

TUGAS AKHIR
KAJIAN EKSPERIMENTAL PENERAPAN ALIRAN DUA
FASE UDARA-AIR PADA SISTEM PENDINGIN BERBASIS
PELTIER

Ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Terapan



Disusun oleh :
WAHYU DZURIYATUL FAUZI
20021057

PROGRAM SARJANA TERAPAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2024

TUGAS AKHIR
KAJIAN EKSPERIMENTAL PENERAPAN ALIRAN DUA
FASE UDARA-AIR PADA SISTEM PENDINGIN BERBASIS
PELTIER

Ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Terapan



Disusun oleh :
WAHYU DZURIYATUL FAUZI
20021057

PROGRAM SARJANA TERAPAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2024

HALAMAN PERSETUJUAN

**KAJIAN EKSPERIMENTAL PENERAPAN ALIRAN DUA FASE UDARA-AIR
PADA SISTEM PENDINGIN BERBASIS *PELTIER***
*(EXPERIMENTAL STUDY OF THE APPLICATION OF AIR-WATER TWO-PHASE
FLOW IN PELTIER-BASED COOLING SYSTEMS)*

Disusun oleh :

WAHYU DZURIYATUL FAUZI

20021057

Telah disetujui oleh :

Pembimbing



Dr. Setya Wijayanta, S.Pd.T., M.T.

NIP. 198105222008121002

Tanggal *8 Juni 2024*

HALAMAN PENGESAHAN
KAJIAN EKSPERIMENTAL PENERAPAN ALIRAN DUA FASE UDARA-AIR
PADA SISTEM PENDINGIN BERBASIS PELTIER

*(EXPERIMENTAL STUDY OF THE APPLICATION OF AIR-WATER TWO-PHASE
FLOW IN PELTIER-BASED COOLING SYSTEM)*

Disusun oleh :

WAHYU DZURIYATUL FAUZI

20021057

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal : 25 Juni 2024

Ketua Seminar

Tanda Tangan

Langgeng Asmoro, S.Pd., M.Si.
NIP. 199309072019021001



Penguji 1

Tanda Tangan

Destria Rahmita, S.ST.
NIP. 198912272010122002



Penguji 2

Tanda Tangan

Dr. Setya Wijayanta, S.Pd.T., M.T.
NIP. 198105222008121002



Mengetahui,

Ketua Program Studi

Teknologi Rekayasa Otomotif



Dr. Ery Muthoriq, M.T.
NIP. 198307042009121004

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Wahyu Dzuriyatul Fauzi

Notar : 20021057

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Otomotif

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul "**KAJIAN EKSPERIMENTAL PENERAPAN ALIRAN DUA FASE UDARA AIR PADA SISTEM PENDINGIN BERBASIS PELTIER**" ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam laporan ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa Skripsi ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila laporan Skripsi ini di kemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Tegal,

Yang menyatakan,



Wahyu Dzuriyatul Fauzi

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji Syukur kehadirat Allah SWT atas segala Rahmat dan hidayah-Nya, sehingga proposal tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat dan Salam semoga tetap tercurah kepada Rasulullah Muhammad SAW, karena berkat Rahmat dan Berkah-Nya peneliti dapat menyelesaikan proposal tugas akhir dengan judul **"KAJIAN EKSPERIMENTAL PENERAPAN ALIRAN DUA FASE UDARA AIR PADA SISTEM PENDINGIN BERBASIS PELTIER"**

Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan skripsi ini masih banyak mengalami kendala dan hambatan, namun dengan berkah dari Allah SWT melalui bantuan, bimbingan, dan kerjasama dari berbagai pihak, kendala dan hambatan yang dihadapi dapat diatasi. Untuk itu, kami ucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Firga Ariani, S.E., M.M.Tr., selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan.
2. Bapak Dr. Ery Muthoriq, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomotif.
3. Bapak Dr. Setya Wijayanta, S.Pd., M.T., selaku Dosen Pembimbing.
4. Kepada dosen-dosen program studi Teknologi Rekayasa Otomotif di Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan.
5. Kedua Orang Tua, dan seluruh keluarga yang selalu memberikan do'a, dukungan, dan semangat.
6. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu yang telah membantu dalam penyelesaian laporan ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan, sehingga penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan skripsi ini

