

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



**Disusun sebagai salah satu syarat**  
**Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan (D**  
**IV)**  
**Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi**

**OLEH :**  
**WISNU RAHINAYA NUR SHUBEKTI**  
**0618 4041 404**

**POLITEKNIK NEGERI**  
**SRIWIJAYA PALEMBANG**  
**2022**

## RINGKASAN

### GASIFIKASI CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI GAS BAKAR PADA MOTOR BAKAR EMPAT TAK

---

(Wisnu Rahinaya N Sh, 2022, 36 Halaman, 12 Tabel, 15 Gambar)

Semakin berkembangnya industri disertai dengan tidak termanfaatkannya limbah hasil industri dengan baik, limbah tersebut hanya akan menjadi sampah yang mengganggu lingkungan. Diperlukan teknologi pengolahan limbah yang efektif, efisien dan ramah lingkungan untuk memanfaatkan limbah tersebut menjadi sumber energi terbarukan. Upaya penanganan limbah tersebut adalah dengan menggunakan metode teknologi gasifikasi. Gasifikasi merupakan proses konversi termal bahan bakar padat menjadi gas mampu bakar ( $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ , dan  $\text{CH}_4$ ). Penelitian menggunakan alat gasifikasi tipe *croosdraft* dan cangkang sawit sebagai bahan baku. Proses yang diamati adalah pengaruh terhadap nyala api syngas, nyala *engine*, dan komposisi syngas. Penelitian dilanjutkan dengan proses gasifikasi dengan variasi temperatur *gasifier*  $300^\circ\text{C}$ ,  $400^\circ\text{C}$ ,  $500^\circ\text{C}$ ,  $600^\circ\text{C}$ . Berdasarkan hasil analisa pada temperatur  $600^\circ\text{C}$  -  $600^\circ\text{C}$  didapatkan hasil *Specific Productio Rate* 2,70579 m/s, *Low Heating Value* 2279,51  $\text{kJ/m}^3$  berdasarkan spesifikasi bahan baku Cangkang kelapa sawit dengan nilai kalor 4679 Kcal/kg berdasarkan spesifikasi bahan baku melalui analysis sucofindo Palembang

**Kata Kunci:** Gasifikasi *Downdraft*, Cangkang Sawit, Stabilitas Nyala Api, Nyala Engine, Komposisi syngas

## MOTTO

*“Hiduplah seakan kamu mati besok, belajarlh seakan kamu hidup  
selamanya”  
-Mahatma Gandhi-*

*“Jika orang lain bisa, kenapa harus saya”*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir untuk memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (DIV) Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi dengan judul “ Gasifikasi Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Gas Bakar Pada Motor Bakar Empat Tak “.

Selama pelaksanaannya, penulis menerima banyak bimbingan, bantuan serta dukungan dari berbagai pihak sehingga penelitian Tugas Akhir ini berjalan dengan lancar. Maka dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Jaksen M. Amin, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Ahmad Zikri, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Ir. Sahrul Effendy A, M.T., selaku Koordinator Program Studi DIV Teknik Energi dan Pembimbing Akademik.
5. Bapak Ir. Arizal Aswan, M.T., selaku dosen Pembimbing I dengan penuh rasa hormat terima kasih banyak telah banyak membantu proses penyelesaian penelitian dan penyusunan Tugas Akhir.
6. Bapak Dr. Yohandri Bow, S.T.,M.S., selaku Dosen Pembimbing II dengan penuh rasa hormat terima kasih banyak telah banyak membantu proses penyelesaian penelitian dan penyusunan Tugas Akhir.
7. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
8. Kedua Orang Tua dan Keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungan yang tak henti-hentinya.
9. Teman-teman kelas EGA 18 yang telah memberikan semangat, dukungan dan cerita.
10. Teman-teman kelompok penelitian Arizal & Yohandri Team (*Gasifikasi Crossdraft and Downdraft*) yang telah berjuang bersama untuk menyelesaikan penelitian ini.

11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu baik materi maupun moral.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam laporan ini, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembacanya.

