

**ANALISIS POTENSI ENERGI LIMBAH AREN
DENGAN VARIASI KOMPOSISI SEBAGAI *REFUSE DERIVED FUEL*
(*RDF*)**



SKRIPSI

Oleh :

SRI LASMINI

K2513062

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

Juli 2017

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sri Lasmini

NIM : K2513062

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Menyatakan bahwa skripsi saya berjudul “ANALISIS POTENSI ENERGI LIMBAH AREN DENGAN VARIASI KOMPOSISI SEBAGAI *REFUSE DERIVED FUEL (RDF)*” ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Selain itu, sumber informasi yang dikutip dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Apabila pada kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan saya.

Surakarta, Juli 2017

Saya membuat pernyataan



Sri Lasmini

**ANALISIS POTENSI ENERGI LIMBAH AREN
DENGAN VARIASI KOMPOSISI SEBAGAI *REFUSE DERIVED FUEL*
(*RDF*)**

Oleh :

**SRI LASMINI
K2513062**

Skripsi

**Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan mendapatkan gelar
Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

Juli 2017

PERSETUJUAN

Nama : Sri Lasmini

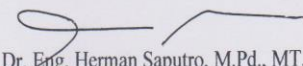
NIM : K2513062

Judul Skripsi : Analisis Potensi Energi Limbah Aren dengan Variasi
Komposisi sebagai *Refuse Derived Fuel* (RDF).

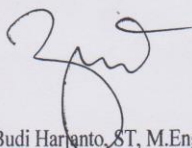
Skripsi ini telah disetujui untuk dipertahankan dihadapan Tim Penguji
Skripsi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret
Surakarta.

Persetujuan Pembimbing

Pembimbing I,


Dr. Eng. Herman Saputro, M.Pd., MT.
NIP. 198208112006041001

Pembimbing II,


Budi Harjanto, ST, M.Eng.
NIP. 197901162005011001

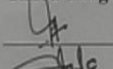
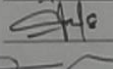
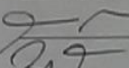
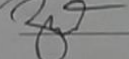
PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Sri Lasmini
NIM : K2513062
Judul skripsi : Analisis Potensi Energi Limbah Aren dengan Variasi Komposisi sebagai *Refuse Derived Fuel (RDF)*

Skripsi ini telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta pada hari Senin 31 Juli 2017 dengan hasil LULUS dan revisi 2 bulan.

Skripsi telah direvisi dan mendapat persetujuan dari Tim Penguji.

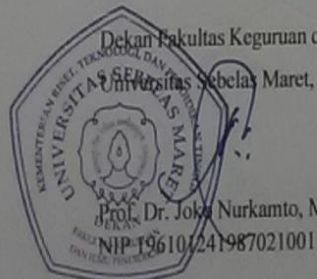
Persetujuan hasil revisi oleh Tim Penguji:

| | Nama Penguji | Tanda Tangan | Tanggal |
|------------|-------------------------------------|--|-----------|
| Ketua | Yuyun Estriyanto, ST., MT. |  | 22/8/2017 |
| Sekretaris | Dr. Indah Widiastuti, ST, M.Eng |  | 2/8/17 |
| Anggota 1 | Dr. Eng. Herman Saputro, M.Pd., MT. |  | 7/8/2017 |
| Anggota 2 | Budi Harjanto, ST, M.Eng. |  | 12/8/17 |

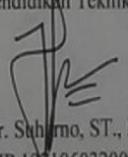
Skripsi disahkan oleh Kepala Program Studi Pendidikan Teknik Mesin pada,

Hari : Senin
Tanggal : 4 September 2017

Mengesahkan,



Kepala Program Studi
Pendidikan Teknik Mesin,


Dr. Suharmo, ST., MT.
NIP 1971060320006041001

ABSTRAK

Sri Lasmini. K2513062. **ANALISIS POTENSI ENERGI LIMBAH AREN DENGAN VARIASI KOMPOSISI SEBAGAI REFUSE DERIVED FUEL (RDF)**. Skripsi, Surakarta: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Juli 2017.

