

# **PRODUKSI BAHAN BAKAR CAIR DARI LIMBAH BAN KENDARAAN BERMOTOR DENGAN PROSES PIROLISIS**

**Tesis**

Untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat pendidikan Strata Dua (S-2)  
Sebagai Magister Sains pada Program Studi Magister Energi



**Disusun Oleh :**

**ANDRY ANGGORO ARAHIM  
30000516410010**

**SEKOLAH PASCASARJANA  
PROGRAM MAGISTER ENERGI  
SEKOLAH PASCASARJANA UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG**

**November, 2020**

## **PERNYATAAN ORISINALITAS**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang, 5 November 2020

Andry Anggoro Arahim  
30000516410010

The logo of Universitas Diponegoro Semarang is a large, light-colored watermark in the background. It features a central emblem with a flame-like shape, surrounded by a circular border containing the text 'UNIVERSITAS DIPONEGORO' at the top and 'SEMARANG' at the bottom.

**SEKOLAH PASCASARJANA**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**TESIS**  
**PRODUKSI BAHAN BAKAR CAIR DARI LIMBAH BAN KENDARAAN**  
**BERMOTOR DENGAN PROSES PIROLISIS**

**Disusun Oleh**

ANDRY ANGGORO ARAHIM  
30000516410010

Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji

Pada tanggal   Desember 2020

Tim Penguji,

**Pembimbing Pertama**

**Penguji Pertama**

(Prof. DR. WIDAYAT, ST.MT.)

(DR.Endang Kusdiyantini, DEA)

NIP: 197206091998031001

NIP: 195911261988102001

**Pembimbing Kedua**

**Penguji Kedua**

(Prof.DR. HADIYANTO, ST. M.Sc)

(Dr. Jaka Windarta, M.T)

NIP: 197510281999031004

NIP: 196405261989031002

**Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar**  
**Magister Energi**

**Tanggal   Desember 2020**

**Kaprodi Magister Energi,**

**Dekan Sekolah Pasca Sarjana**

Dr. Jaka Windarta, M.T  
NIP: 196405261989031002

Dr. R. B. Sularto, SH., M.Hum  
NIP: 196701011991031005

**PERNYATAAN PERSETUJUAN  
PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Mahasiswa : Andry Anggoro Arahim  
NIM : 30000516410010  
Program Studi : Magister Energi  
Sekolah : Program Pascasarjana  
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**PRODUKSI BAHAN BAKAR CAIR DARI LIMBAH BAN KENDARAAN  
BERMOTOR DENGAN PROSES PIROLISIS**

Beserta perangkat yang ada. Dengan Hak bebas Royalty Noneksklusif ini Program Studi Magister Energi Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database) merawat, dan mempublikasikan tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Dibuat di : Semarang  
Pada tanggal : 5 November 2020

Yang menyatakan

SEKOLAH PASCASARJANA  
ANDRY ANGGORO ARAHIM  
NIM. 30000516410010

## RIWAYAT HIDUP



**Andry Anggoro Arahim** lahir di Demak, Jawa Tengah pada tanggal 5 November 1984, menyelesaikan pendidikan SD di SD Negeri No. 21 Kecamatan Tempunak Kota Sintang Kalimantan Barat, Pendidikan Menengah Pertama di SMP N 2 Karangtengah Kota Demak Jawa Tengah. Pendidikan Menengah Atas di SMA N 1 Karangtengah Kota Demak Jawa Tengah dan menyelesaikan pendidikan S1 Jurusan Elektro fakultas Teknik Industri di Unika Soegijapranata Semarang pada tahun 2011 dengan bidang Telekomunikasi. Setelah lulus, penulis memulai karir professional di bidang Konsultan Teknik di perusahaan swasta. Pada tahun 2016 penulis melanjutkan pendidikan program magister (S2) pada Program Magister Energi Universitas Diponegoro (UNDIP) Semarang.

5 November 2020

Penulis

SEKOLAH PASCASARJANA

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tesis yang berjudul “ **PRODUKSI BAHAN BAKAR CAIR DARI LIMBAH BAN KENDARAAN BERMOTOR DENGAN PROSES PIROLISIS** ”.

Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Magister Energi, Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.

