

**KAJI EKSPERIMENTAL KARAKTERISTIK PEMBAKARAN BRIKET
ARANG BERBAHAN LIMBAH PADAT INDUSTRI KELAPA SAWIT
DENGAN VARIASI TEKANAN PENGEPRESSAN DAN TEMPERATUR
DINDING PEMBAKARAN MENGGUNAKAN METODE
*HEAT FLUX CONSTANT***

***EXPERIMENTAL STUDY OF BURNING CHARACTERISTIC OF CHARCOAL
BRIQUETTES MODE FROM PALM INDUSTRY SOLID WASTE WITH
BRIQUETTES PRESSURE AND WALL TEMPERATURE VARIATIONS USED
*HEAT FLUX CONSTANT METHOD****

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Persyaratan Untuk Mencapai Gelar
Strata-1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



**Disusun Oleh:
Mirangga Husnul Ariyadi
20100130019**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2014**

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

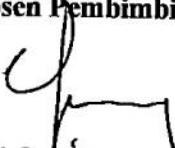
**KAJI EKSPERIMENTAL KARAKTERISTIK PEMBAKARAN BRIKET
ARANG BERBAHAN LIMBAH PADAT INDUSTRI KELAPA SAWIT
DENGAN VARIASI TEKANAN PENGENPRESAN MENGGUNAKAN
METODE *HEAT FLUX CONSTANT***

Disusun Oleh :
MIRANGGA HUSNUL ARIYADI
20100130019

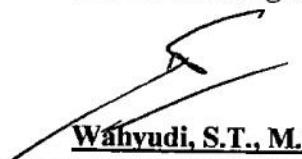
Telah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji
Pada Tanggal 02 Januari 2015

Susunan Tim Penguji :

Dosen Pembimbing I


Novi Caroko, S.T., M.Eng.
NIK. 197911132005011001

Dosen Pembimbing II


Wahyudi, S.T., M.T.
NIK. 19700823199702 123 032

Penguji


Teddy Nur Cahyadi, S.T.
NIK. 19790106200310 123 053

**Tugas Akhir ini telah dinyatakan sah sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

Tanggal 10 Januari 2015

Mengesahkan-



PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, Januari 2015



Mirangga Husnul Ariyadi

20100130019

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya. Shalawat serta salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW dan keluarganya serta kepada para sahabatnya.

Penulis sangat bersyukur dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang merupakan karya tulisan ilmiah yang disusun untuk memenuhi sebagai syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan S1 pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Dengan terselesaikannya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis tidak lupa menyampaikan Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kepada bapak Novi Caroko, S.T., M.Eng. Selaku Prodi Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Kepada bapak Novi Caroko, S.T., M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing 1 di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Kepada bapak Wahyudi, S.T.,M.T. Selaku Dosen Pembimbing 2 di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Kepada seluruh Dosen Pengajar Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Kepada seluruh Staf Jurusan dan Laboran Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Kepada Ayah dan Ibu yang saya cintai yang telah memberikan segalanya yang beliau miliki dan mereka korbankan untuk massa depanku.
7. Kaka, Adik dan Keluarga yang telah memberikan semangat serta dukungannya selama ini.
8. Teman-teman Teknik Mesin seperjuangan yang telah membantu dan berkerja sama selama menempuh Pendidikan Sarjana Strata-1 Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis menyadari Skripsi Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan laporan ini sangat penulisan harapkan. Penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya, apabila dalam penyajian Skripsi Tugas Akhir ini ada yang tidak berkenan dihati para pembaca.

Akhir kata penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan demi kemajuan bersama.



