

Studi Eksperimental Perpindahan Kalor dan Pengamatan Temperatur pada Mesin dan Radiator Kendaraan

Adrian Utomo Nugroho, Wayan Nata Septiadi, Ketut Astawa
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Transportasi adalah sarana bagi manusia untuk memindahkan sesuatu. Setiap kendaraan yang menggunakan mesin sebagai penggerak utamanya, akan terdapat proses Internal Combustion pada mesin tersebut. Pendinginan temperatur mesin saat ini mayoritas menggunakan radiator untuk melepaskan panasnya. Setiap radiator akan selalu menggunakan fluida pendingin sebagai medianya untuk membantu melepaskan panas mesin tersebut. Penelitian ini dilakukan secara langsung dinamis dan real pada kendaraan sepeda motor dengan membandingkan 3 fluida sebagai media pendinginannya. Fluida yang digunakan pada penelitian ini, yaitu: Radiator Coolant, Aquades (H_2O), dan Nanofluida (Al_2O_3 -Air). Hasil penelitian menunjukkan bahwa Nanofluida (Al_2O_3 -Air) memiliki laju perpindahan panas yang paling baik dibandingkan dengan Aquades (H_2O) dan Radiator Coolant.

Kata Kunci : Nanofluida, Radiator, Laju Perpindahan Kalor, Fluida Kerja Alternatif

Abstract

Transportation is a vehicle for mankind to move something. All vehicles that use an engine as the main motor, there will always be an Internal Combustion processes on the engine itself. Nowadays, most of the vehicle use a radiator in the purpose to release the engine heat. Every radiator will always using a fluid as the media to help the engine releasing the heat. This test is performed by dynamic and real conditions on the road with a motorcycle that comparing 3 fluids for the media. Fluids that are used for the test is: Radiator Coolant, Water (H_2O), and Nanofluids (Al_2O_3 -Air). The test result show that the heat exchange flow of Nanofluids (Al_2O_3 -Air) has the best value if compared with Water (H_2O) and Radiator Coolant.

Keyword: Nanofluid, Radiator, Heat Exchange Flow, Alternate Working Fluid

1. PENDAHULUAN

Transportasi adalah sarana bagi manusia untuk memindahkan sesuatu. Kemajuan teknologi saat ini ditunjukkan dengan kendaraan bermotor yang terus berkembang. Setiap kendaraan yang menggunakan mesin sebagai penggerak utamanya, akan terdapat proses Internal Combustion pada mesin tersebut. [1]

Hasil dari suatu proses Internal Combustion Engine selalu menghasilkan panas. Salah satu komponen utama dalam sistem pendinginan mesin adalah radiator. Radiator memegang peranan penting dalam mesin pembakaran bahan bakar, di dalam silinder mesin menyalurkan energi panas ke dalam bentuk tenaga putar. [2]

Pendinginan temperatur mesin saat ini mayoritas menggunakan radiator untuk melepaskan panasnya. Setiap radiator akan selalu menggunakan fluida pendingin sebagai medianya untuk membantu melepaskan panas mesin tersebut.

Terdapat 3 fluida pendingin yang digunakan untuk melakukan penelitian ini, yaitu radiator

coolant standar pabrik, Air (H_2O), dan nano fluida (Al_2O_3). Air (H_2O) merupakan cairan pendingin yang dapat merusak radiator karena dapat menimbulkan kerak dan endapan yang akan memampatkan radiator itu sendiri. Nanofluida yang digunakan untuk penelitian ini mampu mereduksi panas mesin jika dibandingkan dengan cairan pendingin lain yang digunakan dalam penelitian ini.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa pengaruh nanofluid (Al_2O_3) sebagai fluida pada radiator terhadap jumlah perpindahan kalornya karena salah satu kelebihan nanofluid (Al_2O_3) yaitu dapat meningkatkan koefisiensi perpindahan panas total yang menjadi indikasi performa sebuah alat penukar panas.

