

SKRIPSI

**PEMANFAATAN BIOMASSA (LIMBAH KAYU) SEBAGAI
PEMBANGKIT TERMOELEKTRIK**

*UTILIZATION OF BIOMASS (SAWN TIMBER) AS A
THERMOELECTRIC GENERATOR*



**Mudrikah
05021281419029**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

SUMMARY

MUDRIKAH. Utilization of Biomass (Sawn Timber) as a Thermoelectric Generator (Supervised by **RAHMAD HARI PURNOMO** and **ENDO ARGO KUNCORO**).

The objective of this research was to determine electrical energy produced by thermoelectric generator using biomass of sawn timber which consisted of acasia wood chips, gelam wood chips and rubber wood chips. It was conducted from September to December 2017. This research used Randomized Block Design with two treatment factors and three replications. The first factor was consisted of acasia wood chips (A_1), gelam wood chips (A_2) and rubber wood chips (A_3), whereas the second factor was consisted of fuel weights with magnitude of 50 g (B_1), 100 g (B_2) and 150 g (B_3). The observed parameters were combustion operation time (minute), combustion residual percentage (%), voltage (V), current (mA) and power (W).

The results showed that the shortest combustion operation time was found on A_2B_2 with magnitude of 10.37 minutes, whereas the longest operation time was found on A_1B_3 with magnitude of 15.33 minutes. The lowest combustion residual percentage was found on A_2B_2 with magnitude of 16.21%, whereas the highest combustion residual percentage was found on A_3B_2 with magnitude of 19.48%. The lowest voltage was found on A_1B_1 with magnitude of 2.20 V, whereas the highest voltage was found on A_1B_3 with magnitude of 2.60 V. The lowest current was found on A_1B_1 with magnitude of 1.83 mA, whereas the highest current was found on A_1B_3 with magnitude of 2.17 mA. The lowest power was found on A_1B_1 with magnitude of 4.01 Watt, whereas the highest power was found on A_1B_3 with magnitude of 5.63 Watt. Fuel types had significant effect on combustion residual percentage, voltage and power. Fuel weight had significant effect on combustion operation time, voltage, current and power. Interaction of fuel types and fuel weights had significant effect on all of observed parameters.

Key words: biomass, thermoelectric generator, Seebeck effect

RINGKASAN

MUDRIKAH. Pemanfaatan Biomassa (Limbah Kayu) Sebagai Pembangkit Termoelektrik (Dibimbing oleh **RAHMAD HARI PURNOMO** dan **ENDO ARGO KUNCORO**).

Penelitian ini bertujuan mengetahui energi listrik yang dihasilkan oleh generator termoelektrik dengan menggunakan berbagai biomassa (limbah kayu), yaitu tatal kayu akasia, tatal kayu gelam, dan tatal kayu karet. Penelitian dilaksanakan pada bulan September sampai dengan Desember 2017. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF) dengan 2 faktor perlakuan dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah tatal kayu akasia (A_1), tatal kayu gelam (A_2) dan tatal kayu karet (A_3), faktor kedua adalah bobot bahan bakar 50 g (B_1), 100 g (B_2) dan 150 g (B_3). Parameter yang diamati meliputi waktu operasi pembakaran (menit), persentase sisa pembakaran yang dihasilkan (%), tegangan (V), arus (mA) dan daya (W).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu operasional pembakaran paling singkat dihasilkan pada A_2B_2 yaitu 10,37 menit, sedangkan terlama pada A_1B_3 yaitu 15,33 menit. Persentase sisa pembakaran terendah terdapat pada A_2B_2 yaitu 16,21%, sedangkan tertinggi pada A_3B_2 yaitu 19,48%. Tegangan terendah dihasilkan pada A_1B_1 yaitu 2,20 V, sedangkan tertinggi pada A_1B_3 yaitu 2,60 V. Arus terendah dihasilkan pada A_1B_1 yaitu 1,83 mA, sedangkan tertinggi pada A_1B_3 yaitu 2,17 mA. Daya terendah dihasilkan pada A_1B_1 yaitu 4,01 Watt, sedangkan tertinggi pada A_1B_3 yaitu 5,63 Watt. Jenis bahan bakar berpengaruh nyata terhadap sisa pembakaran, tegangan, dan daya yang dihasilkan. Bobot bahan bakar berpengaruh nyata terhadap waktu operasi pembakaran, tegangan, arus dan daya yang dihasilkan. Interaksi jenis bahan bakar dan bobot bahan bakar berpengaruh nyata terhadap semua parameter pengamatan.

