

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul “Unjuk Kerja Rdiator dengan Fluida Kerja Nanofluida (Al_2O_3 -Air)” ini dengan baik.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan dan penyelesaian skripsi ini telah dibantu oleh banyak pihak. Oleh sebab itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini:

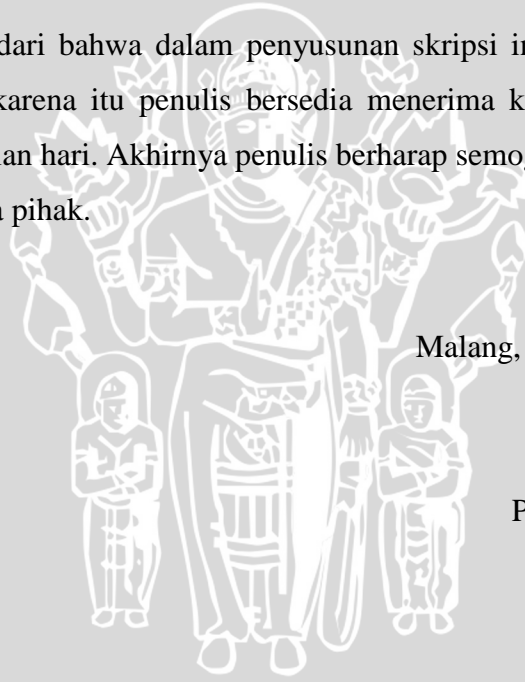
1. Bapak Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
2. Bapak Dr.Eng. Anindito Purnowidodo, ST., M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
3. Bapak Dr.Eng. Nurkholis Hamidi, ST., M.Eng., selaku pembimbing I skripsi dan pembimbing akademik yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan selama penyusunan skripsi ini dan memberikan motivasi dan semangat di dalam perkuliahan.
4. Bapak Dr.Eng. Denny Widhiyanuriyawan, ST., MT., selaku pembimbing II skripsi yang telah memberikan bimbingan dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Dr.Eng. Lilis Yuliati, ST., MT., selaku Ketua Kelompok Konsentrasi Konversi Energi Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
6. Petrus Tato dan Alfrida Pasolang sebagai orangtua saya atas kasih sayang, doa, motivasi, dukungan moral dan materil yang telah diberikan selama ini.
7. Kakak saya Selvirani Rum Ningsih yang telah memberikan motivasi, dukungan moril dan materil terhadap penulis selama kuliah maupun dalam penyusunan skripsi ini.
8. Seluruh Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan yang sangat mendukung selama penyusunan skripsi ini.

9. Seluruh staf administrasi Jurusan Teknik Mesin serta Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
10. Teman seperjuangan; Irham, Hendro, Wildan, dan Fitri yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.
11. Mas Amin yang telah banyak membantu dan memberikan nasehat serta saran bermanfaat dalam menyelesaikan skripsi ini.
12. Rispa Massora, Debby Cintya, Zem Dani, dan Dian Flowrenzhy yang selalu memberikan dukungan kepada penulis.
13. Teman-teman mesin angkatan 2009 “*Black Mamba*” yang selalu memberikan semangat, motivasi, serta seluruh dukungan yang diberikan.
14. Seluruh pihak terkait yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis bersedia menerima kritik yang bersifat membangun di kemudian hari. Akhirnya penulis berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, Januari 2013

Penulis



DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
RINGKASAN.....	x
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	4
2.2 Nanofluida.....	5
2.2.1 Gerak Brownian (<i>Brownian Motion</i>).....	6
2.2.2 Konsep Nanofluida.....	7
2.2.3 Perkembangan Nanofluida.....	8
2.2.4 Pembuatan Nanofluida.....	9
2.2.4.1 Metode Satu Langkah (<i>Single-Step Method</i>)	11
2.2.4.2 Metode Dua Langkah (<i>Two-Step Method</i>).....	11
2.2.5 Perpindahan Kalor Konveksi Nanofluida.....	12
2.2.5.1 Konveksi Alamiiah.....	14
2.2.5.2 Konveksi Paksa	15
2.2.5.2 Sifat-sifat Fisik Nanofluida	17
2.3 Perpindahan Panas	20



