

PENGARUH VARIASI CAIRAN PENDINGIN (*COOLANT*) TERHADAP POTENSI *OVERHEATING* PADA *ENGINE* *DIESEL* (STUDI KASUS MITSUBISHI L300)

Kadek Yogantara Santosa

Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif
Politeknik Transportasi Darat Bali
santosa.2001014@taruna.poltradabali.ac.id

Aria Wichaksana

Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif
Politeknik Transportasi Darat Bali
cakwichak@gmail.com

Muhammad Hendri Ardiansyah

Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif
Politeknik Transportasi Darat Bali
hendriardiansyah2003@gmail.com

Aris Budi Sulisty¹

Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif
Politeknik Transportasi Darat Bali
aris.budi@poltradabali.ac.id

Abstract

The engine cooling system functions to prevent overheating and consequent damage to engine components. Engine heat arises from fuel combustion within the cylinders, which is utilized to generate power. This research was conducted due to the prevalent use of municipal tap water in radiators by the owners of the Mandatory Motor Vehicle Test in Surakarta. The study was conducted on a Mitsubishi Colt Diesel L300 vehicle with 2.500 and 3.100 rpm engine revolutions. The results indicated that tap water has the poorest heat exchange capacity compared to other coolants. This was evidenced at 2.500 rpm with the incoming radiator water temperature (Th_1) of 90°C and 96.4°C at 3.100 rpm, resulting in engine temperatures of 92.1°C at 2500 rpm and 98.4°C at 3.100 rpm. Meanwhile, the most effective coolant was the Prestie Radiator Coolant brand, with Th_1 at 2.500 rpm of 74.6°C and at 3.100 rpm of 78.2°C, resulting in engine operating temperatures of 84.7°C at 2.500 rpm and 88.8°C at 3.100 rpm.

Keywords: Overheating, temperature, cooling medium, rpm, engine

Abstrak

Sistem pendingin mesin berfungsi untuk menghindari *overheating* dan menyebabkan kerusakan komponen mesin. Panas mesin timbul dari pembakaran bahan bakar dalam silinder yang dimanfaatkan untuk menghasilkan tenaga. Penelitian ini dilakukan karena banyak pemilik Kendaraan Bermotor Wajib Uji (KBWU) di wilayah Kota Surakarta menggunakan air PDAM untuk radiator. dilakukan pada kendaraan Mitsubishi Colt Diesel L300 dengan variasi putaran mesin 2.500 dan 3.100 rpm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa air PDAM memiliki daya tukar kalor terburuk dibandingkan cairan pendingin lainnya. Hal tersebut dibuktikan pada putaran 2.500 rpm dengan suhu air masuk ke radiator (Th_1) sebesar 90°C, dan 96,4°C pada 3.100 rpm, sehingga temperatur mesin menjadi 92,1°C pada 2.500 rpm dan 98,4°C pada 3.100 rpm. Sementara cairan pendingin paling efektif adalah merk Prestie Radiator Coolant dengan Th_1 pada 2.500 rpm sebesar 74,6°C dan pada 3.100 rpm sebesar 78,2 °C, sehingga suhu kerja mesin menjadi 84,7°C pada 2.500 rpm dan 88,8 °C pada 3.100 rpm.

Kata Kunci: *Overheating*, temperatur, media pendingin, rpm, mesin

PENDAHULUAN

Kemajuan bidang otomotif secara prinsip merupakan implikasi dari adanya tuntunan penggunaan otomotif itu sendiri. Tuntunan ini tentunya memerlukan pemenuhan baik dari

¹ Corresponding Author: aris.budi@poltradabali.ac.id

segi kuantitas dan kualitas. Penggunaan otomotif secara umum menginginkan teknologi mesin yang dapat dipergunakan pada segala variasi jenis medan tempuh, ramah lingkungan, terbuat dari bahan yang dapat didaur ulang (*recycle*), serta mempunyai umur (*tool life*) yang relatif lebih lama. Pada mesin terdapat beberapa sistem pendukung yang bekerja sekaligus. Sistem-sistem tersebut antara lain: sistem kelistrikan, sistem bahan bakar, sistem pelumasan dan sistem pendingin.

