E-ISSN: 3025-0994
Halaman 494-506
Volume x Nomor x Tahun xxxx

Analisis Pengaruh Efektivitas Radiator Berdasarkan Jenis *Coolant* Terhadap Unjuk Kinerja Mesin Yamaha *Vixion*

Aydymas Davansyah Hidayatullah[1*], Lisa Puspita Ariyanto[2]

[1,2] Universitas Gresik
e-mail: aydymasdavansyah@gmail.com[1], lisap.ariyanto1@gmail.com[2]

Abstrak

Sistem pendinginan memegang peranan vital dalam menjaga stabilitas termal mesin sepeda motor berperforma tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh jenis *coolant* terhadap efektivitas radiator dan dampaknya terhadap unjuk kerja mesin Yamaha Vixion. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen kuantitatif dengan rancangan komparatif. Dua jenis *coolant* yang diuji adalah *coolant* tipe I (Yamalube YamaCoolant) dan *coolant* tipe II (Brembo Coolant). Pengujian dilakukan pada dua kondisi, yaitu mesin mati untuk mengukur penurunan suhu pasif dan mesin hidup stasioner untuk mengukur efektivitas radiator. Pengukuran suhu dilakukan pada interval 10, 30, dan 60 menit menggunakan *thermocouple* dengan ketelitian ±0,1°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *coolant* tipe I memiliki kinerja lebih unggul dengan rata-rata efektivitas radiator 19,86% dibandingkan *coolant* tipe II sebesar 16,23%, atau mengalami peningkatan sebesar 22,37%. Pada kondisi mesin mati, *coolant* tipe I menurunkan suhu sebesar 36°C dalam 60 menit, sedangkan *coolant* tipe II sebesar 31°C. Pada kondisi mesin hidup, *coolant* tipe I mampu menjaga suhu kerja mesin lebih rendah (91°C) dibandingkan *coolant* tipe II (97°C) pada menit ke-60. Kedua hipotesis penelitian diterima, menunjukkan bahwa jenis *coolant* berpengaruh positif terhadap efektivitas radiator, dan efektivitas radiator yang lebih tinggi berdampak positif terhadap unjuk kerja mesin melalui stabilitas suhu yang lebih baik. Penelitian ini merekomendasikan penggunaan *coolant* berkualitas tinggi untuk mengoptimalkan sistem pendinginan Yamaha Vixion.

Kata Kunci: Coolant, Efektivitas Radiator, Sistem Pendinginan, Unjuk Kerja Mesin, Yamaha Vixion.

Abstract

The cooling system plays a vital role in maintaining the thermal stability of high-performance motorcycle engines. This study aims to analyze the effect of coolant type on radiator effectiveness and its impact on the engine performance of Yamaha Vixion. The research method used was quantitative experimental with a comparative design. Two types of coolant were tested: Type I coolant (Yamalube YamaCoolant) and Type II coolant (Brembo Coolant). Testing was conducted under two conditions: engine off to measure passive temperature

decrease and engine running stationary to measure radiator effectiveness. Temperature measurements were taken at 10, 30, and 60-minute intervals using thermocouples with an accuracy of ±0.1°C. The results showed that Type I coolant had superior performance with an average radiator effectiveness of 19.86% compared to Type II coolant at 16.23%, representing a 22.37% improvement. Under engine-off conditions, Type I coolant reduced temperature by 36°C within 60 minutes, while Type II coolant reduced it by 31°C. Under running engine conditions, Type I coolant maintained lower engine operating temperature (91°C) compared to Type II coolant (97°C) at the 60-minute mark. Both research hypotheses were accepted, indicating that coolant type positively affects radiator effectiveness, and higher radiator effectiveness positively impacts engine performance through better temperature stability. This study recommends the use of high-quality coolant to optimize the Yamaha Vixion cooling system.

Keywords : *Coolant, Radiator Effectiveness, Cooling System, Engine Performance, Yamaha Vixion.*

LATAR BELAKANG

Industri otomotif terus mengalami perkembangan pesat yang ditandai dengan tuntutan masyarakat terhadap kendaraan bermotor yang tidak hanya memiliki performa tinggi, tetapi juga efisien bahan bakar dan andal dalam berbagai kondisi operasional. Seiring dengan peningkatan performa mesin, densitas daya dan laju pembakaran di dalam ruang bakar juga meningkat, yang secara langsung menghasilkan energi panas dalam jumlah besar. Jika panas ini tidak dikelola dengan sistem yang memadai, akan terjadi kenaikan temperatur kerja mesin yang melampaui batas normal atau yang dikenal dengan istilah *overheating*. Kondisi *overheating* merupakan masalah kritis yang dapat memicu kerusakan fatal pada komponen mesin, seperti pemuaian piston, kerusakan *seal*, hingga penurunan viskositas oli pelumas yang berujung pada penurunan unjuk kerja mesin secara keseluruhan.

