

**RANCANG BANGUN REAKTOR PIROLISIS *DOUBLE*
CONDENSER PEMBUATAN ASAP CAIR BERBAHAN BAKU
LIMBAH BIOMASSA**



**Diusulkan sebagai persyaratan mata kuliah
Seminar Laporan Tugas Akhir Diploma IV
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi**

OLEH :

**Nursita Apriyani
0618 4041 1718**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2022**

LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL LAPORAN AKHIR

**RANCANG BANGUN REAKTOR PIROLISIS *DOUBLE*
CONDENSOR PEMBUATAN ASAP CAIR BERBAHAN BAKU
LIMBAH SAMPAH ORGANIK**

OLEH:

NURSITA APRIYANI
061840411718

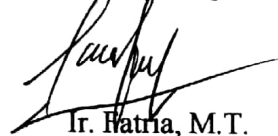
Menyetujui,
Pembimbing I,



Ida Febriana, S.Si., M.T.
NIDN 0226028602

Palembang,

Pembimbing II,



Ir. Patria, M.T.
NIDN 0021026606

Mengetahui,
Koordinator Program
Sarjana Terapan (DIV) Teknik Energi



Ir. Sahrul Effendy, M.T.
NIP 196312231996011001

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.”
(Q.S. Al-Insyirah: 5-6)

“If you can't do great things, do small things in a great way.”
- Napoleon Hill

- Kupersembahkan Untuk :
- Allah SWT
 - Kedua orangtuaku
 - Saudaraku tersayang
 - Teman-temanku
 - Kedua dosen pembimbingku
 - Almamaterku

ABSTRAK

RANCANG BANGUN REAKTOR PIROLISIS *DOUBLE CONDENSER* PEMBUATAN ASAP CAIR BERBAHAN BAKU LIMBAH BIOMASSA

(Nursita Apriyani, 2022 : 60 Halaman, 23 Tabel, 41 Gambar, 4 Lampiran)

Jumlah sampah yang tertimbun mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk. Salah satu jenis sampah yang banyak tertimbun adalah limbah kayu. Limbah kayu termasuk kedalam sampah yang menghasilkan gas metana apabila terus ditumpuk terus menerus. Dibutuhkan suatu metode yang tepat dalam mengelola limbah kayu menjadi asap cair melalui proses pirolisis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah energi yang terpakai, dan kualitas asap cair dari proses pirolisis limbah biomassa (tempurung dan kayu) dengan menggunakan reaktor pirolisis *double condenser*. Pada penelitian ini menggunakan variabel tetap dan kendali. Variabel tetap berupa variabel bahan baku yaitu tempurung kelapa, serbuk kayu jati dan serbuk kayu meranti, dan ukuran sampel yaitu 20 dan 60 mesh untuk serbuk kayu dan 1-5 cm untuk tempurung kelapa. Sedangkan untuk variabel kendali, percobaan dilakukan dengan suhu 325°C. Dari hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh nilai SEC terendah dari tempurung kelapa 1-3 cm sebesar 5,65 kWh/l pada konsumsi daya 4,49 kWh dan total produk 0,7952 liter, rendemen asap cair tertinggi sebesar 16,1% dari serbuk kayu jati 60 mesh, dan hampir semua sampel asap cair dari masing-masing bahan baku sudah memenuhi standar sifat fisik dari Standar Jepang (Yatagai, 2000) (densitas >1,005 gr/ml dan pH 1,5-3,7), serta standar sifat kimia dari jurnal Santiyo Wibowo (2015) yaitu kadar asam 4,19-9,48% dan kadar fenol 0,66-4,19%.

Kata kunci : *Limbah biomassa, Pirolisis, Reaktor Pirolisis Double Condenser, Asap Cair*

ABSTRACT

DOUBLE CONDENSER PYROLYSIS REACTOR DESIGN FOR MAKING LIQUID SMOKE FROM BIOMASS WASTE

(Nursita Apriyani, 2022 : 60 Pages, 23 Tables, 41 Pictures, 4 Appendices)

The amount of buried waste has increased along with the increase in population growth. One type of waste that is buried a lot is wood waste. Wood waste is included in the waste that produces methane gas if it is piled up continuously. It needs an appropriate method for managing wood waste into liquid smoke through the pyrolysis process. This study aims to determine the amount of energy, and the quality of liquid smoke from the conversion process of solid biomass waste (shell and wood) using double condenser pyrolysis. This study uses fixed and control variables. The fixed variable is the raw material variable, which are coconut shell, teak wood, and acacia wood, and the sample size is 20 and 60 mesh for wood and 1-5 cm for the shell. As for the control variable, the experiment was carried out at a temperature of 325°C. From the results of the research conducted, the lowest SEC value of a 1-3 cm coconut shell was 5.65 kWh/l at a power consumption of 4.49 kWh and a total product of 0.7952 liters; the highest yield was 16.1% from 60 mesh teak powder, and almost all of liquid smoke sample from each raw material that meets the physical standards of Japanese Standard (density >1,005 gr/ml and pH 1,5-3,7), as well as chemical standards from the journal Santiyo Wibowo (2015), acid content of 4,19-9,48% and phenol content of 0.66-4,19%.