Sistem tersebut melakukan kerja secara berkesinambungan dan tidak dapat dipisahkan. Sistem ini pula menghasilkan kerja mesin yang merupakan *output* dari mesin itu sendiri. Sistem pelumasan dan pendingin merupakan sistem pendukung dari kerja mesin. Kedua sistem itu bukanlah sistem utama yang menjadi dasar mesin untuk melakukan kerja dan usaha, namun demikian kedua sistem ini mempunyai fungsi yang sangat vital. Mesin akan berfungsi dengan baik ketika komponen-komponen pendukung di dalamnya bergerak. Gerakan ini mengacu pada pergerakan relatif antara dua objek atau komponen yang bergerak atau bergesekan satu sama lain dalam sebuah mesin atau sistem mekanis. Gerakan-gerakan ini menyebabkan keausan pada komponen mesin yang pada akhirnya dapat mengurangi kinerja mesin. Upaya dalam melindungi mesin dari keausan dan suhu berlebihan yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar dalam silinder, mesin membutuhkan sistem pendingin. Sistem pendingin bertugas menyerap panas dari mesin dan mencegahnya dari *overheat*. Jika panas berlebih tidak dikendalikan dengan baik, dapat mengganggu kinerja dan umur mesin. Oleh karena itu, sistem pendingin dengan bantuan cairan pendingin yang melewati radiator menjadi sangat penting. Cairan pendingin ini berperan dalam melepas panas mesin ke udara bebas, memastikan mesin bekerja pada suhu yang optimal dan efisien dalam penggunaan bahan bakar (Budiman, 2020).

Penelitian dilakukan untuk menemukan jenis cairan pendingin terbaik yang cocok digunakan untuk radiator kendaraan khususnya Mitsubishi Colt L300 Diesel. Alasan penelitian ini muncul karena sebanyak 3.565 kendaraan mengalami masalah *overheating* di Kota Surakarta. Data ini diperoleh dari bengkel-bengkel yang mengumpulkan informasi mengenai kerusakan kendaraan dari Dinas Perhubungan Kota Surakarta. Kendala utamanya adalah pemilik kendaraan cenderung menganggap bahwa penggunaan air PDAM sebagai *coolant* pada radiator akan memberikan efek yang sama dengan cairan *coolant* yang sebenarnya.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi dan Objek Penelitian

Penggunaan air PDAM sebagai *coolant* pada radiator dapat menyebabkan beberapa masalah potensial, terutama jika air PDAM tersebut tidak diolah atau dipersiapkan dengan baik. Penyebab utama *overheating* adalah kekurangan cairan pendingin dalam sistem pendingin mesin. Ini bisa terjadi karena kebocoran atau kurangnya perawatan pada sistem pendingin. Cairan pendingin berfungsi untuk mengatur suhu mesin dan mencegahnya menjadi terlalu panas. Dengan suhu terlalu panas tersebut tentulah mempengaruhi suhu mesin ketika bekerja. Lokasi penelitian ini bertempat di Gedung Pengujian Kendaraan Bermotor Dinas Perhubungan Kota Surakarta. Berdasarkan data KBWU Kota Surakarta tahun 2022

menunjukkan bahwa jumlah Kendaraan Wajib Uji yang paling banyak terdapat di wilayah Kota Surakarta adalah mobil barang jenis *Pick Up* yakni sebanyak 9.178 unit. Adapun berdasarkan jenisnya, dapat diuraikan kembali 13 merk dan tipe yang paling banyak ditemui di Kota Surakarta seperti yang tertera pada tabel berikut;

