

SKRIPSI

**PRA RANCANGAN PABRIK *METHYL ESTER* DENGAN
PROSES TRANSESTERIFIKASI MINYAK SAWIT (*REFINED
BLEACHED DEODORIZED PALM OIL*) DAN *METHANOL*
DENGAN KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN**

*Diajukan Untuk Memenuhi Tugas dan Memenuhi Syarat Guna Mencapai Gelar
Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta*



Disusun Oleh :

Elizabeth Anju Rosefine

: 2210017411045

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

2024

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kapasitas Rancangan Pabrik	3
1.2.1 Ketersedianya bahan baku.....	3
1.2.2 Kebutuhan <i>Methyl Ester</i> di Indonesia	4
1.2.3 Kapasitas Pabrik yang Telah Beroperasi	5
1.3 Lokasi Pabrik.....	6
1.3.1 Analisa S.W.O.T Kawasan Industri Dumai	7
1.3.2 Analisa S.W.O.T Bagan Deli, Kota Medan, Sumatera Utara	9
1.3.3 Pemilihan Lokasi Pabrik <i>Methyl Ester</i>	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1 Tinjauan Umum.....	13
2.1.1 Minyak Kelapa Sawit.....	13
2.1.2 Biodiesel.....	13
2.2 Tinjauan Proses	15
2.2.1 Pemilihan Proses	15
2.2.1.1 Proses Esterifikasi	16
2.2.1.2 Proses Transesterifikasi	17
2.2.1.3 Reaksi Transesterifikasi 3 Tingkat	19

2.2.1.4 Perbandingan Proses.....	20
2.3 Sifat Fisis Bahan Baku, Bahan Pembantu dan Produk	21
2.3.1 Spesifikasi Bahan Baku	21
2.3.1.1 Minyak Sawit (RBDPO).....	21
2.3.1.2 <i>Methanol</i>	21
2.3.2 Spesifikasi Katalis	22
2.3.2.1 <i>Sodium Methylate</i>	22
2.3.3 Spesifikasi Produk.....	22
2.3.3.1 Biodiesel (<i>Methyl Ester</i>)	22
2.3.3.2 Gliserol	23
2.3.4 Spesifikasi Bahan Baku, Bahan Pembantu dan Produk Dalam Proses.....	24
BAB III TAHAPAN DAN DESKRIPSI PROSES	25
3.1 Blok Diagram	25
3.2 <i>low sheet</i> dan Deskripsi Proses.....	26
3.2.1 <i>Flow sheet</i>	26
3.2.2 Deskripsi Proses	27
3.2.3 Tahap Persiapan Bahan Baku.....	27
3.2.4 Tahap Pembentukan Produk.....	27
3.2.5 Tahap Pemurnian Produk.....	28
BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI.....	29
4.1 Neraca Massa	29
4.1.1 Reaktor (R-231).....	30
4.1.2 Separator (S-221).....	31
4.1.3 Vessel Washing (V-311).....	34

4.1.4 Sentrifius (CF-321).....	35
4.1.5 Distilasi (D-321).....	36
4.2 Neraca Energi.....	36
4.2.1 Perhitungan Neraca Energi Pada <i>Heater</i> (HE-121).....	39
4.2.2 Perhitungan Neraca Energi pada Reaktor (R-231).....	40
4.2.3 Perhitungan Neraca Energi pada <i>Cooler</i> -321.....	41
4.2.4 Perhitungan Neraca Energi Pada <i>Economizer</i> (ECO-321)	41
4.2.5 Perhitungan Neraca Energi Pada Distilasi (D-322).....	42
4.2.6 Perhitungan Neraca Energi pada Condensor (C-341)	43
4.2.7 Perhitungan Neraca Energi pada <i>Cooler</i> -322.....	43
BAB V UTILITAS	42
5.1 Unit Penyediaan Listrik	44
5.2 Unit Penyediaan Air	44
5.2.1 Air Sanitasi.....	45
5.2.2 Air Pendingin (<i>Cooling Water</i>)	51
5.2.3 Air Umpan Boiler	52
5.3 Unit Penyediaan Steam.....	57
5.3.1 Deaerator.....	57
5.3.2 Boiler (B-4021)	57
5.4 Kebutuhan Bahan Bakar	58
5.5 Unit Pengolahan Limbah	58
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN	60
6.1 Spesifikasi Pada Peralatan Proses	60
6.1.1 Tangki Penyimpanan RBDPO (T-101).....	60
6.1.2 Tangki Penyimpanan Katalis Sodium Methylate (T-103)	61

6.1.3 Tangki Penyimpanan Metanol (T-102).....	62
6.1.4 Pompa RBDPO (P-111).....	62
6.1.5 Pompa Katalis Sodium Methylate (P-113)	63
6.1.6 Pompa Metanol (P-112).....	64
6.1.7 <i>Heater</i> (HE-121).....	65
6.1.8 <i>Continuous Stirred Tank Reactor</i> (R-231).....	66
6.1.9 Separator (S-221).....	67
6.1.10 Pompa (P-214)	68
6.1.11 Vessel Washing (V-311)	69
6.1.12 Pompa (P-315)	70
6.1.13 <i>Cooler</i> -321	71
6.1.14 Sentrifius (CF-321).....	72
6.1.15 Destilasi I (D-321).....	72
6.1.16 Pompa (P-316)	73
6.1.17 <i>Reboiler</i> (HE-322).....	74
6.1.18 Economizer (ECO-321).....	75
6.1.19 <i>Cooler</i> -322	76
6.1.20 Tangki <i>Methyl Ester</i> (T-304)	77
6.1.21 Tangki Glycerol (T-305)	78
6.1.22 Kondensor (CON-341)	78

