

SKRIPSI

PENGEMBANGAN UNIT REAKTOR UNTUK PIROLISIS LIMBAH BIOMASSA KELAPA SAWIT

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



Disusun Oleh :

M. HANDYKA SEPTIA

NIM. 2114028

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

2025

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN UNIT REAKTOR UNTUK PIROLISIS
LIMBAH BIOMASSA KELAPA SAWIT**



Disusun Oleh :

M. HANDYKA SEPTIA

NIM. 2114028

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

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

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan akhir/skripsi/ dengan judul “PENGEMBANGAN UNIT REAKTOR UNTUK PIROLISIS LIMBAH BIOMASSA KELAPA SAWIT” 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

M. Handyka Septia

NIM. 2114028

ABSTRAK

M. Handyka Septia. Pengembangan Unit Reaktor Untuk Pirolisis Limbah Biomassa Kelapa Sawit. Dibimbing oleh Dr. Ir. Purwo Subekti, S.T., M.T dan Ahmad Fathoni, S.T., M.T.

Indonesia merupakan negara dengan area perkebunan kelapa sawit terbesar di dunia, dengan total luas perkebunan kelapa sawit mencapai 15,5 juta hektar pada tahun 2021, termasuk 2,89 juta hektar di Provinsi Riau. Bertambahnya luas lahan perkebunan kelapa sawit berdampak pada peningkatan volume limbah biomassa yang dihasilkan. Limbah sawit seperti tandan kosong, serat, cangkang, dan POME perlu dikelola dengan baik untuk menghindari masalah lingkungan yang serius, termasuk pencemaran udara, tanah, dan air. Penelitian ini menggunakan metode desain dan pengembangan untuk merancang dan menciptakan alat pirolisis yang efisien untuk limbah biomassa kelapa sawit. Prototipe unit reaktor pirolisis yang dikembangkan menunjukkan kemampuan yang signifikan dalam mengolah limbah ini. Pengujian kinerja unit reaktor menunjukkan tingkat konversi yang tinggi, dengan hasil asap cair sebanyak 130,5 mL dari tandan kosong, 49 mL dari serat, 108 mL dari cangkang, dan 115 mL dari POME. Proses pirolisis tidak hanya mengurangi volume limbah tetapi juga menghasilkan energi terbarukan yang dapat digunakan di berbagai sektor, termasuk energi dan pertanian.

Kata kunci : Asap cair, Energi terbarukan, Limbah kelapa sawit, Reaktor

ABSTRACT

M. Handyka Septia. *Development of a Reactor Unit for Pyrolysis of Palm Oil Biomass Waste. Supervised by Dr. Ir. Purwo Subekti, S.T., M.T and Ahmad Fathoni, S.T., M.T.*

Indonesia is the country with the largest area of oil palm plantations in the world, with a total plantation area reaching 15.5 million hectares in 2021, including 2.89 million hectares in Riau Province. The expansion of oil palm plantation areas has increased the volume of biomass waste generated. Palm waste, such as empty fruit bunches, fibers, shells, and POME, needs to be managed properly to avoid serious environmental issues, including air, soil, and water pollution. This study employs a design and development method to design and create an efficient pyrolysis tool for palm oil biomass waste. The developed pyrolysis reactor unit prototype demonstrates significant capability in processing this waste. Performance testing of the reactor unit shows a high conversion rate, with liquid smoke yields of 130.5 mL from empty fruit bunches, 49 mL from fibers, 108 mL from shells, and 115 mL from POME. The pyrolysis process not only reduces waste volume but also produces renewable energy that can be utilized in various sectors, including energy and agriculture.

Keywords : Liquid smoke, Renewable energy, Palm oil waste, Reactor.

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Pengembangan Unit Reaktor Untuk Pirolisis Limbah Biomassa
Kelapa Sawit

Nama : M. Handyka Septia

NIM : 2114028

Disetujui Oleh :

Pembimbing I,

Pembimbing II,

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

NIDN. 1006117301

Ahmad Fathoni, S.T., M.T

NIDN. 1017088302

Diketahui Oleh :

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Mesin

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

NIDN. 1006117301

Yose Rizal, S.T., M.T

NIDN. 1022077301

Tanggal Ujian :

Rokan Hulu, 03 Maret 2025

(26 Februari 2025)

Dekan Fakultas Teknik

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

NIDN : 1006117301



UNIVERSITAS PASIR PENGARAIAN
FAKULTAS TEKNIK
PRODI TEKNIK MESIN

Jl. Tuanku Tambusai Kumu, Desa Rambah, Kec. Rambah Hilir, Kab. Rokan Hulu, Riau. Telp. 0913 7891 3688

TANDA PERBAIKAN SKRIPSI

Nama : M.HANDYKA SEPTIA
NIM : 2114028
Judul Skripsi : PENGEMBANGAN UNIT REAKTOR UNTUK
PIROLISIS LIMBAH BIOMASSA KELAPA
SAWIT

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. Ir. Purwo Subekti, S.T., MT	1.
2	Ahmad Fathoni, S.T., M.T	2.
3	Saiful Anwar, S.T., M.T	3.
4	Yose Rizal, S.T., M.T	4.

