

**PENGARUH PENGGUNAAN AIR PDAM DAN
BERBAGAI VARIAN CAIRAN PENDINGIN
(*COOLANT*) TERHADAP POTENSI TERJADINYA
OVERHEATING PADA MESIN (STUDI KASUS
MITSUBISHI L300)**

KERTAS KERJA WAJIB



DIAJUKAN OLEH:

KADEK YOGANTARA SANTOSA

NOTAR. 2001014

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI
PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNOLOGI
OTOMOTIF**

2023

**PENGARUH PENGGUNAAN AIR PDAM DAN BERBAGAI
VARIAN CAIRAN PENDINGIN (*COOLANT*) TERHADAP
POTENSI TERJADINYA *OVERHEATING* PADA MESIN
(STUDI KASUS MITSUBISHI L300)**

KERTAS KERJA WAJIB

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian
Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif
Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya Teknik



DISUSUN OLEH:

KADEK YOGANTARA SANTOSA

NOTAR. 2001014

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI
PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNOLOGI OTOMOTIF
2023**

**HALAMAN PERSETUJUAN
KERTAS KERJA WAJIB**

**PENGARUH PENGGUNAAN AIR PDAM DAN BERBAGAI
VARIAN CAIRAN PENDINGIN (*COOLANT*) TERHADAP
POTENSI TERJADINYA *OVERHEATING* PADA MESIN
(STUDI KASUS MITSUBISHI L300)**

Disusun oleh:

KADEK YOGANTARA SANTOSA

NOTAR. 2001014

Disetujui untuk diajukan pada
Sidang Akhir Kertas Kerja Wajib
Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif

Menyetujui

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II

Ir. ARIS BUDI SULISTYO, S.T., M.T

NIP. 19890402 201012 1 006

Tanggal: 20 Juli 2023

Ditetapkan di: Tabanan

I GUSTI BAGUS EKA NITIYASA,

S.T., M.T

NIP. 19770420 200912 1 002

Tanggal: 20 Juli 2023

**HALAMAN PENGESAHAN
KERTAS KERJA WAJIB**

**PENGARUH PENGGUNAAN AIR PDAM DAN BERBAGAI VARIAN
CAIRAN PENDINGIN (*COOLANT*) TERHADAP POTENSI TERJADINYA
OVERHEATING PADA MESIN (STUDI KASUS MITSUBISHI L300)**

Telah dipersiapkan dan disusun oleh:

KADEK YOGANTARA SANTOSA





NOTAR. 2001014

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI PADA

TANGGAL 27 JULI 2023

DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

TIM PENGUJI

 <u>SURYA AJI ERMANTO, M.Si</u> NIP. 19910207 201902 1 002	 <u>Ir. ARIS BUDI SULISTYO, S.T., M.T</u> NIP. 19890402 201012 1 006
 <u>ADRIAN PRADANA, S.T., M.Si</u> NIP. 19900130 201012 1 005	 <u>I GUSTI BAGUS EKA NITIYASA,</u> <u>S.T., M.T</u> NIP. 19770420 200912 1 002

Mengetahui,

**KETUA PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI OTOMOTIF**



ADRIAN PRADANA, S.T., M.Si
NIP. 1990130 201012 1 005

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya, Kadek Yogantara Santosa, Notar. 2001014, menyatakan bahwa Kertas Kerja Wajib dengan judul “**PENGARUH PENGGUNAAN AIR PDAM DAN BERBAGAI VARIAN CAIRAN PENDINGIN (*COOLANT*) TERHADAP POTENSI TERJADINYA *OVERHEATING* PADA MESIN (STUDI KASUS MITSUBISHI L300)**” merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam Kertas Kerja Wajib ini merupakan hasil penelitian yang saya susun sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini serta disebutkan dalam Pustaka ini. Selain itu, tidak ada bagian dari Kertas Kerja Wajib Akhir ini yang telah digunakan sebelumnya untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau keserjanaan maupun sertifikat Akademik di suatu Perguruan Tinggi.

Jika pernyataan di atas terbukti sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Transportasi Darat Bali.

Tabanan, 20 Juli 2023



Kadek Yogantara Santosa
Notar. 2001014

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

1. Ilmu pengetahuan itu hakiki, bagaikan mata uang yang berlaku dimana-mana;
2. Jangan berhenti ketika kau lelah, tapi berhentilah ketika kau telah selesai;
3. Apa yang kita tanam itu yang kita petik, apa yang kita lakukan itu yang akan kita peroleh.

Persembahan

1. Kertas Kerja Wajib (KKW) ini saya persembahkan kepada orang tua yang selalu mendukung dan mendoakan saya;
2. Untuk bapak ibu guru yang telah mendidik saya dari bangku Sekolah Dasar (SD) hingga Sekolah Menengah Atas (SMA);
3. Seluruh teman-teman saya.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya berupa kesehatan, kesempatan sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan laporan KKW yang berjudul **“PENGARUH PENGGUNAAN AIR PDAM DAN BERBAGAI VARIAN CAIRAN PENDINGIN (*COOLANT*) TERHADAP POTENSI TERJADINYA OVERHEATING PADA MESIN (STUDI KASUS MITSUBISHI L300)”**.

Untuk itu, penulis ucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya dengan penuh rasa ikhlas dan syukur kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Efendhi Prih Raharjo, S.T., S.Si.T., M.T selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Bali;
2. Bapak Adrian Pradana, S.T., M.Si selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif Politeknik Transportasi Darat Bali;
3. Bapak Aris Budi Sulisty, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I;
4. Bapak I Gusti Bagus Eka Nitiyasa, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II;
5. Bapak Taufiq Muhammad, S.SiT., M.T selaku Kepala Dinas Perhubungan Kota Surakarta;
6. Bapak Henry Satya Negara, A.Md.LLAJ., S.E., M.M selaku Kepala Bidang Pengujian Kendaraan Bermotor;
7. Seluruh Pegawai Dinas Perhubungan Kota Surakarta di Bidang Pengujian Kendaraan Bermotor yang telah diberikan memberikan ilmu dan masukan selama kegiatan magang berlangsung;
8. Rekan-rekan Taruna/i Diploma III Teknologi Otomotif Angkatan I;
9. Serta Orang tua dan keluarga tercinta yang telah mendukung dan memberikan motivasi serta do'a sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan Kertas Kerja Wajib (KKW);

Penulis berharap adanya segala masukan berupa saran dan kritik terhadap Kertas Kerja Wajib (KKW) ini. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih dan

semoga Kertas Kerja Wajib (KKW) ini mampu memberikan manfaat bagi pembaca.

