



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Analisis Sistem Pirolisis Dalam Mengubah Limbah Biomassa Menjadi *Biochar* Sebagai Energi Terbarukan

SKRIPSI

Oleh :

Andre Ahmaraz

Nim 2202421020

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

Juli, 2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Analisis Sistem Pirolisis Dalam Mengubah Limbah Biomassa Menjadi *Biochar* Sebagai Energi Terbarukan

SKRIPSI

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin

Oleh :

Andre Ahmaraz

Nim 2202421020

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

Juli, 2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



“Skripsi ini saya persembahkan untuk ayah, Wawan Dermawan ibu, Rahayu, bangsa dan almamater”



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**Analisis Sistem Pyrolisi Dalam Mengubah Limbah Biomassa
Menjadi Biochar Sebagai Energi Terbarukan**

Oleh:

Andre Ahmaraz

NIM. 2202421020

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Skrripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Adi Syuriadi, M.T.
NIP.197611102008011011

Dr. Dianta Mustofa Kamal, S.T., M.T.
NIP. 197312282008121001

Kepala Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T.
NIP.196605191990031002



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

Oleh:

Andre Ahmaraz

NIM. 2202421020

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 15 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Adi Syuriadi, M.T. NIP. 197611102008011011	Ketua		15/07-2026
2.	Asep Apriana, S.T., M.Kom. NIP. 196211101989031004	Penguji 1		14/07-2026
3.	Idrus Assagaf, S.S.T., M.T. NIP. 196811042000121001	Penguji 2		14 Juli 2026

Depok, 28 Juli 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.

NIP. 197602252000121002



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andre Ahmaraz

NIM : 2202421020

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 28 Juli 2026



Andre Ahmaraz

NIM. 2202421020



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Analisis Sistem Pirolisis Dalam Mengubah Limbah Biomassa Menjadi Biochar Sebagai Energi Terbarukan

Andre Ahmaraz¹⁾, Adi Syuriadi^{1*)}, Dr. Dianta Mustofa Kamal, S.T., M.T.¹⁾

¹⁾Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

*E-mail address: adi.syuriadi@mesin.pnj.ac.id.

ABSTRAK

Pemanfaatan limbah biomassa, seperti sekam padi, sebagai sumber energi terbarukan merupakan salah satu upaya mendukung bauran energi nasional sekaligus mengurangi limbah pertanian di Indonesia. Salah satu teknologi yang dapat diterapkan adalah pirolisis, yaitu proses dekomposisi termal biomassa pada kondisi oksigen terbatas untuk menghasilkan biochar sebagai bahan bakar padat alternatif. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi temperatur pirolisis terhadap kuantitas dan kualitas biochar yang dihasilkan. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen komparatif dengan variasi temperatur karbonisasi 200°C, 240°C, dan 280°C, menggunakan massa awal sekam padi 1000 gram dan waktu pemanasan 60 menit. Parameter yang dianalisis meliputi massa biochar, yield biochar, dan nilai kalor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan temperatur menyebabkan massa biochar menurun dari 332 gram menjadi 205 gram, dengan nilai yield berturut-turut sebesar 33,2%, 28,5%, dan 20,5%. Nilai kalor tertinggi diperoleh pada temperatur 240°C sebesar 4267 cal/g, sedangkan pada temperatur 200°C dan 280°C masing-masing sebesar 3587 cal/g dan 1209 cal/g. Penurunan nilai kalor pada temperatur 280°C disebabkan oleh pembakaran sebagian biochar di dalam reaktor sehingga sebagian karbon teroksidasi menjadi abu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi temperatur berpengaruh terhadap kuantitas dan kualitas biochar yang dihasilkan.

Kata kunci:biomassa, sekam padi, pirolisis, biochar, temperatur.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Analysis of the Pyrolysis System in Converting Biomass Waste into Biochar as Renewable Energy

Andre Ahmaraz¹⁾, Adi Syuriadi^{1*)}, Dr. Dianta Mustofa Kamal, S.T., M.T.¹⁾

¹⁾Study Program of Bachelor of Applied Energy Generation Engineering Technology, Department of Mechanical Engineering, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok 16425, Indonesia

E-mail address: : adi.syuriadi@mesin.pnj.ac.id.

