

**OPTIMASI PROSES PEMBENTUKAN JELAGA BERBASIS LIMBAH BAN
SEPEDA MOTOR**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2022**

**OPTIMASI PROSES PEMBENTUKAN JELAGA BERBASIS LIMBAH BAN
SEPEDA MOTOR**



Nama : Muhamad Rival
NIM : 41315010038
Program Studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JULI 2022**

HALAMAN PENGESAHAN

OPTIMASI PROSES PEMBENTUKAN JELAGA BERBASIS LIMBAH BAN SEPEDA MOTOR

Disusun oleh:

Nama : Muhamad Rival
NIM : 41315010038
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal 20 (Juli) 2022

Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing TA



(Sagir Alva, S.Si, M.Sc, Ph.D)

NIP. 116771612

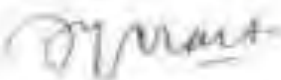
Penguji Sidang I



(Dedik Romahadi, M.Sc.)

NIP. 116910542

Penguji Sidang II



(Dra. I Gusti Ayu Arwati, Ph.D)

NIP. 0010046408

Penguji Sidang III



(R. Ariosuko Dharmajati, MT.)

NIP. 196660199

Mengetahui,

Kaprodi Teknik Mesin



(Muhammad Fitri, Ph.D)

NIK/NIP. 118690617

Koordinator TA



(Alief Avicenna Luthre, ST, M.Eng)

NIP. 216910077

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Muhamad Rival

NIM : 41315010038

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Optimasi Proses Pembentukan Jelaga Berbasis Limbah Ban Sepeda Motor

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

MERCU BUANA

Jakarta, 16 Maret 2022



(Muhamad rival)

PENGHARGAAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, shalawat dan salam tidak lupa saya ucapkan kepada baginda Rasullullah SAW beserta keluarga, para sahabat dan pengikutnya hingga akhir zaman. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Strata 1 Teknik Mesin Universitas Mercu Buana. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai penyusunan laporan akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan laporan ini. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Muhamad Fitri, Ph.D, selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin.
2. Alief Avicenna Luthfie, ST., M.Eng, selaku Sekretaris Program Studi dan Koordinator Tugas Akhir.
3. Gian Villany Golwa, ST., MT, selaku Koordinator Laboratorium Program Studi Teknik Mesin.
4. Bapak Sagir Alva, S.Si, M.Sc, Ph.D. selaku pembimbing saya dalam penelitian dan penyusunan laporan tugas akhir.
5. Orang tua dan keluarga tercinta atas kasih sayang, dukungan, doa, motivasi dan segala yang telah diberikan.
6. Seluruh dosen pengajar jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalamannya selama penulis menempuh pendidikan.
7. Keluarga Teknik Mesin Universitas Mercu Buana khususnya angkatan 2015 yang ikut memberikan saran dan dukungan dalam kegiatan penelitian dan pembuatan laporan tugas akhir selama ini.
8. Masih banyak lagi pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak tersebut.

Jakarta, 20 Juli 2022



(Muhamad Rival)

ABSTRAK

Ban berbahan dasar karet merupakan jenis polimer sintetik. Proses perengkahan adalah salah satu cara untuk meminimalkan limbah polimer sintetik. Mengatasi ban bekas yang memiliki nilai tambah adalah dengan mendegradasi secara panas melalui proses pembakaran. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi pembakaran untuk mengetahui titik lebur limbah ban sepeda motor, dan menganalisis sampel jelaga hasil pembakaran tidak sempurna limbah ban sepeda motor. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode pembakaran yang didasarkan pada variasi waktu yaitu 15, 35, 60, 80, dan 100 (Menit), variasi tekanan oksigen O₂ yaitu 2, 4, 5, 6, dan 8 (Bar). Penelitian ini menggunakan pengujian SEM-EDS dan pengujian XRD. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil pada waktu 60 sampai 100 (menit) dan tekanan oksigen 6 (bar) massa jelaga yang terbentuk lebih stabil yaitu 4 (Empat) gram, hal ini dikarenakan limbah ban mayoritas sudah terbakar sepenuhnya, sedangkan bentuk morfologi dengan pembesaran 1500 kali menunjukkan bahwa nanopartikel berbentuk memiliki diameter sekitar 10 nm. Analisis EDS jelaga terdiri dari sekitar 84,86% karbon, 9,17% Oksigen, 4,07% Silicon, 0,70% Sulfur, 0,26% Tembaga, 0,61% Zinkum. Analisis Kuantitatif menggunakan *software match* diperoleh estimasi presentasi fase Silicon 67,1%, Tembaga 20,4% dan Zirkonium 12,5%. Secara kualitatif sebaiknya ketika proses penjemuran (pengeringan) ban dilakukan di ruang tertutup (oven), hal ini dikarenakan pada pengujian EDS masih terdapat unsur silicon atau zat pasir yang masih terkandung pada jelaga.