Palembang, Agustus 2022

Penulis

# DAFTAR ISI

|                                                     | <b>Halaman</b> |
|-----------------------------------------------------|----------------|
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                             | <b>ii</b>      |
| <b>ABSTRAK</b> .....                                | <b>iv</b>      |
| <b>MOTTO</b> .....                                  | <b>v</b>       |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                         | <b>vi</b>      |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                             | <b>vii</b>     |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                           | <b>viii</b>    |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                          | <b>ix</b>      |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                      | <b>1</b>       |
| 1.1 Latar Belakang.....                             | 1              |
| 1.2 Perumusan Masalah.....                          | 2              |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                          | 2              |
| 1.4 Manfaat Penelitian.....                         | 2              |
| 1.5 Relevansi.....                                  | 3              |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                | <b>4</b>       |
| 2.1 Biomassa.....                                   | 4              |
| 2.1.1 Cangkang Kelapa Sawit.....                    | 5              |
| 2.2 Gasifikasi.....                                 | 6              |
| 2.2.1 Proses-Proses Gasifikasi.....                 | 6              |
| 2.3 Faktor-Faktor yang mempengaruhi Gasifikasi..... | 12             |
| 2.3.1 Propertis Biomassa.....                       | 12             |
| 2.3.2 Desain Reaktor.....                           | 13             |
| 2.4 Gas Mampu Bakar ( <i>syngas</i> ).....          | 14             |
| 2.5 Karakteristik Nyala Api.....                    | 15             |
| 2.5.1 Premixed Flame.....                           | 16             |
| 2.5.2 Diffusion Flame (non-premixed).....           | 16             |
| 2.5.3 Api Luminer.....                              | 16             |
| 2.5.4 Api Turbulen.....                             | 16             |
| 2.5.5 Api Merah.....                                | 17             |
| 2.5.6 Api Biru.....                                 | 18             |
| 2.5.7 Api Putih.....                                | 18             |
| 2.5.8 Api Hitam.....                                | 18             |
| 2.6 Pengertian Motor Bakar.....                     | 20             |
| 2.7 Klasifikasi Motor Bakar.....                    | 21             |
| 2.8 Prinsip Kerja Motor Bakar.....                  | 23             |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....          | <b>25</b>      |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....                | 25             |

|               |                                                                |           |
|---------------|----------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2           | Alat dan Bahan Yang Digunakan.....                             | 25        |
| 3.2.1         | Alat.....                                                      | 25        |
| 3.2.2         | Bahan.....                                                     | 25        |
| 3.3           | Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....                         | 25        |
| 3.4           | Pengamatan.....                                                | 26        |
| 3.5           | Prosedur Percobaan.....                                        | 27        |
| 3.5.1         | Tahapan Persiapan Penelitian.....                              | 27        |
| 3.5.2         | Tahapan Pengujian.....                                         | 28        |
| 3.5.3         | Tahapan Pengukuran Data Operasi.....                           | 29        |
| <b>BAB IV</b> | <b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>                               | <b>30</b> |
| 4.1           | Data Hasil Penelitian.....                                     | 30        |
| 4.1.1         | Data Analisa Proksimat Cangkang Kelapa Sawit.....              | 30        |
| 4.1.2         | Data Komposisi Syngas Variasi Temperatur.....                  | 31        |
| 4.1.3         | Data perhitungan variasi temperatur terhadap nilai SPGR & LHV. |           |
| 31            | 4.2 Hasil dan Pembahasan.....                                  | 32        |
| 4.2.1         | Kualitas Syngas Yang Dihasilkan.....                           | 32        |
| 4.2.2         | Temperatur Nilai Specific Production Gasification Rate.....    | 33        |
| 4.2.3         | Temperatur Terhadap Nilai Low Heating Value.....               | 33        |
| <b>BAB V</b>  | <b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>                               | <b>35</b> |
|               | <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                                     | <b>36</b> |
|               | <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                    |           |
|               | <b>LAMPIRAN I.....</b>                                         |           |
|               | <b>LAMPIRAN II .....</b>                                       |           |
|               | <b>LAMPIRAN III.....</b>                                       |           |
|               | <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                    |           |

# DAFTAR ISI

|                                                     | <b>Halaman</b> |
|-----------------------------------------------------|----------------|
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                             | <b>ii</b>      |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....                      | <b>v</b>       |
| <b>ABSTRAK</b> .....                                | <b>iv</b>      |
| <b>MOTTO</b> .....                                  | <b>v</b>       |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                         | <b>vi</b>      |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                             | <b>vii</b>     |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                           | <b>viii</b>    |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                          | <b>ix</b>      |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                      | <b>1</b>       |
| 1.1 Latar Belakang.....                             | 1              |
| 1.2 Perumusan Masalah.....                          | 2              |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                          | 2              |
| 1.4 Manfaat Penelitian.....                         | 2              |
| 1.5 Relevansi.....                                  | 3              |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                | <b>4</b>       |
| 2.1 Biomassa.....                                   | 4              |
| 2.1.1 Cangkang Kelapa Sawit.....                    | 5              |
| 2.2 Gasifikasi.....                                 | 6              |
| 2.2.1 Proses-Proses Gasifikasi.....                 | 6              |
| 2.3 Faktor-Faktor yang mempengaruhi Gasifikasi..... | 12             |
| 2.3.1 Propertis Biomassa.....                       | 12             |
| 2.3.2 Desain Reaktor.....                           | 13             |
| 2.4 Gas Mampu Bakar ( <i>syngas</i> ).....          | 14             |
| 2.5 Karakteristik Nyala Api.....                    | 15             |
| 2.5.1 Premixed Flame.....                           | 16             |
| 2.5.2 Diffusion Flame (non-premixed).....           | 16             |
| 2.5.3 Api Luminer.....                              | 16             |
| 2.5.4 Api Turbulen.....                             | 16             |
| 2.5.5 Api Merah.....                                | 17             |
| 2.5.6 Api Biru.....                                 | 18             |
| 2.5.7 Api Putih.....                                | 18             |
| 2.5.8 Api Hitam.....                                | 18             |
| 2.6 Pengertian Motor Bakar.....                     | 20             |
| 2.7 Klasifikasi Motor Bakar.....                    | 21             |
| 2.8 Prinsip Kerja Motor Bakar.....                  | 23             |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....          | <b>25</b>      |