ABSTRACT

The utilization of biomass waste, such as rice husk, as a renewable energy source is one of the efforts to support Indonesia's national renewable energy mix while reducing agricultural waste. One of the technologies that can be applied is pyrolysis, a thermal decomposition process carried out under limited oxygen conditions to produce biochar as an alternative solid fuel. This study aims to analyze the effect of pyrolysis temperature variation on the quantity and quality of biochar produced. An experimental comparative method was employed using carbonization temperatures of 200°C, 240°C, and 280°C, with an initial rice husk mass of 1,000 g and a constant heating time of 60 minutes. The parameters analyzed were biochar mass, biochar yield, and calorific value. The results showed that increasing the carbonization temperature reduced the biochar mass from 332 g to 205 g, with corresponding biochar yields of 33.2%, 28.5%, and 20.5%. The highest calorific value was obtained at 240°C, reaching 4,267 cal/g, while the calorific values at 200°C and 280°C were 3,587 cal/g and 1,209 cal/g, respectively. The significant decrease in calorific value at 280°C was caused by partial combustion of biochar inside the reactor, resulting in the oxidation of fixed carbon into ash. The results indicate that pyrolysis temperature significantly affects the quantity and quality of the produced biochar.

Keywords : biomass, rice husk, pyrolysis, biochar, temperature.



KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “**Analisis Sistem Pirolisi Dalam Mengubah Limbah Biomassa Menjadi Biochar Sebagai Energi Terbarukan**”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, serta sebagai bentuk kontribusi ilmiah dalam bidang pemanfaatan limbah biomassa dan energi terbarukan..

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan akan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dengan pemanfaatan limbah biomassa. Dalam pelaksanaannya, penulis melakukan eksperimen terhadap limbah biomassa jenis sekam padi dengan variasi massa dan waktu pemanasan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap karakteristik nilai kalor yang dihasilkan..

Keberhasilan dalam menyusun skripsi ini tentu tidak terlepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Fuad Zainur, S.T., M.Si., selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Cecep Slamet Abadi S.T., M.T., selaku ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Adi Syuriadi, M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, motivasi, dan bimbingan secara intensif selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Dianta Mustofa Kamal, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing pendamping yang turut memberikan masukan dan saran yang konstruktif selama proses penulisan skripsi.
5. Mas Adi, selaku Teknisi Lab Mesin yang telah memberikan arahan ,bantuan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

teknis dan fasilitas selama proses penelitian skripsi ini.

6. Staf Laboratorium Energi Politeknik Negeri Jakarta, atas bantuan teknis dan fasilitas yang telah diberikan selama pelaksanaan penelitian di laboratorium.
7. Kepada Kedua Orangtua Saya, Bapak Wawan Dermawan dan Ibu Rahayu, terima kasih atas doa, dukungan, perhatian, dan pengorbanan yang senantiasa menyertai setiap langkah peneliti. Berkat dukungan tersebut, peneliti dapat menyelesaikan studi hingga meraih gelar sarjana. Semoga Papah dan Mamah selalu diberikan kesehatan, kebahagiaan, dan keberkahan.
8. Kepada kakak saya Adiva Oktaviani dan Suaminya Mas Dhani Adhiyanto. Terima kasih banyak atas segala motivasi dan dukungannya sehingga peneliti mampu menyelesaikan studinya hingga meraih gelar sarjana.
9. Kepada Teman-teman penulis di Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, khususnya teman-teman kelas A, yang telah memberikan kebersamaan, dukungan, dan kenangan selama masa perkuliahan.
10. Kepada rekan-rekan seperjuangan peneliti dibangku perkuliahan Terima kasih atas bantuan, waktu, support, motivasi dan kebaikan yang diberikan kepada peneliti.
11. Kepada seseorang yang istimewa, terima kasih atas doa, dukungan, kesabaran, dan ketulusan yang senantiasa mengiringi setiap langkah saya dalam menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih telah menjadi sumber semangat di setiap proses dan tantangan yang saya lalui. Semoga kebersamaan yang telah kita bangun senantiasa terjaga dan terus bertumbuh mengiringi setiap langkah menuju masa depan yang lebih baik.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menjadi referensi yang berguna bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknik energi dan bahan bakar alternatif.

