

**ANALISA KARAKTERISTIK PEMBAKARAN BRIKET LIMBAH  
INDUSTRI KELAPA SAWIT DENGAN VARIASI PEREKAT DAN  
TEMPERATUR DINDING 300°C, 400°C, DAN 500°C MENGGUNAKAN  
METODE *HEAT FLUX CONSTANT (HFC)***

**TUGAS AKHIR**

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



Disusun Oleh :  
Aditya Kurniawan  
2010 013 0031

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
2015**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**ANALISA KARAKTERISTIK PEMBAKARAN BRIKET LIMBAH  
INDUSTRI KELAPA SAWIT DENGAN VARIASI PEREKAT DAN  
TEMPERATUR DINDING 300°C, 400°C, DAN 500°C MENGGUNAKAN  
METODE *HEAT FLUX CONSTANT (HFC)***

**Disusun Oleh :  
ADITYA KURNIAWAN  
2010 013 0031**

**Telah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji  
Pada Tanggal 02 Februari 2015**

**Susunan Tim Penguji**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**Novi Caroko, S.T., M.Eng.  
NIP. 19791113200501001**

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

**Penguji**

**Teddy Nurcahyadi, S.T., M.Eng.  
NIK. 19790106200310 123 053**

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

**Tanggal    Februari 2015  
                 Mengesahkan  
Ketua Program Studi Teknik Mesin**

**Novi Caroko, S.T., M.Eng.  
NIP. 197911132005011001**

## **HALAMAN PERNYATAAN**

**Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul ANALISA KARAKTERISTIK PEMBAKARAN BRIKET LIMBAH INDUSTRI KELAPA SAWIT DENGAN VARIASI PEREKAT DAN TEMPERATUR DINDING 300°C, 400°C, DAN 500°C MENGGUNAKAN METODE *HEAT FLUX CONSTANT (HFC)* adalah hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga 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, Februari 2015**

**Aditya Kurniawan  
2010 013 0031**

## INTISARI

Menurut data dari *British Petroleum (BP)* Indonesia akan mengalami krisis minyak bumi pada tahun 2024 jika tidak ditemukan cadangan minyak bumi yang baru dalam jumlah besar. Dari data tersebut diperlukan energi alternatif yang bersifat *renewable* untuk mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap minyak bumi. Biomassa limbah padat industri Kelapa Sawit merupakan salah satu energi alternatif yang bersifat *renewable* yang belum banyak dimanfaatkan di Indonesia. Limbah padat industri Kelapa Sawit dapat dijadikan bahan bakar alternatif berupa briket.

Penelitian ini memanfaatkan limbah padat industri Kelapa Sawit yang sebelumnya dilakukan proses pirolisis. Proses pirolisis dilakukan untuk mendapatkan arang sebagai bahan baku dan tar sebagai salah satu variasi perekat. Arang bahan baku kemudian dihancurkan hingga mendapatkan serbuk yang lolos ukuran 20 mesh. Serbuk arang ditimbang masing – masing 3 gram, kemudian dicampur dengan perekat kanji, tar, dan campuran kanji dengan tar sebanyak 10%. Serbuk arang yang sudah tercampur dengan perekat akan dilakukan pembriketan dengan tekanan 200 kg/cm<sup>2</sup>, kemudian dilakukan uji pembakaran dengan menggunakan metode *Heat Flux Constant*.

Hasil pengujian ini didapatkan bahwa briket dengan perekat kanji memiliki kadar air yang rendah, kadar *volatile matter* yang rendah dan kadar karbon yang tinggi, sehingga mengakibatkan nilai ITVM yang tinggi, nilai ITFC yang tinggi, dan energi aktivasi yang rendah. Briket dengan perekat tar memiliki kadar air yang tinggi, kadar *volatile matter* yang tinggi dan kadar karbon yang rendah, sehingga mengakibatkan nilai ITVM yang rendah, nilai ITFC yang rendah, dan energi aktivasi yang tinggi. Untuk briket dengan perekat campuran kanji dan tar memiliki kadar air, kadar *volatile matter*, dan kadar karbon diantara briket dengan perekat kanji dan briket dengan perekat tar.

