

SKRIPSI

**PRARANCANGAN PABRIK BIOETANOL DARI TANDAN
KOSONG KELAPA SAWIT DENGAN KAPASITAS 77.000
TON/TAHUN**



NELSON ELI SAPUTRA DOLOK SARIBU

(2110017411060)

*Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Pada
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta*

UNIVERSITAS BUNG HATTA

2022



JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI – UNIVERSITAS BUNG HATTA
Kampus III – Jl. Gajah Mada, Gunung Pangilun, telp. (0751) 54257 Padang

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI

PRA RANCANGAN PABRIK BIOETANOL DARI TANDAN KOSONG
KELAPA SAWIT DENGAN KAPASITAS 77.000 TON/TAHUN

OLEH :

NELSON ELI SAPUTRA DOLOK SARIBU

2110017411060

Disetujui Oleh :
Pembimbing

Dr. Pasymi, 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



JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI – UNIVERSITAS BUNG HATTA
Kampus III – Jl. Gajah Mada, Gunung Pangilun, telp. (0751) 54257 Padang

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
SKRIPSI**

**PRA RANCANGAN PABRIK BIOETANOL DARI TANDAN KOSONG
KELAPA SAWIT DENGAN KAPASITAS 77.000 TON/TAHUN**

Oleh :

NELSON ELI SAPUTRA DOLOK SARIBU

2110017411060

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

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Dr. Pasymi, S.T, M.T	
Anggota	1. Dr. Firdaus, S.T, M.T	
	2. Dr. Maria Ulfah, S.T, M.T	

Pembimbing

Dr. Pasymi, S.T, M.T



LEMBAR PENGESAHAN REVISI LAPORAN SKRIPSI/
PRA RANCANGAN PABRIK

Nama : Nelson Eli Saputra Dolok Saribu
NPM : 2110017411060
Tanggal Sidang : 09 Desember 2022


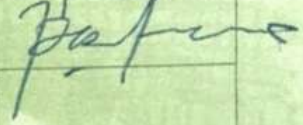
Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Dr. Pasymi, S.T, M.T	
Anggota	1. Dr. Firdaus, S.T, M.T	
	2. Dr. Maria Ulfah, S.T, M.T	

Pembimbing

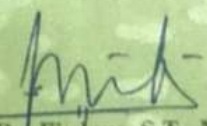
Dr. Pasymi, S.T, M.T

PENYERAHAN LAPORAN PRA RANCANGAN PABRIK



Nama : Nelson Eli Saputra Dolok Saribu
NPM : 2110017411060
Tanggal Sidang : 09 Desember 2022

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

Padang, Desember 2022
Koordinator Skripsi / Pra Rancangan Pabrik


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

NIP/NIK : 961100398/1018026901

	FORMULIR PENILAIAN SEMINAR TUGAS AKHIR		
Fakultas Teknologi Industri	No. Dokumen 13/TA.02/TK-FTI/XII-2022	Tanggal Terbit 9 Desember 2022	Jurusan Teknik Kimia

**BERITA ACARA
SEMINAR TUGAS AKHIR**

Pada hari *Jum'at* tanggal *Sembilan Bulan Desember Tahun Dua Ribu Dua Puluh Dua*, telah dilangsungkan Seminar Tugas Akhir Program Strata Satu (S-1) di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta, terhadap :

Nama	: Nelson Eli Saputra Dolok Saribu
NPM	: 2110017411060
Judul Tugas Akhir	: Pra Rancangan Pabrik Bioetanol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Kapasitas Produksi 77.000 Ton/Tahun
Pembimbing	: Dr. Pasyimi, ST. MT.
Tanggal / Waktu Ujian	: 9 Desember 2022 / 09.30 – 11.00 WIB
Ruang Ujian	: Ruang Sidang Prodi Teknik Kimia I

Hasil Ujian : “ Lulus *) dengan/tanpa perbaikan, nilai :


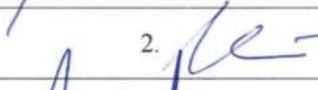
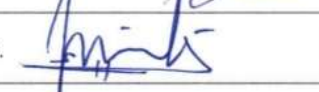
*) Tidak Lulus, dapat mengulang ujian pada :

*) Tidak lulus

Nilai Akhir :

Angka : 74,8
Huruf : C / C+ / B- / **B** / B+ / A- / A

Tim Penguji

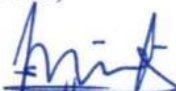
Jabatan	Nama	Tanda tangan
Ketua	1. Dr. Pasyimi, ST. MT.	1. 
Anggota	2. Dr. Maria Ulfah, S.T., M.T.	2. 
	3. Dr. Firdaus, ST. MT.	3. 

Demikianlah Berita Acara ini dikeluarkan agar dipergunakan seperlunya.



Mengetahui
Dekan Fakultas Teknologi Industri
Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, ST. MT.

Dikeluarkan : Di Padang
Tanggal : 9 Desember 2022
Jurusan Teknik Kimia
Ketua,


Dr. Firdaus, ST., MT.

