

Karakteristik Sistem Pendingin dengan Penambahan Bahan Additive (*Natrium Kromat, Ethylene Glycol, dan Aquades*) pada *Gasoline Engine 125 cc*

Kurnia Fuadin^{1*}, Achmad Fadhil Fatoni², Ilham Habiby², Suroto Munahar²

¹ Laboratorium Mesin Otomotif Diploma tiga, Universitas Muhaamadiyah Magelang.

² Program Studi Mesin Otomotif Diploma tiga, Universitas Muhaamadiyah Magelang.

*email: Kurnia_023@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.31603/rpcq9p09>

Abstract

The radiator is a critical component of a motorcycle engine cooling system, serving to maintain the engine's operating temperature within an optimal range. Ineffective cooling can lead to engine overheating and reduce the engine's service life. This study aims to analyze the effectiveness of a coolant enhanced with sodium chromate (Na_2CrO_4) as an additive in a mixture of ethylene glycol (EG) and distilled water for a Honda Vario 125 cc engine. The research employed an experimental method using Na_2CrO_4 concentrations of 0.3%, 0.5%, and 0.7%. Tests were conducted at various engine speeds to measure the radiator inlet and outlet temperatures and to evaluate the cooling effectiveness. The results indicate that the EG-distilled water mixture containing 0.7% Na_2CrO_4 achieved the highest cooling effectiveness, particularly at higher engine speeds. This improvement is attributed to enhanced thermal conductivity and superior corrosion inhibition, which help maintain a clean and efficient radiator heat transfer surface. Consequently, this coolant formulation was able to sustain the stability of the cooling system under elevated operating temperatures and high engine loads. However, this study did not investigate Na_2CrO_4 concentrations above 0.7% or assess the long-term effects on corrosion performance. Future research is recommended to explore higher additive concentrations and to comprehensively evaluate the long-term durability of the engine cooling system.

Keywords: *Radiator, Cooling Effectiveness, Additive, Engine.*

Abstrak

Radiator merupakan komponen penting pada sistem pendinginan mesin sepeda motor yang berfungsi menjaga suhu kerja mesin tetap optimal. Pendinginan yang kurang efektif dapat menyebabkan *overheating* dan memperpendek umur mesin. Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas cairan pendingin (*coolant*) dengan penambahan additive *natrium kromat* (Na_2CrO_4) dalam campuran *Ethylene Glycol* (EG) dan *aquades* pada mesin Honda Vario 125cc. Metode penelitian menggunakan eksperimen dengan variasi konsentrasi Na_2CrO_4 sebesar

0,3%, 0,5%, dan 0,7%. Pengujian dilakukan pada berbagai putaran mesin untuk mengukur suhu masuk dan keluar radiator serta menghitung efektivitas pendinginan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran EG dan *aquades* dengan penambahan Na_2CrO_4 sebesar 0,7% menghasilkan efektivitas pendinginan tertinggi, terutama pada putaran mesin tinggi. Peningkatan ini disebabkan oleh konduktivitas termal yang lebih baik serta kemampuan menghambat korosi, sehingga permukaan perpindahan panas radiator tetap bersih dan efisien. Kombinasi tersebut mampu menjaga stabilitas sistem pendinginan pada suhu dan beban mesin tinggi. Namun, penelitian ini belum menguji konsentrasi di atas 0,7% maupun efek jangka panjang terhadap korosi. Penelitian selanjutnya disarankan mengeksplorasi konsentrasi lebih tinggi dan mengkaji durabilitas sistem pendingin secara menyeluruh.

Kata Kunci: Radiator, efektivitas pendingin, *additive*, mesin.