Tabel 1. Data jumlah KBWU jenis *pick up*

No.	Merk Kendaraan	Tipe	Jumlah (Unit)
1	Mistubishi	L300 <i>Standard</i>	2.675
2	Mitsubishi	L300 <i>Cab Chasis</i>	1.001
4	Suzuki	<i>Carry Pick Up Wide Deck</i>	944
5	Daihatsu	<i>Gran Max Pick Up 1.5 Standard</i>	577
6	Suzuki	<i>Mega Carry WD PS</i>	222
7	Isuzu	<i>Traga</i>	219
8	Mitsubishi	<i>L300 Flatdeck</i>	208
9	Daihatsu	<i>Hi Max Standard</i>	171
10	Isuzu	<i>Pick Up E2</i>	161
11	Mitsubishi	<i>T120SS Standard Pick Up</i>	161
12	Tata	<i>Super Ace HT</i>	158
13	Daihatsu	<i>Gran Max Pick Up 1.5 3-WAY</i>	155

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa jenis kendaraan *Pick Up* yang paling banyak terdapat di wilayah Kota Surakarta adalah varian Mitsubishi L300 Standard sebanyak 2.675 unit. Lalu Penelitian dilakukan terhadap kendaraan merk Mitsubishi tipe Colt L300 Standard yang diproduksi tahun 2015. Mobil ini menggunakan mesin diesel tipe 4D56 4 silinder tipe *inline* dan kapasitas isi silinder sebesar 2.477 cc. Mesin ini menggunakan transmisi manual dengan 5 percepatan. Dengan spesifikasi mesin tersebut, kendaraan ini mampu menghasilkan tenaga hingga 72 PS di putaran 5.000 rpm dan torsi maksimumnya 127 Nm pada 3.000 rpm.

Metode Pengumpulan Data

Metode penelitian yang digunakan adalah jenis eksperimen, yaitu dengan membandingkan satu atau lebih sampel eksperimen yang diberi perlakuan sama. Teknik pengumpulan data pada penelitian adalah dengan pengukuran langsung pada sistem pendingin mesin yang sedang diuji. Setelah pengukuran suhu selesai maka dihitung nilai efektivitas radiator, kemudian data yang bersifat kuantitatif diproses dengan cara diklasifikasikan dan dihitung dengan menggunakan rumus terapan. Adapun jenis eksperimen yang akan dilakukan dibedakan berdasarkan 2 (dua) jenis, yaitu:

1. Pengujian Efektivitas Kinerja Radiator

Eksperimen yang dikerjakan yaitu melakukan percobaan tentang pengaruh varian cairan pendingin (*coolant*) yang terdiri dari air PDAM dan beberapa merk *Radiator Coolant* terhadap efektivitas kinerja radiator dalam mendinginkan mesin. Langkah penelitian dilakukan dengan cara mengambil sampel uji ketika putaran mesin berada konstan pada 2.500 rpm dan 3.100 rpm dalam posisi transmisi netral dengan laju udara masuk ($V_u \text{ in}$) dan laju udara keluar ($V_u \text{ out}$) radiator bersifat tetap berdasarkan putaran mesin. Kemudian dilakukan pengukuran terhadap suhu air masuk ke radiator (Th_1) dan suhu keluar radiator

(Th₂) menggunakan alat pengukur suhu *Thermocouple* secara berkala tiap menit. Pengukuran dilakukan Ketika air masuk ke radiator (Th₁) telah mencapai 40°C, lalu dilakukan pengamatan terhadap peningkatan dan penurunan suhu air keluar maupun masuk radiator pada setiap jenis cairan pendingin hingga perubahan suhu stabil.

