

**PENGARUH ARAH ALIRAN AIR YANG BERLAWANAN DAN SEARAH  
TERHADAP HASIL ASAP CAIR PADA KONDENSOR PIROLISIS BIOMASSA**

**SKRIPSI**



**OLEH**

**FIKRI CAHYA ALKHAIRI**

**16520016**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH METRO**

**2020**



**PENGARUH ARAH ALIRAN AIR YANG BERLAWANAN DAN SEARAH  
TERHADAP HASIL ASAP CAIR PADA KONDENSOR PIROLISIS BIOMASSA**

**SKRIPSI**

**OLEH  
FIKRI CAHYA ALKHAIRI  
16520016**


**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH METRO  
2020**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Pengaruh Arah Aliran Air Yang Berlawanan Dan Searah  
Terhadap Hasil Asap Cair Pada Kondensor Pirolisis  
Biomassa  
Nama Penulis : Fikri Cahya Alkhari  
Npm : 16520016  
Program Studi : Teknik mesin  
Fakultas : Teknik

## MENYETUJUI

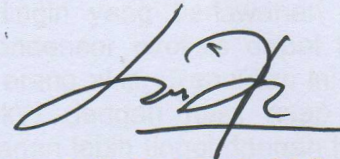
Pembimbing I,



**Kemas Ridhuan, S.T., M.Eng.**

NIDN. 0210096904

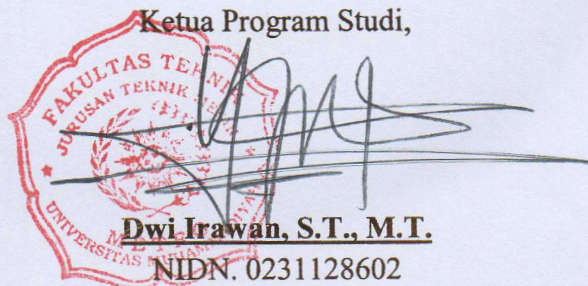
Pembimbing II,



**Nurlaila Rajabiah, M.Sc.**

NIDN. 020403902

Ketua Program Studi,



**Dwi Irawan, S.T., M.T.**

NIDN. 0231128602

## ABSTRAK

Fikri Alkhairi cahya 2020. *Pengaruh Arah Aliran Air Yang Berlawanan Dan Searah Terhadap Hasil Asap Cair Pada Kondensor Pirolisis Biomassa* Skripsi, Program Studi Teknik Mesin. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro. Pembimbing (I) Kemas Rridhuan, S.T., M.Eng. ; Pembimbing (II) Nurlaila Rajabiah, M .S

Pirolisi adalah merupakan suatu proses yang menghasilkan produk utama asap cair dan arang. Untuk mendapatkan hasil asap cair perlu adanya proses kondensasi pada kondensor dengan arah aliran searah dan berlawanan. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh arah aliran air berlawanan dan searah terhadap suhu dan laju pendinginan pada kondensor pirolisis biomassa dan mengetahui pengaruh arah aliran air berlawanan dan searah terhadap suhu dan laju pendinginan pada kondensor pirolisis biomassa. Metode penelitian menggunakan variasi aliran berlawanan dan searah, bahan baku yang di gunakan kayu gelam, bahan bakar yang digunakan kayu singon, air kondensor di distribusikan menggunakan pompa air, debit pendinginan 6 l/ min,  $\frac{3}{4}$  inc pipa tembaga, 2,5m pipa silinder kondensor yang dilakukan yaitu memvariasikan perbandingan antara arah aliran searah dan berlawanan. Untuk mendapatkan asap cair lebih baik maka diperlukan sistem pendinginan kondensor yang efektif yaitu dengan menggunakan arah aliran air pendingin yang berlawanan atau searah sehingga laju penyerapan panas pada kondensor pirolisis dapat lebih maksimal untuk mendapatkan hasil asap cair dan arang aktif. Penelitian ini nilai laju perpindahan panas terendah adalah 23,3kW dengan hasil asap cair sejumlah 1090 ml, sedangkan untuk aliran berlawanan lebih tinggi dengan hasil, nilai laju perpindahan panas tertinggi adalah 29kW dengan hasil asap cair 1420 ml dan dari hasil penelitian pirolisis biomasa asap cair yang dihasilkan aliran searah 1090 ml sedangkan aliran berlawanan 1420 ml. Pengaruh dari hasil penelitian bahwa pada pengujian aliran berlawanan lebih efisien.