Tabanan, Juli 2023

Penulis,



KADEK YOGANTARA SANTOSA
2001014



DAFTAR ISI

SAMPUL DEPAN	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
INTISARI	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II GAMBARAN UMUM	4
2.1 Kondisi Wilayah/Objek.....	4
2.2 Kondisi Objek.....	7
BAB III TINJAUAN PUSTAKA	13

3.1 Tinjauan Pustaka	13
3.2 Penelitian Terdahulu/Keaslian Penelitian.....	17
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....	21
4.1 Sumber dan Teknik Pengumpulan Data.....	21
4.2 Metode Analisis Data	22
4.3 Bagan Alir Penelitian	25
4.4 <i>Timeline</i> Kegiatan.....	26
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	28
5.1 Hasil Penelitian 1.....	28
5.2 Hasil Penelitian 2.....	38
5.3 Pembahasan	41
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
6.1 Kesimpulan.....	44
6.2 Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR GAMBAR

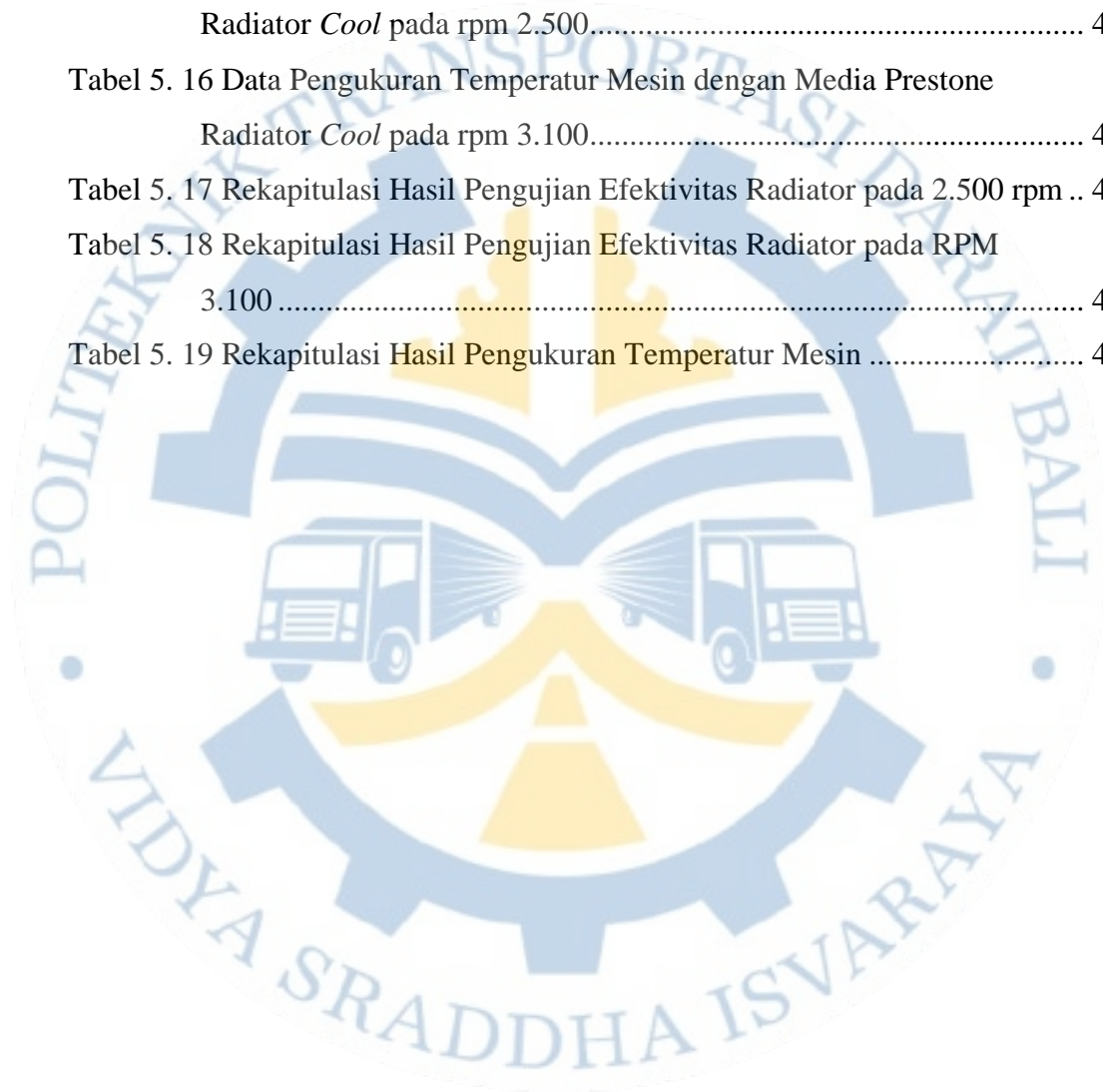
Gambar 2. 1 Peta Lokasi Penelitian	5
Gambar 2. 2 Part Station Radiator <i>Coolant</i>	8
Gambar 2. 3 Prestie Radiator <i>Coolant</i>	9
Gambar 2. 4 Prestone Radiator <i>Cool</i>	10
Gambar 2. 5 <i>Toolkit</i>	11
Gambar 2. 6 <i>Thermocouple</i>	12
Gambar 4. 1 Bagan Alir Penelitian	25