2. Pengujian Pengaruh Jenis Cairan Pendingin (*Coolant*) terhadap Temperatur Mesin

Pengujian ini memiliki keterkaitan dengan metode eksperimen sebelumnya, yakni untuk mengetahui pengaruh variasi cairan pendingin terhadap temperatur kerja mesin yang dihasilkan. Metode pengukuran akan dilakukan terhadap setiap jenis cairan pendingin pada mesin dengan putaran konstan sebesar 2.500 rpm dan 3.100 rpm. Pengukuran ini akan dilakukan dalam posisi transmisi netral dengan laju udara masuk (*Vu in*) dan laju udara keluar (*Vu out*) dari yang akan dijaga pada tingkat yang tetap sesuai dengan putaran mesin. Pengukuran suhu mesin akan dilakukan menggunakan alat *Thermocouple* yang telah terpasang pada mesin. Pengujian akan dilakukan secara simultan dengan pengujian efektivitas kinerja radiator, dan selama pengujian akan dilakukan pengukuran dan pengamatan perubahan suhu mesin setiap interval waktu 1 (satu) menit hingga temperatur mesin mencapai kondisi yang lebih rendah. Rentang waktu yang diperlukan mulai dari awal pengukuran hingga mencapai penurunan suhu mesin yang signifikan akan dibandingkan antara setiap jenis media pendingin yang digunakan dalam eksperimen ini.

Pengolahan Data

Data-data yang telah diperoleh menggunakan kedua metode diatas kemudian diolah berdasarkan jenis pengujian yang dilakukan. Adapun metode yang akan diterapkan terdiri dari:

1. Penghitungan Nilai Efektivitas Kinerja Radiator

$$\epsilon = \frac{\text{perpindahan kalor aktual}}{\text{perpindahan kalor maksimum}} = \frac{T_{c2} - T_{c1}}{T_{h1} - T_{c1}} \quad (1)$$

Dimana,

- ϵ = Efektivitas radiator,
- q_{aktual} = Laju perpindahan panas *aktual*,
- q_{max} = Laju perpindahan panas maksimum.

Untuk q_{aktual} dan q_{max} dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$q_{aktual} = C_c (T_{c. out} - T_{c. in}) = C_h (T_{h in} - T_{h out}) \quad (2)$$

Keterangan:

- T_c = Suhu udara depan radiator,
- $T_c 2$ = Suhu udara belakang radiator,
- $T_h in$ = Temperatur air yang masuk ke radiator.
- $T_h out$ = Temperatur air yang keluar radiator.

2. Perhitungan Temperatur Mesin

Perhitungan temperatur mesin dilakukan dengan mengamati perubahan temperatur yang terjadi pada mesin ketika dilakukan pengujian efektivitas radiator berdasarkan jenis cairan pendingin yang digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil penelitian dilakukan di Gedung Pengujian Kendaraan Bermotor Dinas Perhubungan Kota Surakarta. Proses pengambilan data dilakukan dengan dua variasi putaran pada masing-masing jenis media pendingin yang digunakan dengan putaran 2.500 dan 3.100 rpm. Temperatur mulai untuk pengambilan data 40°C pada T_{h1} (temperatur aliran fluida yang masuk radiator). Pengambilan data penelitian ini dilakukan dengan cara mengukur temperatur mesin dan fluida radiator menggunakan alat *thermocouple* kemudian dilakukan penentuan nilai parameter dari masing-masing fluida dalam pengolahan data. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menggunakan metode yang telah ditentukan, maka diperoleh data sebagai berikut:

A. Pengujian Efektivitas Radiator

Pengujian meliputi uji koefisien perpindahan panas menyeluruh dan mencari efektivitas pada setiap jenis dari *water coolant* yang digunakan, termasuk air PDAM dengan melihat temperatur masing-masing.

Tabel 2. Rekapitulasi hasil pengujian efektivitas radiator pada RPM 2.500

Jenis <i>Coolant</i>	Putaran Mesin (rpm)	T_{h1} Tertinggi (°C)	Total Selisih (°C)	Total Waktu (Menit)
Air PDAM		90,0	10,2	32
Part Station Radiator <i>Coolant</i>		78,7	13,1	34
Prestie Radiator <i>Coolant</i>	2500	74,6	9,3	29
Prestone Radiator <i>Coolant</i>		80,2	8,7	33

Pengujian Efektivitas Kinerja Radiator pada putaran mesin 2.500 rpm menunjukkan bahwa suhu air masuk ke radiator (T_{h1}) yang paling dingin ditunjukkan oleh jenis cairan pendingin merk Prestie Radiator *Coolant* dengan suhu tertinggi mencapai 74,6°C, dengan rata-rata selisih dalam menurunkan suhu air masuk (T_{h1}) dan keluar (T_{h2}) mencapai 9,3°C tiap menitnya, serta waktu yang dibutuhkan dalam mencapai efektivitas kinerja paling singkat yakni hanya 29 menit.