BAB VII TATA LETAK DAN K3LH (KESEHATAN, KESELAMATAN KERJA DAN LINGKUNGAN HIDUP..... 80

7.1 Tata Letak Pabrik (<i>Plant Lay Out</i>).....	80
7.1.1 Perincian Luas Tanah.....	82
7.1.2 Tata Letak Peralatan Proses	83

7.2 Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup	84
7.2.1 Keselamatan Kerja.....	84
7.2.2 Sebab-sebab Terjadinya Kecelakaan	85
7.2.3 Peningkatan Usaha Keselamatan Kerja	86
7.2.4 Jenis-jenis dan Tindakan Untuk Menghindari atau Mengurangi Kecelakaan Kerja.....	87
7.2.5 Daftar Peraturan Pemerintah tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja:	88
7.2.6 Alat Pelindung Diri (APD)	89
7.2.6.1 Macam-macam Alat Pelindung Diri	90
BAB VIII ORGANISASI PERUSAHAAN	94
8.1 Bentuk Perusahaan	94
8.2 Struktural Organisasi	95
8.3 Bentuk Organisasi yang Dipilih	97
8.4 Tugas dan Wewenang.....	98
8.5 Sistem Kerja.....	105
8.5.1 Waktu Kerja Karyawan <i>Non Shift</i>	105
8.5.2 Waktu Kerja Karyawan <i>Shift</i>	105
8.6 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji.....	105
8.7 Jumlah Karyawan.....	106
8.8 Kesejahteraan Sosial Karyawan	107
BAB IX ANALISA EKONOMI	109
9.1 Penaksiran Harga Peralatan (<i>Profitability Index</i>)	109
9.2 Modal yang Dibutuhkan (<i>Capital Investment</i>)	110
9.3 Penentuan Biaya Pengeluaran Pabrik (<i>Manufacturing Cost</i>).....	113
9.4 <i>General Expanse</i>	115

9.5 Biaya Produksi (<i>Production Cost</i>)	116
9.6 Analisa Keuntungan dan Kerugian	116
9.6.1 Laba Kotor dan Laba Bersih	117
9.6.2 <i>Internal Rate of Return</i> (IRR)	117
9.6.3 <i>Pay Out Time</i> (POT).....	118
9.6.4 <i>Break Event Point</i>	118
9.7 Hasil Perhitungan Analisa Ekonomi.....	118
BAB X TUGAS KHUSUS.....	119
10.1 Pendahuluan.....	119
10.2 Perancangan Alat	119
BAB XI KESIMPULAN DAN SARAN.....	151
11.1 Kesimpulan.....	151
11.2 Saran.....	152
DAFTAR PUSTAKA.....	153

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI

PRA RANCANGAN PABRIK *METHYL ESTER* DENGAN PROSES
TRANSESTERIFIKASI MINYAK SAWIT (*REFINED BLECHED DEODORIZED*
PALM OIL) DAN *METHANOL* KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN

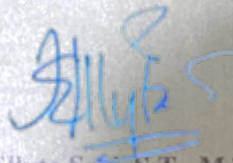
OLEH :

ELIZABET ANJU ROSEFINE

2210017411045

Disetujui Oleh :

Pembimbing

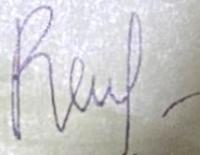


Ellyta Sari, S.T., M.T

Diketahui Oleh :

Fakultas Teknologi Industri

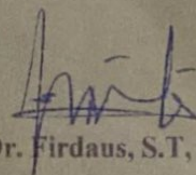
 Dekan



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

Jurusan Teknik Kimia

Ketua



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

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
SKRIPSI**

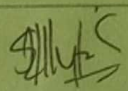
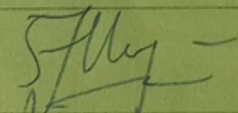
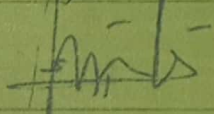
**PRA RANCANGAN PABRIK METHYL ESTER DENGAN PROSES
TRANSESTERIFIKASI MINYAK SAWIT (REFINED BLEACHED DEODORIZED
PALM OIL) DAN METHANOL KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN**

Oleh :

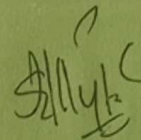
ELIZABET ANJU ROSEFINE

2210017411045

**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	Ir. Erda Rahmilaila Desfitri, S.T, M.Eng., P.hD	
	Dr. Firdaus, S.T, M.T	

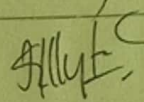
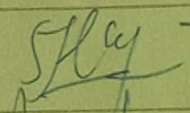
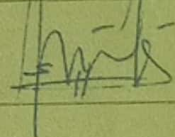
Pembimbing