Depok, 28 Juli 2026

Andre Ahmaraz

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	3
1.3 Batasan Masalah Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Metode Penulisan	4
1.7 Sistematika Penulisan Laporan Skripsi	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Landasan Teori	6
2.2 Metode Konversi Biomassa Menjadi Biochar	7
2.3 Pirolisis.....	7
2.4 Jenis Jenis Pirolisis.....	8
2.5 Parameter Pengujian	9



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.6 Bom Kalorimeter	11
2.7 Studi Literatur	13
2.8 Kerangka Pemikiran	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Jenis Penelitian.....	16
3.1.1 Diagram Penelitian	16
3.2 Object dan Lokasi Penelitian.....	19
3.3 Data dan Sumber Data.....	20
3.4 Teknik Pengambilan data	20
3.5 Teknik Analisis Data.....	27
BAB IV HASIL PEMBAHASAN.....	28
4.1. Hasil Penelitian.....	28
4.1.1. Varian Temperatur Karbonasi	28
A. Berat Hasil Produk.....	28
B. Perhitungan Yield	29
4.2. Pembahasan	30
4.2.1. Pengaruh Temperatur Terhadap Kuantitas Hasil Produk Proses Karbonisasi	30
4.2.2. Pengaruh Variasi Temperatur Terhadap Nilai Yield	32
4.2.3. Pengaruh Massa Dan Waktu Pemanasan Terhadap Nilai Kalor	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	37
5.2. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN.....	42
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	48



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Proses Penggunaan alat pirolisis	21
Tabel 3. 2 Pengujian nilai kalor menggunakan Automatic Calorimeter AC500	23
Tabel 4. 1 Hasil pengujian karbonisasi varian temperatur	28
Tabel 4. 2 Yield hasil karbonisasi varian massa	30
Tabel 4. 3 Hasil Karbonisasi Nilai Kalor	34





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Temuan Cadangan Migas	1
Gambar 1. 2 Produksi Migas Nasional	1
Gambar 2. 1 Sistem Pirolisis.....	8
Gambar 2. 2 Kalorimeter Bom	11
Gambar 2. 3	7
Gambar 3. 1 Sekam Padi.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 2 Alat Pirolisis.....	20
Gambar 4. 1 Grafik perbandingan massa sekam padi sebelum dan sesudah karbonisasi variasi temperature.....	30
Gambar 4. 2 Grafik perbandingan yield hasil karbonisasi.....	32
Gambar 4. 3 Grafik perbandingan nilai kalor hasil karbonisasi variasi massa.....	34
Gambar 4. 4 Nilai Kalor Sampel 1, 200 C	34
Gambar 4. 5 Nilai Kalor Sampel 2, 240 C	35
Gambar 4. 6 Nilai Kalor Sampel 3, 280 C	35



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

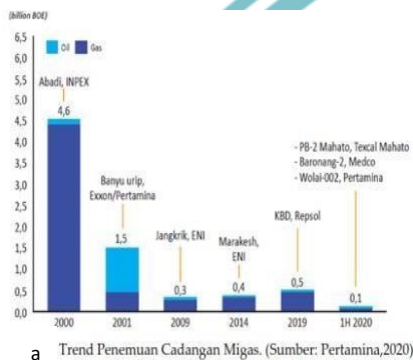
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

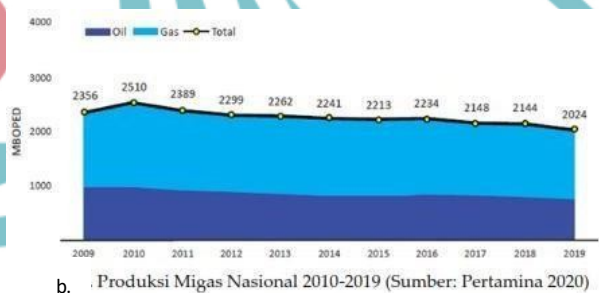
BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Permasalahan yang saat ini terkait energi fosil di Indonesia adalah menurunnya penemuan cadangan migas, yang berdampak pada menurunnya produksi migas Nasional (Pertamina, 2020), seperti terlihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. 1 Temuan Cadangan Migas



Gambar 1. 2 Produksi Migas Nasional

Disamping itu, potensi sumber daya biomassa di Indonesia diperkirakan sebanyak 49.810 MW, yang berasal dari tanaman dan limbah. Potensi besar biomassa yang ada untuk energi saat ini adalah limbah hasil perkebunan seperti kelapa sawit, kelapa dan tebu, serta limbah hasil hutan, seperti limbah gergajian dan limbah produksi kayu (Yana et al., 2023) dan limbah tanaman lainnya.

