

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang tidak terhingga kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan 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 dan perhatian untuk penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Purnami, ST., MT. Selaku dosen pembimbing II dan sekretaris Jurusan teknik mesin fakultas teknik universitas brawijaya yang telah banyak membantu dan memberikan masukan 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. Ibunda Yuniawati dan Ayahanda Muhammad Rasyid yang telah mendidik saya sejak kecil serta selalu mendukung saya atas apapun kebaikan yang saya kerjakan.
6. Rifka amilia yang selalu memberi dan menjaga semangat saya dalam mengerjakan segala sesuatu khususnya skripsi ini.
7. Candra Surya Permana, Muhammad Sokhib, Meylisa Julia Soeharto dan Alwin Idris yang telah membantu dan berjuang bersama selama penelitian berlangsung.
8. Mas Eko selaku laboran laboratorium motor bakar serta asisten-asisten laboratorium motor bakar yang telah banyak membantu.
9. Semua anggota keluarga besar Mesin 2013 yang sangat saya banggakan.
10. Teman-teman pirolisis. Mas purbo (M'05), Mas Amin (M'12) dan Mas Fathoni (M'12). Serta masih banyak lagi yang belum disebutkan namun telah banyak membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar tercipta karya tulis yang lebih baik.

Malang, 25 Mei 2017

Penulis

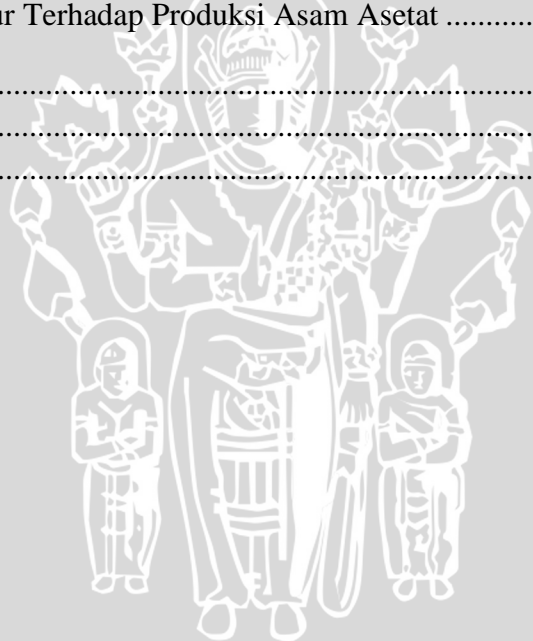
## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DARTAR ISI</b> .....	ii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	v
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>SUMMARY</b> .....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Penelitian Sebelumnya .....	4
2.2 Biomassa .....	9
2.3 Kayu Mahoni .....	9
2.4 Komponen Utama kayu .....	10
2.4.1 Selulosa .....	10
2.4.2 Hemiselulosa .....	10
2.4.3 Lignin .....	11
2.5 Pirolisis .....	12
2.6 <i>Tar</i> .....	13
2.7 Hidrokarbon .....	14
2.8 GC-MS ( <i>Gas Chromatography-Mass Spectrometry</i> ) .....	14
2.8.1 Cara Kerja Alat GC-MS .....	15
2.8.2 Cara Membaca Grafik <i>Chromatogram</i> .....	15
2.9 Komposisi Kimia .....	16
2.10 Zeolit .....	17
2.11 <i>Thermal Cracking</i> .....	18
2.12 <i>Catalytic Cracking</i> .....	19
2.13 Efek Zeolit Pada Proses Pirolisis .....	21
2.11 Hipotesa.....	24

<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>25</b>
3.1 Metode Penelitian .....	25
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	25
3.3 Variabel Penelitian .....	25
3.4 Alat dan Bahan Penelitian .....	26
3.4.1 Alat yang Digunakan .....	26
3.4.2 Bahan yang Digunakan .....	28
3.5 Prosedur Penelitian .....	28
3.6 Diagram Alir Penelitian .....	31
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>32</b>
4.1 Pengaruh Variasi Temperatur Terhadap Volume <i>Tar</i> .....	32
4.2 Grafik Kromatogram Pada Senyawa <i>Tar</i> .....	34
4.2.1 Pengaruh Zeolit Terhadap Hasil Grafik Kromatogram .....	37
4.3 Identifikasi Senyawa Kimia Pada <i>Tar</i> Hasil Pirolisis .....	38
4.3.1 Pengaruh Zeolit Terhadap Hasil Grafik Kromatogram .....	45
4.4 Perbandingan Panjang Rantai Karbon Pada Senyawa <i>Tar</i> .....	47
4.5 Pengaruh Temperatur Terhadap Produksi Asam Asetat .....	48
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>52</b>
5.1 Kesimpulan .....	52
5.2 Saran .....	53