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

Rokan Hulu, 07 Maret 2025

Pembimbing I

Dr. Ir. Purwo Subekti, S.T., MT
NIDN : 1006117301

PRAKATA

Assalamualaikum Wr.Wb

Alhamdulillah Robbil Alamin, Puji syukur penulis ucapkan kehadiran ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, hidayah serta nikmat-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul :
PENGEMBANGAN UNIT REAKTOR UNTUK PIROLISIS LIMBAH BIOMASSA KELAPA SAWIT. Penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada pihak yang membantu penulis antara lain :

1. Kedua orang tua saya tercinta serta keluarga yang telah memberikan do'a, partisipasi dan dukungan baik moril maupun material.
2. Bapak Dr. Hardianto, SPd., MPd Selaku Rektor Universitas Pasir Pengaraian.
3. Bapak Dr. Ir. Purwo Subekti, ST., M.T Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian.
4. Bapak Yose Rizal, S,T., M.T Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasir Pengaraian.
5. Dosen Pembimbing I yaitu Bapak Dr. Ir. Purwo Subekti, S.T., M.T dan Dosen Pembimbing II yaitu Bapak Ahmad Fathoni, S.T., M.T yang telah banyak meluangkan pikiran dan waktu dalam membimbing Skripsi ini.
6. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian yang telah memberikan ilmunya yang berharga kepada penulis selama perkuliahan.
7. Bapak Firmansyah, S.T Selaku Teknisi Labor Teknik Mesin.
8. Kepada rekan-rekan seperjuangan dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Skripsi ini.

Rokan Hulu, 03 Maret 2025

M. Handyka Septia

NIM. 2114028

DAFTAR ISI

COVER SKRIPSI	1
COVER SKRIPSI	i
PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN AKHIR/SKRIPSI	ii
ABSTRAK.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	v
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
RIWAYAT HIDUP	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Luaran Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Limbah Sawit	4
2.2 Massa Jenis Limbah Biomassa.....	4
2.3 Dampak Limbah Sawit	5
2.4 Penanggulangan Limbah Sawit	5
2.5 Prototipe Reaktor Pirolisis	6
2.6 Kinerja Alat Pirolisis	6
2.7 Alat Pirolisis dari Peneliti Terdahulu	7
BAB III METODE PENELITIAN	8
3.1 Diagram Alir Penelitian	8
3.2 Pengembangan Alat Pirolisis Limbah Biomassa Kelapa Sawit	9
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	12
3.4 Alat dan Bahan	12

3.5 Prosedur Analisis Data	15
3.5.1 Tahapan Persiapan.....	15
3.5.2 Tahapan Proses.....	15
3.5.3 Tahapan Pengambilan Sampel.....	15
3.5.4 Gambar Rancangan Alat Pirolisis Limbah Biomassa Kelapa Sawit.....	15
3.6 Langkah Perancangan Alat Pirolisis	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Hasil Pengembangan Alat Uji Pirolisis Limbah Biomassa Kelapa Sawit	17
4.2 Hasil Perancangan	18
4.3 Panduan Operasional Alat Uji Pirolisis Limbah Biomassa Kelapa Sawit	21
4.4 Pengujian Alat Uji pirolisis Limbah Biomassa Kelapa Sawit.....	25
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	36
Lampiran 1. Proses Pembuatan.....	36
Lampiran 2. Proses Finishing	37
Lampiran 3. Limbah Biomassa Kelapa Sawit.....	38
Lampiran 4. Proses Pengujian.....	39
Lampiran 5. Etiket Gambar Rangka.....	40
Lampiran 6. Etiket Gambar Tabung Reaktor.....	41
Lampiran 7. Etiket Gambar Tabung Kondensor	42
Lampiran 8. Etiket Gambar Pipa Filler	43
Lampiran 9. Rekapitulasi Anggaran Biaya.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel Perbandingan	11
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Alat Pirolisis Limbah Biomassa Kelapa Sawit	26
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Asap Cair	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Alat Pirolisis Limbah Plastik	7
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	8
Gambar 3. 2 Rancangan Alat Pirolisis	16
Gambar 4. 1 Alat Uji Pirolisis Limbah Biomassa Kelapa Sawit	17
Gambar 4. 2 Gambar Rakitan	18
Gambar 4. 3 Temperatur dan Waktu Pirolisis Tandan Kosong	28
Gambar 4. 4 Temperatur dan Waktu Pirolisis Serat	29
Gambar 4. 5 Temperatur dan Waktu Pirolisis Cangkang	30
Gambar 4. 6 Temperatur dan Waktu Pirolisis POME	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses Pembuatan.....	36
Lampiran 2. Proses Finishing	37
Lampiran 3. Limbah Biomassa Kelapa Sawit	38
Lampiran 4. Proses Pengujian	39
Lampiran 5. Etiket Gambar Rangka.....	40
Lampiran 6. Etiket Gambar Tabung Reaktor.....	41
Lampiran 7. Etiket Gambar Tabung Kondensor	42
Lampiran 8. Etiket Gambar Pipa Filler	43
Lampiran 9. Rekapitulasi Anggaran Biaya.....	44

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di kota Pasir Pengaraian pada tanggal 29 September 2003 sebagai anak pertama dari pasangan bapak Handoyo dan ibu Widiawati. Pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) ditempuh di SMK Negeri 1 Rambah, 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. Selama mengikuti perkuliahan penulis aktif menjadi Ketua Devisi Kepemimpinan Organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin. Penulis juga pernah menjadi Ketua Pelaksana Engineering Expo pada tahun 2024.