

**ANALISIS KINERJA REAKTOR PIROLISIS *DOUBLE  
CONDENSER* UNTUK PEMBUATAN ASAP CAIR DARI  
LIMBAH BIOMASSA (KAYU JATI, KAYU AKASIA DAN  
KAYU MERANTI)**



**Disusun sebagai salah satu syarat  
Menyelesaikan Pendidikan Diploma IV  
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi**

**OLEH:**

**NOVA FENOLDI  
0618 4041 1418**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2022**

**LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KINERJA REAKTOR PIROLISIS *DOUBLE CONDENSER* UNTUK PEMBUATAN ASAP CAIR DARI LIMBAH BIOMASSA (KAYU JATI, KAYU AKASIA DAN KAYU MERANTI)**

OLEH :

NOVA FENOLDI  
061840411418

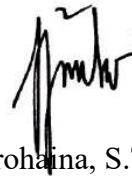
Palembang, September 2022

Menyetujui,  
Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



(Zurohaina, S.T., M.T.)  
NIDN. 0018076707

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia



(Ir. Jaksen, M.Si.)  
NIDN. 19620904199031002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI  
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Jalan Srijaya Negara, PALEMBANG 30139  
Telp.0711-353414 Fax. 0711-355918. E-mail : kimia@polsri.ac.id.



Telah diujikan dihadapan Tim Penguji  
di Program Diploma IV – Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia  
Politeknik Negeri Sriwijaya  
pada tanggal 08 Agustus 2022

Tim Penguji :

Tanda Tangan

1. Ir. Erwana Dewi, M.Eng.  
NIDN 0014116008

(  )

2. Dr. Ir. Aida Syarif, M.T.  
NIDN. 0011016505

(  )

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

(  )

Palembang, Agustus 2022  
Mengetahui,  
Koordinator Program Studi  
Sarjana Terapan (DIV) Teknik Energi



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

## ABSTRAK

### ANALISIS KINERJA REAKTOR PIROLISIS *DOUBLE CONDENSER* UNTUK PEMBUATAN ASAP CAIR DARI LIMBAH BIOMASSA (KAYU JATI, KAYU AKASIA DAN KAYU MERANTI)

---

(Nova Fenoldi, 2022 : 40 Halaman, 24 Tabel, 42 Gambar)

Di beberapa kota, kepadatan penduduk dapat menyebabkan penumpukan jumlah sampah yang tidak kecil. Tingginya jumlah timbulan sampah tersebut dipicu oleh laju percepatan pertumbuhan penduduk perkotaan di Indonesia. Kegiatan domestik baik dari sektor rumah tangga, komersil maupun industri serta kegiatan industri dalam melakukan proses produksi dan penunjang juga dapat menghasilkan sampah. Limbah yang dihasilkan tersebut dapat menyebabkan proses dekomposisi anaerob yang terjadi karena penimbunan limbah sehingga dapat menghasilkan gas metana ( $\text{CH}_4$ ) yang berdampak terhadap pemanasan global. Oleh karena itu, dibutuhkan proses lebih lanjut untuk mengolah limbah biomassa tersebut salah satunya dengan metode pirolisis guna menghasilkan asap cair. Dilakukannya penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah *Specific Energy Consumption* dan mengetahui kualitas asap cair yang dihasilkan sesuai standar ASTM D7544 dan Jurnal Maulina (2018). Proses pirolisis yang dilakukan ini memiliki variabel tetap berupa variabel bahan baku yaitu serbuk kayu jati, akasia dan meranti dengan ukuran sampel 20 dan 60 mesh. Sedangkan untuk variabel kendali, percobaan dilakukan dengan suhu  $325^\circ\text{C}$ . Dari hasil penelitian yang dilakukan, nilai SEC terendah diperoleh dari serbuk kayu akasia 60 mesh sebesar 9,92 kWh/l pada konsumsi daya 5,02 kWh dan total produk 0,5057 liter. Sebagian asap cair yang dihasilkan sudah memenuhi standar sifat fisik dari ASTM D75444 (densitas 1,1-1,3 gr/ml dan pH 2-3) dan standar sifat kimia dari jurnal Maulina (2018) yaitu kadar asam 2,8-9,5% dan kadar fenol 0,2-2,9%.