Kata kunci: biomassa, generator termoelektrik, efek Seebeck

SKRIPSI

**PEMANFAATAN BIOMASSA (LIMBAH KAYU) SEBAGAI
PEMBANGKIT TERMOELEKTRIK**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknologi Pertanian
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



Mudrikah
05021281419029

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

PEMANFAATAN BIOMASSA (LIMBAH KAYU) SEBAGAI PEMBANGKIT TERMOELEKTRIK

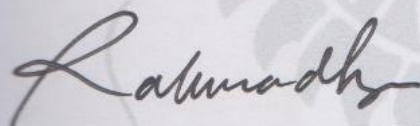
SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknologi Pertanian
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

Mudrikah
05021281419029

Pembimbing I



Ir. Rahmad Hari Purnomo, M.Si
NIP 195608311985031004

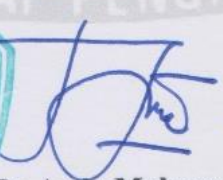
Indralaya, April 2018
Pembimbing II



Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr
NIP 196107051989031006

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian




Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc.
NIP 196012021986031003

Skripsi dengan Judul "Pemanfaatan Biomassa (Limbah Kayu) Sebagai Pembangkit Termoelektrik" oleh Mudrikah telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 17 April 2018 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

- | | | |
|---|------------|------------------------------------|
| 1. Ir. Rahmad Hari Purnomo, M.Si.
NIP 195608311985031004 | Ketua | (<i>Rahmad Hari Purnomo</i>) |
| 2. Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr.
NIP 196107051989031006 | Sekretaris | (<i>Endo Argo Kuncoro</i>) |
| 3. Prof. Dr. Ir. Tamrin Latief
NIP 196309181990031004 | Anggota | (<i>Tamrin Latief</i>) |
| 4. Farry Apriliano Haskari, S.TP, M.Si.
NIP 197604142003121001 | Anggota | (<i>Farry Apriliano Haskari</i>) |

Ketua Jurusan
Teknologi Pertanian

Indralaya, April 2018
Ketua Program Studi
Teknik Pertanian



Dr. Ir. Edward Saleh, M.S.
NIP 196208011988031002

(*Tri Tunggal*)
Dr. Ir. Tri Tunggal, M.Agr.
NIP 196210291988031003

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mudrikah

NIM : 05021281419029

Judul : Pemanfaatan Biomassa (Limbah Kayu) Sebagai Pembangkit Termoelektrik.

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing I dan II, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, April 2018



(Mudrikah)

RIWAYAT HIDUP

MUDRIKAH. Lahir pada tanggal 26 Maret 1997 di Kabupaten Muaro Jambi, Jambi. Anak bungsu dari empat bersaudara. Kedua orang tua penulis bernama H. Muhtar, S.Pdi (alm) dan Hj. Siti Ramlah, S.Pdi.

Riwayat pendidikan formal yang pernah ditempuh penulis yaitu Pendidikan sekolah dasar di SDN 50/IX Berembang selama 6 tahun dinyatakan lulus pada tahun 2008. Pendidikan menengah pertama di MTS Putri As'ad Olak Kemang Jambi selama 3 tahun dan dinyatakan lulus pada tahun 2011. Pendidikan menengah atas di SMAN Titian Teras H. Abdurrahman Sayoeti selama 3 tahun dinyatakan lulus pada tahun 2014.

Prestasi yang pernah diraih oleh penulis antara lain pada saat SD mendapatkan Juara dalam Fashion Show, pernah menjadi juara 3 pada perlombaan Hifzil Qur'an dan masuk dalam peringkat 1-3 besar. Pada saat Sekolah Menengah Pertama pernah menjabat sebagai Sekretaris Bidang Olahraga OSIS MTS Pi. As'ad Olak Kemang Jambi periode 2009/2010. Pada saat Sekolah Menengah Atas penulis pernah mengikuti kegiatan Perkemahan Susur Halang Rintang Pramuka (LSHRP) ke-IX se-Provinsi Jambi, pernah menjadi finalis pada Lomba Pidato Tingkat SLTA se-Provinsi Jambi Tahun 2012, pernah menjadi *participant in recognition during the "National English Olympiad"*, pernah menjadi Sangga Kerja Perkemahan Pramuka Penegak dan Pandega Putri Tingkat Nasional Tahun 2012, menjabat sebagai Sekretaris Bidang Keagamaan OSIS periode 2012/2013, pernah menjabat sebagai Ketua Rohani Islam (ROHIS) periode 2013/2014.