1. Pendahuluan

Indonesia saat ini telah mengalami kemajuan pesat dalam bidang teknologi, terutama dalam industri otomotif. Disamping kemajuan, kebutuhan masyarakat untuk mengikuti kemajuan teknologi, tingkat penggunaan mobil dan sepeda motor di negara ini sangat tinggi (Badan Pusat Statistik (BPS), 2023). Sepeda motor *matic* menjadi salah satu jenis kendaraan yang paling diminati karena kemudahannya dalam pengoperasian. Sepeda motor *matic* kebanyakan menggunakan sistem pendingin berbasis cairan untuk menjaga suhu mesin tetap stabil dan menghindari *overheating*. Komponen utama dalam sistem pendingin ini meliputi radiator, pipa saluran, dan cairan pendingin. Namun, permasalahan utama dalam sistem pendingin air adalah risiko terjadi korosi. Korosi yang berlebih menyebabkan permasalahan pada sistem pendingin dan memicu *overheating* pada mesin (Suhadi, 2017).

Overheating pada mesin sepeda motor *matic* sering terjadi akibat sistem pendingin yang tidak berfungsi secara optimal (Fauzi, 2020). Meskipun sistem pendinginan berperan penting dalam menjaga suhu mesin, masih banyak pengguna kendaraan yang kurang memperhatikan kualitas cairan pendingin yang digunakan. Salah satu faktor utama penyebab *overheating* dalam sepeda motor *matic* adalah penggunaan air yang kurang berkualitas sebagai pendingin menyebabkan korosi (Muhammad Tayep, 2020). Cairan pendingin yang tidak sesuai dapat menghambat sirkulasi cairan dalam sistem pendinginan, sehingga panas tidak dapat dibuang dengan efektif, yang meningkatkan risiko kerusakan dan keausan komponen mesin (Alfon et al., 2020). Oleh karena itu, pemilihan cairan pendingin dengan formulasi yang tepat sangat penting untuk menjaga efisiensi sistem pendinginan dan memastikan mesin tetap bekerja pada suhu optimal. Hal ini sejalan dengan temuan dalam penelitian sebelumnya yang menyampaikan bahwa penggunaan *coolant* yang tepat dapat meningkatkan efektivitas pendinginan, mencegah *overheating*, dan menjaga kinerja mesin agar tetap optimal (Samuel, 2020).

Suhu mesin optimal perlu dijaga karena suhu ini merupakan aspek penting dalam sistem pendinginan yang sangat berpengaruh terhadap kinerja dan efisiensi mesin. Jika sistem pendingin tidak bekerja dengan baik, risiko kerusakan pada mesin akan meningkat (Abd et al., 2024). Radiator merupakan salah satu komponen utama dalam sistem pendinginan kendaraan bermotor. Komponen ini berperan dalam mengatur suhu mesin agar tetap stabil (Wahdani Agung & Elfiano, 2020). Radiator menggunakan *air coolant* sebagai cairan kerja yang berfungsi menyerap dan membuang panas dari

mesin ke udara bebas (Ismael et al., 2016). Panas akan selalu bergerak dari sumber panas yang tinggi ke area yang lebih dingin, dengan perbedaan suhu yang lebih besar akan meningkatkan transfer thermal. Apabila hal ini tidak mendapatkan pendinginan yang baik maka akan mempengaruhi kinerja mesin secara keseluruhan.

