

**KONSUMSI ENERGI PADA REAKTOR PIROLISIS
MENGUNAKAN KONDENSOR GANDA UNTUK KONVERSI
LIMBAH BIOMASSA (SERBUK KAYU) MENJADI ASAP
CAIR**



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

OLEH :

**Venny Krysthin
0618 4041 1722**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2022**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**“KONSUMSI ENERGI PADA REAKTOR PIROLISIS MENGGUNAKAN
KONDENSOR GANDA UNTUK KONVERSI LIMBAH BIOMASSA
(SERBUK KAYU) MENJADI ASAP CAIR”**

OLEH :

VENNY KRYSTHIN
0618 4041 1722

Menyetujui,
Pembimbing I,



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

Palembang, Agustus 2022

Pembimbing II,



Ir. Sahrul Effendy A, M.T.
NIDN. 0023126309

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Ir. Jaksen, M. Si.
NIP. 196209041990031002




**Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji
Di Program Sarjana Terapan (DIV) Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya
Pada 09 Agustus 2022**

Tim Penguji :

Tanda Tangan

1. Ir. Irawan Rusnadi, M.T.
NIDN. 0002026710

()

2. Ir. Jaksen, M.Si
NIDN. 0004096205

()

3. Ibnu Hajar, S.T., M.T
NIDN. 0016027102

()

Palembang, Agustus 2022
Mengetahui,
Koordinator Program Studi
DIV Teknik Energi



Ir. Sahrul Effendy A, M. T.
NIP. 196312231996011001



MOTTO

“Sebab Aku ini mengetahui rancangan-rancangan apa yang ada pada-Ku mengenai kamu, demikianlah firman TUHAN, yaitu rancangan damai sejahtera dan bukan rancangan kecelakaan, untuk memberikan kepadamu hari depan yang penuh harapan.”

-Yeremia 29:11-

Janganlah hendaknya kamu kuatir tentang apa pun juga, tetapi nyatakanlah dalam segala hal keinginanmu kepada Allah dalam doa dan permohonan dengan ucapan syukur.”

-Filipi 4:6-

“Iso ora iso halsuisseo!”

-Unkwown-

Kupersembahkan Untuk :

- Jesus Christ
- My precious self
- My lovely family
- All of my friends
- SEVENTEEN RIGHT HERE!!

ABSTRAK

KONSUMSI ENERGI PADA REAKTOR PIROLISIS MENGGUNAKAN KONDENSOR GANDA UNTUK KONVERSI LIMBAH BIOMASSA (SERBUK KAYU) MENJADI ASAP CAIR

(Venny Krysthin, 2022 : 70 Halaman, 20 Tabel, 40 Gambar)

Sampah dan energi merupakan hal krusial saat ini terutama untuk kota besar di Indonesia saat ini. Disisi lain, kebutuhan akan energi sebagai penunjang kehidupan mereka meningkat semakin tajam. Keterbatasan energi yang bergantung pada energi fosil mengharuskan pencarian energi alternatif baru untuk mengganti energi fosil. Biomassa merupakan salah satu dari sekian banyak jenis sampah yang ramah lingkungan karena dapat diolah kembali menjadi suatu yang bermanfaat bila dikelola dengan tepat. Terdapat suatu metode yang cukup efektif untuk mengolah biomassa menjadi bernilai ekonomis yaitu dengan metode pirolisis untuk menghasilkan asap cair. Dilakukannya penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah *specific energy consumption* serta total rendemen dan kualitas asap cair yang dihasilkan sesuai standar ASTM D7544. Proses pirolisis yang dilakukan ini memiliki variabel tetap berupa variabel bahan baku yaitu serbuk kayu jati, serbuk kayu meranti dan serbuk kayu racuk, dan ukuran sampel yaitu 20-60 mesh sedangkan untuk variabel kendali, percobaan dilakukan dengan suhu 325°C. Dari hasil penelitian yang dilakukan, nilai SEC terendah diperoleh dari serbuk kayu meranti 60 mesh sebesar 9,08 kWh/l pada konsumsi daya 5,28 kWh dan total produk 0,581 liter, rendemen tertinggi sebesar 16% dari serbuk kayu jati 60 mesh, dan semua kondensat 1 asap cair dari masing-masing bahan baku sudah memenuhi standar fisik dari ASTM D7544 (densitas 1,1-1,3 gr/ml dan pH 2-3), serta standar kimia dari jurnal Maulina (2018) yaitu kadar asam 2,8-9,5% dan kadar fenol 0,2-2,9%.

Kata kunci : limbah biomassa, serbuk kayu, pirolisis, *double condenser*, asap cair.