DAFTAR TABEL

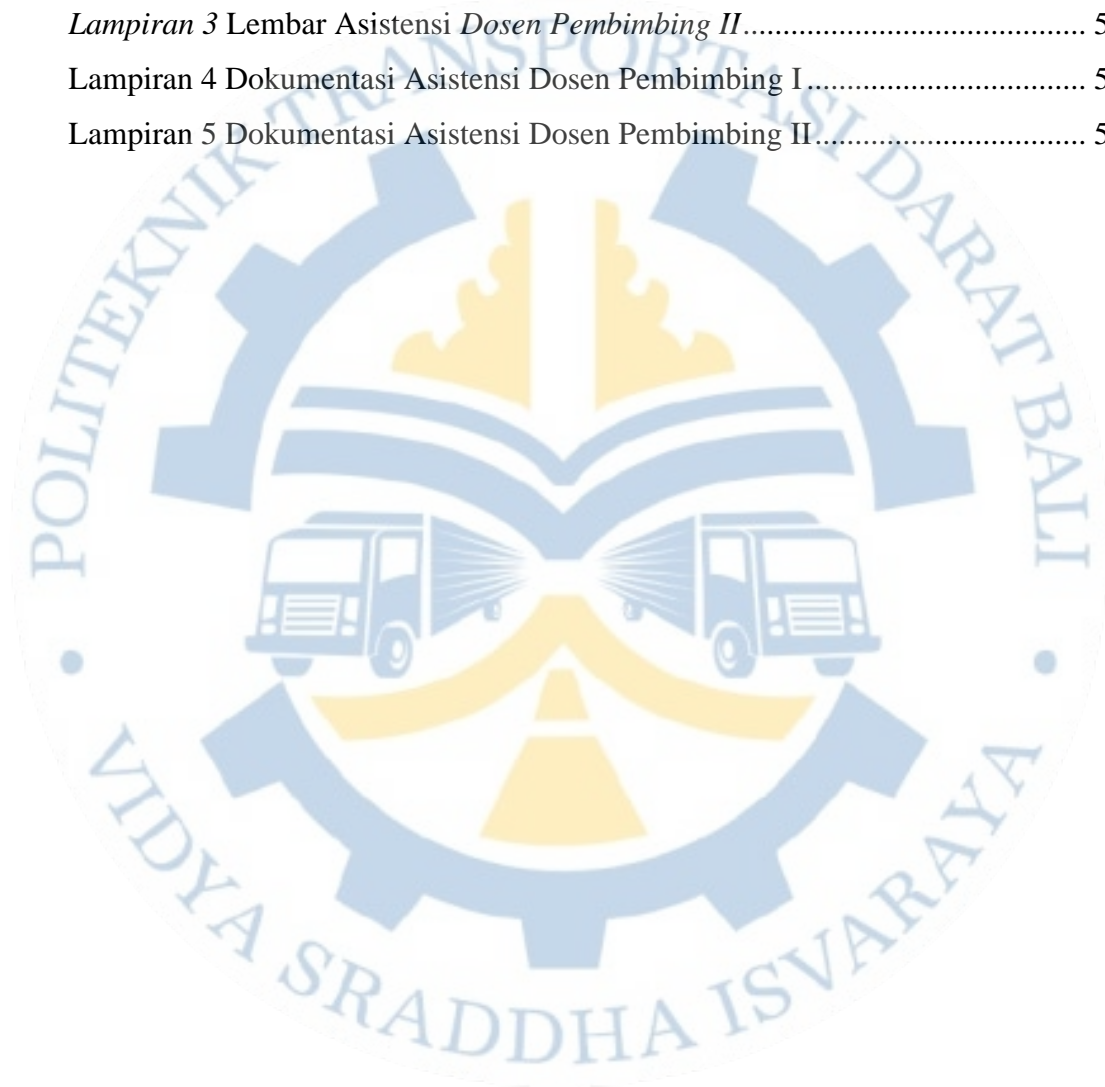
Tabel 2. 1 Data KBWU Kota Surakarta Tahun 2022.....	5
Tabel 2. 2 Data Jumlah KBWU Jenis Pick Up	6
Tabel 2.3 Kandungan Air PDAM Kelurahan Manahan.....	7
Tabel 2.4 Kandungan pada Part Station Radiator <i>Coolant</i>	8
Tabel 2.5 Kandungan pada Prestie Radiator <i>Coolant</i>	9
Tabel 2. 6 Kandungan pada Prestone Radiator <i>Cool</i>	10
Tabel 3. 1 Penelitian Terdahulu	17
Tabel 4. 1 Uji Efektivitas Kinerja Radiator	23
Tabel 4. 2 Tabel Pengukuran Temperatur Mesin.....	24
Tabel 4. 3 <i>Timeline</i> Kegiatan	26
Tabel 5. 1 Data Pengujian Air PDAM pada RPM 2.500	28
Tabel 5. 2 Data Pengujian Air PDAM pada RPM 3.100	30
Tabel 5. 3 Data Pengujian Cairan Part Station Radiator <i>Coolant</i> pada RPM 2.500	31
Tabel 5. 4 Data Pengujian Cairan Part Station Radiator <i>Coolant</i> pada RPM 3.100	32
Tabel 5. 5 Data Pengujian Cairan Prestie Radiator <i>Coolant</i> pada RPM 2.500.....	33
Tabel 5. 6 Data Pengujian Cairan Prestie Radiator <i>Coolant</i> pada RPM 3.100.....	35
Tabel 5. 7 Data Pengujian Cairan Prestone Radiator <i>Cool</i> pada RPM 2.500	36
Tabel 5. 8 Data Pengujian Cairan Prestone Radiator <i>Cool</i> pada RPM 3.100	37
Tabel 5. 9 Data Pengukuran Temperatur Mesin dengan Media Pendingin Air PDAM pada rpm 2.500.....	38
Tabel 5. 10 Data Pengukuran Temperatur Mesin dengan Media Pendingin Air PDAM pada rpm 3.100.....	38
Tabel 5. 11 Data Pengukuran Temperatur Mesin dengan Media Pendingin Part Station Radiator <i>Coolant</i> pada rpm 2.500	39
Tabel 5. 12 Data Pengukuran Temperatur Mesin dengan Media Pendingin Part Station Radiator <i>Coolant</i> pada rpm 3.100	39

Tabel 5. 13 Data Pengukuran Temperatur Mesin dengan Media Pendingin Prestie Radiator <i>Coolant</i> pada rpm 2.500.....	39
Tabel 5. 14 Data Pengukuran Temperatur Mesin dengan Media Pendingin Prestie Radiator <i>Coolant</i> pada rpm 3.100.....	40
Tabel 5. 15 Data Pengukuran Temperatur Mesin dengan Media Prestone Radiator <i>Cool</i> pada rpm 2.500.....	40
Tabel 5. 16 Data Pengukuran Temperatur Mesin dengan Media Prestone Radiator <i>Cool</i> pada rpm 3.100.....	40
Tabel 5. 17 Rekapitulasi Hasil Pengujian Efektivitas Radiator pada 2.500 rpm ..	41
Tabel 5. 18 Rekapitulasi Hasil Pengujian Efektivitas Radiator pada RPM 3.100	41
Tabel 5. 19 Rekapitulasi Hasil Pengukuran Temperatur Mesin	42



