

PENINGKATAN PERFORMA RADIATOR KENDARAAN DENGAN NANOFLUID

Arif Surono^{1)*}, Sudiro²⁾, Muhammad Farid Setiyawan³⁾

^{1,2,3}D3 Teknologi Otomotif, Politeknik Indonusa Surakarta

Email : arifsurono@poltekindonusa.ac.id*, sudiro@poltekindonusa.ac.id,
farifsetiawan28022001@gmail.com

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel :

Diterima : 12 Desember 2021

Disetujui : 20 Mei 2022

Kata Kunci :

nanofluid, efektivitas, radiator

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh laju aliran fluida terhadap efektivitas kinerja radiator dengan menggunakan nanofluid dari getah gambir. Penelitian diawali dengan menghaluskan gambir padat yang diperoleh dari pasar, di saring memakai ukuran 200 mesh, selanjutnya di campur dengan air sumur dan diproses di dalam magnetic stirer selama 3 jam dan di endapkan selama 24 jam. Setelah dipishkan dengan endapan, bahan tersebut di uji. Rangkaian alat uji yang terdiri dari radiator, flowmeter, pompa, pipa, heater dan bak penampung cairan. Pengambilan data penelitian dilakukan pada suhu masuk, dinding dan keluar radiator. Pada penelitian ini dilakukan variasi kecepatan aliran fluida sebesar 2.5, 4.5, dan 6 LPM. Hasil penelitian mampu menurunkan suhu pada penggunaan laju aliran fluida 6 LPM mampu membuang panas ke lingkungan dengan baik. Penurunan suhu yang terjadi sebesar 2.5 %. Sedangkan, nilai efektivitas radiator rata-rata terendah pada kecepatan paling rendah pada 6 LPM sebesar 0,905 tertinggi pada laju aliran fluida 4.5 sebesar 0,930.

ARTICLE INFO

Article History :

Received : 12 December 2021

Accepted : 20 May 2022

Keywords:

Fluid, effectiveness, radiators

ABSTRACT

Abstract This research aims to evaluate the effect of fluid flow rate on the effectiveness of radiator performance by using nanofluid. The research began by making a series of test kits consisting of radiators, flowmeters, pumps, pipes, heaters and fluid reservoirs. The data collection of research was carried out at the temperature of the entrance, wall and exit of the radiator. In this study we did variations in fluid flow speed of 2.5, 4.5, and 6 LPM. The results of the study were able to lower the temperature at the use of fluid flow rate 6 LPM able to dissipate heat into the environment well. The temperature decrease occurred by 2.5%. Meanwhile, the lowest average radiator effectiveness value at the lowest speed at 6 LPM was 0.905 highest at a fluid flow rate of 4.5 of 0.930. Key words: Fluida, effectiveness, radiator

1. PENDAHULUAN

Alat penukar kalor pada kendaraan diantaranya berupa radiator[1]. Radiator digunakan sebagai media pendingin mesin dengan menggunakan fluida sebagai media perpindahannya. Pada sistem ini cairan didinginkan melalui sirkulasi pendingin disekitar perangkat atau saluran pendingin dalam sistem tersebut. Cairan pendingin disirkulasi dalam sistem dengan bantuan pompa, karena pengaruh pendingin yang terjadi pada sistem alat penukar kalor maka panas yang ada pada sistem tersebut berangsur-angsur hilang. Panas pada *fin* radiator dilepaskan ke udara luar dengan proses konveksi[2]. Panas yang terjadi akibat adanya pergerakan mesin yang dapat menghasilkan *overheating*, kerusakan minyak pelumas, pelemahan logam bagian mesin yang terlalu panas, dan cepat mengalami keausan pada cincin piston, batang penghubung dan komponen lainnya[3]. Radiator mampu digunakan untuk mereduksi panas dari satu medium ke medium lainnya untuk tujuan pemanasan dan pendinginan[4].