Salah satu metode pengolahan biomassa menjadi energi pengganti energi fosil adalah metode Pirolisis. Metode Pirolisis dapat digunakan untuk mengolah limbah padat, menjadi bahan bakar. Pengolahan limbah dengan pirolisis rata-rata menghasilkan 52,2% Bio-oil, 25,2% char/residu, 22,6% gas (Rachmawati & Herumurti, 2015). Penelitian tersebut menyebutkan bahwa metode pirolisis dapat merubah limbah menjadi bahan bakar (Ojolo & Bamgboye, 2005). Limbah dari biomassa merupakan satu-satunya sumber karbon yang dapat diperbaharui dan mampu diproses menjadi bahan bakar gas, cair, dan padat yang baik. Energi biomassa menjadi salah satu sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil (minyak bumi), karena beberapa sifatnya

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

yang menguntungkan yaitu, dapat dimanfaatkan secara lestari karena sifatnya yang dapat diperbaharui (renewable resources), relatif tidak mengandung unsur sulfur sehingga tidak menyebabkan polusi udara.

Agar pirolisis ini bisa dibuat mass product, tentu perlu ditambahkan kemampuannya dalam mengolah berbagai limbah biomassa menjadi greenfuel (bahan bakar dari energi terbarukan).

Selain itu juga, agar alat pirolisis ini lebih optimal kinerjanya, maka perlu ditambahkan cyclone separator guna memisahkan partikel padat dari syngas dan penambahan system control berbasis ANN (terutama untuk pengaturan temperatur, pressure drop dan flowrate syngasnya).

Adapun kinerja cyclone separator biasanya digambarkan dalam istilah pressure drop dan collecting efficiency [10]. Umumnya pressure drop didefinisikan sebagai perbedaan tekanan statis antara saluran masuk dan saluran keluar [11]. Sedangkan pada collecting efficiency, persentase partikel padat yang dapat dipisahkan dari gas pada cyclone separator. Variasi kecepatan cukup berpengaruh pada collecting efficiency, dimana semakin tinggi kecepatan inlet, maka persentase partikel yang escaped semakin sedikit dan yang trapped semakin bertambah [12]. Pressure drop yang terlalu rendah dapat mengurangi efisiensi pemisahan partikel dalam cyclone separator. Pressure drop yang rendah berarti kecepatan aliran gas di dalam cyclone menjadi lambat, sehingga partikel-partikel yang lebih kecil memiliki lebih banyak peluang untuk keluar bersama aliran gas yang keluar. Ini dapat mengakibatkan partikel yang diinginkan tidak terpisah dengan baik, sehingga menurunkan efisiensi pemisahan. Sedangkan pressure drop yang terlalu tinggi dapat mempengaruhi kapasitas pemisahan cyclone separator. Pressure drop yang tinggi menyebabkan kecepatan aliran gas meningkat, sehingga partikel yang lebih besar dapat terpisah dengan baik. Namun, jika pressure drop terlalu tinggi, aliran gas dapat menjadi terlalu kencang dan mempengaruhi pemisahan partikel yang lebih kecil. Idealnya, pressure drop yang optimal harus ditemukan yang memungkinkan pemisahan partikel yang efisien.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Optimasi cyclone separator diantaranya pengaturan kecepatan aliran masuk cyclone separator, yang dapat mempengaruhi pemisahan partikel. Pengaturan aliran yang tepat, termasuk kecepatan aliran yang sesuai dan distribusi aliran yang merata, dapat meningkatkan efisiensi pemisahan. Optimasi cyclone separator dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi operasional dan karakteristik partikel yang akan dipisahkan.