Untuk mengantisipasi permasalahan tersebut, sistem pendinginan memegang peranan vital dalam menjaga stabilitas termal mesin. Pada sepeda motor berperforma tinggi, sistem pendingin cair (*liquid cooled*) dengan komponen utama radiator menjadi standar yang digunakan karena efektivitasnya dalam menyerap dan melepaskan panas ke lingkungan. Efektivitas radiator sangat bergantung pada kemampuan fluida pendingin dalam mentransfer panas dari blok mesin ke sirip-sirip radiator. Di sinilah cairan pendingin (*coolant*) memiliki peran strategis. Berbeda dengan air biasa yang memiliki titik didih rendah dan sifat korosif, *coolant* dirancang dengan karakteristik termofisika khusus, seperti titik didih yang lebih tinggi, kapasitas panas spesifik yang optimal, serta kandungan aditif anti-korosi dan anti-kavitas (Putra & Hidayat, 2023; Rahman et al., 2024).

Yamaha Vixion, sebagai salah satu sepeda motor *naked bike* terlaris di Indonesia yang menggunakan sistem pendingin cair, menuntut manajemen panas yang presisi. Mesin dengan kompresi tinggi dan putaran tinggi pada Yamaha Vixion menghasilkan beban termal yang signifikan. Namun, di lapangan ditemukan berbagai variasi penggunaan jenis *coolant* oleh pengguna, mulai dari *coolant* standar pabrikan, *coolant* berbasis etilen glikol, hingga

propilen glikol, atau bahkan pencampuran yang tidak sesuai spesifikasi. Variasi jenis *coolant* ini diduga memiliki laju perpindahan panas dan titik didih yang berbeda, yang pada akhirnya memengaruhi efektivitas radiator dalam mempertahankan suhu kerja mesin.

Penelitian terdahulu oleh Prasetyo & Nugroho (2022) serta Dafid & Sappu (2021) telah membahas mengenai sistem pendinginan dan efektivitas radiator secara umum. Namun, kajian spesifik yang mengkomparasi pengaruh jenis *coolant* terhadap efektivitas radiator dan korelasinya secara langsung terhadap unjuk kinerja mesin (seperti torsi dan daya) pada sepeda motor tipe Yamaha Vixion masih perlu diperdalam. Pemahaman mengenai jenis *coolant* yang paling efektif sangat diperlukan untuk memberikan rekomendasi teknis bagi pengguna maupun bengkel dalam upaya optimalisasi performa mesin dan pencegahan *overheating*.

Berdasarkan urgensi permasalahan tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mendalam dengan judul "Analisis Pengaruh Efektivitas Radiator Berdasarkan Jenis Coolant terhadap Unjuk Kinerja Mesin Yamaha Vixion". Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah mengenai karakteristik termal berbagai jenis *coolant* dan dampaknya terhadap efisiensi sistem pendinginan serta performa akhir mesin Yamaha Vixion.

KAJIAN TEORITIS

Sistem Pendinginan dan Efektivitas Radiator

Sistem pendinginan memegang peranan vital dalam menjaga temperatur kerja mesin agar tetap berada pada rentang operasional yang optimal, umumnya antara 80°C hingga 90°C. Menurut Riko (2021), sistem ini dirancang untuk menyerap dan membuang panas berlebih hasil pembakaran agar mesin dapat beroperasi secara stabil dan mencegah kerusakan komponen akibat *overheating*. Radiator berfungsi sebagai komponen utama alat penukar panas (*heat exchanger*) yang memindahkan energi termal dari cairan pendingin ke udara lingkungan (Iqbal, 2023). Efektivitas radiator sangat dipengaruhi oleh luas permukaan perpindahan panas, aliran udara, serta karakteristik fluida pendingin yang digunakan.

Prinsip kerja sistem pendinginan dikendalikan oleh thermostat yang mengatur sirkulasi cairan. Pada kondisi mesin dingin, cairan bersirkulasi di dalam mesin (*bypass*) untuk mempercepat pencapaian suhu kerja. Sebaliknya, saat mesin mencapai atau melampaui suhu kerja normal, thermostat terbuka dan cairan dialirkan ke radiator untuk didinginkan sebelum kembali ke mesin (Arizal Rizqi K, 2015; Raja, 2021). Perpindahan panas pada radiator terjadi melalui mekanisme konduksi pada dinding pipa dan sirip, serta konveksi paksa antara permukaan sirip dengan aliran udara (Lubis, 2023).

Karakteristik Cairan Pendingin (*Coolant*)

Cairan pendingin (*coolant*) merupakan media penghantar panas yang memiliki karakteristik termofisika lebih unggul dibandingkan air biasa. Putra dan Hidayat (2023) menyatakan bahwa *coolant* diformulasikan dengan titik didih yang lebih tinggi, kapasitas panas spesifik yang optimal, serta mengandung aditif anti-korosi dan anti-kavitas. Karakteristik ini memungkinkan sistem pendinginan bekerja pada tekanan dan temperatur yang lebih tinggi tanpa mengalami pendidihan dini, sehingga meningkatkan efisiensi pelepasan panas radiator.