Key words : *Biomass waste, Pyrolysis, Double Condenser Pyrolysis, Liquid Smoke*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis haturkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan anugerah-Nya yang melimpah penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir guna memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan sarjana terapan (DIV) pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi dengan judul: “Rancang Bangun Reaktor Pirolisis *Double Condenser* Untuk Pembuatan Asap Cair dari Limbah Biomassa (Kayu Jati, Kayu Akasia dan Kayu Meranti)”.

Selama pelaksanaannya, penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Kepada pihak-pihak yang telah meluangkan waktu dan tenaga dalam membantu kelancaran penyelesaian Tugas Akhir ini penulis menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya, kepada:

1. Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya
2. Ir. Jaksen, M.Si. 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. Sahrul Effendy A., M.T. selaku Ketua Program Studi DIV Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya
5. Dr. Yohandri Bow, S.T., M.S. selaku Pembimbing Akademik Kelas 8 EGB di Jurusan Teknik Kimia Program Studi DIV Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya
6. Ida Febriana, S.Si., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang selalu membantu memberikan arahan, nasihat dan saran selama proses penyelesaian penelitian dan penyusunan Tugas Akhir.
7. Ir. Fatria, M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang selalu membantu memberikan arahan, nasihat dan saran selama proses penyelesaian penelitian dan penyusunan Tugas Akhir.
8. Bapak/ibu Dosen dan Staf Jurusan Teknik Kimia Program Studi DIV Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
9. Keluarga tercinta, terutama ayah, ibu dan saudara-saudari tersayang yang selalu memberi support, mendoakan dan memberi dukungan yang luar biasa.

10. Teman-teman kelompok pirolisis asap cair yang telah berjuang bersama selama proses penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir.
11. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Energi 2018 terutama kelas 8 EGC yang telah memberi semangat, motivasi, dan dukungan.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu baik materi maupun moral.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini jauh dari kesempurnaan, masih banyak kesalahan serta kekurangan di dalamnya. Oleh karena itu, penulis masih sangat membuka pintu kritik dan saran selebar-lebarnya untuk menyempurnakan laporan ini. Kritik dan saran yang membangun dari pembaca diharapkan dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan juga bagi pembaca pada umumnya. Terima kasih.

Palembang, Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGUJI SEMINAR TA	iii
MOTTO	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Relevansi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 <i>Roadmap</i> Penelitian	5
2.2 Biomassa	7
2.3 Pirolisis	10
2.4 Asap Cair	12
2.5 <i>Specific Energy Consumption</i> (SEC)	14
2.6 Asap Cair	11
2.7 Pestisida Organik	13
2.8 <i>Specific Energy Consumption</i> (SEC)	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Pendekatan Desain Fungsional	16
3.1.1 Reaktor Pirolisa	16
3.1.2 Kondenser	16
3.1.3 <i>Chiller</i>	16
3.1.4 <i>Storage Tank</i>	16
3.1.5 Pompa	17
3.1.6 Panel Monitor Suhu	17
3.1.7 <i>Pressure Gauge</i>	17
3.1.8 <i>Thermometer Gauge</i>	17
3.1.9 <i>Ducting</i>	17
3.2 Pendekatan Desain Struktural	17
3.3 Pertimbangan Percobaan	20
3.3.1 Waktu dan Tempat	20
3.3.2 Bahan dan Alat	20
3.3.3 Perlakuan dan Analisis Statistik Sederhana	23
3.4 Pengamatan.....	23

3.5 Prosedur Percobaan	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian	28
4.1.1 <i>Pre-treatment</i> Bahan Baku	28
4.1.2 Analisa Penggunaan Energi	29
4.1.3 Analisa Kuantitatif Produk	29
4.1.4 Analisa Kualitatif Produk	30
4.2 Pembahasan	30
4.2.1 Analisa <i>Pre-treatment</i> Bahan Baku	30
4.2.2 <i>Specific Energy Comsumption</i>	32
4.2.3 Pengaruh Jenis Bahan Baku dan Ukurannya terhadap Rendemen Produk.....	33
4.2.4 Pengaruh Beda Kondensat terhadap pH Asap Cair	35
4.2.5 Pengaruh Beda Kondensat terhadap Densitas Asap Cair	36
4.2.6 Fenol	37
4.2.7 Asam	39
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	43