2. DASAR TEORI

Heat exchanger merupakan suatu alat yang berfungsi untuk menukar kalor. Alat penukar kalor pada penelitian ini berfungsi untuk menurunkan temperatur fluida yang mengalir dari dan ke mesin. Tujuan dari penggunaan alat penukar kalor adalah untuk mengoptimalkan kinerja darinya, mendinginkan atau memanaskan suatu fluida

dengan melakukan perpindahan panas secara konveksi dan konduksi. Salah satu jenis alat penukar kalor yang digunakan pada penelitian ini adalah radiator.

Konsep perpindahan kalor yang terjadi pada radiator yaitu: Konduksi terjadi pada saat sirip radiator bersinggungan dengan kisi radiator yang berisikan fluida tersebut, konveksi terjadi ketika proses dipanaskannya fluida oleh panas mesin dan menurunnya temperatur fluida yang dibantu oleh kipas radiator yang berlangsung proses perpindahan kalor secara radiasi.

Perkembangan pada jaman ini dalam teknologi, nanoteknologi telah menciptakan suatu kelas fluida baruan agaknya khusus yang disebut nano fluida. Nano fluida digunakan sebagai fluida yang memiliki potensi yang besar untuk aplikasi pendinginan. Nanofluida berarti dua campuran fase kontinu yang merupakan sebuah cairan atau fluida dan fase yang terdispersi yaitu nano partikel padat yang sangat halus, ukurannya lebih kecil dari pada 50 nanometer.

Besar pembuangan panas radiator adalah suatu nilai yang menunjukkan besarnya panas pada fluida radiator yang dapat di buang ke udara luar. Perpindahan kalor dapat di hitung dari energi yang dibuang oleh fluida panas atau energi yang di terima dari fluida dingin untuk penukar kalor pada radiator. Persamaan yang di gunakan untuk menghitung laju perpindahan kalor adalah

$$Q = m \cdot C_p (T_{h,out} - T_{h,in})$$

Keterangan

Q = Laju perpindahan kalor (W)

\dot{m} = Laju aliran massa fluida (Kg/s)

C_p = Kalor spesifik fluida kerja (KJ/Kg oC)

$T_{h,in}$ = Temperatur air saat memasuki radiator (K)

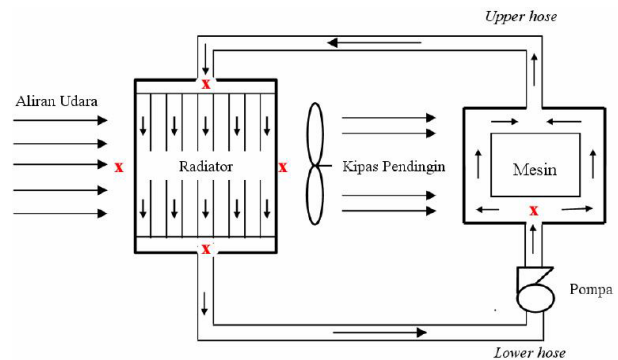
$T_{h,out}$ = Temperatur air saat keluar radiator (K)

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental atau dengan dilakukan percobaan dengan tujuan untuk mencari hubungan antara variabel – variabel dengan batasan yang ada. Metode eksperimental bersifat sistematis dan logis sehingga hasil yang di peroleh dari dilakukannya penelitian ini akan sangat akurat dibanding jenis penelitian yang lain. Penelitian ini dilakukan secara langsung dan dinamis agar mendapatkan hasil yang akurat.

Data yang diambil saat penelitian adalah: Temperatur pada mesin (water jacket), Temperatur Radiator In, Temperatur Radiator Out, Temperatur Kisi Radiator bagian Dalam, serta Temperatur udara luar (Ambient). Data yang didapatkan dari hasil data pengolahan data pengujian awal adalah: Laju

Perpindahan Kalor serta perbandingannya terhadap fluida kerja lain yang diteliti.