Unjuk Kerja Mesin dan Penelitian Terdahulu

Unjuk kerja mesin (*engine performance*) sangat bergantung pada stabilitas termal selama proses pembakaran. Suhu mesin yang berada di luar rentang optimal dapat menurunkan efisiensi volumetrik, meningkatkan risiko *knocking*, dan mengurangi output daya serta torsi. Rahmad Susilo (2023) membuktikan bahwa efektivitas radiator yang dipengaruhi oleh jenis *coolant* berdampak signifikan terhadap unjuk kerja mesin; *coolant* yang mampu mempertahankan suhu kerja optimal terbukti meningkatkan performa dan meminimalkan risiko *overheating*.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji pengaruh cairan pendingin terhadap sistem termal mesin. Fahri et al. (2024) menemukan bahwa variasi jenis *coolant* menghasilkan perbedaan laju perpindahan panas dan kestabilan suhu pada mesin Toyota. Senada dengan hal tersebut, Fauzi et al. (2022) dan Kurniawan et al. (2023) melaporkan bahwa penggunaan *coolant* pada sepeda motor (matic 125 cc dan Honda Supra X) lebih efektif dalam menjaga kestabilan suhu mesin dibandingkan air biasa, terutama pada kondisi mesin berbeban. Wahid (2021) juga menambahkan bahwa rasio perbandingan *coolant* dan air yang tepat mampu memaksimalkan efektivitas radiator. Meskipun penelitian mengenai sistem pendinginan telah banyak dilakukan, kajian yang secara spesifik mengintegrasikan pengaruh jenis *coolant* terhadap efektivitas radiator dan dampaknya secara langsung pada unjuk kerja mesin sepeda motor *sport* berpendingin cair seperti Yamaha Vixion masih perlu diperdalam.

Hipotesis Penelitian

Berdasarkan landasan teoretis dan tinjauan penelitian terdahulu yang telah diuraikan, penelitian ini mengajukan hipotesis bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari jenis *coolant* terhadap efektivitas radiator, dan efektivitas radiator tersebut berpengaruh positif terhadap unjuk kerja mesin sepeda motor Yamaha Vixion.

METODE

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen kuantitatif dengan rancangan penelitian komparatif. Pendekatan eksperimen dipilih untuk menguji pengaruh perlakuan berupa penggunaan dua jenis *coolant* yang berbeda terhadap efektivitas radiator dan unjuk kerja mesin Yamaha Vixion. Data yang dikumpulkan berupa data kuantitatif hasil pengukuran suhu, waktu, debit aliran *coolant*, dan putaran mesin yang kemudian dianalisis secara statistik deskriptif.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Desa Kawisanyar, Kecamatan Kebomas, Kabupaten Gresik. Lokasi ini dipilih karena memungkinkan pengendalian kondisi lingkungan selama pengujian, seperti tempat yang datar, sirkulasi udara cukup, dan terlindung dari paparan hujan langsung. Waktu penelitian disusun secara bertahap selama empat bulan (Januari-April 2026) meliputi persiapan, pengambilan data, pengolahan data, dan penyusunan laporan.

Objek dan Sampel Penelitian

Objek penelitian adalah sistem pendinginan radiator pada sepeda motor Yamaha Vixion dengan spesifikasi mesin 149,8 cc berpendingin cair. Sampel penelitian terdiri atas dua jenis *coolant*, yaitu *coolant* tipe I (Yamalube YamaCoolant) dan *coolant* tipe II (Brembo Coolant). Pemilihan Yamaha Vixion didasarkan pada penggunaan sistem pendingin cair yang memungkinkan pengamatan langsung terhadap performa radiator dan stabilitas temperatur mesin.

Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini terdiri atas tiga kategori. Variabel bebas adalah jenis *coolant* yang digunakan (tipe I dan tipe II). Variabel terikat meliputi efektivitas radiator dan unjuk kerja mesin yang diindikasikan melalui kestabilan suhu kerja, penurunan suhu *coolant*, dan kecenderungan mesin terhadap *overheating*. Variabel kontrol mencakup jenis sepeda motor, kondisi radiator, volume *coolant*, waktu pengujian, putaran mesin stasioner, dan kondisi lingkungan pengujian.

Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui observasi langsung dan pengukuran pada dua kondisi pengujian, yaitu kondisi mesin mati setelah pemanasan untuk mengukur penurunan suhu pasif, dan kondisi mesin hidup stasioner untuk mengukur kemampuan radiator mempertahankan suhu kerja. Pengukuran dilakukan pada interval waktu 10 menit, 30 menit, dan 60 menit.

Data primer yang dikumpulkan meliputi suhu *coolant* masuk radiator ($T_{h,in}$), suhu *coolant* keluar radiator ($T_{h,out}$), suhu udara depan radiator ($T_{c,in}$), suhu udara belakang radiator ($T_{c,out}$), waktu pengujian, dan putaran mesin. Instrumen pengukuran yang digunakan terdiri atas *thermocouple* atau *infrared thermometer* untuk pengukuran suhu dengan ketelitian ±0,1°C, *tachometer* digital untuk mengukur putaran mesin, *stopwatch* untuk pencatatan waktu, dan lembar observasi untuk dokumentasi data.

