



**OPTIMASI KECEPATAN KIPAS PADA RADIATOR TUBE-
AND-FIN MENGGUNAKAN MODEL NUMERIK REYNOLDS-
AVERAGED NAVIER-STOKES (RANS) DENGAN COUPLED
INTERFACE**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**
ALWI SYAMSUDIRJA
41324120019

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
(2026)**



**OPTIMASI KECEPATAN KIPAS PADA RADIATOR TUBE-
AND-FIN MENGGUNAKAN MODEL NUMERIK REYNOLDS-
AVERAGED NAVIER-STOKES (RANS) DENGAN COUPLED
INTERFACE**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**ALWI SYAMSUDIRJA
41324120019**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
(2026)**

HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alwi Syamsudirja
NIM : 41324120019
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Mesin

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:
“OPTIMASI KECEPATAN KIPAS PADA RADIATOR TUBE-AND-FIN
MENGUNAKAN MODEL NUMERIK REYNOLDS-AVERAGED NAVIER-
STOKES (RANS) DENGAN COUPLED INTERFACE” adalah hasil karya saya
sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten
ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya
bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas
Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi
akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan
sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 20 Agustus 2026



Alwi Syamsudirja.

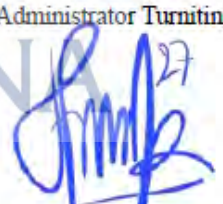
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Jurnal / Karya Ilmiah / Laporan Tugas Akhir pada BAB I, BAB III, BAB IV, dan BAB V / Praktek Keinsinyuran atas nama:

Nama : Alwi Syamsudirja
NIM : 41324120019
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : OPTIMASI KECEPATAN KIPAS PADA RADIATOR
TUBE-AND-FIN MENGGUNAKAN MODEL
NUMERIK REYNOLDS-AVERAGED
NAVIER-STOKES (RANS) DENGAN COUPLED
INTERFACE

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Jumat, 21 Agustus 2026** dengan hasil presentase sebesar **15 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 21 Agustus 2026
Administrator Turnitin,

Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Alwi Syamsudirja
NIM : 41324120019
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Optimasi Kecepatan Kipas pada Radiator Tube
and-Fin Menggunakan Model Numerik
Reynolds-Averaged Navier-Stokes (RANS)
dengan Coupled Interface

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 10 Agustus 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing


UNIVERSITAS
(Alief Avicenna Luthfie, S.T., M.Eng., Ph.D)
NIDN: 0314109101

MERCU BUANA

Jakarta, 19 Agustus 2026

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Mesin



(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.)
NIDN: 0307037202



(Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T, M.T.)
NIDN: 0005087502

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatinasari, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik
3. Dr. Eng, Imam Hidayat, S.T, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin
4. Alief Avicenna Luthfie, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Istri tercinta Nurmilba Lestari, S.Pd., yang selalu memberikan doa dan dukungan terhadap penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan ini.
6. Ibunda yang selalu memberikan doa dan dukungan terhadap penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan ini.
7. Bapak dan Ibu Mertua yang selalu memberikan doa dan dukungan terhadap penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan ini

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 20 Agustus 2026



Alwi Syamsudirja

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alwi Syamsudirja
NIM : 41324120019
Fakultas/Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Optimasi Kecepatan Kipas pada Radiator Tube and-Fin Menggunakan Model Numerik Reynolds-Averaged Navier-Stokes (RANS) dengan Coupled Interface

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
Jakarta, 20 Agustus 2026
Yang menyatakan,



Alwi Syamsudirja

OPTIMASI KECEPATAN KIPAS PADA RADIATOR TUBE-AND-FIN MENGUNAKAN MODEL NUMERIK REYNOLDS-AVERAGED NAVIER-STOKES (RANS) DENGAN COUPLED INTERFACE

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menentukan kecepatan kipas optimum pada radiator tipe *tube-and-fin* menggunakan model numerik *Reynolds-Averaged Navier-Stokes* (RANS) dengan *coupled interface*, yaitu pendekatan yang menghubungkan perpindahan kalor antara fluida dan padatan secara simultan. Simulasi dilakukan menggunakan model turbulensi RANS $k-\omega$ SST dengan temperatur masuk air pendingin sebesar 363,15 K (90°C), temperatur masuk udara sebesar 300 K (26,85°C), serta variasi kecepatan kipas 2, 4, 6, dan 8 m/s. Analisis dilakukan terhadap distribusi temperatur, penurunan temperatur air pendingin, dan *pressure drop*, kemudian kecepatan kipas optimum ditentukan menggunakan regresi polinomial dan metode *weighted sum*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan kipas meningkatkan perpindahan kalor, namun juga meningkatkan *pressure drop*. Kecepatan kipas optimum sebesar 3,87 m/s menghasilkan penurunan temperatur air pendingin sebesar 0,0485 K dengan *pressure drop* sebesar 11,806 Pa, yang memberikan keseimbangan terbaik antara kemampuan pendinginan dan *pressure drop*. Dengan demikian, model RANS dengan *coupled interface* mampu merepresentasikan interaksi termal fluida-padatan dalam menentukan kondisi operasi optimum radiator.

Kata Kunci: Radiator *tube-and-fin*, *Reynolds-Averaged Navier-Stokes* (RANS), *coupled interface*, optimasi kecepatan kipas, *pressure drop*.