Tegal, 10 Juli 2024



Wahyu Dzuriyatul Fauzi

INTISARI

Perkembangan teknologi di bidang otomotif tidak dapat dihindari, baru-baru ini sudah marak dikembangkan sistem pendingin berbasis peltier sebagai sistem pendingin untuk mengatasi masalah panas pada bidang otomotif, sistem pendingin yang dikembangkan sampai saat ini terbatas pada aliran satu fase fluida cair maupun gas, sedangkan penggunaan aliran dua fase sudah dikembangkan pada heat exchanger (alat penukar panas) di bidang industri. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh aliran dua fase udara-air terhadap sistem pendingin berbasis peltier. Dalam penelitian ini metode eksperimen dilakukan dengan memvariasikan kecepatan superfisial air yaitu 0,19 m/s, 0,39 m/s, 0,59m/s, dan 0,79m/s, kemudian kecepatan superfisial udara yaitu 0m/s, 3,7 m/s, 7,5m/s, 11,7m/s, 15,6m/s, dan 19,5m/s, serta 3 model *waterblock* diuji apakah memiliki perbedaan terhadap penurunan suhu sistem pendingin berbasis peltier. Pengamatan visual juga dilakukan untuk mengetahui pola aliran yang terjadi pada masing-masing variasi kecepatan superfisial air dan udara. Dari eksperimen yang telah dilakukan didapatkan data pola aliran, liquid thickness, penurunan suhu di setiap variasi kecepatan superfisial air dan kecepatan superfisial udara pada 3 model *waterblock*, serta perbandingan perolehan suhu minimum dari 3 model *waterblock*. Dari eksperimen tersebut didapatkan 4 pola aliran (tanpa pola aliran, roll wave, pseudo slug, entrained droplet) Dengan menggunakan uji statistik kruskal wallis dapat disimpulkan bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan dari 4 pola aliran tersebut terhadap suhu minimum yang dicapai oleh sistem pendingin berbasis *peltier*. Dari uji statistik regresi linier berganda didapatkan bahwa kecepatan superfisial air tidak berpengaruh secara signifikan sedangkan kecepatan superfisial udara berpengaruh secara signifikan, dan kecepatan superfisial air dan udara tidak berpengaruh secara simultan terhadap perubahan suhu. Dengan menggunakan uji statistik one way anova menunjukkan adanya perbedaan secara nyata suhu minimum yang dicapai dari ketiga model *waterblock* tersebut. Dimana *waterblock* model 1 (tanpa alur) menunjukkan kemampuan untuk mencapai suhu minimum lebih baik dibanding dengan *waterblock* model 2 dan 3.

ABSTRACT

Technological developments in the automotive field are inevitable, recently peltier-based cooling systems have been widely developed as cooling systems to overcome heat problems in the automotive field, cooling systems developed to date are limited to the flow of one phase of liquid and gaseous fluids, Meanwhile, the use of two-phase flow has been developed in heat exchangers in the industrial sector. This study was conducted to find out how the influence of two-phase air-water flow on peltier-based cooling systems. In this study, the experimental method was carried out by varying the superficial velocity of water, namely 0.19 m/s, 0.39 m/s, 0.59m/s, and 0.79 m/s, then the superficial velocity of air was 0m/s, 3.7 m/s, 7.5 m/s, 11.7 m/s, 15.6 m/s, and 19.5 m/s, and 3 waterblock models were tested whether there was a difference in the suhu reduction of the peltier-based cooling system. Visual observations are also carried out to determine the flow patterns that occur in each variation in the superficial velocity of water and air. From the experiments that have been carried out, data on flow patterns, liquid thickness, suhu reduction in each variation of water superficial velocity and air superficial velocity in 3 waterblock models were obtained. as well as a comparison of the minimum suhu acquisition of 3 waterblock models. From the experiment, 4 flow patterns were obtained (without flow pattern, roll wave, pseudo slug, entrained droplet) Using the crucial statistical test of wallis, it can be concluded that there is no significant influence of the 4 flow patterns on the minimum temperature achieved by the peltier-based cooling system. From the multiple linear regression statistical test, it was found that the superficial velocity of water had no significant effect while the superficial velocity of air had a significant effect, and the superficial velocity of water and air did not affect the temperature change simultaneously. Using the one-way anova statistical test, it shows that there is a real difference in the minimum temperature achieved from the three waterblock models. Where the model 1 waterblock (without grooves) shows the ability to reach the minimum temperature better than the model 2 and 3 waterblocks.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
INTISARI.....	v
<i>ABSTRACT</i>.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Batasan masalah.....	3
I.4 Tujuan	3
I.5 Manfaat.....	3
I.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1 Penelitian Relevan.....	5
II.2 Sistem Pendingin	6
II.3 Aliran Dua Fase (Udara-Air) pada Pipa Horizontal	7
II.4 <i>Peltier</i>	11
II.5 <i>Heat Transfer</i>	13
II.6 Aplikasi Pendingin <i>Peltier</i> pada Otomotif	14
II.7 <i>Image Processing</i>	16

