

**LAPORAN TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK METIL ESTER DARI MINYAK JARAK
PAGAR DAN METANOL
KAPASITAS 65.000 TON/TAHUN**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi
Strata Satu Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik**

Oleh :

ATI'AH PRATIWI

D 500 120 015

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA
2016**

**LAPORAN TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK METIL ESTER DARI MINYAK JARAK
PAGAR DAN METANOL
KAPASITAS 65.000 TON/TAHUN**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi
Strata Satu Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik**

Oleh :

ATI'AH PRATIWI

D 500 120 015

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA
2016**

HALAMAN PENGESAHAN



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Nama : Ati'ah Pratiwi
Nim : D 500 120 015
Judul TPP : Prarancangan Pabrik Metil Ester Dari Minyak Jarak
Pagar Dan Metanol Kapasitas 65.000 ton/tahun
Dosen Pembimbing : 1. Tri Widayatno, S.T., MS.c., Ph.D
2. Ir. Haryanto AR., MS

Surakarta, Oktober 2016

Menyetujui

Dosen pembimbing I

Tri Widayatno, S.T., MS.c., Ph.D
NIK. 960

Dosen pembimbing II

Ir. Haryanto AR. MS
NIP. 196.307.051.990.031.002

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.
NIK. 682

Ketua Jurusan

Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D
NIK. 892

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 31 Oktober 2016

Penulis,



ATI'AH PRATIWI

D 500 120 015

**PRARANCANGAN PABRIK METIL ESTER
DARI MINYAK JARAK PAGAR DAN METANOL
KAPASITAS 65.000 TON/TAHUN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

ABSTRAK

Pabrik Metil Ester dengan bahan baku Minyak Jarak Pagar dan Metanol yang memiliki kapasitas sebesar 65.000 ton per tahun direncanakan beroperasi selama 330 hari per tahun. Pabrik metil ester dari minyak jarak pagar ini didirikan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar dari energi alternatif mengingat semakin menipisnya bahan bakar minyak dari fosil, sehingga dapat mengurangi jumlah impor solar. Pabrik rencananya akan didirikan di kabupaten Gresik, Jawa Timur dengan luas tanah 20.000 m² dan jumlah karyawan sebanyak 154 orang.

Proses pembuatan Metil Ester dilakukan dengan proses transesterifikasi yang dilakukan dalam reaktorberpengaduk CSTR yaitu dengan mereaksikan minyak jarak pagar dan metanol. Dalam proses ini digunakan NaOH sebagai katalisnya. Proses ini berlangsung di dalam reaktor selama 60 menit dengan fase cair-cair dengan perbandingan mol minyak jarak pagar dengan metanol 1 : 6 secara *reversible*, eksotermisdengan kondisi isothermal, non-adiabatis pada suhu 60°C dan pada tekanan 1 atm. Pabrik ini digolongkan beresiko rendah karena kondisi operasi pada tekanan atmosferis. Kebutuhan bahan baku minyak jarak pagar sebesar 8.247,86 kg per jam dan metanol sebesar 1.775,56 kg per jam. Bahan baku penunjang yaitu NaOH sebesar 247,44 kg per jam. Produk berupa Metil Estersebesar8.207,07 kg perjam.

Pabrik Metil Ester yang didirikanmemerlukan modal tetap sebesar Rp 414.009.351.098,31dan modal kerja sebesar Rp 150.164.569.486. Dari analisis ekonomi menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp 119.527.403.866 per tahun setelah dipotong pajak sebesar 30% keuntungan mencapai Rp 83.669.182.706 per tahun. *Percent Return On Investment* (ROI)sebelum pajak 28,87% dan setelah pajak 20,27%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 2,6 tahun dan setelah pajak 3,3 tahun. *Break Even Time* (BEP) sebesar 52,27%, dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 27,79%. *Discounted CashFlow* (DCF) terhitung sebesar 39,35%. Dari data analisis kelayakan di atas disimpulkan bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak untuk didirikan.