Penulis pada bulan Agustus 2014 tercatat sebagai mahasiswa pada Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Sriwijaya melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri. Penulis mengikuti berbagai organisasi kampus di perguruan tinggi Universitas Sriwijaya yaitu PRAMUKA, pernah dipercaya sebagai Sekretaris Bina Teknik Kepramukaan periode tahun 2015/2016. Alenia (Agriculture Media and Information) Pers Mahasiswa Sriwijaya sebagai anggota periode 2015/2016. IMATETANI (Ikatan Mahasiswa Teknik Pertanian) Universitas Sriwijaya sebagai

Sekretaris periode 2015/2016. HIMAJA (Himpunan Mahasiswa Jambi) Sumatera Selatan sebagai anggota periode 2014/2015

Penulis melaksanakan Praktek Lapangan di PT Indofood CBP Sukses Makmur (Tbk) Palembang pada bulan Oktober 2017. Penulis juga mengikuti program Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Panca Desa, Kecamatan Air Kumbang, Kabupaten Banyuasin pada bulan Mei sampai Juni 2017.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT atas karunia-Nya karena dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pemanfaatan Biomassa (Limbah Kayu) Sebagai Pembangkit Termoelektrik”**.

Limbah pertanian dalam jumlah besar di Indonesia yang kurang dimanfaatkan menyebabkan permasalahan yang cukup kompleks. Pemanfaatan limbah organik dapat dijadikan sebagai sumber energi panas yang dikonversi menjadi listrik secara langsung menggunakan generator termoelektrik. Oleh sebab itu dilakukan penelitian mengenai pemanfaatan limbah organik sebagai pembangkit termoelektrik.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada kepada Bapak Ir. Rahmad Hari Purnomo, M.Si dan Bapak Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknologi Pertanian (S.TP) dari Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca terutama mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian untuk melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir.

Indralaya, April 2018

Mudrikah

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan puji dan syukur kepada Allah SWT yang memberikan ridho dan rahmat-Nya, serta orang-orang yang berdedikasi selama masa perkuliahan penulis. Terima kasih yang tulus ini penulis sampaikan kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang tersayang yaitu Bapak H. Muhtar (alm) dan Ibu Hj. Siti Ramlah yang telah memberikan do'a, semangat dan motivasi secara spiritual, moril, dan materil dalam menyelesaikan studi dan mendapatkan gelar Sarjana Teknologi Pertanian.
2. Saudara penulis yakni Kak Dina, Tete Mas, Cik Mari dan Iki yang telah memberikan do'a, bantuan, dan motivasi secara spiritual dan materil kepada penulis.
3. Yth. Bapak Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya yang meluangkan waktu dan memberikan bantuan kepada penulis sebagai mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
4. Yth. Bapak Dr. Ir. Edward Saleh, M.S selaku Ketua Jurusan Teknologi Pertanian sekaligus pembahas dan penguji skripsi yang telah meluangkan waktu serta memberikan motivasi dan bimbingan kepada penulis selama menjadi mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian.
5. Yth. Bapak Hermanto, S.TP, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Teknologi Pertanian yang telah memberikan motivasi, bantuan, dan bimbingan kepada penulis selama menjadi mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian.
6. Yth. Bapak Dr. Ir. Tri Tunggal, M.Agr selaku Ketua Program Studi Teknik Pertanian dan Ibu Dr. Ir. Hj. Tri Wardani Widowati, M.P selaku Ketua Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, yang telah meluangkan waktu dan memberikan motivasi selama penulis menjadi mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian.
7. Yth. Bapak Ir. Rahmad Hari Purnomo, M.Si selaku pembimbing akademik, praktek lapangan sekaligus pembimbing pertama skripsi, serta Yth. Bapak Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr selaku pembimbing kedua skripsi yang telah meluangkan waktu serta memberikan semangat, kesabaran, nasihat, bantuan,

bimbingan, dan motivasi selama masa perkuliahan, perencanaan penelitian, hingga selesai.

