



**SYAFRILIANI**

**2110017411015**

**Sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana pada  
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Bung Hatta**

**UNIVERSITAS BUNG HATTA**

**2023**



JURUSAN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI – UNIVERSITAS BUNG HATTA

Kampus III – Jl. Gajah Mada, Gunung Pangihun, telp. (0751) 54257 Padang

**LEMBAR PENGESAHAN  
SKRIPSI**

**PRA RANCANGAN PABRIK BIOETANOL DARI MOLASE DENGAN  
PROSES FERMENTASI DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 30.000  
TON/TAHUN**

**OLEH :**

**SYAFRILIANI  
2110017411015**

**Disetujui Oleh :**

**Pembimbing**

**Ellyta Sari S.T., M.T**

**Diketahui Oleh :**

**Fakultas Teknologi Industri**

**Dekan**

**Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T.**

**Jurusan Teknik Kimia**

**Ketua**

**Dr. Firdaus, S.T., M.T.**





LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI  
SKRIPSI

PRA RANCANGAN PABRIK BIOETANOL DARI MOLASE DENGAN  
PROSES FERMENTASI DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 30.000  
TON/TAHUN

Oleh :

SYAFRILIANI  
2110017411015

Sidang Tugas Akhir Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Bung Hatta Dengan Team Penguji :

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Ellyta Sari S.T, M.T	
Anggota	1. Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T, M.T	
	2. Dr. Pasymi, S.T., M.T.	

Pembimbing

Ellyta Sari S.T, M.T





**LEMBAR PENGESAHAN REVISI LAPORAN SKRIPSI/  
PRA RANCANGAN PABRIK**


Nama : Syafriliani  
NPM : 2110017411015  
Tanggal Sidang : 08 Februari 2023

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Ellyta Sari S.T, M.T	
Anggota	1. Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T.	
	2. Dr. Pasymi, S.T., M.T.	

Pembimbing

Ellyta Sari S.T, M.T



	<b>FORMULIR PENILAIAN SEMINAR TUGAS AKHIR</b>		
Fakultas Teknologi Industri	No. Dokumen 12/TA.02/TK-FTI/II-2023	Tanggal Terbit 8 Februari 2023	Jurusan Teknik Kimia

### BERITA ACARA SEMINAR TUGAS AKHIR

Pada hari *Rabu* tanggal *Delapan* Bulan *Februari* Tahun *Dua Ribu Dua Puluh Tiga*, telah dilangsungkan Seminar Tugas Akhir Program Strata Satu ( S-1 ) di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta, terhadap :

Nama	: Syafriliani
NPM	: 2110017411015
Judul Tugas Akhir	: Pra Rancangan Pabrik Bioetanol Dari Molase Dengan Proses Fermentasi Dengan Kapasitas Produksi 30.000 Ton/Tahun
Pembimbing	: Ellyta Sari, ST. MT.
Tanggal / Waktu Ujian	: 8 Februari 2023 / 13.30 – 15.00 WIB
Ruang Ujian	: Ruang Sidang Prodi Teknik Kimia I

Hasil Ujian : " Lulus \*) dengan/tanpa perbaikan, nilai: .....

\*) Tidak Lulus, dapat mengulang ujian pada : .....

\*) Tidak lulus

Nilai Akhir :

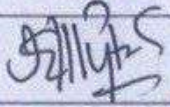
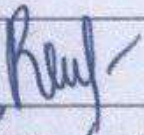
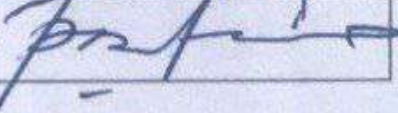
Angka

: **81,8**

Huruf

: C / C+ / B- / B / B+ / **A-** / A

Tim Penguji

Jabatan	Nama	Tanda tangan
Ketua	1. Ellyta Sari, S.T., M.T.	1. 
Anggota	2. Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T.	2. 
	3. Dr. Pasyimi, ST. MT.	3. 

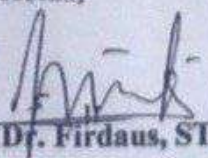
Demikianlah Berita Acara ini dikeluarkan agar dipergunakan seperlunya.

Dikeluarkan : Di Padang

Tanggal : 8 Februari 2023

Jurusan Teknik Kimia

Ketua,

  
Dr. Firdaus, ST., MT.

Mengetahui  
Dekan Fakultas Teknologi Industri

  
Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, ST. MT.

## INTISARI

Bioetanol adalah etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi glukosa (gula) yang dilanjutkan dengan proses distilasi. Proses produksidilakukan menggunakan fermentasi dengan pemurnian distilasi dan adsorpsi. Pra rancangan pabrik bioetanol ini direncanakan akan memproduksi dengan kapasitas 30.000 ton/tahun di kawasan Jln. Raya Padang Ratu, Kec. Gunung Sugih, Kab. Lampung Tengah, Lampung. Bahan baku yang digunakan adalah molase (tetes tebu).

Proses produksi bioetanol dibagi menjadi tiga tahap, tahap pertama persiapan bahan baku yang bertujuan untuk menghilangkan abu dari larutan molase dengan cara filtrasi. Tahap hidrolisis dilakukan untuk megubah sukrosa 34% menjadi glukosa , selanjutnya fermentasi berlangsung pada temperature 30<sup>o</sup>C terjadi pada proses anaerob dengan tujuan agar yeast dapat mengkonversi glukosa menjadi bioetanol. Tahap pemurnian yang bertujuan untuk mendapatkan produk bioetanol dengan fuel grade terdiri dari proses distilasi yang dilakukan dua kali dan adsorpsi. Proses distilasi pertama menghasilkan kadar bioetanol 71% dan distilasi kedua dengan kadar bioetano 95%. Sedangkan proses dehidrasi bertujuan menghasilkan kadar bioetanol 99,5%.