Optimasi cyclone separator berbasis ANN bertujuan menemukan parameter terbaik (temperatur, pressure drop dan flowrate) untuk suatu masalah dengan memanfaatkan kemampuan ANN dalam pemrosesan data.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan pada latar belakang yang dijelaskan diatas, maka rumusan masalah yang dapat ditulis oleh penulis yaitu :

1. Bagaimana pengaruh variasi temperatur pirolisis terhadap kuantitas biochar yang dihasilkan dari biomassa sekam padi?
2. Bagaimana pengaruh variasi temperatur pirolisis terhadap kualitas biochar berdasarkan nilai kalor yang dihasilkan?

1.3 Batasan Masalah Penelitian

Adapun batasan masalah yang terdapat pada proposal skripsi sebagai berikut :

1. Proses yang dikaji hanya menggunakan metode pirolisis.
2. Parameter yang dianalisis meliputi temperatur dan laju alir gas.
3. Produk yang dibahas difokuskan pada biochar sebagai hasil utama.
4. Penelitian ini tidak membahas aspek ekonomi dan desain alat.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh variasi temperatur pirolisis terhadap kuantitas biochar yang dihasilkan dari biomassa sekam padi.
2. Menganalisis pengaruh variasi temperatur pirolisis terhadap kualitas biochar berdasarkan nilai kalor yang dihasilkan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penulisan skripsi adalah sebagai berikut :

1. Menambah wawasan bagi peneliti mengenai kinerja sistem pirolisis dalam mengolah limbah biomassa menjadi biochar sebagai energi terbarukan..
2. Melatih mahasiswa dalam mengaplikasikan ilmu teknik mesin, khususnya dalam bidang konversi energi dan sistem termal, ke dalam proses nyata pengolahan biomassa.
3. Memberikan pemahaman mengenai pengaruh parameter operasional seperti temperatur dan laju alir gas terhadap hasil proses pirolisis.
4. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan pemanfaatan biomassa dan pengembangan energi terbarukan.

1.6 Metode Penulisan

Metode penulisan skripsi ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data yang aktual dan valid sebagai bahan analisis. Pengumpulan data dilakukan berdasarkan permasalahan yang diangkat, yaitu melalui studi literatur serta pengambilan data hasil proses pirolisis biomassa pada variasi temperatur tertentu. Studi literatur dilakukan dengan mengkaji jurnal, buku, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan proses pirolisis, biomassa, dan biochar sebagai energi terbarukan.

Metode analisis yang digunakan adalah metode kuantitatif deskriptif dengan pendekatan komparatif, yaitu dengan menganalisis pengaruh variasi temperatur terhadap hasil proses pirolisis dalam menghasilkan biochar. Analisis dilakukan dengan menghitung nilai yield biochar pada setiap variasi temperatur, kemudian membandingkan hasil tersebut untuk mengetahui hubungan antara temperatur pirolisis dengan jumlah biochar yang dihasilkan, serta menentukan temperatur optimal yang memberikan hasil terbaik.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.7 Sistematika Penulisan Laporan Skripsi

Sistematika penulisan skripsi ini disusun menjadi beberapa bab, yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Pada Bab I ini berisikan latar belakang penulisan skripsi , tujuan penulisan skripsi , manfaat penulisan skripsi, metode penulisan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada Bab II ini berisikan teori-teori yang menunjang untuk penyelesaian skripsi dimana sebagai dasar kajian terhadap suatu permasalahan yang menjadi topik penulisan skripsi.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada Bab III ini berisikan pemaparan mengenai metode yang digunakan dalam penyelesaian skripsi, berupa diagram alir pengerjaan skripsi dan metode untuk memecahkan masalah.

