

SKRIPSI

**PENGARUH JUMLAH KONDENSOR PADA PIROLISIS LIMBAH
PLASTIK TERHADAP CAIRAN BAHAN BAKAR ALTERNATIF (BBA)
YANG DIHASILKAN**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Serjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Pasir Pengaraian



DISUSUN OLEH:
ALI IMRAN SIREGAR
NIM: 2114004

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASIR PENGARAIAN
KABUPATEN ROKAN HULU
2025**

SKRIPSI

PENGARUH JUMLAH KONDENSOR PADA PIROLISIS LIMBAH PLASTIK TERHADAP CAIRAN BAHAN BAKAR ALTERNATIF (BBA) YANG DIHASILKAN

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Serjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Pasir Pengaraian



DISUSUN OLEH:
ALI IMRAN SIREGAR
NIM: 2114004

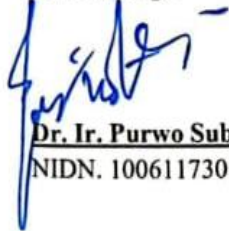
**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASIR PENGARAIAN
KABUPATEN ROKAN HULU
2025**

LEMBAR PERSETUJUAN

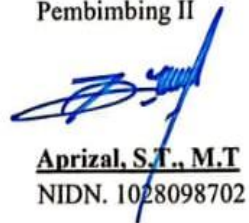
Judul Skripsi : Pengaruh Jumlah Kondensor Pada Pirolisis Limbah Plastik Terhadap Cairan Bahan Bakar Alternatif (BBA) Yang Dihasilkan
Nama : Ali Imran Siregar
NIM : 2114004

Disetujui oleh

Pembimbing I


Dr. Ir. Purwo Subekti, S.T., M.T
NIDN. 1006117301

Pembimbing II

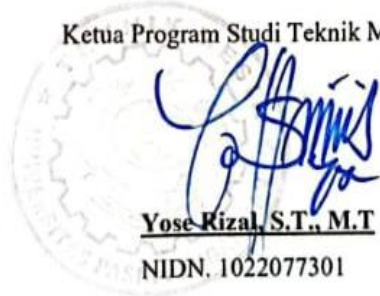

Aprizal, S.T., M.T
NIDN. 1028098702

Diketahui oleh:

Dekan Fakultas Teknik


Dr. Ir. Purwo Subekti, S.T., M.T
NIDN. 1006117301

Ketua Program Studi Teknik Mesin


Yose Rizal, S.T., M.T
NIDN. 1022077301

Tanggal Lulus : 26 Februari 2025

Rokan Hulu, 03 Maret 2025



UNIVERSITAS PASIR PENGARAIAN
FAKULTAS TEKNIK
PRODI TEKNIK MESIN

Jl. Tuanku Tambusai Kumu, Desa Rambah, Kec. Rambah Hilir, Kab. Rokan Hulu, Riau. Telp. 0813 7893 3688

TANDA PERBAIKAN SKRIPSI

Nama : ALI IMRAN SIREGAR
NIM : 2114004
Judul Skripsi : PENGARUH JUMLAH KONDENSOR PADA
PIROLISIS LIMBAH PLASTIK TERHADAP
CAIRAN BAHAN BAKAR ALTERNATIF
(BBA) YANG DIHASILKAN

Adalah benar telah melakukan perbaikan Skripsi sesuai dengan koreksi pada saat Sidang sarjana yang dilakukan pada tanggal 26 Februari 2025, telah diperiksa dan disetujui:

NO	DOSEN PENGUJI	PARAF
1	Dr. Purwo Subekti, MT, IPM	1.
2	Aprizal, ST., MT	2.
3	Saiful Anwar, ST., MT	3.
4	Yose Rizal, ST., MT	4.

Kemudian telah melengkapi semua syarat yang ditentukan Program Studi Teknik Mesin. Maka direkomendasikan untuk mengikuti wisuda sesuai jadwal yang ditentukan panitia.

Rokan Hulu, Maret 2025

Pembimbing I

Dr. Purwo Subekti, MT, IPM
NIDN: 1006117301

**PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN AKHIR/SKRIPSI DAN SUMBER
INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ali Imran Siregar
Nim : 2114004
Program Studi : Strata Satu Teknik Mesin

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan akhir/skripsi/ dengan judul “PENGARUH JUMLAH KONDENSOR PADA PIROLISIS LIMBAH PLASTIK TERHADAP CAIRAN BAHAN BAKAR ALTERNATIF (BBA) YANG DIHASILKAN” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir laporan akhir/skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Universitas Pasir Pengaraian

Rokan Hulu, 03 Maret 2025



Ali Imran Siregar
NIM: 2114004

ABSTRAK

ALI IMRAN SIREGAR Pengaruh Jumlah Kondensor Pada Pirolisis Limbah Plastik Terhadap Cairan Bahan Bakar Alternatif (BBA) Yang Dihasilkan, Dibimbing oleh. Dr.Ir.PURWO SUBEKTI, ST., MT dan APRIZAL, ST., MT.