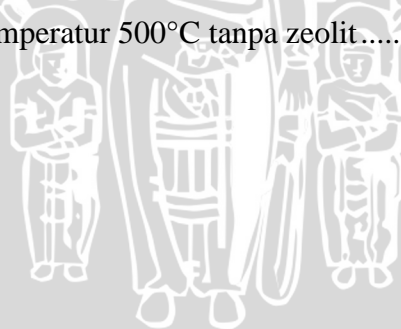
**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**



## DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Nilai <i>kinetic rate</i> untuk proses pirolisis dengan dan tanpa zeolit .....	4
Tabel 2.2	Komposisi kimia dominan pada <i>tar</i> kayu mahoni .....	6
Tabel 2.3	Kandungan Kayu Mahoni .....	9
Tabel 2.4	Tipe-tipe proses pirolisis .....	12
Tabel 2.5	Hasil Analisa senyawa dominan pirolisis kayu sengon .....	16
Tabel 2.6	Komposisi Zeolit .....	17
Tabel 2.7	Katalis yang digunakan pada pirolisis polietilen .....	22
Tabel 2.8	Persentase ( <i>wt %</i> ) produk hasil pirolisis polietilen .....	22
Tabel 4.1	Senyawa <i>tar</i> pada temperatur 250°C dengan zeolit 50 <i>wt %</i> .....	38
Tabel 4.2	Senyawa <i>tar</i> pada temperatur 350°C dengan zeolit 50 <i>wt %</i> .....	39
Tabel 4.3	Senyawa <i>tar</i> pada temperatur 450°C dengan zeolit 50 <i>wt %</i> .....	40
Tabel 4.4	Senyawa <i>tar</i> pada temperatur 500°C dengan zeolit 50 <i>wt %</i> .....	41
Tabel 4.5	Senyawa <i>tar</i> pada temperatur 600°C dengan zeolit 50 <i>wt %</i> .....	42
Tabel 4.6	Senyawa <i>tar</i> pada temperatur 700°C dengan zeolit 50 <i>wt %</i> .....	43
Tabel 4.7	Senyawa <i>tar</i> pada temperatur 800°C dengan zeolit 50 <i>wt %</i> .....	44
Tabel 4.8	Senyawa <i>tar</i> pada temperatur 500°C tanpa zeolit .....	46