BAB IV HASIL & PEMBAHASAN

Pada Bab IV ini berisi hasil dan pembahasan yang membahas tentang penyelesaian masalah pada perawatan dan perbaikan masalah.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada Bab V ini berisi Kesimpulan dari seluruh hasil pembahasan. Isi kesimpulan ini harus menjawab permasalahan dan tujuan yang ditetapkan dalam skripsi. Serta berisikan saran-saran yang berkaitan dengan skripsi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada penelitian ini, maka didapatkan kesimpulan yaitu:

1. Variasi temperatur karbonisasi berpengaruh terhadap kuantitas biochar yang dihasilkan. Peningkatan temperatur dari 200°C, 240°C, hingga 280°C menyebabkan massa biochar menurun dari 332 gram, 285 gram, menjadi 205 gram, dengan nilai yield berturut-turut sebesar 33,2%, 28,5%, dan 20,5%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur karbonisasi, semakin intensif proses dekomposisi termal biomassa sehingga pelepasan senyawa volatil meningkat dan jumlah biochar yang dihasilkan semakin sedikit.
2. Variasi temperatur karbonisasi berpengaruh terhadap kualitas biochar berdasarkan nilai kalor yang dihasilkan. Nilai kalor meningkat dari 3587 cal/g pada temperatur 200°C menjadi 4267 cal/g pada temperatur 240°C, kemudian menurun drastis menjadi 1209 cal/g pada temperatur 280°C. Hasil tersebut menunjukkan bahwa temperatur 240°C merupakan kondisi operasi terbaik pada sistem pirolisis yang digunakan karena menghasilkan kualitas biochar tertinggi. Penurunan nilai kalor pada temperatur 280°C dipengaruhi oleh terjadinya pembakaran sebagian biochar di dalam reaktor sehingga sebagian karbon tetap mengalami oksidasi menjadi abu dan menurunkan kualitas biochar.

5.2. Saran

Berikut saran untuk pengembangan sistem yang dapat dipertimbangkan untuk penelitian lebih lanjut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan evaluasi dan pengembangan sistem pemanas reaktor melalui optimasi konfigurasi, posisi, atau penambahan elemen heater agar distribusi panas di dalam reaktor lebih merata serta temperatur operasi dapat tercapai secara lebih efektif dan dalam waktu yang lebih singkat.
2. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan variasi temperatur yang lebih luas serta melakukan pengujian kualitas biochar lainnya, seperti fixed carbon, volatile matter, kadar abu, dan analisis proksimat, sehingga karakteristik biochar dapat dianalisis secara lebih komprehensif.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pertamina, “Pertamina Energy Outlook 2020,” pp. 1–128, 2020,
[Online]. Available: <https://www.pertamina.com///Media/File/Pertamina-Energi-Outlook-2020.pdf>
- [2] S. Yana, F. Hanum, and A. Rahmatullah, “Pengembangan Energi Terbarukan Biomassa dari Sumber Pertanian , Perkebunan dan Hasil Hutan : Kajian Pengembangan dan Kendalanya,” J. Serambi Eng., vol. VIII, no. 1, pp. 4957–4964, 2023.
- [3] Kementerian ESDM, “Potensi Biomassa Menjanjikan, Indonesia Prediksi Hasilkan Listrik Setara 56,97 GW,” 2020.
[Online]. Available: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/potensi-biomassa-menjanjikan-indonesia-prediksi-hasilkan-listrik-setara-5697-gw>
- [4] Penulis, “Proses Pirolisis Biomassa,” Jurnal Teknik Kimia UPN Veteran Jawa Timur, 2017. [Online]. Available: <http://ejournal.upnjatim.ac.id/index.php/tekkim/article/view/450/350>
- [5] C. Yin, “Microwave-assisted pyrolysis of biomass for liquid biofuels production,” Bioresour. Technol., vol. 120, pp. 273–284, 2012, doi: 10.1016/j.biortech.2012.06.016.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [6] Q. Rachmawati and W. Herumurti, “Pengolahan Sampah Secara Pirolisis dengan Variasi Rasio Komposisi Sampah dan Jenis Plastik,” *J. Tek. ITS*, vol. 4, no. 1, pp. 27–29, 2015.
- [7] S. J. Ojolo and A. I. Bamgboye, “Thermochemical conversion of municipal solid waste to produce fuel and reduce waste,” 2005.
- [8] H. Z. Hamdan and A. F. Houry, “CO₂ sequestration by propagation of the fast-growing *Azolla* spp.,” *Environ. Sci. Pollut. Res.*, vol. 29, no. 12, pp. 16912–16924, 2022, doi: 10.1007/s11356-021-16986-6.
- [9] W. H. Yan, P. G. Duan, F. Wang, and Y. P. Xu, “Composition of the bio-oil from the hydrothermal liquefaction of duckweed and the influence of the extraction solvents,” *Fuel*, vol. 185, pp. 229–235, 2016, doi: 10.1016/j.fuel.2016.07.117.
- [10] A.J. Hoekstra, “Gas Flow Field and Collection Efficiency of Cyclone Separators,” 2000.
- [11] A. Syuriadi et al., “Identifying the Influence of Inlet Velocity Changes To Pressure Drop and Collecting Efficiency in Stairmand and Lapple Type Cyclone Separators,” *Eastern-European J. Enterp. Technol.*, vol. 4, no. 6(130), pp. 22–28, 2024, doi: 10.15587/1729-4061.2024.310565.
- [12] A. Syuriadi, “Studi Eksperimental Cyclone separator Jenis General Purpose (Lapple) dan High Efficiency (Stairmand) Untuk Sistem Pirolisis,” vol. 2, no. 1, pp. 383–393.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [13] F. Febriyanti, N. Fadila, A. S. Sanjaya, Y. Bindar, and A. Irawan, "Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Bio-Char, Bio-Oil dan Gas dengan Metode Pirolisis," *J. Chemurg.*, vol. 3, no. 2, p.12, 2019, doi: 10.30872/cmng.v3i2.3578.
- [14] A. S. Rezki, Y. R. Wulandari, L. R. Alvita, and N. P. Sari, "Potential of Empty Fruit Bunches (EFB) Waste as Bioenergy to Produce Bio-Oil using Pyrolysis Method: Temperature Effects," *Rekayasa Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan*, vol. 7, no. 1, pp. 22–29, 2023. [Online]. Available: <https://rbaet.ub.ac.id/index.php/rbaet/article/view/2930>
- [15] Penulis, "Karakteristik Biomassa dan Pemanfaatannya," *Jurnal AGRIUM UMSU*, 2020. [Online]. Available: <https://jurnal.umsu.ac.id/index.php/agrium/article/view/5653>
- [16] Penulis, "Analisis Sistem Pirolisis," *Jurnal Turbo UMM Metro*, 2019. [Online]. Available: <https://ojs.ummetro.ac.id/index.php/turbo/article/view/119/101>
- [17] Penulis, "Sustainable Pyrolysis Technology for Biomass Conversion," *Sustainability*, 2024, doi: 10.3390/su16219506.
- [18] A. Syuriadi et al., ANALYSIS OF THE EFFECT OF BIOMASS VARIANTS (FISH WASTE, TAMANU WASTE AND DUCKWEED) ON THE



