

**KAJIAN BAHAN BAKAR ALTERNATIF  
PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP (PLTU)**

**SKRIPSI**

*Di ajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1)  
pada jurusan teknik elektro fakultas teknologi industri  
Universitas bung hatta*

Oleh:

**PURNANDO CAGO**

0910017111 020



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS BUNG HATTA**

**PADANG**

**2015**

## **ABSTRACT**

Power Plant is a steam power plant that uses heat from coal as a fuel. Due to the coal began to decrease production and it takes millions of years for the formation, then in need of alternative energy development. In the plant load is usually dependent on the amount of power coal, coal reserves in Indonesia especially in western Sumatra is not sufficient anymore (not economical) to the need to use other fuels. In West Sumatra is a regional producer of palm and coconut, from palm shells and coconut shells are used as alternative fuel mix from coal to coal that is used earlier composition will be made based on that produced by the palm shells and coconut shell based on research and theory who obtained the palm and coconut shells, as well as the number and potency of palm and coconut shells in West Sumatra adequate, palm shells and coconut shells will later be made in the form of briquettes. With the use of coal for the power plant of 100 MW capacity requires 29.8 tons / hour, using fuel oil palm shell 28.4 tonnes / hour, fuel and coconut shells 28.9 tons / hour,

## ABSTRAK

PLTU adalah pembangkit listrik tenaga uap yang menggunakan panas dari batu bara sebagai bahan bakar. Dikarenakan batu bara mulai berkurang produksinya dan dibutuhkan waktu berjuta-juta tahun untuk pembentukannya, maka di butuhkan pengembangan energi alternatif. Dalam beban PLTU biasanya bergantung pada besarnya daya batu bara , cadangan batu bara di Indonesia khususnya di Sumatra barat sudah tidak mencukupi lagi (tidak ekonomis) untuk itu perlu di gunakan bahan bakar yang lain. Di sumatera barat merupakan daerah penghasil sawit dan kelapa, dari cangkang sawit dan batok kelapa tersebut dijadikan bahan bakar alternative campuran dari batu bara sehingga batu bara yang di gunakan tadi komposisinya akan di buat berdasarkan yang di hasilkan oleh cangkang sawit dan batok kelapa berdasarkan penelitian dan teori yang di peroleh cangkang sawit dan batok kelapa, serta jumlah dan potensi cangkang sawit dan batok kelapa yang ada di sumatera barat cukup memadai,cangkang sawit dan batok kelapa ini nantinya akan di buat dalam bentuk briket. Dengan menggunakan batu bara untuk PLTU kapasitas 100 MW memerlukan 29,8 ton/jam, dengan menggunakan bahan bakar cangkang sawit 28,4 ton/jam, dan bahan bakar batok kelapa 28,9 ton/jam,

## KATA PENGANTAR



Atas berkat rahmat Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah memberikan hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis memperoleh kemudahan untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul **"KAJIAN PERBANDINGAN BAHAN BAKAR ALTERNATIF PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP ( PLTU )"**.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan dan memperoleh gelar kesarjanaan (Strata-1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

❖ **Ir. Eddy Soesilo, M.Eng ( Pembimbing I )**

❖ **Ir. Yani Ridal, M.T ( Pembimbing II )**

Yang telah mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Dan terima kasih juga kepada :

1. Kedua Orang Tua tercinta yang telah mendidik, membesarkan dan memberikan semua kasih sayangnya hingga saat ini, yang selalu mendoakanku dan memberikan dukungan dalam meraih setiap cita dan harapanku.
2. Bapak Ir. Drs. Mulyanef, M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta.
3. Ibuk Ir. Arnita, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta.

4. Bapak Mirzazoni, S.T, M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta.
5. Bapak Ir. Ija Darmana M.T selaku Penasehat Akademik.
6. Seluruh dosen Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta, atas segala masukan, pengarahan dan pengajaran selama perkuliahan berlangsung.
7. Teman – teman Teknik Elektro 2009 yang telah memberikan semangat dan dorongan selama ini, serta senior yang telah memberikan masukan dan bantuannya.

