

SKRIPSI

**PRA RANCANGAN PABRIK BIOETANOL DARI BIJI
SORGUM DENGAN PROSES FERMENTASI PADA
KAPASITAS 4000 TON/TAHUN**



NOFAUL

1810017411042

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

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS
TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS
BUNG HATTA PADANG**

2023



JURUSAN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI – UNIVERSITAS BUNG HATTA

Kampus III – Jl. Gajah Mada, Gunung Panghul, telep. (0751) 54257 Padang

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI

PRA RANCANGAN PABRIK BIOETANOL DARI BIJI SORGUM DENGAN
FERMENTASI PADA KAPASITAS 4000 TON/TAHUN

OLEH :

NOLAIL

1810017311042

Disetujui Oleh :
Pembimbing

Dr. Maria Ulfah, S.T, M.T

Diketahui Oleh :

Fakultas Teknologi Industri

Dekan

Prof. Dr. Eng. Reni Desularti, S.T, M.T

Jurusan Teknik Kimia

Ketua

Dr. Firdaus, S.T, M.T



JURUSAN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI – UNIVERSITAS BUNG HATTA

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

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

Nama : Nofaul
NEM : 1810017411042
Tanggal Sidang : 28 Februari 2023

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Dr. Maria Ulfah, S.T, M.T	
Anggota	1. Dr. Pasymi, S.T, M.T	
	2. Erda Rahmilaila Desfitri, S.T, M.Eng., Ph.D.	

Pembimbing

Dr. Maria Ulfah, S.T, M.T



**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
 SKRIPSI**

**PRA RANCANGAN PABRIK BIOETANOL DARI BIJI SORGUM DENGAN
 FERMENTASI PADA KAPASITAS 4000 TON/TAHUN**

Oleh :

NOFAUL
 1870017411042

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

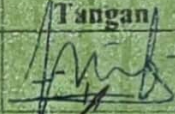

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Kena	Dr. Maria Ulfah, S.T, M.T	
Anggota	1. Dr. Pasymi, S.T, M.T	
	2. Erda Rahmilaila Desfitri, S.T, M.Eng., Ph.D.	

Pembimbing

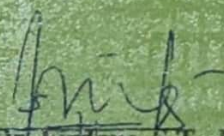
Dr. Maria Ulfah, S.T, M.T

PENYERAHAN LAPORAN PRA RANCANGAN PABRIK

Nama : Nofaul
NPM : 1810017411042
Tanggal Sidang : 28 Februari 2023

Nama Dosen	Instansi	Tanda Tangan
Dr. Firdaus, S.T., M.T.	Jurusan	
Dr. Hana Ghani, S.T., M.T.	Pembimbing I	
	Perpustakaan FTI	

Padang, Februari 2023
Kordinator Skripsi / Pra Rancangan Pabrik


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

NIP/NIK : 961100398/1018026901

ABSTRAK

Pabrik bioetanol dari biji sorgum dengan proses fermentasi pada kapasitas produksi 4.000 Ton/tahun dan lokasi pabrik direncanakan di Babat, Kab. Lamongan, Jawa Timur. Pabrik ini beroperasi selama 330 hari per tahun. Proses produksi yang digunakan adalah proses hidrolisis dengan bantuan enzim stargen TM⁰⁰² untuk mengkonversi pati menjadi glukosa dan selanjutnya proses fermentasi dengan bantuan *saccharomyces cerevisiae* untuk mengkonversi glukosa menjadi etanol. Proses hidrolisis berlangsung selama 2 jam pada tekanan 1 atm dan temperatur 48 dan difermentasi selama 72 jam pada tekanan 1 atm dan temperatur 32. Bioetanol yang dihasilkan kemudian dilakukan pemurnian dengan menggunakan distilasi, kemudian dipisahkan air yang masih terikat dari distilasi dengan menggunakan *molecular sieve* sehingga mencapai kemurnian lebih dari 99,8%. Pabrik ini merupakan perusahaan yang berbentuk Perusahaan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi "*line and staff*" dan mampu menyerap tenaga kerja sebanyak 134 orang. Massa konstruksi pabrik direncanakan 2 tahun. Hasil Analisa ekonomi pada rancangan pabrik bioetanol ini menunjukkan bahwa pabrik ini layak didirikan dengan jumlah total investasi yang dibutuhkan sebesar Rp.107.653.484.569 yang diperoleh dari pinjaman bank 50% dan 50% modal sendiri. Laju pengembalian modal (ROR) sebesar 41% dengan waktu pengembalian modal 2 tahun dan *Break Event Point* (BEP) sebesar 32%.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kapasitas Rancangan.....	3
1.3 Lokasi Pabrik.....	8

BAB II TINJAUAN TEORI

2.1 Tinjauan Umum.....	15
2.2 Tinjauan Proses.....	18
2.3 Sifat Fisik dan Kimia.....	22

BAB III TAHAPAN PROSES DAN DESKRIPSI PROSES

3.1 Tahapan Proses, Blok Diagram dan Flowsheet.....	29
3.2 Deskripsi Proses.....	32

BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI

4.1 Neraca Massa	34
4.2 Neraca Energi.....	45

BAB V UTILITAS

5.1 Unit Penyediaan Listrik.....	53
5.2 Unit Penyediaan Air.....	53
5.3 Unit Penyediaan Steam	65
5.4 Unit Pengolahan Limbah.....	66

BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN

6.1 Spesifikasi Peralatan Utama.....	
6.2 Spesifikasi Peralatan Utilitas.....	

BAB VII TATA LETAK DAN K3LH (KESELAMATAN, KESEHATAN KERJA DAN LINGKUNGAN HIDUP)

- 7.1 Tata Letak Pabrik
- 7.2 Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup.....