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

CHARACTERISTICS OF SYNGAS, BIO OIL, AND CARBON CHARCOAL PRODUCED IN THE PYROLYSIS PROCESS” 2023 “ .

- [19] Sakthivel Rajamohan & Ramesh Kasimani., “Analytical characterization of products obtained from slow pyrolysis of Calophyllum inophyllum seed cake: study on performance and emission characteristics of direct injection diesel engine fuelled with bio-oil blends”, 2018.
- [20] Dina Czajczyńska, et al., “Potentials of pyrolysis processes in the waste management sector”, 2017.
- [21] Raza Hematkah, et al., “Investigation of catalytic pyrolysis of spirulina for bio-oil production”, 2023.
- [22] Yiefeng Jiang, et al., “Linking biomass pyrolysis and biotransformation: A bibliometric review”, 2024.
- [23] Ari Susandy Sanjaya, et al., “PEMANFAATAN LIMBAH TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT MENJADI BIO-CHAR, BIO-OIL DAN GAS DENGAN METODE PIROLISIS”, 2019.
- [24] YC Danarto, et al., “Pengaruh Waktu Operasi Terhadap Karakteristik Char Hasil Pirolisis Sekam Padi Sebagai Bahan Pembuatan Nano Structured Supermicrosporous Carbon”, 2010.
- [25] Qonita Rachmawati dan Welly Herumurti., “Pengolahan Sampah secara Pirolisis dengan Variasi Rasio Komposisi Sampah dan Jenis Plastik”, 2015.
- [26] Muhammad Rifqi Koes Setyawira., “PIROLISIS CAMPURAN BIOMASSA LIMBAH SEKAM PADI DAN LIMBAH PLASTIK LOW DENSITY POLYETHYLENE MENGGUNAKAN KOMPOR BIOMASSA”, .

