

**PENGARUH SUHU PEMANASAN TERHADAP KARAKTERISTIK  
PENGUAPAN DAN PEMBAKARAN SERTA NILAI KALOR  
BRIKET BATUBARA**

**SKRIPSI**

**TEKNIK MESIN**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



**ALFIAN IZZA ALFAIZIN**  
**NIM. 125060200111045**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**MALANG**

**2017**

PENGARUH SUHU PEMANASAN TERHADAP KARAKTERISTIK  
PENGUAPAN DAN PEMBAKARAN SERTA NILAI KALOR  
BRIKET BATUBARA

SKRIPSI

TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

ALFIAN IZZA ALFAIZIN  
NIM. 125060200111045

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2017

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH SUHU PEMANASAN TERHADAP KARAKTERISTIK  
PENGUAPAN DAN PEMBAKARAN SERTA NILAI KALOR BRIKET  
BATUBARA**

**SKRIPSI  
TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar sarjana teknik



**ALFIAN IZZA ALFAIZIN  
NIM. 125060200111045**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing  
pada tanggal 24 Januari 2017

**Dosen Pembimbing I**

**Agung Sugeng Widodo, ST., MT., Ph.D.**  
NIP. 197103211998021001

**Dosen Pembimbing II**

**Francisca Gayuh Utami Dewi, ST., MT.**  
NIP. 2011038209192001

**Mengetahui,  
Ketua Program Studi S1**

**Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT.**  
NIP. 19750802 199903 2 002

# UNIVERSITAS BRAWIJAYA



*Teriring Ucapan Terima Kasih kepada:  
Ayahanda, Ibunda dan Keluarga tercinta*

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya, tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 24 Januari 2017

Mahasiswa,

Alfian Izza Alfaizin

NIM. 125060200111045



JUDUL SKRIPSI:

PENGARUH SUHU PEMANASAN TERHADAP KARAKTERISTIK PENGUAPAN  
DAN PEMBAKARAN SERTA NILAI KALOR BRIKET BATUBARA

Nama Mahasiswa : Alfian Izza Alfaizin

NIM : 125060200111045

Program Studi : Teknik Mesin

Konsentrasi : Konversi Energi

KOMISI PEMBIMBING :

Dosen Pembimbing I : Agung Sugeng Widodo, ST., MT., Ph.D.

Dosen Pembimbing II : Francisca Gayuh Utami Dewi, ST., MT.

TIM DOSEN PENGUJI :

Dosen Penguji 1 : Prof. Ir. I Nyoman Gede Wardana, M.Eng

Dosen Penguji 2 : Ir. Endi Sutikno, MT.

Dosen Penguji 3 : Haslinda Kusumaningsih, ST., M.Eng

Tanggal Ujian : 09 Januari 2017

SK Penguji : 027/UN10.6/SK/2017



## PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya Penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini dengan baik dengan judul “Pengaruh Suhu Pemanasan Terhadap Karakteristik Penguapan dan Pembakaran serta Nilai Kalor Briket Batubara”.

Skripsi ini diajukan sebagai syarat kelulusan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik dalam kurikulum program studi Teknik Mesin Universitas Brawijaya serta sebagai bentuk dokumentasi dari hasil akhir proses perkuliahan yang telah dilaksanakan.

Dalam proses penelitian dan penyusunan laporan ini, penulis menyadari bahwa penelitian ini tidak dapat selesai dengan baik tanpa bantuan dari banyak pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Ketua jurusan, Sekretaris jurusan dan Ketua Prodi S1 Teknik Mesin.
2. Agung Sugeng Widodo, ST., MT., Ph.D. selaku dosen pembimbing I yang selalu memberi pengarahan serta saran-saran yang telah diberikan.
3. Francisca Gayuh Utami Dewi, ST., MT. selaku dosen pembimbing II yang selalu memberi pengarahan, dan mengajari kami.
4. Seluruh dosen jurusan Teknik Mesin FT-UB yang telah membimbing dan memberi ilmunya selama perkuliahan.
5. Kedua Orang tua yang tak henti hentinya memberikan doa, restu dan dukungannya.
6. Irvan Septian dan Rizky Badillah Nurgraha sebagai teman dan partner selama kuliah serta selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.
7. Henny Silvia Himawan orang terdekat yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi dan doa sehingga penulis termotivasi.
8. Joko Nugroho, ST dan David Febri Alfian sebagai orang yang selalu membantu dalam penyusunan skripsi dan teman berbagi tawa.
9. Teman-teman jurusan teknik mesin angkatan 2012 (ADM12AL) atas dukungan dan waktunya selama proses perkuliahan dan penyusunan skripsi.
10. Dan seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari sempurna dan masih terdapat banyak kekurangan. Oleh sebab itu, Penulis mengharapkan saran dan kritik yang

