

**PENGARUH VARIASI TEKANAN PEMBRIKETAN TERHADAP
KAREKTERISTIK PEMBAKARAN BRIKET ARANG TEMPURUNG
KELAPA DENGAN PEREKAT TEPUNG KANJI
MENGUNAKAN METODE *THERMOGRAVIMETRIC ANALYSIS* (TGA)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Strata-1 pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



UMY

**UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA**

Unggul & Islami

Disusun Oleh :

Galih Sunu Nugroho

2012 013 0129

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2019

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**Pengaruh Variasi Tekanan Pembriketan Terhadap Karakteristik
Pembakaran Briket Arang Tempurung Kelapa dengan Perekat Tepung
Kanji Menggunakan Metode *Thermogravimetric Analysis* (Tga)**

*The Effect of Variations in Briquetting Pressure on the Combustion
Characteristics of Coconut Shell Charcoal Briquettes with Starch Adhesive
Using the Thermogravimetric Analysis Method (TGA)*

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Galih Sunu Nugroho
20120130129

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, **24 Mei 2019**

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Novi Caroko, S.T., I.P.P., M.Eng.
NIP. 19791113 200501 1001

Dr. Wahyudi, S.T., M.T
NIK. 19700823 199702 123032

Penguji

Dr.Ir. Sudarja, M.T.
NIK. 19620904 200104 123050

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana

Tanggal, **10 Juli 2019**

Mengetahui,

Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin FT UMY

Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.
NIK. 19740302 200104 123049

PERNYATAAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Galih Sunu Nugroho

NIM : 2012 013 0129

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul: Pengaruh Variasi Tekanan Pembriketan Terhadap Karakteristik Pembakaran Briket Arang Tempurung Kelapa Dengan Perekat Tepung Kanji Menggunakan Metode *Thermogravimetric Analysis* (TGA) adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik bila ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Yogyakarta,

Yang menyatakan,

(Galih Sunu Nugroho)

2012 013 0129

MOTTO

“ Aksi = Reaksi ”

(Hukum Newton III)

“Orang yang tidak pernah membuat kesalahan adalah orang yang tidak pernah mencoba sesuatu yang baru.” (Albert Einstein)

"Ilmu itu kehidupan hati daripada kebutaan, sinar penglihatan daripada kezaliman dan tenaga badan daripada kelemahan,"
(Imam Al Ghazali)

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.”
(Q.S Al-Mujadilah: 11)

PERSEMBAHAN



Dengan penuh rasa syukur, tugas akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Bapak dan Ibuku tercinta, Suparno dan Endah Wulandari. Terimakasih atas didikan, kasih sayang, kesabaran, kepercayaan dan dukunganmu selama ini, sehingga aku mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini. Dimasa depan kelak aku akan membuatmu bangga dengan karya-karyaku.
2. Abdul Aziz Satriyo P dan Yohanes Bondan Kurniawan, kakanda yang selalu menjadi motivator dan panutanku.
3. Bapak Novi Caroko, S.T., I.P.P., M.Eng. dan bapak Dr. Wahyudi, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing, terima kasih atas bimbingan bapak sehingga saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
4. Bapak Dr.Ir. Sudarja, M.T. Selaku dosen penguji Tugas Akhir.
5. Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng Sc., Ph.D selaku Ketua Program Strata-1 Jurusan Teknik mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Adinda Vinalia Gusti Shelawati yang selalu mendukung, mendoakan dan memberikan pengertiannya selama ini.
7. Teman-Teman Kost Santos Nanang Fimansyah S.T., Wisnu Edy Wibowo S.Pd., Riyadi Sujadmiko S.Pd., Junaidi Amd.Kep., Yusi kristianto S.pd., dan M. Wildan.
8. Teman-teman Teknik Mesin UMY angkatan 2012 Nanang Firmansyah, Wahyu Bintang, Qorona Ahditama, Purna Ardi, Fazfero, Wawan Hartanto, Nursidik, Ivan Sumasto, Fithrio, Untung, Sigit, Sumardi, Burhanudin Sidiq, Dwi, Edvan dan semua angkatan yang selalu memberi dukungan satu sama lain “M Forever”.
9. Teman-teman FORMASCAP dan Himacita Anifudin, Kang Alfin Bahar, Kang Fikri Cahaya, Pakde Luthfi, Dwi Wahyuli, Niko Prastomo, Zahlan, Kang Basuki, Syafiqurahman, Diana, Asep Mahfudz, Attabie, Ridho mendoan, Rafika Siwi dan yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penyusun ucapkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul : Pengaruh Variasi Tekanan Pembriketan Terhadap Karakteristik Pembakaran Briket Arang Tempurung Kelapa Dengan Perekat Tepung Kanji Menggunakan Metode *Thermogravimetric Analysis* (TGA). Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan akademis menyelesaikan Program Strata-1 pada Jurusan Teknik mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penyusun sangat berharap tugas akhir ini dapat menjadi solusi untuk mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap hasil olahan bahan bakar fosil dan beralih pada bahan bakar alternatif untuk masa depan yang lebih baik. Karena keterbatasan ilmu pengetahuan dan pengalaman, penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam Tugas Akhir ini.

