

PENGARUH VARIASI TEKANAN PADA BRIKET ARANG CANGKANG
KELAPA SAWIT DENGAN PEREKAT TEPUNG KANJI MENGGUNAKAN
METODE *THERMOGRAVIMETRIC ANALYSIS* (TGA) TERHADAP NILAI
KARAKTERISTIK PEMBAKARAN BRIKET

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Strata-1 pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh :

Wahyu Bintang Nugraha

2012 013 0178

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA

2017

PERNYATAAN



Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wahyu Bintang Nugraha

NIM : 2012 013 0178

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul: Pengaruh Variasi Tekanan Pada Briket Arang Cangkang Kelapa Sawit Dengan Perikat Tepung Kanji Menggunakan Metode Thermogravimetri Analysis (TGA) Terhadap Nilai Karakteristik Pembakaran Briket adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik bila ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Yogyakarta, 27 Oktober 2017

Yang menyatakan,

(Wahyu Bintang Nugraha)

NIM. 2012 013 0178

MOTTO

“Sebesar apapun masalah yang dihadapi, masih ada Tuhan yang lebih besar”

(Wahyu Bintang Nugraha)

“Menuntut ilmu adalah taqwa, Menyampaikan ilmu adalah ibadah, Mengulang – ulang ilmu adalah dzikir, Mencari ilmu adalah jihad”

(Imam Al Ghozali)

“Ilmu lebih baik daripada harta. Ilmu menjaga engkau dan engkau menjaga harta. Harta itu berkurang apabila digunakan tetapi ilmu bertambah apabila digunakan”

(Khalifah Ali bin Abi Thalib)

“Jangan kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus asa dari rahmat Allah, melainkan kaum yang kafir”

(terjemahan Q.S Yusuf : 87)

PERSEMBAHAN



Dengan penuh rasa syukur, tugas akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Bapak dan Ibuku tercinta, Sriyono S.Pd. dan Siti Kusdiyah Suprihatin., Terimakasih atas didikan, kasih sayang, kesabaran, kepercayaan dan dukunganmu selama ini, sehingga aku mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini. Dimasa depan kelak aku akan membuatmu bangga dengan karya-karyaku.
2. Ariza Primadini, S.Pd., dan Johan Adhi Priyono kakak dan adikku yang telah memberikan motivasi untuk sukses semuda mungkin, saya harap kalian lebih sukses daripada saya saat ini, semoga kalian bisa meraih apa yang kalian cita-citakan.
3. Novi Caroko, S.T., I.P.P., M.Eng. dan Wahyudi, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing, terima kasih atas bimbingan bapak sehingga saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini sampai selesai.
4. Ir. Sudarja, M.T. Selaku dosen penguji Tugas Akhir.
5. Teman-teman Teknik Mesin UMY angkatan 2012 dan semua angkatan yang selalu memberi dukungan satu sama lain “M Forever”.

KATA PENGANTAR



Puji serta syukur penyusun ucapkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Variasi Tekanan Pada Briket Arang Cangkang Kelapa Sawit Dengan Perkat Tepung Kanji Menggunakan Metode *Thermogravimetric Analysis* (TGA) Terhadap Nilai Karakteristik Pembakaran Briket”. Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan akademis menyelesaikan Program Strata-1 pada Jurusan Teknik mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penyusun sangat berharap tugas akhir ini dapat menjadi solusi untuk mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap hasil olahan bahan bakar fosil dan beralih pada bahan bakar alternatif. Selain itu, melimpahnya sumber daya alam di Indonesia mampu dikembangkan menjadi energi alternatif yang bersifat *renewable*.

Karena keterbatasan ilmu pengetahuan dan pengalaman, penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam Tugas Akhir ini. Dengan demikian penyusun mengharapkan adanya kritik, saran, dan masukan yang sifatnya membangun dari pembaca. Penyusun juga berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan khususnya penyusun sendiri.