Eksploitasi energi fosil menyebabkan berkurangnya sumber energi fosil yang diperkirakan akan segera habis. Pemanfaatan energi terbarukan hanya sebesar 4,07 % sehingga belum bisa menggantikan kebutuhan energi seluruhnya. Sumber energi biomassa sangat potensial sebagai sumber energi terbarukan salah satunya adalah limbah aren yang dapat dijadikan *RDF*. *RDF* adalah pemanfaatan limbah menjadi bahan bakar. Keberadaan limbah aren di Dusun Bendo yang menghasilkan 50 ton limbah per hari sangat potensial dijadikan sebagai *RDF*. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis potensi energi limbah aren dengan variasi komposisi sebagai *Refuse Derived Fuel (RDF)*.

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Variabel yang diambil dalam penelitian ini adalah variasi komposisi, nilai kalor, kadar air, kadar volatil dan kadar abu. Variasi komposisi yang digunakan adalah antara limbah aren dengan tempurung kelapa dan limbah aren dengan plastik, dengan 5 rasio (1:9, 2:8, 3:7, 4:6 dan 5:5). Pengambilan data menggunakan *bomb calorimeter* untuk nilai kalori dan perhitungan berdasarkan *ASTM D-3173* untuk kadar air, *ASTM E-897-88* untuk kadar volatil dan *ASTM E-830-87* untuk kadar abu.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah aren berpotensi dimanfaatkan sebagai *RDF* dengan variasi komposisi tempurung kelapa atau plastik. Hasil pengujian nilai kalor *RDF* yang paling optimum adalah *RDF* dengan variasi komposisi plastik dengan rasio 5:5 yaitu 6311,26 *kal/gr* dan campuran tempurung kelapa dengan rasio 5:5 yaitu 3909,67 *kal/gr*. Analisis potensi pemanfaatan *RDF* sebagai energi listrik daya listrik terbesar yakni 11,009 *MW* per jam, 264,21 *MW* per hari dan 96,43 *GW* per tahun dengan asumsi bahan bakar 1.500 *kg* per jam.

Kata Kunci : limbah aren, *RDF*, nilai kalor, potensi energi.

ABSTRACT

*Sri Lasmini. K2513062. **The Potential Energy Analysis of Palm Solid Waste as Refuse Derived Fuel (RDF) with Different Composition.** Thesis, Surakarta : Faculty of Teacher Training and Education, Sebelas Maret University Surakarta, July 2017.*

The fossil energy exploitation caused lessened of fossil energy resources in the short time. Adult, the usage of renewable energy reach 4,07 % from the total of energy needed in the world, this amount totally bit from the effort to minimize the fossil energy used. Biomass Energy is the one potential energy alternative which has a lot available around us to replace fossil energy dependence, specially the use of palm solid waste biomass. The palm solid waste across pelletitation process as Refuse Derived Fuel (RDF). Bendo Village has potential Palm solid waste resources as RDF with big production approximately 50 Ton in a day. The aim of this research to analysis the Palm solid waste potential energy as Refuse Derived Fuel with different composition.

This is experimental research. This research method use different composition, caloric value, dry moisture, volatil mater, and ash as variable. Palm solid waste is mixed with plastic and coconut shell with 5 ratio different (1:9 ; 2:8 ; 3:7 ; 4:6 ; 5:5). Data collection using bomb calorimeter for calorific value and calculation based on ATM D-3173 for moisture content, ASTM E-897-88 for volatile matter and ASTM E-830-87 for ash content.

Result of this research show that palm waste could potentially be utilized as RDF with variation of coconut shell or plastic composition. The most optimum RDF calorie value test result was RDF with variation of pastic composition with 5:5 ratio 6311,26 cal/gram and coconut shell mixture with ratio 5:5 3909,67 cal/gram. The analisys of RDF utilization potential as the biggest electric power electric energy is 11,009 MW a hour, 264,21 MW a day, and 96,43 GW a year with the assumption of 1,500 kg a hour.

Keyword : *Palm Solid Waste, Refuse Derived Fuel (RDF), Calorie Value, Biomass Energy Potential*

MOTTO

Man Jadda Wa Jada

(Siapa yang bersungguh-sungguh akan berhasil)

Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sehingga mereka
mengubah keadaan pada diri mereka.