Kata Kunci : CSTR/RATB, jarak pagar, metil ester, transesterifikasi

ABSTRACT

Methyl Ester factory with raw material of Jatropha Oil and Methanol which has a capacity of 65,000 tons per year is planned to operate for 330 days per year. Factory methyl ester of castor oil was established to meet the fuel needs of alternative energy in view of the depletion of fossil fuels, thus reducing the amount of imported diesel. The factory is planned to be established in Gresik, East Java, with a land area of 20,000 m² and the number of employees 154 people.

Methyl Ester-making process is done by a transesterification process is carried out in a stirred reactor CSTR is by reacting castor oil and methanol. In the process used NaOH as a catalyst. This process takes place in the reactor for 60 minutes with a liquid-liquid phase mole ratio of castor oil with methanol 1: 6 are reversible, exothermic with isothermal conditions, non-adiabatic at 60 ° C and at a pressure of 1 atm. This plant is classified as a low risk operating at atmospheric pressure conditions. Raw material needs of castor oil at 8247.86 kg per hour and methanol amounted to 1775.56 kg per hour. Supporting materials that NaOH at 247.44 kg per hour. Methyl Ester product in the form of 8207.07 kg per hour.

The factory was established Methyl Ester require Rp 414,009,351,098.31 fixed capital and working capital of Rp 150 164 569 486. From the economic analysis shows a profit before tax of Rp 119 527 403 866 per year after taxes amounted to 30% profit reached Rp 83,669,182,706 per year. Percent Return On Investment (ROI) before tax after tax 28.87% and 20.27%. Pay Out Time (POT) before tax for 2.6 years and 3.3 years after tax. Break Even Time (BEP) amounted to 52.27%, and Shut Down Point (SDP) amounted to 27.79%. Discounted Cashflow (DCF) accounted for 39.35%. From the data above feasibility analysis concluded that the plant is profitable and feasible to set.

Keywords: CSTR / RATB, Jatropha curcas, methyl ester, transesterification

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah dan petunjuknya-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan dan menyusun makalah pendadaran Tugas Akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Metil Ester dari Minyak Jarak Pagar dan Metanol dengan Kapasitas 65.000 Ton/Tahun” , sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana S-1 pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dalam penyusunan ini penyusun telah banyak menerima bantuan, bimbingan dan petunjuk yang sangat bermanfaat dari berbagai pihak. Untuk itu penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Rois Fatoni S.T, M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Tri Widayatno, ST, MSc., Ph.D selaku dosen pembimbing I yang telah membantu dan membimbing penyusun.
3. Bapak Ir. H. Haryanto AR., MS selaku Dosen Pembimbing II yang telah membantu dan membimbing penyusun.
4. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Kimia UMS
5. Seluruh karyawan dan staf TU Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah membantu kelancaran selama masa perkuliahan.
6. Bapak dan ibu tercinta yang selalu menasehati, mendoakan dan memberikan semangat.
7. Teman-teman Teknik Kimia yang telah membantu dan memberikan semangat.

Penyusun merasa bahwa dalam penyusunan laporan banyak kekerangan dan kesalahan maka penyusun mengharapkan kritik dan saran dari pembaca agar laporan ini menjadi lebih sempurna. Akhirnya penulis berharap semoga naskah ini dapat bermanfaat.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, September 2016

Penyusun

MOTTO

- ❖ Suatu tantangan akan menjadi beban jika hanya dipikirkan saja. Begitu juga sebuah cita-cita akan menjadi beban jika hanya di angan-angan. Kerjakan dan wujudkanlah.
- ❖ Barang siapa keluar untuk mencari ilmu maka dia berada di jalan Allah (HR. Tirmidzi)
- ❖ Semangat pejuang janganlah padam karena ada orang tua yang harus bahagia di masa tua.
- ❖ *Do the best and pray. My Allah will take care of the rest.*

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini dipersembahkan untuk orang-orang yang telah memberi arti dalam hidup saya :