**Kata kunci:** Limbah biomassa, Pirolisis, *Double Condensor*, Asap Cair

## ABSTRACT

### **PERFORMANCE ANALYSIS OF DOUBLE CONDENSER PYROLYSIS REACTOR FOR MAKING LIQUID SMOKE FROM BIOMASS WASTE (TEAK WOOD, ACASIA WOOD AND MERANTI WOOD)**

---

**(Nova Fenoldi, 2022 : 40 Pages, 24 Tables, 42 Pictures)**

*In some cities, population density can cause the accumulation of large amounts of waste. The high amount of waste generated is triggered by the accelerated rate of urban population growth in Indonesia. Domestic activities, both from the household, commercial and industrial sectors, as well as industrial activities in carrying out the production and supporting processes, can also generate waste. The resulting waste can cause an anaerobic decomposition process that occurs due to the accumulation of waste so that it can produce methane gas (CH<sub>4</sub>) which has an impact on global warming. Therefore, further processes are needed to treat the biomass waste, one of which is the pyrolysis method to produce liquid smoke. This study aims to determine the amount of Specific Energy Consumption and determine the quality of the liquid smoke produced according to the ASTM D7544 standard and the Maulina Journal (2018). The pyrolysis process carried out has a fixed variable in the form of raw material variables, namely teak, acacia and meranti wood powder with sample sizes of 20 and 60 mesh. 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 was obtained from 60 mesh acacia sawdust of 9.92 kWh/l at a power consumption of 5.02 kWh and a total product of 0.5057 liters. Some of the liquid smoke produced already meets the physical properties standards of ASTM D75444 (density 1.1-1.3 gr/ml and pH 2-3) and the chemical properties standards from the Maulina journal (2018), namely acid levels of 2.8-9, 5% and phenol content 0.2-2.9%.*

**Keywords:** Biomass waste, Pyrolysis, Double Condensor, Liquid Smoke

## MOTTO

*“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”*  
(Q.S. Al-Insyirah: 5)

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

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis haturkan kepada 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: “Analisis Kinerja 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. Zurohaina, S.T., 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 bapak, ibu dan kakak tersayang yang selalu memberi support, mendoakan dan memberi dukungan yang luar biasa.
10. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Energi 2018 terutama kelas 8 EGB yang telah memberi semangat, motivasi, dan dukungan.
11. 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
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGUJI SEMINAR TA</b> .....	<b>iii</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat.....	3
1.4 Rumusan Masalah .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 <i>Roadmap</i> Penelitian .....	5
2.2 Kayu Akasia.....	7
2.3 Kayu Jati .....	8
2.4 Kayu Meranti .....	9
2.5 Pirolisis .....	10
2.6 Asap Cair .....	11
2.7 Pestisida Organik .....	13
2.8 <i>Specific Energy Consumption</i> (SEC) .....	14
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Pendekatan Desain Fungsional .....	15
3.1.1 Reaktor Pirolisis.....	15
3.1.2 Kondenser .....	15
3.1.3 <i>Chiller</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 .....	21
3.5 Prosedur Percobaan.....	22

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Penelitian .....	26
4.1.1 Analisa <i>Pre-treatment</i> Bahan Baku .....	26
4.1.2 Analisa Konsumsi Energi .....	27
4.1.3 Analisa Rendemen Produk.....	27
4.1.4 Analisa Kualitas Produk .....	28
4.2 Hasil dan Pembahasan .....	29
4.2.1 Analisa <i>Pre-treatment</i> Bahan Baku .....	29
4.2.2 Analisa Konsumsi Energi .....	30
4.2.3 Pengaruh Jenis dan Ukuran Bahan Baku terhadap % Rendemen Produk.....	31
4.2.4 Analisa Karakteristik Sifat Fisik Produk Asap Cair .....	33
4.2.5 Analisa Karakteristik Sifat Kimia Produk Asap Cair .....	35