2.3.1	Konduksi	21
2.3.2	Konveksi	22
2.3.2.1	Bilangan Prandlt	24
2.3.2.2	Bilangan Reynolds	25
2.3.2.3	Bilangan Nusselt	26
2.4	<i>Heat Exchanger</i>	26
2.4.1	Radiator	27
2.4.2	Laju Perpindahan Panas Radiator	28
2.4.3	Penurunan Tekanan	29
2.4.3.1	<i>Major Losses</i>	30
2.4.3.2	<i>Minor Losses</i>	30
2.5	Hipotesa	31
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Metode Penelitian	32
3.2	Variabel Penelitian	32
3.3	Alat-alat yang digunakan	33
3.4	Persiapan Nanofluida	37
3.5	Skema Instalasi Alat Penelitian	38
3.6	Prosedur Penelitian	40
3.7	Diagram Alir Penelitian	41
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Analisa Data	42
4.1.1	Data Hasil Pengujian	42
4.1.2	Contoh Perhitungan Data	42
4.2	Pembahasan Grafik	45
4.2.1	Grafik hubungan bilangan Reynolds terhadap bilangan Nusselt	45
4.2.2	Grafik pengaruh laju alir massa terhadap laju perpindahan kalor	47



4.2.3 Grafik pengaruh laju alir massa terhadap koefisien
 perpindahan panas menyeluruh 49

4.2.4 Grafik pengaruh laju alir massa terhadap temperatur
 keluar 52

4.2.5 Grafik pengaruh laju alir massa terhadap *pressure drop*
 54

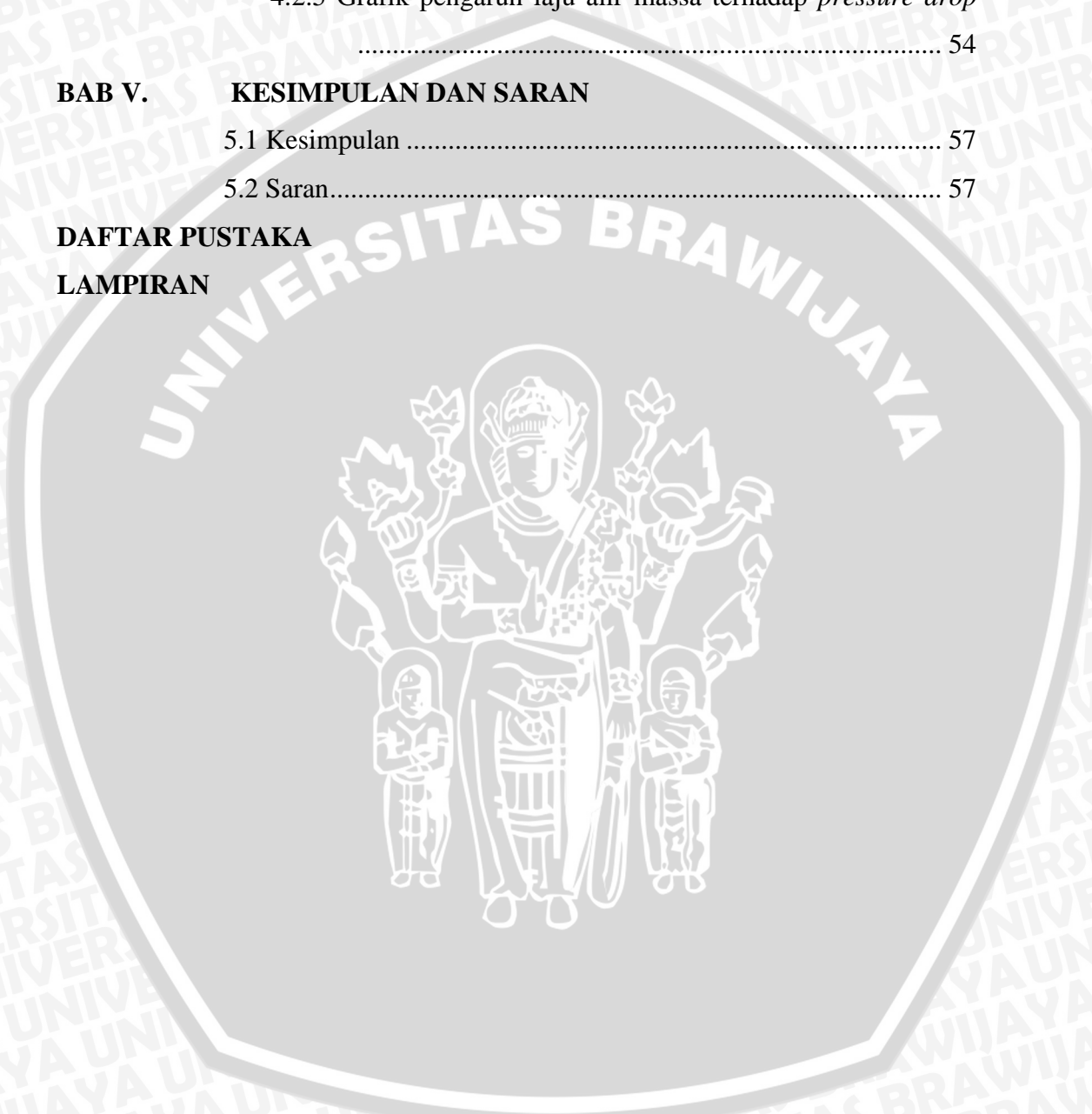
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan 57