Penulis telah berusaha melakukan yang terbaik dalam penulisan Skripsi ini namun penulis menyadari masih jauh dari kesempurnaan dan keterbatasan yang ada dalam penelitian ini. Oleh karena itu sumbangan, gagasan, kritikan, saran dan masukan yang membangun akan penulis terima dengan senang hati demi kesempurnaan Skripsi ini.

Akhir kata penulis berharap semoga Skripsi ini dapat memberikan sumbangan pengetahuan bagi pihak yang membutuhkan.

Padang, November 2015

Penulis

**DAFTAR ISI**

<b>BAB</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
<b>ABSTRAK</b>		<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b>		<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>		<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>		<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>		<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>		<b>x</b>
<b>BAB 1 : PENDAHULUAN</b>		
1.1	Latar Belakang	1
1.2	Tinjauan Pustaka	1
1.3	Definisi Masalah	2
1.4	Tujuan Penelitian	2
1.5	Batasan Masalah	3
1.6	Metologi Penelitian	3
<b>BAB 2 : ENERGI</b>		
2.1	Umum	4
2.2	Pengertian Energi	4
2.3.	Klasifikasi Energi	5
2.3.1	Energi Elektromagnetik	5
2.3.2	Energi Kimia	5
2.3.3	Energi Mekanik	5
2.3.4	Energi Listrik	6
2.3.5	Energi Panas	6

2.4 Hukum Thermodinamika	6
2.5 Perpindahan Kalor Induksi	7
2.6 Perpindahan Kalor Konveksi	7
2.7 Perpindahan Kalor Radiasi	8
2.8 Keseimbangan Energi Untuk Masa Atur	8
2.9 Kuantitas Kalor dan Kalor Jenis	8
2.10 Proses Adiabatik	9
2.11 Proses Isokobrik	9
2.12 Proses Isotermik	10
2.13 Proses Isobarik	10
2.14 Konversi Panas Menjadi Usaha	10
2.15 Uap	11
2.16 Proses Terbentuknya Uap Air	11
2.17 Ketel Uap	13
2.18 Fungsi Ketel Uap	13
2.19 Klasifikasi Ketel	13
2.20 Instalasi Ketel	14
2.20.1 Bagian-bagian Utama	14
2.21 Sumber Daya Energi	16
2.22 Batu Bara	17
2.22.1 Minyak dan Gas Bumi	17
2.22.2 Air	18
2.22.3 Biomasa	18
2.22.4 Biogas	19

2.23 Sistem Bahan Bakar	19
2.24 Sirkulasi Air dan Uap	20
<b>BAB 3 : PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP</b>	
3.1 Umum	22
3.2 Prinsip kerja Boiler	23
3.3 Siklus Air di Boiler	26
3.4 Pengoperasian Boiler	29
3.5 Sistem Bahan Bakar	30
3.6 Sirkulasi Air dan Uap	31
3.7 Pengoperasian Turbin	33
3.8 Sistem Kelistrikan PLTU Ombilin	34
3.9 Peralatan Utama PT. PLN (Persero) Sektor Ombilin	34
3.10 Turbin Uap	38
3.10.1 Turbin Impuls	39
3.10.2 Turbin Reaksi	39
3.11 Perpindahan Bahan Dalam Dapur	40
3.11.1 Nilai Kalor Bahan Bakar	40
3.11.2 Konsumsi Bahan Bakar	40
3.11.3 Kebutuhan Uap untuk Menggerakkan Turbin	41
3.11.4 Kemampuan Kerja (Daya Kuda)	41
3.11.5 Neraca Kalor	42
3.12 Bahan Bakar	43
3.13 Proses Pembakaran	44
3.14 Bahan Pembuatan Briket	45
3.14.1 Tempat Pembakaran	45