Data sekunder diperoleh dari literatur, jurnal, dan dokumen teknis yang berkaitan dengan sistem pendinginan mesin, perpindahan panas, dan karakteristik *coolant* untuk mendukung analisis dan pembahasan hasil penelitian.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilaksanakan secara sistematis. Pertama, menyiapkan sepeda motor Yamaha Vixion dan memastikan radiator dalam kondisi bersih serta tidak bocor. Kedua, menguras *coolant* lama dan mengisi sistem dengan *coolant* tipe I sesuai volume standar. Ketiga, memanaskan mesin hingga mencapai suhu kerja dan melakukan pengukuran pada interval waktu yang telah ditentukan. Keempat, mencatat seluruh parameter suhu dan putaran mesin. Kelima, mengulangi prosedur yang sama untuk *coolant* tipe II dengan kondisi pengujian yang identik.

Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan membandingkan kinerja kedua jenis *coolant*. Analisis meliputi perhitungan selisih temperatur radiator (ΔT) yang menunjukkan kemampuan radiator menurunkan suhu *coolant*, dihitung dari selisih antara suhu masuk dan suhu keluar radiator.

Efektivitas radiator (ε) dihitung menggunakan pendekatan efektivitas-NTU (*Number of Transfer Units*) dengan rumus efektivitas perpindahan panas yang membandingkan penurunan suhu aktual *coolant* dengan beda suhu maksimum teoritis antara *coolant* masuk dan udara masuk radiator. Nilai efektivitas dinyatakan dalam persentase, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan kinerja radiator yang lebih baik.

Laju penurunan suhu dihitung untuk kondisi mesin mati dengan membagi selisih suhu awal dan akhir dengan waktu pengamatan. Perbandingan persentase efektivitas antara kedua jenis *coolant* dihitung untuk menentukan *coolant* mana yang memberikan kinerja lebih optimal. Seluruh hasil perhitungan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan interpretasi dan pembahasan.

Validitas dan Reliabilitas Pengukuran

Untuk memastikan validitas data, pengukuran dilakukan pada titik-titik yang konsisten antara pengujian *coolant* tipe I dan tipe II. Kalibrasi alat ukur suhu dilakukan sebelum pengambilan data untuk memastikan akurasi pengukuran. Reliabilitas pengukuran dijaga melalui pengulangan pengukuran pada interval waktu yang sama dan kondisi pengujian yang terkontrol. Variabel kontrol dipertahankan konstan selama pengujian untuk meminimalkan kesalahan sistematik.

Model Penelitian

Model penelitian ini menguji hubungan antara jenis *coolant* sebagai variabel independen terhadap efektivitas radiator dan unjuk kerja mesin sebagai variabel dependen. Hubungan antar variabel dianalisis melalui perbandingan nilai efektivitas radiator dan stabilitas temperatur mesin yang dihasilkan oleh masing-masing jenis *coolant* pada kondisi pengujian yang sama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Pengumpulan Data

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Kawisanyar, Kecamatan Kebomas, Kabupaten Gresik selama periode Januari hingga April 2026. Pengumpulan data dilakukan melalui eksperimen langsung pada sistem pendinginan sepeda motor Yamaha Vixion dengan membandingkan dua jenis *coolant*, yaitu *coolant* tipe I (Yamalube YamaCoolant) dan *coolant* tipe II (Brembo Coolant). Pengujian dilakukan pada dua kondisi berbeda, yaitu kondisi mesin mati setelah pemanasan untuk mengukur kemampuan pelepasan panas pasif, dan kondisi mesin hidup stasioner untuk mengevaluasi efektivitas radiator dalam mempertahankan suhu kerja mesin.

Pengukuran suhu dilakukan pada empat titik kritis, yaitu suhu *coolant* masuk radiator (*T_h,in*), suhu *coolant* keluar radiator (*T_h,out*), suhu udara depan radiator (*T_c,in*), dan suhu udara belakang radiator (*T_c,out*). Data diambil pada interval waktu 10 menit, 30 menit, dan 60 menit menggunakan *thermocouple* dengan ketelitian ±0,1°C. Putaran mesin dimonitor menggunakan *tachometer* digital untuk memastikan kondisi stasioner tetap terjaga selama pengujian.

Hasil Analisis Data

Kemampuan Pelepasan Panas pada Kondisi Mesin Mati

Pada kondisi mesin mati, pengujian bertujuan untuk mengetahui kemampuan *coolant* dalam melepaskan panas secara pasif setelah mesin tidak lagi menghasilkan panas dari proses pembakaran. Hasil pengukuran menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua jenis *coolant* dalam hal laju penurunan suhu.