Limbah plastik merupakan salah satu bahan yang tidak mudah terurai serta mempunyai nilai guna yang tinggi untuk dijadikan sebagai bahan bakar alternatif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh jumlah cairan BBA terhadap hasil pembakaran dengan menggunakan metode tutup kran dan buka kran . Pada pengujian dengan metode tutup kran, satu kg bahan baku yang diuji dengan satu kondensor selama 180 menit menghasilkan 245 mL BBA, kemudian dengan waktu pengujian 240 menit menghasilkan 320 mL. dalam pengujian dengan dua kondensor selama 180 menit menghasilkan 172,5 mL, kemudian dengan waktu pengujian 240 menit menghasilkan 200 mL. dalam pengujian tiga kondensor, selama 180 menit menghasilkan 170 mL, kemudian dengan waktu pengujian 240 menit menghasilkan 192,5 mL. Sebaliknya, pengujian dengan metode buka kran menunjukkan hasil yang signifikan, dengan satu kondensor selama 180 menit menghasilkan 275 mL, kemudian dengan waktu pengujian 240 menit menghasilkan 325 mL. pengujian dengan dua kondensor selama 180 menit menghasilkan 207,5 mL, kemudian dengan waktu pengujian 240 menit menghasilkan 237,5 mL. dalam pengujian tiga kondensor, selama 180 menit menghasilkan 220 mL, kemudian dengan waktu pengujian 240 menit menghasilkan 292,5 mL. Analisis uji T-Test menunjukkan nilai p two-tail sebesar 0,1819, yang lebih besar dari 0,05, sehingga hipotesis nol tidak dapat ditolak, yang berarti tidak ada perbedaan signifikan dalam jumlah BBA yang dihasilkan oleh kedua metode. Selain itu, pengujian karakteristik sampel pembakaran dari satu kondensor dengan kran dibuka selama 240 menit pada suhu 510,5 °C menunjukkan nilai viskositas 0,334 gr/cm·s, densitas 732 kg/m³, dan flash point 20 °C, yang mendekati standar SNI untuk bahan bakar.

Kata Kunci: BBA, Bahan baku, Densitas, Kualitas, Viskositas

ABSTRACT

ALI IMRAN SIREGAR *The Effect of the Number of Condensers in the Pyrolysis of Plastic Waste on the Alternative Fuel Liquid (BBA) Produced*, Supervised by. Dr. Ir. PURWO SUBEKTI, ST., MT and APRIZAL, ST., MT.

Plastic waste is a material that does not decompose easily and has high use value to be used as an alternative fuel. This research aims to analyze the effect of the amount of BBA liquid on combustion results using the close the tap and open the tap method. In testing using the tap lid method, one kg of raw material tested with a condenser for 180 minutes produces 245 mL of BBA, then with a testing time of 240 minutes produces 320 mL. in testing with two condensers for 180 minutes it produced 172.5 mL, then with a test time of 240 minutes it produced 200 mL. in testing three condensers, 180 minutes produced 170 mL, then with a test time of 240 minutes produced 192.5 mL. In contrast, testing using the open tap method showed significant results, with one condenser for 180 minutes producing 275 mL, then with a test time of 240 minutes producing 325 mL. testing with two condensers for 180 minutes produced 207.5 mL, then with a testing time of 240 minutes produced 237.5 mL. in testing three condensers, 180 minutes produced 220 mL, then with a test time of 240 minutes produced 292.5 mL. T-Test test analysis shows a two-tail p value of 0.1819, which is greater than 0.05, so the null hypothesis cannot be rejected, which means there is no significant difference in the number of BBA produced by the two methods. In addition, testing the characteristics of a combustion sample from one condenser with the valve open for 240 minutes at a temperature of 510.5 °C showed a viscosity value of 0.334 gr/cm·s, density of 732 kg/m³, and flash point of 20 °C, which is close to the SNI standard for fuel.