Pada kesempatan ini penulis tidak lupa mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membimbing, memberibantuan, arahan dan saran dalam penyusunan tesis ini yaitu kepada :

1. Prof. DR. WIDAYAT, ST.MT. selaku Dosen Pembimbing Pertama atas waktu, tenaga, petunjuk, dan keramah-tamahannya dalam membimbing penulis mengerjakan proposal tesis.
2. Prof.DR. HADIYANTO, ST. M.Sc selaku Dosen Pembimbing Kedua atas waktu, tenaga, petunjuk, dan keramah-tamahannya dalam membimbing penulis mengerjakan proposal ini.
3. Bapak dan Ibu dan seluruh keluarga tercinta, yang selalu memberi dukungan dan semangat kepada penulis.
4. Lidia Dominika yang selalu memberi dukungan dan semangat kepada penulis.
5. Amelia Steva Arahim dan Anddo Jonathan Arahim selalu meberi semangat kepada penulis.

Akhir kata penulis memohon maaf apabila terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan tesis ini. Saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan guna penyempurnaan dan pengembangan tesis ini kearah yang lebih baik. Semoga usaha penyusunan tesis ini memperoleh ridha dari Allah SWT. Amin.

5 November 2020

Andry Anggoro, ST



## DAFTAR ISI

JUDUL.....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iv
RIWAYAT HIDUP.....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
INTISARI .....	xi
ABSTRAK.....	xii
BAB I	
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	5
1.3. Tujuan Penelitian.....	6
1.4. Manfaat Penelitian.....	6
1.5. Sasaran Penelitian.....	6
1.6. Pembatasan Masalah.....	7
1.7. Originalitas Penelitian.....	8
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA .....	9
2.1. Tinjauan Pustaka .....	9
A. Potensi Sampah Ban Bekas di Kota Semarang	
B. Bahan Bakar dari Limbah Ban.....	10
C. Pirolisis.....	13

BAB III	
METODOLOGI PENELITIAN.....	14
3.1. Lokasi Penelitian dan Jadwal Penelitian.....	14
3.2. Variabel Penelitian.....	14
3.2.1. Variabel dan <i>Desain Experiment</i> Pirolisis	
3.3. Diagram dan Alur Penelitian.....	16
3.4. Instrumen Penelitian.....	17
3.4.1. Alat dan Bahan Penelitian.....	17
a. Alat .....	17
3.4.2. Prosedur Penelitian.....	18
3.5. Metode Analisis Data.....	19
BAB IV	
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1. Uji Pendahuluan Proses Produksi Bahan Bakar Cair dari Limbah Ban.....	20
4.2. Karakteristik katalis .....	22
4.3. Pengaruh Penggunaan Katalis dan Tanpa Katalis Terhadap Proses Pirolisis Ban Dalam Kendaraan Bermotor.....	24
4.4. Pengaruh Konsentrasi Katalis Terhadap Hasil Produk Cair, Gas dan Sisa Padatan.....	25
4.5. Pengaruh Waktu Pirolisis Terhadap Konsentrasi Produk Cair , Gas dan Sisa padatan.....	28
4.6. Analisa Bahan Baku dan Sisa Padatan.....	30
4.7. Analisis Kualitatif Produk Cair Dan Gas.....	31
BAB V	
Kesimpulan Dan Saran .....	36
5.1. Kesimpulan.....	36
5.2. Saran .....	36
Daftar Pustaka .....	37
Lampiran.....	41



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Komposisi Penyusun Ban.....	2
Tabel 1.2. Ringkasan penelitian terdahulu dan rencana penelitian penulis.....	8
Tabel 2.1. Realisasi Penjualan BBM di Indonesia Tahun 2012-2016 .....	12
Tabel.3.1. Disain of Experiments Proses Pirolisis Dengan Variabel katalis.....	14
Tabel.3.2. Disain of Experiments Proses Pirolisis Dengan Variabel waktu.....	15
Tabel 4.1 Hasil Uji Uji X-Ray Fluoresence.....	23
Tabel 4.2 analisa kandungan bahan baku karet ban kendaraan bermotor menggunakan elenmenter .....	28
Tabel 4.3. Hasil pengujian bahan baku ban menggunakan elenmenter.....	31
Tabel 4.4. Kandungan hasil cair dianalisa menggunakan gc-ms.....	32
Tabel 4.5. Perbandingan hasil GC-MS Peralite, premium dan bahan bakar cair hasil pirolisis limbah ban.....	34
Tabel 4.6 . Hasil uji produk gas menggunakan GC-MS.....	36