BAB VIII ORGANISASI PERUSAHAAN

- 8.1 Bentuk Perusahaan
- 8.2 Struktur Organisasi.....
- 8.3 Tugas dan Wewenang
- 8.4 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji.....
- 8.5 Sistem Kerja
- 8.6 Jumlah Karyawan.....
- 8.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan

BAB IX ANALISA EKONOMI

- 9.1 *Total Capital Investment(TCI)*.....
- 9.2 Biaya Produksi (*Total Production Cost*).....
- 9.3 Harga Jual (*Total Sales*).....
- 9.4 Tinjauan Kelayakan Ekonomi

BAB X TUGAS KHUSUS

- 10.1 Pendahuluan
- 10.2 Ruang Lingkup Rancangan
- 10.3 Rancangan

BAB XI KESIMPULAN

- 11.1 Kesimpulan
- 11.2 Saran.....

DAFTAR PUSTAKA

- LAMPIRAN A NERACA MASSA..... LA-1**
- LAMPIRAN B NERACA ENERGI** LB-1
- LAMPIRAN C SPESIFIKASI PERALATAN** LC-1
- LAMPIRAN D ANALISA EKONOM** LD-1

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Rata-rata Luas tanaman Sorgum di Indonesia	2
Tabel 1.2 Pabrik Bioetanol yang Beroperasi di Dunia.....	3
Tabel 1.3 Pabrik Bioetanol yang Beroperasi di Indonesia.....	4
Tabel 1.4 Produksi Bensin di Indonesia Tahun 2014-2018	5
Tabel 1.5 Konsumsi Bensin di Indonesia Tahun 2014-2018	6
Tabel 1.6 Ekspor Bensin di Indonesia Tahun 2014-2018.....	6
Tabel 1.7 Impor Bensin di Indonesia Tahun 2014-2018.....	6
Tabel 1.8 Proyeksi Produksi, Konsumsi, Ekspor, Impor Tahun 2025	7
Tabel 1.9 Analisis SWOT Kabupaten Babat kec,Babat lamongan	9
Tabel 1.10 Analisa SWOT di karang Tengah Kab.Wonogiri	11
Tabel 1.11 Analisa SWOT Kabupaten Kali sari ,Demak Jawa Tengah.....	13
Tabel 2.1 Perbandingan Proses 1,2 dan 3.	22
Tabel 2.2 Sifat-sifat Fisika dan Kimia Pati	23
Tabel 2.3 Sifat-sifat Fisika dan Kimia Selulosa.....	23
Tabel 2.4 Sifat-sifat Fisika dan Kimia Glukosa	24
Tabel 2.5 Sifat-sifat Fisika dan Kimia Air	24
Tabel 2.6 Sifat-sifat Fisika dan Kimia Asam Sulfat	26
Tabel 2.7 Sifat-sifat Fisika dan Kimia Bioetanol.....	26
Tabel 2.8 Sifat-sifat Fisika dan Kimia Karbondioksida.....	27
Tabel 2.9 Spesifikasi Biji Sorgum.....	27

Tabel 2.10 Spesifikasi Bioetanol	28
Tabel 4.1 Neraca Massa Hammer Mill (HM-1301)	35
Tabel 4.2 Neraca Massa Screen (VS-1401).....	35
Tabel 4.3 Neraca Massa Mixing Tank (MT-1061)	36
Tabel 4.4 Neraca Massa Jet Cooker (JC-1071).....	36
Tabel 4.5 Neraca Massa Cooler (CO-1091)	37
Tabel 4.6 Neraca Massa Reaktor Hidrolisis (RH-2011).....	38
Tabel 4.7 Neraca Massa Seed Fermentor (SF-2051).....	38
Tabel 4.8 Neraca Massa Fermentor (F-2061)	39
Tabel 4.9 Neraca Massa Mikrofiltrasi (MF-3021).....	40
Tabel 4.10 Neraca Massa Kondensor II.....	40
Tabel 4.11 Neraca Massa Distilasi 1 (D-3041).....	41
Tabel 4.12 Neraca Massa Reboiler 1 (RB-3051).....	42
Tabel 4.13 Neraca Massa Distilasi 2 (D-3042)	42
Tabel 4.14 Neraca Massa Kondensor 2 (CD-3062)	43
Tabel 4.15 Neraca Massa Reboiler 2 (RB-3052).....	43
Tabel 4.16 Neraca Massa Molecular Sieve (MS-3081).....	44
Tabel 4.17 Neraca Energi Jet Cooker (JC-1071).....	46
Tabel 4.18 Neraca Energi Heater (H-1091)	46
Tabel 4.19 Neraca Energi Reaktor Hidrolisis (RH-2011)	47
Tabel 4.20 Neraca Energi Fermentor (F-2061)	48
Tabel 4.21 Neraca Energi Pre Heater (H-3031).....	49
Tabel 4.22 Neraca Energi Distilasi I (D-3041)	50
Tabel 4.23 Neraca Energi Kondensor I (CD-3061)	50
Tabel 4.24 Neraca Energi Reboiler I (RB-3051)	50
Tabel 4.25 Neraca Energi Distilasi II (D-3042).....	51