Pabrik ini direncanakan beroperasi secara kontinyu selama 330 hari/tahun dengan basis perhitungan per jam. Bahan baku molase yang dibutuhkan sebanyak 14018,664 kg molase/ jam dengan bahan baku pendukung berupa Process Water, Ammonium Sulfate, Asam Sulfat, dan yeast *Saccharomyces cerevisiae*. Kebutuhan utilitas meliputi air sanitasi, air make up pendingin dan air make up boiler. Tenaga kerja yang dibutuhkan 174 orang. Bentuk badan usaha yang direncanakan adalah Perseroan Terbatas (PT) dan bentuk organisasinya sistem line dan staf.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah member rahmmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Pra-Rancangan Pabrik Bioetanol dari Molase dengan Produksi 30.000 Ton/Tahun”** ini tepat pada waktunya.

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah dalam rangka memenuhi salah satu syarat akademis untuk menyelesaikan pendidikan S1 di jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.

Penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri universitas Negeri Padang
2. Bapak Dr. Firdaus, S.T, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Bung Hatta, Padang.
3. Ibu Ellyta Sari, S.T, M.T. selaku Pembimbing yang telah memberikan arahan serta pengetahuan selama menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Seluruh dosen Teknik Kimia Universitas Bung Hatta yang telah memberikan ilmu pengetahuannya untuk penyelesaian tugas akhir ini.
5. Dan yang paling istimewa Orang Tua penulis yaitu Ayahanda Syafri dan Ibunda Sri Murni, yang selalu memberi dukungan moral dan materil kepada penulis.
6. Seluruh teman-teman penulis yang telah memberi semangat pada penulis.

Penulis menyadari tugas akhir ini masih terdapat kekurangan dan ketidak sempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran dari pembaca demi perbaikan karya tulis ini. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi kita semua.

Padang, 8 Agustus 2022

Penulis



# DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kapasitas Rancangan .....	3
1.3 Lokasi Pabrik.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Tinjauan Umum .....	13
2.2 Tinjauan Proses .....	15
2.3 Sifat Fisika dan Kimia .....	18
2.4 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	21
<b>BAB III TAHAPAN &amp; DESKRIPSI PROSES</b>	
3.1 Tahapan Proses dan Blok Diagram .....	22
3.2 Deskripsi Proses dan Flowsheet .....	23
<b>BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI</b>	
4.1 Neraca Massa.....	26
4.2 Neraca Energi .....	32
<b>BAB V UTILITAS</b>	
5.1 Kebutuhan Listrik.....	40
5.2 Kebutuhan Air .....	41
5.3 Kebutuhan Bahan Kimia .....	50
5.4 Unit Pengolahan Limbah.....	50
<b>BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN</b>	
6.1 Spesifikasi Peralatan Utama .....	55
6.2 Spesifikasi Peralatan Utilitas .....	63
<b>BAB VII TATA LETAK PABRIK DAN K3LH</b>	
7.1 Tata Letak Pabrik.....	72



7.2 Kesehatan dan Keselamatan Kerja Lingkungan Hidup.....	75
<b>BAB VIII ORGANISASI PERUSAHAAN</b>	
8.1 Bentuk Perusahaan .....	84
8.2 Struktur Organisasi .....	84
8.3 Tugas dan Wewenang.....	85
8.4 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji .....	91
8.5 Sistem Kerja .....	91
8.6 Jumlah Karyawan .....	92
8.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan .....	93
<b>BAB IX ANALISA EKONOMI</b>	
9.1 Total Capital Invesment (TCI) .....	96
9.2 Biaya Produksi ( <i>Total Production Cost</i> ) .....	97
9.3 Harga Jual ( <i>Total Sales</i> ) .....	97
9.4 Tinjauan Kelayakan Pabrik .....	97
<b>BAB X TUGAS KHUSUS</b>	
10.1 Pendahuluan .....	100
10.2 Ruang Lingkup Rancangan .....	100
10.3 Rancangan .....	101
<b>BAB XI KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
11.1 Kesimpulan.....	125
11.2 Saran .....	126
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Table 1.1 Daftar Pabrik Penghasil Bioetanol di Indonesia .....	3
Tabel 1.2 Data Pabrik Penghasil Molase di Indonesia.....	3
Tabel 1.3 Kebutuhan Impor Bioetanol di Indonesia .....	4
Tabel 1.4 Analisa SWOT Alternatif Lokasi I Lampung .....	7
Tabel 1.5 Analisa SWOT Alternatif Lokasi II Gorontalo.....	9
Tabel 1.6 Analisa SWOT Alternatif Lokasi III Jawa Timur.....	11
Tabel 2.1 Komposisi Molase.....	14
Tabel 2.2 Perbandingan Proses Pembuatan Bioetanol.....	18
Tabel 2.3 Sifat Fisika dan Kimia Molase.....	18
Tabel 2.4 Sifat Fisika dan Kimia Air .....	19
Tabel 2.5 Sifat Fisika dan Kimia Sukrosa.....	19
Tabel 2.6 Sifat Fisika dan Kimia Glukosa .....	19
Tabel 2.7 Sifat Fisika <i>Saccaromices cerrevisiae</i> .....	20
Tabel 2.8 Sifat Fisika dan Kimia Amonium Sulfat.....	20
Tabel 2.9 Sifat Fisika dan Kimia Asam Sulfat.....	20
Tabel 2.10 Sifat Fisika dan Kimia Bioetanol .....	21
Tabel 2.11 Spesifikasi Molase .....	21
Tabel 2.12 Spesifikasi Bioetanol.....	21
Tabel 4.1 Neraca Massa <i>Filter Press</i> (FP-2101).....	27
Tabel 4.2 Neraca Massa Reaktor (R-2401).....	28
Tabel 4.3 Neraca Massa Fermentor (F-2601) .....	28
Tabel 4.4 Neraca Massa <i>Filter Press</i> (FP-3202).....	29
Tabel 4.5 Neraca Massa Distilasi I (MD-3801).....	30
Tabel 4.6 Neraca Massa Distilasi II (MD-3802).....	31
Tabel 4.7 Neraca Massa <i>Molecular Sieve</i> (MS-3111) .....	31
Tabel 4.8 Neraca Energi Reaktor (R-2401) .....	32
Tabel 4.9 Neraca Energi Fermentor (F-2601).....	33
Tabel 4.10 Neraca Energi Heater (H-3701) .....	34
Tabel 4.11 Neraca Energi Distilasi I (MD-3801) .....	35
Tabel 4.12 Neraca Energi Kondensor I (K-3901).....	35
Tabel 4.13 Neraca Energi Reboiler I (RB-3101) .....	36