Keywords : BBA, Raw Material, Density, Quality, Viscosity

PRAKATA

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "PENGARUH JUMLAH KONDENSOR PADA PIROLISIS LIMBAH PLASTIK TERHADAP CAIRAN BAHAN BAKAR ALTERNATIF (BBA) YANG DIHASILKAN". Skripsi ini dapat terselesaikan tidak lepas karena bantuan dan dukungan dari berbagai pihak yang dengan tulus dan ikhlas serta sabar dalam memberikan sumbangan baik berupa ide maupun materi pembahasan, dan bantuan lainnya yang tidak dapat dijelaskan satu persatu. Oleh karena itu penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Hardianto, S.Pd., M.Pd, Selaku Rektor Universitas Pasir Pengaraian.
2. Bapak Dr. Ir. Purwo Subekti, S.T., MT, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian, sekaligus Dosen Pembimbing I yang telah banyak meluangkan pikiran dan waktu dalam bimbingan pembuatan skripsi ini.
3. Bapak Yose Rizal, S.T., MT, Selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasir Pengaraian.
4. Bapak Aprizal, S.T., MT, selaku Kemahasiswaan Fakultas Teknik, sekaligus sebagai pembimbing II pada pembuatan skripsi ini.
5. Seluruh Dosen dan Teknisi Progran Studi Teknik Mesin Universitas Pasir Pengaraian.
6. Ayah dan Ibu tercinta yang telah banyak berkorban demi keberhasilan dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Serta teman-teman seperjuangan dan seluruh pihak yang senantiasa membantu dan memberikan semangat dalam penyelesaian skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan suatu manfaat bagi pembaca dan semua pihak yang terlibat dalam penyusunan skripsi.

Pasir Pengaraian, 08 Maret 2025

Ali Imran Siregar
NIM.2114004

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN AKHIR/SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
RIWAYAT HIDUP	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat penelitian.....	3
1.5 Luaran Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Teori Limbah Plastik	5
2.1.1 Dampak Limbah Plastik bagi Lingkungan dan Alam	6
2.2 Teori Kondesor Pada Pirolisi Limbah Plastik.....	6
2.3 Metode Destilator Pirolisis	7
2.3.1 LPG (Liquefied Petroleum Gas)	8
2.3.2 Plastik LDPE	8
2.3.3 Jenis dan Kode Plastik	9
2.4 Karakteristik Bahan Bakar	13
2.4.1 Viskositas	13
2.4.2 Densitas.....	13
2.4.3 <i>Flash point</i> (titik nyala)	13
2.4.4 Angka oktan	14

2.4.5 API (American Petroleum Institute) Gravity	14
2.4.6 Research Octane Number (RON)	15
BAB III METODOLOGI	16
3.1 Metode Penelitian.....	16
3.2 Bahan dan Alat.....	17
3.2.1 Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:	17
3.2.2 Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah:	17
3.3 Waktu Dan Tempat	18
3.4 Tahapan-Tahapan Pengujian.....	18
3.4.1 Tahapan Persiapan.....	18
3.4.2 Tahapan Proses.....	18
3.4.3 Tahapan Pengambilan Sampel.....	20
3.4.4 Rencana Data Hasil Penelitian	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Hasil Produksi BBA dari Limbah Plastik PP.....	26
4.1.1 Hasil Pengujian Pirolisis Limbah Plastik dengan Tutup Kran	26
4.1.2 Hasil Pengujian Pirolisis Limbah Plastik dengan Buka Kran	27
4.2 Hasil BBA Pengujian Tutup Kran dan Buka Kran	32
4.3 Karakteristik Bahan Bakar Alternatif (BBA)	35
4.4 Uji T- Test Pada Hasil Produksi BBA Pengujian 1 Kondensor.....	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	39
5.1 Simpulan	39
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	43
Lampiran 1 Tabel Pengujian 1 Kondensor Tutup Kran	43
Lampiran 2 Tabel Pengujian 2 kondensor Tutup Kran	44
Lampiran 3 Tabel Pengujian 3 Kondensor Tutup Kran	45
Lampiran 4 Tabel Pengujian 1 Kondensor Buka Kran.....	46
Lampiran 5 Tabel Pengujian 2 Kondensor Buka Kran.....	47
Lampiran 6 Tabel Pengujian 3 Kondensor Buka Kran.....	48
Lampiran 7 Hasil Rata Rata Keseluruhan Pengujian Tututp Kran	49