Tabel 4.26 Neraca Energi Kondensor II (CD-3062).....	51
Tabel 4.27 Neraca Energi Reboiler II (RB-3052).....	51
Tabel 4.28 Neraca Energi Molecular Sieve (MS-3081)	52
Tabel 4.29 Neraca Energi Kondensor III (CD-3073)	52
Tabel 5.1 Kebutuhan Air.....	53
Tabel 5.2 Kualitas Air Sanitasi	54
Tabel 5.3 Kebutuhan Air Pendingin	51
Tabel 5.4 Kebutuhan Steam	55
Tabel 5.5 Kualitas Air Sungai Bengawan Solo.....	55
Tabel 5.6 Persyaratan Air Umpan Boiler	60
Tabel 5.7 Kehilangan Efisiensi Termal Akibat Lapisan Kerak pada Boiler	62
Tabel 5.8 Resin yang Digunakan	63
Tabel 6.1 Spesifikasi Gudang Penyimpanan Biji Sorgum.....	
Tabel 6.2 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i>	
Tabel 6.3 Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i>	
Tabel 6.4 Spesifikasi mixing tank (MT-1061).....	
Tabel 6.5 Spesifikasi Reaktor Hidrolisis.....	
Tabel 6.6 Spesifikasi Fermentor	
Tabel 6.7 Spesifikasi Mikrofiltrasi	
Tabel 6.8 Spesifikasi PreHeater	
Tabel 6.9 Spesifikasi Distilasi.....	69
Tabel 6.10 Spesifikasi Condensor.....	70
Tabel 6.11 Spesifikasi Reboiler	
71	
Tabel 6.12 Spesifikasi Storage Tank.....	71
Tabel 6.13 Spesifikasi pompa	72

Tabel 6.14 Spesifikasi Pompa air sungai (P-1001)	73
Tabel 6.15 Spesifikasi Bak Penampung Air Sungai (BP-1101)	74
Tabel 6.16 Spesifikasi Tangki Pelarutan Alum (TP-2201).....	75
Tabel 6.17 Spesifikasi Tangki Pelarutan Kapur Tohor (TP-2203)	75
Tabel 6.18 Spesifikasi Tangki Pelarutan Kaporit (TP-2202).....	76
Tabel 6.19 Spesifikasi Unit Pengolahan Raw Water (BPR-2102).....	77
Tabel 6.20 Spesifikasi Sand Filter (SF-2310)	77
Tabel 6.21 Spesifikasi Bak Penampung Air Sungai (BP-2102)	78
Tabel 6.22 Spesifikasi Softener Tank (ST-3401).....	79
Tabel 6.23 Spesifikasi Tangki Air Demin (TDW-3501)	80
Tabel 6.24 Spesifikasi Cooling Tower (CT-3601).....	80
Tabel 6.25 Spesifikasi Daerator (DE-3701).....	81
Tabel 6.26 Spesifikasi Boiler (B-3801)	82
Tabel 8.1 Waktu Kerja Karyawan Non Shift	106
Tabel 8.2 Karyawan Non Shift.....	107
Tabel 8.3 Karyawan Shift	108

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Lokasi Pabrik di kec Babat, dimana salah satu kabupaten Provinsi Jawa Tengah.....	7
Gambar 1.2 Peta Pabrik di karang tengah,kab.Wonogiri,Jawa Tengah.....	10
Gambar 1.3 Peta Lokasi Pabrik di Kali Sari ,Demak,Jawa Tengah.....	12
Gambar 2.1 Proses Pembuatan Bioetanol Menurut Sarocha Pradyawong.....	18
Gambar 2.2 Proses Pembuatan Bioetanol Menurut Joseph Ikwebe	19
Gambar 2.3 Proses Pembuatan Bioetanol Menurut Arifwan	20
Gambar 3.1 Blok Diagram Pembuatan Bioetanol	30
Gambar 3.2 Flowsheet Pembuatan Bioetanol	31
Gambar 5.1 Blok Diagram Proses Pengolahan Air Sanitasi.....	57
Gambar 5.2 Lapisan Kerak pada Pipa	62
Gambar 5.3 Blok Diagram Proses Pengolahan Air Proses.....	63
Gambar 5.4 Flowsheet Utilitas	67
Gambar 7.1 Tata Letak Lingkungan Pabrik Bioetanol	
Gambar 7.2 Safety Helmet	94
Gambar 7.3 <i>Boot</i>	94
Gambar 7.4 Safety Shoes.....	95
Gambar 7.5 Face Shield.....	95
Gambar 7.6 Respirator.....	95
Gambar 7.7 <i>Safety Belt</i>	96
Gambar 7.8 <i>Gloves</i>	96
Gambar 7.9 Ear Plug.....	96
Gambar 7.10 <i>Safety Glasses</i>	97
Gambar 7.11 <i>Rain Coat</i>	97