- Bapak dan Ibu tercinta, terima kasih atas kasih sayang, pengorbanan dan pendidikan yang telah Bapak- Ibu berikan selama ini, semoga dapat menjadi bekal dan bermanfaat bagi kehidupan. Do'a dan bakti yang dapat aku beri hanyalah untukmu meskipun itu semua tidak cukup untuk membalas segala kasih sayangmu.
- Untuk adikku, Avif Hidayat terima kasih atas semua dukungan dan semangat yang kamu berikan.
- ❖ *Partner* TA-ku Ratri Sulistyaningsih, terima kasih atas persahabatan dan kerja samanya selama ini. Banyak permasalahan kita hadapi bersama, sampai akhirnya kita bisa menyelesaikan TA ini.
- ❖ Untuk Titus Dwi Prakoso terimakasih atas segala dukungan, bantuan, semangat dan motivasinya sampai terselsesahkan TA ini dan semoga tak hanya sampai disini perjuangannya.
- ❖ Terimakasih buat Opet, Esti, Tunjung, Mb Tinon, Mimo dan semua teman kos yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu atas dukungannya.
- ❖ Terimakasih teman-teman Teknik Kimia yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas *support* dan bantuannya selama ini.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	vi
MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2. Pemilihan Kapasitas pabrik	3
1.2.1. Proyeksi Kebutuhan Biodiesel dalam negeri	3
1.2.2. Ketersediaan Bahan Baku	4
1.2.3. Kapasitas Minimal	5
1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik	6
1.4. Tinjauan Pustaka	8
1.4.1. Jarak Pagar	8
1.4.2. Minyak Jarak Pagar	9
1.4.3. Biodiesel	10
1.4.4. Standar Mutu Metil Ester	11
1.4.5. Macam-macam Proses	13
1.4.6. Kegunaan Produk	19
1.4.7. Spesifikasi Bahan dan Produk	19
1.4.8. Tinjauan Proses Secara Umum	22
BAB II. DESKRIPSI PROSES	
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	23
2.1.1. Spesifikasi Bahan Baku	23
2.1.2. Spesifikasi Bahan Pembantu	24

2.1.3. Spesifikasi Produk	24
2.2. Konsep Proses	26
2.2.1. Dasar Reaksi	26
2.2.2. Kondisi Operasi	26
2.2.3. Mekanisme Reaksi	27
2.2.4. Tinjauan Kinetika	27
2.2.5. Tinjauan Termodinamika	27
2.3. Langkah Proses	30
2.3.1. Tahap Penyiapan Bahan Baku	30
2.3.2. Tahap Pembentukan Produk	31
2.3.3. Proses Pemisahan dan Pemurnian Produk	32
2.3.4. <i>Recorvery</i> Metanol	33
2.4. Diagram Alir Neraca Massa dan Neraca Panas	33
2.4.1. Neraca Massa Komponen disekitar Tiap Alat	33
2.4.1.1 diagram alir kuantitatif	35
2.4.1.2 diagram alir kualitatif	36
2.4.2. Neraca Panas Komponen disekitar Tiap Alat	43
2.5. <i>Lay Out</i> Pabrik dan Peralatan	50
2.5.1. <i>Lay Out</i> Pabrik	50
2.5.2. <i>Lay Out</i> Peralatan	55
BAB III. SPESIFIKASI PERALATAN PROSES	58
BAB IV. UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM	
4.1. Unit Pendukung Proses	80
4.2. Laboratorium	94
4.3. Keselamatan dan Kesehatan Kerja	96
BAB V. MANAJEMEN PERUSAHAAN	
5.1. Bentuk Perusahaan	98
5.2. Struktur Organisasi	99
5.3. Tugas dan Wewenang	101
5.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan	106
5.5. Status Karyawan dan Sistem Upah	108

5.6. Kesejahteraan Karyawan	109
5.7. Kesehatan dan Keselamatan Kerja	110
5.8. Manajemen Produksi	111
BAB VI. ANALISIS EKONOMI	115
Kesimpulan	129