dapat membantu perkembangan pembahasan terkait topik skripsi ini maupun bagi Penulis secara pribadi. Semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak, baik bagi Penulis, teman-teman, para dosen, dan bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan di Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.

Malang, 24 Januari 2017

Penulis

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	viii
<b>RINGKASAN</b> .....	ix
<b>SUMMARY</b> .....	x
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Penelitian Sebelumnya .....	5
2.2 Batubara .....	6
2.2.1 Klasifikasi Batubara .....	7
2.2.2 Karakteristik Batubara .....	9
2.2.2.1 Kadar Air ( <i>Total Moisture</i> ) .....	10
2.2.2.2 Kandungan Zat Terbang ( <i>Volatile Matter</i> ) .....	11
2.2.2.3 Kadar Abu .....	11
2.2.2.4 Ukuran ( <i>Coal Size</i> ) .....	12
2.2.2.5 Kandungan Belerang ( <i>Sulfur Content</i> ) .....	12
2.2.2.6 Nilai Kalor .....	12
2.3 <i>Upgrading Coal</i> .....	13
2.3.1 <i>Coal Washing</i> .....	13
2.3.2 <i>Coal Blending</i> .....	14
2.3.3 <i>Coal Drying</i> .....	15
2.3.3.1 <i>Rotary Drying</i> .....	15
2.3.3.2 <i>Fluidized Bed Drying</i> .....	16
2.4 Pemanasan Statis Menggunakan Mesin <i>Furnace</i> .....	16

2.5 Laju Pemanasan .....	17
2.6 Karakteristik Pembakaran .....	18
2.6.1 Laju Pembakaran atau <i>Burning Rate</i> .....	18
2.6.2 Waktu Penyalaan atau <i>Ignition Time</i> .....	18
2.6.3 Karakteristik Visual Api .....	18
2.7 Briket .....	18
2.8 Hipotesa .....	19
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	21
3.2 Variabel Penelitian.....	21
3.3 Alat dan Bahan .....	21
3.3.1 Alat .....	21
3.3.2 Bahan .....	26
3.4 Instalasi Penelitian .....	26
3.5 Prosedur Penelitian .....	27
3.5.1 Prosedur Pembuatan Briket .....	27
3.5.2 Prosedur Penelitian Kadar Air .....	27
3.5.3 Pengambilan Data Nilai Kalor .....	28
3.5.4 Prosedur Penelitian Laju Pemanasan .....	28
3.5.5 Prosedur Penelitian Karakteristik Pembakaran .....	28
3.6 Diagram Alir Proses Penelitian Pemanasan .....	29
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>31</b>
4.1 Pengujian Pembakaran Briket Batubara .....	31
4.2 Hasil Pengujian .....	31
4.2.1 Tabel Data Pengujian .....	32
4.3 Analisa dan Pembahasan .....	34
4.3.1 Pengaruh Variasi Temperatur Pemanasan terhadap Kadar Air .....	35
4.3.2 Pengaruh Variasi Temperatur Pemanasan terhadap Nilai Kalor .....	35
4.3.3 Pengaruh Variasi Temperatur Pemanasan terhadap Laju Pemanasan... ..	36
4.3.4 Pengaruh Variasi Temperatur Pemanasan terhadap <i>Ignition time</i> Pembakaran .....	37
4.3.5 Pengaruh Lama Pembakaran terhadap Temperatur Briket Batubara....	38