INTISARI

Pabrik Bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit ini dirancang dengan kapasitas produksi 77.000 ton/tahun dengan lokasi pabrik direncanakan di Handil Sohor, Mentaya Hilir Selatan, Kabupaten Kotawaringin Timur, Kalimantan Tengah. Pabrik ini beroperasi selama 330 hari per tahun. Proses produksi yang digunakan adalah proses produksi yang digunakan proses biosintesis dengan mengolah tandan kosong kelapa sawit menjadi glukosa, lalu glukosa difermentasi dengan bantuan enzim dari *Saccaromyces cerevisiae* untuk mengubah glukosa menjadi bioetanol. Proses fermentasi dilakukan selama 72 jam pada tekanan 1 atm dan suhu 30°C. Pabrik ini merupakan perusahaan yang berbentuk Perusahaan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi "*line and staff*", dan mampu menyerap tenaga kerja sebanyak 102 orang. Masa konstruksi pabrik direncanakan selama 5 tahun. Hasil analisa ekonomi pada rancangan pabrik aluminium hidroksida ini menunjukkan bahwa pabrik ini layak didirikan dengan jumlah total investasi yang dibutuhkan Rp.609.059.204.536 yang diperoleh dari pinjaman bank 50% dan 50% modal sendiri. Laju pengembalian modal (IRR) sebesar 46,56%, arus kas yang akan datang (NPV) sebesar Rp. 4.992.878.645.728, waktu pengembalian 2 tahun 4 bulan 24 hari dan *Break Event Point* (BEP) sebesar 25,72%.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, Sehingga berkat keridha'annya tugas akhir dengan judul **“Pra Rancangan Pabrik Bioetanol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Kapasitas 77.000 ton/tahun”** dapat terselesaikan 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 terimakasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta, Padang.
2. Bapak Dr. Firdaus, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Bung Hatta, Padang.
3. Bapak Dr. Pasymi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan serta pengetahuannya.
4. Keluarga tercinta Bapak Peatur Dolok saribu dan Ibu Rosta Napitupulu, Kakak Friska Dolok saribu dan Maria Dolok saribu, Abang Riko Dolok saribu dan Jhoni Dolok Saribu, Adik Juni Dolok Saribu, Lae Zera Zamili dan ponakan tersayang Brayen Zamili dan Gersom Zamili yang selalu memberikan dukungan moral dan material kepada penulis.
5. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Universtas Bung Hatta angkatan 2021 yang senantiasa saling memotivasi.

Penulis menyadari tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran dari pembaca demi perbaikan tugas akhir ini. Atas perhatiannya penulis mengucapkan terima kasih.

Padang, 09 Desember 2022



Nelson Eli Saputra Dolok Saribu

DAFTAR ISI

LEMBARAN PENGESAHAN

INTISARI	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	ix

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kapasitas Rancangan	2
1.3 Lokasi Pabrik	7

BAB II. TINJAUAN TEORI

2.1 Tinjauan Umum	15
2.2 Tinjauan Proses	18
2.3 Sifat Fisik dan Kimia	21
2.4 Spesifikasi Bahan Baku, Bahan Penunjang dan Produk	26

BAB III.TAHAPAN DAN DESKRIPSI PROSES

3.1 Tahapan Proses dan Blok Diagram	28
3.2 Deskripsi Proses	31

BAB IV.NERACA MASSA DAN ENERGI

4.1 Neraca Massa	35
4.2 Neraca Energi.....	46

BAB V. UTILITAS

5.1.Unit Penyediaan Listrik	60
5.2.Unit Penyediaan Air.....	60
5.3.Unit Penyediaan Steam	73
5.4.Unit Pengolahan Limbah	74

BAB VI.SPESIFIKASI PERALATAN

6.1 Spesifikasi Peralatan Utama.....	63
6.2 Spesifikasi Peralatan Utilitas	85

BAB VII. TATA LETAK PABRIK DAN K3LH

7.1 Tata Letak Pabrik.....	100
----------------------------	-----

7.2 Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup	105
---	-----

BAB VIII. ORGANISASI PERUSAHAAN

8.1. Bentuk Perusahaan	115
8.2. Struktur Organisasi	115
8.3. Tugas dan Wewenang	116
8.4. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji	120
8.5. Sistem Kerja	121
8.6. Jumlah Karyawan	121
8.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan	122

BAB IX. ANALISA EKONOMI

9.1 <i>Total Capital Investment (TCI)</i>	125
9.2 <i>Total Production Cost (TPC)</i>	126
9.3 Harga Jual (<i>Total Sales</i>)	126
9.4 Tinjauan Kelayakan Pabrik	127