5.2 Saran..... 57

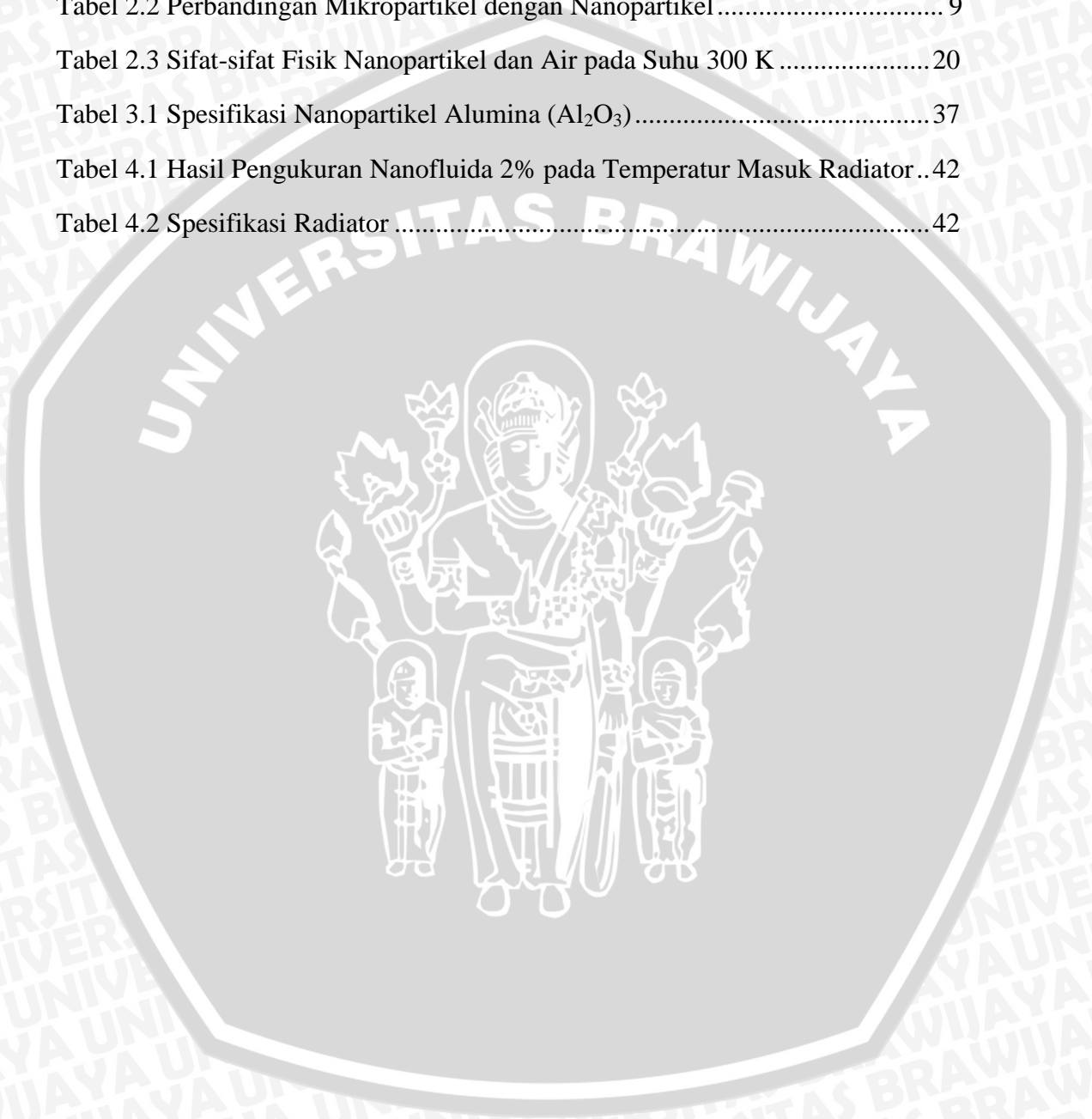
DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Konduktivitas Termal dari Beberapa Material pada Temperatur 300 K..	8
Tabel 2.2	Perbandingan Mikropartikel dengan Nanopartikel	9
Tabel 2.3	Sifat-sifat Fisik Nanopartikel dan Air pada Suhu 300 K	20
Tabel 3.1	Spesifikasi Nanopartikel Alumina (Al_2O_3)	37
Tabel 4.1	Hasil Pengukuran Nanofluida 2% pada Temperatur Masuk Radiator ..	42
Tabel 4.2	Spesifikasi Radiator	42



DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Nanofluida Terdiri dari Fluida Dasar dan Partikel Ukuran Nano ..	5
Gambar 2.2	FotoTEM Nanopartikel Alumina (Al_2O_3)	6
Gambar 2.3	Gerak Acak Partikel (Gerak Brown) Karena Tumbukan Molekul Fluida.....	7
Gambar 2.4	Perbandingan Nanopartikel dengan Mikropartikel	9
Gambar 2.5	Efek dari Bilangan Rayleigh Terhadap Bilangan Nuselt pada Perpindahan Panas Konveksi Alamiyah Untuk Nanofluida TiO_2 /Air	15
Gambar 2.6	Efek dari Bilangan Reynolds Terhadap Bilangan Nuselt pada Perpindahan Panas Konveksi Paksa Untuk Nanofluida CuO /Air .	17
Gambar 2.7	Perpindahan Kalor secara Konduksi	21
Gambar 2.8	Perpindahan Kalor secara Konduksi Melalui Dinding.....	21
Gambar 2.9	Perpindahan Kalor secara Konveksi.....	23
Gambar 2.10	Konveksi Paksa dan Konveksi Natural	23
Gambar 2.11	Bagian-bagian Radiator	27
Gambar 2.12	Sirkulasi Sistem Pendingin pada Mobil.....	27
Gambar 3.1	Dimensi Radiator.....	33
Gambar 3.2	<i>Fan</i>	34
Gambar 3.3	<i>Thermocontroller</i>	34
Gambar 3.4	<i>Thermocouple</i> Tipe K.....	35
Gambar 3.5	Pompa.....	35
Gambar 3.6	<i>Heater</i>	36
Gambar 3.7	Anemometer	36
Gambar 3.8	<i>Rubber Insulation</i>	36
Gambar 3.9	Alat Pengaduk	37
Gambar 3.10	Instalasi Penelitian.....	38
Gambar 3.11	Diagram Alir Penelitian.....	41