Kata kunci : Pirolisis ,kondensor, aliran

## ABSTRACT

Fikri Alkhairi cahya 2020. *Pengaruh Arah Aliran Air Yang Berlawanan Dan Searah Terhadap Hasil Asap Cair Pada Kondensor Pirolisis Biomassa* Skripsi, Program Studi Teknik Mesin. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro. Pembimbing (I) Kemas Rridhuan, S.T., M.Eng. ; Pembimbing (II) Nurlaila Rajabiah, M .S

Pyrolysis is a process that produces in the main products of liquid smoke and charcoal. To get the results of the liquid smoke, it is necessary to have a condensation process on the condenser in the same direction and the opposite direction. The purpose of this study is to determine the effect of opposite and unidirectional water flow directions on the temperature and cooling rate of the biomass pyrolysis condenser. The research method that uses is a variation of the opposite and unidirectional flow, the raw material used is gelam wood, the fuel used is Singon wood, the condenser water is distributed using a water pump, cooling discharge is 6 l / min,  $\frac{3}{4}$  inc copper pipe, 2.5m condenser cylinder pipe. Condenser cylinder pipe that's done is varying the ratio between the direction of flow direction and opposite. To get better liquid smoke, an effective condenser cooling system is needed, namely by using the opposite or unidirectional direction of cooling water flow so that the rate of heat absorption in the pyrolysis condenser can be maximized to get the results of liquid smoke and activated charcoal. In this study, the lowest heat transfer rate value is 23.3 kW with a liquid smoke yield of 1090 ml, for the higher opposite flow, the value of the highest heat transfer rate is 29kW with a liquid smoke yield of 1420 ml and from the results of research on liquid smoke biomass pyrolysis. 1090 ml unidirectional flow produced while 1420 ml opposite flow. The effect of the research results is that the countercurrent test is more efficient.

*Keywords: Condenser pyrolysis, flow*

## RINGKASAN

Pirolisis adalah proses dekomposisi suatu bahan pada suhu tinggi tanpa adanya udara atau dengan udara terbatas. Proses dekomposisi pada pirolisis ini juga sering disebut dengan devolatilisasi. Produk utama dari pirolisis yang dapat dihasilkan adalah arang (char), minyak, dan gas. Arang yang terbentuk dapat digunakan untuk bahan bakar ataupun digunakan sebagai karbon aktif. Sedangkan minyak yang dihasilkan dapat digunakan sebagai zat additif atau campuran dalam bahan bakar. Dalam pirolisis menghasilkan arang dan asap cair. Prinsip kerjanya adalah dengan memanfaatkan energi panas yang dihasilkan dari proses pembakaran dengan bahan bakar diluar reaktor yang memanaskan bahan baku yang ada di dalam reaktor. Tujuan dari penelitian ini Mengetahui pengaruh arah aliran air berlawanan dan searah terhadap suhu dan laju pendinginan pada kondensor pirolisis biomassa dan Mengetahui pengaruh arah aliran air berlawanan dan searah terhadap suhu dan laju pendinginan pada kondensor pirolisis biomassa. Metode penelitian menggunakan variasi aliran berlawanan dan searah, bahan baku yang di gunakan kayu gelam ,bahan bakar yang digunakan kayu singon,air kondensor di distribusikan menggunakan pompa air ,debit pendinginan 6 l/ min, ¾ inc pipa tembaga ,2,5m pipa silinder kondensor yang dilakukan yaitu memvariasikan perbandingan antara arah aliran searah dan berlawanan. Untuk mendapatkan asap cair lebih baik maka diperlukan sistem pendinginan kondensor yang efektif yaitu dengan menggunakan arah aliran air pendingin yang berlawanan atau searah sehingga laju penyerapan panas pada kondensor pirolisis dapat lebih maksimal untuk mendapatkan hasil asap cair dan arang aktif. penelitian ini nilai laju perpindahan panas terendah adalah 23,3 kW dengan hasil asap cair sejumlah 1420 ml, sedangkan untuk aliran searah lebih tinggi dengan hasil, nilai laju perpindahan panas tertinggi adalah 29 kW dengan hasil asap cair 1090 ml dan dari hasil penelitian pirolisis biomasa asap cair yang dihasilkan aliran searah 1090 ml sedangkan aliran berlawanan 1420 ml.pengaruh dari hasil penelitan bahwa pada pengujian aliran berlawana lebih efisien