Gambar 8.1 Struktur Organisasi Perusahaan	100
Gambar 9.1 Kurva <i>Break Event Point</i> (BEP)	113
Gambar 10.1 Fermentor	115
Gambar 10.2 Pompa	122
Gambar 10.3 Preheater	132
Gambar 10.4 Distilasi I	141
Gambar 10.5 Molecular Sieve	153

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Neraca Massa	LA-1
Lampiran B. Neraca Energi.....	LB-1
Lampiran C. Spesifikasi Peralatan	LC-1
Lampiran D. Analisa Ekonomi.....	LD-1

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya perkembangan teknologi di dunia, maka kebutuhan energi juga mengalami peningkatan. hal tersebut tidak diimbangi dengan ketersediaan sumber energi yang ada. manusia masih sangat bergantung dengan bahan bakar minyak sebagai sumber energi. minyak bumi terus menerus dicari dan diambil demi memenuhi kebutuhan. akibatnya persediaan minyak bumi pun menurun.

Minyak bumi di Indonesia dalam 1 dekade terakhir mengalami penurunan, untuk tahun 2006 minyak mentah di Indonesia didapatkan sebanyak 287,30 juta barel/tahun atau 800 ribu barel /hari sedangkan tahun 2015 yaitu 251,87 juta barel/tahun atau 690 ribu barel/hari, untuk itu diperlukan adanya pengembangan sumber energi lain sebagai alternatif yang murah dan diperbaharui guna mengurangi ketergantungan pada BBM. Apalagi dengan dikeluarkannya Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti BBM dan Instruksi Presiden No 1 Tahun 2006 tanggal 25 Januari 2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati (Biofuel) sebagai bahan bakar lain salah satunya yaitu bioetanol. Bioetanol merupakan salah satu bahan alternatif terbarukan yang berpotensi dikembangkan di Indonesia. Meningkatnya kebutuhan bioetanol untuk berbagai kebutuhan pada beberapa tahun terakhir membuat pemerintah menargetkan mengganti 1,48 miliar liter bensin dengan bioetanol akibat semakin menipisnya cadangan minyak bumi.. Oleh karena itu produksi etanol harus ditingkatkan dengan mencari alternatif lain untuk menghasilkannya. Salah satu sumber daya alam alternatif yang dapat dimanfaatkan adalah tanaman sorgum (*sorghum bicolor*).



a. Tanaman Sorgum

b. Biji Sorgum

Tanaman sorgum di Indonesia sebenarnya sudah sejak lama dikenal tetapi pengembangannya tidak sebaik padi dan jagung. Hal ini dikarenakan masih sedikitnya daerah yang memanfaatkan tanaman sorgum sebagai bahan pangan dimana selama ini hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Tanaman ini mempunyai prospek yang sangat baik untuk dikembangkan secara komersial di Indonesia, karena didukung oleh kondisi agroekologis dan ketersediaan lahan yang cukup luas.

Sorgum juga sangat potensial untuk diangkat menjadi komoditas agroindustri karena mempunyai kandungan karbohidrat (pati) yang tinggi (73-81 %), dan sangat cocok untuk bahan baku pembuatan bioethanol.

Rata-rata luas tanam dan produktivitas sorgum pada beberapa daerah sentra produksi sorgum di Indonesia cukup bervariasi, variasi tersebut disebabkan oleh perbedaan agroekologi serta teknologi budi daya yang diterapkan oleh petani, terutama varietas dan pupuk. Sumber Pertanian terbesar di Indonesia terdapat di Jawa Tengah, Jawa Timur, DI Yogyakarta, serta NTB dan NTT.

Berikut ini adalah Rata-rata luas tanam, produksi, dan produktivitas sorgum di beberapa sentra pengembangan sorgum di Indonesia (berbagai tahun).