Tabel 3. Rekapitulasi hasil pengujian efektivitas radiator pada RPM 3.100

Jenis <i>Coolant</i>	Putaran Mesin (rpm)	T_{h1} Tertinggi (°C)	Total Selisih (°C)	Total Waktu (Menit)
Air PDAM		96,4	13,1	38
Part Station Radiator <i>Coolant</i>		85,0	7,3	41
Prestie Radiator <i>Coolant</i>	3100	78,2	12,09	34
Prestone Radiator <i>Coolant</i>		82,8	16,6	41

Pengujian Efektivitas Kinerja Radiator pada putaran mesin 3.100 rpm menunjukkan bahwa suhu air masuk ke radiator (T_{h1}) yang paling dingin ditunjukkan oleh jenis cairan pendingin merk Prestie Radiator *Coolant* dengan suhu tertinggi mencapai 78,2°C, dengan rata-rata selisih dalam menurunkan suhu air masuk (T_{h1}) dan keluar (T_{h2}) mencapai 12,09°C tiap menitnya, serta waktu yang dibutuhkan dalam mencapai efektivitas kinerja paling singkat yakni hanya 34 menit. Berdasarkan uji tersebut menunjukkan Prestie Radiator *Coolant* merupakan cairan pendingin terbaik yang cocok digunakan untuk radiator kendaraan khususnya Mitsubishi Colt L300 Diesel.

B. Pengukuran Temperatur Mesin

Tabel 4. Rekapitulasi hasil pengukuran temperatur mesin

Jenis <i>Coolant</i>	Putaran Mesin (rpm)	T_h maks (°C)	Total Waktu (Menit)
Air PDAM	2.500	92,1	32
	3.100	98,4	38
Part Station Radiator <i>Coolant</i>	2.500	86,1	34
	3.100	90,3	41
Prestie Radiator <i>Coolant</i>	2.500	84,7	29
	3.100	88,8	34
Prestone Radiator <i>Coolant</i>	2.500	88,2	33
	3.100	90,5	41

Berdasarkan pengukuran temperatur mesin pada putaran mesin 2.500 dan 3.100 rpm dengan berbagai varian cairan pendingin, maka dapat diketahui bahwa jenis cairan pendingin radiator merk Prestie Radiator merupakan jenis cairan yang mampu menurunkan temperatur mesin paling efektif dibandingkan jenis cairan pendingin lain. Pada 2.500 rpm, suhu maksimal yang dihasilkan mencapai 84,7°C dan 88,7°C pada 3.500 rpm. Kecepatan aliran yang baik membantu dalam menghilangkan panas dari mesin dengan lebih efisien. Selain itu, suhu udara eksternal juga mempengaruhi efektivitas pendinginan. Pada suhu eksternal yang sangat tinggi, cairan pendingin harus bekerja lebih keras untuk menjaga suhu mesin tetap dalam batas yang aman.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Penggunaan air PDAM dalam mencapai efektivitas kinerja pada radiator memiliki pengaruh yang tidak jauh berbeda dibandingkan dengan penggunaan cairan pendingin radiator (*coolant*). Namun suhu cairan masuk dan keluar radiator cenderung paling tinggi dibandingkan dengan media pendingin lain;
2. *Coolant* yang paling efektif digunakan dalam mencapai efektivitas kinerja radiator pada penelitian ini adalah Prestie Radiator *Coolant*;
3. Penggunaan air PDAM dalam menurunkan temperatur mesin dinilai kurang efektif. Hal tersebut dibuktikan dengan temperatur mesin yang dihasilkan cenderung paling tinggi dibanding penggunaan media pendingin lain baik pada putaran mesin 2.500 rpm maupun 3.100 rpm.
4. Penggunaan cairan pendingin radiator (*radiator coolant*) pada sistem pendingin sangat disarankan karena dinilai mampu mempertahankan suhu kerja mesin dan menjaga keawetan mesin;
5. Penelitian masih dapat dikembangkan dengan menggunakan jenis media pendingin lain dan rpm yang lebih tinggi untuk mengetahui pengaruhnya terhadap efektivitas kinerja radiator dan temperatur mesin kendaraan bermotor.