## HALAMAN PENGESAHAN

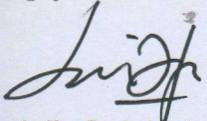
Skripsi oleh **Fikri Cahya Alkhairi** ini,  
Telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
Pada tanggal, 28 Agustus 2020

Tim Penguji :  
Penguji Ketua,



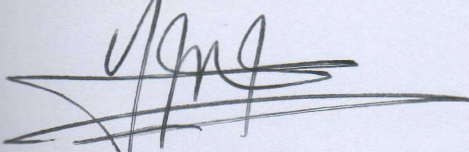
**Kemas Ridhuan, S.T.,M.Eng.**  
NIDN. 0210096904

Penguji Sekretaris,



**Nurlaila Rajabiah, M.Sc.**  
NIDN. 020303902

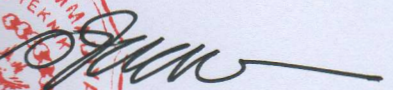
Penguji Utama,



**Dwi Irawan, S.T.,M.T.**  
NIDN. 0231128602

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik



  
**Kemas Ridwan, S.T., M.Eng.**  
NIDN. 021 009 6 904

## **MOTTO**

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri”

(QS Ar Ra'd : 11)

“Dan bahwasannya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakannya” (QS An Najm : 39)

“Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah”

(Thomas Alva Edison)

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini dibuat sebagai tanda bukti penulis kepada :

1. Kedua Orang Tua ku (hasan S,Pdi dan ibu saripah aini S,Pdi yang selalu membimbing dan mendoakan demi keberhasilan studi anak – anaknya serta adikku yang selalu membuatku semangat.
2. Yang tersayang adek ku (isnaini fadilah dan salisata faujiah ) yang selalu memberikan semangat demi keberhasilku
3. Kepada Saudara-Saudaraku, Rekan timku rifki rahmadan yuda armada putra alfi alrasyid, Sahabat-Sahabatku yang selalu memberi motivasi dan semangat demi keberhasilanku.
4. Kepada Bapak Ibu Dosen Fakultas Teknik yang telah banyak membantu terselesaikannya penulisan skripsi ini.
5. Kepada keluarga IMM kota metro
6. Kepada Keluarga Besar Mahasiswa Fakultas Teknik yang selalu ada dalam jiwa.
7. Almamater Universitas Muhammadiyah Metro tercinta

## KATA PENGANTAR

### ***Assalammualaikum. Wr. wb***

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah swt yang telah memberikan kenikmatanNya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Pengaruh Arah Aliran Air Yang Berlawanan Dan Searah Terhadap Hasil Asap Cair Pada Kondensor Pirolisis Biomassa*

Adapun tujuan pembuatan skripsi ini adalah salah satu syarat akademik yang harus dijalani mahasiswa untuk menyelesaikan program sarjana di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro.

Dengan terlaksainannya skripsi ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. H. Jazim Ahmad, M.Pd. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Metro
2. Bapak Kemas Ridhuan S.T., M.Eng. selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro dan pembimbing 1
3. Bapak Dwi Irawan, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro.
4. Ibu Nurlaila Rajabiah, M. Sc, selaku pembimbing II
5. Bapak dan ibu dosen serta Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro.
6. Kedua orang tua yang selalu memberikan doa dan semangat.
7. Rekan – rekan angkatan 2016 yang telah banyak membantu demi selesainya skripsi ini.