BAB III METODE PENELITIAN	17
III.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	17
III.2 Jenis Penelitian.....	17
III.3 Prosedur Penelitian	18
III.4 Skema Penelitian	19
III.5 Alat dan Bahan Penelitian.....	22
III.6 Variabel Penelitian	26
III.7 Teknik Pengumpulan Data.....	27
III.8 Teknik Pengolahan dan Analisis Data.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
IV.1 Hasil dan Visualisasi Pola Aliran	32
IV.2 Hasil Pengolahan <i>Liquid Thickness</i>	35
IV.3 Analisis Pengaruh Kecepatan Superfisial Air Terhadap Perubahan Suhu	44
IV.4 Analisis Pengaruh Kecepatan Superfisial Udara Terhadap Perubahan Suhu	47
IV.5 Analisis Pengaruh Model <i>Waterblock</i> Terhadap Perubahan Suhu ...	74
IV.6 Uji Pengaruh Pola Aliran, Kecepatan Superfisial Air-Udara, dan Model <i>Waterblock</i> Terhadap Perubahan Suhu	82
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	86
V.1 Kesimpulan	86
V.2 Saran	86
DAFTAR PUSTAKA	88
LAMPIRAN.....	91

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Penelitian Relevan	5
Tabel II.2 Aplikasi Pendingin Peltier pada Otomotif.....	14
Tabel III.1 Waktu Penelitian.....	17
Tabel III.2 Alat dan Bahan Penelitian	22
Tabel III.3 Matriks Data Penelitian.....	26
Tabel IV.1 Hasil Visualisasi Pola Aliran	32
Tabel IV.2 Hasil Pengolahan <i>Liquid Thickness Waterblock 1</i>	35
Tabel IV.3 Hasil Pengolahan <i>Liquid Thickness Waterblock 2</i>	38
Tabel IV.4 Hasil Pengolahan <i>Liquid Thickness Waterblock 3</i>	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Pola Aliran Fluida 2 Fase pada Pipa Horizontal	7
Gambar II.2 Peta Pola Aliran Gas-Cair Pipa Horizontal	9
Gambar II.3 Cara Kerja <i>Peltier</i>	13
Gambar III.1 Diagram Alir Penelitian	18
Gambar III.2 Skema Eksperimen.....	20
Gambar III.3 Skema Pengamatan Visual.....	20
Gambar III.4 Variasi Model <i>Waterblock</i>	21
Gambar III.5 Diagram Alir Eksperimen	27
Gambar III.6 Diagram Alir Pengolahan <i>Image Processing</i>	29
Gambar IV.1 Grafik Pengaruh Variasi JL Terhadap Suhu	44
Gambar IV.2 Grafik Pengaruh Variasi JL Terhadap Suhu	45
Gambar IV.3 Grafik Pengaruh Variasi JL Terhadap Suhu	46
Gambar IV.4 Grafik Pengaruh Variasi JG pada JL 0,19 m/s.....	47
Gambar IV.5 Grafik Pengaruh Variasi JG pada JL 0,39 m/s.....	49
Gambar IV.6 Grafik Pengaruh Variasi JG pada JL 0,59 m/s.....	51
Gambar IV.7 Grafik Pengaruh Variasi JG pada JL 0,79 m/s.....	54
Gambar IV.8 Grafik Pengaruh Variasi JG pada JL 0,19 m/s.....	56
Gambar IV.9 Grafik Pengaruh Variasi JG pada JL 0,39 m/s.....	58
Gambar IV.10 Grafik Pengaruh Variasi JG pada JL 0,59 m/s	60
Gambar IV.11 Grafik Pengaruh Variasi JG pada JL 0,79 m/s	62
Gambar IV.12 Grafik Pengaruh Variasi JG pada JL 0,19 m/s	64
Gambar IV.13 Grafik Pengaruh Variasi JG pada JL 0,39 m/s	66
Gambar IV.14 Grafik Pengaruh Variasi JG pada JL 0,59 m/s	69
Gambar IV.15 Grafik Pengaruh Variasi JG pada JL 0,79 m/s	71

Gambar IV.16 Grafik Perbandingan <i>Waterblock</i> pada Variasi JL.....	74
Gambar IV.17 Suhu Minimum pada Variasi JG dan JL 0,19 m/s.....	75
Gambar IV.18 Suhu Minimum pada Variasi JG dan JL 0,39 m/s.....	77
Gambar IV.19 Suhu Minimum pada Variasi JG dan JL 0,59 m/s.....	79
Gambar IV.20 Suhu Minimum pada Variasi JG dan JL 0,79 m/s.....	80
Gambar IV.21 Hasil Uji Normalitas.....	82
Gambar IV.22 Hasil Uji Kruskal Wallis	83
Gambar IV.23 Hasil Uji F (Simultan)	83
Gambar IV.24 Hasil Uji T (Hipotesis).....	84
Gambar IV.25 Hasil Uji Normalitas.....	84
Gambar IV.26 Hasil Uji Homogenitas	85
Gambar IV.27 Hasil Uji Games Howell.....	85