4.3.6 Pengaruh Variasi Temperatur Pemanasan terhadap Laju Pembakaran <i>(Burning Rate)</i> .....	39
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	41
5.1 Kesimpulan .....	41
5.2 Saran .....	41

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

**DAFTAR TABEL**

No.	Judul	Halaman
	Tabel 2.1 ASTM <i>Spesifications for Solid Fuels</i> .....	9
	Tabel 4.1 Data Kadar Air Briket Batubara .....	32
	Tabel 4.2 Data Nilai Kalor Briket Batubara.....	33
	Tabel 4.3 Data Laju Pemanasan Briket Batubara .....	33
	Tabel 4.4 Data <i>Ignition Time</i> Pembakaran Briket Batubara .....	33
	Tabel 4.5 Data temperatur Pembakaran Briket Batubara .....	34
	Tabel 4.4 Data Laju Pembakaran ( <i>Burning Rate</i> ) Briket Batubara .....	34



**DAFTAR GAMBAR**

No.	Judul	Halaman
	Gambar 2.1 Daerah penyebaran batubara di Indonesia .....	6
	Gambar 2.2 Batubara lignit .....	7
	Gambar 2.3 Batubara sub-bituminous .....	8
	Gambar 2.4 Bituminous .....	8
	Gambar 2.5 Antrasit .....	9
	Gambar 2.6 Briket batubara .....	19
	Gambar 3.1 Timbangan digital .....	22
	Gambar 3.2 <i>Thermocouple</i> .....	22
	Gambar 3.3 Rotap .....	23
	Gambar 3.4 <i>Moisture Analyzer</i> .....	23
	Gambar 3.5 <i>Furnace</i> .....	24
	Gambar 3.6 Tempat pembakaran briket .....	24
	Gambar 3.7 Pengolah data .....	25
	Gambar 3.8 Mesin <i>press hidrolik</i> .....	25
	Gambar 3.9 Cetakan briket .....	26
	Gambar 3.10 Batubara yang diuji .....	26
	Gambar 3.11 Skema penelitian .....	27
	Gambar 4.1 Briket batubara .....	31
	Gambar 4.2 Dimensi briket batubara (a) tampak atas, (b) tampak samping .....	32
	Gambar 4.3 Grafik pengaruh variasi temperatur pemanasan terhadap kadar air .....	35
	Gambar 4.4 Grafik pengaruh variasi temperatur pemanasan terhadap nilai kalor .....	36
	Gambar 4.5 Grafik pengaruh variasi temperatur pemanasan terhadap laju pemanasan ..	37
	Gambar 4.6 Grafik pengaruh variasi temperatur pemanasan terhadap <i>ignition time</i> pembakaran .....	38
	Gambar 4.7 Grafik pengaruh lama pembakaran terhadap temperatur briket batubara ..	39
	Gambar 4.8 Grafik pengaruh variasi temperatur pemanasan terhadap laju pembakaran ( <i>burning rate</i> ) .....	40



## DAFTAR LAMPIRAN

No. Judul

Lampiran 1. Nilai kalor

Lampiran 2. Desain cetakan briket

Lampiran 3. Visual api



## RINGKASAN

**Alfian Izza Alfaizin**, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Januari 2017, *Pengaruh Suhu Pemanasan Terhadap Karakteristik Penguapan dan Pembakaran Serta Nilai Kalor Briket Batubara*, Dosen Pembimbing: Agung Sugeng Widodo dan Francisca Gayuh Utami Dewi.