BAB X. TUGAS KHUSUS

10.1 Pendahuluan	129
10.2 Ruang Lingkup Rancangan	129
10.3 Rancangan	129

BAB XI. KESIMPULAN DAN SARAN

11.1 Kesimpulan	155
11.2 Saran	156

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A NERACA MASSA

LAMPIRAN B NERACA ENERGI

LAMPIRAN C SPESIFIKASI PERALATAN

LAMPIRAN D ANALISA EKONOMI

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Pabrik Bioetanol yang Beroperasi di Dunia	3
Tabel 1.2 Pabrik Bietanol yang Beroperasidi Indonesia	2
Tabel 1.3 Produksi Bensin di Indonesia Tahun 2014-2018	4
Tabel 1.4 Konsumsi Bensin di Indonesia Tahun 2014-2018	4
Tabel 1.5 Ekspor Bensin di Indonesia Tahun 2014-2018	4
Tabel 1.6 Impor Bensin di Indonesia Tahun 2014-2018.....	5
Tabel 1.7 Proyeksi Produk, Konsumsi, Ekspor, Impor Tahun 2025	5
Tabel 1.8 Produksi Kelapa Sawit Menurut Provinsi di Indonesia, 2017-2021	7
Tabel 1.9 Analisa SWOT daerah Buatan II Koto Gasib Kab.Siak, Riau	9
Tabel 1.10 Analisa SWOT daerah Buluh Nipis, Kab. Kampar, Riau.....	11
Tabel 1.11 Analisa SWOT daerah Mentaya Hilir Selata, Kalimantan Tengah	13
Tabel 2.1 Perbandingan Proses Pembuatan Bioetanol	21
Tabel 2.2 Spesifikasi Tandan Kosong Kelapa Sawit	26
Tabel 2.3 SpesifikasiProduk.....	27
Tabel 4.1 Neraca Massa Proses Pencucian (W-1031).....	36
Tabel 4.2 Neraca Massa <i>Cutting Mill</i> (CT-1041).....	37
Tabel 4.3 Neraca Massa Tangki Pelarutan NaOH (MT-2081).....	37
Tabel 4.4 Neraca Massa <i>Reaktor Delignifikasi</i> (RD-2061).....	38
Tabel 4.5 Neraca Massa <i>Rotary Vacuum Filter</i> (RVF-2101).....	38
Tabel 4.6 Neraca Massa Pelarutan H ₂ SO ₄ (MT-3151).....	39
Tabel 4.7 Neraca Massa <i>Reaktor Hidrolisis</i> (RH-3121)	39
Tabel 4.8 Neraca Massa <i>Filterpress I</i> (F-3161)	40
Tabel 4.9 Neraca Massa <i>Reaktor Penetralan</i> (RP-3171)	40
Tabel 4.10 Neraca Massa <i>Filterpress II</i> (F-3201)	41
Tabel 4.11 NeracaMassa <i>Seed Fermentor</i> (SF-4241)	41
Tabel 4.12 Neraca Massa <i>Fermentor</i> (RF-4211)	42
Tabel 4.13 Neraca Massa <i>Filterpress III</i> (F-4261).....	42
Tabel 4.14 Neraca Massa Coloum Distilasi 1 (CD-5281).....	43

Tabel 4.15 Neraca Massa Condensor 1 (C-5291)	43
Tabel 4.16 Neraca Massa Reboiler 1 (RB-5301)	44
Tabel 4.17 Neraca Massa Coloum Distilasi 2 (CD-5282).....	44
Tabel 4.18 Neraca Massa Condensor 2 (C-5292)	45
Tabel 4.19 Neraca Massa Reboiler 2 (RB-5302)	45
Tabel 4.20 Neraca Massa <i>Molekular Sieve</i> (MS-5311).....	45
Tabel 4.21 Neraca Energi <i>Reaktor Delignifikasi</i> (RD-2061).....	46
Tabel 4.22 Neraca Energi <i>Rotary Vacum Filter</i> (RVF-2101).....	46
Tabel 4.23 Neraca Energi <i>Reaktor Hidrolisis</i> (RH-3121).....	47
Tabel 4.24 Neraca Energi <i>Reaktor Penetralan</i> (RP-3171).....	47
Tabel 4.25 Neraca Energi <i>Cooler</i> (C-3211)	48
Tabel 4.26 Neraca Energi <i>Fermentor</i> (RF-4211).....	48
Tabel 4.27 Neraca Energi <i>Heater</i> (H-4271).....	49
Tabel 4.28 Neraca Energi Coloum Distilasi 1 (CD-5281)	49
Tabel 4.29 Neraca Energi Condensor I (C-5291).....	49
Tabel 4.30 Neraca Energi Reboiler 1 (RB-5301).....	50
Tabel 4.31 Neraca Energi Coloum Distilasi 2 (CD-5282)	50
Tabel 4.32 Neraca Energi Condensor 2 (C-5292).....	51
Tabel 4.33 Neraca Energi Reboiler 2 (RB-5302).....	51
Tabel 5.1 Kebutuhan Listrik.....	52
Tabel 5.2 Kualitas Air Sungai Mentaya Hilir Selatan.....	53
Tabel 5.3 Ambang Batas Kandungan Unsur atau Senyawa Kimia dalam Air Bagi Kesehatan Manusia.....	54
Tabel 5.4 Persyaratan Air Umpan Boiler	58
Tabel 5.5 Resin yang Digunakan	60
Tabel 6.1 Spesifikasi Gudang Penyimpanan Bahan Baku (WH-1011).....	63
Tabel 6.2 Spesifikasi <i>Continous Flow Conveyor</i> (CFC-1022).....	63
Tabel 6.3 Spesifikasi <i>Cutting Mill</i> (CT-1041).....	64
Tabel 6.4 Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (BC-1051)	65
Tabel 6.5 Spesifikasi Tangki Penyimpanan NaOH (T-2071)	65

Tabel 6.7 Spesifikasi Tangki Pelarutan NaOH (MT-2081)	66
Tabel 6.8 Spesifikasi Reaktor Delignifikasi (RD-2061)	67
Tabel 6.9 Spesifikasi Pompa (P-2091)	68
Tabel 6.10 Spesifikasi <i>Rotary Vacuum Filter</i> (RVF-2101)	68
Tabel 6.11 Spesifikasi <i>Continous Flow Conveyor</i> (CFC-2111).....	69
Tabel 6.12 Spesifikasi Tangki Penyimpanan H ₂ SO ₄ (T-3131)	70
Tabel 6.13 Spesifikasi Tangki Pengenceran H ₂ SO ₄ (MT-3151).....	70
Tabel 6.14 Spesifikasi Reaktor Hidrolisis (RH-3121)	71
Tabel 6.15 Spesifikasi Filterpress I (F-3161).....	72
Tabel 6.16 Spesifikasi Pompa (P-3142)	73
Tabel 6.17 Spesifikasi Tangki Penyimpanan CaCO ₃ (T-3181)	73
Tabel 6.18 Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (BC-3191)	74
Tabel 6.19 Spesifikasi Reaktor Penetralan (RP-3171).....	74
Tabel 6.20 Spesifikasi Filterpress II (F-3201).....	75
Tabel 6.21 SpesifikasiTangkiPenyimpanan Urea (T-4221)	76
Tabel 6.22 Spesifikasi Tangki Penyimpanan <i>Saccaromyces. C</i> (T-4231)	77
Tabel 6.23 Spesifikasi Tangki Seed Fermentor (SF-4241)	77
Tabel 6.24 Spesifikasi Pompa (P-4251)	78
Tabel 6.25 Spesifikasi Fermentor (RF-4211).....	79
Tabel 6.26 Spesifikasi Filterpress III (F-4261)	80
Tabel 6.27 Spesifikasi ColoumDistilasi I (CD-5281)	80
Tabel 6.28 SpesifikasiCondensor I (C-5291)	81
Tabel 6.29 Spesifikasi Heater (HE-4271)	81
Tabel 6.29 Spesifikasi Reboiler I (RB-5301).....	82
Tabel 6.30 Spesifikasi Pompa (P-5321)	83
Tabel 6.31 Spesifikasi <i>Molecular Sieve</i> (MS-5331).....	83
Tabel 6.32 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Boioetanol (T-5331)	84
Tabel 6.33 SpesifikasiPompa Air Sungai (P-5321).....	85
Tabel 6.34 Spesifikasi Bak Penampung Air Sungai (BP-1101).....	85
Tabel 6.35 Spesifikasi Tangki Pelarutan PAC (T-2202).....	86