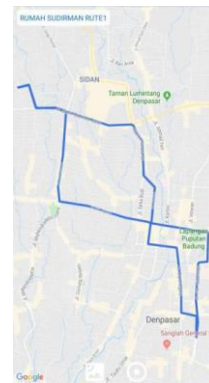


Gambar 1. Bagan Skematik Penelitian

Gambar 1 adalah Bagan Skematik Penelitian yang telah dilakukan. Terdapat lima lambang x pada gambar diatas yang menunjukkan titik-titik thermocouple ditempatkan untuk mendapatkan rekaman data temperatur yang akurat.

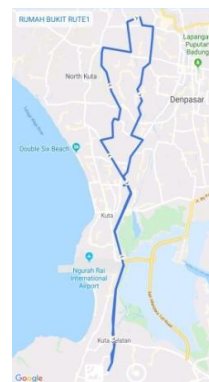
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Rute Penelitian



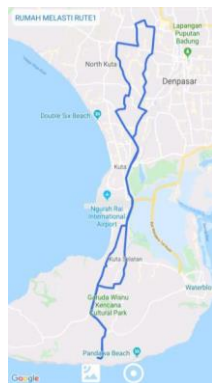
Gambar 2. Sketsa Jalur Penelitian Gatsu Barat menuju Kampus UNUD Sudirman

Gambar 2 menunjukkan rute pertama penelitian dengan deskripsi menunjukkan jalur utama dengan panjang lintasan 15,3 km.



Gambar 3. Sketsa Jalur Gatsu Barat menuju Kampus UNUD Bukit

Gambar 3 menunjukkan rute kedua penelitian dengan deskripsi jalur utama dengan panjang lintasan 44,2 km.



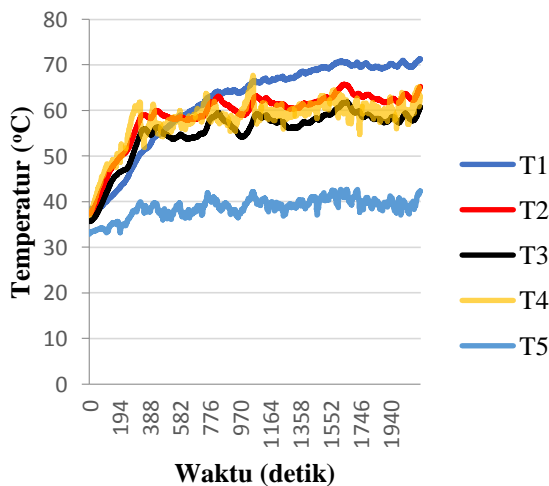
Gambar 4. Sketsa Jalur Gatsu Barat menuju Pantai Melasti

Gambar 4 menunjukkan rute ketiga penelitian dengan deskripsi jalur utama dengan panjang lintasan 59,3 km.

4.2 Distribusi Temperatur

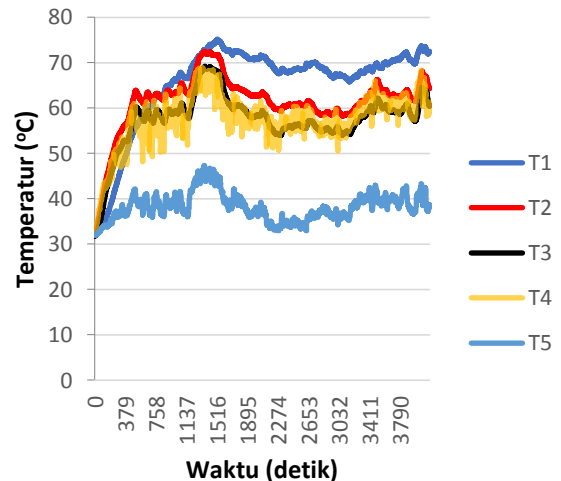
Keterangan

- T1: T. Water Jacket
- T2: T. Radiator In
- T3: T. Radiator Out
- T4: T. Kisi Radiator
- T5: T. Ambient