Tabel 1.1 Rata-rata Luas Tanaman dan Produktivitas Sorgum di Indonesia

Tempat/tahun	Luas tanam (ha)	Produksi (ton)	Produktivitas (t/ha)
Jawa Tengah	15.309	17.350	1,13
Jawa Timur	5.963	10.522	1,76
DI Yogyakarta	1.813	670	0,37
NTB	30	54	1,8
NTT	26	39	1,5

Sumber: Direktorat Budidaya Serealia, Ditjen Tanaman Pangan, 2012

Dari data diatas dapat menjadi acuan untuk mendirikan pabrik bioetanol dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut :

- Dengan didirikan pabrik biotanol dapat menjadi alternative bahan bakar pengganti bensin
- Sebagai bentuk dukungan akan program pemerintah dalam menjalankan energi terbarukan
- Mengekspor sebagian produk dan dapat menghasilkan devisa buat negara
- Dapat membantu mensejahterakaan petani sorgum yang tadinya di pandang sebelah mata
- Menambah lapangan pekerjaan di sekitar wilayah industri yang di dirikan

1.2 Kapasitas Rancangan

1.2.1 Kapasitas Pabrik yang Sudah Ada

Daftar pabrik bioethanol yang telah beroperasi di beberapa negara dapat dilihat pada Tabel 1.2

Tabel 1. 2. Pabrik Bioetanol yang Beroperasi di Dunia

No	Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
1	Cropenergies AG	Jerman	459.091
2	Tereos	Perancis	200.000
3	Raizen	Brazil	42.378
4	Archer Daniels Midland	Amerika Serikat	1.203.125
5	Pannonia Bio	Hungary	176.573
6	BlueFire <i>Renewables</i> Inc.	Amerika Serikat	25.399

Sumber : Venture Radar, 2021

Berikut pabrik bioetanol yang telah beroperasi di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1. 3. Pabrik Bioetanol yang Beroperasi di Indonesia

No	Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
1	PT. Indo Acidatama, Tbk	Karanganyar, Jawa Tengah	17.657
2	PT. Indonesia <i>Ethanol Industry</i>	Lampung Tengah, Lampung	17.657
3	Sampoerna Bioenergi	Jawa Tengah dan Jawa Timur	21.189
4	PT. Basis Indah	Makassar, Sulawesi Selatan	1.942
5	Molasindo Alur Pratama	Medan, Sumatera Utara	1.271
6	PT. Molindo Raya <i>Industrial</i>	Malang, Jawa Timur	17.657
7	PT. Aneka Kimia Nusantara	Mojokerto, Jawa Timur	6.004
8	PTPN X	Mojokerto, Jawa Timur	116.538
9	Indo Lampung <i>Distillery</i>	Lampung	24.720
10	Permata Sakti	Medan, Sumatera Utara	1.766

Sumber : Yessco Bioethanol, 2015

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Sorgum secara luas tersebar di daerah Nusa Tenggara Timur, Jawa Tengah, Yogyakarta dan yang banyak menghasilkan sorgum serta adanya dukungan pemerintah di daerah Babat yaitu didirikannya rumah sorgum. Berikut data sorgum yang dihasilkan 4230,8 ton/tahun

1.2.3 Kapasitas Pabrik

Kapasitas pabrik adalah satu faktor yang harus diperhatikan dalam pendirian pabrik bioetanol. Pabrik bioetanol dengan biji Sorgum. ini direncanakan akan mulai beroperasi pada tahun 2025 dengan mengacu pada pemenuhan konsumsi dalam negeri serta penekanan jumlah impor bensin.

Berikut persamaan yang digunakan untuk perkiraan volume kebutuhan produksi, konsumsi, ekspor, impor bensin dalam ton pada tahun 2025 :

$$F = P (1+i)^n$$

Dimana :

F = Perkiraan volume bioetanol pada tahun 2025

P = Volume bioetanol pada tahun ke 2018

I = Indeks pertumbuhan rata – rata

N = Selisih waktu

Untuk menghitung indeks pertumbuhan rata – rata produksi, konsumsi, ekspor dan impor digunakan rumus sebagai berikut :

$$i = \left(\frac{\sum \text{indeks pertumbuhan setiap tahun}}{\text{Total tahun}} \right)$$

(Timmerhaus, K.D., 2004)

Berikut data – data produksi (Tabel 1.4), konsumsi (Tabel 1.5), ekspor (Tabel 1.6) dan impor (Tabel 1.7) bensin yang ada di Indonesia.

Tabel 1.4 Produksi Bensin di Indonesia tahun 2014-2018

Tahun	Berat (Ton)	Pertumbuhan
2014	1.702.360	0
2015	1.665.651	-0,021563594
2016	2.545.823	0,528425222
2017	1.366.421	-0,463269442
2018	1.673.299	0,224585249
total $\sum\%P$		0,268177435
<i>I</i>		0,067044359
produksi Bioetanol 2025		2.635.426

Sumber : HEESI, 2020

Tabel 1.5 Konsumsi Bensin di Indonesia tahun 2014-2018

Tahun	Berat (Ton)	Pertumbuhan
2014	261.185,00	0
2015	228.445	-0,125351762
2016	277.700	0,215609884
2017	288.224	0,037897011
2018	309.709	0,074542717
total $\sum\%P$		0,20269785
<i>I</i>		0,050674462
Produksi Bioetanol 2025		437.775