Tabel 6.36 Spesifikasi Pompa Larutan PAC (P-1004).....	86
Tabel 6.37 Spesifikasi Tangki Pelarutan Kapur Tohor (TP-2201)	87
Tabel 6.38 Spesifikasi Pompa Larutan Kapur Tohor (P-1003).....	88
Tabel 6.39 Spesifikasi Tangki PelarutanKaporit (TP-2203)	88
Tabel 6.40 Spesifikasi Pompa Larutan Kaporit (P-1005)	89
Tabel 6.41 Spesifikasi Unit Pengolahan <i>Raw Water</i> (BPR-2102)	89
Tabel 6.42 Spesifikasi Pompadari Unit Pengolahan <i>Raw Water</i> (P-1006)	91
Tabel 6.43 Spesifikasi <i>Sand Filter</i> (SF-3101).....	91
Tabel 6.44 Spesifikasi Pompa dari <i>Sand Filter</i> (P-1007).....	92
Tabel 6.45 Spesifikasi Bak Penampung Air Bersih (BP-3203)	92
Tabel 6.46 Spesifikasi Pompa dari Bak Penampung Air Bersih (P-1008).....	93
Tabel 6.47 Spesifikasi Tangki Anion Kation (A-4101 & K-4102).....	93
Tabel 6.48 Spesifikasi Pompa dari Tangki Anion Kation (P-1009).....	94
Tabel 6.49 SpesifikasiTangki Air Demin (TDW-4201).....	95
Tabel 6.50 Spesifikasi Pompa Masuk <i>Cooling Tower</i> (P-1010)	95
Tabel 6.51 Spesifikasi <i>Cooling Tower</i> (CT-5101)	96
Tabel 6.52 Spesifikasi Pompa dari <i>Plant</i> Masuk <i>Cooling Tower</i> (P-1011)	96
Tabel 6.53 Spesifikasi Pompa dari <i>Cooling Tower</i> (P-1012).....	97
Tabel 6.54 Spesifikasi <i>Daerator</i> (DE-5201)	97
Tabel 6.55 Spesifikasi Pompa dari <i>Daerator</i> (P-1014).....	98
Tabel 6.56 Spesifikasi Boiler (B-5301).....	99
Tabel 8.1 Waktu Kerja Karyawan <i>Non Shift</i>	121
Tabel 8.2 Karyawan <i>Non Shift</i>	122
Tabel 8.3 Karyawan <i>Shift</i>	122

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Proyeksi Peningkatan Kebutuhan Bioetanol	2
Gambar 1.2 Peta Alternatif Lokasi 1 Kab. Siak, Riau.....	8
Gambar 1.3 Peta Alternatif Lokasi 2 Kab. Kampar, Riau.....	10
Gambar 1.4 Peta Alternatif Lokasi 3 Kalimantan Tengah	12
Gambar 2.1 Struktur Selulosa.....	17
Gambar 2.2 Struktur Hemiselulosa	17
Gambar 2.3 Struktur Lignin	18
Gambar 3.1 Blok Diagram Pembuatan Bioetanol	29
Gambar 3.2 Flowsheet Pembuatan Bioetanol.....	30
Gambar 5.1 Blok Diagram Proses Pengolahan Air Sanitasi.....	55
Gambar 5.2 Lapisan Kerak pada Pipa.....	59
Gambar 5.3 Flowsheet Utilitas	62
Gambar 7.1 Tata Letak Lingkungan Pabrik	103
Gambar 7.2 Tata Letak Peralatan Pabrik	104
Gambar 8.1 Struktur Organisasi Perusahaan.....	115
Gambar 9.1 Grafik <i>Break Event Point</i> (BEP)	128