Yogyakarta, 27 Oktober 2017
Penyusun,

(Wahyu Bintang Nugraha)

NIM. 2012 013 0178

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR | ii |
| PERNYATAAN | iii |
| MOTTO | iv |
| PERSEMBAHAN | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiv |
| DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN | xv |
| INTISARI..... | xvi |
| ABSTRACT..... | xvii |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3. Batasan Masalah | 4 |
| 1.4. Tujuan Penelitian | 5 |
| 1.5. Manfaat Penelitian | 5 |
| 1.6. Metode Penyusunan | 5 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI | 6 |
| 2.1. Tinjauan Pustaka | 6 |
| 2.2. Dasar Teori | 9 |
| 2.2.1. Biomassa | 9 |
| 2.2.2. Limbah Kelapa Sawit | 10 |
| 2.2.3. Pemanfaatan Energi Biomassa | 10 |
| 2.2.4. Pirolisis | 11 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2.5. Bahan Perekat | 13 |
| 2.2.6. Pembriketan Arang | 14 |
| 2.2.7. Pembakaran | 15 |
| 2.2.8. Tujuan Pembakaran | 16 |
| 2.2.9. Pembakaran Bahan Bakar Padat | 17 |
| 2.2.10. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pembakaran | |
| Bahan Bakar Padat | 19 |
| 2.2.11. <i>Thermogravimetric Analysis</i> (TGA) | 20 |
| 2.2.12. Nilai Kalor | 22 |
| 2.2.13. Energi Aktivasi (E_a) | 23 |
| 2.2.14. Karakteristik Pembakaran Bahan Bakar Padat | 24 |
| | |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 26 |
| 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian | 26 |
| 3.2. Bahan Penelitian | 26 |
| 3.3. Peralatan Penelitian | 26 |
| 3.3.1. Alat Pirolisis | 26 |
| 3.3.2. Alat Uji Pembakaran | 27 |
| 3.3.3. Alat Uji Proksimat | 32 |
| 3.3.4. Alat Pendukung | 34 |
| 3.4. Prosedur Penelitian | 36 |
| 3.4.1. Persiapan Bahan | 38 |
| 3.4.2. Proses Pirolisis | 38 |
| 3.4.3. Pembriketan Arang | 38 |
| 3.4.4. Uji Pembakaran Briket | 39 |
| | |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 40 |
| 4.1. Analisis Proksimat | 40 |
| 4.1.1. Hubungan Tekanan pembriketan Terhadap densitas briket | 40 |
| 4.1.2. Kadar Air | 41 |
| 4.1.3. Kadar Zat Mudah Menguap | 42 |

| | |
|--|----|
| 4.1.4. Kadar Abu (<i>Ash Content</i>) | 44 |
| 4.1.5. Kadar Karbon Terikat (<i>Fixed Carbon</i>) | 45 |
| 4.2. Nilai Kalor | 46 |
| 4.3. Analisis Karakteristik Pembakakaran | 47 |
| 4.3.1. Pengaruh Tekanan Pembriketan Terhadap Waktu Pembakaran | 47 |
| 4.3.2. Nilai ITVM (<i>Initiation Temperature of Volatile Matter</i>) | 48 |
| 4.3.3. Nilai ITFC (<i>Initiation Temperature of Fixed Carbon</i>) | 49 |
| 4.3.4. Nilai PT (<i>Peak of weight loss rate Temperature</i>) | 50 |
| 4.3.5. Nilai BT (<i>Burning Out Temperature</i>) | 51 |
| 4.4. Nilai Energy Aktivasi (<i>Ea</i>) | 52 |
| | |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 54 |
| 5.1. Kesimpulan | 54 |
| 5.2. Saran | 55 |
| DAFTAR PUSTAKA | 56 |
| LAMPIRAN | 59 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1. Proses karakterisasi insinerasi, gasifikasi dan pirolisis | 12 |
| Gambar 2.2. Tepung kanji | 14 |
| Gambar 2.3. Skema tiga pembakaran sempurna | 16 |
| Gambar 2.4. Pembakaran sempurna, baik dan tidak sempurna | 16 |
| Gambar 2.5. Grafik hubungan temperatur dengan laju penurunan massa | 17 |
| Gambar 2.6. Grafik mekanisme pembakaran | 19 |
| Gambar 2.7. Skema <i>thermobalance</i> | 20 |
| Gambar 2.8. (a) Grafik TGA murni dan (b) Grafik ilustrasi keambiguan penentuan T_{onset} | 21 |
| Gambar 2.9. Keambiguan TGA (a) Grafik “ <i>backward</i> ” pada TGA (b) Kenaikan temperatur akibat pembakaran | 22 |
| Gambar 3.1. Cangkang kelapa Sawit | 26 |
| Gambar 3.2. Tungku pirolisis | 27 |
| Gambar 3.3. Tungku uji pembakaran | 27 |
| Gambar 3.4. Elemen pemanas | 28 |
| Gambar 3.5. <i>Thermocontroller</i> | 28 |
| Gambar 3.6. Rangka | 29 |
| Gambar 3.7. Wadah sampel uji pembakaran | 29 |
| Gambar 3.8. Timbangan digital | 30 |
| Gambar 3.9. Modul data logger | 30 |
| Gambar 3.10. <i>Thermocouple type K</i> | 31 |
| Gambar 3.11. seperangkat komputer | 32 |
| Gambar 3.12. Oven uji kadar air | 32 |