Sumber : HEESI, 2020

Tabel 1.6 Ekspor Bensin di Indonesia tahun 2014-2018

Tahun	Berat (Ton)	Pertumbuhan
2014	447.038	0
2015	191.469	-0,571695119
2016	301.316,20	0,573710781
2017	414.501	0,375634632
2018	279.625	-0,325394149
total $\sum\%P$		0,052256145
<i>I</i>		0,013064036
Produksi Bioetanol 2025		306.220

Sumber : HEESI, 2020

Tabel 1.7 Impor Bensin di Indonesia tahun 2014-2018

Tahun	Berat(Ton)	Pertumbuhan
2014	61.447,00	0
2015	171.982,40	1,798873826
2016	206.590,80	0,201232219
2017	138.433,50	-0,329914498
2018	315.359,97	1,278061091
total $\sum\%P$		2,948252638
<i>I</i>		0,73706316
Produksi Bioetanol 2025		15.049.284

Sumber : HEESI, 2020

Dari tabel-tabel di atas, maka diperoleh nilai proyeksi produksi, konsumsi, ekspor dan impor bensin tahun 2025 yang dapat dilihat pada Tabel 1.8.

Tabel 1.8 Proyeksi Produksi, Konsumsi, Ekspor, Impor tahun 2025

Proyeksi	Berat (Ton)
Produksi	2.635.426
Konsumsi	437.755
Ekspor	306.220
Impor	15.049.284

Sumber : HEESI, 2020

Untuk menentukan kebutuhan bensin di Indonesia yang belum terpenuhi dapat dihitung dengan persamaan :

$$F_3 = (F_4 - F_5) + (F_1 - F_2)$$

Dimana :

F_1 = nilai impor (ton/tahun)

F_2 = nilai produksi dalam negeri (ton/tahun)

F_3 = nilai produksi pabrik baru (ton/tahun)

F_4 = nilai ekspor (ton/tahun)

F_5 = nilai konsumsi dalam negeri (ton/tahun)

Dari data diatas digunakan untuk mengetahui jumlah kebutuhan bensin sebagai perhitungan lanjutan dalam menentukan kapasitas pabrik yang akan didirikan, sehingga diperoleh kebutuhan yang belum terpenuhi sebesar:

$$F_3 = (314.274 - 483.245) + (15.049.284 - 15.049.284)$$

$$F_3 = 16.940.735 \text{ ton/tahun}$$

Dari persamaan diatas diketahui jumlah kebutuhan bensin di Indonesia pada tahun 2025 sebesar 16.940.735 ton/tahun. Dengan analisa potensi ketersediaan bahan baku Sorgum dan persaingan industri bioetanol di Indonesia pada tahun 2025, maka pabrik yang dibangun direncanakan 1% dari total kebutuhan bensin di Indonesia, maka kapasitas produksi menjadi :

$$\text{Kapasitas pabrik} = 1\% * 16.940.735 = 169.407 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, kapasitas pabrik bioetanol pada tahun 2025 diperoleh sebesar 4000 Ton/Tahun.

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. Beragam lokasi yang akan dipilih dilakukan dengan analisis SWOT (Strength, Weakness, Opportunities, dan Threat). Data analisis SWOT dapat dilihat pada masing-masing tabel di bawah ini.

1.3.1 Alternatif lokasi 1. Babat ,Kec.Babat,Kab.Lamongan,Jawa Timur

Lokasi pertama terletak pada kec Babat, dimana salah satu kabupaten Provinsi Jawa Tengah yang dapat dilihat pada gambar 1.1.



Gambar 1.1 Peta lokasi pabrik di daerah Babat ,Kec babat ,kab Lamongan ,Jawa Timur