Kata Kunci : Limbah padat industri Kelapa Sawit, *Heat Flux Constant*, *Initiation Temperature of Volatile Matter*, *Initiation Temperature of Fixed Carbon*, Energi aktivasi

## ABSTRACT

*According to data from British Petroleum (BP) Indonesia will experience the oil crisis of the earth in the year 2024 if not found a new oil reserve in large numbers of the earth. From the data required of alternative energy is renewable to reduce the dependence on petroleum. Biomassa of solid waste palm oil industry is one alternative energy that is renewable who have not palm oil industry can be used as fuel in the form of alternative briquettes.*

*This research use of solid waste palm oil industry previously done pyrolysis process. The pyrolysis process is in efforts to obtain charcoal as raw materials and tar as one variation adhesive. Raw materials of charcoal powder the destroyed up to get through a size 20 mesh. Charcoal powder weighed each 3 grams, then mixed with adhesive starch, tar and blend starch with tar 10 %. Charcoal powder has been mixed with adhesive briquettes will be done with pressure 200 kg/cm<sup>2</sup>, then performed a test of the burning of using a method of Heat Flux Constant.*

*The results of this testing got that briquettes with adhesive the starch having low the water level, the level of volatile matter that low and fixed carbon levels high, and energy low activation. Briquettes with adhesive tar having the water level high, the level of volatile matter high levels of carbon fixed and low, that led to the low ITVM value, ITFC value low, and energy high activation. To briquettes with adhesive a mixture of the starch and tar having the water level. The level of volatile matter, and fixed carbon levels between briquettes with adhesive starch and briquettes with adhesive tar.*

*Key words : solid waste palm industry, Heat Flux Constant, Initiation Temperature of Volatile Matter, Initiation Temperature of Fixed Carbon, activation energy*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum WR. WB.*

Alhamdulillah, segala puji bagi ALLAH SWT yang telah memberikan daya dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sesuai yang diharapkan dan terlaksana dengan baik. Hanya dengan ijin-Nya, segala urusan yang rumit menjadi mudah. Tugas Akhir (TA) ini sebagai salah satu syarat bagi mahasiswa untuk mencapai gelar sarjana (S1) Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Tugas Akhir ini mengambil topik tentang energi alternatif bahan bakar padat yaitu briket berbahan arang limbah padat industri Kelapa Sawit. Dalam pembuatan briket menggunakan tekanan pembriketan  $200 \text{ kg/cm}^2$ , sehingga harus ditambah bahan perekat. Bahan perekat yang digunakan adalah tepung kanji, tar, dan campuran tepung kanji dan tar. Pengujian pembakaran dilakukan menggunakan metode *Heat Flux Constant*.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa terselesaikannya tugas akhir ini merupakan perwujudan dari semangat dan dorongan yang diberikan oleh semua pihak kepada penulis. Melalui kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Novi Caroko, S.T., M.Eng., selaku ketua Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Novi Caroko, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu, memberikan motivasi, memberikan masukan, dan mengarahkan dalam penulisan maupun penelitian.
3. Bapak Wahyudi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak mengarahkan dalam penulisan tugas akhir ini.
4. Staf karyawan dan Dosen Prodi Teknik Mesin UMY yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.
5. Kepada keluarga yang telah banyak memberikan dukungan baik *materiil* maupun *moriil* kepada penulis.

6. Teman-teman semua angkatan mahasiswa UMY Teknik Mesin pada umumnya dan angkatan 2010 pada khususnya yang telah banyak memberikan dukungan dan semangat.
7. Kepada semua pihak yang telah membantu penulis sampai terselesaikannya tugas akhir ini.

Penulis menyadari Skripsi Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan laporan ini sangat penulis 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 tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi penulis dan pembaca.

*Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.*

Yogyakarta, Februari 2015

Aditya Kurniawan  
2010 013 0031

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
INTISARI .....	iv
<i>ABSTRACT</i> .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Batasan Masaalah .....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	4
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
1.6. Metode Penyusunan Penelitian .....	5
1.7. Sistematika Penulisan .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI .....	7
2.1. Tinjauan Pustaka .....	7
2.2. Dasar Teori .....	9