| | |
|---|----|
| Gambar 3.13. <i>Furnace</i> | 33 |
| Gambar 3.14. Cawan | 33 |
| Gambar 3.15. <i>Bomb calorimeter</i> | 34 |
| Gambar 3.16. Penumbuk arang | 35 |
| Gambar 3.17. Saringan mesh 20 | 35 |
| Gambar 3.18. Alat pencetak briket | 36 |
| Gambar 3.19. Plat seng | 36 |
| Gambar 3.20. Diagram alir penelitian | 37 |
| Gambar 3.21. Skema perangkat pirolisis | 38 |
| Gambar 3.22. Skema instalasi uji pembakaran | 39 |
| Gambar 4.1. Grafik Hubungan tekanan pembriketan dengan densitas briket | 40 |
| Gambar 4.2. Grafik persentase kadar air pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan | 41 |
| Gambar 4.3. Grafik persentase kadar zat volatil pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan | 43 |
| Gambar 4.4. Grafik persentase kadar abu pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan | 44 |
| Gambar 4.5. Grafik kadar zat karbon terikat pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan | 45 |
| Gambar 4.6. Grafik nilai kalor pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan | 46 |
| Gambar 4.7. Grafik variasi tekanan pembriketan terhadap waktu pembakaran | 47 |
| Gambar 4.8. Grafik temperatur ITVM dengan tekanan pembriketan | 48 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.9. Grafik temperatur ITFC briket arang cangkang kelapa | |
| Sawit dengan variasi tekanan pembriketan | 49 |
| Gambar 4.10. Grafik temperatur PT pada briket arang cangkang kelapa | |
| Sawit dengan variasi tekanan pembriketan | 50 |
| Gambar 4.11. Grafik temperatur BT pada briket arang cangkang kelapa | |
| Sawit dengan variasi tekanan pembriketan | 51 |
| Gambar 4.12. Grafik nilai energi aktivasi pada briket arang cangkang | |
| kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan | 52 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1. Analisis <i>ultimate</i> cangkang kelapa Sawit | 10 |
| Tabel 2.2. Analisis <i>Proximate</i> cangkang kelapa Sawit | 10 |
| Tabel 2.3. Perbedaan indikator tipe pirolisis | 13 |
| Tabel 4.1. Hubungan tekanan pembriketan dengan densitas briket | 40 |
| Tabel 4.2. Persentase kadar air pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan | 41 |
| Tabel 4.3. Persentase kadar zat volatil pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan | 42 |
| Tabel 4.4. Persentase kadar abu pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan | 44 |
| Tabel 4.5. Persentase kadar karbon terikat pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan | 45 |
| Tabel 4.6. Nilai kalor pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan | 46 |
| Tabel 4.7. Variasi tekanan pembriketan terhadap waktu pembakaran | 47 |
| Tabel 4.8. Nilai ITVM dengan tekanan pembriketan | 48 |
| Tabel 4.9. Nilai ITFC dengan tekanan pembriketan | 49 |
| Tabel 4.10. Nilai PT dengan tekanan pembriketan | 50 |
| Tabel 4.11. Nilai BT dengan tekanan pembriketan | 51 |
| Tabel 4.12. Nilai energi aktivasi briket arang cangkang kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan | 52 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| Lampiran 1 Validasi Thermocouple..... | 59 |
| Lampiran 2 Grafik Percobaan Uji Pembakaran..... | 60 |
| Lampiran 3 Hasil Analisis Proksimat dan Nilai Kalor | 67 |

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

- A : Gram sampel udara kering yang digunakan
- A : Faktor pra-exponensial
- B : Gram sampel setelah pengeringan pada 105 °C
- BT : *Burning out temperature*
- C : Gram sampel setelah pengeringan pada 950 °C
- D : Gram residu
- Ea : Energi aktivasi
- ITVM : *Initiation temperature of volatile matter*
- ITFC : *Initiation temperature of fixed carbon*
- K : Konstanta laju reaksi
- m : Massa (g)
- PT : *Peak of weight temperature*
- R : Konstanta gas universal (kJ/mol.K)
- TGA : Termogravimetri analisis (*Thermogravimetric analysis*)
- T : Temperatur (K)