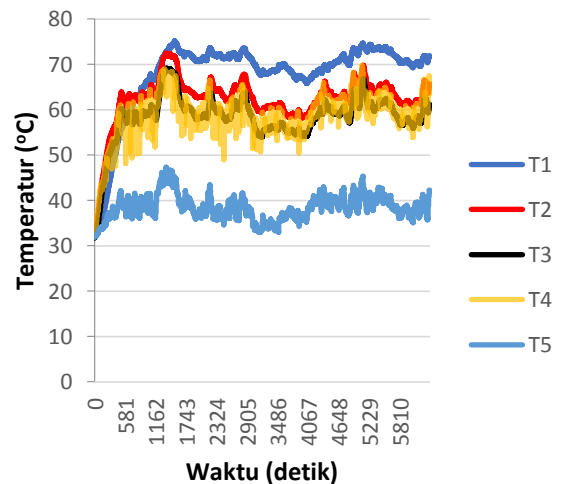
Gambar 5. Grafik Distribusi Temperatur Rute 1 (RADIATOR COOLANT)

Gambar 5 menunjukkan Grafik Distribusi Temperatur dengan Rute Gatsu Barat menuju Kampus UNUD Sudirman Jalur Utama dengan Temperatur maksimal pada mesin sebesar 71,29°C serta rata-rata Temperatur Radiator In dan Out diperoleh sebesar 59,2°C dan 55,3°C.



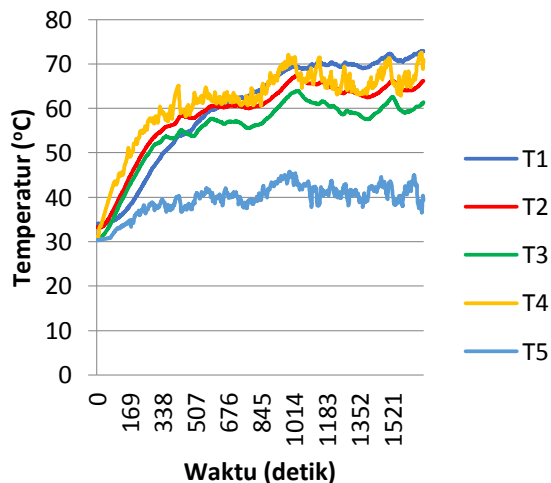
Gambar 6. Grafik Distribusi Temperatur Rute 2 (RADIATOR COOLANT)

Gambar 6 menunjukkan Grafik Distribusi Temperatur dengan Rute Gatsu Barat menuju Kampus UNUD Bukit Jalur Utama dengan Temperatur maksimal pada mesin sebesar 75,14°C serta rata-rata Temperatur Radiator In dan Out diperoleh sebesar 61,4°C dan 57,5°C.



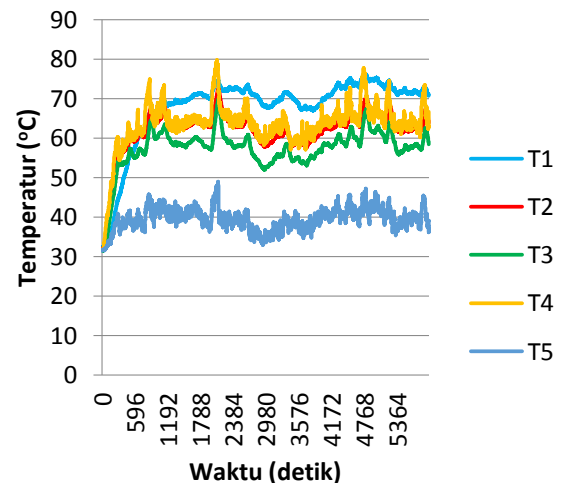
Gambar 7. Grafik Distribusi Temperatur Rute 3 (RADIATOR COOLANT)

Gambar 7 menunjukkan Grafik Distribusi Temperatur dengan Rute Gatsu Barat menuju Pantai Melasti Jalur Utama dengan Temperatur maksimal pada mesin sebesar 75,14°C serta rata-rata Temperatur Radiator In dan Out diperoleh sebesar 62,4°C dan 58,4°C.