2.2.1. Biomassa .....	9
2.2.2. Limbah Kelapa Sawit .....	9
2.2.3. Pembriketan .....	9
2.2.4. Bahan Perekat .....	11
2.2.5. Pembakaran Briket .....	12
2.2.6. Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Pembakaran Bahan Bakar Padat .....	14
2.2.7. Tujuan Pembakaran .....	14
2.2.8. Metode Analisa Pembakaran .....	16
2.2.8.1. Metode <i>Heat Flux Constan (HFC)</i> .....	16
2.2.8.2. Metode <i>Thermogravimetric Analysis (TGA)</i> .....	16
2.2.9. Energi Aktivasi .....	18
 BAB III METODELOGI PENELITIAN .....	 20
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian .....	20
3.2. Bahan Penelitian .....	20
3.3. Peralatan Penelitian .....	21
3.3.1. Alat Uji Pembakaran .....	21
3.3.2. Peralatan Pendukung .....	25
3.4. Prosedur Penelitian .....	27
3.4.1. Persiapan Bahan .....	28
3.4.2. Pembriketan Arang .....	28
3.4.3. Uji Pembakaran .....	28
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	 30
4.1. Analisa proximate dan karakteristik pembakaran briket berbahan arang pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300°C, 400°C, dan 500°C .....	
.....	
.....	
30	

4.2.1. Analisa proximate pada pembakaran briket berbahan arang limbah industri kelapa sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300°C, 400°C, dan 500°C .....	33
4.1.1.1 Rata – rata kadar air briket berbahan arang limbah industri kelapa sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300°C, 400°C, dan 500°C .....	33
4.1.1.2 Rata – rata kadar <i>volatile matter</i> briket berbahan arang limbah industri kelapa sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300°C, 400°C, dan 500°C .....	35
4.1.1.3 Rata – rata kadar <i>fixed carbon</i> briket berbahan arang limbah industri kelapa sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300°C, 400°C, dan 500°C .....	37
4.1.1.4 Rata – rata kadar abu briket berbahan arang limbah industri kelapa sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300°C, 400°C, dan 500°C .....	39
4.2.2. Karakteristik pembakaran briket berbahan arang pada kondisi suhu 300°C, 400°C, dan 500°C .....	41

4.1.2.1	<i>Initiation Temperature of Volatile Matter (ITVM)</i> pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300°C, 400°C, dan 500°C	41
4.1.2.2	<i>Initiation Temperature of Fixed Carbon (ITFC)</i> pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300°C, 400°C, dan 500°C	45
4.1.2.3	<i>Peak of Wight Loss Rate Temperature (PT)</i> pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300°C, 400°C, dan 500°C	50
4.1.2.4	<i>Burning Out Temperature (BT)</i> pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300°C, 400°C, dan 500°C	54
4.2.3.	Perbandingan waktu pembakaran briket berbahan arang limbah industri kelapa sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300°C, 400°C, dan 500°C	59
4.2.4.	Perbandingan energi aktivasi briket berbahan arang limbah industri kelapa sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300°C, 400°C, dan 500°C	

.....  
.....  
65

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....  
70

5.1. Kesimpulan ..... 70

5.2. Saran ..... 71

DAFTAR PUSTAKA ..... 93

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pembakaran yang sempurna, yang baik, dan tidak sempurna ..... ..... 15	
Gambar 2.2	Skema <i>Thermobalance</i> .....	16
Gambar 2.3	Grafik profil pembakaran untuk batubara <i>bituminous</i> ....	17
Gambar 2.4	Konstanta Arrhenius dalam laju termal vs $1/T$ digunakan untuk menghitung Energi Aktivasi ..... ..... 19	
Gambar 3.1	(a) Cangkang Kelapa Sawit dan (b) Arang cangkang Kelapa Sawit ..... ..... 20	
Gambar 3.2	(a) Tandan Kosong Kelapa Sawit dan (b) Arang Tandan Kosong Kelapa Sawit ..... ..... 20	
Gambar 3.3	(a) Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit dan (b) Arang Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit ..... ..... 21	
Gambar 3.4	Tungku Pembakaran/ <i>pyrolyzer</i> ..... ..... 21	
Gambar 3.5	(a) Elemen Pemanas dan (b) Keramik Isolator ..... ..... 22	