8. Yth. Bapak Prof. Dr. Ir. Tamrin Latief dan Bapak Farry Aprilliano H, S.TP. M.Si selaku pembahas dan penguji skripsi yang telah memberikan motivasi, bimbingan, dan saran dalam penyusunan skripsi penulis.
9. Yth. seluruh Bapak/Ibu dosen Jurusan Teknologi Pertanian yang telah memotivasi, mendidik etika dalam bersosialisasi, serta membimbing, dan mengajarkan ilmu bidang Teknologi Pertanian selama kepada penulis.
10. Staf administrasi akademik kampus Pertanian Indralaya dan Palembang (Pak Udin, Pak Nanung, Kak Is, dan Mbak Siska), staf akademik dan laboratorium Jurusan Teknologi Pertanian (Kak Jhon, Kak Oji, Kak Hendra, Mbak Tika, Mbak Lisma, dan Mbak Elsa) atas segala bantuan yang telah diberikan.
11. Kak Eryc Carpanda yang selalu memberikan dukungan, bantuan, semangat motivasi, dan doa dalam setiap langkah kehidupan kampus sampai menyelesaikan tugas akhir ini.
12. Sahabat seperjuangan mulai dari pengenalan kehidupan kampus sampai saat ini, keluarga dan sahabat musyikareh : Debby, Della, Salma dan Selly. Sahabat seperjuangan skripsi : Putri, Jenny, Tomok, Erdan, Fifit, Kak Mutma, Mawaddah. Terimakasih telah membantu selama penelitian ini, memberikan semangat, memberikan dukungan dan berbagi suka duka, canda dan tawa selama masa kuliah ini.
13. Sahabat seperjuangan IATT Jambi : Ocak, Yuli, Tuti, Devi, Intan, Qoon, Nisa dan seluruhnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, terimakasih telah memberikan semangat dan motivasi serta membantu selama penelitian ini.
14. Pasukan Kure : Bg Ajiz, Bg Mitra, Bg Dika yang telah memberikan semangat, serta bantuan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir.
15. Seluruh keluarga besar PRAMUKA UNSRI atas kebersamaannya, memberikan motivasi, semangat dan menjadi rumah kedua yang tak terlupakan selama masa kuliah ini.
16. Keluarga KKN 87 Kelompok 3 Desa Panca Desa : Udok, Anik, Tia, Tessa, Dapdap dan seluruhnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu,

terimakasih telah memberikan semangat dan motivasi serta membantu selama penelitian ini.

17. Seluruh sahabat-sahabat angkatan 2014 terutama Prodi Teknik Pertanian, serta angkatan 2010 hingga 2017 yang telah memberikan semangat, motivasi, dan bantuan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhirnya.
18. Seluruh Mahasiswa Teknologi Pertanian angkatan 2013, 2014, 2015, 2016, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Indralaya, April 2018
Penulis

Mudrikah

DAFTAR ISI

	Halaman
SUMMARY	i
RINGKASAN	ii
HALAMAN JUDUL	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
LEMBAR PERSETUJUAN KOMISI PENGUJI	v
LEMBAR PERNYATAAN INTEGRITAS	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	ix
UCAPAN TERIMA KASIH	x
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Biomassa	4
2.1.1. Serbuk Kayu	5
2.1.1.1. Kayu Akasia (<i>Acacia mangium</i>)	6
2.1.1.2. Kayu Gelam (<i>Melaleuca leucandendra</i>)	7
2.1.1.3. Kayu Karet (<i>Hevea brasiliensis</i>)	8
2.2. Termoelektrik	9
2.2.1. <i>Thermoelectric Generator</i>	10
2.2.2. <i>Thermoelectric Cooling</i>	11
2.2.3. Efisiensi Modul Termoelektrik	12
2.3. Efek Termoelektrik	12
2.3.1. Efek Seebeck	12