Kata kunci: karbon, jelaga, reaksi pembakaran, limbah ban, SEM-EDS, XRD.

OPTIMIZATION OF SOOT FORMATION PROCESS BASED ON MOTORCYCLE TIRE WASTE

ABSTRACT

Rubber-based tires are a type of synthetic polymer. The cracking process is one way for synthetic polymer waste products. Overcoming used tires that have added value is to degrade them by heat through the combustion process. This study aims to analyze the combustion conditions to determine the melting point of motorcycle tire waste, and analyze samples of soot resulting from incomplete combustion of motorcycle tire waste. The method used in this study is the combustion method based on time variations, namely 15, 35, 60, 80, and 100 (Minutes), variations in O₂ oxygen pressure, namely 2, 4, 5, 6, and 8 (Bar). This study uses SEM-EDS testing and XRD testing. Based on the research that has been done, the results obtained at a time of 60 to 100 (minutes) and oxygen pressure of 6 (bar) the formed soot mass is more stable, namely 4 (four) grams, this is due to the final prohibition of the end, while the morphological form with 1500 times showed that the shaped nanoparticles had a diameter of about 10 nm. EDS analysis soot consists of about 84.86% carbon, 9.17% oxygen, 4.07% silicon, 0.70% sulfur, 0.26% copper, 0.61% zinc. Quantitative analysis using match software obtained an estimated presentation of 67.1% Silicon, 20.4% Copper and 12.5% Zirconium. Qualitatively, it is better if the drying process is not carried out in a closed room (oven), this is because in the EDS test there are still silicon elements or sand substances that are still contained in soot.

Keywords: carbon, soot, combustion reactions, motorcycle tire waste, SEM-EDS, XRD

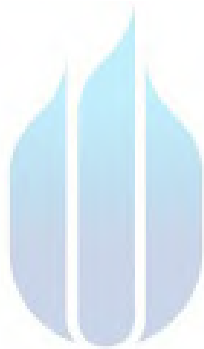
UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
PENGHARGAAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN	3
1.4. MANFAAT	3
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. LIMBAH BAN	5
2.2. REAKSI PEMBAKARAN	6
2.3. KARBON	7
2.3.1. Sifat Fisika Karbon	9
2.3.2. Sifat Kimia Karbon	10
2.4. KLASIFIKASI KARBON	10
2.4.1. Jelaga	10
2.4.2. Karbon Kaca (<i>Glassy Carbon</i>)	11
2.4.3. <i>Fullerene</i>	12

2.4.4.	<i>Carbon Nanotube (CNT)</i>	13
2.4.5.	<i>Graphene</i>	15
2.4.6.	<i>Intan(Diamond)</i>	16
2.4.7.	<i>Arang Kayu</i>	17
2.5.	<i>CYCLIC VOLTAMETRI</i>	18
2.6.	<i>SCANNING ELECTRON MICROSCOPY (SEM) – (EDS)</i>	20
2.7.	<i>X-RAY DIFFRACTION (XRD)</i>	22
2.8.	<i>PENELITIAN TERDAHULU</i>	24
BAB III METODOLOGI		28
3.1.	DIAGRAM ALIR	28
3.2.	ALAT DAN BAHAN	29
3.3.	PENJELASAN DIAGRAM ALIR	31
3.4.	TEKNIK ANALISIS DATA	32
3.5.	PROSEDUR PEMBAKARAN	33
3.5.1.	Pengaruh Waktu pembakaran	33
3.5.2.	Pengaruh Tekanan Oksigen O ² pada Waktu Maksimum	33
3.6.	KARAKTERISASI ELEKTRODA JELAGA	34
3.7.	KARAKTERISASI STRUKTUR MIKRO	34
3.7.1	<i>Scanning Electron Microscopy - Energy Dispersive X-ray (SEM-EDS)</i>	34
3.7.2	<i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		36
4.1.	PENDAHULUAN	36
4.2.	OPTIMASI WAKTU DAN TEKANAN OKSIGEN O ²	36
4.2.1.	Data Pengaruh Waktu pembakaran	36
4.2.2.	Hasil Pengaruh Waktu	37