SEKOLAH PASCASARJANA

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. <i>Flow sheet</i> proses penelitian.....	16
Gambar 3.2. Rangkaian Alat Pirolisis.....	17
Gambar 4. 1 Alat Pirolisis Laboraturium Terpadu Universitas Diponegoro Semarang.....	21
Gambar 4.2 Hasil Sisa Padatan uji pendahuluan: (1) uji pertama (2) uji ke dua.....	22
Gambar: 4.3 Diagram Batang Hasil Produk Menggunakan Katalis dan Tanpa Katalis.....	24
Gambar: 4.4 Pengaruh Variabel Katalis Terhadap Hasil Produk Cair.....	25
Gambar: 4.5 Pengaruh Variabel Katalis Terhadap Hasil Gas.....	26
Gambar: 4.6 Pengaruh Variabel Katalis Terhadap Sisa Padatan.....	27
Gambar: 4.7. Perbandingan hasil produk cair dan gas berdasarkan variabel waktu .....	29
Gambar 4.8. Sisa padatan hasil pirolisis berdasarkan variabel waktu.....	30
Gambar 4.9. Chromatograf proses pirolisis ban kendaraan bermotor. menggunakan katalis genteng tanah liat.....	32
Gambar 4.10. Hasil pengujian gas menggunakan GC-MS.....	35

SEKOLAH PASCASARJANA

## INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengolah limbah ban kendaraan bermotor menggunakan proses pirolisis menghasilkan bahan bakar cair. Proses pirolisis menghasilkan produk cair, gas, dan sisa padatan. Penelitian menggunakan alat pirolisis yang terdiri dari reaktor, pipa stainless, pipa kaca, kompor listrik, dan kondensor. Proses pirolisis dilakukan dengan pada suhu 400°C dan 500°C, dengan dua variabel yaitu variabel jumlah katalis dan variabel waktu pirolisis. Katalis yang digunakan adalah katalis yang berasal dari pecahan genteng tanah liat dengan variabel katalis 0, 2.5%, 3%, 5%, 6% dan 10% dari berat bahan baku. Proses pirolisis dilaksanakan dengan variabel waktu yaitu 2,3,4, dan 6jam.

Hasil bahan bakar cair terbanyak didapat ketika proses pirolisis menggunakan suhu 500°C dengan lama pembakaran 2 jam menggunakan katalis 30 gram menghasilkan produk cair 38,7%, gas 43% dan berat padatan 57% gram yang berasal dari ban 1000 gram. Analisis kualitatif produk cair menggunakan metode GC-MS menunjukkan bahwa kandungan hidrokarbon hasil produk cair dapat golongan menjadi tiga jenis yaitu C5-C12 dengan rata-rata produksi 80.94% fraksi bensin, C13-C20 dengan rata-rata produksi 8.60% fraksi diesel dan fraksi >C20 berupa fraksi minyak berat sebanyak 7,11%.

Jumlah energi yang diperlukan untuk memproduksi bahan bakar cair terbanyak ketika proses pirolisis tanpa katalis, untuk menghasilkan 1 liter bahan bakar cair proses pirolisis tanpa katalis memerlukan energy 29.13 kWh sedangkan proses pirolisis dengan katalis memerlukan energy 7.0119 kWh.

Kata kunci: limbah ban; pirolisis; bahan bakar cair; GC-MS.

SEKOLAH PASCASARJANA

## **Abstrak**

This study aims to treat motor vehicle tire waste using a pyrolysis process to produce liquid fuel. The pyrolysis process produces liquid products, gases, and residual solids. The study used a pyrolysis device consisting of a reactor, stainless pipe, glass pipe, electric stove, and condenser. The pyrolysis process is carried out at temperatures of 400 ° C and 500 ° C, with two variables, namely the variable amount of catalyst and the variable pyrolysis time. The catalyst used is a catalyst derived from clay tile fragments with catalyst variables of 0, 2.5%, 3%, 5%, 6% and 10% of the weight of the raw material. The pyrolysis process is carried out with time variables, namely 2,3,4, and 6 hours.

The most liquid fuel yields were obtained when the pyrolysis process used a temperature of 500 ° C with a burning time of 2 hours using a 30 gram catalyst to produce 38.7% liquid product, 43% gas and 57% gram solid weight originating from 1000 grams of tires. Qualitative analysis of liquid products using the GC-MS method shows that the hydrocarbon content of liquid products can be classified into three types, namely C5-C12 with an average production of 80.94% gasoline fraction, C13-C20 with an average production of 8.60% diesel fraction and fraction > C20 in the form of heavy oil fraction of 7,11%.

The amount of energy needed to produce the most liquid fuel during the pyrolysis process without a catalyst, to produce 1 liter of liquid fuel, the pyrolysis process without a catalyst requires 29.13 kWh of energy, while the pyrolysis process with catalyst requires an energy of 7.0119 kWh.

Key words: tire waste; pyrolysis; liquid fuel; GC-MS.

SEKOLAH PASCASARJANA