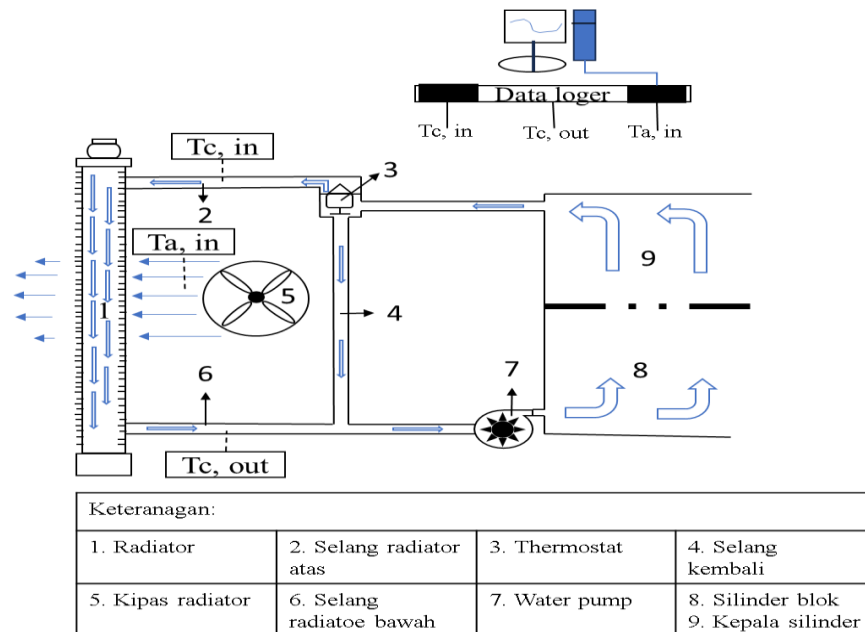
Masyarakat saat ini masih ada yang menggunakan air biasa sebagai cairan pendingin walaupun sebagian besar sudah menggunakan *air coolant*. Air biasa dapat digunakan pendingin radiator namun hanya dalam waktu yang pendek, jika penggunaan air biasa dalam jangka waktu panjang dapat menyebabkan terjadinya korosi dan karat pada radiator (Alfon et al., 2020). Selain itu proses pendinginan juga kurang maksimal, karena air biasa kurang baik dalam menghantarkan panas (Alfon et al., 2020). Hal ini juga akan menyebabkan mesin lebih cepat panas dan memperpendek usia mesin.

Pada sistem pendingin mesin yang menggunakan radiator, korosi sering kali menjadi masalah yang dapat mengurangi efisiensi dan umur sistem secara keseluruhan. Salah satu cara untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menambahkan bahan yang dapat mencegah terjadinya korosi, yaitu natrium kromat (Na_2CrO_4). Penelitian ini menggunakan *natrium kromat* sebagai inhibitor korosi, yang melindungi material radiator dari kerusakan akibat proses korosi. Studi yang dilakukan pada periode sebelumnya berhasil mengidentifikasi konsentrasi optimal *natrium kromat* yang dapat memberikan perlindungan maksimal terhadap material radiator dari proses korosi. Namun demikian dari penelitian sebelumnya belum mengamati sistem pendingin dari aspek karakteristik efisiensi perpindahan termal. Oleh sebab itu penelitian ini, mengusulkan Karakteristik Sistem Pendingin dengan Penambahan Bahan *Additive* (*Natrium Kromat*, *Ethylene Glycol*, dan *Aquades*) pada *Gasoline Engine* 125cc.

2. Metode

Untuk mengetahui performa fluida pendingin perlu sistem pendingin yang ditunjukkan pada Gambar 1. Sistem pendingin ini berfokus untuk eksperimen terhadap pengaruh variasi cairan pendingin radiator, terhadap efektivitas radiator pada putaran mesin yang bervariasi (rendah, sedang, tinggi). Pengujian dilakukan dengan mengukur suhu cairan pendingin yang masuk ke radiator, suhu cairan pendingin yang keluar dari radiator, suhu aliran udara masuk. Cairan pendingin yang digunakan dalam penelitian ini adalah *aquades* dan *water coolant*, dimana dari kedua cairan tersebut akan dimasukkan ke dalam radiator (1) secara bergantian, awal mula sirkulasi cairan pendingin dimulai dari *water pump* (7) yang terdapat pada mesin. Saat mesin bekerja maka *water pump* (7) juga akan ikut berputar, cairan pendingin yang terdapat pada radiator (1) akan terdorong melewati jalur-jalur yang terdapat didalam mesin. Ketika suhu mesin belum mencapai suhu ideal sekitar kurang lebih 80°C , maka *thermostat* (3) masih tetap tertutup sehingga cairan pendingin ini akan tetapi didalam jalur-jalur pendingin didalam mesin. Pada saat suhu mesin meningkat diatas 80°C *thermostat* (3) akan memulai membuka dan cairan pendingin akan melewati *thermostat* (3) menuju bagian atas radiator (1), suhu cairan yang panas akan dialirkan ke sirip-sirip dan kisi-kisi yang terdapat pada radiator (1) lalu dengan dibantu udara dari kipas radiator (5) sirip-sirip dan kisi-kisi akan diturunkan suhunya dan tentu saja dari hal ini akan mempengaruhi cairan pendingin yang terdapat pada bagian radiator, yang awalnya cairan dalam kondisi panas akan turun menjadi hangat. Lalu cairan pendingin akan masuk lagi ke *water pump* (7) untuk dialirkan kembali ke