Dengan demikian penyusun mengharapkan adanya kritik, saran, dan masukan yang sifatnya membangun dari pembaca. Penyusun juga berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan khususnya penulis sendiri.

Yogyakarta,

Penyusun

(Galih Sunu Nugroho)

2012 013 0129

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiv
INTISARI	xvi
ABSTRAK	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Dasar Teori	12
2.2.1 Biomassa	12
2.2.2 Densifikasi Biomassa.....	14
2.2.3 Tempurung Kelapa	15
2.2.4 Pirolisis	17
2.2.5 Bahan Perekat	19
2.2.6 Pembriketan Arang	21
2.2.7 Pembakaran	21

2.2.8 Tujuan Pembakaran	22
2.2.9 Pembakaran Bahan Bakar Padat	23
2.2.10 Faktor Yang Mempengaruhi Pembakaran	
Bahan Bakar Padat.....	26
2.2.11 <i>Thermogravimetric Analysis (TGA)</i>	27
2.2.12 Nilai Kalor	29
2.2.13 Pengujian Proksimat	30
2.2.14 Energi Aktivasi (EA)	31
BAB III METODE PENELITIAN	33
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	33
3.2 Pengujian Proksimat.....	33
3.3 Energi Aktivasi.....	35
3.4 Bahan Penelitian.....	36
3.5 Peralatan	37
3.5.1 Alat Uji Pembakaran.....	37
3.5.2 Alat Uji Proksimat	42
3.5.3 Alat Pendukung	44
3.6 Prosedur Penelitian.....	46
3.6.1 Persiapan Bahan.....	47
3.6.2 Pembriketan	47
3.6.3 Pengambilan Data Pembakaran	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Analisis Proksimat	50
4.1.1 Kadar Air (<i>Moisture</i>)	50
4.1.2 Zat Mudah Menguap (<i>Volatile Matter</i>)	51
4.1.3 Kadar Abu (<i>Ash</i>)	53
4.1.4 Kadar Karbon Terikat (<i>Fixed Carbon</i>)	54
4.2 Nilai Kalor.....	55
4.3 Karakteristik Pembakaran Biobriket Tempurung Kelapa	57
4.3.1 Lama Pembakaran	57
4.3.2 Nilai <i>Initiation Temperature of Volatile Matter (ITVM)</i>	59

4.3.3	Nilai <i>Initiation Temperature of Fixed Carbon</i> (ITFC)	60
4.3.4	Nilai <i>Peak of Weight Loss Temperature</i> (PT).....	62
4.3.5	Nilai <i>Burn Out Temperature</i> (BT).....	63
4.4	Pengaruh Variasi Tekanan Terhadap Nilai Energi Aktivasi	64
4.5	Pengaruh Variasi Tekanan Terhadap Massa Briket	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		68
5.1	Kesimpulan	68
5.2	Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA		70
LAMPIRAN		76