Tabel 4.14 Neraca Energi Distilasi II (MD-3802) .....	37
Tabel 4.15 Neraca Energi Kondensor II (K-3902).....	37
Tabel 4.16 Neraca Energi Reboiler II (RB-3102) .....	38
Tabel 4.17 Neraca Energi Cooler (C-3121) .....	39
Tabel 5.1 Kebutuhan Listrik .....	40
Tabel 5.2 Kebutuhan Air Proses .....	41
Tabel 5.3 Kebutuhan Air Sanitasi .....	41
Tabel 5.4 Kebutuhan Air Pendingin .....	41
Tabel 5.5 Kebutuhan Umpan Boiler .....	42
Tabel 5.6 Total Kebutuhan Air .....	42
Tabel 5.7 Kualitas Air Sungai Gunung Sugih.....	43
Tabel 5.8 Baku Mutu Air Limbah Pabrik .....	50
Tabel 6.1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Molase (T-1001).....	55
Tabel 6.2 Spesifikasi <i>Filter Press</i> (FP-1201).....	56
Tabel 6.3 Spesifikasi Reaktor (R-2401).....	56
Tabel 6.4 Spesifikasi Fermentor (F-2601) .....	57
Tabel 6.5 Spesifikasi <i>Heater</i> (H-3701) .....	58
Tabel 6.6 Spesifikasi Distilasi (MD-3801) .....	59
Tabel 6.7 Spesifikasi <i>Cooler</i> (C-3121) .....	60
Tabel 6.8 Spesifikasi <i>Reboiler</i> (RB-3101) .....	60
Tabel 6.9 Spesifikasi Kondensor (K-3091).....	61
Tabel 6.10 Spesifikasi <i>Molecular Sieve</i> (MS-3111) .....	62
Tabel 6.11 Spesifikasi Pompa <i>Molase</i> (P-1101) .....	63
Tabel 6.12 Spesifikasi Tangki Penyimpanan <i>Saccharomyces</i> <i>cerrevisiae</i> (S-2501) .....	63
Tabel 6.13 Spesifikasi Pompa Air Sungai (P-1001) .....	64
Tabel 6.14 Spesifikasi Bak Penampung Air Sungai (BP-1101) .....	65
Tabel 6.15 Spesifikasi Tangki Pelarutan Alum (TP-2201).....	65
Tabel 6.16 Spesifikasi Tangki Pelarutan Soda Ash (TP-2202) .....	66
Tabel 6.17 Spesifikasi <i>Clarifier</i> (CL-2301).....	67
Tabel 6.18 Spesifikasi Bak Penampung (BP-2102).....	67
Tabel 6.19 Spesifikasi <i>Sand Filter</i> (SF-2401) .....	68

Tabel 6.20 Spesifikasi Menara Air (MA-2501) .....	68
Tabel 6.21 Spesifikasi <i>Softener Tank</i> (ST-3601) .....	69
Tabel 6.22 Spesifikasi <i>Feed Water Tank</i> (FW-3502) .....	69
Tabel 6.23 Spesifikasi <i>Cooling Tower</i> (CT-3701).....	70
Tabel 6.24 Spesifikasi <i>Deaerator</i> (DE-3801) .....	70
Tabel 6.25 Spesifikasi <i>Boiler</i> (B-3901) .....	71
Tabel 8.1 Waktu Kerja Karyawan <i>Non Shift</i> .....	91
Tabel 8.2 Waktu Kerja Karyawan <i>Shift</i> .....	92
Tabel 8.3 Karyawan <i>Non Shift</i> .....	92
Tabel 8.4 Karyawan <i>Shift</i> .....	93
Tabel 9.1 Biaya Komponen <i>Total Capital Investment</i> .....	97
Tabel 9.2 Biaya Komponen <i>Manufacturing Cost</i> .....	97
Tabel 9.3 Perhitungan Laba Kotor dan Laba Bersih.....	98



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Grafik data kebutuhan Bioetanol di Indonesia tahun 2015 – 2020.....	4
Gambar 1.2	Peta lokasi pabrik di Jln. Raya Padang Ratu, Kec. Gunung Sugih, Kab. Lampung Tengah, Lampung .....	6
Gambar 1.3	Peta lokasi pabrik di Jln. Hadji Ali Reksonegoro, Kec. Tibawa, Kabupaten Gorontalo, Gorontalo.....	8
Gambar 1.4	Peta lokasi pabrik di Jln. Ahmad Yani, Dusun Padu, Sukonolo, Kec. Bululawang, Kab. Malang, Jawa Timur.....	10
Gambar 2.1	Diagram Alir Proses pembuatan Bioetanol dari Gula (Molase) ....	16
Gambar 2.2	Diagram Alir Proses pembuatan Bioetanol dari Pati .....	17
Gambar 2.3	Diagram Alir Proses pembuatan Bioetanol dari Mikroalga.....	17
Gambar 3.1	Blok Diagram Proses Pembuatan Bioetanol .....	22
Gambar 4.1	Blok Diagram Neraca Massa <i>Filter Press</i> (FP-2101).....	27
Gambar 4.2	Blok Diagram Neraca Massa Reaktor (R-2401).....	27
Gambar 4.3	Blok Diagram Neraca Massa Fermentor (F-2601) .....	28
Gambar 4.4	Blok Diagram Neraca Massa Filter (FP-3202).....	29
Gambar 4.5	Blok Diagram Neraca Massa Distilasi (MD-3801) .....	30
Gambar 4.6	Blok Diagram Neraca Massa Distilasi II (Md-3802).....	30
Gambar 4.7	Blok Diagram Neraca Massa <i>Molecular Sieve</i> (MS-3111) .....	31
Gambar 4.8	Blok Diagram Neraca Energi Reaktor (R-2401) .....	32
Gambar 4.9	Blok Diagram Neraca Energi Fermentor (F-2601).....	33
Gambar 4.10	Blok Diagram Neraca Energi Heater (H-3701) .....	34
Gambar 4.11	Blok Diagram Neraca Energi Distilasi I (MD-3801).....	34
Gambar 4.12	Blok Diagram Neraca Energi Kondensor I (K-3901).....	35
Gambar 4.13	Blok Diagram Neraca Energi Reboiler I (RB-3101) .....	36
Gambar 4.14	Blok Diagram Neraca Energi Distilasi II (MD-3802) .....	36
Gambar 4.15	Blok Diagram Neraca Energi Kondensor II (K-3902).....	37
Gambar 4.16	Blok Diagram Neraca Energi Reboiler (RB-3102).....	38
Gambar 4.17	Blok Diagram Neraca Energi Cooler (C-3212) .....	39
Gambar 7.1	Tata Letak Lingkungan Pabrik dan Tata Peralatan Pabrik .....	74
Gambar 7.2	<i>Safety Helmet</i> .....	80

