

ANALISA PENGARUH TEMPERATUR PENDINGIN PADA KONDENSOR
TERHADAP HIDROKARBON HASIL PROSES PIROLISIS
PENGOLAHAN SAMPAH PLASTIK MENJADI
BAHAN BAKAR ALTERNATIF



DIAN AGUS FIRMAN

NIM: 41313320040

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2018

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISA PENGARUH TEMPERATUR PENDINGIN PADA KONDENSOR
TERHADAP HIDROKARBON HASIL PROSES PIROLISIS
PENGOLAHAN SAMPAH PLASTIK MENJADI
BAHAN BAKAR ALTERNATIF



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun Oleh:

Nama : Dian Agus Firman
NIM : 41313320040
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JANUARI 2018

ABSTRAK

Sampah plastik merupakan sampah non organik yang tidak mudah terurai secara alami, pada tahun 2008 sampah plastik menduduki peringkat kedua dari total timbunan sampah di Indonesia (14% dari 38,5 juta ton per tahun), terjadi kenaikan jumlah sampah plastik pada tahun 2015 sekitar 40% dari total sampah 64 juta ton per tahun. Banyaknya hasil sampah plastik ini perlu dilakukan sistem pengolahan dan pemanfaatan yang baik agar dampak buruk bagi lingkungan bisa dihindari. Pirolisis adalah salah satu metode yang bisa digunakan untuk mengkonversi sampah plastik menjadi minyak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur pendingin pada kondensor terhadap kuantitas hidrokarbon cair yang dihasilkan dari proses pirolisis. Metode ini menggunakan jenis plastik PP (*polypropylene*) dengan massa 0,1 kg sebagai bahan uji, suhu pirolisis berkisar antara 250°C-300°C dengan waktu uji selama 60 menit. Pada penelitian ini menggunakan variasi suhu air pendingin 26°C, 22°C dan 17°C. Dari hasil penelitian yang dilakukan, perbedaan temperatur (ΔT) salah satu yang mempengaruhi laju perpindahan panas, dan mempengaruhi kuantitas dari hidrokarbon cair yang dihasilkan. Pada suhu *inlet* 17°C dan *outlet* 25,1°C lebih banyak menghasilkan hidrokarbon cair yaitu sebanyak 200 ml dengan nilai laju perpindahan panas sebesar 9426 Watt dan pada suhu *inlet* 26°C dan *outlet* 29,8°C memperoleh hidrokarbon cair lebih sedikit yaitu sebanyak 90 ml dengan nilai laju perpindahan panas sebesar 4422 Watt.

Kata Kunci: Sampah plastik, Polypropylene, Pirolisis, Kondensor, Variasi suhu



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRACT

Plastic waste is non-organic waste that is not easy to decompose naturally, in 2008 plastic waste was ranked second of total waste piles in Indonesia (14% from 38,5 million tons per year), there was an increase in the amount of plastic waste in 2015 around 40 % of total waste 64 million tons per year. The number of plastic waste products need to be done good processing system and utilization so that bad impact for environment can be avoided. Pyrolysis is one method that can be used to convert plastic waste into oil. This study aims to determine the effect of coolant temperature on the condenser to the quantity of liquid hydrocarbons produced from pyrolysis process. This method uses a type of PP plastic (polypropylene) with a mass of 0,1 kg as a test material, pyrolysis temperature ranging from 250°C to 300°C with a test time of 60 minutes. In this study using variation of cooling water temperature 26°C, 22°C and 17°C. From the results of the experiment, the temperature difference (ΔT) one influences the rate of heat transfer, and affects the quantity of the resulting liquid hydrocarbon. At an inlet temperature of 17°C and a 25,1°C outlet generates more than 200 ml of liquid hydrocarbon with a rated heat transfer rate of 9426 Watt and at an inlet temperature of 26°C and 29,8°C outlet obtains fewer liquid hydrocarbons as much as 90 ml with a heat transfer rate value of 4422 Watt.

Keywords: *Plastic waste, Polypropylene, Pyrolysis, Condenser, Temperature variation*



LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Dian Agus Firman
NIM : 41313320040
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Temperatur Pendingin Pada Kondensor
Terhadap Hidrokarbon Hasil Proses Pirolisis Pengolahan
Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Alternatif

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 13 Januari 2018



(Dian Agus Firman)

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PENGARUH TEMPERATUR PENDINGIN PADA KONDENSOR
TERHADAP HIDROKARBON HASIL PROSES PIROLISIS
PENGOLAHAN SAMPAH PLASTIK MENJADI
BAHAN BAKAR ALTERNATIF



Disusun Oleh:

Nama : Dian Agus Firman

NIM : 41313320040

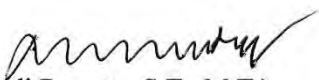
Program Studi : Teknik Mesin

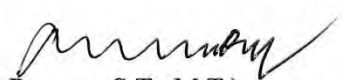
UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Koordinator Tugas Akhir


(Hadi Pranoto, S.T., M.T.)