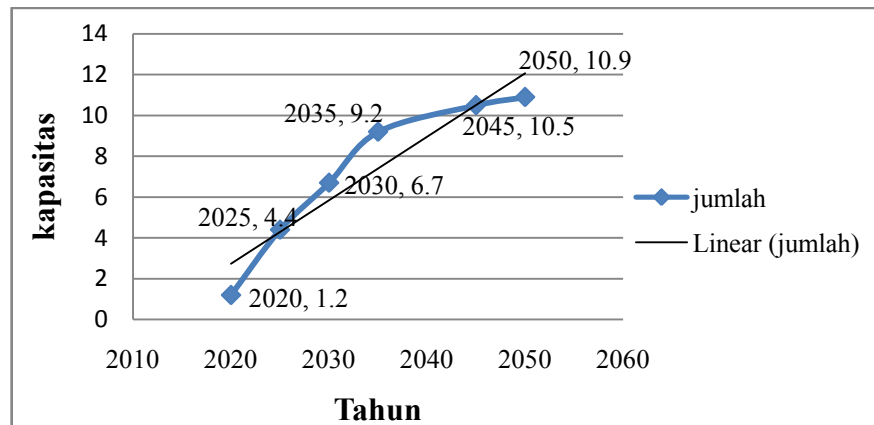
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan manusia yang semakin meningkat terhadap bahan bakar minyak yang digunakan untuk sehari-hari baik industri maupun kegiatan rumah tangga. Namun saat ini sumber energi bahan bakar minyak masih berfokus dari bahan bakar fosil, cadangan energi fosil semakin hari semakin berkurang namun kebutuhan masyarakat semakin meningkat. Pada tanggal 1 Januari 2015 cadangan minyak bumi mengalami penurunan 1,2 % dibandingkan tahun sebelumnya, jumlah cadangan potensial minyak bumi pada 2015 sebesar 3,70 miliar barel, sedangkan cadangan terbeukti sebesar 3,60 miliar barel. Ini mendasarkan seluruh dunia termasuk Indonesia sedang mengalami krisis energi. Sehingga di tahun 2016 UU No.16 tentang Pengesahan Paris Agreement, Indonesia juga berkomitmen dalam *Nationally Determined Contribution* (NDCs) target penurunan GRK 29% tahun 2030 BAU

Faktor yang disebabkan karena semakin meningkatnya krisis bahan bakar fosil, sehingga banyak Negara-negara di dunia membuat energi alternatif yang dapat menggantikan bahan bakar minyak fosil sebagai konsumsi pokok. Pemerintah Indonesia memberikan perhatian serius terkait pengembangan dan pemanfaatan biofuel atau bahan bakar nabati, salah satunya adalah bioetanol. Hal ini terwujud melalui terbitan Peraturan Pemerintah 70/2014 tentang kebijakan energi nasional, dan No.22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) menargetkan 23% EBT ditahun 2025 dan 31% ditahun 2030. Dimana dijelaskan mengenai proyeksi kebutuhan energi nasional pada tahun 2025 yang mana kontribusi minyak bumi dalam bauran energi nasional maksimal 25% dan konsumsi energi baru terbarukan (EBT) sebesar 23%. Dalam data yang di keluarkan oleh Dewan Energi Nasional (DEN) pada tahun 2014 menurut scenario Kebijakan Energi Nasional (KEN), kebutuhan bioetanol pada periode 2020-2050 akan tumbuh rata-rata 3,3% per tahun. Maka perkembangan bioetanol dapat diproyeksikan hingga 2050 pada **Gambar 1.1**



Gambar 1.1. Grafik Proyeksi Peningkatan Kebutuhan Bioetanol

Sumber : kementerian ESDM, diolah oleh DEN, 2013

Bioetanol terbuat dari proses fermentasi bahan-bahan alami oleh mikroorganisme (Jeon, 2007). Selama ini bioetanol dibuat dari bahan pangan, seperti jagung, ubi kayu, atau yang mengandung pati. Adapula yang di buat bahan yang mengandung gula. Hal ini menyebabkan kompetisi penggunaan komoditas antara bahan pangan atau sebagai bahan energi. Pencarian bahan baku lain tidak berkompetisi dengan bahan pangan dan mengandung lignoselulosa salah satunya ialah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan hasil samping dari pengolahan minyak kelapa sawit yang masih kurang diperhatikan dari segi manfaat dan ekonomi yang di dihasilkan. Tandan kosong kelapa sawit masih di gunakan sebagai pupuk, dan media bagi pertumbuhan jamur serta tanaman. Dan juga tandan kosong kelapa sawit memiliki selulosa dengan kelimpahan cukup tinggi dan juga termasuk energi terbarukan. Tandan kosong kelapa sawit dihasilkan dari Tandan Buah Segar (TBS) dengan jumlah 22-23% TKKS. Pada tandan kosong kelapa sawit mengandung 45,95 % selulosa, 22,84 % hemiselulosa, 16,49 % lignin, 1,23 % abu, 0,53% minyak maka TKS berpotensi sebagai bahan baku bioetanol (Darnoko,1992).

1.2 Kapasitas Rancangan

1.2.1 Kapasitas Pabrik yang Sudah Ada

Daftar pabrik bioetanol yang telah beroperasi di beberapa negara dapat dilihat pada **Tabel 1.1**

Tabel 1. 1. Pabrik Bioetanol yang Beroperasi di Dunia

No	Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
1	Cropenergies AG	Jerman	459.091
2	Cellulosic Ethanol (Longlive Bio-technology Co.Ltd)	China	60.000
3	Pannonia Bio	Hungary	176.573
4	BlueFire Renewables Inc.	Amerika Serikat	25.399

Sumber : Sergio Luiz, dkk, 2016

Daftar pabrik bioetanol yang telah beroperasi di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1. 2. Pabrik Bioetanol yang Beroperasi di Indonesia

No	Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
1	PT. Rajawali II	Desa Paliaman, Cirebon	1059
2	PT. Molindo Raya	Malang, Jawa Timur	3531
3	PT. Basis Indah	Gedeg, Mojokerto	10.594

Sumber : Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)

Perancangan pabrik bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit didirikan tahun 2025. Kapasitas produksi yang ditargetkan sesuai dengan kebutuhan biodiesel di Indonesia pada lima tahun terakhir dapat dilihat pada 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 :

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

Sumber : 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 1.3 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		0,067044359
Produksi Bioetanol 2025		2.635.426