Gambar 3.6	Wadah	Sampel	..... .....
			22
Gambar 3.7	<i>Thermocontroler</i>		..... .....
			23
Gambar 3.8	Rangka		..... .....
			23
Gambar 3.9	Timbangan	digital tipe FS-AR 210	..... .....
			24
Gambar 3.10	<i>Thermocouple</i>	tipe K	..... .....
			24
Gambar 3.11	Tungku	<i>pyrolyzer</i>	..... .....
			25
Gambar 3.12	Alat	penumbuk arang	..... .....
			25
Gambar 3.13	Alat	pengayak arang	..... .....
			26
Gambar 3.14	Alat	pengepres briket	..... .....
			26
Gambar 3.15	Diagram	alir penelitian	

.....  
.....  
27

Gambar 3.16 Skema instalasi peralatan uji pembakaran

.....  
.....  
29

Gambar 4.1. Grafik hasil pembakaran pada briket arang cangkang limbah Kelapa Sawit menggunakan perekat kanji dengan temperatur dinding tungku 300<sup>0</sup>C, 400<sup>0</sup>C, dan 500<sup>0</sup>C

.....  
.....  
30

Gambar 4.2. Grafik linier nilai ITFC pada briket arang cangkang limbah Kelapa Sawit menggunakan perekat kanji dengan temperatur dinding tungku 300<sup>0</sup>C, 400<sup>0</sup>C, dan 500<sup>0</sup>C

.....  
.....  
31

Gambar 4.3. Rata – rata kadar air briket berbahan arang limbah industri kelapa sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300<sup>0</sup>C, 400<sup>0</sup>C, dan 500<sup>0</sup>C

.....  
.....  
33

Gambar 4.4 Rata – rata kadar *volatile matter* briket berbahan arang limbah industri kelapa sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300<sup>0</sup>C, 400<sup>0</sup>C, dan 500<sup>0</sup>C

.....  
.....  
35

Gambar 4.5 Rata – rata kadar *fixed carbon* briket berbahan arang limbah industri kelapa sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300<sup>0</sup>C, 400<sup>0</sup>C, dan 500<sup>0</sup>C

.....  
.....  
37

Gambar 4.6	Rata – rata kadar abu briket berbahan arang limbah industri kelapa sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300°C, 400°C, dan 500°C	39
Gambar 4.7	<i>Initiation Temperature of Volatile Matter (ITVM)</i> pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300°C	41
Gambar 4.8	<i>Initiation Temperature of Volatile Matter (ITVM)</i> pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 400°C	42
Gambar 4.9	<i>Initiation Temperature of Volatile Matter (ITVM)</i> pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 500°C	43
Gambar 4.10	<i>Initiation Temperature of Fixed Carbon (ITFC)</i> pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300°C	45
Gambar 4.11	<i>Initiation Temperature of Fixed Carbon (ITFC)</i> pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 400°C	46
Gambar 4.12	<i>Initiation Temperature of Fixed Carbon (ITFC)</i> pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 500°C	48
Gambar 4.13	<i>Peak of Wight Loss Rate Temperature (PT)</i> pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300°C	



	.....	
	.....	
	50	
Gambar 4.14	<i>Peak of Wight Loss Rate Temperature (PT)</i> pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 400°C	.....
	.....	
	51	
Gambar 4.15	<i>Peak of Wight Loss Rate Temperature (PT)</i> pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 500°C	.....
	.....	
	52	
Gambar 4.16	<i>Burning Out Temperature (BT)</i> pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300°C	.....
	.....	
	54	
Gambar 4.17	<i>Burning Out Temperature (BT)</i> pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 400°C	.....
	.....	
	55	
Gambar 4.18	<i>Burning Out Temperature (BT)</i> pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 500°C	.....
	.....	
	57	
Gambar 4.19	Perbandingan waktu pembakaran briket berbahan arang limbah industri kelapa sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300°C	.....
	.....	
	59	
Gambar 4.20	Perbandingan waktu pembakaran briket berbahan arang limbah industri kelapa sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 400°C	.....
	.....	
	60	

Gambar 4.21 Perbandingan waktu pembakaran briket berbahan arang limbah industri kelapa sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 500°C

.....  
.....  
62

Gambar 4.22 Perbandingan energi aktivasi briket berbahan arang limbah industri kelapa sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300°C

.....  
.....  
65

Gambar 4.23 Perbandingan energi aktivasi briket berbahan arang limbah industri kelapa sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 400°C

.....  
.....  
66

Gambar 4.24 Perbandingan energi aktivasi briket berbahan arang limbah industri kelapa sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 500°C

