

**ANALISIS PERUBAHAN TEMPERATUR EVAPORATOR TERHADAP
KINERJA SISTEM SIKLUS RANKINE ORGANIK MENGGUNAKAN
FLUIDA KERJA R134a**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2019

PERNYATAAN KE ASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Galang Eryanto

NIM : K2515032

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "**Analisis Perubahan Temperatur Evaporator Terhadap Kinerja Sistem Siklus Rankine Organik Menggunakan Fluida Kerja R134a**" ini merupakan hasil karya saya sendiri. Selain itu sumber informasi yang dikutip dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Apabila pada kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan saya.

Surakarta, 20 Agustus 2019

Yang membuat pernyataan



Galang Eryanto

**ANALISIS PERUBAHAN TEMPERATUR EVAPORATOR TERHADAP
KINERJA SISTEM SIKLUS RANKINE ORGANIK MENGGUNAKAN
FLUIDA KERJA R134a**

Oleh :

Galang Eryanto

K2515032

Skripsi

**Ditulis Dan Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan mendapatkan
Gelar Sarjana Pendidikan Pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Sebelas Maret Surakarta**

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2019

PERSETUJUAN

Nama : Galang Eryanto

NIM : K2515032

Judul Skripsi : ANALISIS PERUBAHAN TEMPERATUR EVAPORATOR TERHADAP
KINERJA SISTEM SIKLUS RANKINE ORGANIK MENGGUNAKAN
FLUIDA KERJA R134a

Skripsi ini telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Fakultas
Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.

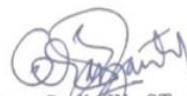
Persetujuan Pembimbing

Dosen Pembimbing II,



Dr. Eng. Nugroho Agung P., M. Eng.
NIP. 198112302012121002

Dosen Pembimbing II,



Danar Susilo W., ST., M. Eng.
NIP. 197901242002121002


PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Galang Eryanto
 NIM : K2515032
 Judul Skripsi : Analisis Perubahan Temperatur Evaporator Terhadap Kinerja Sistem Siklus Rankine Organik Menggunakan Fluida Kerja R134a

Skripsi ini telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta pada hari Kamis, 5 September 2019 dengan hasil LULUS dan revisi 2 (dua) bulan

Skripsi telah direvisi dan mendapat persetujuan dari Tim Penguji

Persetujuan hasil revisi oleh Tim Penguji :

	Nama Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	Dr. Yuyun Estriyanto, ST., M.T.		10/9-19
Sekretaris	Dr.Eng. Nyenyep Sriwardani, ST., MT.		9/9-19
Anggota 1	Dr.Eng. Nugroho Agung Pambudi, M.Eng.		09/09 2019
Anggota 2	Danar Susilo Wijayanto, ST., M.Eng.		9/2019

Skripsi disahkan oleh Kepala Program Studi Pendidikan Teknik Mesin pada,

Hari : Selasa

Tanggal : 10 September 2019

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
 Universitas Sebelas Maret



Dr. Mardiyana, M.Si.

NIP 196602251993021002

Kepala Program Studi
 Pendidikan Teknik Mesin



Yuyun Estriyanto, ST.,M.T.

NIP 1978801132002121009

ABSTRAK

Galang Eryanto. K2515032. **Analisis Perubahan Temperatur Evaporator Terhadap Kinerja Sistem Siklus Rankine Organik Menggunakan Fluida Kerja R134a**. Skripsi, Surakarta: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret Surakarta, September 2019.

Pertumbuhan konsumsi energi dunia diperkirakan *International Energy Outlook* 2013 akan tumbuh sebesar 56% antara 2010 dan 2040. Pertumbuhan ini masih didominasi oleh bahan bakar fosil. Bahan bakar fosil mempunyai dampak buruk terhadap lingkungan karena menghasilkan gas rumah kaca yang menyebabkan pemanasan global. Upaya pengembangan teknologi yang ramah lingkungan perlu ditingkatkan. Siklus Rankine Organik (ORC) sangat tepat untuk menjawab permasalahan tersebut, karena sistem ORC adalah teknologi pembangkit listrik dengan sumber energi panas yang dapat diperbarui. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pada temperatur berapa sistem ORC menghasilkan efisiensi energi tertinggi, serta karakteristik sistem ORC pada rentang temperatur evaporator 60 °C sampai dengan 95°C.

