

**KAJI EXPERIMENTAL PENGARUH VARIASI BAHAN  
BAKU DAN TINGKAT PEMBEBANAN TERHADAP  
UNJUK KERJA GENERATOR GASIFIKASI TIPE  
POWER PALLET 10 kW**

**TUGAS AKHIR**

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



**Disusun oleh:**

**HERMANTO DWI PUTRA**

**20090130003**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA**

**2014**

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**KAJI EXPERIMENTAL PENGARUH VARIASI BAHAN BAKU DAN  
TINGKAT PEMBEBANAN TERHADAP UNJUK KERJA GENERATOR  
GASIFIKASI TIPE POWER PALLET 10 kW**

Disusun oleh :  
Hermanto Dwi Putra  
20090130003

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal 3 Mei 2014

Susunan Tim Penguji:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

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

Rahmad Adiprasetya, S.T., M.Eng.  
NIP. 197511112005011002

Penguji

Wahyudi, S.T., M.T.  
NIK. 132 032

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

Tanggal 03, Mei 2014

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



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

## **PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini adalah asli 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. Jika kemudian terdapat hasil karya orang lain yang saya plagiat maka saya bersedia menerima sanksi dari Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

*Alhamdulillah* *rabbil'alam*, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Kaji Experimental Pengaruh Variasi Bahan Baku Dan Tingkat Pembebanan Terhadap Unjuk Kerja Generator Gasifikasi Tipe Power Pallet 10 kW”** sesuai dengan yang diharapkan. Dimana pada penelitian ini digunakan bahan baku kayu dan pelet hutan sebagai umpan biomassa atau bahan bakar generator, dengan variabel acuan pembanding adalah massa jenis dan kadar karbon yang terkandung di dalam setiap bahan bakar guna mengetahui nilai konsumsi dan kualitas daya listrik yang dihasilkan dari setiap umpan biomassa terhadap unjuk kerja generator.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu, diantaranya:

1. Almater penyusun Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
2. Novi Caroko, S.T., M.Eng. selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
3. Muh. Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng. selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
4. Novi Caroko, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing I yang selalu memberi arahan dan motivasi yang kuat.
5. Rahmad Adiprasetya, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing II yang membimbing dan memberi semangat

6. Bunda Baiq Nurhaini S.Pd. selaku orang tua wali penulis yang senantiasa memberi doa, semangat dan dukungan penuh kepada penulis dalam menyelesaikan studi khususnya Tugas Akhir.
7. Seluruh dosen, staf dan karyawan Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
8. Teman-teman Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta khususnya angkatan 2009.
9. Semua pihak yang telah terlibat membantu penulis dalam menuntaskan studi khususnya tugas akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT memberikan Rahmat, Hidayah, Inayah, Magfirah dan Rizqi-Nya yang dilimpahkan kepada semuanya. Amin

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pihak-pihak yang menggunakan laporan Tugas Akhir ini sebagai bahan bacaan, agar dimasa yang akan datang penulis dapat menulis laporan dengan lebih baik lagi

Akhir kata, penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir yang sederhana ini bermanfaat bagi para pembaca. Amin

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Yogyakarta, 04 April 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>INTISARI</b> .....	xiii
<b>ABSTRAC</b> .....	xiv

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Kajian Pustaka .....	5
2.2 Landasan Teori.....	5
2.2.1. Biomassa .....	5
2.2.2. Kayu Sengon .....	7
2.2.3. Kayu Mahoni .....	8
2.2.4. Pelet Kayu .....	9
2.3 Gasifikasi Biomassa .....	10
2.3.1. Proses Gasifikasi .....	11

2.3.2. Bahan bakar Gasifikasi .....	13
2.3.3. Mesin Gasifikasi .....	15
2.4 Kualitas Daya Listrik .....	18
2.4.1. Pengertian .....	18
2.4.2. Faktor Eksternal dan Internal .....	18
2.4.3. Parameter-parameter kualitas Daya Listrik .....	19
2.4.4. Tegangan .....	20
2.4.5. Frekuensi .....	20
2.5 Power Pallet .....	20
2.5.1. Spesifikasi Power Pallet .....	21
2.5.2. Komponen Power Pallet .....	21
2.5.3. Mesin Power Pallet .....	23
2.5.4. Power Control Unit (PCU) Power Pallet .....	25
2.5.5. Bahan bakar Power Pallet .....	26
2.5.6. Penerapan Power Pallet .....	27

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian .....	29
3.2. Bahan dan Alat Penelitian .....	29
3.2.1. Bahan yang digunakan .....	29
3.2.2. Alat yang digunakan .....	29
3.3. Tahapan Penelitian .....	29
3.3.1. Tahapan persiapan.....	30
3.3.2. Tahapan pengambilan data.....	30
3.4. Diagram Alir Penelitian .....	31

### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

4.1. Karakteristik Biomassa .....	34
4.2. Reaksi Operasi Generator Power Pallet.....	35
4.3. Persiapan Pengujian .....	35
4.4. Pengujian Gasifikasi .....	39
4.4.1. Konsumsi bahan bakar .....	39

4.4.2. Kualitas daya listrik .....	44
4.4.3. Perhitungan segi finansial .....	49

**BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	51

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>53</b>
-----------------------------	-----------