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Kegiatan	46
Lampiran 2 Lembar Asistensi Dosen Pembimbing I	48
<i>Lampiran 3 Lembar Asistensi Dosen Pembimbing II</i>	50
Lampiran 4 Dokumentasi Asistensi Dosen Pembimbing I	52
Lampiran 5 Dokumentasi Asistensi Dosen Pembimbing II	54



INTISARI

PENGARUH PENGGUNAAN AIR PDAM DAN BERBAGAI VARIAN CAIRAN PENDINGIN (*COOLANT*) TERHADAP POTENSI TERJADINYA *OVERHEATING* PADA MESIN (STUDI KASUS MITSUBISHI L300)

Oleh

KADEK YOGANTARA SANTOSA

2001014

Sistem pendingin pada kerja mesin berfungsi sebagai pelindung mesin dengan cara menyerap panas. Panas mesin dihasilkan dari pembakaran bahan bakar dalam silinder. Panas tersebut merupakan suatu hal yang sengaja diciptakan untuk menghasilkan tenaga, namun jika dibiarkan akan menimbulkan panas yang berlebihan (*overheating effect*). Panas berlebihan itu menjadi penyebab berubahnya sifat-sifat mekanis serta bentuk dari komponen mesin.

Penelitian ini dilakukan atas dasar masih maraknya penggunaan air PDAM pada radiator oleh pemilik Kendaraan Bermotor Wajib Uji (KBWU) di wilayah Kota Surakarta. Penelitian dilakukan pada kendaraan Mitsubishi Colt Diesel L300 dengan metode pengujian efektivitas kinerja radiator dan pengukuran temperatur mesin pada variasi putaran mesin 2.500 dan 3.100 rpm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari beberapa varian cairan pendingin yang dijadikan sampel, air PDAM memiliki daya tukar kalor yang paling buruk dibandingkan sampel media pendingin lain. Hal tersebut dibuktikan dengan suhu cairan masuk ke radiator (T_{h1}) yang dihasilkan pada putaran 2.500 rpm air sebesar 90°C, dan 96,4°C pada 3.100 rpm, sehingga berdampak pada temperatur mesin yang dihasilkan sebesar 92,1°C pada 2.500 rpm dan 98,4°C pada 3.100 rpm. Sementara jenis cairan pendingin yang paling efektif digunakan adalah merk Prestie Radiator *Coolant* dengan T_{h1} pada 2.500 rpm sebesar 74,6°C dan pada 3.100 rpm sebesar 78,2 °C, sehingga berdampak pada suhu kerja mesin yang dihasilkan pada 2.500 rpm sebesar 84,7 °C dan 88,8 °C pada 3.100 rpm.

Kata kunci: *Overheating*, temperatur, air, media pendingin, rpm, mesin

ABSTRACT

THE EFFECT OF USING TAP WATER AND VARIOUS COOLANT VARIANTS ON THE POTENTIAL FOR ENGINE OVERHEATING (MITSUBISHI L300 CASE STUDY)

By

KADEK YOGANTARA SANTOSA

2001014

The cooling system on the engine works as an engine protector by absorbing heat. Engine heat is generated from the combustion of fuel in the cylinders. The heat is something that is deliberately created to produce power, but if left unchecked it will cause excessive heat (overheating effect). Excessive heat is the cause of changes in the mechanical properties and shape of engine components.

This research was conducted on the basis of the widespread use of tap water on radiators by owners of Compulsory Test Motor Vehicles in the Surakarta City area. The study was conducted on Mitsubishi Colt Diesel L300 vehicles with methods of testing the effectiveness of radiator performance and engine temperature measurements at engine speed variations of 2.500 and 3.100 rpm. The results showed that of several variants of coolant sampled, tap water has the worst heat exchange power compared to other cooling media samples. This is evidenced by the temperature of the liquid entering the radiator (T_{h1}) produced at 2.500 rpm of water of 90°C, and 96.4°C at 3.100 rpm, thus impacting the engine temperature produced by 92.1°C at 2.500 rpm and 98.4°C at 3.100 rpm. While the most effective type of coolant used is the Prestie Radiator Coolant brand with T_{h1} at 2.500 rpm of 74.6°C and at 3.100 rpm of 78.2°C, thus impacting the working temperature of the engine produced at 2.500 rpm of 84.7°C and 88.8°C at 3.100 rpm.

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

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan bidang otomotif secara prinsip merupakan implikasi dari adanya tuntunan penggunaan otomotif itu sendiri. Tuntunan ini tentunya memerlukan pemenuhan baik dari 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. Suatu mesin di dalamnya terdapat beberapa sistem pendukung yang bekerja sekaligus. Sistem-sistem tersebut antara lain: Sistem Kelistrikan, Sistem Bahan Bakar, Sistem Pelumasan, dan Sistem Pendingin.

Sistem-sistem tersebut melakukan kerja secara bersamaan sehingga 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-gerakan ini menyebabkan keausan pada komponen mesin yang pada akhirnya dapat mengurangi kinerja mesin. Untuk 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.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah terdiri dari:

1. Apakah penggunaan air PDAM dan cairan pendingin radiator (*coolant*) pada radiator memiliki pengaruh yang sama?
2. Apa jenis cairan pendingin yang paling baik digunakan untuk menghasilkan kinerja radiator paling efektif?
3. Bagaimana pengaruh dari berbagai varian cairan pendingin terhadap temperatur mesin?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penyusunan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini antara lain:

1. Mengetahui karakteristik kinerja radiator pada penggunaan beberapa jenis media pendingin;
2. Mengetahui pengaruh dari beberapa varian media pendingin radiator terhadap kondisi temperatur kerja mesin.

