

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR TERHADAP GAS HASIL
PIROLISIS SERBUK KAYU MAHONI DENGAN PENAMBAHAN
KATALIS ZEOLIT 50%*wt***

**SKRIPSI
TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**ALWIN IDRIS
NIM. 135060200111058**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR TERHADAP GAS HASIL
PIROLISIS SERBUK KAYU MAHONI DENGAN PENAMBAHAN
KATALIS ZEOLIT 50%wt**

**SKRIPSI
TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



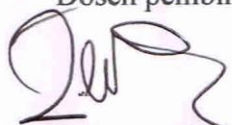
**ALWIN IDRIS
NIM. 135060200111058**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 19 Januari 2018



Dosen pembimbing I


Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT.
NIP. 19750802 199903 2 002

Dosen pembimbing II


Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT.
NIP. 19720903 199702 1 001

Mengetahui,
Ketua Program Studi S1



Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT.
NIP. 19750802 199903 2 002

Identitas Tim Penguji Skripsi

JUDUL SKRIPSI:

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR TERHADAP GAS HASIL PIROLISIS SERBUK KAYU MAHONI DENGAN PENAMBAHAN KATALIS ZEOLIT 50%*wt*

Nama Mahasiswa : Alwin Idris
NIM : 135060200111058
Program Studi : Teknik Mesin
Minat (bila ada) : Konversi Energi

KOMISI PEMBIMBING:

Ketua : Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT.
Anggota : Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT.

TIM DOSEN PENGUJI:

Dosen Penguji 1 : Dr. Eng. Yudy Surya Irawan, ST., M.Eng
Dosen Penguji 2 : Dr. Eng. Lilis Yulianti, ST, MT
Dosen Penguji 3 : Winarto, ST., MT. Ph.D

Tanggal Ujian : 10 Januari 2018
SK Penguji : 80/UN10.F07/SK/2018

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang

Mahasiswa,



ALWIN IDRIS

NIM. 135060201111094



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA**



SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 056/UN10.F07.12.21/PP/2018

Sertifikat ini diberikan kepada :

ALWIN IDRIS

Dengan Judul Skripsi :

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR TERHADAP GAS HASIL PIROLISIS SERBUK KAYU
MAHONI DENGAN PENAMBAHAN KATALIS ZEOLIT 50%wt**

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 07 FEBRUARI 2018

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Ir. Djarot B. Darmadi, MT., Ph.D

NIP. 19670518 199412 1 001

Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin

Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT.

NIP. 19750802 199903 2 002

Karya Ilmiah ini Saya Tunjukkan Kepada:

Ibunda dan Ayahanda Tercinta

Dan

Keluarga Tersayang

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang tidak terhingga kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan proposal skripsi ini terutama kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Nurkholis Hamidi, ST., M.Eng. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
2. Ibu Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing I Dan Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Yang telah banyak memberikan bimbingan, perhatian dan waktunya untuk penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing II dan Sekertaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Yang telah banyak membantu dan memberikan saran di dalam penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Francisca Gayuh Utami Dewi, ST., MT. Selaku Ketua Kelompok Konsentrasi Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
5. Bapak Bayu Satria Wardana, ST., M.Eng Selaku Dosen Pembimbing Akademik saya selama menjalani perkuliahan.
6. Seluruh Staf Pengajar dan Administrasi Jurusan Teknik Mesin.
7. Mama dan Papa tersayang Dra. Hj. Ida Dahronah dan Drs. Erisman Syarifoeddin, MM, CFP. Abang Dipl. Ing. Zoltan Damin, MM, Kakak Shammy Rahma Putri, S.Kom, yang selalu memberi motivasi dan juga doa dalam penyusunan skripsi ini.
8. Teman terkasih, Mega Melisa, ST yang juga tidak berhenti mendukung, memberi motivasi, dan juga doanya dalam penyusunan skripsi ini.
9. Tim Pirolisis Batch II, Mukhammad Fariz Al Ayubi dan Fachri Eka Meidyawan yang selalu melengkapi kekurangan satu sama lain dalam penyusunan skripsi ini.
10. Tim Pirolisis sebelumnya, Maulana Harun Ar Rayid, Candra Surya Permana, Muhammad Sokhib, Arief Rahman Hakim dan Mas Purbo yang telah memberi banyak saran pada penelitian ini.
11. Teman-teman Outsider, Tommy, Andro, William, Albert, Abe, Ito, Franz, Omi, Partogi, dkk yang selalu saling support selama perkuliahan.
12. Teman-teman Graha Atandra, Erryan Hadisto, Ade Sasongko, Ifran “mbut”, Danny Hayadi, Tude Ardana yang menemani selama 4,5 tahun di Malang.