Penelitian ini menggunakan fluida kerja R134a. Fluida tersebut digunakan dengan berbagai pertimbangan baik dari sisi lingkungan serta karakteristik termodinamika. Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk mendapatkan data, serta analisis data melalui pendekatan deskriptif kuantitatif untuk menjelaskan pengaruh pada masing-masing variabel.

Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa efisiensi energi tertinggi dihasilkan pada temperatur evaporator 95 °C, menghasilkan efisiensi energi sebesar 2,242%. Temperatur evaporator berbanding lurus dengan entalpi, daya pompa, daya turbin, daya bersih, serta efisiensi energi. Namun, temperatur evaporator berbanding terbalik dengan laju aliran massa.

Kata Kunci : Siklus Rankine Organik, Temperatur Evaporator, Fluida R134a

ABSTRACT

Galang Eryanto. K2515032. *Analysis of Evaporator Temperature Changes on the Performance of the Organic Rankine Cycle System Using R134a Working Fluid.* Thesis, Surakarta : Faculty of Teacher Training and Education, Sebelas Maret University Surakarta, September 2019.

The growth of world energy consumption forecast International Energy Outlook 2013 will grow by 56% between 2010 and 2040. This growth is still dominated by fossil fuels. Fossil fuels have a poor impact on the environment because they produce greenhouse gases that cause global warming. Efforts to develop environmentally friendly technology need to be improved. The Organic Rankine Cycle (ORC) is perfect for answering these problems, as the ORC system is a power generation technology with renewable energy sources. The research aims to determine at what temperature the ORC system produces the highest energy efficiency, as well as the characteristics of the ORC system at the evaporator temperature range of 60 °c to 95 °c.

This research uses working fluid R134a. The fluid is used with a variety of considerations from the environmental side as well as thermodynamic characteristics. The methods used in this study used experimental methods to obtain data, as well as data analysis through a quantitative descriptive approach to explaining the impact on each of the variables.

The results of data processing showed that the highest energy efficiency was produced at an evaporator temperature of 95 °c, generating energy efficiency by 2.242%. The evaporator temperature is directly proportional to the alignment, pump power, turbine power, net power, and energy efficiency. However, evaporator temperature inversely proportional to the mass flow rate.

Keywords : *Organic Rankine Cycle, Temperature Evaporator, Working fluid R134a*

MOTTO

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(QS. Al-Insyirah : 5)



PERSEMBAHAN

Puji syukur senantiasa peneliti panjatkan kehadiran Allah SWT, atas izin dan kuasa-Nya, sehingga akhirnya peneliti dapat mempersembahkan skripsi ini untuk:

Adik, Ibu, dan Bapak Tercinta

“Terima kasih telah memberikan semangat, motivasi, dan doa serta selalu menyertaiku saat keadaan susah dan senang.”

Keluarga Besar

“Terima kasih semangat, bimbingan, doa dan dukungan yang kalian berikan kepadaku.”

“Terima kasih telah menjadi semangat dan menemani hari-hariku menyelesaikan study ini dengan penuh kasih sayang”

ESL

“Terima kasih atas dukungan dan kerja samanya, terima kasih telah menemani dan saling membantu dalam menyelesaikan skripsi in. Hambatan tidak akan mengalahkan kita karena kita satu, maju bersama mengalahkan semua hambatan itu”

Pejuang Skripsi PTM

“Terima kasih telah menjadi keluarga dan sahabat yang hebat selama empat tahun, perjuangan kita belum selesai sampai di sini.”

Almamaterku

“Mangesti Luhur Ambangun Nagara.”

KATA PENGANTAR

Segala puja dan puji senantiasa peneliti panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayat-Nya. Atas kehendak-Nya peneliti dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Analisis Perubahan Temperatur Evaporator Terhadap Kinerja Sistem Siklus Rankine Organik Menggunakan Fluida Kerja R134a”**.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian dan persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Peneliti menyadari bahwa terselesaikannya dari berbagai pihak. Untuk itu, peneliti menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Kepala Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret.
3. Dr. Eng. Agung Pambudi, M.Eng selaku Pembimbing I, yang selalu memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Danar Susilo Wijayanto, ST., M.Eng. selaku Pembimbing II, yang selalu memberikan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Semua pihak yang turut membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak mungkin disebutkan satu persatu.