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 <i>Roadmap</i> Penelitian	5
2.2 Lanjutan <i>Roadmap</i> Penelitian.....	6
2.3 Komposisi Kimia Tempurung Kelapa	7
2.4 Karakteristik Fisik Kayu Jati	8
2.5 Karakteristik Kimia Kayu Jati	9
2.6 Komposisi Kimia Kayu Meranti.....	10
2.7 Karakteristik Asap Cair Asal Jepang	12
2.8 Komposisi Kimia Asap Cair.....	13
3.1 Spesifikasi Pirolisator <i>Double</i> Kondenser.....	21
3.2 Daftar Bahan dan Alat yang Digunakan	22
4.1 Sistem Penamaan Sampel.....	28
4.2 Hasil Analisa Proses <i>Pre-Treatment</i> Bahan Baku	28
4.3 <i>Speific Energy Consumption</i> (SEC).....	29
4.4 Rendemen Produk.....	29
4.5 Sifat Fisik dan Kimia Asap Cair	30
4.6 Perbandingan Sifat Fisik dan Kimia Produk dengan Sandar.....	30
L1.1 Data Pengamatan Pengujian Kadar Air	42
L1.2 Data Pengamatan Pengujian Kadar Abu.....	42
L1.3 Data Volume Rendemen Produk Cairan yang Dihasilkan	43
L1.4 Data Massa Rendemen Produk Cairan yang Dihasilkan	43
L1.5 Data Pengamatan pada <i>Ceramic Heater</i>	43
L1.6 Data Pengamatan pada <i>Band Heater</i>	44
L1.7 Data Pengamatan pada Pompa	44
L1.8 Data Pengamatan Konsumsi Energi Alat	44
L1.9 Data Pengamatan Densitas Sampel Asap cair.....	45
L1.10 Data Pengamatan Analisis pH Sampel Asap Cair	45
L1.11 Data Pengamatan Analisis Kadar Asam Sampel Asap Cair	46
L1.12 Data Pengamatan Analisis Kadar Fenol Sampel Asap Cair.....	46
L2.1 Hasil Perhitungan Kadar Air Sampel	47
L2.2 Hasil Perhitungan Kadar Abu Sampel	48
L2.3 Hasil Perhitungan % Rendemen Produk Cairan	49
L2.4 Hasil Perhitungan Daya, Konsumsi Energi dan SEC Sampel Asap Cair ...	50
L2.5 Hasil Perhitungan Densitas Sampel Asap Cair	51
L2.6 Hasil Perhitungan Kadar Asam Sampel Asap Cair	52
L2.7 Hasil Perhitungan Fenol Sampel Asap Cair	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
3.1 Komponen Alat.....	18
3.2 <i>Prototype</i> Reaktor Pirolisis <i>Double</i> Kondensor (3D).....	18
3.3 Tampak Depan <i>Prototype</i> Reaktor Pirolisis <i>Double</i> Kondensor (2D).....	19
3.4 Tampak Atas <i>Prototype</i> Reaktor Pirolisis <i>Double</i> Kondensor (2D).....	19
3.5 Tampak Samping <i>Prototype</i> Reaktor Pirolisis <i>Double</i> Kondensor (2D).....	19
3.6 Diagram Alir Penelitian.....	22
4.1 Grafik Kadar Air dan Kadar Abu Bahan Baku.....	31
4.2 Grafik Perbandingan Nilai SEC dan Konsumsi Daya.....	32
4.3 Grafik Rendemen Asap Cair.....	34
4.4 Grafik Nilai pH Sampel Asap Cair.....	35
4.5 Grafik Nilai Densitas Sampel Asap Cair.....	36
4.6 Grafik Nilai Total Fenol Sampel Asap Cair.....	38
4.7 Grafik Nilai Asam Sampel Asap Cair.....	39
L3.1 Limbah Biomassa Serbuk Kayu.....	54
L3.2 Proses Pengumpulan Limbah Biomassa Serbuk Kayu.....	54
L3.3 Penjemuran Limbah Biomassa (Serbuk Kayu).....	55
L3.4 Proses Pengecekan Kadar Air.....	55
L3.5 Proses Pengecekan Kadar Abu.....	56
L3.6 Proses Pengecilan Ukuran.....	56
L3.7 Proses Membuka Reaktor, Memasukkan Bahan, Dan Menutup Reaktor.....	57
L3.8 Proses Pengisian Bahan Baku kedalam Reaktor.....	57
L3.9 Seperangkat Alat Pirolisis Asap Cair.....	57
L3.10 Tempat Penampungan Asap Cair Kondensor 1 dan Kondensor 2.....	57
L3.11 Alat Ukur Suhu pada Reaktor, Tar, Kondensor 1, Dan Kondensor 2.....	58
L3.12 Proses Penyaringan Asap Cair Dari Tar.....	58
L3.13 Asap Cair Tempurung Kelapa 4-5 cm.....	58
L3.14 Asap Cair Tempurung Kelapa 1-3 cm.....	58
L3.15 Asap Cair Kayu Jati 20 Mesh.....	59
L3.16 Asap Cair Kayu Jati 60 Mesh.....	59
L3.17 Asap Cair Kayu Meranti 20 Mesh.....	59
L3.18 Asap Cair Kayu Meranti 60 Mesh.....	59
L3.19 Analisa pH dengan pHmeter.....	59
L3.20 Pembuatan Larutan Asam Galat.....	60
L3.21 Proses Homogenisasi.....	60
L3.22 Persiapan Analisa.....	60
L3.23 Analisa Fenol.....	60
L3.24 Proses Homogenisasi Larutan.....	60
L3.25 Persiapan Titrasi Asam.....	60
L3.26 Proses Titrasi Asam.....	61
L3.27 Pengukuran Daya dan Tegangan.....	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Data Pengamatan	42
2 Perhitungan	47
3 Dokumentasi.....	54
4 Surat-menyurat	62