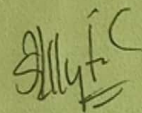
Ellyta Sari, S.T, M.T

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

Nama : Elizabeth Anju Rosefine
NPM : 2210017411045
Tanggal Sidang : 08 Agustus 2024

Jabatan	Nama	Tanda tangan
Ketua	Ellyta Sari, S.T., M.T	
Anggota	Ir. Erda Rahmilaila Desfitri, S.T, M.Eng., P.hD	
	Dr. Firdaus, S.T, M.T	

Pembimbing



Ellyta Sari, S.T, M.T

INTISARI

Pabrik Methyl Ester dengan Proses Transesterifikasi Minyak Sawit (Refined Bleached Deodorized Palm Oil) dan Methanol dirancang dengan kapasitas produksi 100.000 ton/tahun dengan lokasi pabrik direncanakan di Kawasan Industri Bagan Deli, Kota Medan, Sumatera Utara. Pabrik ini beroperasi selama 300 hari per tahun. Proses produksi yang digunakan adalah proses Esterifikasi mereaksikan minyak lemak dengan alkohol. Produk yang dihasilkan kemudian dilakukan pemisahan pemurnian dengan menggunakan alat kolom destilasi, sehingga mencapai kemurnian 99%. Pabrik ini merupakan perusahaan yang berbentuk Perusahaan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi "line and staff", dan mampu menyerap tenaga kerja sebanyak 252 orang. Massa konstruksi pabrik direncanakan selama 5 tahun. Hasil analisa ekonomi pada rancangan pabrik Methanol ini menunjukkan bahwa pabrik ini layak didirikan dengan jumlah total investasi yang dibutuhkan Rp. 1.816.046.430.766 yang diperoleh dari pinjaman bank 50% dan 50% modal sendiri. Laju pengembalian modal (ROR) sebesar 45%, waktu pengembalian modal 1 tahun 11 bulan dan Break Event Point (BEP) sebesar 35 %.

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kapasitas Rancangan Pabrik	3
1.2.1 Ketersedianya bahan baku.....	3
1.2.2 Kebutuhan <i>Methyl Ester</i> di Indonesia	4
1.2.3 Kapasitas Pabrik yang Telah Beroperasi	5
1.3 Lokasi Pabrik.....	6
1.3.1 Analisa S.W.O.T Kawasan Industri Dumai	7
1.3.2 Analisa S.W.O.T Bagan Deli, Kota Medan, Sumatera Utara	9
1.3.3 Pemilihan Lokasi Pabrik <i>Methyl Ester</i>	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1 Tinjauan Umum.....	13
2.1.1 Minyak Kelapa Sawit.....	13
2.1.2 Biodiesel.....	13
2.2 Tinjauan Proses	15
2.2.1 Pemilihan Proses	15
2.2.1.1 Proses Esterifikasi	16
2.2.1.2 Proses Transesterifikasi	17
2.2.1.3 Reaksi Transesterifikasi 3 Tingkat	19

2.2.1.4 Perbandingan Proses.....	20
2.3 Sifat Fisis Bahan Baku, Bahan Pembantu dan Produk	21
2.3.1 Spesifikasi Bahan Baku	21
2.3.1.1 Minyak Sawit (RBDPO).....	21
2.3.1.2 <i>Methanol</i>	21
2.3.2 Spesifikasi Katalis	22
2.3.2.1 <i>Sodium Methylate</i>	22
2.3.3 Spesifikasi Produk.....	22
2.3.3.1 Biodiesel (<i>Methyl Ester</i>)	22
2.3.3.2 Gliserol	23
2.3.4 Spesifikasi Bahan Baku, Bahan Pembantu dan Produk Dalam Proses.....	24
BAB III TAHAPAN DAN DESKRIPSI PROSES	25
3.1 Blok Diagram	25
3.2 <i>low sheet</i> dan Deskripsi Proses.....	26
3.2.1 <i>Flow sheet</i>	26
3.2.2 Deskripsi Proses	27
3.2.3 Tahap Persiapan Bahan Baku.....	27
3.2.4 Tahap Pembentukan Produk.....	27
3.2.5 Tahap Pemurnian Produk.....	28
BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI.....	29
4.1 Neraca Massa	29
4.1.1 Reaktor (R-231).....	30
4.1.2 Separator (S-221).....	31
4.1.3 Vessel Washing (V-311).....	34