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Validasi <i>Thermocouple</i>	77
Lampiran 2 Hasil Pengujian <i>Thermogravimetric Analysis</i> (TGA) Pada Briket Arang Tempurung Kelapa	77
Lampiran 3 Hasil Pengujian Proksimat dan Nilai Kalor	83
Lampiran 4 Hasil Pengujian Nilai Kalor Pada Briket Arang Tempurung Kelapa	89
Lampiran 5 Naskah Publikasi	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sirkulasi biomassa.....	13
Gambar 2.2 Bagian-bagian dan manfaat pohon kelapa	15
Gambar 2.3 Susunan lapisan buah kelapa.....	16
Gambar 2.4 Proses karakterisasi insinerasi, gasifikasi, dan pirolisis.....	18
Gambar 2.5 Tepung kanji.....	20
Gambar 2.6 Skema segitiga pembakaran sempurna	22
Gambar 2.7 Pembakaran sempurna, baik, dan tidak sempurna	23
Gambar 2.8 Grafik hubungan temperatur dan laju penurunan masa	24
Gambar 2.9 Grafik mekanisme pembakaran.....	26
Gambar 2.10 Skema <i>thermobalance</i>	27
Gambar 2.11 Grafik TGA murni dan grafik ilustrasi keambiguan Penentuan T_{onset}	28
Gambar 2.12 Keambiguan TGA grafik “ <i>backward</i> ” pada TGA kenaikan temperatur akibat pembakaran	29
Gambar 3.1 Arang tempurung kelapa dan briket silinder pejal	36
Gambar 3.2 Tungku pembakaran	37
Gambar 3.3 Tabung pembakaran (<i>furnance</i>)	38
Gambar 3.4 <i>Thermocontroller</i>	38
Gambar 3.5 Wadah sampel (cawan)	39
Gambar 3.6 Rangka.....	39
Gambar 3.7 Timbangan digital	40
Gambar 3.8 Modul data <i>logger</i>	40
Gambar 3.9 <i>Thermocouple</i> tipe K.....	41
Gambar 3.10 <i>Blower</i>	41
Gambar 3.11 Seperangkat komputer.....	42
Gambar 3.12 <i>Memmert universal oven</i> tipe UN55	42
Gambar 3.13 <i>Muffler furnance</i> FB 1410-M33 tanur <i>thermo scientific</i>	43
Gambar 3.14 Cawan.....	43
Gambar 3.15 Cobek batu dan mesin <i>blender</i>	44

Gambar 3.16 Saringan	44
Gambar 3.17 Alat pengepres briket	45
Gambar 3.18 <i>Flow chart</i> penelitian	46
Gambar 3.19 Skema alat pengujian	48
Gambar 4.1 Grafik persentase kadar air pada briket arang tempurung kelapa	50
Gambar 4.2 Grafik persentase kadar <i>volatile matter</i> pada briket arang tempurung kelapa	52
Gambar 4.3 Grafik persentase kadar abu pada briket arang tempurung kelapa.....	53
Gambar 4.4 Grafik persentase kadar <i>fixed carbon</i> pada briket arang tempurung kelapa	54
Gambar 4.5 Grafik nilai kalor pada briket arang tempurung kelapa.....	56
Gambar 4.6 Grafik lama pembakaran pada briket arang tempurung kelapa.....	58
Gambar 4.7 Grafik nilai ITVM pada briket arang tempurung kelapa.....	59
Gambar 4.8 Grafik nilai ITFC pada briket arang tempurung kelapa	61
Gambar 4.9 Grafik nilai PT pada briket arang tempurung kelapa	62
Gambar 4.10 Grafik nilai BT pada briket arang tempurung kelapa.....	63
Gambar 4.11 Grafik nilai EA pada briket arang tempurung kelapa	65
Gambar 4.12 Grafik massa pada briket arang tempurung kelapa	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi kimia tempurung kelapa	16
Tabel 2.2 Contoh komposisi buah kelapa	16
Tabel 2.3 Contoh analisis <i>ultimate</i> tempurung kelapa	17
Tabel 2.4 Contoh analisis <i>proximate</i> tempurung kelapa.....	17
Tabel 2.5 Perbedaan indikator tipe pirolisis.....	19
Tabel 4.1 Persentase kadar air pada briket arang tempurung kelapa	50
Tabel 4.2 Persentase kadar <i>volatile matter</i> pada briket arang tempurung kelapa.	51
Tabel 4.3 Persentase kadar abu pada briket arang tempurung kelapa.....	53
Tabel 4.4 Persentase kadar <i>fixed carbon</i> pada briket arang tempurung kelapa	54
Tabel 4.5 Nilai kalor pada briket arang tempurung kelapa.....	55
Tabel 4.6 Lama pembakaran pada briket arang tempurung kelapa	58
Tabel 4.7 Nilai ITVM pada briket arang tempurung kelapa.....	59
Tabel 4.8 Nilai ITFC pada briket arang tempurung kelapa	60
Tabel 4.9 Nilai PT pada briket rang tempurung kelapa	62
Tabel 4.10 Nilai BT pada briket arang tempurung kelapa.....	63
Tabel 4.11 Nilai EA pada briket arang tempurung kelapa.....	65
Tabel 4.12 Nilai Massa pada briket arang tempurung kelapa.....	66