13. Teman-teman ARMOCO, Dimas, Ndoy, Anin, Fathan, Askar, Nadya, Abiyu, Jayin, Akbar, Mardan, dkk lainnya yang menjadi teman alumni SMAN 2 Tangsel yang selalu ada di Malang.
14. Teman-teman Jamuran, Bimo, Afza, Hasyim, Bagus, Devri, Edo, dan Jery yang selalu mendoakan.
15. Mas Eko selaku Laboran Laboratorium Motor Bakar serta asisten-asisten Laboratorium Motor Bakar, Emak, Reja, Ican, Dana, Eka yang telah banyak membantu.
16. Semua anggota Keluarga Besar Mahasiswa Mesin 2013 yang sangat saya banggakan.

Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar tercipta karya tulis yang lebih baik. Semoga proposal skripsi ini memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi bahan acuan untuk penelitian selanjutnya.

Malang, Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	
.....	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	x

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya.....	7
2.2 Biomassa.....	8
2.3 Kayu Mahoni	10
2.4 Komponen Utama Kayu	11
2.4.1 Selulosa	12
2.4.2 Hemiselulosa	12
2.4.3 Lignin	13
2.5 Pirolisis	14
2.6 Macam-Macam Pirolisis	15
2.6.1 <i>Slow Pyrolysis</i>	15
2.6.2 <i>Fast Pyrolysis</i>	15
2.6.3 <i>Flash Pyrolysis</i>	16
2.7 Produk Pirolisis.....	16
2.8 Efek Variasi Temperatur.....	17
2.9 Efek Zeolit	18

2.10 Hukum Kesetimbangan Massa	22
2.11 <i>Heat & Mass Transfer</i>	23
2.12 <i>Thermal Cracking & Catalytic Cracking</i>	24
2.12.1 Selulosa	24
2.12.2 Hemiselulosa	25
2.13 Hipotesis	26

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian.....	27
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.3 Variabel Penelitian	27
3.4 Alat dan Bahan Penelitian.....	28
3.4.1 Alat yang Digunakan	28
3.4.2 Bahan yang Digunakan.....	30
3.5 Prosedur Penelitian.....	30
3.6 Diagram Alir Penelitian	33

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Temperatur Setting dan Biomassa	37
4.2 Flowrate	39
4.3 Massa Produk Hasil Pirolisis	40
4.3.1 Massa Produk Char, <i>Tar</i> , dan gas	40
4.3.2 Perbandingan Massa Aktual dan Teoritis	42
4.4 Perbandingan Komposisi Kimia Gas dengan Zeolit 50% dan tanpa Zeolit...44	
4.4.1 Grafik Komposisi terhadap Waktu dengan Zeolit dan tanpa Zeolit	44
4.4.2 Grafik Komposisi terhadap Temperatur dengan Zeolit dan tanpa Zeolit	46

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran.....	49

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Macam-macam proses pirolisis	15
Tabel 2.2	Perbedaan Komposisi Gas dengan Katalis dan Non-katalis	19
Tabel 2.3	Perbandingan panjang rantai karbon dengan katalis dan non-katalis ..	19