ABSTRACT

ENERGY CONSUMPTION IN PYROLYSIS REACTOR USING DOUBLE CONDENSOR FOR THE CONVERSION OF BIOMASS WASTE (WOOD POWDER) INTO LIQUID SMOKE

(Venny Krysthin, 2022 : 70 Pages, 20 Tables, 40 Images)

Trash and energy are crucial at this time, especially for big cities in Indonesia today. On the other hand, the need for energy to support their lives is increasing sharply. The limitation of energy that relies on fossil energy requires the search for new alternative energy to replace fossil energy. Biomass is one of the many types of waste that is environmentally friendly because it can be reprocessed into something useful if managed properly. There is a method that is quite effective for processing biomass into economic value, namely the pyrolysis method to produce liquid smoke. This study aims to determine the amount of specific energy consumption as well as the total yield and quality of liquid smoke produced according to the ASTM D7544 standard. The pyrolysis process carried out has a fixed variable in the form of raw material variables, namely teak wood powder, meranti wood powder and racuk wood powder, and the sample size is 20-60 mesh while 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 was obtained from 60 mesh meranti sawdust of 9.08 kWh/l at a power consumption of 5.28 kWh and a total product of 0.581 liters, the highest yield of 16% from 60 mesh teak sawdust, and all Condensate 1 liquid smoke from each raw material has met the physical standards of ASTM D7544 (density 1.1-1.3 g/ml and pH 2-3), as well as chemical standards from the journal Maulina (2018), namely acid content of 2, 8-9.5% and 0.2-2.9% phenol content.

Kata kunci : *biomass waste, sawdust, pyrolysis, double condenser, liquid smoke.*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis haturkan kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, karena berkat 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 : “Konsumsi Energi pada Reaktor Pirolisis menggunakan Kondensor Ganda untuk Konversi Limbah Biomassa (Serbuk Kayu) menjadi Asap Cair”.

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. Amin, 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 dan Dosen Pembimbing II yang telah membantu proses penyelesaian penelitian dan penyusunan Tugas Akhir.
5. Ida Febriana, S.Si., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membantu proses penyelesaian penelitian dan penyusunan Tugas Akhir.
6. Ir. K.A. Ridwan, M. T. selaku Pembimbing Akademik Kelas 8 EGC di Jurusan Teknik Kimia Program Studi DIV Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Bapak/ibu Dosen dan Staf Jurusan Teknik Kimia Program Studi DIV Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
8. Keluarga tercinta, terutama mama, papa dan kakak-kakakku tersayang yang selalu mensupport, mendo'akan dan memberi dukungan secara materi dan moral yang luar biasa.

9. Teman-teman kelompok pirolisis asap cair Ajeng, Andiko, Nova, Hafidz, Ega, Sita dan Langge yang telah berjuang bersama selama proses penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir.
10. Teman-teman sepeerskripsian di Dee Balcon Okta Triana Manurung, Natanael Christian Hamonangan dan Dendi Osfaldo yang selalu menemani, memberi support dan mendengarkan keluh kesah dalam penyusunan laporan ini sampai selesai.
11. Teman-teman Tawakal Arif Zakiatul Fikri, Elza Fajar Indah Gustriana dan Putri Agustina yang selalu menemani dan memberi support dalam penyusunan laporan ini sampai selesai.
12. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Energi 2018 terutama kelas 8 EGC yang telah memberi semangat, motivasi, dan dukungan.
13. Bias-biasku, Scoups, Jeonghan, Joshua, Jun, Hoshi, Wonwoo, Woozi, The8, Mingyu, DK, Seungkwon, Vernon dan Dino yang sudah menghibur dan memberi semangat selama menyelesaikan laporan ini.
14. Terima kasih kepada diriku sendiri yang sudah berjuang dengan maksimal dan mampu bertahan menyelesaikan laporan ini.
15. 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 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	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat.....	3
1.4 Rumusan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Biomassa	5
2.1.1 Kayu Jati	5
2.1.2 Kayu Racuk.....	6
2.1.3 Kayu Meranti	7
2.2 Pirolisis	7
2.3 Asap Cair	9
2.4.1 Komposisi Asap Cair	10
2.4.2 Manfaat Asap Cair	11
2.4.3 Jenis Asap Cair.....	11
2.5 Konsumsi Energi.....	12
2.6 Penelitian-penelitian Terdahulu	13
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Pendekatan Desain Fungsional	15
3.1.1 Reaktor Pirolisis.....	15
3.1.2 Kondenser	15
3.1.3 <i>Cooling Box</i>	15
3.1.4 <i>Storage Tank</i>	15
3.1.5 Pompa	16
3.1.6 Panel Monitor Suhu	16
3.1.7 <i>Pressure Gauge</i>	16
3.1.8 <i>Thermometer Gauge</i>	16
3.1.9 <i>Ducting</i>	16
3.2 Pendekatan Desain Struktural	16
3.3 Pertimbangan Percobaan.....	19
3.3.1 Waktu dan Tempat	19
3.3.2 Bahan dan Alat	19
3.4 Pengamatan	22
3.5 Prosedur Percobaan.....	23