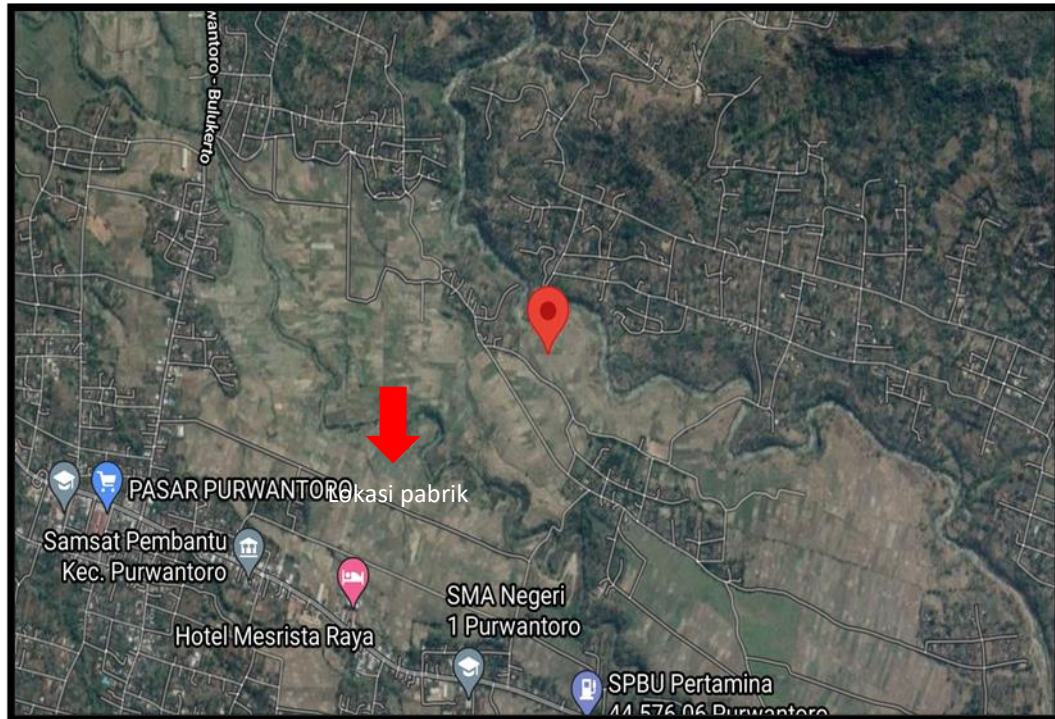
Direncanakan terletak di kec Babat, dimana salah satu kabupaten Provinsi Jawa Tengah , Indonesia. Ibu kota kabupaten ini terletak di Lamongan. Kabupaten ini memiliki luas wilayah 1.813 km² . Letak Kec.Babat cukup strategis dalam konteks pengembangan wilayah. Selain dilintasi jalur lintas regional, baik yang menghubungkan antar provinsi provinsi. Hasil Analisa SWOT (Strength, Weakness, Opportunities Dan Threat) Kabupaten Lamongan ,kec Babat Tabel 1.9.

Tabel 1.9 Analisa SWOT lokasi Babat ,Kec Babat,Kab Lamongan,Jawa Tengah

Variabel	Internal		Eksternal	
	Strength (Kekuatan)	Weakness (Kelemahan)	Opportunities (Peluang)	Threat (Tantangan)
Bahan baku	Sumber daya alam mendukung	Ketergantungan dengan pemasok bahan baku	Jumlah bahan baku meningkat	Meningkatkan dan menjaga kualitas dari bahan baku yang tersedia di Lamongan
Pemasaran	Transportasi pemasaran dekat dengan akses jalan raya Tuban – Lamongan	Sistem pemasaran kurang transparan	Kebutuhan bioetanol meningkat	Pemasaran belum sepenuhnya mendukung
Utilitas	Tenaga listrik disediakan oleh PLN Rayon Babat	Kualitas air yang masih rendah	Dekat dengan sungai bengawan Solo	Lokasi perusahaan yang dekat dengan pemukiman
Tenaga kerja	Adanya tenaga kerja berasal dari perguruan tinggi	Terkendala pada pengembangan SDM	Tenaga kerja diperoleh dari sekitar dan luar provinsi	Memberi pelatihan atau training kepada calon karyawan
Kondisi daerah	Tempat bangun pabrik tersedia luas	Iklm tidak stabil	Tersedia area luas untuk pembangunan pabrik	Perlu pengamatan dan pengawasan yang di sebabkan oleh iklim sering berubah

1.3.2. Alternatif lokasi 2. Karang Tengah, Kab. Wonogiri, Jawa Tengah.

Lokasi kedua terletak pada wilayah karang tengah, kab. Wonogiri, Jawa Tengah yang dapat dilihat pada gambar 1.2.



Gambar 1.2 Peta lokasi pabrik berlokasi di Karang Tengah, Kab. Wonogiri

Di rencanakan berletak di karang tengah, kab. Wonogiri, Jawa Tengah sekitar 107 km dari pelabuhan prigi dan dekat dengan bahan baku sorgum yang terletak di kecamatan pracimantoro, Giritontro, Batu warno, Eromoko, dan Wuryantoro dan letak Secara Geografis, Kabupaten Wonogiri terletak pada posisi antara 7o32' sampai 8o15' Lintang Selatan (LS) serta antara 110o41' sampai 111o18' Bujur Timur (BT) dengan luas wilayah kurang lebih 182.236,02 Hektar atau 5,59% dari luas wilayah Provinsi Jawa Tengah dengan panjang garis pantai 7,6 km. Berikut hasil analisa SWOT (Strength, Weaknes, Opportunities dan Threat) di karang tengah, kab. Wonogiri, Jawa Tengah Tabel 1.10.