MERCU BUANA

OPTIMIZATION OF FAN SPEED IN A TUBE-AND-FIN RADIATOR USING REYNOLDS-AVERAGED NAVIER-STOKES (RANS) NUMERICAL SIMULATION WITH A COUPLED INTERFACE

ABSTRACT

This study aims to determine the optimum fan velocity in a tube-and-fin radiator using a Reynolds-Averaged Navier-Stokes (RANS) numerical model with a coupled interface, which enables simultaneous heat transfer interaction between fluid and solid domains. The simulation was conducted using the RANS $k-\omega$ SST turbulence model, with a coolant inlet temperature of 363.15 K (90°C), an air inlet temperature of 300 K (26.85°C), and fan velocity variations of 2, 4, 6, and 8 m/s. The analysis focused on temperature distribution, coolant temperature reduction, and pressure drop, and the optimum fan velocity was determined using polynomial regression and the weighted sum method. The simulation results indicate that increasing fan velocity enhances heat transfer performance but also increases pressure drop. The optimum fan velocity of 3.87 m/s results in a coolant temperature reduction of 0.0485 K with a pressure drop of 11.806 Pa, providing the best balance between cooling performance and pressure drop. Therefore, the RANS model with a coupled interface is capable of representing fluid-solid thermal interaction in determining the optimal operating condition of the radiator.

Keywords: *Tube-and-fin radiator, Reynolds-Averaged Navier-Stokes (RANS), coupled interface, fan velocity optimization, pressure drop.*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	0
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Sistem Pendingin Kendaraan	6
2.1.1 Radiator sebagai <i>Heat Exchanger</i>	6
2.1.2 Radiator Tipe <i>Tube-and-Fin</i>	7
2.2 Kinerja Radiator	8
2.2.1 Parameter yang Mempengaruhi Kinerja Radiator	8
2.2.2 Aliran Udara dan Pengaruh Kecepatan Kipas	9
2.3 <i>Computational Fluid Dynamics</i> (CFD)	10
2.3.1 Tahapan Simulasi CFD	10
2.3.2 Governing Equations	11

2.4 Optimasi Sistem Pendingin	13
2.5 Penelitian Terdahulu	15
BAB III METODOLOGI	19
3.1 Diagram Alir	19
3.2 Alat dan Bahan	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Hasil Simulasi	37
4.1.1 Distribusi Kecepatan Aliran Udara	37
4.1.2 Distribusi Temperatur Radiator	38
4.1.3 Distribusi Tekanan Radiator	40
4.2 Pengaruh Variasi Kecepatan Kipas terhadap Kinerja Radiator	41
4.2.1 Pengaruh Variasi Kecepatan Kipas terhadap Temperatur Air Pendingin	41
4.2.2 Pengaruh Variasi Kecepatan Kipas terhadap Pressure Drop	43
4.3 Penentuan Kecepatan Kipas Optimal	44
4.3.1 Normalisasi Data dan Pembentukan Fungsi Objektif	44
4.3.2 Optimasi Kecepatan Kipas	47
4.3.3 Pembahasan Hasil Optimasi	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	16
Tabel 3.1 Parameter Fluida	21
Tabel 3.2 Variasi Kecepatan Kipas	22
Tabel 3.3 Parameter Geometri Model	25
Tabel 3.4 Parameter <i>Meshing</i>	27
Tabel 3.5 Parameter <i>Setup</i> Simulasi	29
Tabel 4.1 Temperatur <i>outlet</i> air pendingin pada variasi kecepatan kipas	42
Tabel 4.2 Nilai <i>pressure drop</i> pada variasi kecepatan kipas	43
Tabel 4.3 Hasil normalisasi dan fungsi objektif	46



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem pendingin kendaraan (Singh, 2011)	6
Gambar 2.2 Struktur Radiator tipe <i>tube-and-fin</i> (Ismael et al., 2016)	7
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	19
Gambar 3.2 Diagram Pemodelan dan Simulasi CFD	23
Gambar 3.3 Geometri domain komputasi model REV radiator tipe <i>tube-and-fin</i> tampak depan	24
Gambar 3.4 Geometri domain komputasi model REV radiator tipe <i>tube-and-fin</i> tampak isometrik.	25
Gambar 3.5 Hasil <i>meshing</i> pada domain komputasi	26
Gambar 3.6 Detail <i>inflation layer</i> pada domain udara dan domain air pendingin	27
Gambar 3.7 Ilustrasi arah aliran udara dan air pendingin pada model REV radiator tipe <i>tube-and-fin</i>	29
Gambar 3.8 Grafik <i>Residual</i> Simulasi pada Variasi Kecepatan Udara	30
Gambar 3.9 Perbandingan tren hasil penelitian terdahulu dan penelitian ini: (a) (Saputra et al., 2018), (b) penelitian ini, dan (c) (Trivedi & Vasava, 2012)	32
Gambar 3.10 Diagram Penentuan Kecepatan Kipas Optimal	33
Gambar 4.1 Distribusi kecepatan aliran udara pada bidang potong memanjang saluran udara radiator tipe <i>tube-and-fin</i>	33
Gambar 4.2 Distribusi temperatur udara pada bidang potong memanjang saluran udara radiator tipe <i>tube-and-fin</i>	33
Gambar 4.3 Distribusi tekanan udara pada bidang potong memanjang saluran udara radiator tipe <i>tube-and-fin</i>	33
Gambar 4.4 Hubungan kecepatan kipas terhadap penurunan temperatur air pendingin	33
Gambar 4.5 Hubungan kecepatan kipas terhadap penurunan temperatur air pendingin	33
Gambar 4.6 Regresi polinomial fungsi objektif terhadap kecepatan kipas	33
Gambar 4.7 Hubungan Penurunan Temperatur dan Pressure Drop terhadap Kecepatan Kipas	33