Sumber : HEESI, 2020

Tabel 1.4 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		0,050674462
Produksi Bioetanol 2025		437.755

Sumber : HEESI, 2020

Tabel 1.5 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	0,013064036
Produksi Bioetanol 2025	306.221

Sumber : HEESI, 2020

Tabel 1.6 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	138.433,50	1,278061091
total $\sum\%P$		2,948252638
i		0,73706316
Produksi Bioetanol 2025		6.606.157

Sumber : HEESI, 2020

Dari tabel di atas, maka diperoleh nilai proyeksi produksi, konsumsi, ekspor, dan impor bensin tahun 2025 yang dapat dilihat pada Tabel 1.7

Tabel 1.7 Proyeksi Produk, Konsumsi, ekspor, Impor Tahun 2025

Proyeksi	Berat (Ton)
Produksi	2.635.426
Konsumsi	437.755
Ekspor	306.221
Impor	6.606.157

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 :

$$F_3 = (306.221 - 437.755) + (6.606.157 - 2.635.426)$$

$$F_3 = 3.839.197$$

Dari persamaan diatas diketahui jumlah kebutuhan bensin di Indonesia pada tahun 2025 sebesar 3.839.197 ton/tahun. Dengan analisa potensi ketersediaan bahan baku tandan kosong kelapa sawit dan persaingan industri bioetanol di Indonesia pada tahun 2025, maka pabrik yang dibangun direncanakan 2% dari total kebutuhan bensin di Indonesia, maka kapasitas produksi menjadi :

$$\text{Kapasitas pabrik} = 2\% * 3.839.197 = 76.783,94 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, kapasitas pabrik bioetanol pada tahun 2025 diperoleh sebesar 77.000 ton/tahun.

Berdasarkan beberapa pertimbangan maka pabrik bioetanol perlu didirikan sebagai berikut :

- Dengan dibangunnya pabrik bioetanol baru di Indonesia maka impor bioetanol dapat dikurangi, sehingga bisa menghemat devisa negara.
- Sebagai wujud dukungan program pemerintah dalam menjalankan energi terbarukan dimana bioetanol sebagai alternatif pengganti bensin.
- Harga produk yang lebih tinggi dari pada harga bahan baku dapat memberikan keuntungan secara ekonomi.
- UU No.16 tentang pengesahan Paris Agreement komitmen Indonesia dalam NDCs dengan target penurunan 29% tahun 2030

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan bioetanol adalah tandan kosong kelapa sawit, NaOH, H₂O, dan yang dihasilkan dari proses fermentasi. Data kapasitas pabrik penghasil CPO dapat dilihat pada **Tabel 1.8**

Tabel 1.8 Produksi Kelapa Sawit Menurut Provinsi di Indonesia, 2017-2021

Provinsi	Jumlah (Ton)				
	2017	2018	2019	2020	2021
Aceh	911.697	1.037.402	1.133.347	1.134.606	1.167.337
Sumatra Utara	5.119.49	5.737.271	5.647.313	5.776.781	5.928.612
Sumatra Barat	1.302.952	1.248.269	1.253.394	1.312.253	1.350.125
Riau	8.113.852	8.496.029	9.513.208	9.513.208	10.270.149
Jambi	28.664	28.853	22.788	20.020	20.631
Sumatera selatan	1.849.969	2.691.270	2.884.406	3.022.565	3.109.205
Bangka Belitung	3.199.481	3.793.622	4.049.156	4.267.023	4.388.731
Bengkulu	853.648	900.318	815.667	843.047	868.462
Lampung	893.322	1.047.729	1.032.056	1.063.404	1.093.456
Banten	486.714	487.203	414.206	384.948	395.967
Kalimantan Barat	2.784.180	3.086.889	5.235.299	5.471.407	5.635.683
Kalimantan Tengah	5.778.611	7.230.094	7.664.841	7.685.770	7.920.462
Kalimantan Selatan	1.933.721	1.464.226	1.665.397	1.561.147	1.608.256
Kalimantan Timur	2.840.710	3.786.477	3.988.883	3.823.221	3.939.049
Sulawesi Tengah	456.608	383.617	381.661	371.717	382.711
Sulawesi Selatan	113.972	105.708	90.963	100.317	103.034
Sulawesi Barat	568.719	386.211	348.356	348.015	358.048
Papua	176.728	345.115	437.726	557.559	574.681
Papua Barat	143.622	98.127	103.495	106.413	109.589