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian	28
4.1.1 <i>Pre-treatment</i> Bahan Baku.....	28
4.1.2 Analisa <i>Specific Energy Consumption</i>	29
4.1.3 Analisa Rendemen Produk.....	29
4.1.4 Analisa Kualitas Produk.....	30
4.2 Pembahasan.....	30
4.2.1 Analisa <i>Pre-treatment</i> Bahan Baku.....	30
4.2.2 Analisa Konsumsi Energi.....	32
4.2.3 Pengaruh Jenis Bahan Baku dan Ukurannya terhadap Rendemen Produk.....	33
4.2.4 Pengaruh Beda Kondenser terhadap Sifat Fisik Asap Cair.....	34
4.2.5 Pengaruh Beda Kondenser terhadap Sifat Kimia Asap Cair...37	
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Kayu Jati.....	6
Tabel 2.2 Komposisi Serbuk Gergaji Kayu	7
Tabel 2.3 Senyawa Penyusunan Kayu Meranti.....	7
Tabel 2.4 Standar Sifat Kimia Asap Cair.....	10
Tabel 2.5 Standar Sifat Fisika Asap Cair	10
Tabel 2.6 Penelitian-penelitian Terdahulu	13
Tabel 2.7 Lanjutan Penelitian-penelitian Terdahulu	14
Tabel 3.1 Spesifikasi Pirolisator Kondenser Ganda.....	20
Tabel 3.2 Daftar Bahan dan Alat yang Digunakan	21
Tabel 4.1 Hasil Analisa Proses Pre-treatment Bahan Baku	28
Tabel 4.2 Analisa Konsumsi Energi.....	29
Tabel 4.3 Rendemen Produk	29
Tabel 4.4 Sifat Fisik dan Kimia Asap Cair	30
Tabel L.1 Data Pengamatan Kadar Air	46
Tabel L.2 Data Pengamatan Kadar Abu	46
Tabel L.3 Data Pengamatan Rendemen Asap Cair	46
Tabel L.4 Data Pengamatan Konsumsi Energi	47
Tabel L.5 Data Pengamatan Densitas	47
Tabel L.6 Data Pengamatan Kadar Asam	48
Tabel L.7 Data Pengamatan Kadar Fenol	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Komponen Alat	17
Gambar 3.2 <i>Prototype</i> Reaktor Pirolisis <i>Double</i> Kondensor (3D)	17
Gambar 3.3 Tampak Depan <i>Prototype</i> Reaktor Pirolisis <i>Double</i> Kondensor (2D).....	18
Gambar 3.4 Tampak Atas <i>Prototype</i> Reaktor Pirolisis <i>Double</i> Kondensor (2D).....	18
Gambar 3.5 Tampak Samping <i>Prototype</i> Reaktor Pirolisis <i>Double</i> Kondensor (2D) ...	19
Gambar 3.6 Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 4.1 Grafik Kadar Air dan Kadar Abu Bahan Baku	31
Gambar 4.2 Grafik Nilai <i>Specific Energy Consumption</i> (SEC).....	32
Gambar 4.3 Grafik Rendemen Produk.....	33
Gambar 4.4 Grafik pH Asap Cair	35
Gambar 4.5 Grafik Densitas Asap Cair.....	36
Gambar 4.6 Grafik Fenol Asap Cair	37
Gambar 4.7 Grafik Asam Asap Cair	39
Gambar L3.1 Limbah Biomassa Serbuk Kayu	64
Gambar L3.2 Proses Pengumpulan Limbah Biomassa Serbuk Kayu	64
Gambar L3.3 Penjemuran Limbah Biomassa (Serbuk Kayu).....	65
Gambar L3.4 Proses Pengecekan Kadar Air.....	65
Gambar L3.5 Proses Pengecekan Kadar Abu	66
Gambar L3.6 Proses Pengecilan Ukuran	66
Gambar L3.7 Proses Membuka Reaktor, Memasukkan Bahan, Dan Menutup Reaktor	67
Gambar L3.8 Proses Pemasukan Bahan Baku	67
Gambar L3.9 Seperangkat Alat Pirolisis Asap Cair kedalam Reaktor	67
Gambar L3.10 Tempat Penampungan Asap Cair Pada Kondensor 1 dan Kondensor 2	67
Gambar L3.11 Alat Ukur Suhu pada Reaktor, Tar, Kondensor 1, Dan Kondensor 2....	68
Gambar L3.12 Proses Penyaringan Asap Cair Dari Tar	68
Gambar L3.13 Asap Cair Kayu Jati 20 Mesh	68
Gambar L3.14 Asap Cair Kayu Jati 60 Mesh	68
Gambar L3.15 Asap Cair Kayu Meranti 20 Mesh	69
Gambar L3.16 Asap Cair Kayu Meranti 60 Mesh	69
Gambar L3.17 Asap Cair Kayu Racuk 20 Mesh.....	69
Gambar L3.18 Asap Cair Kayu Racuk 60 Mesh.....	69
Gambar L3.19 Analisa pH dengan pHmeter.....	69
Gambar L3.20 Pembuatan Larutan Asam Galat	70
Gambar L3.21 Proses Homogenisasi	70
Gambar L3.22 Persiapan Analisa.....	70
Gambar L3.23 Analisa Fenol	70
Gambar L3.24 Proses Homogenisasi Larutan.....	71
Gambar L3.25 Persiapan Titrasi Asam	71
Gambar L3.26 Proses Titrasi Asam	71
Gambar L3.27 Pengukuran Daya dan Tegangan	72