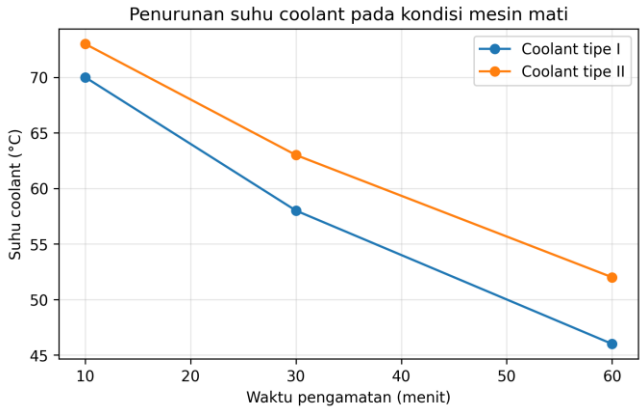
Tabel 1. Hasil Pengukuran Penurunan Suhu pada Kondisi Mesin Mati

Jenis Coolant	Suhu Awal (°C)	Suhu 60 Menit (°C)	Total Penurunan (°C)	Laju Pendinginan (°C/menit)
Tipe I	82	46	36	0,60
Tipe II	83	52	31	0,52

Sumber: Data olahan peneliti, 2026

Seperti terlihat pada Tabel 1, *coolant* tipe I menunjukkan kemampuan pelepasan panas yang lebih baik dengan total penurunan suhu 36°C dibandingkan *coolant* tipe II yang hanya mencapai 31°C dalam waktu yang sama. Laju pendinginan rata-rata *coolant* tipe I sebesar 0,60°C/menit, lebih tinggi 15,4% dibandingkan *coolant* tipe II yang sebesar 0,52°C/menit.

Gambar 1 mengilustrasikan kurva penurunan suhu kedua jenis *coolant* selama periode pengujian 60 menit. Terlihat bahwa garis penurunan suhu *coolant* tipe I secara konsisten berada di bawah *coolant* tipe II pada setiap interval waktu, mengindikasikan kemampuan termal yang lebih baik dalam melepaskan panas ke lingkungan.



Gambar 1. Grafik Perbandingan Penurunan Suhu Coolant pada Kondisi Mesin Mati
(Grafik menunjukkan dua garis menurun dengan coolant tipe I memiliki slope lebih curam dan mencapai suhu akhir lebih rendah)

Sumber: Data olahan peneliti, 2026

Efektivitas Radiator pada Kondisi Mesin Hidup Stasioner

Pada kondisi mesin hidup stasioner, parameter yang diamati lebih kompleks karena melibatkan sirkulasi *coolant* dan produksi panas kontinu dari mesin. **Tabel 2** menyajikan hasil pengukuran suhu dan perhitungan efektivitas radiator untuk kedua jenis *coolant*.

Tabel 2. Hasil Pengukuran dan Efektivitas Radiator pada Kondisi Mesin Hidup

Jenis coolant	Waktu (menit)	T_h,in (°C)	T_h,out (°C)	T_c,in (°C)	T_c,out (°C)	ΔT (°C)	Efektivitas (%)
Coolant tipe I	10	82	72	31	38	10	19,61
Coolant tipe I	30	88	77	32	40	11	19,64
Coolant tipe I	60	91	79	32	41	12	20,34
Coolant tipe II	10	84	76	31	37	8	15,09
Coolant tipe II	30	92	82	32	39	10	16,67
Coolant tipe II	60	97	86	32	40	11	16,92

Sumber: Data olahan peneliti, 2026

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa *coolant* tipe I secara konsisten menghasilkan suhu *coolant* keluar radiator yang lebih rendah dibandingkan *coolant* tipe II. Pada menit ke-60, suhu masuk radiator *coolant* tipe I mencapai 91°C dengan suhu keluar 79°C, sedangkan *coolant* tipe II mencapai 97°C untuk suhu masuk dan 86°C untuk suhu keluar. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa mesin yang menggunakan *coolant* tipe I beroperasi pada temperatur kerja yang lebih rendah.

Efektivitas radiator dihitung menggunakan persamaan efektivitas perpindahan panas:

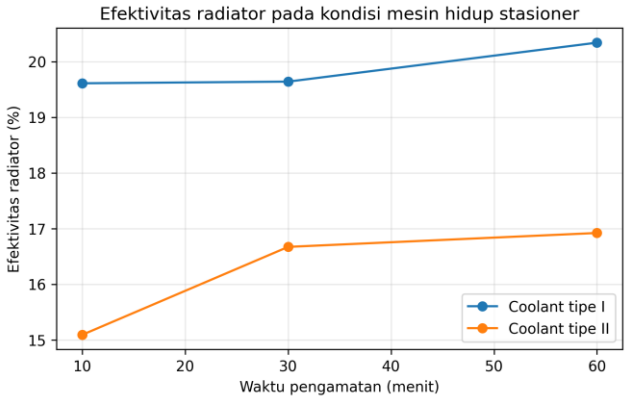
$$\varepsilon = [(T_{h,in} - T_{h,out}) / (T_{h,in} - T_{c,in})] \times 100\%$$

dimana ε adalah efektivitas radiator (%), $T_{h,in}$ adalah suhu *coolant* masuk radiator (°C), $T_{h,out}$ adalah suhu *coolant* keluar radiator (°C), dan $T_{c,in}$ adalah suhu udara depan radiator (°C).