Peneliti menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan peneliti. Meskipun demikian, peneliti berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan pengembangan ilmu.

Surakarta, 24 Agustus 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGAJUAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN ABSTRAK.....	v
HALAMAN ABSTRACT	vii
HALAMAN MOTTO	viii
HALAMAN PERSEMBAHAN	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	Error! Bookmark not defined.
A. Latar Belakang Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
B. Identifikasi Masalah	Error! Bookmark not defined.
C. Pembatasan Masalah	Error! Bookmark not defined.
D. Rumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
E. Tujuan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
F. Manfaat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB II KAJIAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
A. Kajian Pustaka.....	Error! Bookmark not defined.
B. Kerangka Berpikir.....	Error! Bookmark not defined.

C. Hipotesis.....	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODE PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.
A. Tempat dan Waktu Penelitian	Error! Bookmark not defined.
B. Desain Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
C. Alat dan Bahan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
D. Teknik Pengumpulan Data.....	Error! Bookmark not defined.
E. Variabel Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
F. Teknik Analisis Data.....	Error! Bookmark not defined.
G. Prosedur Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	Error! Bookmark not defined.
defined.	
A. Hasil Penelitian	Error! Bookmark not defined.
B. Pembahasan.....	Error! Bookmark not defined.
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN SARAN.....	Error! Bookmark not defined.
defined.	
A. Simpulan	Error! Bookmark not defined.
B. Implikasi.....	Error! Bookmark not defined.
C. Saran.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Konsumsi Energi Dunia	Error! Bookmark not defined.
Gambar 1.2 Emisi Karbon Dioksida Dunia	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.1 Siklus Rankine Organik	9
Gambar 2.2 Diagram P-h Siklus Rankine Organik.....	10
Gambar 2.3 Titik Keluaran Turbin	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.4 Titik Keluaran Kondensor.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.5 Titik Keluaran Pompa	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.6 Titik Keluaran Evaporator.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.7 ORC pada Pemulihan Limbah Panas	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.8 ORC pada Panas Bumi	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.9 ORC pada Biomassa	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.10 ORC pada Panel Surya.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.11 Diagram Kerangka Berpikir	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.3 Pompa Fluida Kerja.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.4 <i>Accumulator</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.5 <i>Refrigerant Receiver</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.6 <i>Pressure Gauge</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.7 Termometer Digital	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.8 <i>Flow meter</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.9 <i>Tachometer</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.11 Diagram Alur Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.12 Desain Eksperimen.....	33
Gambar 4.1 Grafik Daya Sistem ORC.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.2 Grafik Laju Aliran Massa.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.3 Grafik pengaruh Temperatur Evaporator Terhadap Entalpi	Error! Bookmark not defined.
Bookmark not defined.	
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Temperatur Evaporator terhadap Daya Bersih	Error! Bookmark not defined.
Bookmark not defined.	
Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Temperatur Evaporator terhadap Efisiensi Energi	
.....	Error! Bookmark not defined.



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Refrigerant Properties</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.2 Klasifikasi Beberapa Fluida Kerja	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.3 <i>Properties of R134a</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.1 Hasil Pengamatan.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.2 Laju Aliran Massa.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.3 Temperatur Evaporator 60 °C.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.4 Temperatur Evaporator 65 °C.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.5 Temperatur Evaporator 70 °C.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.6 Temperatur Evaporator 75 °C.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.7 Temperatur Evaporator 80 °C.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.8 Temperatur Evaporator 85 °C.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.9 Temperatur Evaporator 90 °C.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.10 Temperatur Evaporator 95 °C.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.11 Efisiensi Energi Sistem ORC.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian.....	53
Lampiran 2. Hasil Pengamatan	54
Lampiran 3. Pengolahan EES	55
Lampiran 4. Permohonan Izin.....	57