4.1.4 Sentrifius (CF-321).....	35
4.1.5 Distilasi (D-321).....	36
4.2 Neraca Energi.....	36
4.2.1 Perhitungan Neraca Energi Pada <i>Heater</i> (HE-121).....	39
4.2.2 Perhitungan Neraca Energi pada Reaktor (R-231).....	40
4.2.3 Perhitungan Neraca Energi pada <i>Cooler</i> -321.....	41
4.2.4 Perhitungan Neraca Energi Pada <i>Economizer</i> (ECO-321)	41
4.2.5 Perhitungan Neraca Energi Pada Distilasi (D-322).....	42
4.2.6 Perhitungan Neraca Energi pada Condensor (C-341)	43
4.2.7 Perhitungan Neraca Energi pada <i>Cooler</i> -322.....	43
BAB V UTILITAS	42
5.1 Unit Penyediaan Listrik	44
5.2 Unit Penyediaan Air	44
5.2.1 Air Sanitasi.....	45
5.2.2 Air Pendingin (<i>Cooling Water</i>)	51
5.2.3 Air Umpan Boiler	52
5.3 Unit Penyediaan Steam.....	57
5.3.1 Deaerator.....	57
5.3.2 Boiler (B-4021)	57
5.4 Kebutuhan Bahan Bakar	58
5.5 Unit Pengolahan Limbah	58
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN	60
6.1 Spesifikasi Pada Peralatan Proses	60
6.1.1 Tangki Penyimpanan RBDPO (T-101).....	60
6.1.2 Tangki Penyimpanan Katalis Sodium Methylate (T-103)	61

6.1.3 Tangki Penyimpanan Metanol (T-102).....	62
6.1.4 Pompa RBDPO (P-111).....	62
6.1.5 Pompa Katalis Sodium Methylate (P-113)	63
6.1.6 Pompa Metanol (P-112).....	64
6.1.7 <i>Heater</i> (HE-121).....	65
6.1.8 <i>Continuous Stirred Tank Reactor</i> (R-231).....	66
6.1.9 Separator (S-221).....	67
6.1.10 Pompa (P-214)	68
6.1.11 Vessel Washing (V-311)	69
6.1.12 Pompa (P-315)	70
6.1.13 <i>Cooler</i> -321	71
6.1.14 Sentrifius (CF-321).....	72
6.1.15 Destilasi I (D-321).....	72
6.1.16 Pompa (P-316)	73
6.1.17 <i>Reboiler</i> (HE-322).....	74
6.1.18 Economizer (ECO-321).....	75
6.1.19 <i>Cooler</i> -322	76
6.1.20 Tangki <i>Methyl Ester</i> (T-304)	77
6.1.21 Tangki Glycerol (T-305)	78
6.1.22 Kondensor (CON-341)	78

BAB VII TATA LETAK DAN K3LH (KESEHATAN, KESELAMATAN KERJA DAN LINGKUNGAN HIDUP..... 80

7.1 Tata Letak Pabrik (<i>Plant Lay Out</i>).....	80
7.1.1 Perincian Luas Tanah.....	82
7.1.2 Tata Letak Peralatan Proses	83

7.2 Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup	84
7.2.1 Keselamatan Kerja.....	84
7.2.2 Sebab-sebab Terjadinya Kecelakaan	85
7.2.3 Peningkatan Usaha Keselamatan Kerja	86
7.2.4 Jenis-jenis dan Tindakan Untuk Menghindari atau Mengurangi Kecelakaan Kerja.....	87
7.2.5 Daftar Peraturan Pemerintah tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja:	88
7.2.6 Alat Pelindung Diri (APD)	89
7.2.6.1 Macam-macam Alat Pelindung Diri	90
BAB VIII ORGANISASI PERUSAHAAN	94
8.1 Bentuk Perusahaan	94
8.2 Struktur Organisasi	95
8.3 Bentuk Organisasi yang Dipilih	97
8.4 Tugas dan Wewenang.....	98
8.5 Sistem Kerja.....	105
8.5.1 Waktu Kerja Karyawan <i>Non Shift</i>	105
8.5.2 Waktu Kerja Karyawan <i>Shift</i>	105
8.6 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji	105
8.7 Jumlah Karyawan.....	106
8.8 Kesejahteraan Sosial Karyawan	107
BAB IX ANALISA EKONOMI	109
9.1 Penaksiran Harga Peralatan (<i>Profitability Index</i>)	109
9.2 Modal yang Dibutuhkan (<i>Capital Investment</i>)	110
9.3 Penentuan Biaya Pengeluaran Pabrik (<i>Manufacturing Cost</i>).....	113
9.4 <i>General Expanse</i>	115

9.5 Biaya Produksi (<i>Production Cost</i>)	116
9.6 Analisa Keuntungan dan Kerugian	116
9.6.1 Laba Kotor dan Laba Bersih	117
9.6.2 <i>Internal Rate of Return</i> (IRR)	117
9.6.3 <i>Pay Out Time</i> (POT)	118
9.6.4 <i>Break Event Point</i>	118
9.7 Hasil Perhitungan Analisa Ekonomi	118
BAB X TUGAS KHUSUS.....	119
10.1 Pendahuluan.....	119
10.2 Perancangan Alat	119
BAB XI KESIMPULAN DAN SARAN.....	151
11.1 Kesimpulan.....	151
11.2 Saran.....	152
DAFTAR PUSTAKA.....	153

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia semakin meningkat dari tahun ke tahun. Laju konsumsi BBM tersebut diikuti dengan semakin menurunnya produksi minyak bumi dalam negeri. Usaha-usaha untuk mencari dan mengembangkan sumber bahan bakar alternatif terus dilakukan. Salah satunya adalah *methyl ester* sebagai alternatif bahan bakar untuk mesin diesel. *Methyl ester* merupakan bahan bakar yang terdiri dari campuran *mono-alkyl ester* dari rantai panjang asam lemak yang dipakai sebagai alternatif bagi bahan bakar mesin diesel dan terbuat dari sumber terbarukan seperti minyak sayur atau minyak hewan.