(Hadi Pranoto, S.T., M.T.)

PENGHARGAAN

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Analisa Pengaruh Temperatur Pendingin Pada Kondensor Terhadap Hidrokarbon Hasil Proses Pirolisis Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Alternatif”** dengan baik dan tepat pada waktunya.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis menyadari bahwa begitu banyak pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Melalui kesempatan ini penulis bermaksud mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Arisetyanto Nugroho, MM selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Dr. Danto Sukma Jati, S.T., M.Sc. selaku Dekan fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Hadi Pranoto, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Universitas Mercu Buana dan sekaligus Pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak memberikan waktu, saran dan masukanya kepada penulis.
4. Prof. Dr. Ir. Chandrasa Soekardi, DEA selaku Direktur Universitas Mercu Buana Kampus D Kranggan.
5. Bapak Hendri, ST., MT selaku Sekertaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
6. Bapak Ir. Gama Widyaputra, MT selaku Pembimbing Tugas Akhir ini yang telah membimbing, memberikan banyak saran dan masukanya kepada penulis.
7. Seluruh Dosen Universitas Mercu Buana yang telah mendidik dan memberikan ilmunya yang sangat bermanfaat dan tidak ternilai.
8. Seluruh Staff Administrasi Universitas Mercu Buana yang telah banyak membantu dalam proses Administrasi.
9. Kedua Orang Tua dan Keluarga yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan yang luar biasa kepada penulis.

10. Amelia Puspa Ningrum istri tercinta, terima kasih atas segala Do'a dan dukungannya yang tidak pernah bosan selalu memberikan semangat dan mendampingi penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
11. Muhammad Zayn Mecca Rahadian anak saya tercinta, anugrah dari Allah SWT, yang telah memberikan kepada saya amanah seorang anak laki-laki yang lahir untuk menjadi pelengkap kebahagiaan dari keluarga kecil kami, senyum dan suara tangis nya membuat saya lebih bersemangat untuk bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
12. Suprpto Sahabat seperjuangan, yang sudah banyak membantu memberikan semangat dan motivasinya kepada penulis agar bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini tepat waktu.
13. Ofik Afrizal, yang sudah membantu penulis dalam mendesain Reaktor Pirolisis.
14. Rekan-Rekan Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana, penulis mengucapkan terima kasih banyak atas kerja sama dan kebersamaannya selama menempuh pendidikan di Universitas Mercu Buana.
15. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam perancangan, pembuatan dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan berkah dan rahmat-Nya bagi kita semua.

Penulis menyadari dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari banyak kekurangan. Penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini. Akhir kata semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan banyak manfaat untuk kita semua, khususnya saya sebagai penulis dan umunya bagi Mahasiswa Teknik Mesin.

Jakarta, 13 Januari 2018

Penulis,

(Dian Agus Firman)

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERNYATAAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan dan Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Pengertian Sampah	12
2.3 Pengertian Plastik	12
2.3.1 Jenis-Jenis Plastik	13
2.3.2 Sifat Termal Bahan Plastik	16
2.3.3 Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak	17
2.3.4 Pengertian Pirolisis	18
2.4 Panas Laten	21
2.5 Pengertian Kondensasi	23
2.5.1 Kondensasi Film (Film Wise Condensation)	23
2.5.2 Kondensasi Secara Tetes (Dropwise Condensation)	24
2.6 Kondensor	25
2.6.1 Penukar Kalor Tipe Aliran Berlawanan (Counter Flow)	25
2.6.2 Penukar Kalor Tipe Aliran Sejajar (Parallel Flow)	26