1.4 Manfaat Penelitian

Penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini diharapkan mampu memberikan manfaat berupa:

- a. Mampu memberikan informasi dan pengetahuan kepada masyarakat terkait pengaruh penggunaan berbagai varian cairan pendingin (*coolant*) terhadap efektivitas kinerja radiator dan kondisi temperatur mesin;
- b. Memberikan rekomendasi kepada pihak Agen Tunggal Pemegang Merk (ATPM) Mitsubishi terkait jenis cairan pendingin radiator yang sesuai jika diaplikasikan pada kendaraan Mitsubishi L300;
- c. Memberikan masukan kepada Kementerian Perhubungan sebagai lembaga negara yang berwenang dalam operasional Kendaraan Bermotor, agar mencantumkan aturan terkait standar minimal yang harus terpenuhi dalam jenis cairan pendingin radiator pada Peraturan Perundang-Undangan.

1.5 Batasan Masalah

Guna menghindari pembahasan yang menyimpang dari isi laporan, maka penulis membuat ruang lingkup yang dibatasi pada:

1. Sampel air PDAM yang digunakan disesuaikan berdasarkan kandungan air pada lokasi penelitian yakni Kelurahan Manahan, Kota Surakarta;
2. Sampel cairan pendingin yang digunakan adalah merk cairan pendingin yang umum digunakan pada kendaraan disekitar lokasi penelitian, yakni merk Part Station Radiator *Coolant*, Prestie Radiator *Coolant* dan Prestone Radiator *Cool*;
3. Kecepatan udara dan debit aliran air pada saluran sistem pendingin yang digunakan pada saat penelitian disesuaikan berdasarkan putaran mesin;
4. Fungsi radiator dan kinerja mesin pada objek penelitian adalah normal;
5. Penelitian dilakukan dengan posisi transmisi netral untuk mencapai rpm yang telah ditentukan.

BAB II

GAMBARAN UMUM

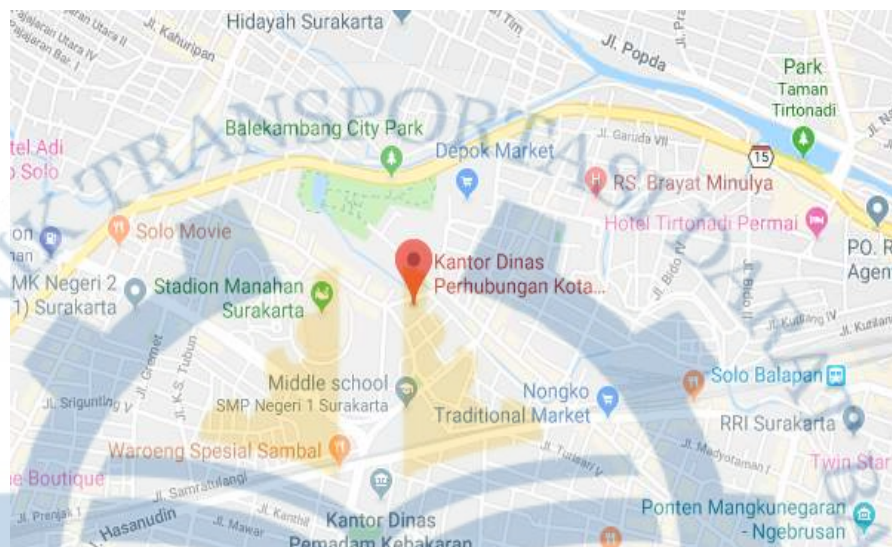
2.1 Kondisi Wilayah/Objek

A. Peta Wilayah

Kota Surakarta berada dalam posisi astronomis di antara 1.100 45' 15" dan 1.100 45' 35" Bujur Timur, serta 70 36' dan 70 56' lintang selatan. Wilayah ini, meskipun memiliki titik tertinggi, termasuk dalam dataran rendah dengan ketinggian hanya sekitar 92 meter di atas permukaan laut. Kemiringan lahan di Kota Surakarta bervariasi antara 0 hingga 15%. Pada tahun 2019, rata-rata suhu udara di kota ini berkisar antara 25,80°C hingga 28,30°C, dengan kelembaban udara antara 66% hingga 88%. Bulan Januari mencatat jumlah hari hujan tertinggi, mencapai 25 hari dengan total curah hujan sebesar 783 mm.

Kota Surakarta memiliki Sungai Bengawan Solo yang hampir setiap musim penghujan selalu meluap, dan menyebabkan beberapa wilayah di kota ini menjadi rawan banjir. Wilayah-wilayah yang berisiko tinggi terkena banjir mencakup Kecamatan Jebres dengan Kelurahan Gandekan, Kepatihan Wetan, Mojosongo, pucang sawit, Purwodiningratan, sewu, Sudiroprajan, dan Kecamatan Pasar Kliwon dengan Kelurahan Kampung Baru, Balu Warti, Gajahan, Joyosuran, Kauman, Kedung Lumbu, Pasarkliwon, Sangkrah, dan Semanggi. Untuk mengatasi masalah ini, telah diusulkan rencana pengelolaan kawasan banjir melalui normalisasi beberapa sungai seperti Sungai Bengawan Solo, Kali Janes, Kali Anyar, Kali Gajah Putih, Kali Pepe Hilir, Kali Wingko, Kali Boro, Kali Pelem Wulung, dan Kali Tanggul. Rencana ini mencakup penguatan tanggul di sekitar sungai-sungai tersebut, pemeliharaan kolam retensi, serta revitalisasi sistem drainase perkotaan.

Lokasi penelitian dan pengambilan data pada penyusunan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini bertempat di Gedung Pengujian Kendaraan Bermotor Dinas Perhubungan Kota Surakarta yang beralamatkan di Jl. Menteri Supeno No.7 Kota Surakarta, Jawa Tengah.