<b>TAMPIRAN .....</b>	<b>57</b>
-----------------------	-----------



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Siklus energi biomassa .....	6
Gambar 2.2.	Pohon , bibit dan biji Sengon .....	8
Gambar 2.3.	Pohon, batang dan buah Mahoni .....	8
Gambar 2.4.	Pelet kayu, Pelet kayu dalam kemasan @ 15 kg .....	10
Gambar 2.5.	Grafik perbedaan pirolisis, gasifikasi dan pembakaran.....	11
Gambar 2.6.	Empat tahap proses utama pada gasifikasi .....	13
Gambar 2.7.	Moving bed gasifier.....	15
Gambar 2.8.	Fluidized bed gasifier .....	15
Gambar 2.9.	Entrained flow gasifier .....	16
Gambar 2.10.	Skema downdraft gasifier.....	17
Gambar 2.11.	Skema updraft gasifier.....	17
Gambar 2.12.	Skema crossdraft gasifier .....	18
Gambar 2.13.	Generator Power Pallet 10 kW .....	22
Gambar 2.14.	Mesin motor bakar Power Pallet 10 kW.....	23
Gambar 2.15.	Mesin motor bakar Power Pallet 20 kW.....	24
Gambar 2.16.	Power Control Unit (PCU) .....	25
Gambar 3.1.	Diagram alir penelitian.....	32
Gambar 3.2.	Diagram alir persiapan peralatan.....	33
Gambar 4.1.	Grafik perbandingan volume konsumsi bahan bakar dan waktu tempuh untuk gasifikasi persiapan penyalaan mesin generator .....	37
Gambar 4.2.	Grafik laju aliran masing-masing bahan bakar pada tahap persiapan gasifikasi.....	38
Gambar 4.3.	Grafik laju aliran bahan bakar terhadap total pemberian beban daya listrik pada masing-masing massa jenis bahan bakar.....	40
Gambar 4.4.	Grafik nilai SFC dari setiap tingkat pembebanan yang dilakukan pada masing-masing tipe bahan bakar.....	43
Gambar 4.5.	Grafik SFC rata-rata pada setiap tipe bahan bakar dari semua tingkat pembebanan yang dilakukan .....	43

Gambar 4.8. Grafik tegangan (V) rata-rata dari setiap pembebanan pada masing-masing bahan bakar .....	47
Gambar 4.9. Grafik frekuensi (Hz) rata-rata dari setiap pembebanan pada masing-masing bahan bakar .....	48

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Spesifikasi Power Pallet 10 kW dan 20 kW.....	21
Tabel 2.2. Bagian-bagian instrumen kontrol PCU .....	26
Tabel 2.3. Tipe dan perlakuan bahan bakar Power Pallet .....	27
Tabel 4.1. Hasil pengujian Proksimat .....	34
Tabel 4.2. Temperatur dan tekanan awal Power Palet .....	35
Tabel 4.3. Waktu tempuh, volume konsumsi dan laju aliran bahan bakar untuk gasifikasi persiapan penyalaan mesin generator .....	36
Tabel 4.4. Volume dan laju aliran bahan bakar terhadap pembebanan daya...	39
Tabel 4.5. Tabel beban daya hasil dan SFC pada setiap bahan bakar berdasarkan daya pembebanan dari masing-masing bahan bakar.....	42
Tabel 4.6. Kualitas tegangan dan frekuensi pembebanan daya dari setiap pembebanan untuk masing-masing bahan bakar.....	46
Tabel 4.7. Data hasil perhitungan nilai finansial	10

## **DAFTAR LAMPIRAN**

**LAMPIRAN 1 : Laporan hasil pengujian Proksimat**

**LAMPIRAN 2 : Tabel hasil reaksi operasi generator Power Pallet**

**LAMPIRAN 3 : Gambar grafik hasil pengukuran tegangan, frekuensi dan daya keluaran dari setiap pembebanan**

**LAMPIRAN 4 : Dokumentasi langkah-langkah pengujian**

**LAMPIRAN 5 : Dokumentasi persiapan peralatan dan bahan baku**

**LAMPIRAN 6 : Gambar alat dan peralatan yang digunakan**

## INTISARI

Setiap unit gasifikasi memiliki karakteristik tertentu bergantung pada umpan biomassa yang akan mempengaruhi kemampuan kerja unit, dikarenakan hal tersebut maka dilakukanlah penelitian terhadap generator gasifikasi Power Pallet 10 kW untuk mengetahui unjuk kerja optimal unit, yang didapatkan dari nilai volume konsumsi bahan bakar dan kualitas daya keluaran terhadap variasi massa jenis bahan bakar dan tingkat pembebanan yang dilakukan.

Pada penelitian ini digunakan kayu Sengon, kayu Mahoni dan Pelet kayu sebagai umpan biomassa atau bahan bakar generator gasifikasi Power Pallet 10 kW. Variabel yang menjadi acuan pembandingan adalah massa jenis dari masing-masing bahan bakar serta kadar karbon yang terkandung di dalam setiap tipe bahan bakar.

Dari serangkaian penelitian dan pengkajian secara teori didapatkan dua langkah untuk pengoperasian generator gasifikasi Power Pallet yaitu penggunaan dua tipe bahan bakar dengan waktu penggunaan yang berbeda. Bahan bakar Sengon yang memiliki nilai laju aliran paling rendah dan memiliki waktu tempuh untuk mencapai  $T_{\text{tred}}$  paling cepat dapat digunakan sebagai bahan bakar tahap persiapan gasifikasi. Kemudian untuk tahap gasifikasi pembebanan daya listrik, dapat digunakan bahan bakar Mahoni karena memiliki nilai SFC rata-rata bahan bakar paling rendah. Dari hasil rekaman keluaran kualitas daya listrik, bahan bakar Mahoni memiliki nilai voltase tegangan dan frekuensi rata-rata daya listrik paling baik dan stabil terhadap variasi pembebanan antara beban daya 1 kW sampai 5 kW yang dilakukan.

**Kata kunci:** Gasifikasi, Power Pallet, unjuk kerja, pembebanan, SFC