saluran pendingin yang terdapat dalam mesin sehingga cairan pendingin ini akan menstabilkan suhu mesin untuk memastikan mesin bekerja pada suhu optimal dan efisien.



Gambar 1. Set-up penelitian.

Penting untuk menjadi perhatian bahwa metode harus ditulis dengan urutan yang sama di bagian hasil. Urutan menuliskan metode juga harus logis sesuai jenis penelitian yang dilakukan. Metode untuk satu jenis penelitian akan sangat berbeda dengan penelitian yang lain. Misalnya, penyajian metode penelitian survey yang datanya akan diolah dengan statistik sangat berbeda penyajiannya dengan metode penelitian uji laboratorium yang melibatkan banyak peralatan dan bahan. Bagian metode bisa dibuat dengan beberapa sub judul secara terpisah misalnya bahan, alat, dan prosedur pengambilan datanya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Data Hasil Pengujian

Pengujian efektivitas pendingin *radiator* dilakukan melalui beberapa tahapan pengujian yang tersusun secara sistematis, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahapan pengujian efektivitas pendingin *radiator*.

No.	Deskripsi	Keterangan	Putaran Mesin
1.	Pemanasan Awal (<i>Idle</i>)	0 – 5 menit	1000 rpm
2.	Stasioner	5 – 6 menit	1500 rpm
3.	RPM rendah	6 - 8 menit	3000 rpm
4.	RPM sedang	8 - 10 menit	5000 rpm
5.	RPM tinggi	10 - 12 menit	7000 rpm
6.	Pendinginan	12 - 15 menit	-

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik sistem pendingin pada mesin bensin 125cc menggunakan cairan pendingin dengan berbagai komposisi, yaitu *aquades* murni, campuran *aquades* + EG, serta kombinasi dengan penambahan natrium kromat (Na_2CrO_4) sebanyak 0,3%, 0,5%, dan 0,7%. Setiap pengujian dilakukan berdasarkan kondisi mesin: pemanasan, idle, rpm rendah, rpm sedang, rpm tinggi, dan saat pendinginan mesin mati. Parameter utama yang diukur meliputi suhu masuk dan keluar radiator (TC In dan TC Out), serta suhu udara (TA In dan TA Out). Efektivitas pendinginan juga dihitung berdasarkan parameter-parameter tersebut.

3.2 Analisis Efektivitas Pendingin Radiator

Untuk menentukan Efektivitas pendinginan dihitung menggunakan persamaan untuk metode pengujian dalam penelitian menggunakan lima metode, diantara :

1. Variasi satu : 100% *Aquades* (500 ml)
2. Variasi dua : *Aquades* + EG 150 ml + 0,3% Na_2CrO_4
3. Variasi tiga : *Aquades* + EG 150 ml + 0,5% Na_2CrO_4
4. Variasi empat : *Aquades* + EG 150 ml + 0,7% Na_2CrO_4
5. Variasi lima : *Aquades* + EG 150 ml (tanpa Na_2CrO_4)