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
<i>Gambar 1.1</i>	Kendaraan dengan menggunakan bahan bakar energi alternatif	1
<i>Gambar 1.2</i>	Grafik variasi temperatur terhadap massa char dengan zeolit 50%wt ...	3
<i>Gambar 1.3</i>	Grafik variasi temperatur terhadap volume char dengan zeolit 50%wt...	4
<i>Gambar 1.4</i>	Grafik pengaruh variasi temperatur terhadap volume hasil produk tar tanpa zeolit dan dengan 50wt% zeolit	5
<i>Gambar 2.1</i>	Perbandingan komposisi gas dengan waktu pada suhu 700°C	7
<i>Gambar 2.2</i>	Komposisi Gas Produk Penelitian Widya Wijayanti	8
<i>Gambar 2.3</i>	Diagram pemanfaatan dan pendaur ulangan biomassa	9
<i>Gambar 2.4</i>	Berbagai macam sumber biomassa	10
<i>Gambar 2.5</i>	Klasifikasi Pohon Mahoni	11
<i>Gambar 2.6</i>	Struktur molekul selulosa	12
<i>Gambar 2.7</i>	Struktur molekul hemiselulosa	13
<i>Gambar 2.8</i>	Struktur lignin	13
<i>Gambar 2.9</i>	Mekanisme Reaksi Kimia Pirolisis	14
<i>Gambar 2.10</i>	Hasil Produk Pirolisis	16
<i>Gambar 2.11</i>	Pirolisis partikel biomassa dengan dekomposisi primer dan sekunder..	17
<i>Gambar 2.12</i>	Penin
	gkatan Produksi Gas Hasil Pirolisis dan Penurunan massa	17
<i>Gambar 2.13</i>	Efek variasi temperatur terhadap komposisi gas.....	18
<i>Gambar 2.14</i>	Grafik % berat padat, cair, dan gas hasil pirolisis	20
<i>Gambar 2.15</i>	Komposisi gas yang dihasilkan dengan katalis calcined dolomite	21
<i>Gambar 2.16</i>	Komposisi gas yang dihasilkan dengan katalis zeolit.....	21
<i>Gambar 2.17</i>	Komposisi gas yang dihasilkan tanpa katalis	22
<i>Gambar 2.18</i>	Diagram skematik panas radial dan perpindahan massa.....	23
<i>Gambar 2.19</i>	Diagram skema hubungan gabungan antara perpindahan panas dan pirolisis	24
<i>Gambar 2.20</i>	<i>Initiation</i>	25
<i>Gambar 2.21</i>	<i>Propagation</i>	25
<i>Gambar 2.22</i>	<i>Termination</i>	25
<i>Gambar 3.1</i>	Intalasi penelitian	28

<i>Gambar 3.2</i>	Oven	29
<i>Gambar 3.3</i>	Moizture Analyzer	30
<i>Gambar 3.4</i>	Flowmeter	30
<i>Gambar 3.5</i>	Timbangan Elektrik	31
<i>Gambar 3.6</i>	Tabung Erlenmeyer & Bak Air Es (Kondensasi).....	31
<i>Gambar 3.7</i>	Stopwatch	32
<i>Gambar 3.8</i>	Sampling bag	32
<i>Gambar 3.9</i>	Gas Chromatograph	32
<i>Gambar 3.10</i>	Serbuk Kayu Mahoni & Katalis Zeolit	33
<i>Gambar 4.1</i>	Grafik Temperatur Setting dan Biomassa terhadap Waktu Pirolisis dengan Zeolit 50%	37
<i>Gambar 4.2</i>	Perbandingan Grafik Temperatur Terhadap Waktu dengan Zeolit dan tanpa Zeolit	38
<i>Gambar 4.3</i>	Grafik Hubungan antara Flowrate terhadap Waktu Pirolisis dengan Zeolit	39
<i>Gambar 4.4</i>	Grafik Hubungan antara Flowrate terhadap Waktu Pirolisis tanpa Zeolit	40
<i>Gambar 4.5</i>	Grafik Massa Produk Hasil Pirolisis dengan Zeolit	40
<i>Gambar 4.6</i>	Grafik Massa Produk Hasil Pirolisis tanpa Zeolit	41
<i>Gambar 4.7</i>	Grafik Perbandingan Massa Teoritis dan Massa Aktual dengan Zeolit	42
<i>Gambar 4.8</i>	Perbandingan Grafik Komposisi Kimia Produk Gas 350°C dengan zeolit 50% dan tanpa zeolit	44
<i>Gambar 4.9</i>	Perbandingan Grafik Komposisi Kimia Produk Gas 500°C dengan zeolit 50% dan tanpa zeolit.....	44
<i>Gambar 4.10</i>	Perbandingan Grafik Komposisi Kimia Produk Gas 800°C dengan zeolit 50% dan tanpa zeolit.....	45
<i>Gambar 4.11</i>	Perbandingan Grafik Komposisi Kimia terhadap Temperatur dengan zeolit 50% dan tanpa zeolite pada menit 20	46
<i>Gambar 4.12</i>	Perbandingan Grafik Komposisi Kimia terhadap Temperatur dengan zeolit 50% dan tanpa zeolite pada menit 90	47
<i>Gambar 4.13</i>	Perbandingan Grafik Komposisi Kimia terhadap Temperatur dengan zeolit 50% dan tanpa zeolite pada menit 150	47