	Halaman
2.3.2. Efek Peltier.....	14
2.3.3. Efek Thomson	15
2.4. Elemen Termoelektrik.....	16
2.4.1. <i>Figure of Merit</i>	17
2.4.2. Efisiensi, Perbedaan Suhu dan <i>Figure of Merit</i>	18
2.5. Spesifikasi Alat Generator Termoelektrik	19
BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN	20
3.1. Waktu dan Tempat	20
3.2. Alat dan Bahan.....	20
3.3. Metode Penelitian.....	20
3.4. Cara Kerja	24
3.4.1. Persiapan	24
3.4.2. Pendekatan Rancangan.....	24
3.4.2.1. Analisis Struktural	24
3.4.2.2. Analisis Fungsional	24
3.4.3. Pembuatan dan Perakitan Alat	25
3.4.4. Pengujian Alat.....	25
3.4.5. Pengolahan Data.....	25
3.5. Parameter Pengamatan	26
3.6. Analisis Teknis.....	26
3.6.1. Kadar Air.....	26
3.6.2. Waktu Operasi Pembakaran.....	26
3.6.3. Masukan Energi Panas	27
3.6.4. Presentase Sisa Pembakaran	27
3.6.5. Tegangan	27
3.6.6. Arus	27
3.6.7. Daya	28
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1. Waktu Operasi Pembakaran	29
4.2. Presentase Sisa Pembakaran yang Dihasilkan	32
4.3. Tegangan (V)	34

4.4. Arus (A)	38
4.5. Daya (Watt).....	40
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1. Kesimpulan	44
5.2. Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Susunan semikonduktor pada termoelektrik	10
Gambar 2.2. Diagram untai Seebeck A dan B adalah logam yang berbeda	13
Gambar 4.1. Nilai rata-rata waktu operasi pembakaran kombinasi perlakuan	29
Gambar 4.2. Nilai rata-rata sisa pembakaran untuk kombinasi perlakuan	32
Gambar 4.3. Nilai rata-rata tegangan untuk kombinasi perlakuan.....	35
Gambar 4.4. Nilai rata-rata arus untuk kombinasi perlakuan.....	38
Gambar 4.5. Nilai rata-rata daya untuk kombinasi perlakuan.....	40

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Potensi energi biomassa di Indonesia	4
Tabel 2.2. Komponen kimia serbuk kayu.....	6
Tabel 2.3. Nilai kalor rata-rata dari beberapa jenis bahan bakar.....	8
Tabel 2.4. Komposisi kimia kayu karet.....	9
Tabel 3.1. Kombinasi unit perlakuan	21
Tabel 3.2. Analisis Ragam pada Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF)	22
Tabel 4.1. Uji BNJ pengaruh bobot bahan bakar terhadap waktu operasi pembakaran (menit).....	30
Tabel 4.2. Uji BNJ pengaruh interaksi jenis bahan bakar dan bobot bahan bakar terhadap waktu operasi pembakaran (menit).....	31
Tabel 4.3. Uji BNJ pengaruh jenis bahan bakar terhadap sisa pembakaran (%)	33
Tabel 4.4. Uji BNJ pengaruh interaksi jenis bahan bakar dan bobot bahan bakar terhadap sisa pembakaran (%)	34
Tabel 4.5. Uji BNJ pengaruh jenis bahan bakar terhadap uji tegangan (V).....	36
Tabel 4.6. Uji BNJ pengaruh bobot bahan bakar terhadap tegangan (V).....	36
Tabel 4.7. Uji BNJ pengaruh interaksi jenis bahan bakar dan bobot bahan bakar terhadap tegangan (V).....	37
Tabel 4.8. Uji BNJ pengaruh bobot bahan bakar terhadap arus (A)	39
Tabel 4.9. Uji BNJ pengaruh interaksi jenis bahan bakar dan bobot bahan bakar terhadap arus (A)	39
Tabel 4.10. Uji BNJ pengaruh jenis bahan bakar terhadap daya (W).....	41
Tabel 4.11. Uji BNJ pengaruh bobot bahan bakar terhadap daya (W)	41
Tabel 4.12. Uji BNJ pengaruh interaksi jenis bahan bakar dan bobot bahan bakar terhadap daya (W).....	42

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram alir penelitian	49
Lampiran 2. Gambar teknik rangkaian alat pembangkit termoelektrik	50
Lampiran 3. Gambar teknik rangkaian simulasi alat pembangkit termoelektrik.....	51
Lampiran 4. Perhitungan kadar air bahan bakar sebelum dan sesudah dikeringkan	52
Lampiran 5. Nilai masukan energi panas masing-masing kayu.....	53
Lampiran 6. Perhitungan Anova dan uji BNJ waktu operasi pembakaran.....	55
Lampiran 7. Perhitungan Anova dan uji BNJ presentase sisa pembakaran (%)	59
Lampiran 8. Perhitungan Anova dan uji BNJ tegangan (V).....	63
Lampiran 9. Perhitungan Anova dan uji BNJ arus (A)	67
Lampiran 10. Perhitungan Anova dan uji BNJ daya (W).....	71
Lampiran 11. Data suhu saat pembakaran	75
Lampiran 12. Data perbedaan suhu, tegangan, arus dan daya saat Simulasi	77
Lampiran 13. Teladan Perhitungan.....	78
Lampiran 14. Dokumentasi penelitian.....	84