Berikut adalah hasil perhitungan efektivitas berdasarkan masing-masing variasi cairan pendingin. Efektivitas pada pengujian variasi satu dengan 100% *aquades* (500 ml) hasilnya terlihat pada [Tabel 2](#). Variasi satu ini dilakukan dengan total pengujian 15 menit yaitu: *Idle* (5 menit) yang menghasilkan efektivitas 24%, *stasioner* (1 menit) yg menghasilkan efektivitas 26%, putaran rendah (2 menit) yang menghasilkan efektivitas 29%, putaran sedang (2 menit) yg menghasilkan efektivitas 32%, putaran tinggi (2 menit) yg menghasilkan efektivitas 35%, dan pendinginan (3 menit) yg menghasilkan efektivitas 24%.

[Tabel 2](#). Variasi satu: 100% *aquades* (500 ml).

Kondisi Mesin	TC In (°C)	TC Out (°C)	TA In (°C)	Efektivitas (%)
Pemanasan Awal (<i>Idle</i>)	67	58	30	24
Stasioner	70	60	31	26
RPM Rendah	78	65	33	29
RPM Sedang	84	68	34	32
RPM Tinggi	90	71	35	35
Pendinginan	72	62	31	24

Efektivitas pada pengujian variasi dua dengan *Aquades* + EG 150 ml + 0,3% Na_2CrO_4 hasilnya terlihat pada [Tabel 3](#). Variasi dua ini dilakukan dengan total pengujian 15 menit yaitu: *Idle* (5 menit) yg menghasilkan efektivitas 26%, *stasioner* (1 menit) yg menghasilkan efektivitas 25%, putaran rendah (2 menit) yg menghasilkan efektivitas 29%, putaran sedang (2 menit) yg menghasilkan efektivitas 30%

putaran tinggi (2 menit) yg menghasilkan efektivitas 33%, dan pendinginan (3 menit) yg menghasilkan efektivitas 25%.

Tabel 3. Variasi dua: *Aquades* + EG 150 ml + 0,3% Na₂CrO₄.

Kondisi Mesin	TC In (°C)	TC Out (°C)	TA In (°C)	Efektivitas (%)
Pemanasan Awal (<i>Idle</i>)	65	56	30	26
Stasioner	67	58	31	25
RPM Rendah	74	62	32	29
RPM Sedang	79	65	33	30
RPM Tinggi	84	68	35	33
Pendinginan	70	60	30	25

Efektivitas pada pengujian variasi tiga dengan *Aquades* + EG 150 ml + 0,5% Na₂CrO₄ hasilnya terlihat pada **Tabel 4**. Variasi tiga ini dilakukan dengan total pengujian 15 menit yaitu: *Idle* (5 menit) yg menghasilkan efektivitas 26%, *stasioner* (1 menit) yg menghasilkan efektivitas 26%, putaran rendah (2 menit) yg menghasilkan efektivitas 30%, putaran sedang (2 menit) yg menghasilkan efektivitas 30%, putaran tinggi (2 menit) yg menghasilkan efektivitas 32%, dan pendinginan (3 menit) yg menghasilkan efektivitas 32%.

Tabel 4. Variasi tiga: *Aquades* + EG 150 ml + 0,5% Na₂CrO₄

Kondisi Mesin	TC In (°C)	TC Out (°C)	TA In (°C)	Efektivitas (%)
Pemanasan Awal (<i>Idle</i>)	64	55	30	26
Stasioner	66	57	31	26
RPM Rendah	72	60	32	30
RPM Sedang	76	63	33	30
RPM Tinggi	81	66	34	32
Pendinginan	68	56	30	32

Efektivitas pada pengujian variasi empat dengan *Aquades* + EG 150 ml + 0,7% Na₂CrO₄ hasilnya terlihat pada **Tabel 5**. Variasi empat ini dilakukan dengan total pengujian 15 menit yaitu: *idle* (5 menit) yg menghasilkan efektivitas 27%, *stasioner* (1 menit) yg menghasilkan efektivitas 26%, putaran rendah (2 menit) yg menghasilkan efektivitas 29%, putaran sedang (2 menit) yg menghasilkan efektivitas 39%, putaran tinggi (2 menit) yg menghasilkan efektivitas 31%, dan pendinginan (3 menit) yg menghasilkan efektivitas 28%