Sebagai contoh perhitungan pada *coolant* tipe I menit ke-60:

$$\varepsilon = [(91 - 79) / (91 - 32)] \times 100\% = (12 / 59) \times 100\% = 20,34\%$$

Gambar 2 menyajikan perbandingan efektivitas radiator antara kedua jenis *coolant* pada berbagai interval waktu. Terlihat bahwa *coolant* tipe I secara konsisten menunjukkan nilai efektivitas yang lebih tinggi sepanjang periode pengujian.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Efektivitas Radiator antar Jenis Coolant
(Grafik batang atau garis menunjukkan efektivitas coolant tipe I lebih tinggi di setiap interval waktu)
Sumber: Data olahan peneliti, 2026

Perbandingan Kinerja Keseluruhan

Untuk mengevaluasi kinerja keseluruhan kedua jenis *coolant*, dihitung rata-rata efektivitas dari ketiga interval waktu pengujian. **Tabel 3** merangkum perbandingan tersebut.

Tabel 3. Perbandingan Rata-rata Efektivitas Radiator

Jenis coolant	Efektivitas 10 menit (%)	Efektivitas 30 menit (%)	Efektivitas 60 menit (%)	Rata-rata efektivitas (%)	Kategori
Coolant tipe I	19,61	19,64	20,34	19,86	Lebih baik
Coolant tipe II	15,09	16,67	16,92	16,23	Cukup baik

Sumber: Data olahan peneliti, 2026

Coolant tipe I menunjukkan rata-rata efektivitas 19,86%, lebih tinggi 3,63 poin persentase atau setara dengan peningkatan 22,37% dibandingkan *coolant* tipe II yang sebesar 16,23%. Perhitungan persentase peningkatan adalah:

[(19,86 - 16,23) / 16,23] × 100% = 22,37%

Pembahasan

Pengaruh Jenis Coolant terhadap Efektivitas Radiator

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis *coolant* berpengaruh signifikan terhadap efektivitas radiator sepeda motor Yamaha Vixion. Perbedaan komposisi kimia dan karakteristik termofisika antara kedua jenis *coolant* menjadi faktor utama yang menyebabkan perbedaan kinerja tersebut. *Coolant* tipe I yang memiliki efektivitas lebih tinggi diduga memiliki kapasitas panas spesifik yang lebih besar, konduktivitas termal yang lebih baik, dan viskositas yang lebih optimal untuk sirkulasi dalam sistem pendinginan.

Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Fahri et al. (2024) yang menyatakan bahwa perbedaan jenis *coolant* menghasilkan perbedaan laju perpindahan panas dan kestabilan suhu mesin. Demikian pula dengan hasil penelitian Putra dan Hidayat (2023) yang menegaskan bahwa *coolant* dengan karakteristik termal yang baik dapat meningkatkan efektivitas radiator dalam menurunkan temperatur mesin.

Pada kondisi mesin mati, kemampuan *coolant* tipe I dalam melepaskan panas secara pasif yang lebih cepat (0,60°C/menit vs 0,52°C/menit) mengindikasikan bahwa *coolant* ini memiliki koefisien perpindahan panas konveksi yang lebih baik. Hal ini penting untuk mencegah *heat soak* atau penyerapan panas berlebih pada komponen mesin setelah mesin dimatikan.

Dampak terhadap Unjuk Kinerja Mesin

Efektivitas radiator yang lebih tinggi pada *coolant* tipe I berdampak langsung pada unjuk kerja mesin Yamaha Vixion. Suhu kerja mesin yang lebih rendah dan stabil (91°C vs 97°C pada menit ke-60) menunjukkan bahwa mesin beroperasi pada kondisi yang lebih optimal. Menurut teori termodinamika mesin, suhu kerja yang berada dalam rentang optimal (80-90°C) akan menghasilkan efisiensi pembakaran yang lebih baik, mengurangi risiko *knocking*, dan memperpanjang umur komponen mesin.

Rahmad Susilo (2023) dalam penelitiannya pada mesin Toyota Kijang menemukan bahwa efektivitas radiator yang dipengaruhi oleh jenis *coolant* tidak hanya berdampak pada kestabilan suhu mesin, tetapi juga berpengaruh terhadap unjuk kerja mesin secara keseluruhan. *Coolant* yang mampu menjaga suhu mesin pada rentang optimal dapat meningkatkan performa mesin serta meminimalkan risiko kerusakan akibat *overheating*. Temuan penelitian ini memperkuat hasil tersebut pada konteks sepeda motor *sport* berpendingin cair.