Lampiran 8 Hasil Rata Rata Keseluruhan Pengujian Buka Kran	50
Lampiran 9 Grafik Perbandingan Temperatur Kondensor untuk Pengujian Menggunakan 1K dengan Tutup Kran dan Buka Kran 180 menit.....	51
Lampiran 10 Grafik Perbandingan Temperatur Kondensor untuk Pengujian Menggunakan 2K dengan Tutup Kran dan Buka Kran 180 menit.....	52
Lampiran 11 Grafik Perbandingan Temperatur Kondensor untuk Pengujian Menggunakan 3K dengan Tutup Kran dan Buka Kran 180 menit.....	53
Lampiran 12 Grafik Perbandingan Temperatur Kondensor untuk Pengujian Menggunakan 1K dengan Tutup Kran dan Buka Kran 240 menit.....	54
Lampiran 13 Grafik Perbandingan Temperatur Kondensor untuk Pengujian Menggunakan 2K dengan Tutup Kran dan Buka Kran 240 menit.....	55
Lampiran 14 Grafik Perbandingan Temperatur Kondensor untuk Pengujian Menggunakan 3K dengan Tutup Kran dan Buka Kran 240 menit.....	56
Lampiran 15 Data Uji T-Test Perbandingan Jumlah BBA Tutup kean dan Buka Kran	57
Lampiran 16 Alat pengujian Pirolisis Satu Kondensor, Dua Kondensor, Tiga Kondensor.....	58
Lampiran 17 Peroses Pembersihan Bahan Baku.....	59
Lampiran 18 Penimbangan Bahan Baku Plastik PP.....	60
Lampiran 19 Hasil Pengujian Prilosisi	61
Lampiran 20 Pemasangan <i>Thermocouple</i>	62
Lampiran 21 Sisa Pembakaran.....	63
Lampiran 22 Pengujian Densitas menggunakan Picnometer.....	64
Lampiran 23 Pengujian Viskositas menggunakan Redwood Viscometer	65
Lampiran 24 Pengujian Flash Point menggunakan Rapid Flash Tester (K16500).....	66
Lampiran 25 3D Alat Pengujian Prolisis Satu Kondensor, Dua Kondensor, Tiga Kondensor.....	67
Lampiran 26 Hasil pengujian Densitas Viskositas dan Flash Point	68
Lampiran 27 Biaya Pengujian Karakteristik Di Universitas Islam Riau ..	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standar dan Mutu Bahan Bakar	14
Tabel 3. 1 Produksi BBA 1 kondensor	22
Tabel 3. 2 produksi BBA 2 kondensor.....	22
Tabel 3. 3 Produksi BBA 3 kondensor	23
Tabel 3. 4 Rata rata Pengujian Pirolisis Limbah Plastik dengan Tutup Kran dan Buka Kran	23
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Pirolisis Limbah Plastik dengan Tutup Kran	27
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Pirolisis Limbah Plastik dengan Buka Kran	28
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Laboratorium	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Nomor Kode Plastik	9
Gambar 2. 2 Plastik Jenis PETE.....	9
Gambar 2. 3 Plastik jenis HDPE	10
Gambar 2. 4 plastik jenis PVC	10
Gambar 2. 5 Plastik jenis LDPE.....	11
Gambar 2. 6 Plastik jenis PP	11
Gambar 2. 7 Plastik jenis PS	12
Gambar 2. 8 Plastik jenis OTHER.....	12
Gambar 3. 1 Diagram alir	16
Gambar 3. 2 Pengujian Dengan Satu Kondensor	19
Gambar 3. 3 Pengujian Dengan Dua Kondensor.....	19
Gambar 3. 4 Pengujian Dengan Tiga Kondensor	20
Gambar 4. 1 Grafik Waktu dan Temperatur pada Reaktor Pengujian Tutup Kran 180 menit menggunakan 1 kondensor, 2 kondensor dan 3 kondensor	29
Gambar 4. 2 Grafik Waktu dan Temperatur pada Reaktor Pengujian Tutup Kran 240 menit menggunakan 1 kondensor, 2 kondensor dan 3 kondensor	30
Gambar 4. 3 Grafik Waktu dan Temperatur pada Reaktor Pengujian Buka Kran 180 menit menggunakan 1 kondensor, 2 kondensor dan 3 kondensor	31
Gambar 4. 4 Grafik Waktu dan Temperatur pada Reaktor Pengujian Buka Kran 240 Menit menggunakan 1 kondensor, 2 kondensor dan 3 kondensor	32
Gambar 4. 5 Grafik Jumlah Hasil BBA Pengujian Tutup Kran waktu 180 menit dan 240 Menit dengan 1 Kondensor, 2 Kondensor dan 3 kondensor.....	33
Gambar 4. 6 Grafik Jumlah Hasil BBA Pengujian Buka Kran waktu 180 menit dan 240 Menit dengan 1 Kondensor, 2 Kondensor dan 3 kondensor	34
Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan Hasil BBA Pengujian Tutup Kran dan Buka Kran waktu 180 menit dan 240 menit dengan 1 Kondensor, 2 Kondensor dan 3 kondensor	35
Gambar 4. 8 Grafik Perbandingan Nilai Densitas Sample temperature 510,5 °C Dengan Standar SNI	36
Gambar 4. 9 Perbandingan Nilai Viskositas Sample temperature 510,5 °C Dengan Standar SNI	37
Gambar 4. 10 Perbandingan Nilai flash point Sample temperature 510,5 °C Dengan Standar SNI	38