Yogyakarta, Januari 2014

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiii
INTISARI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Metode Pengumpulan Data	5
1.7 Sistem Penulisan Laporan	5
BAB II TUJUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	7
2.1 Tujuan Pustaka	7
2.2 Dasar Teori	8
2.2.1 Biomassa	8
2.2.2 Limbah Kelapa Sawit	8
2.2.3 Pembriketan Arang	9
2.2.4 Pembakaran	11
2.2.5 Pembakaran Bahan Bakar Padat	12
2.2.6 Bahan Perekat Pati	15
2.2.7 Pembakaran Dengan Metode <i>Heat Flux Cosnstan</i> Analisis	15

2.2.8 Energi Aktifasi	17
2.2.9 Pengujian Sifat Bahan Bakar	19
2.2.10 Pengujian Arang dan Briket Arang	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.2 Bahan Penelitian	21
3.3 Peralatan Yang Digunakan	22
3.3.1 Alat Uji Pembakaran	22
3.3.2 Peralatan Pendukung	25
3.4 Prosedur Penelitian	27
3.4.1 Persiapan Bahan	29
3.4.2 Pembriketan Arang	29
3.4.3 Pengambilan Data Pembakaran	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Prediksi kandungan air, <i>volatile matter, fised carbon</i> , dan kadar abu	31
4.2 Persentase kandungan air, <i>volatile mater, fixed carbon</i> , kadar abu dan nilai kalor pada briket Cangkang Kelapa Sawit	31
4.1.2 Persentase kandungan air, <i>volatile mater, fixed carbon</i> , kadar abu dan nilai kalor pada briket Serat Tandan Kelapa Sawit ..	32
4.1.3 Persentase kandungan air, <i>volatile mater, fixed carbon</i> , kadar abu dan nilai kalor pada briket Tandan Kosong Kelapa Sawit	33
4.1.4 Analisa Perbandingan Bahan Briket Arang Cangkang, Serat Tandan Kosong dan Tandan Kosong Kelapa Sawit	34
4.2 Pengaruh tekanan terhadap lama pembakaran Briket	35
4.2.1 Briket dengan bahan baku Cangkang Kelapa Sawit	35
4.2.2 Briket dengan bahan baku Tandan Kosong Kelapa Sawit	37
4.2.3 Briket dengan bahan baku Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit	38
4.3 Penentuan nilai karakteristik pada Briket Arang Limbah Padat Kelapa Sawit	39
4.3.1 Nilai ITVM (<i>Initiation Temperatur of Volatile Matter</i>) pada Briket Cangkang Kelapa Sawit	39