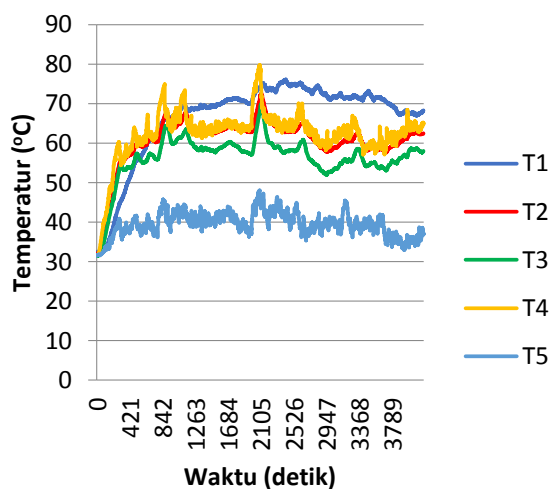
Gambar 8. Grafik Distribusi Temperatur Rute 1 (AQUADES H₂O)

Gambar 8 menunjukkan Grafik Distribusi Temperatur dengan Rute Gatsu Barat menuju Kampus UNUD Sudirman Jalur Utama dengan Temperatur maksimal pada mesin sebesar 72,94°C serta rata-rata Temperatur Radiator In dan Out diperoleh sebesar 58,7°C dan 55,2°C.



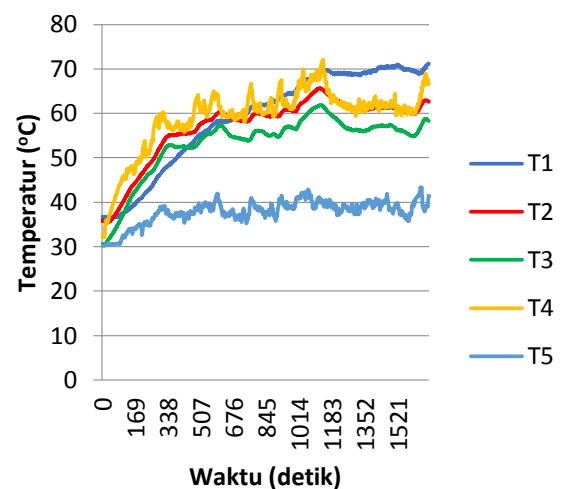
Gambar 10. Grafik Distribusi Temperatur Rute 3 (AQUADES H₂O)

Gambar 10 menunjukkan Grafik Distribusi Temperatur dengan Rute Gatsu Barat menuju Pantai Melasti Jalur Utama dengan Temperatur maksimal pada mesin sebesar 76,05°C serta rata-rata Temperatur Radiator In dan Out diperoleh sebesar 61,7°C dan 57,4°C.



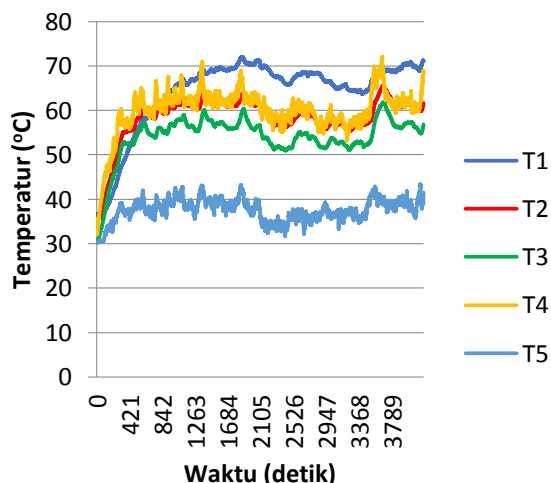
Gambar 9. Grafik Distribusi Temperatur Rute 2 (AQUADES H₂O)

Gambar 9 menunjukkan Grafik Distribusi Temperatur dengan Rute Gatsu Barat menuju Kampus UNUD Bukit Jalur Utama dengan Temperatur maksimal pada mesin sebesar 76,11°C serta rata-rata Temperatur Radiator In dan Out diperoleh sebesar 60,5°C dan 56,3°C.



