

TUGAS AKHIR

**PROTOTIPE PIROLISIS BIOMASSA CANGKANG KELAPA SAWIT
(KAJIAN PENGARUH LAJU ALIR BAHAN BAKAR TERHADAP
KEHANCURAN EXERGI DI KONDENSOR)**



**Dibuat Sebagai Persyaratan untuk Menyelesaikan
Pendidikan Program Studi S1 (Terapan) Teknik Energi
Jurusan Teknik Kimia**

Oleh:

**MUHAMMAD NOBLE HIDAYATULLAH
NIM 061040411389**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2014**

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR
PROTOTIPE PIROLISIS BIOMASSA CANGKANG KELAPA SAWIT
(KAJIAN PENGARUH LAJU ALIR BAHAN BAKAR TERHADAP
KEHANCURAN EXERGI DI KONDENSOR)

Disahkan dan disetujui oleh:

**Menyetujui,
Pembimbing I**

**Ir. Erlinawati, M.T.
NIP. 196107051988112001**

**Mengetahui,
Ketua Program Studi
S1 (Terapan) Teknik Energi**

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

Palembang, Juli 2014

Pembimbing II

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

Ketua Jurusan Teknik Kimia

**Ir. Robert Junaidi, M.T.
NIP. 196607121993031003**

Motto:

- Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. Ia mendapat pahala (dari kebajikan) yang diusahakannya dan ia mendapat siksa (dari kejahatan) yang dikerjakannya. (QS. Al Baqarah: 286)
- Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu; Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui. (QS. Al Baqarah: 216)
- Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar. (QS. Al Baqarah: 153)
- *“Dream, pray, action!”* (KH. Yusuf Mansur)
- *“Bermimpilah karena Tuhan akan memeluk mimpi-mimpi itu”* (Arai-Edensor)
- *“Veni, Vidi, Vici.”* *“Saya datang, saya melihat, saya menang”* (Julius Caesar)

Kupersembahkan untuk:

- Yang tercinta, Ibu dan Ayah
- Adikku, Muhammad Rayhan H
- Teman-teman seperjuanganku di kelas EG A 2010 yang insya Allah jadi orang sukses. Aamiin!
- Almamaterku tercinta

ABSTRAK

PROTOTIPE PIROLISIS BIOMASSA CANGKANG KELAPA SAWIT (KAJIAN PENGARUH LAJU ALIR BAHAN BAKAR TERHADAP KEHANCURAN EXERGI DI KONDENSOR)

(Muhammad Noble Hidayatullah, 58 Halaman, 24 Tabel, 28 Gambar, 4 Lampiran)

Salah satu dari sekian banyak sumber daya alam yang dapat didorong penggunaannya menjadi energi alternatif diantaranya adalah energi alternatif yang berasal dari biomassa. Cara termudah mengubah limbah biomassa cangkang kelapa sawit menjadi energi yaitu dengan membakarnya langsung. Tetapi nilai kalor yang terkandung relatif masih rendah sehingga untuk meningkatkan nilai kalornya dapat dilakukan proses pirolisis. Dari proses pirolisis dapat dihasilkan asap cair atau *bio-oil* serta arang karbon yang dapat digunakan dan bernilai ekonomis. Selama ini untuk memproduksi asap cair dilakukan pirolisis tanpa menggunakan sistem kondensor yang bersirkulasi, sehingga pengkondensasian dari asap cair yang didapatkan kurang maksimal, ditandai dengan masih adanya asap yang belum terkondensasi. Oleh sebab itulah penulis mencoba untuk mengembangkan rancang bangun prototipe pirolisis biomassa dengan mensirkulasikan air pendingin pada kondenser agar asap cair terkondensasi dengan baik. Hasil perhitungan pengaruh laju alir bahan bakar terhadap kehancuran exergi berbanding lurus, semakin besar laju alir bahan bakar, maka semakin besar pula kehancuran exergi. Proses kondensasi pada kondensor dengan laju alir bahan bakar sebesar 5 liter/menit, kehancuran exergi sebesar -7,709 kJ/menit, pada laju alir bahan bakar 6 liter/menit kehancuran exergi sebesar -12,782 kJ/menit dan pada laju alir bahan bakar 7 liter/menit kehancuran exergi sebesar -21,523 kJ/menit.

Kata kunci: Prototipe, Pirolisis, Cangkang Kelapa Sawit, Kondensor, Kehancuran Exergi.