Tabel 5. Variasi empat: *Aquades* + EG 150 ml + 0,7% Na₂CrO₄

Kondisi Mesin	TC In (°C)	TC Out (°C)	TA In (°C)	Efektivitas (%)
Pemanasan Awal (<i>Idle</i>)	63	54	30	27
Stasioner	65	56	31	26
RPM Rendah	70	59	32	29
RPM Sedang	74	62	33	29
RPM Tinggi	79	65	34	31
Pendinginan	66	56	30	28

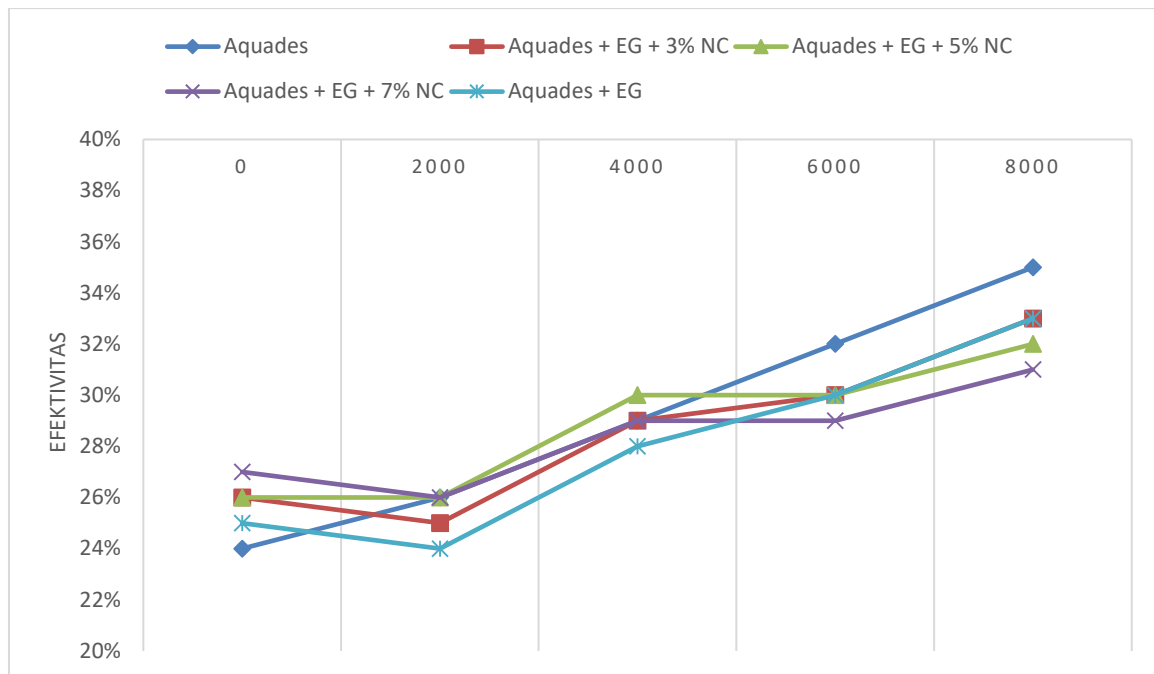
Efektivitas pada pengujian variasi lima dengan *Aquades* + EG 150 ml (tanpa Na₂CrO₄) hasilnya terlihat pada Tabel 6. Variasi ini dilakukan dengan total pengujian 15 menit yaitu: *Idle* (5 menit) yg menghasilkan efektivitas 25%, *stasioner* (1 menit) yg menghasilkan efektivitas 24%, putaran rendah (2 menit) yg menghasilkan efektivitas 28%, putaran sedang (2 menit) yg menghasilkan efektivitas 30%, putaran tinggi (2 menit) yg menghasilkan efektivitas 33%, dan pendinginan (3 menit) yg menghasilkan efektivitas 23%

Tabel 6. Variasi lima: *Aquades* + EG 150 ml (tanpa Na₂CrO₄).