Gambar 7.3 <i>Safety Belt</i> .....	81
Gambar 7.4 <i>Boot</i> .....	81
Gambar 7.5 <i>Safety Shoes</i> .....	81
Gambar 7.6 <i>Safety Gloves</i> .....	82
Gambar 7.7 <i>Ear Plug</i> .....	82
Gambar 7.8 <i>Safety Glasses</i> .....	82
Gambar 7.9 <i>Respirator</i> .....	82
Gambar 7.10 <i>Face Shield</i> .....	83
Gambar 7.11 <i>Rain Coat</i> .....	83
Gambar 7.12 <i>Vest</i> .....	83
Gambar 8.1 Struktur Organisasi Perusahaan .....	86
Gambar 9.1 Grafik <i>Break Even Point</i> (BEP).....	99



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Saat ini Indonesia mempunyai tantangan besar untuk meningkatkan kemandirian di bidang energi dalam rangka mendukung pembangunan yang berkelanjutan. Selama ini, sistem penyediaan energi nasional berorientasi pada penggunaan energi fosil, sedangkan pemanfaatan energi nonfosil/ Energi Baru Terbarukan (EBT) masih sangat rendah. Pembakaran bahan bakar fosil memberikan kontribusi langsung terhadap peningkatan emisi gas rumah kaca yang merusak lingkungan. Dalam rangka mengurangi bahan bakar fosil, Pemerintah Indonesia memberikan perhatian serius terkait pengembangan dan pemanfaatan *biofuel* atau Bahan Bakar Nabati (BBN) sebagai bahan bakar alternatif dari sumber terbarukan. Hal ini diwujudkan melalui terbitnya Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN). Kebijakan tersebut menjelaskan proyeksi kebutuhan energi nasional pada 2025 yang mana kontribusi minyak bumi dalam bauran energi nasional maksimal sebesar 25% dan EBT sebesar 23%. *Biofuel* adalah salah satu EBT yang berasal dari hasil pengolahan biomassa. *Biofuel* juga sering disebut energi hijau karena asal usul dan emisinya yang ramah lingkungan dan tidak menyebabkan pemanasan global secara signifikan. *Biofuel* yang umum digunakan saat ini adalah biodiesel dan bioetanol.

Sebagai alternatif pengganti bahan bakar fosil, bioetanol telah diproduksi dalam jumlah cukup besar oleh berbagai Negara yang berkomitmen mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil, misalnya Amerika Serikat, Brasil, Kanada, China, dan beberapa Negara Uni Eropa (Sudiyani, 2014).

Penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar terus dikembangkan, pada tahun 1999 produksi bahan bakar bioetanol mencapai 4.972 juta galon (setara dengan 18.819 juta liter) (Suprianto dkk, 2016). Peningkatan bioetanol dunia yang terus meningkat menyebabkan adanya tingkat pertumbuhan pabrik-pabrik yang memproduksi bioetanol. Data Badan Pusat Statistik (BPS) 2016 menyatakan pada tahun 2009-2014 kebutuhan akan bioetanol cenderung mengalami peningkatan

dalam bidang ekspor, namun mengalami penurunan pada tahun 2009-2010 dan mengalami peningkatan di tahun selanjutnya hingga sekarang.

Bioetanol merupakan salah satu energi alternatif yang diproduksi dari gula karbohidrat dan biomassa yang mengandung lignoselulosa sehingga menghasilkan produk dalam bentuk alkohol. Berdasarkan bahan baku yang digunakan, bioetanol dikelompokkan menjadi G1 (generasi pertama) melalui fermentasi gula, G2 (generasi kedua) atau disebut juga etanol selulosa, G3 (generasi ketiga) yaitu etanol alga, dan G4 (generasi keempat) berupa *Advanced Biofuels* (Gerpens,2010). Brasilia 2009 melakukan pengembangan tanaman tebu yang telah mengalami modifikasi genetika, sehingga dalam batang tebu mampu menghasilkan suatu enzim yang dapat melakukan *autohydrolysis*.

Riset mengenai pembuatan bioetanol juga terus berkembang di Indonesia, saat ini pemakaian bioetanol berasal dari etanol generasi pertama, yaitu bioetanol yang berasal dari gula atau tepung biomassa yang mengandung glukosa dan pati lebih banyak dijumpi karena ketersediaan yang melimpah. Glukosa dapat diperoleh dari molase melalui konversi fermentasi gula menjadi etanol. Kandungan gula yang terkandung dalam molase mencapai 50-60% selain itu molase juga mengandung sejumlah asam amino dan mineral yang dapat diolah menjadi beberapa produk yang salah satunya sebagai bahan baku pembuatan etanol (Sutowo dkk, 2016).

Molase merupakan suatu cairan kental yang berasal dari limbah pemurnian gula dan merupakan sisa nira yang telah mengalami kristalisasi. Oleh karena itu molase menjadi salah satu bahan baku alternatif yang dapat digunakan dalam proses pembuatan etanol karena lebih ekonomis jika ditinjau dari segi harga yang relatif murah dan mudah didapatkan karena merupakan produk samping industri gula yang ketersediaannya terus meningkat seiring berkembangnya pendirian pabrik gula.

Dengan demikian, pembangunan bioetanol yang berasal dari molase akan memberikan kontribusi dalam mengurangi terjadinya krisis energi akibat kelangkaan bahan bakar minyak yang berasal dari energi fosil dan mengurangi beban pemerintah dalam mensubsidi bahan bakar minyak.