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Limbah merupakan sampah sisa produksi yang mengandung bahan-bahan yang dapat menimbulkan polusi dan dapat mengganggu kesehatan. Limbah atau sampah terdiri dari 2 jenis, yaitu limbah organik dan limbah anorganik. Limbah organik yang dihasilkan dari hari ke hari selalu bertambah. Indonesia merupakan negara agraris yang banyak menghasilkan limbah pertanian yang kurang dimanfaatkan. Menurut Syafii (1996), diantara biomassa yang terdapat di muka bumi, persentase terbesar adalah biomassa dalam bentuk kayu atau hutan, yaitu sekitar 90 milyar ton per tahun. Indonesia memiliki hutan tropis yang sangat luas dan setiap tahun diperkirakan terdapat limbah kayu sebanyak 25 juta ton yang terbuang dan belum dimanfaatkan. Jumlah energi yang terkandung dalam kayu itu besar, yaitu 100 milyar kkal setahun. Jumlah energi yang besar juga terdapat pada sekam padi, tongkol jagung, dan tempurung kelapa yang merupakan limbah pertanian dan perkebunan. Potensi limbah kayu di Indonesia sangat besar, karena Indonesia merupakan negara penghasil kayu dan memiliki industri perkayuan yang sangat banyak baik industri-industri berskala besar maupun industri-industri berskala kecil. Industri perkayuan yang sudah terdaftar diperkirakan sebanyak 1954 dan masih banyak industri kecil lainnya yang tidak terdaftar yang jumlahnya mencapai ribuan unit dan tersebar di pedesaan (Manurung dan Aritta, 1999). Limbah pengolahan kayu pada industri kecil di pedesaan belum dimanfaatkan secara optimal, sedangkan potensi limbah kayu gergajian tersebut sangat besar dan diperkirakan akan terus meningkat setiap tahunnya.

Produksi total kayu gergajian mencapai 2,6 juta m^3 per tahun dengan asumsi bahwa jumlah limbah yang terbentuk 54,24 % dari produksi total, sehingga akan dihasilkan limbah serbuk gergaji kayu sebanyak 1,4 juta m^3 per tahun (Pari, 2002). Biomassa (bahan organik) dapat digunakan untuk menyediakan panas, membuat bahan bakar, dan membangkitkan energi listrik. Biomassa dibakar secara langsung dan menghasilkan suhu tertentu yang bisa dikonversi menjadi energi listrik. Semakin tinggi suhu pembakaran semakin tinggi pula tegangan listrik yang

dihasilkan. Nilai dari suhu pembakaran yang tinggi dipengaruhi oleh nilai kalor dari bahan yang digunakan sehingga limbah pertanian dapat menghasilkan energi kalor sekitar 6.000 kal/g (Pari, 2002). Pemanfaatan limbah biomassa akan memberikan pilihan kepada masyarakat menyangkut pemenuhan sumber energi yang ekonomis dan menguntungkan. Limbah biomassa mengandung bahan organik yang tinggi (selulosa, hemiselulosa, dan lignin) dan memiliki kadar energi yang tinggi, oleh karena itu limbah biomassa sangat tepat dimanfaatkan sebagai sumber energi potensial yang dapat diperbarui berdasarkan keuntungan *recovery* energi dan proteksi lingkungan (Lehman, 2007).