Sistem pendinginan air panas yang berasal dari pembakaran dalam ruang bakar dan silinder sebagian diserap oleh air pendingin yang bersirkulasi melalui dinding silinder dan ruang bakar, ini dapat terjadi karena adanya mantel air pendingin (*water jacket*). Panas yang diserap oleh air pendingin pada mantel-mantel air selanjutnya akan menaikkan temperatur air pendingin tersebut. Air pendingin pada *water jacket* akan mendidih dan menguap. Hal tersebut sangat merugikan, oleh karena itu untuk menghindarinya air tersebut disirkulasikan. Air yang memiliki temperatur yang masih dingin dialirkan mengganti air yang memiliki temperatur lebih panas. Sistem pendinginan air memiliki bagian yang bekerja secara integrasi satu dengan yang lainnya, komponen-komponen tersebut akan bekerja untuk mendukung kerja sistem pendinginan air, antara lain : radiator, pompa air, kipas (*fan*), katup termostat dan mantel pendingin (*Water jacket*). Perpindahan panas secara konduksi adalah proses *transfer* panas jika panas mengalir dari tempat yang suhunya tinggi ketempat yang suhunya lebih rendah, dengan media pengantar panas tetap.

Kinerja dari sebuah radiator maka perlu dikaji efektivitas pada sebuah radiator. Hal ini

dikarenakan akan berdampak besar terhadap sistem pendinginan yang terjadi pada mesin. Sebelumnya Prasetyo (2006), melakukan penelitian tentang pengaruh debit aliran terhadap efektivitas radiator. Hasil yang diperoleh bahwa proses perpindahan panas dari dinding ke fluida yang bersirkulasi semakin banyak kalor yang diserap[5]. Penelitian serupa juga dilakukan oleh simamora, dkk (2015), meneliti tentang variasi putaran mesin dengan mencatat, nilai putaran mesin, suhu udara yang menuju maupun suhu udara yang meninggalkan radiator serta suhu air yang masuk maupun keluar dari radiator. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada rpm paling tinggi didapatkan efektivitas tertinggi yaitu pada putaran mesin 2500 rpm dengan nilai efektivitas 0,584[6]. Penelitian lain dilakukan oleh Prasetyo (2021), melakukan variasi putaran kipas radiator pada kecepatan 6,5 m/s mampu membuang panas ke lingkungan dengan baik, hal ini terbukti bahwa temperatur tertinggi pada menit ke 30 sebesar 84 °C pada kecepatan angin pada kipas sebesar 6,5 m/s pada 3000 rpm. Sedangkan pada 2500 rpm temperatur maksimal mencapai 80,3 °C. Sedangkan pada kecepatan mesin 1000 rpm temperature maksimal mencapai 48,6 °C[7].

Pada penelitian ini menggunakan rumus metode efektivitas pendinginan. Metode efektivitas mempunyai beberapa keuntungan untuk menganalisa perbandingan berbagai jenis penukar kalor untuk menentukan jenis yang terbaik untuk melaksanakan perpindahan kalor tertentu[8].

Rumus perhitungan efektivitas penukar kalor (*Heat Exchange Effectiveness*) formula sebagai berikut[9] :

$$\varepsilon = \frac{\text{Perpindahan kalor maksimum}}{\text{Perpindahan kalor nyata}} \dots \dots \dots (1)$$

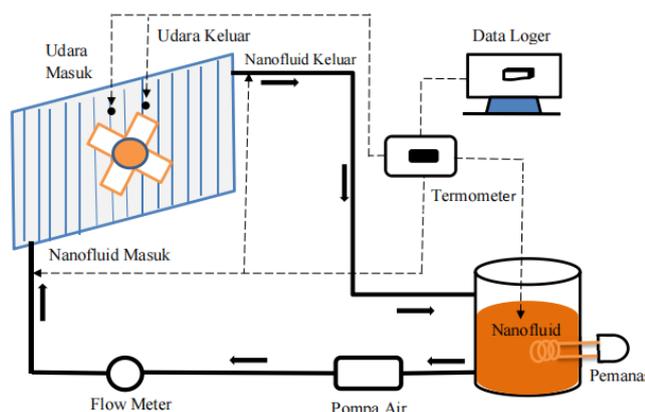
Apabila fluida dingin ialah fluida minimum, maka :