Gambar 4.1	Grafik hubungan bilangan Reynolds terhadap bilangan Nusselt pada temperatur masuk 40°C.....	45
Gambar 4.2	Grafik hubungan bilangan Reynolds terhadap bilangan Nusselt pada temperatur masuk 50°C.....	45
Gambar 4.3	Grafik hubungan bilangan Reynolds terhadap bilangan Nusselt pada temperatur masuk 60°C.....	46
Gambar 4.4	Grafik pengaruh laju alir massa terhadap laju perpindahan kalor pada temperatur masuk 40°C.....	47
Gambar 4.5	Grafik pengaruh laju alir massa terhadap laju perpindahan kalor pada temperatur masuk 50°C.....	48
Gambar 4.6	Grafik pengaruh laju alir massa terhadap laju perpindahan kalor pada temperatur masuk 60°C.....	48
Gambar 4.7	Grafik pengaruh laju alir massa terhadap koefisien perpindahan panas menyeluruh pada temperetur masuk 40°C.....	49
Gambar 4.8	Grafik pengaruh laju alir massa terhadap koefisien perpindahan panas menyeluruh pada temperetur masuk 50°C.....	50
Gambar 4.9	Grafik pengaruh laju alir massa terhadap koefisien perpindahan panas menyeluruh pada temperetur masuk 60°C.....	50
Gambar 4.10	Grafik pengaruh laju alir massa terhadap temperatur keluar pada temperatur masuk 40°C	52
Gambar 4.11	Grafik pengaruh laju alir massa terhadap temperatur keluar pada temperatur masuk 50°C	53
Gambar 4.12	Grafik pengaruh laju alir massa terhadap temperatur keluar pada temperatur masuk 60°C	53
Gambar 4.13	Grafik pengaruh laju alir massa terhadap <i>pressure drop</i> pada temperatur masuk 40°C	54
Gambar 4.14	Grafik pengaruh laju alir massa terhadap <i>pressure drop</i> pada temperatur masuk 50°C	54
Gambar 4.15	Grafik pengaruh laju alir massa terhadap <i>pressure drop</i> pada temperatur masuk 60°C	55



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Tabel A.2 Sifat-sifat fisik padatan bukan logam
- Lampiran 2 : Tabel A.6 Sifat-sifat fisik air jenuh
- Lampiran 3 : Diagram faktor koreksi *single-pass cross flow heat exchanger* dengan kedua fluida tidak bercampur
- Lampiran 4 : Diagram Moody
- Lampiran 5 : Tabel hasil perhitungan fluida kerja

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

RINGKASAN

IMANUEL DO ALLA, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Januari 2012, *Unjuk Kerja Radiator dengan Fluida Kerja Nanofluida (Al_2O_3 -Air)*, Dosen Pembimbing: Nurkholis Hamidi; Denny Widhiyanuriyawan.

Heat exchanger merupakan alat yang berfungsi memindahkan kalor antara dua fluida yang mempunyai perbedaan temperatur dan menjaga agar kedua fluida tersebut tidak bercampur. Dalam menghantarkan energi kalor terdapat beberapa sifat dari suatu fluida tersebut yang berpengaruh terhadap laju perpindahan kalor. Penelitian-penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu, menunjukkan bahwa fluida kerja nanofluida memiliki potensi untuk memenuhi kebutuhan yang meningkat dalam kemampuan pemindahan kalor. Nanofluida adalah suatu campuran antara fluida cair (yang disebut dengan fluida dasar) dengan partikel padat yang mempunyai ukuran nanometer atau 10^{-9} m (nanopartikel). Partikel berukuran nano tersebut tersuspensi ke dalam fluida dasar secara permanen karena adanya efek Brownian pada partikel tersebut.

Dengan mencampurkan nanopartikel ke dalam fluida dasarnya maka akan terbentuk karakteristik baru pada fluida dasarnya. Secara teori campuran ini memiliki konduktivitas termal yang lebih baik daripada fluida dasar pencampurnya, karena partikel padat memiliki konduktivitas termal yang lebih tinggi dari fluida dasar. Agar fluida baru ini dapat di aplikasikan dan dikomersialkan, penelitian lebih lanjut dalam hal mekanisme konveksi paksa harus dilakukan.

Pengukuran koefisien perpindahan kalor pada nanofluida dilakukan dengan menggunakan alat penukar kalor radiator. Penelitian dilakukan pada prosentase massa nanopartikel Al_2O_3 0,5%, 1% dan 2%. Hasil yang diperoleh menunjukkan peningkatan dalam koefisien perpindahan kalor menyeluruh dibandingkan dengan fluida dasarnya sebesar 10-26% untuk prosentase massa nanopartikel Al_2O_3 0,5%, 20-50% untuk prosentase massa nanopartikel Al_2O_3 1% dan 38-75% prosentase massa nanopartikel Al_2O_3 2%. Rasio peningkatan koefisien perpindahan kalor menyeluruh dari nanofluida juga meningkat seiring dengan peningkatan temperatur (40, 50, dan 60°C).