Pemanfaatan energi untuk skala rumah tangga telah banyak dilakukan antara lain pembangkitan listrik dengan tenaga panas matahari berbasis teknologi mesin Stirling (Syafriyudin *et al.*, 2013). Teknologi yang lain untuk proses konversi panas menjadi listrik langsung menggunakan *Thermoelectric generator* (TEG) yang sumber energinya dapat menggunakan limbah panas dan merupakan salah satu teknologi hijau yang dibutuhkan sebagai alternatif sumber energi masa depan (Rowe, 2006). Teknologi ini bisa digunakan sebagai alternatif pembangkitan listrik yang potensial karena mempunyai beberapa keunggulan, yaitu dapat diandalkan keawetannya, tanpa suara saat dioperasikan karena tidak memiliki bagian mekanik yang bergerak, tidak membutuhkan pemeliharaan, sederhana, kompak dan aman, memiliki ukuran yang sangat kecil dan sangat ringan, mampu beroperasi pada suhu tinggi, mampu beroperasi untuk skala kecil dan lokasi terpencil, ramah lingkungan, dan sumber energi yang fleksibel. Generator adalah sebuah alat yang dapat mengubah energi gerak menjadi energi listrik, sedangkan termoelektrik adalah teknologi yang bekerja dengan mengkonversi energi panas menjadi listrik secara langsung (generator termoelektrik), atau sebaliknya, dari listrik menghasilkan energi dingin (pendingin termoelektrik). Konversi energi karena beda suhu menjadi energi listrik disebut sebagai efek Seebeck. Prinsip kerja dari termoelektrik adalah dengan berdasarkan efek Seebeck yaitu “jika 2 buah logam yang berbeda disambungkan salah satu ujungnya, kemudian diberikan suhu yang berbeda pada sambungan, maka terjadi perbedaan tegangan pada ujung yang satu dengan ujung yang lain” (Manewan, 2009). Berdasarkan beberapa uraian permasalahan yang ada

perlu dilakukan penelitian tentang pemanfaatan limbah organik sebagai pembangkit termoelektrik.

1.2. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui energi listrik yang dihasilkan oleh generator termoelektrik dengan menggunakan berbagai jenis limbah organik (tatal kayu akasia, tatal kayu gelam dan tatal kayu karet).

DAFTAR PUSTAKA

- Adrian, R., 2008. Perancangan Awal dan Manufaktur Thermoelectric Generator Menggunakan Dua Belas Modul Thermoelctric Untuk Aplikasi Kendaraan Hybrid. *Jurnal Teknologi*, 13 (2), 53-58.
- Andriyanto, D.A., 2015. *Pemanfaatan Modul Termoelektrik Generator Untuk Mengisi Baterai Ponsel*. Skripsi, Universitas Kristen Satya Wacana. Diponegoro.
- Arsad, E., 2014. Sifat Fisik dan Kimia Wood Pellet dari Limbah Industri PerKayuan Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 6 (1): 1-8.
- Astuti, D., 2013. Pengaruh Variasi Tekanan pada Pembuatan Biobriket dengan Bahan Baku Daun Pisang dan Tempurung Kelapa. Laporan Akhir. Teknik Kimia. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Atria, M. Yuli, M. dan Sutrisna., 2002. Optimasi Beberapa Faktor Fisik Terhadap Laju Degradasi Sellulosa Kayu Albasia dan Karbonsimetil. *Jurnal Nature*, 14 (2).
- Belonio, A.T., 2005. *Rice Husk Gas Stove Handbok*. Appropriate Technology Center, Department of Agricultural Engineering and Environmental Management, College of Agriculture, Central Philippine University, Iloilo City. Philippines.
- Boerhendy, I. dan Agustina., 2006. *Potensi Pemanfaatan Kayu Karet untuk Mendukung Peremajaan Perkebunan Karet Rakyat*. Balai Penelitian Sembawa. Pusat Penelitian Karet : Palembang.
- Daryono, H., 2009. Potensi Permasalahan dan Kebijakan yang Diperlukan dalam Pengelolaan Hutan dan Lahan Rawa Gambut Secara Lestari. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, Vol.6, Hlm. 71-101.
- Faizal, M. Andynapratiwi, I. dan Putri, P.D.A., 2014. Pengaruh Komposisi Arang dan Perekat Terhadap Kualitas Biobriket dari Kayu Karet. *Teknik Kimia*, 20 (2).
- Frederick, A., 2002. *Use Application and Testing of Hi-Z Thermoelectric Modules*. Inc California : Hi-Z Technology.