(QS. Ar-Ra'd : 11)

“Niat dan komitmen adalah hal yang paling mendasari bagaimana kita akan
bertindak, bagaimana kita akan berusaha dan bagaimana kita akan berjuang,
berjuang meraih segala impian dalam kebaikan.”

(Sri Lasmini)

PERSEMBAHAN

Puji syukur senantiasa peneliti panjatkan kehadirat Allah SWT, atas izin dan kuasa-Nya, sehingga akhirnya peneliti dapat mempersembahkan skripsi ini untuk:

Ibu dan Ayah Tercinta

“Terimakasih telah memberikan semangat, motivasi, dan doa serta selalu menyertaiku saat keadaan susah dan senang.

Keluarga Besar

“Terimakasih semangat, bimbingan, doa dan dukungan yang kalian berikan kepadaku.”

Tim Skripsi Gasifikasi

“Terimakasih atas dukungan dan kerjasamanya, terimakasih telah kebersamai dan saling membantu dalam menyelesaikan skripsi ini. Hambatan tidak akan mengalahkan kita karena kita satu, maju bersama mengalahkan semua hambatan itu.”

Sahabatku

“Terimakasih semuanya, kalian yang selalu memberikan masukan dan dorongan motivasi dalam hidupku.”

Pejuang Skripsi PTM 2013

“Terimakasih telah menjadi keluarga dan sahabat yang hebat selama 4 tahun, perjuangan kita belum selesai sampai disini.”

Almamaterku

KATA PENGANTAR

Segala puja dan puji senantiasa peneliti panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayat-Nya. Atas kehendak-Nya peneliti dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **”ANALISIS POTENSI ENERGI LIMBAH AREN DENGAN VARIASI KOMPOSISI SEBAGAI *REFUSE DERIVED FUEL (RDF)*.”**

Skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian dari persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Peneliti menyadari bahwa terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak. Untuk itu, peneliti menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Joko Nurkamto, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Dr. Suharno, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Dr. Eng. Herman Saputro, M.Pd., MT selaku Pembimbing I, yang selalu memberikan bimbingan dalam penyusunan skripsi.
4. Budi Harjanto, ST, M.Eng selaku Pembimbing II, yang selalu memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Semua pihak yang turut membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak mungkin disebutkan satu persatu.

Peneliti menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan peneliti. Meskipun demikian, peneliti berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan pengembangan ilmu.

Surakarta, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| HALAMAN PERNYATAAN | ii |
| HALAMAN PENGAJUAN | iii |
| HALAMAN PERSETUJUAN | iv |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | v |
| HALAMAN ABSTRAK..... | vi |
| HALAMAN <i>ABSTRACT</i> | vii |
| HALAMAN MOTTO | viii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | ix |
| KATA PENGANTAR | x |
| DAFTAR ISI..... | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xv |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| A. Latar Belakang Masalah | 1 |
| B. Identifikasi Masalah | 3 |
| C. Pembatasan Masalah..... | 4 |
| D. Perumusan Masalah | 4 |
| E. Tujuan Penelitian | 4 |
| F. Manfaat Penelitian | 4 |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA, KERANGKA BERPIKIR DAN HIPOTESIS | |
| A. Kajian Pustaka | 6 |
| B. Kerangka Berpikir | 11 |
| C. Hipotesis | 11 |
| BAB III METODE PENELITIAN | |
| A. Tempat dan Waktu Penelitian | 12 |
| B. Desain Penelitian | 12 |

