

**TUGAS AKHIR**  
**GASIFIKASI CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI GAS BAKAR**  
**PADA MOTOR BAKAR EMPAT TAK**



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Sarjana**  
**Terapan Teknik Energi pada Jurusan Teknik Kimia**  
**Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh :**

**Galang Setyoko**  
**0612 4041 1468**

**POLITEKNIK NEGERI SRWIJAYA**  
**PALEMBANG**  
**2016**

**LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**GASIFIKASI CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI GAS BAKAR**  
**PADA MOTOR BAKAR EMPAT TAK**

**Oleh:**

**Galang Setyoko**  
**0612 4041 1468**

**Pembimbing I,**

**Ir. Arizal Aswan,. M.T**  
**NIP 195804241993031001**

**Ketua Program Studi,**  
**Sarjana Terapan Teknik Energi**

**Ir. Arizal Aswan,. M.T**  
**NIP 195804241993031001**

**Palembang, Agustus 2016**

**Pembimbing II,**

**Zurohaina,. S.T, M.T**  
**NIP 196707181992032001**

**Mengetahui,**  
**Ketua Jurusan Teknik Kimia**

**Adi Syakdani,. S.T, M.T**  
**NIP.196904111992031001**

**ABSTRAK**  
**GASIFIKASI CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI GAS BAKAR**  
**PADA MOTOR BAKAR EMPAT TAK**

---

(Galang Setyoko, 2016, 72 halaman, 16 tabel, 16 gambar, 3 lampiran)

Gasifikasi merupakan proses konversi termal bahan bakar padat menjadi gas mampu bakar ( $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$  dan  $\text{CH}_4$ ). Penelitian dilaksanakan menggunakan alat gasifikasi tipe *downdraft*, berbahan baku cangkang kelapa sawit sebagai bahan baku, dengan laju alir bahan baku secara kontinyu di laboratorium Teknik Konversi Energi Program Studi Teknik Energi POLSRI. Penelitian dimulai dengan proses preparasi berupa pengeringan bahan baku untuk meminimalkan kadar air. Penelitian dilanjutkan dengan proses gasifikasi dengan variasi rasio udara bahan bakar (*AFR*) 0,79 , 0,86 , 1,08 , 1,22 , 1,30. Parameter proses yang diamati adalah temperatur pada reaktor gasifikasi dan visualisasi nyala api *syngas* serta stabilitas nyala *engine*. Nilai komposisi *syngas* terbaik adalah pada rasio udara bahan bakar (*AFR*) 0,79 pada temperatur operasi  $500^\circ\text{C}$  dengan karakteristik berwarna biru dengan nyala yang stabil, komposisi *combustible gas* 41,23 % dari volume total *syngas* dengan kondisi nyala *engine* stabil.

**Kata kunci : Gasifikasi *Downdraft*, Cangkang Kelapa Sawit, Rasio Udara Bahan Bakar, *Syngas*, Motor Bakar Empat Tak.**

**ABSTRACT**  
**GASIFICATION OF PALM KERNELL SHELL AS FUEL GAS ON FOUR  
STROKE ENGINE**

---

(Galang Setyoko, 2016, 72 pages, 16 tabels, 16 pictures, 3 appendixs)

Gasification is the process of converting thermal solid fuel to combustible gas (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>). The research was conducted by using downdraft gasification type, palm kernell shell as raw material , with continuously material flowrate in Laboratory of Energy Conversion State Polytechnic of Sriwijaya. The research began with the preparation process such as drying the raw materials to minimize the mouisture content. Research continued with the gasification process using variation of air fuel ratio ( AFR ) of 0,79 , 0,86 , 1,08 , 1,22 , 1,30. The observed process parameters is the temperature in the reactor gasification, syngas flame visualization and stability engine condition. The highest composition of syngas is on air fuel ratio (AFR) 0.79 at 500°C, which characteristic is blue steady flame, combustible gas composition is 41.23% of syngas total volume syngas with engine condition is stable.

**Keywords : Downdraft Gasification, Palm Kerneel Shell, Air Fuel Ratio, Syngas, Four Stroke Engine.**

**Motto :**

*“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”.*

(QS : Al Mujadalah [58] :11)

*"Barang siapa menginginkan soal-soal yang berhubungan dengan dunia, wajiblah ia memiliki ilmunya ; dan barang siapa yang ingin (selamat dan berbahagia) di akhirat, wajiblah ia mengetahui ilmunya pula; dan barangsiapa yang menginginkan kedua-duanya, wajiblah ia memiliki ilmu kedua-duanya pula".*

(HR. Bukhari dan Muslim)

Kupersembahkan untuk:

- Kedua Orang Tuaku, Joko Santoso dan Sulis Setyowati
- Saudariku satu-satunya, Mayang Nurul Setyasa
- Sahabat dan orang-orang yang kucintai
- Kedua pembimbingku, Ir. Arizal Aswan, M.T dan Zurohaina,. S.T, M.T
- Teman seperjuanganku Teknik Energi generasi ke – 4
- Politeknik Negeri Sriwijaya.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat ALLAH Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Gasifikasi Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Gas Bakar Pada Motor Bakar Empat Tak”.

Pembuatan laporan ini merupakan persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan S1 Terapan sesuai dengan kurikulum yang ditetapkan oleh Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.