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Data hasil komposisi gas
- Lampiran 2 Dokumentasi penelitian
- Lampiran 3 Pengujian kadar air
- Lampiran 4 Tabel perhitungan teoritis dan aktual

RINGKASAN

Alwin Idris, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Januari 2018, *Pengaruh Variasi Temperatur Terhadap Gas Hasil Pirolisis Serbuk Kayu Mahoni Dengan Penambahan Katalis Zeolit 50%wt*. Dosen Pembimbing: Widya Wijayanti dan Purnami.

Penelitian mengenai proses pirolisis dilakukan untuk melakukan dekomposisi senyawa kimia dari biomassa menjadi gas sebagai bahan bakar alternatif. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui komposisi senyawa kimia hasil produk gas, dan perbandingan massa produk char, tar, dan gas.

Bahan baku yang digunakan adalah biomassa serbuk kayu mahoni sebanyak 200 gram dengan ukuran mesh 20 dan penambahan zeolit sebesar 200 gram (50 wt%) serta kadar air $< 2\%$. Dalam penelitian ini menggunakan variasi temperatur, 350°C , 450°C , 500°C , 600°C , 700°C dan 800°C . Proses pirolisis ini dilakukan selama tiga jam, tanpa atau dengan sedikit oksigen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan meningkatnya temperatur maka gas yang terbentuk juga mengalami peningkatan.

Dengan penambahan katalis zeolit, produk massa gas yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan tanpa zeolit. Gas yang dihasilkan pada setiap temperatur umumnya adalah senyawa hidrokarbon. Penelitian juga menunjukkan bahwa penggunaan zeolit menghasilkan senyawa gas dengan rantai karbon lebih pendek dibandingkan dengan senyawa gas pada pirolisis tanpa menggunakan zeolit.

Kata kunci: pirolisis, temperatur, zeolit, tar, hidrokarbon, komposisi kimia, GC-MS

SUMMARY

Alwin Idris, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, January 2018, The Effect of Temperature Variation of Gas Product on Pyrolysis Mahogany Wood With Addition Zeolite Catalyst 50wt%, Supervisor: Widya Wijayanti and Slamet Wahyudi.

Research on pyrolysis process is to decompose chemical compounds from biomass into gas as alternative fuel. The purpose of this research is to know the composition of chemical compounds of gas products, and the mass ratio of char, tar, and gas products.

The raw material in this research is mahogany powder biomass 200 gram with mesh size 20 and zeolite addition of 200 gram (50 wt%) and water content <2%. The temperature variations in this research is, 350°C, 450°C, 500°C, 600°C, 700°C and 800°C. This pyrolysis process is carried out for three hours in each temperature variations, without or with little oxygen. The result shows that higher temperature variations reached, the gas product also increase.

With the addition of zeolite catalyst, mass of gas product is more higher than the pyrolysis without zeolite. Gas product at any temperature is generally hydrocarbon compounds. Research also shows that the use of zeolites in pyrolysis produces gas compounds with shorter carbon chains than the pyrolysis without using zeolites.

Keywords: pyrolysis, temperature, zeolite, tar, hydrocarbon, chemical composition, GC-MS