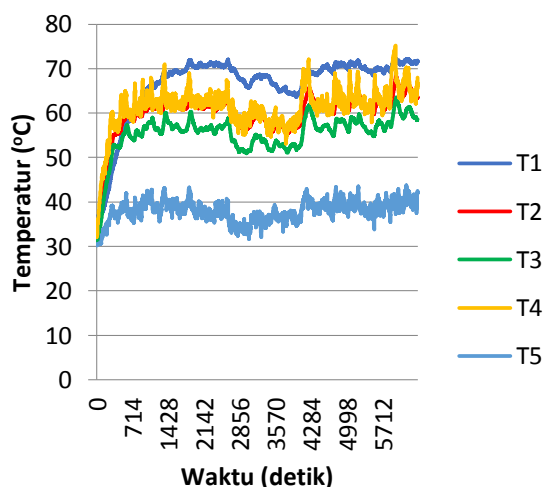
Gambar 11. Grafik Distribusi Temperatur Rute 1 (NANOFLUIDA AL₂O₃)

Gambar 11 menunjukkan Grafik Distribusi Temperatur dengan Rute Gatsu Barat menuju Kampus UNUD Sudirman Jalur Utama dengan Temperatur maksimal pada mesin sebesar 71,21°C serta rata-rata Temperatur Radiator In dan Out diperoleh sebesar 56,9°C dan 53,3°C.



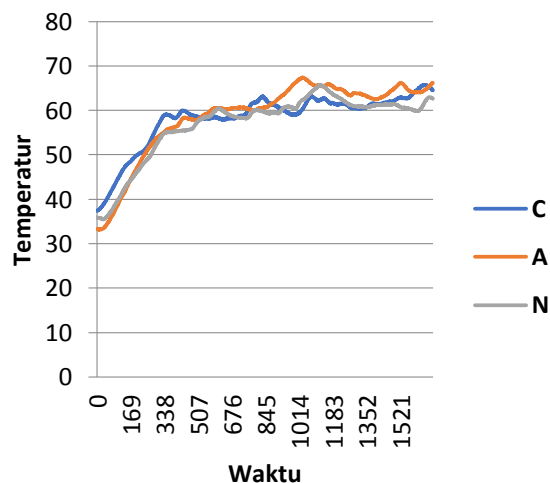
Gambar 12. Grafik Distribusi Temperatur Route 2 (NANOFLUIDA AL₂O₃)

Gambar 12 menunjukkan Grafik Distribusi Temperatur dengan Rute Gatsu Barat menuju Kampus UNUD Bukit Jalur Utama dengan Temperatur maksimal pada mesin sebesar 71,99°C serta rata-rata Temperatur Radiator In dan Out diperoleh sebesar 58,3°C dan 54,1°C.



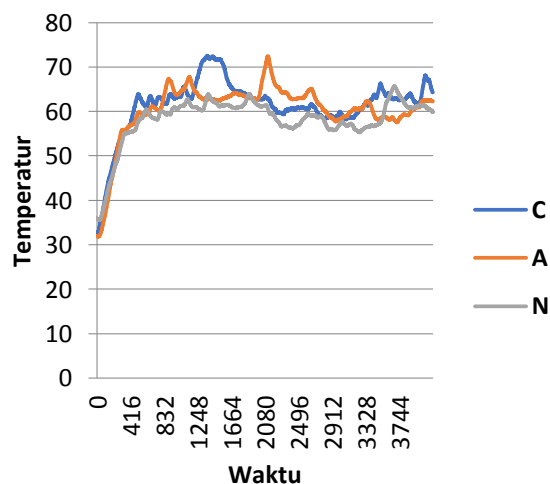
Gambar 13. Grafik Distribusi Temperatur Route 3 (NANOFLUIDA AL₂O₃)

Gambar 13 menunjukkan Grafik Distribusi Temperatur dengan Rute Gatsu Barat menuju Pantai Melasti Jalur Utama dengan Temperatur maksimal pada mesin sebesar 72,27°C serta rata-rata Temperatur Radiator In dan Out diperoleh sebesar 59,7°C dan 55,4°C.