Tabel 1.10. Analisis Swot lokasi pabrik berlokasi di Karang Tengah, Kab. Wonogiri

Variabel	Internal		Eksternal	
	Strength (Kekuatan)	Weakness (Kelemahan)	Opportunities (Peluang)	Threat (Tantangan)
Bahan baku	Sumber daya alam mendukung	Ketergantungan dengan pemasok bahan baku	Jumlah bahan baku meningkat	Meningkatkan dan menjaga kualitas dari bahan baku yang tersedia di Wonogiri
Pemasaran	Transportasi pemasaran dekat dengan akses jalan raya Tuban – Lamongan	Sistem pemasaran kurang transparan	Kebutuhan bioetanol meningkat	Pemasaran belum sepenuhnya mendukung
Utilitas	Tenaga listrik disediakan oleh PLN Area Pelayanan Cinere	Kualitas air yang masih rendah	Dekat dengan sungai Kali jaran	Lokasi perusahaan yang dekat dengan pemukiman
Tenaga kerja	Adanya tenaga kerja berasal dari perguruan tinggi	Terkendala pada pengembangan SDM	Tenaga kerja diperoleh dari sekitar dan luar provinsi	Memberi pelatihan atau training kepada calon karyawan
Kondisi daerah	Tempat bangun pabrik tersedia luas	Iklim tidak stabil	Tersedia area luas untuk pembangunan pabrik	Perlu pengamatan dan pengawasan yang disebabkan oleh iklim sering berubah

1.3.3. Alternatif lokasi 3. Kab,Kali Sari ,Demak,Jawa Tengah

Lokasi ketiga terletak pada Kabupaten Kali Sari ,Demak,Jawa Tengah yang dapat dilihat pada gambar 1.3.



Gambar 1.3 Peta lokasi pabrik di Kab. Kali Sari ,Demak,Jawa Tengah

Di rencanakan berletak di Kabupaten Kali Sari ,Demak,Jawa Tengah jarak dari pelabuhan banyu towo 109km dan dekat dengan bahan serta Letak geografis Kabupaten Demak berada di Provinsi Jawa Tengah bagian Utara dan merupakan daerah yang berbatasan langsung dengan Kota Semarang yang merupakan pusat pemerintahan dan perekonomian di Jawa Tengah, sehingga sangat potensial sebagai daerah penyangga roda perekonomian. Berikut hasil analisa SWOT (Strength, Weaknes, Opportunities dan Threat) di Kabupaten Kali Sari ,Demak,Jawa Tengah Tabel 1.11.

Tabel 1.11. Analisis SWOT lokasi pabrik di Kab,Kali Sari ,Demak,Jawa Tengah

Variabel	Internal		Eksternal	
	Strength (Kekuatan)	Weakness (Kelemahan)	Opportunities (Peluang)	Threat (Tantangan)
Bahan baku	Sumber daya alam mendukung	Ketergantungan dengan pemasok bahan baku	Ketersediaan bahan baku yang tinggi	Meningkatkan dan menjaga kualitas dari bahan baku yang tersedia di kota Demak
Pemasaran	Transportasi pemasaran dekat dengan akses jalan raya Semarang – Demak	Sistem pemasaran kurang transparan	Kebutuhan bioetanol meningkat	Pemasaran belum sepenuhnya mendukung
Utilitas	Tenaga listrik disediakan oleh PLN Gardu Induk Mranggen	Kualitas air yang masih rendah	Dekat dengan sungai Kali Tuntang	Lokasi perusahaan yang dekat dengan pemukiman
Tenaga kerja	Adanya tenaga kerja berasal dari perguruan tinggi	Terkendala pada pengembangan SDM	Tenaga kerja diperoleh dari sekitar dan luar provinsi	Kecendrungan karyawan pindah ke perusahaan lain yang dekat dengan lokasi pabrik
Kondisi daerah	Tempat bangun pabrik tersedia luas	Iklim tidak stabil	Tersedia area luas untuk pembangun an pabrik	Perlu pengamatan dan pengawas an yangdisebabkan oleh iklim sering berubah

1.3.4 analisa lokasi pabrik bioethanol

Berikut adalah analisa *qualitative* dan *quantitative* terhadap lokasi bahan baku, pemasaran, tenaga kerja, utilitas, dan kondisi daerah yang disajikan pada tabel

lokasi Variable	Babat	Karang tengah	Kalisari
Bahan Baku	5	4	4
Pemasaran	4	4	4
Tenaga Kerja	4	4	3
Utilitas	4	3	3
Kondisi Daerah	4	3	3
Total	21	18	17

Pada tabel diatas penilaian di lakukan dengan cakupan range 1-5 dimana:

1= Sangat Tidak Baik

2= Tidak Baik

3= Cukup

4= Baik

5= Sangat Baik

Setelah dilakukan pengamatan, Kawasan Babat, kec Babat, Kab. Lamongan, Jawa Timur sangat memenuhi kriteria untuk di bangun pabrik Bioetanol dari tanaman sorgum. Hal ini dapat dilihat dari variable yang memenuhi itu adalah:

1. Bahan baku, dimana bahan baku mudah di dapatkan yaitu di rumah sorgum yang didirikan pemerintah setempat
2. Pemasaran, jarak pabrik dengan pelabuhan cukup dekat, memudahkan dalam pemasarannya
3. Tenaga Kerja, Kebutuhan tenaga kerja, dikerjakan pada orang sekitar pabrik
4. utilitas, selain dekat dengan bahan baku utilitas sangat bagus, pln dari rayon babat dan sumber airnya langsung dari sungai bengawan solo
5. kondisi daerah, iklim di daerah babat sangatlah stabil dan tidak ada cuaca ekstrim