|                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....                                 | 25        |
| 3.2 Alat dan Bahan Yang Digunakan.....                               | 25        |
| 3.2.1 Alat.....                                                      | 25        |
| 3.2.2 Bahan.....                                                     | 25        |
| 3.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....                           | 25        |
| 3.4 Pengamatan.....                                                  | 26        |
| 3.5 Prosedur Percobaan.....                                          | 27        |
| 3.5.1 Tahapan Persiapan Penelitian.....                              | 27        |
| 3.5.2 Tahapan Pengujian.....                                         | 28        |
| 3.5.3 Tahapan Pengukuran Data Operasi.....                           | 29        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>                              | <b>30</b> |
| 4.1 Data Hasil Penelitian.....                                       | 30        |
| 4.1.1 Data Analisa Proksimat Cangkang Kelapa Sawit.....              | 30        |
| 4.1.2 Data Komposisi Syngas Variasi Temperatur.....                  | 31        |
| 4.1.3 Data perhitungan variasi temperatur terhadap nilai SPGR & LHV. |           |
| 31 4.2 Hasil dan Pembahasan.....                                     | 32        |
| 4.2.1 Kualitas Syngas Yang Dihasilkan.....                           | 32        |
| 4.2.2 Temperatur Nilai Specific Production Gasification Rate.....    | 33        |
| 4.2.3 Temperatur Terhadap Nilai Low Heating Value.....               | 33        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>                               | <b>35</b> |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                                           | <b>36</b> |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                          |           |
| <b>LAMPIRAN I.....</b>                                               |           |
| <b>LAMPIRAN II .....</b>                                             |           |
| <b>LAMPIRAN III.....</b>                                             |           |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                          |           |

## DAFTAR TABEL

| <b>Tabel</b>                                                     | <b>Halaman</b> |
|------------------------------------------------------------------|----------------|
| 2.1 Analisa Proksimat Cangkang Sawit.....                        | 5              |
| 2.2 Komponen Yang Terkandung Dalam Udara Kering.....             | 14             |
| 2.3 Kualitas Gas Produser Dari <i>Gasifier</i> Biomassa.....     | 15             |
| 2.4 Nilai Kalori Pada Syngas.....                                | 15             |
| 3.1 Temperatur Terhadap Stabilitas Nyala Api Syngas.....         | 26             |
| 3.2 Analisa Komposisi Syngas.....                                | 27             |
| 4.1 Data Analisa Proksimat Cangkang Kelapa Sawit.....            | 30             |
| 4.2 Data Komposisi Syngas Variasi Temperatur.....                | 31             |
| 4.3 Data Perhitungan Variasi Temperatur Terhadap Nilai SPGR..... | 31             |

## DAFTAR GAMBAR

| <b>Gambar</b>                                                       | <b>Halaman</b> |
|---------------------------------------------------------------------|----------------|
| 2.1 Tahapan Proses Gasifikasi.....                                  | 7              |
| 2.2 <i>Dwondraft Gasifier</i> .....                                 | 10             |
| 2.3 <i>Updraft Gasifier</i> .....                                   | 11             |
| 2.4 <i>Crossdraft Gassifer</i> .....                                | 12             |
| 2.5 Nyala Api Merah.....                                            | 17             |
| 2.6 Nyala Api Biru pada Kompor Gas.....                             | 18             |
| 2.7 Nyala Api Putih Pada Proses Produksi Pabrik.....                | 18             |
| 2.8 Nyala Api Bunsen Burner.....                                    | 19             |
| 2.9 Nyala Api Lilin.....                                            | 19             |
| 2.10 Prinsip Kerja Motor Empat Tak.....                             | 24             |
| 3.1 Skema Proses Gasifikasi Tipe Downdraft.....                     | 26             |
| 4.1 Grafik Temperatur Terhadap Kualitas Syngas Yang Dihasilkan..... | 32             |
| 4.2 Pengaruh Variasi Temperatur Terhadap SPGR.....                  | 32             |
| 4.3 Pengaruh Variasi Temperatur Terhadap LHV                        |                |