3.14.2 Alat Pembuatan Briket	46
3.14.3 Alat Ukur	46
3.14.4 Alat Bantu	47
3.14.5 Pembuatan Arang	47
3.15 Pembuatan Briket	48
3.15.1 Pembuatan Kalor Bakar	48
<b>BAB 4 : HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Data	52
4.2 Perhitungan Masa Uap yang Mengalir ke Turbin	52
4.3 Perhitungan Kebutuhan Bahan Bakar	53
4.4 Perhitungan Kalor Bakar	53
4.5 Perhitungan Boiler HP	54
4.6 Perhitungan Perbandingan Produksi Uap dengan Jumlah Bahan Bakar	54
4.7 Perhitungan Perimbangan Antara Energi Masuk dengan Energi Keluar dan Kehilangan Energi	54
4.8 Perhitungan untuk Bahan Bakar Briket Batu Bara Dengan Nilai Kalor 6000 kal/gr	55
4.9 Perhitungan Komposisi Bahan Bakar	55
4.10 Perhitungan Biaya Pembuatan Briket	57
4.11 Perhitungan Perbandingan Harga	57
4.12 Analisa	58
<b>BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	60
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>xi</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>xii</b>

## DAFTAR TABEL

<b>No. Tabel</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
2.1	Proses Pembentukan Uap	12
4.1	Perbandingan Nilai Kalor Bakar	56
4.2	Perbandingan Jumlah Bahan Bakar Untuk Mengoperasikan Generator dengan Kapasitas 100 MW	56
4.3	Perbandingan Harga Rupiah Per kWh	58

## DAFTAR GAMBAR

No. Gambar	Judul	Halaman
2.1	Coal Yard	20
2.2	Belt Converyor	20
3.1	Proses Konversi Energi pada PLTU	22
3.2	Water Tube Boiler	23
3.3	Tata Letak Pulverized Coal (PC) Boiler Batu Bara	24
3.4	Jenis-jenis Tekanan (Draft) Boiler	25
3.5	Skema Balanced Draft Boiler	26
3.6	Economiser Tipe Pipa Bersirip (Finned Tubes)	27
3.7	Siklus Air	28
3,8	Coal Yard	31
3.9	belt Converyor	31
3.10	Boiler	33
3.11	Turbin	34
3.12	Pompa pada Demin Tank	35
3.13	Kondensor pada PLTU Ombilin	35
3.14	Turbin	36
3.15	Katup	37
3.16	Boiler	37
3.17	Prinsip Kerja Turbin Implus dan Reaksi	39

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Sejak zaman sebelum masehi manusia telah memanfaatkan energi. Yang digunakan untuk melakukan berbagai kegiatan dalam memenuhi kebutuhan hidup, salah satunya dari kebutuhan energi yaitu sebagai pemanas ketel uap pada PLTU. Ada berbagai macam cara untuk mendapatkan energi panas antara lain, gas alam, matahari. Dan ada berbagai media pula untuk mendapatkan energi panas seperti, briket, insinerasi dan biogas. Cara dan media ini kian lama kian modern seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan.

Manusia membutuhkan energi untuk kebutuhan hidupnya. Bagi manusia primitif hanya membutuhkan energi sebanyak 2000 kkal per hari yang berasal dari tumbuh-tumbuhan dan hewan buruan, setelah mengenal penggunaan bahan bakar untuk memasak dan bahan bakar lainnya. Energy yang diperlukan setiap orang mencapai 12000 kkal per hari. Sebagian besar energy yang diperlukan untuk memasak adalah kayu dan kotoran hewan (biomasa).

Bahan bakar merupakan media untuk mendapatkan energi panas, bahan bakar dapat bersifat alami yaitu di dapat langsung dari alam misalnya, batu bara dan minyak bumi. Dan dapat juga bersifat buatan yaitu diolah dengan teknologi maju misalnya, gas alam dan minyak bumi. Biaya yang dibutuhkan untuk mendapatkan bahan bakar makin lama makin mahal, makin tinggi teknologi yang dipakai untuk mengolahnya membuat harga bahan bakar tersebut semakin mahal, demikian pula sebaliknya makin langka bahan baku yang dipakai untuk mendapatkan bahan bakar tersebut. Akibat langsung jika menggunakan bahan bakar semacam ini adalah biaya semakin tinggi.