Batubara merupakan salah satu sumber energi alami namun dengan berkembangnya zaman, mulai ditemukan inovasi sumber energi alternatif. Hal ini mengakibatkan harga batubara semakin turun dipasaran industri. Indonesia merupakan negara yang memiliki sumber batubara yang berlimpah sehingga merupakan salah satu negara pengekspor batubara ke negara lain. Batubara yang banyak digunakan adalah batubara dengan nilai kalori tinggi sedangkan nilai kalori rendah tidak begitu dimanfaatkan maksimal. Sehingga batubara dengan nilai kalor rendah memiliki ketersedian yang lebih banyak dibandingkan nilai kalor yang tinggi. Hal ini yang membuat diperlukannya penelitian lebih lanjut mengenai batubara nilai kalor rendah untuk memanfaatkan ketersediaan sumber energi alam yang berlimpah. Salah satu cara yaitu dengan memanaskan batubara, dengan memanaskan batubara terutama batubara nilai kalor rendah yang memiliki kadar air yang tinggi dapat menghilangkan kandungan kadar air tersebut. Apabila kadar air berkurang diharapkan dapat menaikkan nilai kalor dan mengoptimalkan pemanfaatan dari batubara nilai kalor rendah.

Metode penelitian yang dilakukan adalah membuat briket dengan tekanan  $50 \text{ kg/cm}^2$  dengan berat batubara 10 gram dan perekat tepung tapioka 10%. Setelah itu briket batubara dipanaskan ke dalam mesin *furnace* selama 15 menit dengan suhu  $50^\circ\text{C}$ ,  $100^\circ\text{C}$ ,  $150^\circ\text{C}$ ,  $200^\circ\text{C}$ ,  $250^\circ\text{C}$ . Setelah briket batubara dipanaskan, bakar briket batubara untuk mencari karakteristik pembakaran.

Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah peningkatan temperatur pemanasan berpengaruh pada karakteristik penguapan, semakin tinggi temperatur pemanasan maka nilai kalor dan laju penguapan semakin tinggi dan cepat, namun kadar air cenderung semakin turun. Peningkatan temperatur pemanasan juga berpengaruh pada karakteristik pembakaran yaitu semakin tinggi temperatur pemanasan, *ignition time* dan *burning rate* semakin turun, namun pada temperatur pembakarannya semakin tinggi temperatur pemanasanya maka temperatur maksimalnya semakin naik, namun setelah melewati temperatur maksimal temperatur setiap briket batubara akan turun.

Kata Kunci : batubara, nilai kalor, briket, karakteristik penguapan, karakteristik pembakaran.



## SUMMARY

**Alfian Izza Alfaizin**, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, January 2017, *The Influence of Temperature on Characteristics of vaporation, Combustion and Calorific Value of Coal Briquettes*. Academic Supervisor : Agung Sugeng Widodo and Francisca Gayuh Utami Dewi

Coal is one of the natural energy resources but with the development of the times, began to find alternative sources of energy innovation. This resulted in getting down the market price of coal industry. Indonesia is a country that has abundant coal resources so it is one of the coal exporting country to another country. Coals that many used is coal with a high calorific value while the low calorific value are not so used with maximum. So coal with a low calorific value is more availability than high calorific value. It makes need more research on the low calorific value to take advantage of the availability of abundant natural energy resources. One of the reason this problem is heating coal, especially coal a low calorific value which has a high water content, it can eliminate the content of the water. If the moisture content is reduced, it can increase the calorific value and optimize low calorific value coal to being use.

The research method is make briquettes with pressure  $50 \text{ kg/cm}^2$  with a weight 10 grams of coal and 10% starch adhesive. After that the briquettes are heated in a furnace machine for 15 minutes with temperatures  $50^\circ\text{C}$ ,  $100^\circ\text{C}$ ,  $150^\circ\text{C}$ ,  $200^\circ\text{C}$ ,  $250^\circ\text{C}$ . After heated coal briquettes, burn coal briquette to look combustion characteristics.

The results obtained in this study is the Influence of Temperature on Characteristics of vaporation. when the temperature is high, the calorific value and evaporation rate to be faster, but the water content tends to be down. Increasing the heating temperature also affect the combustion characteristics, namely when temperature is high, ignition time and burn rate is getting lower, but temperatures of the coal when burned to be getting up when temperatures heating is also high, but after passing the maximum temperature of the temperature when coal is burned going down on every coal briquettes.

**Keywords :** coal, calorific value, briquettes, evaporation characteristics, burning characteristics.