## 1.2 Kapasitas Rancangan

Penentuan kapasitas produksi dari pabrik bioetanol terdapat beberapa faktor yang harus dipertimbangkan yaitu kapasitas minimum dari pabrik yang telah ada, ketersediaan bahan baku, dan kebutuhan pasar.

### 1.2.1 Kapasitas Pabrik yang Telah Berdiri

Penentuan kapasitas pabrik, hal penting yang harus di perhatikan adalah kapasitas pabrik yang telah ada, baik di dalam negeri maupun diluar negeri. Hal ini berguna untuk memperkirakan kapasitas pendirian pabrik agar tidak terlalu jauh berbeda dari kapasitas pabrik yang telah ada. Kapasitas pabrik bioetanol yang telah berdiri dapat dilihat pada Tabel 1.1.

**Tabel 1.1** Daftar Pabrik Penghasil Bioetanol di Indonesia

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (Kl=/Tahun)	Sumber
PT Rajawali II	Desa Palimanan, Cirebon	3.000	<a href="http://penerbit.lipi.go.id/data/naskah1424836160.pdf">http://penerbit.lipi.go.id/data/naskah1424836160.pdf</a>
PT Molindo Raya	Malang, Jawa Timur	10.000	<a href="http://penerbit.lipi.go.id/data/naskah1424836160.pdf">http://penerbit.lipi.go.id/data/naskah1424836160.pdf</a>
PTPN X (PT Basis Indah)	Gedeg, Mojokerto	30.000	<a href="https://finance.detik.com/energi/d-2335133/bumn-buka-pabrik-bioetanol-dahlan-ini-bisa-mengurangi-impor">https://finance.detik.com/energi/d-2335133/bumn-buka-pabrik-bioetanol-dahlan-ini-bisa-mengurangi-impor</a>

### 1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan bioetanol adalah molase yang dihasilkan dari limbah pabrik gula. Data kapasitas pabrik penghasil molase di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.2.

**Tabel 1.2** Daftar Pabrik Penghasil Molase di Indonesia

Nama Pabrik Gula (PG)	Lokasi Pabrik	Kapasitas (Ton/Tahun)
PG. Gunung Madu Lampung	Lampung Tengah	292.000
PG. Gula Putih Mataram	Lampung Tengah	219.000
PG. Sweet Indo Lampung	Tulang Bawang	182.500
PG. Indo Lampung Perkasa	Tulang Bawang	182.500
PG. Bunga Mayang	Lampung Utara	182.500
PG. Jatiroto	Lumajang	182.500
PG. Tolangohula	Gorontalo	146.000



PG. Krebbe Baru 1	Malang	118.625
PG. Gempolkrep	Mojokerto	118.625
PG. Pesantren Baru	Kediri	114.062,5
PG. Ngadirejo	Kediri	113.150
PG. Trangkil	Jawa Tengah	6.767

(Sumber: <http://www.kppbumn.depkeu.go.id>)

### 1.2.3 Prediksi Kebutuhan Bioetanol di Indonesia

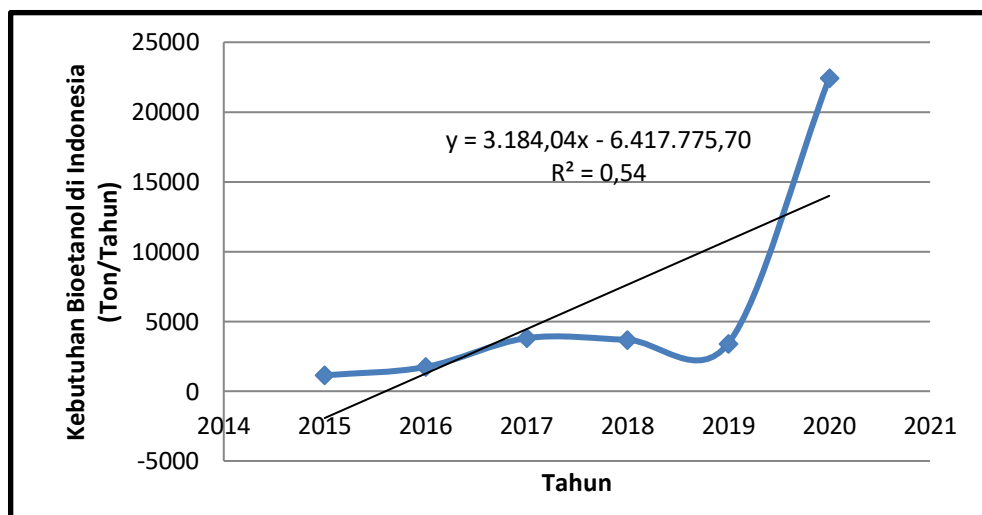
Berdasarkan data impor Bioetanol di Indonesia dapat dilihat bahwa kebutuhan untuk bioetanol masih cukup besar. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1.3.

**Tabel 1.3** Kebutuhan Impor Bioetanol di Indonesia

Tahun	Volume Impor Bioetanol di Indonesia (Ton)
2015	1.134,93
2016	1.732,41
2017	3.799,83
2018	3.682,63
2019	3.423,58
2020	22.431,98

(Sumber: Badan Pusat Statistik (2020))

Dari data kebutuhan impor bioetanol di Indonesia tersebut dapat dibuat grafik antara data tahun pada sumbu x dengan kebutuhan bioetanol pada sumbu y, grafik dapat dilihat pada Gambar 1.1.



**Gambar 1.1** Grafik data kebutuhan Bioetanol di Indonesia tahun 2015 – 2020

Berdasarkan Gambar 1.1 kapasitas pra rancangan pabrik bioetanol yang akan didirikan pada tahun 2030 dapat diperoleh melalui persamaan regresi. Dari

persamaan  $y = 3184,04x - 6417775,70$  dimana  $y$  adalah kebutuhan bioetanol pada tahun tertentu dalam ton, sedangkan  $x$  adalah tahun yang akan dihitung.