$$\varepsilon = \frac{T_{C2} - T_{C1}}{T_{h1} - T_{C1}} \dots \dots \dots (2)$$

2. METODE

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah gambir padat dari pasaran yang di haluskan dan di saring dengan mesh 200, kemudian di campur dengan air dengan perbandingan 1:10 ml, selanjutnya di proses dengan magnetic stirer selama 3 jam dan

didiamkan atau di endapkan selama 24 jam, fluida yang di ambil dan di uji adalah yang yang sudah terpisah dari endapan di bawahnya. Alat yang digunakan untuk menguji adalah rangkaian sistem pendingin menggunakan radiator kendaraan dengan spesifikasi tertera pada tabel 1. Pengambilan data penelitian diperlukan pemeriksaan dan pengaturan peralatan supaya dapat dioperasikan dengan baik. Pengaturan instrumen pada radiator, tegangan listrik, motor penggerak kipas, dan air dalam tangki radiator, selain itu perlu memeriksa komponen-komponen alat ukur seperti pada penggunaan sensor yang dikendalikan oleh arduino.



Gambar 1. Skema alat uji penelitian

Pengambilan data pengukuran untuk diujicobakan pada radiator dengan variasi laju aliran fluida sebesar 2.5, 4.5 dan 6.5 LPM. Data yang diambil antara lain:

1. Th1: Temperatur masuk radiator (°C)
2. Th2: Temperatur keluar radiator masuk ke mesin (°C)
3. Tc1: Temperatur didepan radiator (udara yang mengarah pada radiator) (°C)
4. Tc2: Temperatur dibelakang radiator (udarayang keluar dari radiator) (°C)

Semua data yang diperoleh digunakan untuk analisis unjuk kerja radiator. Spesifikasi radiator yang digunakan pada penelitian eksperimen ini adalah, seperti tertera pada tabel 1.

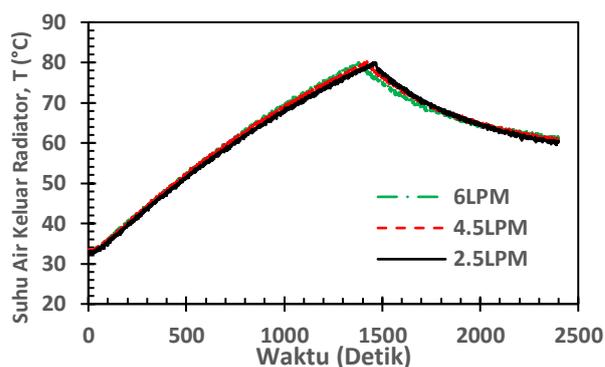
Tabel 1. Spesifikasi Radiator

No	Data	Nilai
1	Tipe Radiator	Compact heat exchanger flat tube, flat fin

2	Volume Radiator	P x L x T = 130 mm x 25 mm x 280 mm
3	Luas tube	Tebal 1 mm x lebar 25 mm x panjang 15 mm
4	Panjang tube	150 mm
5	Jumlah baris tube	19
6	Jumlah tube tiap baris	1
7	Jarak antar tube	5 mm
8	Bahan	Aluminium

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

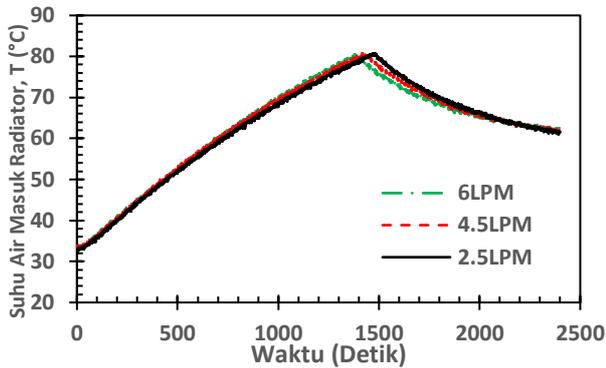
Pengujian yang telah dilakukan didapatkan dari data hasil eksperimen. Pengambilan data penelitian ini dilakukan dengan mengukur suhu yang bersirkulasi pada instrumen peralatan radiator. Pengambilan data secara keseluruhan dari variasi laju aliran fluida sebesar 2.5, 4.5, dan 6 LPM. Hasil pengambilan data dan perhitungan tersebut, kemudian dianalisis suhu masuk, keluar, dinding radiator dan analisis efektivitas radiator (ϵ) terhadap waktu seperti yang dijelaskan pada gambar 2.