4.3.3	Nilai PT (<i>Peak of weight loss rate Temperature</i>) pada Briket Cangkang Kelapa Sawit	43
4.3.4	Nilai BT (<i>Burning out Temperature</i>) pada Cangkang Kelapa Sawit	44
4.3.5	Nilai ITVM (<i>Initiation Temperatur of Volatile Matter</i>) pada Briket Serat Tandan Kelapa Sawit	46
4.3.6	Nilai ITFC (<i>Initiation Temperatur of Fixed Carbon</i>) pada Briket Serat Tandan Kelapa Sawit	47
4.3.7	Nilai PT (<i>Peak of weight loss rate Temperature</i>) pada Briket Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit	49
4.3.8	Nilai BT (<i>Burning out Temperature</i>) pada Briket Serat Tandan Kelapa Sawit	51
4.3.9	Nilai ITVM (<i>Initiation Temperatur of Volatile Matter</i>) pada Briket Tandan Kosong Kelapa Sawit	52
4.3.10	Nilai ITFC (<i>Initiation Temperatur of Fixed Carbon</i>) pada Briket Tandan Kosong Kelapa Sawit	54
4.3.11	Nilai PT (<i>Peak of weight loss rate Temperature</i>) pada Briket Tandan Kosong Kelapa Sawit	56
4.3.12	Nilai BT (<i>Burning out Temperature</i>) pada Briket Tandan Kosong Kelapa Sawit	57
4.4	Energi Aktivasi Briket	59
4.4.1	Energi aktifasi briket Cangkang Kelapa Sawit	59
4.4.2	Energi aktifasi briket Serat Tandan Kelapa Sawit	60
4.4.3	Energi aktifasi briket Tandan Kosong Kelapa Sawit	61
4.4.4	Analisa Energia Aktifasi terhadap bahan Briket Arang Cangkang, Serat Tandan Kosong dan Tandan Kosong Tandan Kosong Kelapa Sawit	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		63
5.1	Kesimpulan	63
5.2	Saran	64
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN		67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Konversi buah Kelapa Sawit	9
Tabel 4.1.1	Kandungan air, <i>volatile mater, fixed carbon</i> , dan kadar abu pada briket Cangkang Kelapa Sawit	31
Tabel 4.1.2	Kandungan air, <i>volatile mater, fixed carbon</i> , dan kadar abu pada briket Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit	32
Tabel 4.1.3	Kandungan air, <i>volatile mater, fixed carbon</i> , dan kadar abu pada briket Tandan Kosong Kelapa Sawit	33
Tabel 4.2.1	Pengaruh tekanan terhadap lama pembakaran Briket Cangkang Kelapa Sawit	35
Tabel 4.2.2	Pengaruh tekanan terhadap lama pembakaran Briket Serat Tandan Kelapa Sawit	36
Tabel 4.2.3	Pengaruh tekanan terhadap lama pembakaran Briket Serat Tandan Kelapa Sawit	38
Tabel 4.3.1	Nilai ITVM pada briket Cangkang Kelapa Sawit	39
Tabel 4.3.2	Nilai ITFC pada briket Cangkang Kelapa Sawit	41
Tabel 4.3.3	Nilai PT pada briket Cangkang Kelapa Sawit	42
Tabel 4.3.4	Nilai BT pada briket Cangkang Kelapa Sawit	44
Tabel 4.3.5	Nilai ITVM pada briket Serat Tandan Kelapa Sawit	45
Tabel 4.3.6	Nilai ITFC pada briket Serat Tandan Kelapa Sawit	47
Tabel 4.3.7	Nilai PT pada briket Serat Tandan Kelapa Sawit	48
Tabel 4.3.8	Nilai BT pada briket Serat Tandan Kelapa Sawit	50
Tabel 4.3.9	Nilai ITVM pada briket Tandan Kosong Kelapa Sawit	51
Tabel 4.3.10	Nilai ITFC pada briket Tandan Kosong Kelapa Sawit	53
Tabel 4.3.11	Nilai PT pada briket Tandan Kosong Kelapa Sawit	54
Tabel 4.3.12	Nilai BT pada briket Tandan Kosong Kelapa Sawit	56
Tabel 4.4.1	Energi Aktifasi briket Cangkang Kelapa Sawit	59
Tabel 4.4.2	Energi Aktifasi briket Cangkang Kelapa Sawit	60
Tabel 4.4.3	Energi Aktifasi briket Cangkang Kelapa Sawit	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pembakaran yang sempurna, yang baik dan tidak sempurna (<i>Bureau of Energy Efficiency, 2004</i>)	12
Gambar 2.2	Skema Thermobalance	16
Gambar 2.3	Grafik profil pembakaran untuk batubara <i>bituminous</i> (Gruescu 2003)	16
Gambar 2.4	Hasil prediksi dan eksperimen dari (a) serbuk gergaji, (b) sekam padi, dan (c) serbuk bambu (Kalita et al, 2009)	18
Gambar 3.1	(a) Cangkang Kelapa Sawit, dan (b) Arang Cangkang Kelapa Sawit	21
Gambar 3.2	(a) Tandan Kelapa Sawit, dan (b) Arang Tandan Kelapa Sawit	21
Gambar 3.3	(a) Serat Tandan Kelapa sawit, dan (b) Arang Serat Tandan Kelapa Sawit	22
Gambar 3.4	Tungku pembakaran	22
Gambar 3.5	(a) Elemen pemanas dan (b) Isolator kramik	23
Gambar 3.6	Wadah sampel	23
Gambar 3.7	<i>Thermocontroller</i>	24
Gambar 3.8	Rangka	24
Gambar 3.9	Timbangan digital tipe FS-AR 210	24
Gambar 3.10	<i>Thermocouple</i> tipe K	25
Gambar 3.11	Tungku <i>pyrolyzer</i>	26
Gambar 3.12	Alat penumbuk arang	26
Gambar 3.13	Alat pengayak arang	27
Gambar 3.14	Alat pengepres briket	27
Gambar 3.15	Diagram alir penelitian	28
Gambar 3.16	Skema instalasi peralatan uji pembakaran	30
Gambar 4.1.1	Grafik analisa kandungan air, <i>volatile mater, fixed carbon</i> , dan kadar abu pada briket Cangkang Kelapa Sawit.....	31
Gambar 4.1.2	Grafik analisa kandungan air, <i>volatile mater, fixed carbon</i> , dan kadar abu pada briket Serat Tandan Kelapa Sawit.....	32
Gambar 4.1.3	Grafik analisa kandungan air, <i>volatile mater, fixed carbon</i> , dan kadar abu pada briket Tandan Kosong Kelapa Sawi	33