.....  
.....  
68

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Rata – rata kadar air briket berbahan arang limbah industri kelapa sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300 <sup>0</sup> C, 400 <sup>0</sup> C, dan 500 <sup>0</sup> C ..... .....	33
Tabel 4.2	Rata – rata kadar <i>volatile matter</i> briket berbahan arang limbah industri kelapa sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300 <sup>0</sup> C, 400 <sup>0</sup> C, dan 500 <sup>0</sup> C ..... .....	35
Tabel 4.3	Rata – rata kadar <i>fixed carbon</i> briket berbahan arang limbah industri kelapa sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300 <sup>0</sup> C, 400 <sup>0</sup> C, dan 500 <sup>0</sup> C ..... .....	37
Tabel 4.4	Rata – rata kadar abu briket berbahan arang limbah industri kelapa sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300 <sup>0</sup> C, 400 <sup>0</sup> C, dan 500 <sup>0</sup> C ..... .....	39
Tabel 4.5	<i>Initiation Temperature of Volatile Matter</i> (ITVM) pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300 <sup>0</sup> C ..... .....	41
Tabel 4.6	<i>Initiation Temperature of Volatile Matter</i> (ITVM) pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 400 <sup>0</sup> C ..... .....	42
Tabel 4.7	<i>Initiation Temperature of Volatile Matter</i> (ITVM) pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 500 <sup>0</sup> C	

	.....	
	.....	44
Tabel 4.8	<i>Initiation Temperature of Fixed Carbon (ITFC)</i> pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300°C	.....
	.....	45
Tabel 4.9	<i>Initiation Temperature of Fixed Carbon (ITFC)</i> pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 400°C	.....
	.....	47
Tabel 4.10	<i>Initiation Temperature of Fixed Carbon (ITFC)</i> pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 500°C	.....
	.....	48
Tabel 4.11	<i>Peak of Wight Loss Rate Temperature (PT)</i> pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300°C	.....
	.....	50
Tabel 4.12	<i>Peak of Wight Loss Rate Temperature (PT)</i> pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 400°C	.....
	.....	51
Tabel 4.13	<i>Peak of Wight Loss Rate Temperature (PT)</i> pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 500°C	.....
	.....	53
Tabel 4.14	<i>Burning Out Temperature (BT)</i> pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300°C	.....
	.....	54

Tabel 4.15	<i>Burning Out Temperature</i> (BT) pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 400°C	56
Tabel 4.16	<i>Burning Out Temperature</i> (BT) pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 500°C	57
Tabel 4.17	Perbandingan waktu pembakaran briket berbahan arang limbah industri kelapa sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300°C	59
Tabel 4.18	Perbandingan waktu pembakaran briket berbahan arang limbah industri kelapa sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 400°C	61
Tabel 4.19	Perbandingan waktu pembakaran briket berbahan arang limbah industri kelapa sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 500°C	62
Tabel 4.20	Perbandingan energi aktivasi briket berbahan arang limbah industri kelapa sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300°C	65
Tabel 4.21	Perbandingan energi aktivasi briket berbahan arang limbah industri kelapa sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 400°C	67

Tabel 4.22 Perbandingan energi aktivasi briket berbahan arang limbah industri kelapa sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 500°C

---

---

68

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

- A = Faktor Frekuensi.
- BT = *Burning Out Temperature*.
- Ea = Energi Aktifasi (kJ/mol).
- HFC = *Heat Flux Cosnstan*.
- ITFC = *Initiation Temperature Of Fixed Carbon*.
- ITVM = *Initiation Temperature Of Volatile Matter*.
- K = Konstanta Laju Reaksi.
- m = Massa.
- PT = *Peak Of Weight Loss Rate Temperature*.
- R = Konstanta Gus Universal (kJ/mol.K).
- Tb = Dinding Dapur.
- T = Temperatur (K).
- t = Waktu (detik).
- x = Berat Sampel (kg).

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Grafik hasil pembakaran briket berbahan arang limbah industri Kelapa Sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300°C.  
.....  
.....  
95
- Lampiran 2. Analisa proximate pada pembakaran briket berbahan arang limbah industri kelapa sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300°C  
.....  
.....  
109
- Lampiran 3. Grafik energi aktivasi pada briket berbahan arang limbah industri Kelapa Sawit pada pembakaran dengan temperatur dinding tungku 300°C  
.....  
.....  
121