- Haruni, K. Kallio, M. dan Kanninen, M., 2011. *Acacia mangium Willd. Ekologi, Silvikultur dan Produktivitas*. Center for International Forestry Research. Bogor.
- Junaidi, A.B. dan Yunus, R., 2009. Kajian Potensi Tumbuhan Gelam (*Melaleuca cajuputi powell*) untuk Bahan Baku Industri Pulp : Aspek Kandungan Kimia Kayu. *Jurnal Hutan Tropis Borneo*, 28 (10) : 284-291.
- Kadir, A., 1995. *Energi : Sumberdaya, Inovasi, Tenaga Listrik, Potensi Ekonomi*. UI Press. Jakarta.
- Lehman, J., 2007. Bio-Energy in The Black Concepts and Question. *Front Ecology Environment*, 5, 381–387.
- Manewan, S., 2009. Thermoelectric Power Generation System Using Waste Heat from Biomass Drying. *Journal Electronic Materials*, 38 (7).
- Manurung, T. dan Aritta, S., 1999. *Prospek Industri Perakayuan Indonesia dalam Era Ekolabel*. Makalah Diskusi Panel. Yayasan WWF Indonesia : Jakarta.
- Mulato, dan Waluyono, K., 1986. *Panduan Lengkap Karet*. Niaga Swadaya : Jakarta.
- National Research Council., 1983. *Nutrient requirements of warmwater fishes and shellfishes*. National Academy of Science Press, Washington DC.
- Nisandi., 2007. Pengolahan dan Pemanfaatan Sampah Organik Menjadi Briket Arang dan Asap Cair. *Seminar Nasional Teknologi*, Yogyakarta 1977-1978.
- Pari, G., 2002. *Teknologi Alternatif Pemanfaatan Limbah Industri Pengolahan Kayu*. Makalah Falsafah Sains. Institut Pertanian Bogor.
- Pandit, I. dan Kurniawan, D., 2008. *Anatomi Kayu : Struktur Kayu, Kayu Sebagai Bahan Baku dan Ciri Diagnostik Kayu Perdagangan Indonesia*. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor : Bogor.
- Purnomo, R.H. Hower, H. dan Padya, I.R., 2015. Pemanfaatan Limbah Biomassa untuk Briket Sebagai Energi Alternatif. *Prosiding Seminar Agroindustri dan Lokakarya Nasional FKPT-TPI*. Universitas Sriwijaya.
- Rosyid, J., 1994. *Pola Tanam Perkebunan Karet Rakyat*. Balai Penelitian Sembawa : Palembang.

- Rowe, D.M., 2006. *Thermoelectric Handbook Macro to Nano* (Editor) . Boca Raton FL: CRC Press.
- Rusyana, A., 2011. *Pengembangan Program Perkuliahan Zoologi Invertebrata Berbasis Keterampilan Berpikir Kritis-Kreatif*. Pedagogik Praktis yang Berkualitas. (PP. 203-204). Bandung: Rizqi Press.
- Silalahi., 2000. *Penelitian Pembuatan Briket Kayu dari Serbuk Gergajian Kayu*. Bogor : Hasil Penelitian Industri DEPERINDAG.
- Srisuwan, W., 2011. *Comparative Investigation Of Thermoelectric Power and Cooling Modules*. Experimental Techniques.
- Sutiya, B., 2002. Kandungan Kimia Kayu *Acacia crassaicarpa* A. Cunn. Ex Benth. Pada Berbagai Umur. Buletin Kehutanan, 50: 23-30.
- Syafii, W., 1996. Tantangan Menghadapi Problema Kebutuhan Energi Masa Depan. Jurnal Teknologi Hasil Hutan. 1 (9).
- Syafriyudin, Susastriawan, Sabdulah, M. and Gulo, F., 2013. Pembangkit Listrik Tenaga Panas Matahari Berbasis Mesin Striling untuk Skala Rumah Tangga. *Jurnal Teknologi*, 6 (2), 187-192.
- Terry, H., 2006. *Engineering Scoping Study of Thermoelectric Generator System For Industrial Waste Heat Recovery*. Industrial Teknologi Program : U.S Department of Energy.
- Wibowo, A. Zulfah, Anggianto, P., 2011. Analisa Sistem Pembangkit Thermoelektrik dengan Rangkaian Pararel Pada Pemanfaatan Panas Buang Mesin Toyota Corolla Efi. Journal Engineering. Universitas Pancasakti Tegal, 1 (2).
- Willson, T., 2005. *Generating Light From Stoves Using a Thermoelectric Generator*. Engines and Energy Conversion Laboratory : Department of Mechanical Engineering Colorado State University.
- Windyasari, N., 2004. *Penggunaan Kadar Lignin Pada Proses Pembuatan Pulp dari Kayu Lamtorogung dengan Proses Asam Asetat-Ethyl Asetat*. UPN Veteran : Jawa Timur.