### **1.2. Tinjauan Pustaka**

Pada penelitian ini penulis mencari acuan materi buku yang berkaitan terhadap pembangkit listrik tenaga uap, seperti yang tercantum di bawah ini :

1. Syafriuddin, Rio Hanesya. perbandingan penggunaan energi alternatif bahan bakar Serabut (Fiber) dan cangkang kelapa sawit terhadap bahan bakar batubara

dan solar Pada Pembangkit Listrik. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.

2. Ida Bagus Gde Gianyar, Nurchayati. Pengaruh Persentase Arang Tempurung Kemiri Terhadap Nilai Kalor Briket Campuran Biomassa Ampas Kelapa - Arang Tempurung Kemiri. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram.
3. Favan Onu , Sudarja, Muh. Budi Nur Rahman Pengukuran Nilai Kalor Bahan Bakar Briket Arang Kombinasi Cangkang Pala (*Myristica Fragan Houutt*) Dan Limbah Sawit (*Elaeis Guenensis*). Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Lafaz Hanandito Dan Sulthon Willy. Pembuatan Briket Arang Tempurung Kelapa Dari Sisa Pengasapan Ikan Kelurahan Bandarharjo Semarang. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro

### 1.3. Definisi Masalah

Adapun definisi masalah dalam skripsi ini adalah :

1. Mencari kandungan kalori dari batu bara, briket batok kelapa dan cangkang kelapa sawit
2. Mencampurkan batu bara dengan briket batok kelapa dan cangkang kelapa sawit dengan komposisi kalori setara
3. Melakukan pengujian pada pltu
4. Menghitung berapa rupiah penghematan pada PLTU

### 1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang di harapkan dari penelitian ini adalah :

- a. Mengetahui jumlah massa yang di hasilkan dari briket batok kelapa dan cangkang kelapa sawit.
- b. Mengetahui jumlah kalori (kadar energi) yang di hasilkan dari briket batok kelapa dan cangkang kelapa sawit.
- c. Mengetahui lamanya waktu pembakaran briket batok kelapa dan batok kelapa sawit.
- d. Mengetahui banyaknya uap yang dapat di hasilkan dengan menggunakan briket batok kelapa dan cangkang kelapa sawit.
- e. Mengetahui besarnya kapasitas daya generator dan turbin yang dihasilkan dengan menggunakan briket batok kelapa dan cangkang kelapa sawit.

### **1.5. Batasan Masalah**

Agar ruang lingkup permasalahan tidak terlalu luas dan mengambang maka penulis membuat batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini tidak membahas tentang aspek sosial dan lingkungan
2. Dalam pembahasan ini hanya membahas tiga bahan bakar saja ( batu bara, cangkang sawit, dan batok kelapa )
3. Dalam pembahasan ini tidak membahas tipe alat pembakaran ( Boiler )

### **1.6. Metodologi Penelitian**

Metodologi yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1. Identifikasi masalah

Identifikasi masalah ini meliputi :

Boiler, turbin, generator, batu bara, cangkang kelapa sawit, tempurung kelapa

2. Melakukan pengambilan data data pada PLTU dengan bahan bakar batu bara.
3. Diskusi dan bimbingan  
Penulis mendapatkan arahan dan bimbingan dari pembimbing serta diskusi dengan nara sumber lain yang memiliki pengalaman lebih mengenai pemanfaatan energi bahan alternatif pada PLTU.
4. Melakukan pengujian perbandingan antara batu bara dengan cangkang kelapa sawit dan batok kelapa.
5. Melakukan perhitungan energi yang dihasilkan dari pengujian antara batu bara dengan cangkang kelapa sawit dan batok kelapa.
6. Pengambilan kesimpulan dan penulisan laporan  
Pengambilan kesimpulan berdasarkan pada hasil pengujian sistem yang telah dilakukan pada perencanaan dan perhitungan pada perbandingan antara batu bara dengan cangkang kelapa sawit dan tempurung kelapa.