ABSTRACT

BIOMASS PYROLYSIS PROTOTYPE OF OIL PALM SHELLS (STUDY FOR THE INFLUENCE OF FUEL FLOW RATE OF DESTRUCTION EXERGY IN CONDENSER)

(Muhammad Noble Hidayatullah, 58 Pages, 24 Tables, 28 Figures, 4 Appendix)

One of many natural resources that the use can be pushed into alternative energy include the alternative energy derived from biomass. The easiest way to change the oil palm shell waste biomass into energy is by burning it directly. But the heating value contained relatively low so as to increase the calorific value of the pyrolysis process can be carried out. From the pyrolysis process can be produced liquid smoke or bio-oil and charcoal carbon that can be used and have economic value. Previously to produce liquid smoke made without the use of condenser circulating system, so that condensation of liquid smoke obtained less than the maximum, characterized by the presence of smoke that has not condensed. That's why the author tries to develop engineering prototypes pyrolysis of biomass with circularized cooling water in the condenser so that the liquid smoke condensed well. The results of the calculation of the effect of the fuel flow rate is directly proportional to the exergy destruction, the greater the fuel flow rate, the greater the exergy destruction. The process of condensation on the condenser with a fuel flow rate of 5 liters/min, the destruction of exergy -7.709 kJ/min, the fuel flow rate of 6 liters/min destruction of exergy -12.782 kJ/min and at a flow rate of materials fuel 7 liters/min destruction of exergy -21.523 kJ/min.

Keywords: Prototype, Pyrolysis, Oil Palm Shells, Condenser, Exergy Destruction.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya maka penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Sholawat dan salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW.

Judul Tugas Akhir yang diangkat penulis dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah “Prototipe Pirolisis Biomassa Cangkang Kelapa Sawit (Kajian Pengaruh Laju Alir Bahan Bakar Terhadap Kehancuran Exergi di Kondensor).”

Adapun tujuan dari penulisan Laporan Tugas Akhir ini adalah untuk menyelesaikan pendidikan Program Studi S1 (Terapan) Teknik Energi, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.

Atas selesainya penulisan Laporan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu, baik secara moril maupun materiil kepada:

1. RD. Kusumanto, S.T, M.M., Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya
2. Ir. Robert Junaidi, M.T., Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya
3. Zulkarnain, S.T., M.T., Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya
4. Ir. Arizal Aswan, M.T., Ketua Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya
5. Ir. Erlinawati, M.T., selaku Pembimbing I yang tak pernah lelah memberikan bantuan dan dukungannya kepada penulis sehingga laporan ini dapat selesai sebagaimana mestinya
6. Ir. Arizal Aswan, M.T., selaku Pembimbing II yang senantiasa memotivasi dan membantu penulis sehingga laporan ini dapat selesai sebagaimana mestinya
7. Bapak/Ibu Dosen Pengajar Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya

8. Bapak/Ibu Staf Administrasi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya
9. Bapak/Ibu Teknisi Laboratorium Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya
10. Ibu, Rosyidah Rozali dan Ayah, Edi Sanah Sanoesi tercinta yang selalu memberikan dukungan, mulai dari motivasi, doa hingga segala keperluan yang penulis butuhkan dalam rangka penulisan laporan ini
11. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Energi Angkatan 2010 dan Adik-adik mahasiswa Teknik Kimia dan Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya
12. Rekan satu kelompok; Ramanta, M. Frandonata, Ria Fauziah, Rika Mayang Sari dan Uthari Nindya Putri
13. Saudara-saudara seperjuangan di kelas EG A 2010; Agung, Agus, Anjar, Devi, Dian, Miftha, Heni, Leo, Marlia, Rizky, Uning, Neneng, Nurul, Ogi, Ramanta, Reni, Rima, Fina, Sepriandi, Singgih, Trie dan Weni, yang selama empat tahun ini memberikan warna dan arti di dalam hidup penulis. Semoga persahabatan kita abadi kawan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih banyak terdapat kekurangan, oleh sebab itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Akhirnya dengan segala kerendahan hati, penulis mempersembahkan laporan ini dengan harapan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Palembang, Juli 2014
Penulis