2.6.3	Penukar Kalor Dengan Aliran Silang (Cross Flow)	27
2.7	Jenis Aliran Fluida	27
2.7.1	Aliran Laminar	28
2.7.2	Aliran Turbulen	28
2.7.3	Aliran Transisi	29
2.8	Debit Aliran Fluida	29
2.9	Efektifitas Perpindahan Panas	29
2.10	Kalor Jenis	30
2.11	Perpindahan Kalor	31
2.11.1	Perpindahan Kalor Secara Konduksi	32
2.11.2	Perpindahan Kalor Secara Konveksi	33
2.11.3	Perpindahan Panas Radiasi	35
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1	Tempat Penelitian	37
3.2	Waktu Penelitian	37
3.3	Diagram Alir Penelitian	38
3.4	Persiapan Alat dan Bahan	39
3.4.1	Alat Penelitian	39
3.4.2	Bahan Penelitian	41
3.5	Skema Penelitian	41
3.6	Variabel Penelitian	46
3.7	Tahap Pengolahan Sampah Plastik	46
3.8	Data Penelitian	49
3.8.1	Hasil Hidrokarbon Cair	49
3.8.2	Laju Perpindahan Panas Pada Fluida Pendingin	49
3.8.3	Teknik Analisis Data	50
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	51
4.1	Hasil Penelitian	51
4.1.1	Pengaruh Temperatur Pendingin Terhadap Hidrokarbon Cair	51
4.1.2	Pengaruh Temperatur Terhadap Laju Perpindahan Panas	52
4.1.3	Korelasi Laju Perpindahan Panas Terhadap Hasil Minyak	52

4.2	Pembahasan	53
4.2.1	Pengaruh Temperatur Pendingin Terhadap Hidrokarbon Cair	53
4.2.2	Pengaruh Variasi Suhu Terhadap Laju Perpindahan Panas	54
4.2.3	Nilai Laju Perpindahan Panas Pada Fluida Pendingin	54
4.2.4	Korelasi Laju Perpindahan Panas Terhadap Hasil Minyak	55
4.3	Siklus Diagram P-V dan T-S	56
4.3.1	Diagram Grafik P-V	56
4.3.2	Diagram Grafik T-S	57
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1	Kesimpulan	59
5.2	Saran	59
DAFTAR PUSTAKA		61
LAMPIRAN		63
A	Tabel Kalor Jenis	63
B	Data Hasil Penelitian	64
C	Desain Reaktor Pirolisis	67



DAFTAR GAMBAR

No. Gambar	Halaman
2.1 Alat pengolah sampah plastik	6
2.2 <i>Conversion of LDPE plastic</i>	7
2.3 Rangkaian reaktor pirolisis sampah plastik	8
2.4 Rancangan 3d reaktor mini sampah plastik	10
2.5 Struktur molekul PE, PP, dan PS	19
2.6 Kalor laten	22
2.7 Profil kondensasi film	24
2.8 Profil kondensasi tetes	24
2.9 Aliran <i>counter flow</i>	26
2.10 Aliran <i>parallel flow</i>	26
2.11 Aliran laminar	28
2.12 Aliran Turbulen	29
2.13 Perpindahan panas konveksi	34
2.14 Perpindahan panas konveksi bebas dan paksa	35
2.15 Perpindahan panas radiasi	36
3.1 Diagram alir penelitian	39
3.2 Skema reaktor pirolisis	41
3.3 Reaktor pirolisis	42
3.4 Kondensor	43
3.5 Rangka/frame	43
3.6 Rancangan reaktor pirolisis	44
3.7 Diagram alir perancangan alat	45
3.8 Diagram alir pengujian alat	47
4.1 Pengaruh temperatur pendingin terhadap hidrokarbon cair	54
4.2 Pengaruh variasi suhu terhadap laju perpindahan panas	54
4.3 Korelasi nilai laju perpindahan panas terhadap hasil minyak	55
4.4 Grafik diagram P-V	57
4.5 Grafik diagram T-S	58

DAFTAR TABEL

No. Tabel	Halaman
2.1	Kajian pemanfaatan sampah plastik sebagai sumber bahan bakar cair 7
2.2	<i>Conversion of LDPE plastic waste into liquid fuel by thermal degradation</i> 8
2.3	Pengaruh arah aliran pendingin pada kondensor pirolisis 9
2.4	Reaktor mini pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar alternatif 11
2.5	Jenis-jenis dan kode pada plastik 16
2.6	Data Temperatur transisi, temperatur lebur dan massa jenis plastik 17
2.7	Parameter operasi proses pirolisis 21
2.8	Kalor laten (pada 1 atm) 23
2.9	Kalor jenis 31
2.10	Konduktivitas termal 33
3.1	Jadwal penelitian 38
3.2	Lembar pengambilan data hidrokarbon hasil kondensasi pirolisis 49
3.3	Lembar pengambilan data laju perpindahan panas pada fluida pendingin 48
4.1	Pengaruh temperatur pendingin terhadap hidrokarbon cair 51
4.2	Pengaruh temperatur pendingin terhadap laju perpindahan panas 52
4.3	Korelasi nilai laju perpindahan panas terhadap hasil minyak 53
4.4	Diagram P-V 56
4.5	Diagram T-S 57

UNIVERSITAS
MERCU BUANA