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	39
5.2 Saran .....	39

## **DAFTAR PUSTAKA .....**

## **LAMPIRAN.....**

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1 <i>Roadmap</i> Penelitian .....	5
2.2 Lanjutan <i>Roadmap</i> Penelitian .....	6
2.3 Karakteristik Kayu Akasia .....	7
2.4 Karakteristik Kayu Jati.....	9
2.5 Senyawa Penyusun Kayu Meranti .....	10
2.6 Standar Sifat Kimia Asap Cair .....	13
2.7 Standar Sifat Fisika Asap Cair .....	13
2.8 Kandungan Senyawa Pestisida Organik.....	14
3.1 Spesifikasi Pirolisator <i>Double</i> Kondenser .....	19
3.2 Daftar Bahan dan Alat yang Digunakan .....	20
4.1 Sistem Penamaan Sampel .....	26
4.2 Kadar Air dan Kadar Abu Bahan Baku.....	26
4.3 <i>Specific Energy Consumption</i> .....	27
4.4 Rendemen Asap Cair.....	27
4.5 Standar Karakteristik Sifat Fisik dan Kimia Asap Cair .....	28
4.6 Karakteristik Sifat Fisik dan Kimia Asap Cair .....	28
LI.1 Data Pengamatan Kadar Air.....	44
LI.2 Data Pengamatan Kadar Abu .....	44
LI.3 Data Pengamatan Rendemen Asap Cair.....	44
LI.4 Data Pengamatan SEC ( <i>Specific Energy Consumption</i> ) .....	45
LI.5 Data Pengamatan pH Asap Cair.....	45
LI.6 Data Pengamatan Densitas Asap Cair .....	46
LI.7 Data Pengamatan Kadar Asam Asap Cair.....	46
LI.8 Data Pengamatan Kadar Fenol Asap Cair.....	47

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Jenis-jenis Asap Cair.....	13
3.1 Komponen Alat.....	17
3.2 <i>Prototype</i> Reaktor Pirolisis <i>Double</i> Kondensor (3D).....	17
3.3 Tampak Depan <i>Prototype</i> Reaktor Pirolisis <i>Double</i> Kondensor (2D).....	18
3.4 Tampak Atas <i>Prototype</i> Reaktor Pirolisis <i>Double</i> Kondensor (2D).....	18
3.5 Tampak Samping <i>Prototype</i> Reaktor Pirolisis <i>Double</i> Kondensor (2D).....	18
3.6 Diagram Alir Penelitian.....	22
4.1 Grafik Kadar Air Bahan Baku.....	29
4.2 Grafik Kadar Abu Bahan Baku.....	30
4.3 Grafik <i>Specific Energy Consumption</i> (SEC).....	31
4.4 Grafik % Rendemen Asap Cair.....	32
4.5 Grafik pH Asap Cair.....	33
4.6 Grafik Densitas Asap Cair.....	35
4.7 Grafik Kadar Asam Asap Cair.....	36
4.8 Grafik Kadar Fenol Asap Cair.....	37
LIII.1 Limbah Biomassa Serbuk Kayu.....	60
LIII.2 Proses Pengumpulan Limbah Biomassa Serbuk Kayu.....	60
LIII.3 Penjemuran Limbah Biomassa (Serbuk Kayu).....	61
LIII.4 Proses Pengecekan Kadar Air.....	61
LIII.5 Proses Pengecekan Kadar Abu.....	61
LIII.6 Proses Pengecilan Ukuran.....	61
LIII.7 Proses Membuka Reaktor, Memasukkan Bahan, Dan Menutup Reaktor.....	62
LIII.8 Proses Pemasukan Bahan Baku.....	62
LIII.9 Seperangkat Alat Pirolisis Asap Cair kedalam Reaktor.....	62
LIII.10 Tempat Penampungan Asap Cair Kondensor 1 dan Kondensor 2.....	62
LIII.11 Alat Ukur Suhu pada Reaktor, Tar, Kondensor 1, Dan Kondensor 2.....	63
LIII.12 Proses Penyaringan Asap Cair Dari Tar.....	64
LIII.13 Asap Cair Kayu Jati 20 Mesh.....	64
LIII.14 Asap Cair Kayu Jati 60 Mesh.....	64
LIII.15 Asap Cair Kayu Akasia 20 Mesh.....	64
LIII.16 Asap Cair Kayu Akasia 60 Mesh.....	64
LIII.17 Asap Cair Kayu Meranti 20 Mesh.....	65
LIII.18 Asap Cair Kayu Meranti 60 Mesh.....	65
LIII.19 Analisa pH dengan pHmeter.....	65
LIII.20 Pembuatan Larutan Asam Galat.....	66
LIII.21 Proses Homogenisasi.....	66
LIII.22 Persiapan Analisa.....	66
LIII.23 Analisa Fenol.....	66
LIII.24 Proses Homogenisasi Larutan.....	66
LIII.25 Persiapan Titrasi Asam.....	66
LIII.26 Proses Titrasi Asam.....	67
LIII.27 Pengukuran Daya dan Tegangan.....	67

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
L.1 Data Pengamatan .....	44
L.2 Perhitungan .....	48
L.3 Dokumentasi .....	60
L.4 Surat-Menyurat .....	68