Muhammad Noble Hidayatullah

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Manfaat	3
1.4 Permasalahan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Biomassa	4
2.1.1 Cangkang Kelapa Sawit	4
2.2 Pirolisis	5
2.3 Asap Cair	7
2.4 Kondensor	8
2.5 Exergi	10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	13
3.1 Pendekatan Desain Fungsional	13
3.2 Pendekatan Desain Struktural	13
3.2.1 Desain Alat Pirolisis	15
3.2.2 Perhitungan Desain	18
3.3 Penelitian Rancang Bangun Alat	19
3.3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	19
3.3.2 Bahan dan Alat	19
3.3.3 Perlakuan dan Perancangan Percobaan	21
3.3.4 Prosedur Percobaan	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Hasil Penelitian	27
4.1.1 Pemakaian Bahan Bakar	27
4.1.2 Hasil Perhitungan	27
4.1.3 Produk Hasil Pirolisis	27
4.2 Pembahasan	29
4.2.1 Kehancuran Exergi pada Kondensor Prototipe Pirolisis	29
4.2.2 Kualitas Arang dan Asap Cair Cangkang Kelapa Sawit	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	35

5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Perubahan Komposisi Selama Pirolisis.....	6
2. <i>Partially Condenser</i>	9
3. <i>Overhead Condenser</i>	10
4. <i>Surface Condenser</i>	10
5. Kondensor	11
6. Tampak Depan.....	15
7. Tampak Samping	15
8. Tampak Atas	16
9. Hubungan Antara Laju Alir Bahan Bakar dengan Kehancuran Exergi	29
10. Pengaruh Laju Alir Bahan Bakar terhadap Komposisi Proksimat Arang ...	31
11. Pengaruh Laju Alir Bahan Bakar terhadap Nilai Kalor Arang	32
12. Pengaruh Laju Alir Bahan Bakar terhadap Peak Area Fenol Asap Cair	33
13. Pengaruh Laju Kehancuran Exergi terhadap Produk Pirolisis	34
14. Diagram Alir Kondensor Laju Alir Bahan Bakar 5 liter/menit	43
15. Hasil Perhitungan pada Kondensor Laju Alir Bahan Bakar 5 liter/menit ...	47
16. Diagram Alir Kondensor Laju Alir Bahan Bakar 6 liter/menit	47
17. Hasil Perhitungan pada Kondensor Laju Alir Bahan Bakar 6 liter/menit ...	51
18. Diagram Alir Kondensor Laju Alir Bahan Bakar 7 liter/menit	51
19. Hasil Perhitungan pada Kondensor Laju Alir Bahan Bakar 7 liter/menit ...	55
20. Prototipe Pirolisis Biomassa	56
21. Bahan Baku Cangkang Kelapa Sawit	56
22. Arang Dari Cangkang Kelapa Sawit	57
23. Kondensat Asap Cair	57
24. Bahan Baku Cangkang Kelapa Sawit	58
25. Preparasi Sampel untuk Analisa Fenol Menggunakan GC	58
26. Sampel Hasil Preparasi	58
27. Analisis Proksimat Arang	58
28. Analisis Nilai Kalor Arang	58

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Karakteristik Cangkang Kelapa Sawit	5
2. Nilai Kalori Dari Komponen Kelapa Sawit (Berat Kering)	5
3. Jenis Proses Pirolisis	7
4. Data Desain Ruang Bakar (<i>Furnace</i>)	18
5. Pemakaian Bahan Bakar	27
6. Hasil Perhitungan Kehancuran Exergi pada Kondensor	27
7. Produk Hasil Pirolisis	28
8. Uji Kualitas Arang Cangkang Kelapa Sawit	28
9. Uji Kandungan Fenol Asap Cair	28
10. Mutu Asap Cair dari Cangkang Kelapa Sawit	28
11. Data Pengukuran di Kondensor, Laju Alir Bahan Bakar 5 liter/menit	38
12. Data Pengukuran di Kondensor, Laju Alir Bahan Bakar 6 liter/menit	39
13. Data Pengukuran di Kondensor, Laju Alir Bahan Bakar 7 liter/menit	40
14. Produk yang Dihasilkan dari Proses Prolisis	41
15. Uji Kualitas Arang Cangkang Kelapa Sawit	41
16. Uji Kandungan Fenol Asap Cair	41
17. Penggunaan Bahan Bakar	43
18. <i>Saturated Water Table</i>	44
19. Hasil Perhitungan Entalpi & Entropi Laju Alir Bahan Bakar 5 liter/mnt ...	45
20. <i>Saturated Water Table</i>	48
21. Hasil Perhitungan Entalpi & Entropi Laju Alir Bahan Bakar 6 liter/mnt ...	49
22. <i>Saturated Water Table</i>	52
23. Hasil Perhitungan Entalpi & Entropi Laju Alir Bahan Bakar 7 liter/mnt ...	53
24. Hasil Perhitungan Kehancuran Exergi di Kondensor	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran I. Data	38
Lampiran II. Perhitungan	42
Lampiran III. Dokumentasi	56
Lampiran IV. Surat-surat	59