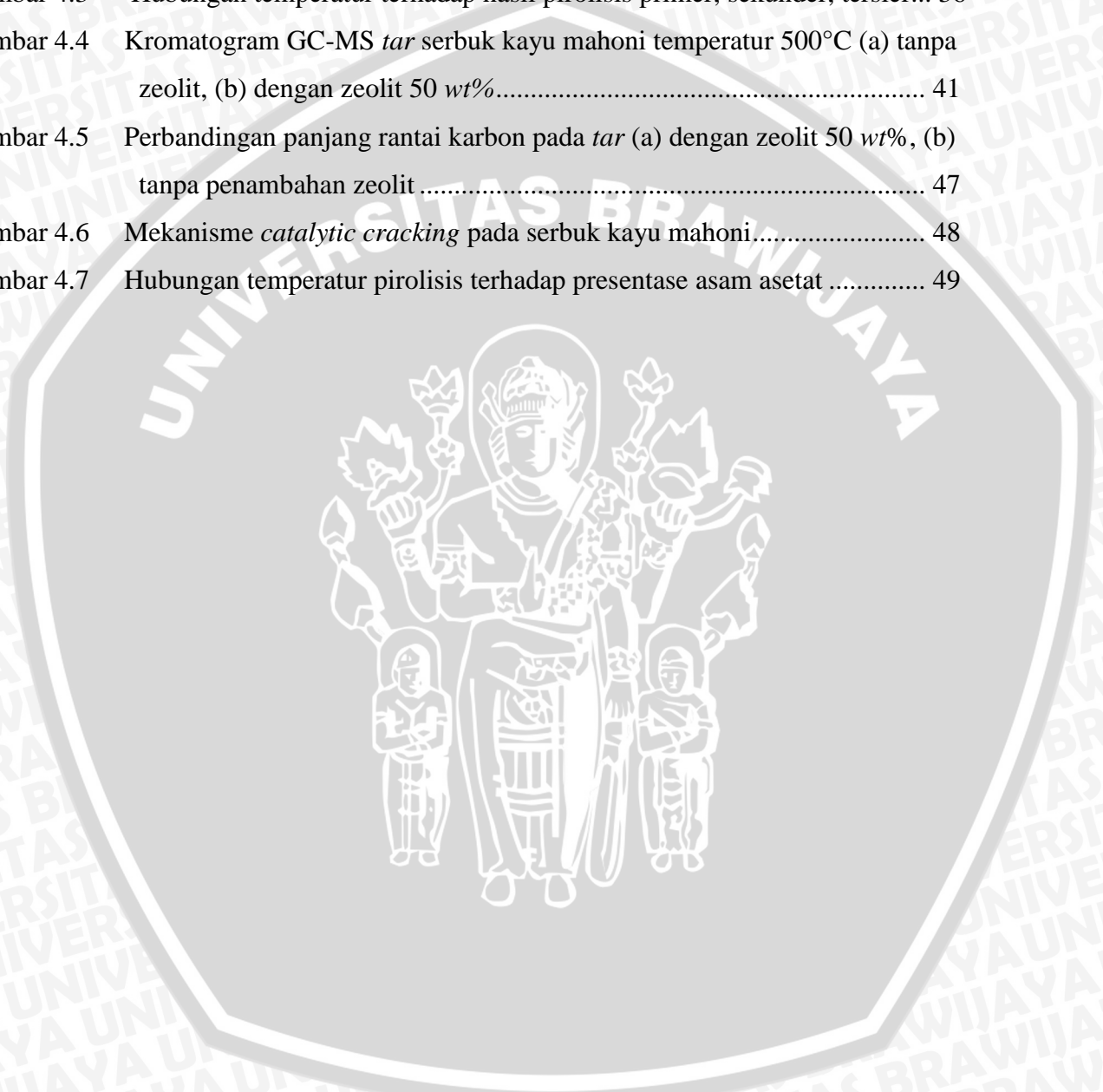


DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Pengaruh waktu terhadap volume <i>tar</i> pada pirolisis (a) 523K dan (b) 873K, dengan <i>heating rate</i> 673 K/jam tanpa zeolit.....	4
Gambar 2.2	Pengaruh waktu terhadap volume <i>tar</i> pada pirolisis (a) 523K dan (b) 873K, dengan <i>heating rate</i> 673 K/jam dengan zeolit.....	5
Gambar 2.3	Pengaruh temperatur pirolisis terhadap presentase asam asetat .....	5
Gambar 2.4	<i>Chromatogram</i> GC-MS <i>tar</i> serbuk kayu mahoni di berbagai temperatur pirolisis tanpa zeolit (a) 250°C, (b) 350°C, (c) 450°C, (d) 500°C, (e) 600°C, (f) 700°C, (g) 800°C.....	8
Gambar 2.5	Serbuk kayu mahoni .....	10
Gambar 2.6	Struktur molekul selulosa .....	10
Gambar 2.7	Struktur molekul hemiselulosa .....	11
Gambar 2.8	Struktur lignin.....	11
Gambar 2.9	Reaksi Kimia Sederhana Pirolisis.....	12
Gambar 2.10	Skema instalasi alat GC-MS.....	15
Gambar 2.11	Contoh grafik <i>chromatogram</i> .....	15
Gambar 2.12	Zeolit.....	18
Gambar 2.13	Proses <i>Initiation</i> .....	18
Gambar 2.14	Proses <i>Propagation</i> .....	18
Gambar 2.15	Proses <i>Termination</i> .....	19
Gambar 2.16	<i>Bronsted Acid Site</i> pada struktur zeolit.....	19
Gambar 2.17	<i>Lewis Acid Site</i> pada struktur zeolit.....	20
Gambar 2.18	Proses pembentukan <i>carbenium ion</i> pada <i>Bronsted acid site</i> .....	20
Gambar 2.19	Proses pembentukan <i>carbenium ion</i> pada <i>Lewis acid site</i> .....	20
Gambar 2.20	Proses pertukaran ion H <sup>+</sup> pada alkana .....	21
Gambar 2.21	Proses <i>beta-scission cracking</i> .....	21
Gambar 2.22	<i>Chromatogram polypropylene</i> yang dipirolisis pada temperatur 600°C. (a) tanpa menggunakan zeolit, (b) dengan zeolit 320NAA sebesar 20%, (c) dengan zeolit 320HOA sebesar 20%.....	23
Gambar 3.1	Skema Instalasi Alat Pirolisis .....	26
Gambar 3.2	<i>Moisture analyzer</i> .....	28



Gambar 3.3	Diagram alir penelitian .....	31
Gambar 4.1	Hubungan temperatur pirolisis terhadap volume <i>tar</i> .....	32
Gambar 4.2	Kromatogram GC-MS <i>tar</i> dengan penambahan zeolit 50 wt% pada temperatur pirolisis (a) 250°C, (b) 350°C, (c) 450°C, (d) 500°C, (e) 600°C, (f) 700, dan (g) 800°C .....	34
Gambar 4.3	Hubungan temperatur terhadap hasil pirolisis primer, sekunder, tersier...	36
Gambar 4.4	Kromatogram GC-MS <i>tar</i> serbuk kayu mahoni temperatur 500°C (a) tanpa zeolit, (b) dengan zeolit 50 wt%.....	41
Gambar 4.5	Perbandingan panjang rantai karbon pada <i>tar</i> (a) dengan zeolit 50 wt%, (b) tanpa penambahan zeolit .....	47
Gambar 4.6	Mekanisme <i>catalytic cracking</i> pada serbuk kayu mahoni.....	48
Gambar 4.7	Hubungan temperatur pirolisis terhadap presentase asam asetat .....	49



## DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul
Lampiran 1	Dokumentasi Penelitian
Lampiran 2	Foto Tar Hasil Pirolisis
Lampiran 3	Data Hasil Pengujian Kadar Air Serbuk Kayu



## RINGKASAN

**Maulana Harun Ar Rasyid**, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, April 2017, *Pengaruh Variasi Temperatur Terhadap Komposisi Kimia Tar Hasil Pirolisis Serbuk Kayu Mahoni Dengan Penambahan Zeolit 50 wt%*. Dosen Pembimbing: Widya Wijayanti dan Purnami.

Pirolisis merupakan proses dekomposisi thermal biomassa dalam ketiadaan atau dengan sedikit oksigen, sehingga ikatan rantai panjang senyawa molekul hidrokarbon yang tadinya kompleks mengalami pemecahan menjadi ikatan molekul yang lebih sederhana dalam bentuk char, tar, dan gas.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi pengaruh temperatur terhadap komposisi senyawa tar hasil pirolisis serbuk kayu mahoni dengan penambahan zeolit sebesar 50 wt%. Dalam penelitian ini menggunakan variasi temperatur 250°C, 350°C, 450°C, 500°C, 600°C, 700°C dan 800°C. Proses pirolisis ini dilakukan selama tiga jam tanpa oksigen dengan bahan baku serbuk kayu mahoni sebanyak 200 gram dengan ukuran mesh 20 serta kadar air < 2%.

Hasil penelitian menunjukkan dengan meningkatnya temperatur maka volume tar yang terbentuk akan mengalami peningkatan terus sampai temperatur 800°C, berbeda dengan hasil tar pirolisis tanpa menggunakan zeolit hanya naik sampai temperatur 500°C kemudian turun. Tar yang dihasilkan pada setiap temperatur mayoritas adalah senyawa hidrokarbon dengan rantai C<sub>2</sub>.

Penelitian juga menunjukkan bahwa komposisi kimia tar sangat dipengaruhi oleh temperatur, hal ini dikarenakan pada temperatur yang berbeda terjadi dekomposisi kandungan serbuk kayu mahoni yang berbeda pula.

Selain itu penggunaan zeolit akan menghasilkan senyawa tar dengan rantai karbon lebih pendek dibandingkan dengan senyawa tar pada pirolisis tanpa menggunakan zeolit, serta persentase kandungan asam asetat pada tar pirolisis dengan menggunakan zeolit terlihat lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan asam asetat pada tar pirolisis tanpa menggunakan zeolit.

**Kata Kunci**: Pirolisis, Zeolit, Mahoni, Tar, Rantai karbon, GC-MS, Komposisi kimia.



## SUMMARY

**Maulana Harun Ar Rasyid**, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, April 2017, *The Effect of Temperature Variation to The Chemical Composition of Tar Made From Pyrolyzed Mahogany Wood Powder With an Addition of 50 wt% Zeolite*. Academic Supervisor : Widya Wijayanti and Purnami.

Pyrolysis is a thermochemical decomposition of organic material at elevated temperatures in the absence or with a little amount of oxygen, thus the long and complex chain of hydrocarbon molecule compounds cracked into simpler molecular bonds and shorter hydrocarbon chain in the form of char, tar, and gasses.

The purpose of this study is to identify the effect of temperature variation to the chemical composition of tar made from pyrolyzed mahogany wood powder with an addition of 50 wt% zeolite. In this study, the temperature variation set to 250°C, 350°C, 450°C, 500°C, 600°C, 700°C and 800°C. Pyrolysis process was conducted for three hours without oxygen with mahogany wood raw material powder 200 grams with 20 mesh size and water content less than 2%.

The results showed with the increasing of temperature, the volume of tar formed will increase continuously until the temperature of 800°C, in contrast to the results of pyrolysis tar without the use of zeolite only go up to the temperature of 500°C and then dropped. The chemical composition of tar at each temperature have the majority of hydrocarbons with C<sub>2</sub> chain.

This study also shows that the chemical composition of tar is strongly influenced by temperature, because at different temperatures occurs different content decomposition of mahogany wood powder. In addition the use of zeolite will produce tar compounds with shorter carbon chain than the tar compounds in the pyrolysis without the use of zeolites, as well as the percentage of acetic acid in the tar pyrolysis using a zeolite appear higher than the acetic acid content in the tar pyrolysis without the use of zeolites.

**Keywords:** Pyrolysis, Zeolite, Mahogany, Tar, Carbon chain, GC-MS, Chemical Composition.