Gambar 2. 1 Peta Lokasi Penelitian

B. Profil Daerah

Pelaksanaan penelitian ini tidak terlepas dari jumlah Kendaraan Bermotor Wajib Uji dalam suatu wilayah lokasi penelitian yang akan dijadikan dasar penentuan objek penelitian. Maka dari itu dapat diuraikan data-data sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Data KBWU Kota Surakarta Tahun 2022

No.	Jenis	Jumlah		Total
		Umum	Tidak Umum	
1	Sedan	250	0	250
2	Station Wagon	254	5	259
3	Mobil Bus	942	302	1244
4	Pick Up	7	9.171	9.178
5	Truk	359	3.184	3.543
6	Traktor	32	11	43
7	Truk sumbu III	181	130	311

No.	Jenis	Jumlah		Total
		Umum	Tidak Umum	
8	Tangki sumbu III	13	22	35
9	Bestel	0	461	461
10	Mobil jenazah	0	6	6
11	Tangki	11	92	103
12	Mobil khusus	0	25	25
13	Kereta gandengan	4	0	4
14	Kereta tempelan	24	24	48
JUMLAH		2.077	13.433	15.510

Berdasarkan data pada tabel diatas, maka dapat disimpulkan 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 2. 2 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	Mega Carry WD PS	222
7	Isuzu	Traga	219
8	Mitsubishi	L300 <i>Flatdeck</i>	208
9	Daihatsu	<i>Hi Max Standard</i>	171
10	Isuzu	<i>Pick Up E2</i>	161

No.	Merk Kendaraan	Tipe	Jumlah (Unit)
11	Mitsubishi	T120SS <i>Standard Pick Up</i>	161
12	Tata	Super Ace HT	158
13	Daihatsu	Gran Max <i>Pick Up</i> 1.5 3-WAY	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.

2.2 Kondisi Objek

A. Objek Penelitian

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.

B. Alat dan Bahan

1. Air PDAM

Sampel air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air PDAM yang terdapat di lingkungan kelurahan Manahan, Kota Surakarta dengan kandungan sebagaimana ditunjukkan pada tabel 2.3:

Tabel 2.3 Kandungan Air PDAM Kelurahan Manahan

No.	Kandungan	Kadar
1	Besi	2.09 Mg/l
2	Klorida	2.5 Mg/l
3	Mangan	0.1 Mg/l

No.	Kandungan	Kadar
4	Zulfat	2.5 Mg/l
5	Nitrit	0.3 Mg/l
6	pH	6.5-6.8

Sumber: Data Kandungan Air Minum PDAM Kota Surakarta

2. Part Station Radiator Coolant

Cairan pendingin ini dilengkapi dengan kandungan *glycol* dan zat pencegah karat dalam memaksimalkan performa penggunaannya, Adapun kandungan yang terdapat didalamnya sebagaimana ditunjukkan pada tabel 2.4:

Tabel 2.4 Kandungan pada Part Station Radiator Coolant

Karakteristik	Spesifikasi
Kepadatan pada 20°C, (g/cm)	Min 1.112
Titik didih (°C)	110
Foaming property (%)	Max 4
Kadar air (%)	5.0
Nilai pH	7.0-11.0
Titik beku (°C)	-34.0

Sumber: Kemasan Part Station Radiator Coolant



Gambar 2. 2 Part Station Radiator Coolant

3. Prestie Radiator Coolant

Cairan jenis ini memiliki titik didih mencapai 130°C dan mengandung *propylene glycol* sebagai pencegah karat, dengan kandungan sebagaimana disajikan pada tabel 2.5:

Tabel 2.5 Kandungan pada Prestie Radiator Coolant

Karakteristik	Spesifikasi
Kepadatan (kg/m ³)	977
Titik didih (°C)	130
<i>Thermal Conductivity</i> w/m-K	0.34
Panas spesifik (J/kg-K)	3497
Nilai pH	7.5-10.0
Titik beku (°C)	-31.0

Sumber: Kemasan Prestie Radiator Coolant



Gambar 2. 3 Prestie Radiator Coolant

4. Prestone Radiator Cool

Prestone Radiator Coolant mengandung zat *ethylene glycol* yang menjadikan cairan ini memiliki titik didih yang tinggi, yaitu 137 derajat celcius. Adapun kandungan yang terdapat pada cairan jenis ini adalah sebagaimana disajikan pada tabel 2.6:

Tabel 2. 6 Kandungan pada Prestone Radiator Cool

Karakteristik	Spesifikasi
Kepadatan (g/cu cm)	0.977
Titik didih (°C)	137
<i>Thermal Conductivity</i> (cal-cm/s-cm ² -K)	9.1x10 ⁻³
Panas spesifik (cal/g-°C)	0.92
Nilai pH	8-10.0
Titik beku (°C)	-40.0

Sumber: Kemasan Prestone Radiator Cool



Gambar 2. 4 Prestone Radiator Cool

Prestone Radiator *Coolant* mengandung zat *ethylene glycol* yang menjadikan cairan ini memiliki titik didih yang tinggi, yaitu sekitar 130 derajat celcius.

5. Toolkit



Gambar 2. 5 Toolkit

Digunakan sebagai alat bantu dalam memasang alat ukur pada komponen kendaraan dan menguras cairan pendingin radiator dalam pelaksanaan penelitian.

6. Thermocouple

Thermocouple yang digunakan adalah jenis digital dengan tipe TM902C. *Thermocouple* ini mampu mengukur suhu paling tinggi hingga mencapai 1.300°C dan paling rendah sebesar -50°C . Dalam penelitian ini digunakan 3 (tiga) buah alat *thermocouple* yang dipasang pada selang *in* dan *out* radiator yang difungsikan mengukur temperatur air pendingin, serta pada blok mesin dekat Titik Mati Atas (TMA) silinder untuk mengukur temperatur mesin.

Sebelum kegiatan penelitian dilakukan, alat terlebih dahulu dilakukan kalibrasi sederhana dengan mengukur temperatur suatu objek

yang sama, dan didapatkan hasil bahwa terjadi kesamaan nilai yang ditampilkan pada 3 (tiga) buah *thermocouple* yang digunakan berdasarkan kesamaan objek yang diukur



Gambar 2. 6 Thermocouple

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Tinjauan Pustaka

1. Efisiensi Mesin

Mesin bukanlah alat dengan efisiensi sempurna karena tidak semua energi hasil pembakaran dapat diubah menjadi energi yang berguna. Sebagian dari energi tersebut terbuang melalui saluran pembuangan, sementara sebagian lagi diserap oleh bahan di sekitar ruang pembakaran. Mesin yang memiliki efisiensi tinggi mampu mengubah sebagian besar panas dari hasil pembakaran menjadi energi yang menyebabkan gerakan mekanis, dengan hanya sedikit panas yang terbuang sia-sia. Pengembangan mesin selalu bertujuan untuk mencapai efisiensi yang lebih tinggi, namun tetap mempertimbangkan aspek ekonomi, daya tahan, keselamatan, dan dampak lingkungan yang positif (Dalimunthe, 2019).