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	: Massa sampel awal
A	: Faktor Pra-Exponensial
Acid	: Sisa abu 10 kal/gram
ASTM	: <i>American Standar Testing And Material</i>
B	: Massa sampel setelah dikeringkan
BBM	: Bahan bakar minyak
BT	: <i>Burning out Temperature</i>
C	: Karbon
C	: Massa sampel terdapat pada titik <i>fixed carbon</i> (FC)
Ca	: Kalsium
CH ₄	: Metana
cm	: Sentimeter
CO	: Karbon Monoksida
CO ₂	: Karbon Dioksida
D	: Massa Sampel Pada Titik <i>Burning Out</i>
e	: Bilangan pokok logaritma natural (ln)
Ea	: Energi Aktivasi
EE	: 2401,459 kal/gram
Fulse	: Panjang kawat yang terbakar = 1 cm =1 kal/gram
GHV	: <i>Gross Heating Value</i>
GW	: <i>Giga Watt</i>
H	: Hidrogen
H ₂ O	: Air
HHV	: <i>Higher Heating Value</i>
HHV	: <i>Highest Heating Value</i> (kal/gram)
ITFC	: <i>Initiation Temperature of Fixed Carbon</i>
ITVM	: <i>Initiation Temperature of Volatile Matter</i>
K	: Konstanta Laju Reaksi
kg	: Kilogram

LHV	: <i>Lower Heating Value</i>
<i>m</i>	: massa
MgO	: Magnesium Oksida
ml	: Mililiter
mm	: Milimeter
MW	: <i>Mega Watt</i>
N	: Nitrogen
NHV	: <i>Nett Heating Value</i>
O ₂	: Oksigen
PT	: <i>Peak of weight loss rate Temperature</i>
R	: Konstanta Gas Universal (kJ/mol.K)
S	: Sulfur
SiO ₂	: Silika
T	: Temperatur (K)
TGA	: <i>Thermogravimetric Analysis</i>
%	: Persen
°C	: Derajat Celcius
ΔT	: Selisih Suhu (°C)

INTISARI

Bahan bakar dibutuhkan sebagai sumber energi penggerak berbagai keperluan rumah tangga, transportasi, pembangkitan listrik dan lain-lain. Ketergantungan manusia akan bahan bakar terutama bahan bakar fosil berbanding terbalik akan ketersediaannya. Demi memenuhi kebutuhan energi yang semakin meningkat, pengembangan sumber energi alternatif terus digalakkan untuk mengurangi konsumsi bahan bakar fosil. Sebagai Negara yang terletak pada wilayah tropis, Indonesia merupakan salah satu penghasil kelapa terbesar di dunia. Melihat sebagian besar limbah tempurung kelapa yang belum sepenuhnya dimanfaatkan, maka perlu dilakukan upaya untuk mengolah limbah tempurung kelapa menjadi briket arang sebagai salah satu bahan bakar alternatif pengganti energi fosil.

Penelitian ini mengkaji tentang pengaruh variasi tekanan briket arang tempurung kelapa dengan perekat tepung kanji menggunakan metode *thermogravimetric analysis* (TGA), dan dilakukan analisis proksimat. Bahan baku dari Tempurung Kelapa yang telah diarang dengan temperatur akhir 500°C, selanjutnya arang dihancurkan menggunakan *blender* hingga didapatkan serbuk lolos ukuran 20 *mesh*, kemudian ditimbang masing-masing 3 gram, dan dicampur bahan perekat berupa tepung kanji dengan komposisi 10%. Serbuk arang yang telah tercampur bahan perekat kemudian dilakukan pembriketan pada tekanan 350 kg/cm², 400 kg/cm², dan 450 kg/cm², dengan bentuk briket silinder pejal serta ukuran yang seragam.

Hasil pengujian karakteristik menggunakan metode *thermogravimetric analysis* (TGA) menunjukkan semakin besar tekanan pembriketan biobriket tempurung kelapa maka akan berpengaruh terhadap karakteristik pembakaran meliputi : naiknya nilai Lama Pembakaran, ITFC, PT dan Energi Aktivasi, serta turunnya nilai ITVM dan BT. Dari hasil analisis proksimat semakin besar tekanan pembriketan biobriket tempurung kelapa maka berpengaruh pada meningkatnya nilai kadar *volatile matter* dan nilai kadar abu (*ash*) serta menurunnya nilai kadar air dan nilai kadar *fixed carbon*. Hasil pengujian nilai kalor menunjukkan semakin tinggi tekanan pembriketan maka akan menaikkan densitas suatu briket, sehingga akan menurunkan kadar air biobriket tempurung kelapa. Kadar air yang semakin rendah akan mempermudah dalam proses penyalaan briket serta akan menghasilkan nilai kalor yang semakin tinggi.

Kata Kunci : Energi, Pembriketan, Biomassa, Proksimat, Tempurung Kelapa, *Thermogravimetric analysis* (TGA)