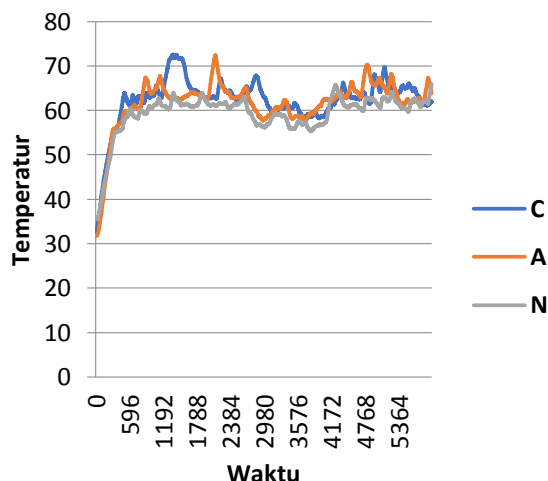
Gambar 14. Grafik Perbandingan Temperatur Route 1

Gambar 14 menunjukkan Grafik Perbandingan Temperatur dengan Rute Gatsu Barat menuju Kampus UNUD Sudirman Jalur Utama dengan membandingkan ketiga fluida penelitian: Radiator Coolant (C), Aquades (A), dan Nanofluida (N).



Gambar 15. Grafik Perbandingan Temperatur Route 2

Gambar 15 menunjukkan Grafik Perbandingan Temperatur dengan Rute Gatsu Barat menuju Kampus UNUD Bukit Jalur Utama dengan membandingkan ketiga fluida penelitian: Radiator Coolant (C), Aquades (A), dan Nanofluida (N).



Gambar 16. Grafik Perbandingan Temperatur Rute 3

Gambar 16 menunjukkan Grafik Perbandingan Temperatur dengan Rute Gatsu Barat menuju Pantai Melasti Jalur Utama dengan membandingkan ketiga fluida penelitian: Radiator Coolant (C), Aquades (A), dan Nanofluida (N).

4.3 Laju Perpindahan Kalor

Pada penelitian ini didapatkan laju aliran massa fluida sebesar 16,62 Kg/s (4000 rpm) dengan menghitung kecepatan putar bilah waterpump yang langsung terhubung ke camshaft pada mesin serta kalor spesifik fluida sebagai berikut:

- Cp Radiator Coolant = 3,521 KJ/Kg °C
- Cp H₂O = 4,185 KJ/Kg °C
- Cp Al₂O₃-Air = 4,189 KJ/Kg °C