| | |
|---|-----------|
| C. Teknik Pengumpulan Data | 13 |
| D. Teknik Analisis Data | 21 |
| E. Prosedur Penelitian | 21 |
| BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN | |
| A. Hasil Penelitian | 26 |
| B. Pembahasan | 30 |
| BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, SARAN | |
| A. Simpulan | 40 |
| B. Implikasi | 40 |
| C. Saran | 41 |
| DAFTAR PUSTAKA | 42 |
| LAMPIRAN | 44 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|--|---------|
| 2.1. Pohon Aren | 6 |
| 2.2. Diagram Tahapan Proses Pembuatan Tepung Pati Aren | 7 |
| 2.3. Limbah aren di Bantaran Sungai | 8 |
| 3.1. Limbah Aren | 16 |
| 3.2. Tempurung Kelapa | 16 |
| 3.3. Limbah Plastik | 16 |
| 3.4. Air | 16 |
| 3.5. Kanji | 16 |
| 3.6. Pencetak RDF | 17 |
| 3.7. Oven | 17 |
| 3.8. <i>Furnace</i> | 17 |
| 3.9. <i>Bomb Calorimeter</i> | 18 |
| 3.10. Timbangan Ketelitian 0,1 dan 0,001 | 18 |
| 3.11. <i>Mesh</i> | 18 |
| 3.12. Kompor <i>Portable</i> | 19 |
| 3.13. Gelas Ukur | 19 |
| 3.14. Cawan | 19 |
| 3.15. Desikator | 20 |
| 3.16. Penjepit | 21 |
| 3.17. Lumpang dan Alu | 21 |
| 3.18. Rancangan Penelitian | 22 |
| 4.1. <i>RDF</i> Variasi Tempurung Kelapa, | 26 |
| 4.2. <i>RDF</i> Variasi Plastik | 26 |
| 4.3. <i>RDF</i> Variasi Tanpa Campuran | 26 |
| 4.4. Hubungan antara Waktu Pengeringan <i>RDF</i> Variasi Tempurung Kelapa terhadap Massa | 31 |
| 4.5. Hubungan antara Waktu Pengeringan <i>RDF</i> Variasi Plastik terhadap Massa | 31 |

| | | |
|-----|----------------------------|----|
| 4.6 | Grafik Nilai Kalor | 32 |
| 4.7 | Grafik Kadar Air | 33 |
| 4.8 | Grafik Kadar Volatil | 34 |
| 4.9 | Grafik Kadar Abu | 35 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---|---------|
| 1.1. Sumber daya energi baru dan terbarukan..... | 2 |
| 2.1. Klasifikasi <i>RDF</i> | 9 |
| 2.2. Jenis Sampah <i>RDF</i> dan Nilai Kalor. | 10 |
| 2.4. Parameter untuk Bahan Baku <i>RDF</i> terhadap Standar Internasional. | 11 |
| 3.1. Data yang Diperlukan | 13 |
| 4.1. Lama Pengeringan <i>RDF</i> Variasi Tempurung Kelapa | 27 |
| 4.2. Lama pengeringan <i>RDF</i> Variasi Plastik..... | 27 |
| 4.3. Nilai Kalor Campuran Tempurung Kelapa dan Plastik | 28 |
| 4.4. Nilai Kadar Air..... | 28 |
| 4.5. Nilai Kadar Volatil..... | 29 |
| 4.6. Kadar Abu.. | 30 |
| 4.7. Perbandingan Kualitas <i>RDF</i> dengan Standar Internasional | 36 |
| 4.8. Perbandingan Potensi Nilai Kalor <i>RDF</i> dengan Industri Semen | 38 |
| 4.9. Potensi Energi Limbah Aren per jam..... | 39 |
| 4.10. Potensi Energi Limbah Aren per hari..... | 39 |
| 4.11. Potensi Energi Limbah Aren per tahun..... | 39 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Halaman |
|--|---------|
| 1. Hasil Pengujian Kalor..... | 42 |
| 2. Kadar Air | 46 |
| 3. Kadar Volatil..... | 47 |
| 4. Kadar Abu | 48 |
| 5. Potensi Energi Limbah Aren per jam..... | 49 |
| 6. Potensi Energi Limbah Aren per hari | 50 |
| 7. Potensi Energi Limbah Aren per tahun..... | 51 |
| 8. Surat Permohonan Izin Menyusun Skripsi Kepada Wakil Dekan I | 52 |
| 9. Surat Keputusan Dekan FKIP UNS Tentang Izin Menyusun Skripsi | 53 |
| 10. Surat permohonan Izin Penelitian Kepada Kepala Bengkel Prodi | 54 |
| 11. Surat permohonan Izin Penelitian di Laboratorium MIPA UNS | 55 |
| 12. Dokumentasi Penelitian | 56 |