Kebutuhan Bioetanol di Indonesia pada tahun 2030 adalah sebagai berikut :

$$y = 3.184,04x - 6417775,70$$

$$y = 3.184,04 (2030) - 6.417.775,70$$

$$y = 6.463.601,2 - 6.417.775,70$$

$$y = 45.825,5$$

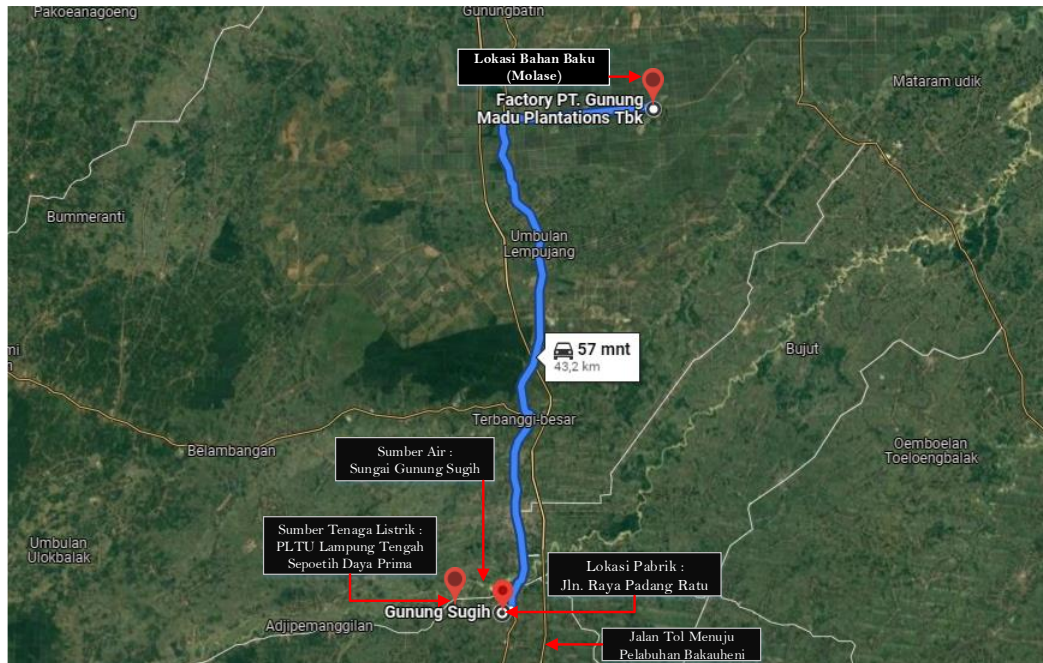
Kebutuhan bioetanol di Indonesia pada tahun 2030 diproyeksikan sebesar 45.825,5 ton/tahun. Dengan mempertimbangkan ketersediaan bahan baku serta kapasitas pabrik yang sudah ada maka pabrik bioetanol yang akan didirikan pada tahun 2030 yaitu sebesar 30.000 ton/tahun. Karena di Indonesia sudah ada pabrik bioetanol yang sudah beroperasi, oleh sebab itu pabrik yang akan didirikan sebesar 65% dari kebutuhan pasar bioetanol di Indonesia.

### **1.3 Lokasi Pabrik**

Penentuan lokasi pabrik sangat mempengaruhi masa depan industri yang akan didirikan baik menyangkut produksi maupun distribusi produk. Maka dari itu pemilihan lokasi harus memberikan perhitungan biaya produksi yang minimum. Pemilihan ini bisa berdasarkan penggunaan analisis SWOT (*Strength, Weakness, Opportunities, Threat*). Data analisis SWOT dapat dilihat pada masing-masing tabel dibawah.

### 1.3.1 Alternatif Lokasi I Lampung

Lokasi pertama terletak pada Jln. Raya Padang Ratu, Kec. Gunung Sugih, Kab. Lampung Tengah, Lampung dapat dilihat pada Gambar 1.2.



**Gambar 1.2** Peta lokasi pabrik di Jln. Raya Padang Ratu, Kec. Gunung Sugih, Kab. Lampung Tengah, Lampung.

Alternatif lokasi I direncanakan terletak di Kawasan Kecamatan Gunung Sugih, Kabupaten Lampung Tengah, Lampung, Indonesia. Kecamatan Gunung Sugih ini memiliki luas wilayah 154,13 km<sup>2</sup>. Letak Kecamatan Gunung Sugih cukup strategis dalam konteks untuk pengembangan wilayah. Hasil Analisa SWOT (Strength, Weakness, Opportunities dan Threat) Kecamatan Gunung Sugih, Kabupaten Lampung Tengah, Lampung dapat dilihat pada Tabel 1.4.