Gambar 2. Suhu keluar radiator (°C)

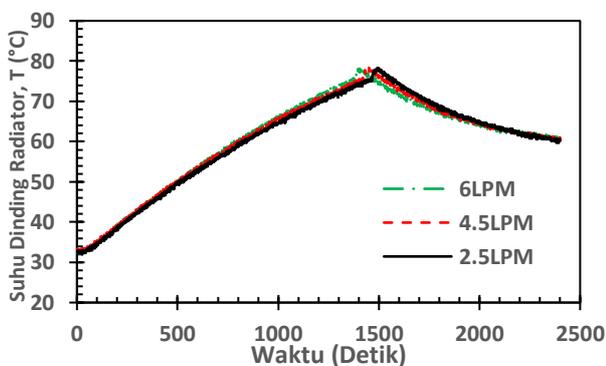
Hasil pengujian menunjukkan bahwa suhu air ketika keluar radiator sudah mengalami kenaikan ketika awal proses eksperimen dilakukan kemudian mengalami penurunan setelah suhu puncak dilewati. Dari gambar 2 dapat diketahui bahwa variasi laju aliran fluida yakni 2.5, 4.5 dan 6 LPM dapat mempengaruhi pendinginan radiator. Dimana ketika laju aliran fluida 6 LPM suhu yang terukur mengalami peningkatan yang cukup signifikan pada detik ke 1 hingga mencapai suhu puncak pada detik ke 1376 (menit ke 22) dengan suhu puncak adalah 80°C, namun setelah suhu puncak dilewati kurva

yang terbentuk akan mengalami penurunan seiring dengan proses laju pembuangan panas pada radiator yang baik dimana panas pada radiator dibuang ke lingkungan [4].



Gambar 3. Suhu masuk radiator (°C)

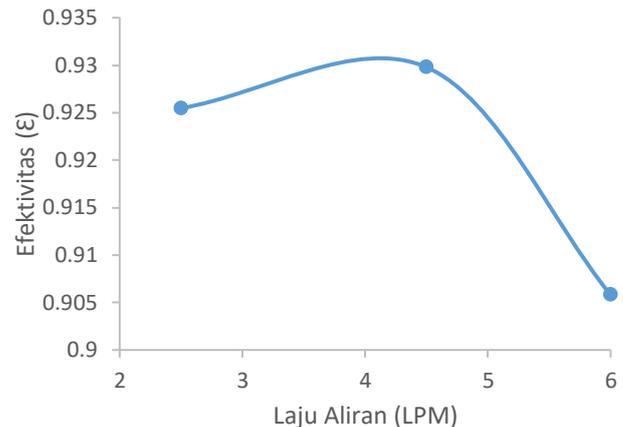
Hasil pengambilan data berupa suhu air masuk radiator menunjukkan bahwa suhu air ketika air masuk radiator cenderung stabil. Dari gambar 3 dapat diketahui bahwa variasi laju aliran fluida yang digunakan dalam penelitian ini yakni 2.5, 4.5 dan 6 LPM ternyata dapat mempengaruhi pendinginan radiator. Dimana ketika laju aliran fluida 6 LPM suhu yang terukur mengalami peningkatan yang cukup signifikan pada detik ke 1 hingga mencapai suhu puncak pada detik ke 1385 (menit ke 22) dengan suhu puncak adalah 80.75°C, namun setelah suhu puncak dilewati kurva yang terbentuk akan mengalami penurunan seiring dengan proses laju pembuangan panas pada radiator yang baik dimana panas pada radiator dibuang ke lingkungan [4].