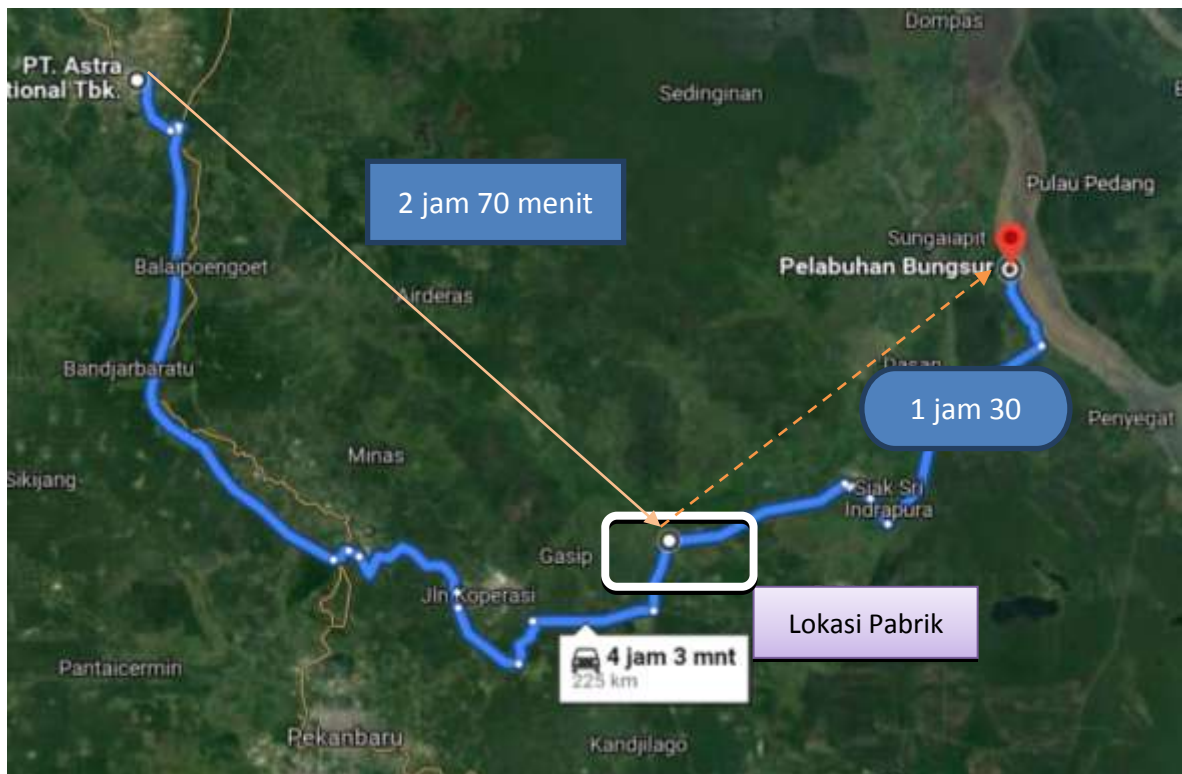
Sumber :DirektoratJenderal Perkebunan

1.3 Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik yang baik, sangat di butuhkan dalam mengelola produk yang dihasilkan. Dan juga demi kelangsungan sebuah perusahaan, sehingga menentukan lokasi harus dalam perhitungan biaya produksi yang seminimum mungkin. Pengambilan keputusan dapat di pakai berdasarkan penggunaan analisis SWOT (*Strength, Weakness, Opportunities, Threat*). Data analisis SWOT dapat dilihat pada masing-masing tabel dibawah ini.

1.3.1 Alternatif Lokasi I (Buatan, Buatan II, Koto Gasib, Kabupaten Siak, Riau)

Lokasi ini terletak di Buatan, Buatan II, Koto Gasib, Kabupaten Siak, Riau yang dapat dilihat pada **Gambar 1.2**



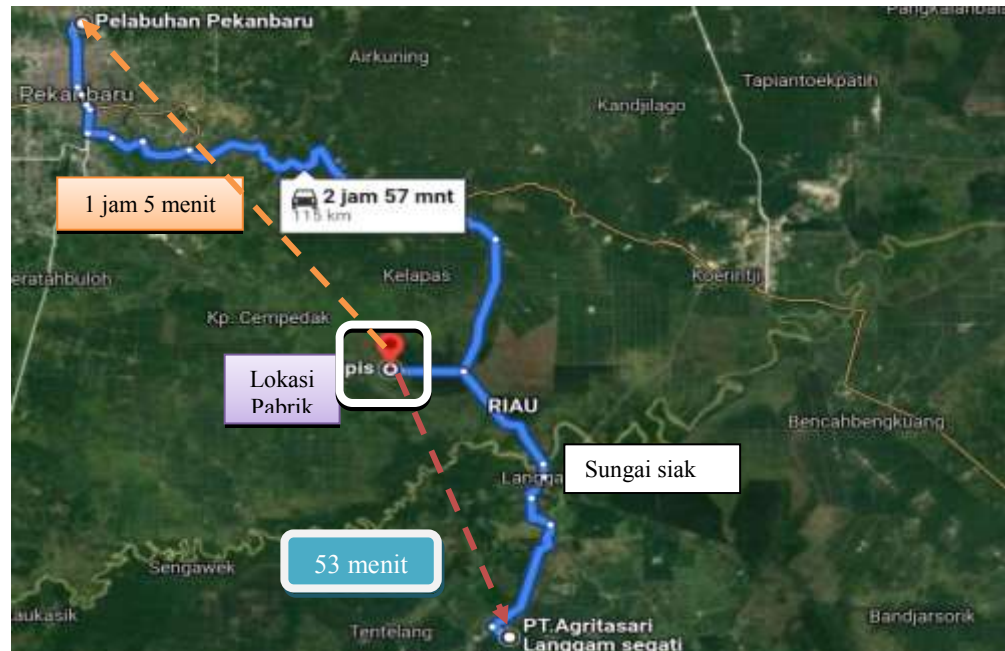
Gambar 1.2 Buatan, Buatan II, Koto Gasib, Kabupaten Siak, Riau

Tabel 1.9 Analisa SWOT daerah Analisa Buatan, Buatan II, Koto Gasib, Kabupaten Siak, Riau

<p>INTERNAL</p> <p>EKSTERNAL</p>	<p>Kekuatan :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dekat dengan penyedia bahan baku, yaitu PT.Astra Lestari Tbk. dengan jarak 149 km. • Dekat dengan sungai siak sehingga pemasaran dapat lebih mudah. • Temperatur 27-30°C dengan curah hujan 80-315 mm perbulan. 	<p>Kelemahan :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sedikitnya perusahaan yang menjual tandan kosong kelapa sawit. • Sulitnya mencari tenaga kerja yang berkopeten
	<p>Peluang :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Belum ada pabrik yang sama disekitar pabrik yang direncanakan sehingga bahan baku masih mudah didapatkan. • Belum ada pabrik yang sama sehingga masih ada kemungkinan menjalin kerjasama pada perusahaan yang lain 	<p>Tantangan :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menjalin hubungan yang baik dengan pabrik yang akan menyediakan bahan baku. • Menjalin hubungan yang baik dengan perusahaan yang akan memakai bioetanol. • Memperhitungkan kondusi tanah dan pembangunan pabrik