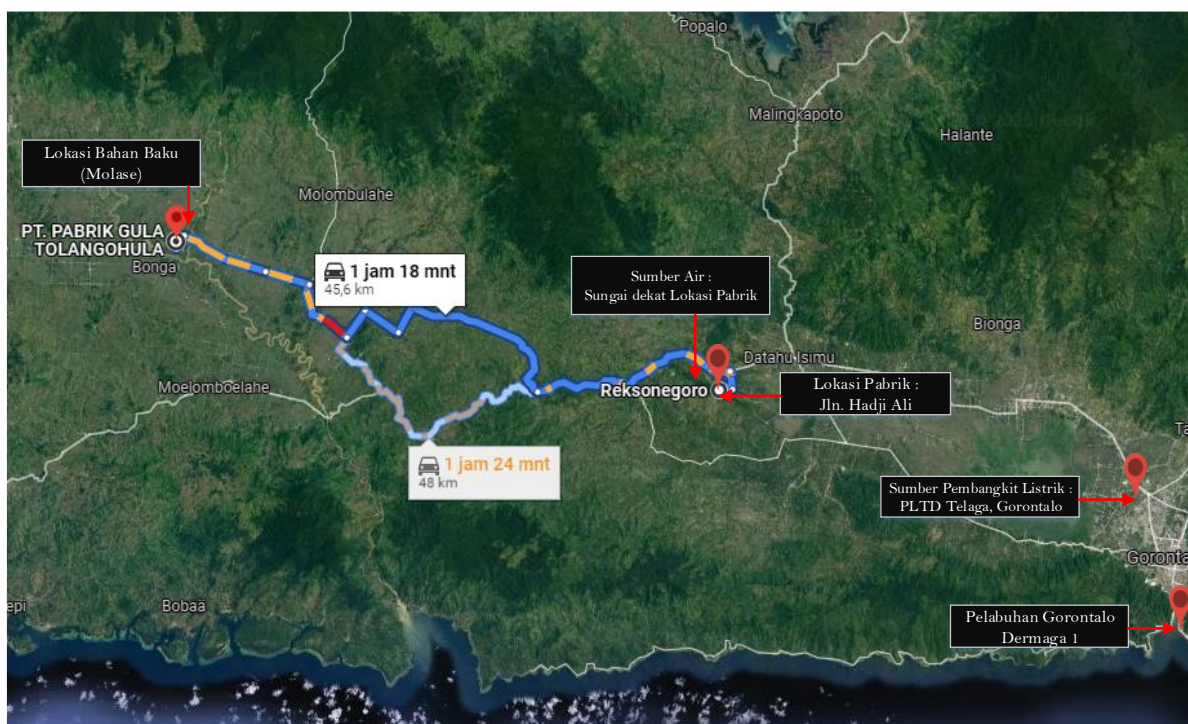


Tabel 1.4 Analisis SWOT Alternatif Lokasi I Lampung

Variable	Internal		Eksternal	
	Strength (Kekuatan)	Weakness (Kelemahan)	Opportunities (Peluang)	Threat (Tantangan)
Bahan baku	Dekat dengan penyedia bahan baku : Molase bisa didapat dari PT Gunung Madu Plantation Tbk dengan potensi 292.000 ton/tahun.	Jauhnya jarak pasokan <i>Saccharomices cerevisiae</i>	Dapat mengambil bahan baku dari PT. Gula Putih Mataram sebagai pasokan tambahan bahan baku	Adanya potensi pengelolaan limbah molase menjadi produk samping
Pemasaran	Transportasi pemasaran melalui jalur darat seperti jalan tol dan laut di Pelabuhan Bakauheni dan Pelabuhan Mesuji	Tidak Ada	Dapat memfokuskan pemasaran pada luar daerah	Kualitas mutu bersaing dengan pabrik lain.
Utilitas	Penggunaan listrik terdapat di PLTU Lampung Tengah	Arus air sungai tidak merata	Kebutuhan air dapat diperoleh dari sungai Gunung Sugi	Potensi tercemarnya air sungai Gunung Sugi
Tenaga kerja	Dapat diperoleh dari penduduk sekitar dari provinsi sekitar.	Perlu dilakukan pelatihan kepada pekerja	Tersedia rekomendasi tenaga kerja dari lembaga yang terdidik	Menarik perhatian calon pegawai yang cenderung mendaftar ke BUMN daerah sekitar Lampung
Kondisi daerah	- Cuaca dan iklim di daerah ini stabil ( T= 26-30,5 °) - Tempat bangun pabrik tersedia luas	Beriklim hutan hujan tropis dengan curah hujan yang tinggi sekitar 21-34°C	Memperbesar areal pabrik dan tidak jauh dengan pusat kota	Rawan luapan air sungai

### 1.3.2 Alternatif Lokasi II Gorontalo

Lokasi kedua terletak pada Jln. Hadji Ali, Reksonegoro, Tibawa, Kabupaten Gorontalo, Gorontalo dapat dilihat pada Gambar 1.3.



**Gambar 1.3** Peta lokasi pabrik di Jln. Hadji Ali Reksonegoro, Kec. Tibawa, Kabupaten Gorontalo, Gorontalo

Alternatif lokasi II direncanakan terletak di Kawasan Reksonegoro, Kecamatan Tibawa, Kabupaten Gorontalo, Gorontalo, Indonesia. Hasil Analisa SWOT (Strength, Weakness, Opportunities dan Threat) Jln. Hadji Ali, Reksonegoro, Kec. Tibawa, Kabupaten Gorontalo, Gorontalo dapat dilihat pada Tabel 1.5.

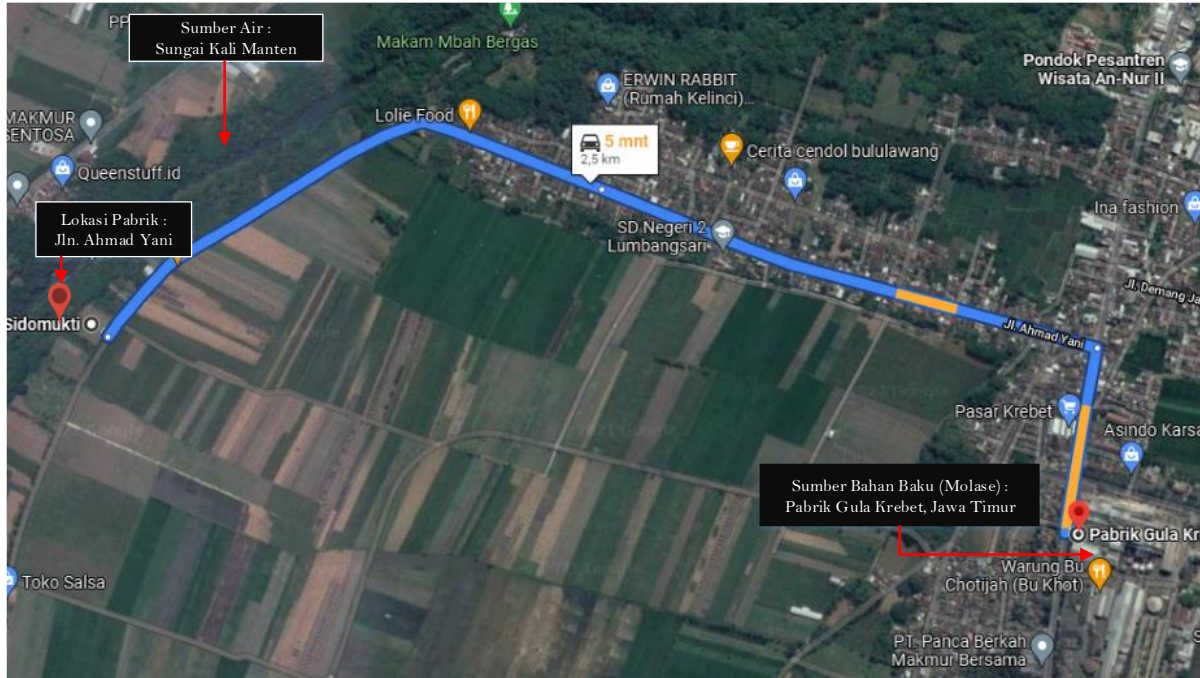
**Tabel 1.5** Analisis SWOT Alternatif Lokasi II Gorontalo