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan karya ilmiah, penerbitan laporan, penerbitan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1 Komponen *prototype* alat pirolisis

No.	Gambar	Keterangan
1.		Panel kontrol berfungsi mengatur sistem kerja motor listrik
2.		Feederstock berfungsi menampung feed bahan bakar untuk mengisi ruang bakar.
3.		Reaktor berfungsi tempat proses pirolisis berlangsung

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.		Cyclone separator berfungsi memisahkan partikel yang terbawa oleh gas hasil pirolisis.
5.		Heater berfungsi sebagai sumber panas untuk mencapai temperatur pirolisis.
6.		Sensor temperature type K berfungsi memberikan informasi temperatur di dalam reaktor
7.		Outlet berfungsi mengeluarkan hasil padatan pirolisis
8.		Pressure Gauge berfungsi mengukur tekanan di dalam reaktor

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2 Dokumentasi Sampel

Sampel 1



Sampel 2



Sampel 3

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



OKSIDASI



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3 Pengujian Nilai Kalor

Sampel 1

Biochar

Unknown	Unknown	Unknown	Name	Mass	
			Biochar	0.8919	
Method	Vessel	Fuse Length (cm)	Analysis Date	Delta T	Initial Temperature
1000	1	10.0	6/25/2026 12:55:50 AM	1.252	24.86

CV (cal/g)
3587



Sampel 2

Biochar

Unknown	Unknown	Unknown	Name	Mass	
			Biochar	0.8952	
Method	Vessel	Fuse Length (cm)	Analysis Date	Delta T	Initial Temperature
1000	1	10.0	6/25/2026 12:40:37 AM	1.492	24.75

CV (cal/g)
4267



Sampel 3

Biochar

Unknown	Unknown	Unknown	Name	Mass	
			Biochar	0.8984	
Method	Vessel	Fuse Length (cm)	Analysis Date	Delta T	Initial Temperature
1000	1	10.0	6/25/2026 1:12:40 AM	0.4342	24.85

CV (cal/g)
1209



Element	Average	Std. Deviation	RSD	Count
Mass	0.8944	0.003	0.337	4
CV (cal/g)	3064	1314	42.88	4



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 4 Perhitungan Nilai Yield *Biochar*

1. Perhitungan *biochar* massa 1000 gram dengan waktu pemanasan 60 menit

$$\text{Yield Bio char (\%)} = \frac{332 \text{ g}}{1000 \text{ g}} \times 100\%$$

$$\text{Yield Bio char (\%)} = 33,20 \%$$

2. Perhitungan *biochar* massa 1200 gram dengan waktu pemanasan 60 menit

$$\text{Yield Bio char (\%)} = \frac{285 \text{ g}}{1000 \text{ g}} \times 100\%$$

$$\text{Yield Bio char (\%)} = 28,50 \%$$

3. Perhitungan *biochar* massa 1400 gram dengan waktu pemanasan 60 menit

$$\text{Yield Bio char (\%)} = \frac{205 \text{ g}}{1000 \text{ g}} \times 100\%$$

$$\text{Yield Bio char (\%)} = 20,50 \%$$

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Nama Lengkap : Andre Ahmaraz
2. NIM : 2202421020
3. Tempat Tanggal, Lahir : Bekasi, 25 Juli 2004
4. Jenis Kelamin : Laki-Laki
JL Manggis II Kelurahan Bojong Menteng, Kecamatan Rawa Lumbu Kota
5. Alamat : Bekasi Jawa Barat
6. Email : andre.ahmaraz.tm22@mhsw.pnj.ac.id
7. Pendidikan
SD (2010– 2016) : SDN Bojong Menteng 2 Kota Bekasi
SMP (2016-2019) : SMP I Nurul Huda Kota Bekasi
SMK (2019-2022) : SMKN 15 Kota Bekasi
8. Program Studi : Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi
9. Bidang Peminatan : Oil dan Gas, Petrokimia
10. Lokasi Riset Penelitian : Politeknik Negeri Jakarta