1.3.2 Alternatif Lokasi II (Buluh Nipis, Kec. Siak Hulu, Kabupaten Kampar, Riau)

Lokasi ini terletak di Buluh Nipis, Kec. Siak Hulu, Kabupaten Kampar, Riau yang dapat dilihat pada **Gambar 1.3**



Gambar 1.3 Buluh Nipis, Kec. Siak Hulu, Kabupaten Kampar, Riau

Tabel 1.10 Analisa SWOT daerah Buluh Nipis, Kec. Siak Hulu, Kabupaten Kampar, Riau

<p>INTERNAL</p> <p>EKSTERNAL</p>	<p>Kekuatan :</p>	<p>Kelemahan :</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Dekat dengan penyedia bahan baku, yaitu PT. Agrita Sari prima dengan jarak 32,0 km. • Dekat dengan sungai siak sehingga pemasaran dapat lebih mudah. • Temperatur 27-30°C dengan curah hujan 80-315 mm perbulan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sedikitnya perusahaan yang menjual tandan kosong kelapa sawit. • Sulitnya mencari tenaga kerja yang berkopeten • Tidak tersedianya sumber tenaga listrik
	<p>Peluang :</p>	<p>Tantangan :</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Belum ada pabrik yang sama di sekitar pabrik yang di rencanakan sehingga bahan baku masih mudah didapatkan. • Belum ada pabrik yang sama sehingga masih ada kemungkinan menjalin kerjasama pada perusahaan yang lain 	<ul style="list-style-type: none"> • Menjalin hubungan yang baik dengan pabrik yang akan menyediakan bahan baku. • Menjalin hubungan yang baik dengan perusahaan yang akan memakai bioetanol. • Memperhitungkan kondusi tanah dan pembangunan pabrik

1.3.3 Alternatif Lokasi III (Handil Sohor, Mentaya Hilir Selata, Kabupaten Kotawaringin Timur, Kalimantan Tengah)

Lokasi ini terletak di Handil Sohor, Mentaya Hilir Selata, Kabupaten Kotawaringin Timur, Kalimantan Tengah yang dapat dilihat pada **Gambar 1.4**



Gambar 1.4 Handil Sohor, Mentaya Hilir Selata, Kabupaten Kotawaringin Timur, Kalimantan Tengah

Tabel 1.11 Analisa SWOT daerah Handil Sohor, Mentaya Hilir Selata, Kabupaten Kotawaringin Timur, Kalimantan Tengah

<p>INTERNAL</p> <p>EKSTERNAL</p>	<p>Kekuatan :</p>	<p>Kelemahan :</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Dekat dengan penyedia bahan baku, yaitu PT.Smart pdk. dengan jarak 21,1 km. • Dekat dengan sungai mentaya sehingga pemasaran dapat lebih mudah. • Dekat dengan PLTU Sampit • Dekat dengan Pertamina Dppu Haji Asam Sampit. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sedikitnya perusahaan yang menjual tandan kosong kelapa sawit. • Sulitnya mencari tenaga kerja yang berkopeten
	<p>Peluang :</p>	<p>Tantangan :</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Belum ada pabrik yang sama di sekitar pabrik yang di rencanakan sehingga bahan baku masih mudah didapatkan. • Belum ada pabrik yang sama sehingga masih ada kemungkinan menjalin kerjasama pada perusahaan yang lain 	<ul style="list-style-type: none"> • Memaksimalkan kapasitas produksi. • Menjalin hubungan yang baik dengan pabrik yang akan menyediakan bahan baku. • Menjalin hubungan yang baik dengan perusahaan yang akan memakai bioethanol. • Memperhitungkan konduksi tanah dan pembangunan pabrik

1.3.4 Pemilihan Lokasi Pabrik

Dari tiga lokasi alternative yang sudah di jelaskan kelebihan dan kekurangannya masing-masing melalui analisa SWOT (*Strength, Weakness, Opportunities dan Threat*), maka diputuskan bahwa pendirian pabrik di lakukan pada daerah Handil Sohor, Mentaya Hilir Selata, Kabupaten Kotawaringin Timur, Kalimantan Tengah, 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. Smart pdk dengan kapasitas 77.000 ton/tahun. Dengan kapasitas yang sebesar itu di pastikan dapat memenuhi kebutuhan bahan baku yang akan di gunakan.
2. Tersedia transportasi yaitu pelabuhan Bagendang. Sehingga dapat mempermudah transportasi untuk penjualan produk yang akan dipasarkan.
3. Dekat dengan Pertamina Dppu Haji Asam Sampit. Bahan bakar yang digunakan akan mudah didapatkan, dan akan adanya kemungkinan kerja sama dalam pemasaran bioetanol.
4. Penggunaan listrik terdapat di PLTU Sampit. Terdapatnya pltu yang dekat dengan pabrik akan mempermudah dalam pengambilan daya listrik untuk proses pabrik.
5. Ketersediaan tenaga kerja dapat diperoleh dari penduduk sekitar dari provinsi sekitar. Sehingga tenaga kerja yang dapat terpenuhi dengan relatif muda.
6. Dekat dengan sungai mentaya, sungai yang dekat dengan pabrik akan mempermudah dalam utilitas yang akan di gunakan pada pabrik.
7. Memiliki iklim yang stabil dan baik untuk industri kimia yaitu 22-30°C.