Minyak nabati yang lazim digunakan dalam produksi *methyl ester* merupakan trigliserida yang mengandung asam oleat dan asam linoleat. *Methyl ester* merupakan kandidat yang paling dekat untuk menggantikan bahan bakar fosil sebagai sumber energi transportasi utama dunia dikarenakan *methyl ester* merupakan bahan bakar terbarukan yang dapat menggantikan diesel petroleum di mesin sekarang ini.

Pengembangan biodiesel di Indonesia merupakan salah satu upaya untuk implementasi Kebijakan Energi Nasional berdasarkan PP No. 5 Tahun 2006. Berdasarkan PP tersebut, pengembangan biodiesel sebagai energi terbarukan akan dilaksanakan selama 25 tahun dan terbagi menjadi tiga fase pengembangan (PASPI, 2017b) yakni: *Fase pertama* (2005 – 2010), pemanfaatan biodiesel minimum sebesar 2% atau sama dengan 720.000 kilo liter untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar minyak nasional dengan produk-produk yang berasal dari minyak castor dan kelapa sawit. *Fasa kedua* (2011 – 2015), pembangunan pabrik-pabrik yang dibangun mulai berskala komersial dengan kapasitas sebesar 30.000 – 500.000 ton per tahun. Produksi tersebut mampu memenuhi 3% dari konsumsi diesel atau ekuivalen dengan 1,5 juta kilo liter. *Fasa ketiga* (2016 – 2025), teknologi yang ada diharapkan telah mencapai level ‘*high performance*’ dimana produk yang dihasilkan memiliki angka *cetane* yang tinggi dan *casting point* yang rendah.

Instrumen kebijakan lainnya terkait pengembangan biodiesel Indonesia adalah mandatory biodiesel. Melalui Permen ESDM No. 12/2015, kebijakan mandatory biodiesel dipercepat dari B-10 tahun 2014, menjadi B-15 tahun 2015 dan meningkat menjadi B-20 tahun 2016. Bahkan Permen tersebut juga telah menetapkan target mandatory biodiesel lebih jauh kedepan yakni B-30 mulai tahun 2020. Kebijakan mandatory ini dinilai cukup agresif sejak tahun 2014, namun realisasinya belum tercapai sesuai dengan mandat yang ditetapkan (PASPI, 2017). Dukungan dari pemerintah melalui kebijakan mandatory biodiesel dan juga dukungan dana CSF (*Critical Success Factors*) memberikan insentif untuk industri biodiesel domestik tumbuh dan berkembang. Menurut data USDA (2019), jumlah industri biodiesel Indonesia mengalami peningkatan dari 22 industri (2010) menjadi 31 industri (2018). Selain itu, kapasitas terpasang biodiesel Indonesia juga mengalami perkembangan secara cepat yakni dari 3,92 juta kiloliter pada tahun 2010 menjadi 11,35 juta kiloliter pada tahun 2018. Namun kapasitas terpasang masih sangat jauh dari yang diharapkan dimana realisasi produksi biodiesel Indonesia baru mencapai kisaran 19,9 – 61,7 persen dari penggunaan kapasitasnya selama periode tersebut.

Ada beberapa keuntungan penggunaan *methyl ester*, yaitu penggunaannya pada mesin diesel dapat mengurangi hidrokarbon yang tak terbakar, karbon monoksida, dan partikulat kasar seperti karbon dan debu. *Methyl ester* dapat juga memperpanjang umur mesin karena lebih berpelumas jika dibandingkan dengan petrodiesel dengan relatif tidak memengaruhi konsumsi bahan bakar, *auto ignition*, daya keluaran dan torsi mesin. Pada lingkungan akuatik *methyl ester* mampu terdegradasi antara 85,5% sampai 88,5% sama seperti gula atau *dextrose*, sedangkan solar hanya mampu 26,24%.

Selain aman dibawa dan disimpan seperti petrodiesel, *methyl ester* dapat digunakan secara murni atau dicampur dengan petrodiesel dalam berbagai rasio. Semakin besar komposisi *methyl ester* pada campuran dengan petrodiesel, semakin berkurang pula emisi gas buang yang dihasilkan. Mengingat kebutuhan akan Bahan Bakar Minyak (BBM) Indonesia yang meningkat, maka perlu alternatif untuk memenuhinya. Sehingga diharapkan kebutuhan akan BBM jenis diesel dapat terpenuhi.

1.2 Kapasitas Rancangan Pabrik

Adapun kapasitas pabrik *methyl ester* merupakan faktor yang sangat penting dalam pendirian pabrik karena akan mempengaruhi produksi dan ekonomi. Semakin besar kapasitas pabrik, kemungkinan keuntungan yang diperoleh akan semakin besar, tetapi penentuan kapasitas perlu juga di pertimbangkan faktor lainnya. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas pabrik yaitu :

1.2.1 Ketersedianya bahan baku

Minyak kelapa sawit adalah bahan baku yang layak menjadi pertimbangan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel dapat dilihat dari segi ketersediaannya sangat besar di Indonesia sehingga mengurangi biaya produksi dalam jumlah besar. Biodiesel dari minyak kelapa sawit semakin banyak digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil. Dalam hal jejak karbon langsung, hanya minyak kelapa sawit yang mampu mencatat penurunan emisi sebesar 50% dibandingkan solar. bahan bakar nabati juga hanya menghasilkan seperempat dari jumlah karbon dioksida yang dihasilkan minyak solar konvensional.