4.2.3.	Data Pengaruh Tekanan oksigen Pada Waktu Maksimum	38
4.2.4.	Hasil Pengaruh Tekanan Pada Waktu Maksimum	39
4.3.	PENGUJIAN <i>CYCLIC VOLTAMMETRY</i>	40
4.4.	ANALISIS MORFOLOGI DAN KOMPOSISI KIMIA DENGAN UJI <i>SCANNING ELECTRON MICROSCOPY ENERGY DISPERSIVE SPECTROSCOPY</i> (SEM-EDS)	42
4.5.	ANALISIS STRUKTUR FASE DENGAN UJI X-RAY DIFFRACTION (XRD)	44
BAB V PENUTUP		47
5.1.	KESIMPULAN	47
5.2.	SARAN	47
DAFTAR PUSTAKA		48
LAMPIRAN		52



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ban Tipe Radial dan Tipe Bias	7
Gambar 2.2 Karbon	10
Gambar 2.3 Jelaga Api Pembakaran Pada Tungku Tradisional	12
Gambar 2.4 Struktur Molekul Fullerene dan Buckyball.	13
Gambar 2. 5 Fullerenena Alotrop Karbon, C ₆₀	14
Gambar 2.6 Karbon Nanotube	15
Gambar 2.7 <i>Singel-Walled</i> Nanotube (SWNT)	15
Gambar 2.8 <i>Multi-Walled</i> Nanotube (MWNT)	15
Gambar 2.9 Kisi Heksagonal Grafena	16
Gambar 2.10 Alotrop Karbon dan Bahan Terkait CNT, Tabung Nano Karbon	17
Gambar 2.11 Intan (<i>Diamond</i>)	18
Gambar 2.12 Voltammogram Voltametri Siklik	20
Gambar 2.13 Proses Yang Terjadi Pada Permukaan Elektroda	21
Gambar 2.14 Blok Dagram SEM	22
Gambar 2.15 Diagram Sinar X	24
Gambar 2.16 Difraksi Bragg	24
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 3.2 Reaktor Pembakaran	31
Gambar 3.3 Grafik contoh analisis sampel dari uji XRD	33
Gambar 3.4 Elektroda Jelaga	35
Gambar 4.1 Grafik Pengaruh waktu pembakaran	39
Gambar 4.2 Grafik pengaruh tekanan pada waktu maksimum	40
Gambar 4.3 Grafik Cyclic Voltammogram Elektroda Grafit Pensil (EGP)	42
Gambar 4.4 Grafik Cyclic Voltammogram Elektroda Karbon Jelaga	42
Gambar 4.5 Hasil Morfologi jelaga dengan Perbesaran 1500 kali	43
Gambar 4.6 Grafik Kandungan Utama Jelaga Terhadap Range Energi dengan Uji EDS Perbesaran 1500 kali	45
Gambar 4.7 Hasil Uji XRD Jelaga	46
Gambar 4.8 Hasil Analisis Kuantitatif Data XRD Sampel jelaga	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Kimia Karet Ban Kendaraan Bermotor	5
Tabel 2.2 Partikel Arang Sengon	17
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu	24
Tabel 3.1 Alat dan Bahan	31
Tabel 3.2 Pengaruh Waktu Pembakaran 100 gram limbah ban	33
Tabel 3.3 Pengaruh Tekanan Oksigen O ₂ Pada Waktu Maksimum	33
Tabel 4.1 data pengujian pengaruh waktu	34
Tabel 4.2 data pengujian pengaruh tekanan pada waktu maksimum	36
Tabel 4.3 Analisa Kuantitatif Jelaga (<i>carbon soot</i>) dengan Uji EDS Perbesaran 1500 kali	40



DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
IC	<i>Internal combustin</i>
PAH	<i>Polycyclic aromatic hydrocarbon</i>
SEM	<i>scaning eloktron microscopy</i>
EDS	<i>Dispersi Energi Spektroskopi</i>
X-RD	<i>X-Ray Diffraction</i>
OM	<i>Optical Microscope</i>
ED	<i>energy dispersive Xrayspectroscopy</i>
EDX	<i>Energy Dispersive X-ray</i>