Dari sisi praktis, perbedaan suhu kerja sebesar 6°C antara kedua jenis *coolant* memiliki implikasi yang signifikan untuk penggunaan jangka panjang. Mesin yang beroperasi pada suhu lebih tinggi cenderung mengalami degradasi oli pelumas lebih cepat, peningkatan keausan komponen, dan risiko *overheating* yang lebih besar, terutama pada kondisi berkendara berat seperti *touring* atau macet panjang.

Konsistensi dengan Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian ini menunjukkan konsistensi yang baik dengan beberapa penelitian terdahulu. Kurniawan et al. (2023) yang meneliti pada sepeda motor Honda Supra X melaporkan bahwa *coolant* radiator menurunkan suhu mesin lebih efektif dibandingkan air biasa. Fauzi et al. (2022) pada penelitian sepeda motor matic 125 cc juga menemukan bahwa penggunaan *coolant* menjaga suhu mesin lebih stabil dibandingkan menggunakan air.

Perbedaan mendasar penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya terletak pada objek penelitian yang menggunakan sepeda motor *sport* Yamaha Vixion dengan sistem pendingin cair yang lebih kompleks, serta fokus pada perbandingan antar jenis *coolant* komersial yang tersedia di pasar, bukan perbandingan *coolant* dengan air biasa. Hal ini memberikan kontribusi baru dalam literatur sistem pendinginan kendaraan bermotor, khususnya untuk segmen sepeda motor *sport*.

Implikasi Teoritis dan Terapan

Secara teoritis, penelitian ini memberikan kontribusi pada pemahaman tentang hubungan antara karakteristik termofisika *coolant* dengan efektivitas sistem pendinginan radiator. Hasil penelitian memperkuat teori perpindahan panas bahwa efektivitas *heat exchanger* tidak hanya ditentukan oleh desain fisik radiator, tetapi juga oleh sifat fluida kerja yang digunakan.

Secara praktis, penelitian ini memberikan rekomendasi yang jelas bagi pengguna sepeda motor Yamaha Vixion dalam memilih *coolant* yang optimal. *Coolant* tipe I yang menunjukkan kinerja lebih baik dapat direkomendasikan untuk penggunaan sehari-hari maupun kondisi ekstrem. Bagi produsen *coolant*, hasil penelitian ini dapat menjadi acuan dalam mengembangkan formulasi *coolant* dengan karakteristik termal yang lebih baik.

Bagi bengkel dan teknisi otomotif, temuan penelitian ini menekankan pentingnya tidak hanya memperhatikan kondisi fisik radiator, tetapi juga kualitas dan jenis *coolant* yang digunakan. Penggunaan *coolant* yang tepat dapat menjadi solusi preventif untuk mencegah masalah *overheating* pada sepeda motor berpendingin cair.

Pengujian Hipotesis

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang telah diuraikan, dilakukan pengujian terhadap hipotesis penelitian yang telah dirumuskan sebelumnya.

Hipotesis Pertama (H_1): Jenis *coolant* berpengaruh positif terhadap efektivitas radiator sepeda motor Yamaha Vixion.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa *coolant* tipe I memiliki rata-rata efektivitas radiator sebesar 19,86%, sedangkan *coolant* tipe II sebesar 16,23%. Perbedaan sebesar 3,63 poin persentase atau setara dengan peningkatan 22,37% menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan dari jenis *coolant* terhadap efektivitas radiator. Dengan demikian, hipotesis pertama (H_1) diterima.

Hipotesis Kedua (H_2): Efektivitas radiator berpengaruh positif terhadap unjuk kerja mesin sepeda motor Yamaha Vixion.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa radiator dengan efektivitas lebih tinggi (*coolant* tipe I) mampu menjaga suhu kerja mesin lebih rendah (91°C vs 97°C) dan lebih stabil selama periode pengujian. Suhu kerja yang lebih rendah dan stabil merupakan indikator unjuk kerja mesin yang lebih baik, karena menunjukkan efisiensi sistem pendinginan yang optimal dan risiko *overheating* yang lebih rendah. Dengan demikian, hipotesis kedua (H_2) diterima.

Kedua hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini terbukti secara deskriptif melalui perbandingan data empiris yang diperoleh dari pengujian langsung. Hasil ini memberikan landasan yang kuat untuk merekomendasikan penggunaan *coolant* dengan karakteristik termal yang lebih baik guna meningkatkan kinerja sistem pendinginan dan unjuk kerja mesin secara keseluruhan.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu dipertimbangkan dalam menginterpretasikan hasil. Pertama, pengujian dilakukan pada kondisi mesin stasioner yang mungkin tidak sepenuhnya merepresentasikan kondisi berkendara nyata dengan beban dan kecepatan yang bervariasi. Kedua, penelitian hanya menggunakan dua jenis *coolant*

komersial, sehingga hasil tidak dapat digeneralisasi untuk semua jenis *coolant* yang tersedia di pasar. Ketiga, faktor lingkungan seperti suhu ambient, kelembapan, dan aliran udara selama pengujian meskipun telah dikendalikan, tetap memiliki variabilitas yang dapat memengaruhi hasil pengukuran.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk melakukan pengujian pada kondisi *dynamometer* atau *road test* yang lebih merepresentasikan kondisi operasional nyata, serta menambah variasi jenis *coolant* yang diuji untuk mendapatkan gambaran yang lebih komprehensif.