Gambar 4. Suhu dinding radiator (°C)

Hasil pengambilan data berupa suhu dinding radiator menunjukkan bahwa suhu dinding radiator ketika proses eksperimen berlangsung cenderung stabil. Dari gambar 4 dapat diketahui

bahwa variasi laju aliran fluida yang digunakan dalam penelitian ini yakni 2.5, 4.5 dan 6 LPM ternyata dapat mempengaruhi pendinginan radiator. Dimana suhu yang terukur paling tinggi ketika variasi laju aliran fluida yang digunakan adalah 2.5LPM dengan suhu 78.5°C, namun setelah suhu puncak dilewati kurva yang terbentuk akan mengalami penurunan seiring dengan proses laju pembuangan panas pada radiator yang baik dimana panas pada radiator dibuang ke lingkungan[4].



Gambar 5. Efektivitas radiator (ε)

Pada perhitungan efektivitas radiator terhadap laju aliran fluida (LPM) dengan hasil kesesuaian antara suhu keluar radiator pada sisi air (°C), dimana efektivitas radiator mengalami peningkatan kemudian turun seiring dengan penambahan kecepatan laju aliran fluida. Radiator pada sistem yang digunakan pada kendaraan tersebut berfungsi cukup baik. Efektivitas radiator rata-rata terendah pada laju aliran fluida sebesar 6 LPM sebesar 0,905 tertinggi pada laju aliran 4.5 LPM sebesar 0,930.

4. Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didukung oleh Politeknik Indonusa Surakarta melalui UPPM dalam skema hibah institusi tahun 2020/2021.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan, analisis data dan pembahasan diketahui bahwa pada penggunaan laju aliran nanofluid 6 LPM mampu membuang panas ke lingkungan dengan baik. Penurunan suhu terjadi yang terjadi sebesar 2.5 %. Sedangkan nilai efektivitas radiator rata-rata terendah pada kecepatan paling rendah pada 6

LPM sebesar 0,905 tertinggi pada laju aliran fluida 4.5 sebesar 0,930.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] U. N. Salmaan, S. A. K, and A. Professor, "Improving Performance in Engine Cooling System using Nanofluid-Based Coolant," *Int. J. Eng. Dev. Res.*, vol. 4, no. 2, p. 2047, 2016, [Online]. Available: www.ijedr.org.
- [2] M. R. Murti, "Laju Pembuangan Panas Pada Radiator Dengan Fluida Campuran 80% Air Dan 20% Rc Pada Rpm Konstan," *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 3, no. 1, 2012.
- [3] R. Jadar, K. S. Shashishekar, and S. R. Manohara, "Performance evaluation of Al-MWCNT based automobile radiator," *Mater. Today Proc.*, vol. 9, pp. 380–388, 2019, doi: 10.1016/j.matpr.2019.02.167.
- [4] E. Study, O. F. Radiator, A. S. Source, O. F. Heat, E. In, and A. D. Simulation, "Studi Eksperimental Unjuk Kerja Radiator," vol. 17, no. 2, pp. 104–108, 2017.
- [5] Bambang Teguh Prasetyo, "Pengujian Karakteristik Unjuk Kerja Radiator," vol. 9, pp. 107–113, 2007.
- [6] A. Debit, A. Fluida, and T. Efektifitas, "Analisa Debit Aliran Fluida Terhadap Efektifitas Radiator," pp. 23–30.
- [7] D. F. Simamora, F. P. Sappu, and T. V. Y. Ulaan, "Analisis Efektivitas Radiator Pada Mesin Toyota Kijang Tipe 5 K," *Poros Tek. Mesin*, vol. 4, pp.138–147, 2000.
- [8] Andi Prasetyo¹ dan Arif Surono², "Studi Eksperimental Pergerakan Temperatur Radiator Terhadap Putaran Mesin (Rpm) Dengan Kecepatan Kipas Constant," *Creat. Res. Eng.*, vol. 1, no. e-ISSN: 2774-8006 | p-ISSN: 2774-8278, 2021.
- [9] J. . Holman, *Perpindahan Kalor*, 6th ed. Jakarta: PT. Erlangga, 1997.