Apabila kebutuhan bahan pangan seperti contoh minyak goreng tidak terpenuhi, maka kebutuhan CPO dalam pembuatan biodiesel bukan faktor terjadinya kekurangan kebutuhan minyak goreng. Sebab pemasokan CPO dalam kebutuhan pangan dan bahan bakar sudah diperhitungkan dengan sebaik baiknya. Maka dapat dilihat tabel berikut (Kementrian pertanian, 2021).

Tabel 1. 1 Data produksi minyak kelapa sawit untuk industri

Tahun	Industri pangan (Ton)	Industri biodiesel (Ton)	Industri oleochemical (Ton)
2019	9.860.000	5.831.000	1.056.000
2020	8.428.000	7.226.000	1.695.000
2021	8.249.000	6.561.000	1.946.000

Data Tabel 1.1 tidak ada tarik menarik pasokan minyak kelapa sawit untuk kebutuhan minyak goreng dengan kebutuhan untuk biodiesel. hal ini dapat dikatan produksi minyak kelapa sawit nasional cukup melimpah. (Asosiasi Produsen Biofuel Indonesia, 2022).

Minyak sawit (RBDPO) diperoleh dari Pabrik Refinery dari PT Pelita Agung Agrindustri yang terletak di kawasan industri Dumai, Riau, metanol dan katalis *sodium methylate* dari PT Wilmar Nabati Indonesia

Pemilihan bahan baku merupakan hal yang penting dalam produksi *methyl ester*, karena kemurnian produk yang dihasilkan dan desain pabrik tergantung dari kualitas bahan bakunya. Bahan baku yang digunakan adalah minyak sawit (RBDPO) dan metanol dengan bantuan katalis *sodium methylate*.

1.2.2 Kebutuhan *Methyl Ester* di Indonesia

Bahan baku yang digunakan dalam proses pra rancangan pabrik ini yaitu minyak kelapa sawit (RBDPO) dan Metanol, dengan pertimbangan yang dipakai untuk penentuan kapasitas pabrik sebagai berikut.

a. Kebutuhan biodiesel dalam negeri

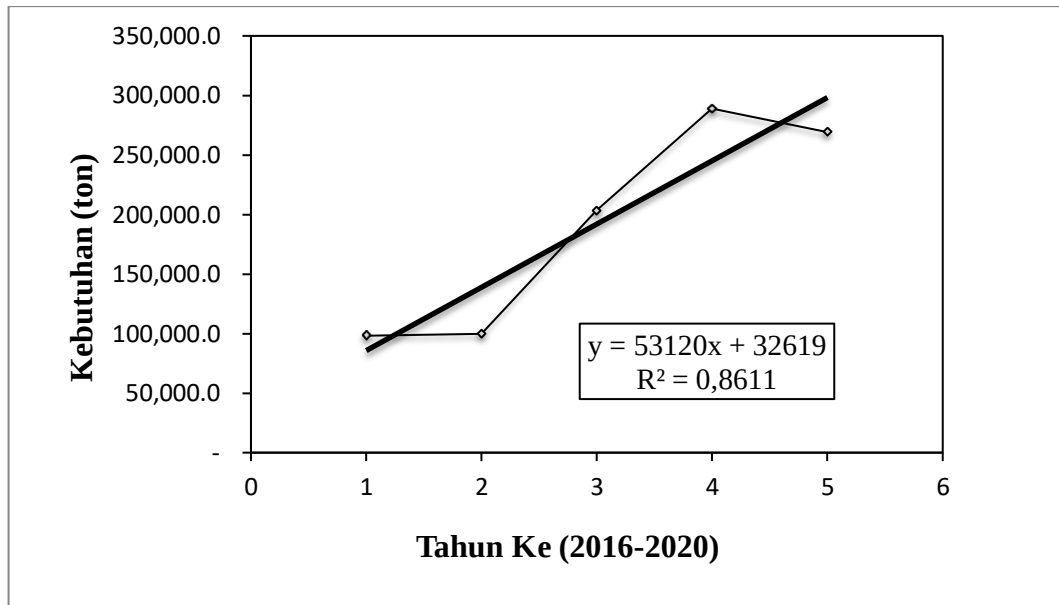
Asosiasi Produsen Biofuel Indonesia (Aprobi) mencatat produksi biodiesel sepanjang 2020 mencapai 8,59 juta kL. Jumlah tersebut meningkat dibandingkan pada 2019 yang sebesar 8,4 juta kL. Secara umum, produksi biodiesel mulai meningkat pada 2017 dengan total 3,4 juta kL. Realisasi pemanfaatan biodiesel untuk kebutuhan domestik pada tahun 2019 tercatat sebesar 8,46 juta kL. Sedangkan, ekspor biodiesel sepanjang tahun 2020 hanya sebesar 27.774 kL. Konsumsi biodiesel per tahun diperlihatkan dalam tabel 1.2 (Kementrian ESDM, Asosiasi Produsen Biofuel Indonesia, 2021). Adapun data kebutuhan *methyl ester* di Indonesia terlihat pada Tabel 1.2 di bawah ini.