Penulis menyadari akan keterbatasan pengetahuan, keterampilan dan kekurangan-kekurangan dalam pembuatan skripsi ini. Untuk itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangatlah penulis harapkan, untuk menyempurnakan kekurangan-kekurangan skripsi ini.

***Wasalammualaikum. Wr. Wb.***

Metro, 13 Agustus 2020

Penulis

**Fikri Cahya Alkahairi**  
NPM.16520016

## PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fikri Cahya Alkhairi  
NPM : 16520016  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul **“Pengaruh Arah Aliran Air Yang Berlawanan Dan Searah Terhadap Hasil Asap Cair Pada Kondensor Pirolisis Biomassa”**

adalah karya saya dan bukan plagiat.

Apabila dikemudian hari terdapat unsur plagiat dalam skripsi tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik sarjana dan akan mempertanggung jawabkan secara hukum.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya.

Metro, 13 Agustus 2020

Membuat Pernyataan



**Fikri Cahya Alkhairi**  
NPM.16520016



UNIT PUBLIKASI ILMIAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH  
METRO



## SURAT KETERANGAN UJI KESAMAAN (SIMILARITY CHECK)

Nomor: 1272/II.3.AU/F/UPI-UK/2020

Unit Publikasi Ilmiah Universitas Muhammadiyah Metro dengan ini menerangkan bahwa:

Nama : FIKRI CAHYA ALKHAIRI  
NPM : 16520016  
Jenis Dokumen : SKRIPSI

Judul :

PENGARUH ARAH ALIRAN AIR YANG BERLAWANAN DAN SEARAH TERHADAP HASIL ASAP CAIR PADA KONDENSOR PIROLISIS BIOMASA

Telah dilakukan validasi berupa Uji Kesamaan (Similarity Check) dengan menggunakan aplikasi Turnitin. Dokumen yang telah diperiksa dinyatakan telah memenuhi syarat bebas uji kesamaan (similarity check) dengan persentase kesamaan  $\leq 20\%$ . Hasil pemeriksaan uji kesamaan terlampir.

Demikian kami sampaikan untuk digunakan sebagaimana mestinya.



Swadhya Rizki, S.Si., M.Sc.  
NIDN. 0224018703

**Alamat**

Jl. Ki Hajar Dewantara No. 116  
Ringmulyo, Kec. Metro Timur Kota  
Metro, Lampung, Indonesia

**Website:** [www.upi.ummetro.ac.id](http://www.upi.ummetro.ac.id)

**E-mail:** [upi.ummetro@gmail.com](mailto:upi.ummetro@gmail.com)

## DAFTAR ISI

I.	HALAMAN SAMPUL .....	i
II.	HALAMAN LOGO .....	ii
III.	HALAMAN JUDUL .....	iii
IV.	ABSTRAK .....	iv
V.	RINGKASAN .....	vii
VI.	HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
VII.	HALAMAN PENGESAHAN .....	viii
VIII.	HALAMAN MOTTO .....	ix
IX.	HALAMAN PERSEMBAHAN .....	x
X.	KATA PENGANTAR.....	xi
XI.	PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT .....	xii
XII.	SURAT KETERANGAN KESAMAAN .....	xiii
XIII.	DAFTAR ISI.....	xiv
XIV.	DAFTAR TABEL .....	xvi
XV.	DAFTAR GAMBAR .....	xvii
XVI.	DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
<b>BAB I</b>	<b>PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
	A. Latar Belakang Masalah .....	1
	B. Rumusan Masalah.....	2
	C. Tujuan Penelitian.....	3
	D. Kegunaan Penelitian.....	3
	E. Ruang lingkup penelitian .....	3
<b>BAB II</b>	<b>KAJIAN LITERATUR.....</b>	<b>4</b>
	A. Kajian literatur yang mendukung variabel terkait .....	4
	1 .Pengertian Umum Biomasa .....	4
	a. Proses Pra Pengolahan Sebelum Konveksi Biomssa Menjadi Hana Bakar .....	4
	b. macam macam proses pengolahan biomssa.....	5
	c. Pembakaran .....	6
	d. Pirolisis.....	8
	e. Reaktor.....	9
	f. Kondensor .....	9