Proses pembakaran yang berjalan terus-menerus di dalam mesin menyebabkan mesin mencapai suhu yang sangat tinggi. Keadaan suhu yang tinggi ini dapat menyebabkan desain mesin menjadi tidak efisien, terutama karena banyak mesin beroperasi di lingkungan yang dekat dengan manusia, sehingga mengurangi faktor keamanan. Di sisi lain, suhu yang sangat rendah juga tidak menguntungkan untuk kinerja mesin. Oleh karena itu, digunakanlah sistem pendinginan untuk menjaga suhu mesin tetap berada dalam batas suhu kerja yang ideal. Prinsip pendinginan ini adalah mengeluarkan panas dari mesin ke udara, yang jika langsung ke udara disebut pendinginan udara (*air cooling*), dan jika menggunakan cairan sebagai perantara disebut pendinginan air (*water cooling*).

2. Alat Penukar Kalor

Alat penukar kalor adalah suatu medium yang digunakan untuk mentransfer panas dari satu fluida ke fluida lainnya. Alat ini bisa berupa

dinding datar sederhana atau bahkan menggunakan banyak fase, seperti sirip-sirip pada radiator. Fungsinya adalah untuk memfasilitasi pertukaran panas secara efisien antara kedua fluida tersebut (Maksum dkk., 2017). Radiator pada sistem pendingin termasuk alat penukar kalor bertipe *cross-flow* (aliran lintang).

3. Sistem Pendingin

Teknologi pendinginan adalah salah satu aspek penting dalam industri otomotif terutama dalam motor pembakaran dalam. Sistem ini menggunakan sirkulasi air pada radiator sebagai sarana pendingin. Pengaturan suhu yang tepat sangat krusial untuk kendaraan bermotor guna mencegah terjadinya *overheat* atau temperatur kerja yang berlebihan. Oleh karena itu, sistem pendingin memainkan peran yang sangat vital dalam menjaga suhu kendaraan tetap dalam batas aman (Ariga dkk., 2015).

Dalam sistem pendinginan cairan (*liquid cooled*), dinding silinder dan kepala silinder dikelilingi oleh mantel air (*water jacket*) di mana cairan pendingin beredar untuk mengambil panas. Saat cairan pendingin menyerap panas dari mantel air, suhunya akan meningkat. Jika cairan tersebut tetap berada dalam *water jacket* tanpa sirkulasi, maka cenderung akan mencapai titik didih dan berubah menjadi uap. Situasi ini sangat tidak diinginkan, karena dapat menyebabkan masalah. Oleh karena itu, untuk menghindari hal tersebut, air pendingin disirkulasikan. Dengan cara ini, air pendingin dapat terus menyerap panas dari silinder dan kemudian membuangnya ke udara melalui radiator.

4. Efektivitas Radiator

Efektivitas kinerja radiator dapat diukur berdasarkan seberapa baik radiator mampu menyalurkan panas dari sistem pendinginan kendaraan atau mesin dan menjaga suhu optimal agar mesin tetap beroperasi dengan baik. Radiator berperan penting dalam menjaga suhu mesin agar tidak terlalu panas, karena suhu yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan mesin.

Kestabilan kinerja radiator pada umumnya terjadi dalam beberapa menit setelah mesin kendaraan atau mesin yang menggunakan radiator

dinyalakan. Sebagai panduan umum, radiator biasanya mencapai suhu operasional yang stabil dalam waktu sekitar 5 hingga 15 menit setelah mesin mencapai penurunan temperatur dari awal mesin dinyalakan (Surono *et al.*, 2021)

Proses yang terjadi pada suatu fungsi radiator dalam mencapai efektivitasnya membutuhkan waktu yang bervariasi tergantung beberapa faktor seperti:

- a. Ukuran dan kapasitas radiator;
- b. Spesifikasi dan ukuran mesin kendaraan atau perangkat yang menggunakan radiator;
- c. Suhu lingkungan pada saat penggunaan mesin;
- d. Tingkat beban pada mesin (misalnya, saat kendaraan digunakan dalam kondisi berat atau berjalan dalam lalu lintas padat).

5. Putaran Mesin

Putaran mesin, yang juga disebut sebagai kecepatan putar atau kecepatan rotasi mesin, merujuk pada kecepatan di mana komponen-komponen internal mesin bergerak dan berputar. Pengukuran kecepatan putaran mesin biasanya dilakukan dalam satuan putaran per menit (rpm atau *revolutions per minute*). Ini merupakan parameter penting dalam berbagai aplikasi mesin karena kecepatan putaran dapat mempengaruhi kinerja dan efisiensi mesin (Prasetyo dan Surono, 2021)

Penting untuk menjaga putaran mesin tetap berada dalam kisaran yang aman dan optimal agar mesin berfungsi dengan baik. Kisaran putaran mesin disesuaikan berdasarkan kapasitas silinder dan peruntukan suatu kendaraan bermotor. Umumnya untuk mobil memiliki klasifikasi rpm rendah pada rentang 600 hingga 1.500 rpm, sedang pada rentang diatas 1.500 hingga 3.000 rpm dan tinggi pada rentang diatas 3.000 rpm.

6. *Overheating*

Overheating merupakan suatu kondisi dimana temperatur mesin kendaraan melebihi batas normal, kondisi ini dapat diketahui melalui indikator temperatur. Sebagian pemilik kendaraan sering kali mengabaikan

fungsi indikator temperatur sehingga tidak mempedulikan seberapa tinggi suhu kendaraan (Sandrayanto dan Mauladi, 2017).

Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi terjadinya *overheating* pada kendaraan bersistem pendingin air. Sirkulasi air kurang baik, kerusakan sistem pendingin, suhu lingkungan yang ekstrem, permasalahan pada mesin, beban berat atau pemakaian berlebihan dan penggunaan jenis cairan pendingin yang tidak sesuai menjadi penyebab paling sering terjadinya *overheating* kendaraan. Jika terus dibiarkan, panas berlebih dari mesin akan mengakibatkan perubahan bentuk dari komponen mesin hingga menyebabkan kerusakan yang serius.