Tabel 1. 2 Data Kebutuhan *Methyl Ester* di Indonesia

No	Tahun	Kebutuhan (ton)
1	2016	98.201,4
2	2017	99.992,9
3	2018	203.444,7
4	2019	288.924,2
5	2020	269.337,8

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2021)

Dari Tabel 1.2 dapat dilihat kebutuhan *methyl ester* di Indonesia mengalami peningkatan. Adapun persamaan garis lurus untuk memperkirakan kebutuhan *methyl ester* di Indonesia pada tahun 2025 dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Grafik Kebutuhan *Methyl Ester* Hingga Tahun 2020

Data hasil extrapolasi diatas menunjukkan kebutuhan *methyl ester* di Indonesia semakin meningkat, data ekstrapolasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.3 berikut.

Tabel 1. 3 Hasil Ekstrapolasi Data Kebutuhan *Methyl Ester* di Indonesia

No	Tahun	Kebutuhan (ton)
1	2021	351.339
2	2022	404.459
3	2023	457.579
4	2024	510.699
5	2025	563.819

Kebutuhan *methyl ester* di Indonesia pada tahun 2025 yaitu sebesar 563.819 Ton. Namun, kebutuhan setiap tahunnya meningkat dari hasil data ekstrapolasi yang didapatkan.

1.2.3 Kapasitas Pabrik yang Telah Beroperasi

Saat ini pabrik *methyl ester* sudah ada didirikan di Indonesia, sehingga sebagai perbandingan dan acuan prarancangan pabrik disertakan data dari beberapa

pabrik penghasil *methyl ester* di dunia beserta kapasitasnya pertahun. Adapun pabrik *methyl ester* yang sudah beroperasi di dunia adalah sebagai berikut:

Tabel 1. 4 Kapasitas Pabrik *Methyl Ester* di Indonesia

No	Pabrik	Kapasitas
1	PT Cemerlang energi	29.463
2	PT Wilmar Bioenergi	67.795
3	PT Pelita Agung	12.276
4	PT Ciliandra Perkasa	12.276
5	PT Energi Baharu Lestari	4.911
6	PT Baya Biofuel	36.829
7	PT LDC Indonesia	20.335
8	PT Permata Hijau Palm Oleo	17.825
9	PT Musim Mas	1.342
10	PT Kutai Refinery Nusantara	247.170

Berdasarkan data hasil ekstrapolasi kebutuhan *methyl ester* di Indonesia dan data kapasitas pabrik *methyl ester* yang ada di Indonesia maka ditentukan kapasitas pabrik *methyl ester* yang akan didirikan pada tahun 2025 sebesar 100.000 Ton/Tahun. *Methyl ester* yang diproduksi ini akan didistribusikan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan sisanya akan di ekspor ke beberapa negara yang membutuhkan *methyl ester*.

1.3 Lokasi Pabrik

Terdapat 2 lokasi sebagai lokasi sebagai pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik yaitu :

1. Kawasan Industri Dumai, Kelurahan Pelintung, Kecamatan Medang Kampai, Kota Dumai, Riau
2. Daerah Bagan Deli, Kecamatan Medan Belawan, Kota Medan, Sumatera Utara

- g) Area tidak dekat dekat area pemukiman warga dan masih banyak pepohonan hijau
- h) Dumai merupakan kota industri yang memiliki calon tenaga kerja local di dukung dengan adanya universitas teknik industry dan SMK program Kejuruan Industri

B. Weakness

- a) Belum memiliki dermaga sendiri sendiri sehingga proses penyandaran kapal masih system antrian dengan Pabrik di kawasan industri
- b) Merupakan area gambut sehingga proses Pemancangan pondasi pabrik butuh biaya dan teknologi tinggi
- c) Supply Raw water harus ambil dari WWTP Kawasan padahal pabrik bisa melakukan pengolahan nya sendiri

C. Opportunity

Mampu menjadi pabrik yang bersaing secara teknologi yang sekarang merupakan teknologi paling update untuk meningkatkan kapasitas dan kualitas

D. Threat

Bersaing dengan Pabrik lain di sekitar kawasan dekat pabrik yang memiliki Biodiesel yang selalu akan ada upgrade

2. Daerah Bagan Deli, Kecamatan Medan Belawan, Kota Medan, Sumatera Utara



Gambar 1.3 Lokasi Bagan Deli, Kota Medan, Sumatera Utara

1.3.2 Analisa S.W.O.T Bagan Deli, Kota Medan, Sumatera Utara

A. Strength

- Dekat dengan area dermaga sehingga akses kegiatan ekspor – impor produk dan bahan baku terfasilitasi
- Dekat dengan sungai sebagai bahan baku pengolahan air bersih untuk pabrik
- Dekat dengan sumber bahan baku seperti RBDPO yang di peroleh dari pabrik PT. Permata Hijau Palm Oleo, Metanol dan katalis di suplay dari Pengapalan
- Kota Medan merupakan kota yang memiliki calon tenaga kerja local di dukung dengan adanya universitas teknik industri dan SMK program Kejuruan Industri