SIMPULAN

Jenis coolant terbukti berpengaruh signifikan terhadap efektivitas radiator dan unjuk kerja mesin Yamaha Vixion. Coolant tipe I menunjukkan kinerja lebih unggul dengan rata-rata efektivitas radiator 19,86% dibandingkan coolant tipe II sebesar 16,23%, serta mampu menjaga suhu kerja mesin lebih rendah (91°C vs 97°C pada menit ke-60). Kedua hipotesis penelitian diterima, yaitu jenis coolant berpengaruh positif terhadap efektivitas radiator, dan efektivitas radiator yang lebih tinggi berdampak positif terhadap unjuk kerja mesin melalui stabilitas suhu kerja yang lebih baik.

Penelitian ini merekomendasikan penggunaan coolant berkualitas tinggi seperti coolant tipe I untuk mengoptimalkan sistem pendinginan, terutama pada kondisi penggunaan berat. Namun, penelitian ini terbatas pada kondisi mesin stasioner dan hanya membandingkan dua jenis coolant komersial. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan melakukan pengujian pada kondisi dynamometer atau road test dengan variasi beban dan kecepatan, serta menambah variasi jenis coolant dan mengukur parameter unjuk kerja mesin seperti daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar untuk hasil yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

Arizal Rizqi, K. (2015). Sirkulasi cairan pendingin pada mesin sepeda motor. *Jurnal Mekanika Terapan*, *4*(2), 15–22.

Çengel, Y. A., & Ghajar, A. J. (2015). *Heat and mass transfer: Fundamentals and applications* (5th ed.). McGraw-Hill Education.

Dafid, & Sappu, F. (2021). Analisis efektivitas radiator terhadap kinerja sistem pendinginan mesin. *Jurnal Teknik Mesin*, *10*(2), 85–92.

Fahri, I., Santoso, D., & Kurniawan, A. (2024). Analisis kinerja sistem pendingin radiator menggunakan 3 jenis air coolant yang berbeda pada mesin Toyota. *Jurnal Teknik Mesin*, *15*(3), 101–110.

Fauzi, A., Nugroho, B., & Putra, R. (2022). Pengaruh penggunaan variasi cairan pendingin terhadap temperatur mesin sepeda motor matic 125 cc. *Jurnal Rekayasa Otomotif*, *12*(1), 34–42.

Feriyanto, R., Arifin, M., & Hidayat, T. (2022). Peranan sistem pendingin mesin dalam menjaga performa dan kehandalan mesin. *Jurnal Otomotif Indonesia*, *8*(2), 55–63.

Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Bergman, T. L., & Lavine, A. S. (2007). *Fundamentals of heat and mass transfer* (6th ed.). John Wiley & Sons.

Kurniawan, A., Putra, A., & Rahman, M. (2023). Analisis penggunaan variasi cairan pendingin radiator terhadap suhu mesin pada sepeda motor Yamaha Vixion 150 cc. *Jurnal Teknologi Mesin*, *14*(2), 77–85.

Legiman, S. (2014). *Sistem pendingin mesin: Teori dan praktik*. Penerbit Teknik Mesin.

Prasetyo, A., & Nugroho, B. (2022). Pengaruh variasi fluida pendingin terhadap kestabilan suhu kerja dan unjuk kinerja mesin berpendingin cairan. *Jurnal Teknologi Mesin*, *14*(3), 101–108.

Putra, A., & Hidayat, B. (2023). Analisis karakteristik coolant terhadap efektivitas sistem pendinginan radiator kendaraan bermotor. *Jurnal Rekayasa Otomotif*, *9*(2), 66–74.

Rahmad Susilo. (2023). Pengaruh efektivitas radiator berdasarkan jenis coolant terhadap unjuk kerja mesin Toyota Kijang. *Jurnal Mesin dan Otomotif*, *13*(2), 88–96.

Rahman, M., Hidayat, T., & Putra, R. (2024). Pengaruh sistem pendinginan terhadap temperatur kerja dan performa mesin sepeda motor. *Jurnal Teknik Mesin*, *19*(1), 45–53.

Raja, I. (2021). Prinsip kerja sistem pendingin mesin sepeda motor. *Jurnal Teknik Otomotif*, *11*(1), 23–31.

Riko, A. (2021). *Sistem pendinginan mesin: Teori dan aplikasi*. Penerbit Teknika.

Siswando Lubis. (2023). Mekanisme perpindahan panas: Konduksi dan konveksi dalam sistem pendingin mesin. *Jurnal Energi dan Mesin*, *6*(1), 12–20.

Wahid, H. (2021). Studi pengaruh variasi perbandingan coolant-water terhadap efektivitas radiator. *Jurnal Teknologi Otomotif*, *7*(3), 45–53.