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Perkembangan Kebutuhan Metil Ester di Indonesia	4
Tabel 1.2.	Pabrik Metil Ester dari Minyak Jarak Pagar	5
Tabel 1.3	Syarat Mutu Metil Ester	12
Tabel 2.1.	Data Panas Reaksi	28
Tabel 2.2.	Arus Neraca Massa Tiap Komponen	37
Tabel 2.3	Neraca Massa Sekitar <i>Mixer</i> (M-01)	37
Tabel 2.4	Neraca Massa Sekitar Reaktor 1 (R-01)	38
Tabel 2.5	Neraca Massa Sekitar Reaktor 2 (R-02)	38
Tabel 2.6	Neraca Massa Sekitar <i>Decanter</i> (H-1.1)	39
Tabel 2.7	Neraca Massa Sekitar Tangki Pencuci (H-2.1)	39
Tabel 2.8	Neraca Massa Sekitar <i>Decanter</i> 2 (H-1.2)	40
Tabel 2.9	Neraca Massa Sekitar Netraliser (N-02)	40
Tabel 2.10	Neraca Massa Sekitar <i>Collecting Tank</i> (F-04)	41
Tabel 2.11	Neraca Massa Sekitar Evaporator	41
Tabel 2.12	Neraca Massa Sekitar Menara Destilasi (MD-01)	42
Tabel 2.13	Neraca Massa Overall	42
Tabel 2.14	Neraca Panas Sekitar <i>Mixer</i> (M-01)	43
Tabel 2.15	Neraca Panas Sekitar <i>Heat Exchanger</i> 1 (E-1.1)	43
Tabel 2.16	Neraca Panas Sekitar <i>Heat Exchanger</i> 2 (E-1.2)	44
Tabel 2.17	Neraca Panas Sekitar Reaktor 1 (R-01)	44
Tabel 2.18	Neraca Panas Sekitar Reaktor 2 (R-02)	45
Tabel 2.19	Neraca Panas Sekitar <i>Decanter</i> 1 (H-1.1)	45
Tabel 2.20	Neraca Panas Sekitar Tangki Pencuci (H-1.2)	46
Tabel 2.21	Neraca Panas Sekitar <i>Decanter</i> 2 (H-1.2)	46
Tabel 2.22	Neraca Panas Sekitar <i>Cooler</i> 1 (E-2.1)	47
Tabel 2.23	Neraca Panas Sekitar Netraliser 1 (N-01)	47
Tabel 2.24	Neraca Panas Sekitar <i>Collecting Tank</i> 1 (F-04)	48
Tabel 2.25	Neraca Panas Sekitar Cooler-02	48

Tabel 2.26	Neraca Panas Sekitar Evaporator 1	49
Tabel 2.27	Neraca Panas Sekitar <i>Cooler</i> 3 (E-2.3)	49
Tabel 2.28	Neraca Panas Sekitar Menara Destilasi 1 (D-1.1)	50
Tabel 2.29	Neraca Panas Sekitar <i>Cooler</i> 4 (E-2.4)	50
Tabel 2.30	Luas Bangunan Pabrik	54
Tabel 4.1.	Kebutuhan Air Proses	82
Tabel 4.2.	Kebutuhan Air Pendingin	82
Tabel 4.3.	Kebutuhan Air Umpan Boiler	83
Tabel 4.4.	Kebutuhan Air Sanitasi	83
Tabel 5.1.	Sistem Pembagian Kerja	107
Tabel 5.2.	Jumlah dan Gaji Karyawan	108
Tabel 6.1.	<i>Cost Index Chemical Plant</i>	116
Tabel 6.2.	<i>Total Capital Investment</i>	120
Tabel 6.3.	<i>Working Capital</i>	121
Tabel 6.4.	<i>Manufacturing Cost</i>	122
Tabel 6.5.	<i>General Expenses</i>	123
Tabel 6.6.	<i>Fixed Cost</i>	125
Tabel 6.7.	<i>Variable Cost</i>	125
Tabel 6.8.	<i>Regulated Cost</i>	126

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Grafik Kebutuhan Metil Ester di Indonesia	4
Gambar 2.1. Diagram Alir Proses	34
Gambar 2.2. Diagram Alir Kuantitatif	35
Gambar 2.3. Diagram Alir Kualitatif	36
Gambar 2.4. Tata Letak Pabrik	53
Gambar 2.5. Lay Out Peralatan	57
Gambar 4.1. Unit Pengolahan Air Sungai.....	93
Gambar 5.1. Struktur Organisasi Perusahaan	101
Gambar 6.1. Hubungan Tahun dengan <i>Cost Index</i>	117
Gambar 6.2. Grafik Analisa Ekonomi	128