B. Weakness

- Luas area untuk di jadikan proyek terbatas
- Area dekat area pemukiman warga
- Belum memiliki dermaga sendiri sendiri sehingga proses penyandaran kapal masih system antrian dengan Pabrik di kawasan industri
- Merupakan area gambut sehingga proses Pemancangan pondasi pabrik butuh biaya dan teknologi tinggi

C. Opportunity

Mampu menjadi pabrik yang bersaing secara teknologi yang sekarang merupakan teknologi paling update untuk meningkatkan kapasitas dan kualitas

D. Threat

Bersaing dengan Pabrik lain di sekitar dekat pabrik yang memiliki Biodiesel yang selalu akan ada upgrade

1.3.3 Pemilihan Lokasi Pabrik *Methyl Ester*

Berdasarkan Analisa SWOT terhadap bahan baku, penawaran, tenaga kerja, utilitas, dan kondisi daerah. Maka untuk pemilihan lokasi pabrik, digunakan skala likert yang disajikan pada Tabel 1.5 berikut.

Tabel 1.5 Analisis Lokasi Pabrik *Methyl Ester*

Variabel	Lokasi	
	Dumai, Riau	Medan, Sumut
Bahan Baku	5	4
Sumber Air	5	5
Iklim	4	3
Tenaga Listrik dan Bahan Bakar	4	3
Transportasi	5	5
Tenaga Kerja	4	5
Peraturan Perundang-Undangan	5	5
Total	32	30

Pada tabel diatas penilaian dilakukan dengan cakupan range 1-5, dimana:

1 = Sangat Tidak Baik

2= Tidak Baik

3 = Cukup

4 = Baik

5 = Sangat Baik

Setelah dilakukan pengamatan, Dumai, Riau sangat memenuhi kriteria untuk dibangun suatu pabrik Methyl Ester.

Penentuan lokasi pabrik perlu memperhatikan beberapa faktor. Faktor - faktor yang mempengaruhinya antara lain bahan baku, pemasaran, sumber air, iklim dan kondisi alam, tenaga listrik, transportasi, tempat pembuangan limbah, tenaga kerja, dan peraturan perundang-undangan

a. Bahan Baku

Sumber bahan baku merupakan faktor penentu utama dalam penetapan dan pemilihan lokasi pabrik. Penempatan pabrik dengan lokasi yang dekat dengan sumber bahan baku dapat menurunkan biaya transportasi dan penyimpanan. Bahan baku minyak RBDPO diperoleh dari PT Pelita Agung Agrindustri sedangkan bahan baku metanol (CH_3OH) dan katalis yaitu sodium methylat (NaOCH_3) diperoleh dari PT. Wilmar Nabati (WINA) di Kawasan Industri Dumai.

Dari segi pemasaran, kota Pasuruan relatif strategis karena terletak dekat dengan konsumen yang membutuhkan *Methyl Ester* seperti industri dan nelayan yang merupakan salah satu mata pencaharian di kota Pasuruan. Lokasi pelabuhan yang dekat juga menguntungkan dalam pemasaran produk.

b. Sumber Air

Air merupakan komponen penting bagi suatu pabrik industri kimia. Kebutuhan air diperoleh diperoleh dari sungai Gembong dan perusahaan penyedia air yaitu Water Treatment Plant . Air berguna untuk proses, sarana utilitas, dan keperluan domestik.

c. Iklim

Kondisi cuaca dan iklim sekitar pabrik relatif stabil dan belum pernah terjadi bencana alam yang berarti sehingga memungkinkan pabrik berjalan dengan lancar.

d. Tenaga Listrik dan Bahan Bakar

Tenaga listrik dan bahan bakar merupakan faktor penunjang yang sangat penting. Kebutuhan tenaga listrik untuk operasi pabrik diperoleh dari boiler dan turbin PT Pelita Agung Agrindustri , disediakan pula pembangkit listrik cadangan dari generator diesel yang bahan bakar diperoleh dari Pertamina yang ditambah dengan Methyl Ester produksi dari pabrik sendiri.

e. Transportasi

Lokasi yang dipilih dalam rencana pendirian pabrik merupakan kawasan yang telah memiliki sarana pelabuhan dan pengangkutan darat sehingga pembelian bahan baku dan distribusi produk dapat dilakukan melalui jalan darat atau laut.

f. Tenaga Kerja

Tenaga kerja dapat diperoleh dari masyarakat sekitar pabrik. Hal ini bertujuan untuk membantu pemerintah daerah setempat dalam mengurangi angka pengangguran. Pengambilan tenaga kerja dari masyarakat sekitar juga membantu meningkatkan taraf hidup mereka serta taraf hidup masyarakat daerah setempat. Daerah sekitar kawasan tersebut merupakan daerah kawasan industri sehingga akan menjadi salah satu tempat tujuan pencarian kerja.

g. Peraturan Perundang-Undangan

Peraturan perundang-undangan yang telah ditetapkan oleh daerah harus memperhatikan beberapa hal, antara lain:

1. Adanya daerah industri (pengelompokkan industri)
2. Bangunan dan jalan
3. Buangan pabrik (Amrine, 1996)