1) penertian kondensasi.....	9
2) kondensasi film.....	10
3) kondensasi secara tetes.....	10
g. kondesor .....	11
h. arah aliran .....	12
i. asap cair.....	14
1) manfaat asap cair .....	14
2) jenis asap cair .....	15
j. jenis aliran pluida.....	17
1) aliran laminar .....	18
2) aliran transisi.....	18
3) aliran turbulen.....	18
k. debit air pendingin .....	19
i. laju penyerapan panas .....	20
B. Penelitian Relevan .....	26
C. Kerangka Pemikiran .....	29
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>30</b>
A. Desain Penelitian .....	30
1) waktu dan tempat penelitian.....	30
2) alat dan bahan .....	30
B. Tahap Penelitian .....	34
1) teknik sampling .....	34
2) tahapan .....	34
C. Definisi Operasional Variable .....	35
1) Spesifikasi Spesimen.....	35
D. Teknik Pengumpulan Data .....	35
1) langkah pengujian.....	35
E. Instrumen Pengujian .....	36
1) tabel untuk pengambilan data .....	36
2) diagram alir .....	37
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
A. Gambaran Umum .....	38
B. Hasil .....	38
1) deskripsi data.....	38
2) laju penyerapan panas.....	40
3) hasil pengujian arah aliran air berlawanan dan searah.....	44
4) perpindahan panas pada kondensor .....	44
5) persentase arang dan asap cair .....	44
C. Pembahasan	

<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>50</b>
A. simpulan .....	50
B. Saran .....	50

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Tabel Sifat sifat fisika air .....	18
Tabel 2 konduktivitas termal untuk berbagai bahan .....	22
Tabel 3 Nilai Koeisien perpindahan panas konveksi .....	24
Tabel 4 Panas Spesifik .....	25
Tabel 5 tabel untuk pengambilan data .....	36
Tabel 6 Hasil pengujian variasi aliran berlawanan .....	39
Tabel 7. Hasil pengujian variasi aliran searah.....	39
Tabel 8 Hasil arang dan asap cair .....	44

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Profil Kondensasi Film .....	10
Gambar 2 Profil Kondensasi Tetes .....	11
Gambar 3 <i>Counter Flow</i> .....	12
Gambar 4 Parallel Flow .....	13
Gambar 5 Asap Cair Grade 1 .....	15
Gambar 6 Asap Cair Grade 2 .....	16
Gambar 7 Asap Cair Grade 3 .....	16
Gambar 8. Model Alat Uji APK.....	20
Gambar 9. Krangka pemikiran .....	29
Gambar 10. Alat firolisis biomassa.....	30
Gambar 11. Reaktor Pirolisis .....	31
Gambar 12. Kondensor Dan Penampung Air.....	32
Gambar 13. Termokopel.....	32
Gambar 14. Kompor Reaktor.....	33
Gambar 15. Stopwatch .....	33
Gambar 16. diagram alir penelitian .....	37
Gambar 17. grafik suhu pendinginan pada kondensor pirolisis biomasa arah aliran searah dan berlawan .....	46
Gambar 18. grafik pengaruh arah aliran air berlawanan dan searah terhadap efektivitas perrpindahan panas.....	46
Gambar 19. grafik pengaruh arah aliran air berlawanan dan searah terhadap hasil piroisis.....	47
Gambar 20. grafik nilai LMTD .....	48
Gambar 21. Grafik koefisien perpindahan panas menyeluruh.....	49

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1. Formulir Pengajuan Judul Skripsi
- Lampiran 2. Lembar Asistensi
- Lampiran 3. Daftar Saran Ujian Proposal
- Lampiran 4. Data Saran Seminar Hasil Skripsi
- Lampiran 5. Daftar Saran Ujian Komprensif
- Lampiran 6. Gambar Skema Alat
- Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian Tugas Akhir
- Lampiran 8. Daftar Riwayat Hidup