Data dan informasi yang terdapat dalam Laporan Akhir ini diperoleh dari eksperimen (penelitian) yang dilakukan di Laboratorium Teknik Konversi Energi Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya dengan berbagai tahapan, yaitu dari tahapan studi literatur sampai pada akhir penyelesaian laporan. Penulis telah berusaha maksimal untuk menyelesaikan laporan ini walaupun masih banyak kekurangan didalamnya.

Dalam melaksanakan penelitian dan menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Dipl. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direaktur Politeknik Negeri Sriwijaya
2. Adi Syakdani S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ahmad Zikri, S.T.,M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ir. Arizal Aswan, M.T., selaku Ketua Program Studi S1 Terapan Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya dan Pembimbing 1 yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Zurohaina, S.T.,M.T., selaku pembimbing 2 yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir
6. Segenap dosen, Staf Karyawan, dan Teknisi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

7. Kepada Orang tua dan keluarga tercinta yang selalu memberi dukungan.
8. Winda Nurdiana, Findi Agustianti dan Widya Wiradika selaku rekan seperjuangan yang selalu kompak dalam penelitian gasifikasi ini.
9. Winda Sari dan Arian Epani selaku Sahabat yang membantu dalam menyelesaikan laporan ini .
10. Teman-teman angkatan 2016 Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
11. Dan semua pihak yang turut membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan Tugas Akhir

Terimakasih saya ucapkan dan semoga bantuan yang telah diberikan mendapat pahala yang setimpal dari Allah Swt, amin. Akhirnya dengan segala kerendahan hati, penulis mempersembahkan laporan ini dengan harapan semoga bermanfaat bagi kita semua

Palembang, Juli 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>ABSTRAK</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	iv
<b>MOTTO</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	1
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Rumusan Masalah .....	3
<b>BAB II URAIAN PROSES</b> .....	4
2.1 Biomassa.....	4
2.2 Gasifikasi .....	6
2.3 Faktor – faktor yang mempengaruhi Gasifikasi .....	13
2.4 Gas Mampu Bakar ( <i>Syngas</i> ).....	16
2.5 Karakteristik Nyala Api.....	16
2.6 Pengertian Motor Bakar.....	21
2.7 Klasifikasi Motor Bakar. ....	23
2.8 Prinsip Kerja Motor Bakar. ....	24
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	27
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	27
3.2 Alat dan Bahan.....	27
3.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....	27
3.4 Pengamatan. ....	28
3.5 Prosedur Percobaan.....	29
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	35
4.1 Hasil Penelitian. ....	35
4.2 Pembahasan.....	37



<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>	<b>42</b>
5.1 Kesimpulan .....	42
5.2 Saran.....	42
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>43</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>44</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Analisa proksimat dan ultimat cangkang kelapa sawit.....	6
2. Komponen yang Terkandung dalam Udara Kering .....	15
3. Kualitas Gas Produser dari <i>Gasifier</i> Biomassa. ....	16
4. Nilai Kalor pada <i>Syngas</i> .....	16
5. Rasio Udara – Bahan Bakar Terhadap Stabilitas Nyala Api <i>Syngas</i> .	28
6. Rasio Udara – Bahan Bakar Terhadap Komposisi <i>Syngas</i> .....	28
7. Uji Kinerja Alat Gasifikasi.....	28
8. Nilai LHV <i>Syngas</i> berdasarkan variasi <i>AFR</i> .....	32
9. Rasio Udara Bahan Bakar Terhadap Stabilitas Nyala Api <i>Syngas</i> (T=250°C).....	35
10. Rasio Udara Bahan Bakar Terhadap Stabilitas Nyala Api <i>Syngas</i> (T=300°C).....	35
11. Rasio Udara Bahan Bakar Terhadap Stabilitas Nyala Api <i>Syngas</i> (T=350°C).....	36
12. Rasio Udara Bahan Bakar Terhadap Stabilitas Nyala Api <i>Syngas</i> (T=500°C).....	36
13. Rasio Udara Bahan Bakar Terhadap Komposisi <i>Syngas</i> (T=350°C)..	36
14. Rasio Udara Bahan Bakar Terhadap Komposisi <i>Syngas</i> (T=500°C)..	36
15. Uji Kinerja Alat Gasifikasi (T = 350°C ). ....	37
16. Uji Kinerja Alat Gasifikasi (T = 500°C ). ....	37

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tahapan Proses Gasifikasi.....	7
2. <i>Downdraft Gasifier</i> .....	11
3. <i>Updraft Gasifier</i> .....	12
4. <i>Crosdraft Gasifier</i> .....	13
5. Nyala Api Merah .....	19
6. Nyala Api Biru pada Kompor Gas .....	19
7. Nyala Api Putih pada Proses Produksi Pabrik .....	20
8. Nyala Api <i>Bunsen Burner</i> .....	20
9. Nyala Api Lilin .....	21
10. Prinsip kerja motor empat langkah .....	26
11. Skema proses gasifikasi tipe <i>downdraft</i> .....	33
12. Diagram Alir pelaksanaan Penelitian.....	34
13. Grafik pengaruh <i>AFR</i> terhadap Komposisi <i>Syngas</i> (T=350°C). .....	37
14. Grafik pengaruh <i>AFR</i> terhadap Komposisi <i>Syngas</i> (T=500°C). .....	38
15. Visualisasi nyala api berwarna biru (T = 500°C). .....	39
16. Visualisasi nyala api berwarna biru (T = 350°C). .....	39

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Pengamatan.....	44
2. Perhitungan.....	48
3. Gambar Alat.....	50