Kondisi Mesin	TC In (°C)	TC Out (°C)	TA In (°C)	Efektivitas (%)
Pemanasan Awal (<i>Idle</i>)	66	57	30	25
Stasioner	68	59	31	24
RPM Rendah	75	63	32	28
RPM Sedang	80	66	33	30
RPM Tinggi	86	69	35	33
Pendinginan	70	61	30	23

3.3 Grafik Efektivitas

Efektivitas pendinginan masing-masing variasi coolant menunjukkan bahwa variasi lima (*Aquades* + EG) memiliki nilai efektivitas tertinggi secara konsisten pada hampir semua kondisi mesin. Hal ini disebabkan oleh sifat termal EG yang mampu meningkatkan titik didih larutan dan menjaga kestabilan suhu saat mesin bekerja pada RPM tinggi atau dalam waktu lama. Campuran ini juga memiliki kapasitas menyerap dan mentransfer panas yang baik karena *aquades* memiliki kapasitas panas spesifik tinggi, sementara EG berfungsi sebagai penstabil suhu dan pelindung sistem terhadap korosi serta penguapan berlebih. Kombinasi ini membuat suhu mesin tetap berada dalam batas optimal, meskipun mesin bekerja pada beban tinggi. Hasil perbandingan efektivitas pendingin radiator terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik efektivitas semua variasi.

3.4 Pembahasan

Berdasarkan data dan perhitungan efektivitas pendinginan pada variasi satu yaitu menggunakan 100% *aquades* (500ml) kami menemukan bahwa pada kondisi RPM tinggi efektivitas mencapai 35%. Pada pendinginan berada pada 24%. Menggunakan *aquades* murni sebagai cairan pendingin tidak efektif dan tidak disarankan. Hal ini dikarenakan air murni tidak memiliki sifat anti korosi, anti beku, dan kemampuan menyerap panas yang dimiliki oleh air radiator atau *coolant* yang diformulasikan khusus. Penggunaan *aquades* beresiko menyebabkan kerak, karat, serta kerusakan pada komponen sistem pendingin. Hal tersebut dapat mengakibatkan mesin *overheat* dan dapat mengalami kerusakan.

Pada variasi 2, 3 dan 4 dengan menggunakan campuran *aquades* + EG + natrium kromat, diketahui bahwa pada RPM tinggi efektivitas tertinggi ketika menggunakan campuran *aquades* + EG + 7% natrium kromat. Penambahan natrium kromat berfungsi sebagai inhibitor korosi yang melindungi komponen sistem pendingin. Penambahan natrium kromat terbukti meningkatkan efisiensi perpindahan panas. Hal ini disebabkan oleh Penambahan Na_2CrO_4 sebesar 0,7% pada campuran *ethylene glycol* (EG) dan *aquades* terbukti memberikan efektivitas pendinginan yang optimal sekaligus menjaga stabilitas sistem, terutama saat mesin beroperasi pada RPM tinggi. Keunggulan ini berasal dari peran ion kromat yang termasuk kategori *inhibitor passivating*, yaitu zat yang mampu membentuk lapisan pelindung pada permukaan logam. Menurut (Orozco, Velasco and Cortés, 2011), kromat dan ion sejenis dapat membentuk lapisan pasif yang stabil secara termal, menjaga kestabilan pH cairan pendingin, serta menurunkan laju korosi, khususnya pada kondisi suhu tinggi dan aliran fluida yang cepat.