Laju Perpindahan Kalor Radiator Coolant Rute 1

$$Q = \dot{M} \cdot Cp (T. \text{Radiator In} - T. \text{Radiator Out})$$

$$Q = 16,62 \times 3,521 \times (59,2-55,3)$$

$$Q = 228,22W$$

Laju Perpindahan Kalor H₂O Rute 1

$$Q = \dot{M} \cdot Cp (T. \text{Radiator In} - T. \text{Radiator Out})$$

$$Q = 16,62 \times 4,185 \times (58,7-55,2)$$

$$Q = 243,44W$$

Laju Perpindahan Kalor Al₂O₃ Rute 1

$$Q = \dot{M} \cdot Cp (T. \text{Radiator In} - T. \text{Radiator Out})$$

$$Q = 16,62 \times 4,189 \times (56,9-53,3)$$

$$Q = 250,64W$$

Laju Perpindahan Kalor Radiator Coolant Rute 2

$$Q = \dot{M} \cdot Cp (T. \text{Radiator In} - T. \text{Radiator Out})$$

$$Q = 16,62 \times 3,521 \times (61,4-57,5)$$

$$Q = 228,22W$$

Laju Perpindahan Kalor H₂O Rute 2

$$Q = \dot{M} \cdot Cp (T. \text{Radiator In} - T. \text{Radiator Out})$$

$$Q = 16,62 \times 4,185 \times (60,5-56,3)$$

$$Q = 292,13W$$

Laju Perpindahan Kalor Al₂O₃ Rute 2

$$Q = \dot{M} \cdot Cp (T. \text{Radiator In} - T. \text{Radiator Out})$$

$$Q = 16,62 \times 4,189 \times (58,3-54,1)$$

$$Q = 292,41W$$

Laju Perpindahan Kalor Radiator Coolant Rute 3

$$Q = \dot{M} \cdot Cp (T. \text{Radiator In} - T. \text{Radiator Out})$$

$$Q = 16,62 \times 3,521 \times (62,4-58,4)$$

$$Q = 234,07W$$

Laju Perpindahan Kalor H₂O Rute 3

$$Q = \dot{M} \cdot Cp (T. \text{Radiator In} - T. \text{Radiator Out})$$

$$Q = 16,62 \times 4,185 \times (61,7-57,4)$$

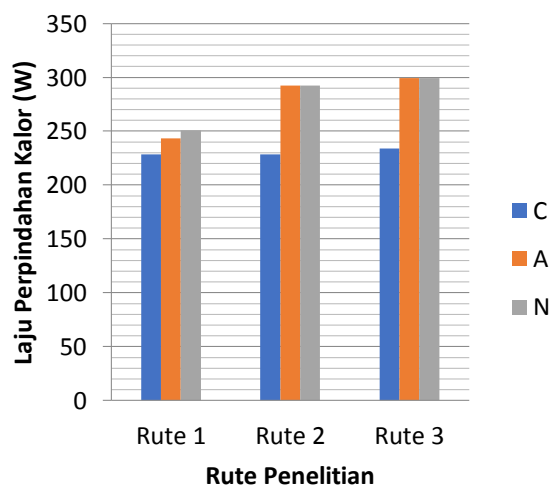
$$Q = 299,08W$$

Laju Perpindahan Kalor Al₂O₃ Rute 3

$$Q = \dot{M} \cdot Cp (T. \text{Radiator In} - T. \text{Radiator Out})$$

$$Q = 16,62 \times 4,189 \times (59,7-55,4)$$

$$Q = 299,37W$$



Gambar 17. Grafik Perbandingan Laju Perpindahan Kalor masing-masing fluida

Gambar 17 menunjukkan Grafik Perbandingan Laju Perpindahan Kalor masing-masing fluida dengan keterangan: Radiator Coolant (C), Aquades (A), dan Nanofluida (N).

5. KESIMPULAN

Kinerja Sistem Pendingin Radiator yang diberikan pada Laju Perpindahan Kalor dengan menggunakan Nanofluida (Al₂O₃-Air) dengan variasi 3 Rute Penelitian, menghasilkan nilai paling baik dengan nilai 299,37W dibandingkan Aquades (H₂O) dengan nilai 299,08W serta Radiator Coolant yang memiliki nilai 234,07W.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ahmad, dkk. 2014. “Perancangan dan Pengujian Radiator Tester Skala Laboratorium yang Terintegrasi Pengatur Putaran Mesin dan Hembusan Angin (*Regulator Wind Blower*)”. Fakultas Teknik Mesin Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- [2]. Mustafa. 2016. “Analisis Variasi Media Pendinginan Pada Radiator terhadap Kinerja Laju Pembuangan Panas dengan Konveksi Paksa”. Fakultas teknik Universitas Merdeka, Madiun.

| | |
|--|---|
|  | <p>Adrian Utomo Nugroho menyelesaikan studi S1 di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana pada tahun 2021.</p> |
| <p>Bidang penelitian yang diminati adalah topik berkaitan dengan konversi energi yaitu: dibidang nanofluida, dan mesin konversi energi</p> | |