Gambar 4.2.1 Grafik pengaruh tekanan pengepresan terhadap lama waktu pembakaran berbahan baku Cangkang Kelapa Sawit	34
Gambar 4.2.2 Grafik pengaruh tekanan pengepresan terhadap lama waktu pembakaran berbahan baku Tandan Kosong Kelapa Sawit	36
Gambar 4.2.3 Grafik pengaruh tekanan pengepresan terhadap lama waktu pembakaran Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit	37
Gambar 4.3.1 Grafik nilai ITVM pada briket arang Cangkang Kelapa Sawit	38
Gambar 4.3.2 Grafik nilai ITFC pada briket arang Cangkang Kelapa Sawit	40
Gambar 4.3.3 Grafik nilai PT pada briket arang Cangkang Kelapa Sawit	42
Gambar 4.3.4 Grafik nilai BT pada briket arang Cangkang Kelapa Sawit	43
Gambar 4.3.5 Grafik nilai ITVM pada briket arang Serat Tandan Kelapa Sawit ...	44
Gambar 4.3.6 Grafik nilai ITFC pada briket arang Serat Tandan Kelapa Sawit	46
Gambar 4.3.7 Grafik nilai PT pada briket arang Serat Tandan Kelapa Sawit	48
Gambar 4.3.8 Grafik nilai BT pada briket arang Serat Tandan Kelapa Sawit	49
Gambar 4.3.9 Grafik nilai ITVM pada briket arang Tandan Kosong Kelapa Sawit	51
Gambar 4.3.10 Grafik nilai ITFC pada briket arang Tandan Kosong Kelapa Sawit	52
Gambar 4.3.11 Grafik nilai PT pada briket arang Tandan Kosong Kelapa Sawit ...	54
Gambar 4.3.12 Grafik nilai BT pada briket arang Tandan Kosong Kelapa Sawit ..	55
Gambar 4.4.1 Grafik Energi aktifasi pada briket arang Cangkang Kelapa Sawit ...	59
Gambar 4.4.2 Grafik Energi aktifasi pada briket arang Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit	60
Gambar 4.4.3 Grafik Energi aktifasi pada briket arang Tandan Kosong Kelapa Sawit	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Grafik pembakaran briket limbah padat kelapa sawit	68
Lampiran B	Perhitungan	82

DAFTAR NOTASI

- A = Faktor Frekuensi.
- BT = *Burning Out Temperature*.
- df = *Dry Fuel*.
- Ea = Energi Aktifasi (kJ/mol).
- HFC = *Heat Flux Cosnstan*.
- hfg = Kalor laten penguapan per unit massa air.
- ITFC = *Initiation Temperature Of Fixed Carbon*.
- ITVM = *Initiation Temperature Of Volatile Matter*.
- K = Konstanta Laju Reaksi.
- m = Massa.
- n = Orde Reaksi.
- PT = *Peak Of Weight Loss Rate Temperature*.
- R = Konstanta Gas Universal (kJ/mol.K).
- Tb = Dinding Dapur.
- T = Temperatur (K).
- t = Waktu (detik).
- u = Internal energi unit massa.
- w = Water.
- x = Berat Sampel (kg).