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur kehadirat Tuhan, karena rahmat dan anugerah-Nya penulis berhasil menyelesaikan penelitian. Terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. Efendhi Prih Raharjo, S.T., S.SiT., M.T. selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Bali dan Bapak I Kadek Adhi Andriyana, A.Ma PKB, S.H selaku penanggung jawab umum Kepala Pusat Pembangunan Karakter yang telah memberikan bimbingan dan dukungan, juga semua pihak yang turut membantu dalam penyusunan jurnal ini. Semoga jurnal ini dapat memberikan manfaat terutama dalam bidang teknologi otomotif.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariga, D. R., Maritas dan Sugiarto, T. (2015) 'Pada Sistem Pendingin Air Terhadap Tingkat Panas Mesin Mobil Toyota', Perbandingan Penggunaan Aditif Pada Sistem Pendingin Air Terhadap Tingkat Panas Mesin Mobil Toyota Avanza 1,3 G M/T, pp. 1–8.
- Baihaqi, R. A., Pratikno, H. dan Hadiwidodo, Y. S. (2020) 'Analisis *Sour Corrosion* pada Baja ASTM A36 Akibat Pengaruh Asam Sulfat dengan Variasi Temperatur dan Waktu Perendaman di Lingkungan Laut', Jurnal Teknik ITS, 8(2). doi: 10.12962/j23373539.v8i2.45896.
- Budiman, H. F. (2020) 'Pengaruh Penggunaan Media Pendingin Air Aquades Dan Radiator *Coolant* Merk Xtrakool Terhadap Temperatur Mesin Pada Mobil Toyota Avanza Vvt-I Tahun 2010'.
- Dalimunthe, R. (2019) 'Pengaruh Aliran Air Terhadap Efektifitas Radiator Toyota Kijang 5-K', *Teknika Sains : Jurnal Ilmu Teknik*, 4(2), pp. 45–54. doi: 10.24967/teksis.v4i2.645.
- Haris, H., Effiandi, N. dan Asmed, A. (2022) 'Perbandingan Penggunaan Cairan Pendingin Radiator Terhadap Temperatur Kerja Mesin Mobil Toyota Avanza 1.5 S M/T', *Jurnal*

- Teknik Mesin, 15(1), pp. 20–25. doi: 10.30630/jtm.15.1.787.
- Maksum, H., Sugiarto, T. dan Saragih, N. L. H. (2017) ‘Pengaruh Variasi Cairan Pendingin (Coolant) terhadap Efektivitas Radiator pada *Engine Diesel*’, Teknik Otomotif FT UNP, 2(2), pp. 1–6.
- Sandrayanto, A. N. dan Mauladi, K. F. (2017) ‘Sistem Pakar Diagnosa Overheating Pada Kendaraan Bersistem Pendingin Air (*Liquid Cooling System*)’, Jurnal Teknik, 9(1), p. 6. doi: 10.30736/teknika.v9i1.2.
- Setiawan, D. (2009) ‘Analisis Kuantitas Dan Kualitas Air Bersih Pelanggan Pdam Kota Surakarta Di Kelurahan Pucang Sawit’, Universitas Negeri Sebelas Maret.