DAFTAR NOTASI

Symbol	Keterangan	Satuan
T In	Temperatur Awal	°C
T Out	Temperatur Penguapan	°C
P	Massa Jenis	Kg/M ³
M	Masa Material	Kg
Q	Panas Spesifik	Kj/Kg°k
ΔT	Perubahan Suhu	°C
P	Tekanan	Kg/Cm ²
Vp	Volume Plastik	M ³
T	Tebal Plat	Mm
TR	Tabung Reaktor	-
-	Desipascal	dPa.S
-	KiloKg per meter kubik	Kg/m ³
TK	Tutup Kran	-
BK	Buka Kran	-
RON	Research Octane Number	-
1K	Satu Kondensor	-
K1	Kondensor Satu	-
P1	Pengujian 1	-
P2	Pengujian 2	-

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Pengujian 1 Kondensor Tutup Kran.....	43
Lampiran 2 Tabel Pengujian 2 kondensor Tutup Kran.....	44
Lampiran 3 Tabel Pengujian 3 Kondensor Tutup Kran.....	45
Lampiran 4 Tabel Pengujian 1 Kondensor Buka Kran.....	46
Lampiran 5 Tabel Pengujian 2 Kondensor Buka Kran.....	47
Lampiran 6 Tabel Pengujian 3 Kondensor Buka Kran.....	48
Lampiran 7 Hasil Rata Rata Keseluruhan Pengujian Tututp Kran.....	49
Lampiran 8 Hasil Rata Rata Keseluruhan Pengujian Buka Kran.....	50
Lampiran 9 Grafik PerbandinganTemperatur Kondensor untuk Pengujian Menggunakan 1K dengan Tutup Kran dan Buka Kran 180 menit	51
Lampiran 10 Grafik PerbandinganTemperatur Kondensor untuk Pengujian Menggunakan 2K dengan Tutup Kran dan Buka Kran 180 menit	52
Lampiran 11 Grafik PerbandinganTemperatur Kondensor untuk Pengujian Menggunakan 3K dengan Tutup Kran dan Buka Kran 180 menit	53
Lampiran 12 Grafik PerbandinganTemperatur Kondensor untuk Pengujian Menggunakan 1K dengan Tutup Kran dan Buka Kran 240 menit.....	54
Lampiran 13 Grafik PerbandinganTemperatur Kondensor untuk Pengujian Menggunakan 2K dengan Tutup Kran dan Buka Kran 240 menit	55
Lampiran 14 Grafik PerbandinganTemperatur Kondensor untuk Pengujian Menggunakan 3K dengan Tutup Kran dan Buka Kran 240 menit.....	56
Lampiran 15 Data Uji T-Test Perbandingan Jumlah BBA Tutup kean dan Buka Kran.	57
Lampiran 16 Alat pengujian Pirolisis Satu Kondensor, Dua Kondensor, Tiga Kondensor	58
Lampiran 17 Peroses Pembersihan Bahan Baku	59
Lampiran 18 Penimbangan Bahan Baku Plastik PP	60
Lampiran 19 Hasil Pengujian Prilosisi	61
Lampiran 20 Pemasangan <i>Thermocouple</i>	62
Lampiran 21 Sisa Pembakaran.....	63
Lampiran 22 Pengujian Densitas menggunakan Picnometer	64
Lampiran 23 Pengujian Viskositas menggunakan Redwood Viscometer.....	65
Lampiran 24 Pengujian Flash Point menggunakan Rapid Flash Tester (K16500).....	66
Lampiran 25 3D Alat Pengujian Prolisis Satu Kondensor, Dua Kondensor, Tiga Kondensor	67
Lampiran 26 Hasil pengujian Densitas Viskositas dan Flash Point	68
Lampiran 27 Biaya Pengujian Karakteristik Di Universitas Islam Riau	69

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di kota Pasar Ujung Batu pada tanggal 23 Maret 2021 sebagai anak ke 5 (kelima) dari pasangan bapak Kamaruddin dan ibu Eslina Sari Pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) ditempuh di Sekolah SMK Negeri 1 Sosa dan lulus pada tahun 2021. Pada tahun 2021, penulis diterima sebagai Mahasiswa Program Sarjana (S-1) di Program Studi Teknik Mesin / Fakultas Teknik / Universitas Pasir Pengaraian.