Variable	Internal		Eksternal	
	Strength (Kekuatan)	Weakness (Kelemahan)	Opportunities (Peluang)	Threat (Tantangan)
Bahan baku	Dekat dengan penyedia bahan baku Molase yang didapatkan dari PT. Pabrik Gula Tolanguhula dengan potensi 146.000 Ton/Tahun	Jauhnya jarak pensuplai <i>Saccharomices cerevisiae</i>	Tersedia sumber bahan baku	Adanya potensi pengelolaan limbah molase menjadi produk samping
Pemasaran	Transportasi darat dan Transportasi laut yang berkisar 1 jam yaitu ke Jalan Raya dan Pelabuhan Gorontalo Dermaga I	Pemasaran Bioetanol dalam kota tidak terlalu menguntungkan	Dapat memfokuskan pemasaran diluar daerah.	Kualitas mutu bersaing dengan pabrik lain
Utilitas	Listrik diperoleh dari PLTD Telaga, Gorontalo	Perlu pengelolaan air lebih lanjut	Kebutuhan air dapat diperoleh dari sungai	Potensi tercemarnya air sungai
Tenaga kerja	Dapat diperoleh dari penduduk sekitar dan provinsi sekitar	Perlu dilakukan pelatihan kepada pekerja	Tersedia rekomendasi tenaga kerja dari lembaga terdidik	Perusahaan yang lebih mapan dapat menggaji karyawannya lebih tinggi
Kondisi daerah	Cuaca dan iklim di daerah ini stabil ( T= 24-33 °)	Daerah dataran rendah	Banyak lahan kosong	Pembebasan lahan untuk pendirian pabrik



### 1.3.3 Alternatif Lokasi III Jawa Timur

Lokasi ketiga terletak pada Jln. Ahmad Yani, Dusun Padu, Sukonolo, Kec. Bululawang, Kab. Malang, Jawa Timur dapat dilihat pada Gambar 1.4.



**Gambar 1.4** Peta lokasi pabrik di Jln. Ahmad Yani, Dusun Padu, Sukonolo, Kec. Bululawang, Kab. Malang, Jawa Timur

Alternatif lokasi III direncanakan terletak di Kawasan Kecamatan Bululawang, Kabupaten Malang, Jawa Timur, Indonesia. Hasil Analisa SWOT (Strength, Weakness, Opportunities dan Threat) Kecamatan Bululawang, Kabupaten Malang, Jawa Timur, dapat dilihat pada Tabel 1.6.

**Tabel 1.6** Analisis SWOT Alternatif Lokasi III Jawa Timur

Variable	Internal		Eksternal	
	Strength (Kekuatan)	Weakness (Kelemahan)	Opportunities (Peluang)	Threat (Tantangan)
Bahan baku	Dekat dengan penyedia bahan baku Molase yang didapatkan dari PG Krebet Baru dengan potensi 118.625 ton/tahun	Jauhnya jarak pensuplai <i>Saccharomices cerrevisiae</i>	Banyaknya pabrik gula sehingga mempermudah pencarian bahan baku	Adanya potensi pengelolaan limbah molase menjadi produk samping
Pemasaran	Transportasi darat 5 menit dari Jalan Raya dan laut Pelabuhan Pasuruan	Tidak Ada	Dekat dengan pusat kota dan jalan litas antar provinsi dan kabupaten kota	Kualitas mutu bersaing dengan pabrik lain
Utilitas	Dekat dengan sungai Kali Manten	Air sungai keruh, sehingga perlu pretreatment	Terdapat sungai sebagai utilitas	Perlu pengolahan lebih untuk menghasilkan kualitas air sesuai standar industri
Tenaga kerja	Dapat diperoleh dari penduduk sekitar	Perlu dilakukan pelatihan kepada pekerja	Tersedia rekomendasi tenaga kerja dari lembaga yang terdidik	Kecenderungan karyawan pindah ke perusahaan lain
Kondisi daerah	Cuaca dan iklim di daerah ini stabil ( T= 26-30,5 °)	Daerah dataran rendah	Berada dekat dengan pusat kota	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pembebasan lahan untuk pendirian pabrik</li> <li>• Rawan bencana alam seperti erupsi, banjir</li> </ul>

### **1.3.4 Pemilihan Lokasi Pabrik**

Dari tiga lokasi alternative yang sudah di jelaskan kelebihan dan kekurangannya masing-masing melalui analisa SWOT maka diputuskan bahwa pendirian pabrik di lakukan pada daerah Jln. Raya Padang Ratu, Kec. Gunung Sugih, Kab. Lampung Tengah, Lampung, hal ini mengacu pada kapasitas bahan baku yang besar dan hasil analisa SWOT yang mendukung di lokasi tersebut yaitu:

1. Bahan baku didapat dari PT. Gunung Madu Plantation TBK dengan kapasitas 292.000 ton/tahun.
2. Tersedia transportasi yaitu pelabuhan Bakauheni dan Mesuji, jalan tol Bakauheni/Terbanggi Besar dan Bandar Udara Internasional Radin Inten II.
3. Mempunyai ketersediaan bahan baku yang tinggi dan alternatif bahan baku dekat yaitu dari PT Gula Putih Mataram serta distribusi bahan baku bisa lebih hemat karena jarak bahan baku dengan lokasi dekat.
4. Penggunaan listrik terdapat di PLTU Lampung Tengah Sepoeti Daya Prima.
5. Ketersediaan tenaga kerja dapat diperoleh dari penduduk sekitar dari provinsi sekitar.