Temperatur normal operasi mesin diesel berada dalam kisaran suhu sekitar 80°C hingga 95°C (176°F hingga 203°F), meskipun angka ini dapat sedikit bervariasi tergantung pada spesifikasi mesin dan pabrikannya. Jika suhu mesin melewati batas normal tersebut dan terus meningkat, maka dapat menyebabkan *overheating*.

Overheating pada mesin diesel bisa terjadi pada berbagai suhu, tergantung pada sejumlah faktor seperti yang telah diuraikan sebelumnya. Namun, secara umum, *overheating* pada mesin diesel biasanya terjadi ketika suhu mesin melebihi batas normal yang aman untuk beroperasi hingga menyebabkan lampu indikator panas mesin pada *dashboard* menyala.

7. Cairan Pendingin Radiator (Radiator Coolant)

Radiator *coolant* merupakan zat *additive* untuk fluida radiator. Fungsinya adalah untuk memperbesar koefisien perpindahan panas konveksi pada fluida kerja radiator sehingga laju pembuangan panas meningkat (Penyerapan panas oleh fluida di water jacket lebih besar) Syarat yang harus dipenuhi cairan pendingin radiator antara lain memiliki titik didih yang tinggi sehingga tidak mudah menguap, tidak mengakibatkan karat atau korosi pada radiator serta tidak merusak *seal* di dalam sistem pendingin, tidak meninggalkan kerak atau kotoran pada komponen logam dan tidak menimbulkan buih yang membuat banyak udara terjebak didalam sistem pendingin (Haris dkk., 2022).

8. Kandungan Air

Air memiliki fungsi yang sangat banyak dalam menunjang kebutuhan manusia. Kualitas air secara umum menunjukkan mutu atau kondisi yang diakaitkan dengan suatu keperluan kegiatan tertentu seperti sektor pangan, pemukiman, industri, maupun transportasi (Setiawan, 2009).

Kandungan yang terdapat pada air dapat mempengaruhi proses cepat lambatnya suatu material mengalami korosi (laju korosi) yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pH, padatan terlarut, senyawa pereduksi, dan Magnesium (Baihaqi dkk., 2020).

3.2 Penelitian Terdahulu/Keaslian Penelitian

Penelitian pengaruh penggunaan air PDAM dan varian cairan pendingin (*Coolant*) terhadap efektivitas radiator dan temperatur mesin merujuk pada beberapa jenis penelitian yang dijadikan sebagai sumber referensi pelaksanaan penelitian ini. Diantaranya:

Tabel 3. 1 Penelitian Terdahulu

No.	Judul Penelitian	Rangkuman
1	Pengaruh Variasi Cairan Pendingin (<i>Coolant</i>) Terhadap Efektivitas Radiator pada <i>Engine</i> Diesel.	Jurnal penelitian karya Drs. Hasan Maksum, MT, Toto Sugiarto, S.Pd, M.PSi, dan Nico L. H. Saragih ini menguraikan terkait pengaruh berbagai varian cairan pendingin mulai dari air keran hingga radiator <i>coolant</i> yang biasa diaplikasikan pada radiator untuk menentukan jenis cairan pendingin yang paling efektif digunakan untuk mendukung kinerja radiator kendaraan yang menggunakan mesin diesel. Pengujian efektivitas dilakukan pada putaran konstan 1.500 rpm dan dalam

No.	Judul Penelitian	Rangkuman
		<p>waktu 5 menit, 10 menit dan 15 menit. Pengambilan data dilakukan 2 kali untuk setiap penggunaan <i>coolant</i>. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan <i>coolant</i> yang memiliki titik didih yang lebih tinggi daripada titik didih air berpengaruh signifikan terhadap efektivitas radiator mesin diesel.</p>
2	<p>Pengaruh Penggunaan Media Pendingin Air Aquades Dan Radiator <i>Coolant</i> Merk Xtrakol Terhadap Temperatur Mesin Pada Mobil Toyota Avanza VVT-i Tahun 2010.</p>	<p>Penelitian yang disusun oleh Hanif Fajar Budiman ini menjelaskan terkait pengaruh temperatur mesin yang dihasilkan terhadap penggunaan air aquades maupun cairan pendingin radiator (<i>coolant</i>) merk Xtrakool pada radiator mobil Toyota Avanza VVT-I tahun 2010. Metode penelitian yang digunakan yakni mengaplikasikan kedua jenis cairan tersebut pada radiator secara bergantian dan mengakselerasikan putaran mesin yang bervariasi antara 1.000 s.d 2.500 rpm sehingga didapatkan temperatur mesin yang dihasilkan. Data temperatur tersebut kemudian dianalisis dan dilakukan perbandingan sehingga dapat disimpulkan jenis cairan mana yang paling efektif digunakan pada jenis</p>

No.	Judul Penelitian	Rangkuman
		kendaraan Toyota Avanza VVT-i Tahun 2010.
3	Pengaruh Aliran Air Terhadap Efektifitas Radiator Toyota Kijang 5-K.	<p>Penelitian yang dilakukan oleh Ruslan Dalimunthe pada tahun 2019 ini merupakan eksperimen yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh aliran air terhadap efektifitas radiator pada motor bensin Toyota Kijang 5-K. Hasil analisis ini didapatkan data bahwa debit air yang semakin tinggi menjadikan nilai efektifitas radiator semakin meningkat. Pada debit 0,033 m³/menit (3.000 rpm), merupakan nilai efektifitas tertinggi dibandingkan dengan nilai efektifitas debit yang lain sehingga dapat disimpulkan debit aliran air berpengaruh terhadap nilai efektifitas radiator.</p>
4	Pengaruh Efektifitas Radiator Berdasarkan Jenis Coolant Terhadap Unjuk Kerja Mesin Diesel 2775cc	<p>Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai efektifitas radiator dan pengaruhnya terhadap unjuk kerja mesin. Penelitian menggunakan mesin Isuzu Panther yang pengujiannya dilakukan terhadap putaran konstan 1.500 rpm dalam waktu 15 menit. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan</p>

No.	Judul Penelitian	Rangkuman
		diketahui bahwa jenis <i>coolant</i> C memiliki nilai efektivitas radiator tertinggi yakni sebesar 69,3% dan air biasa memiliki nilai efektivitas radiator paling rendah yaitu sebesar 62,3%.