Tidak hanya memberikan perlindungan korosi, penambahan Na_2CrO_4 dalam konsentrasi tersebut juga mampu meningkatkan konduktivitas termal larutan tanpa menimbulkan kenaikan viskositas yang berarti. Kondisi ini membuat aliran *coolant* tetap lancar sekaligus mempercepat proses perpindahan panas dari mesin menuju udara. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Le Bideau, Viau and Vioux,

2019), yang menjelaskan bahwa penambahan elektrolit pada konsentrasi optimum dapat mempercepat pelepasan panas dari mesin, sehingga efektivitas radiator tetap tinggi bahkan saat mesin bekerja pada beban panas yang berat.

Dari sisi stabilitas kimia, penambahan Na_2CrO_4 sebesar 0,7% juga memberikan ketahanan yang sangat baik terhadap perubahan suhu tinggi selama operasi mesin. Stabilitas ini berperan penting dalam mencegah degradasi inhibitor maupun reaksi kimia yang dapat menurunkan kinerja pendinginan. Hal ini didukung oleh temuan sebelumnya yang melaporkan bahwa kombinasi EG dengan inhibitor korosi berbasis ion kromat mampu mempertahankan sifat termofisik cairan pendingin pada suhu tinggi, sehingga kinerja radiator tetap optimal dan penurunan performa dapat dicegah.

Kombinasi ini juga menunjukkan efek sinergis, dimana EG berperan meningkatkan titik didih cairan, sementara Na_2CrO_4 melindungi permukaan logam dari korosi. Kedua efek ini saling melengkapi dan membuat sistem pendingin bekerja lebih efisien. Sejalan dengan penjelasan sebelumnya tentang peningkatan titik didih yang diiringi dengan pengendalian korosi pada permukaan perpindahan panas dapat secara signifikan meningkatkan efektivitas *heat exchanger*, terutama ketika mesin berada pada kondisi beban panas yang tinggi.

Berdasarkan data dan perhitungan efektivitas pendinginan, variasi dengan pencampuran *aquades* + *ethylene glycol* (variasi 5) menunjukkan kinerja terbaik dibandingkan variasi lainnya. Pada variasi 5 menunjukkan bahwa efektivitas pada kondisi RPM tinggi mencapai 31%, sedangkan pada pendinginan tetap berada di atas 28% yang menunjukkan kestabilan performa. Berdasarkan hasil percobaan tersebut, maka dapat diketahui bahwa penggunaan campuran *aquades* dan EG paling efektif dalam pendinginan pada RPM tinggi. Hal ini disebabkan oleh sifat termal EG yang mampu meningkatkan titik didih cairan pendingin serta menurunkan titik beku, sehingga sistem pendinginan tetap stabil meskipun mesin berada pada kondisi kerja berat. Selain itu, EG memiliki kapasitas panas yang cukup tinggi, sehingga mampu menyerap dan menghantarkan panas lebih baik dibandingkan dengan *aquades* murni. Kombinasi ini juga mengurangi risiko penguapan berlebihan atau overheat saat mesin beroperasi dalam jangka waktu lama pada kecepatan tinggi. Oleh karena itu, campuran *aquades* + EG menjadi pilihan yang efisien untuk menjaga temperatur mesin tetap optimal dalam kondisi ekstrem. Efektivitas ini berkaitan erat dengan sifat fisik dan kimia dari *ethylene glycol* yang ketika dicampur dengan *aquades*, mampu meningkatkan performa sistem pendingin secara keseluruhan. Pada putaran mesin yang tinggi, suhu kerja meningkat secara signifikan akibat gesekan dan pembakaran yang lebih intensif. Dalam kondisi seperti ini, kemampuan cairan pendingin untuk menyerap dan mentransfer panas dengan cepat menjadi sangat penting. *Aquades* (air suling) memiliki kapasitas panas spesifik yang tinggi, yang berarti dapat menyerap banyak panas sebelum mengalami peningkatan suhu. Namun, kelemahan utama *aquades* adalah titik didihnya yang relatif rendah (100°C), sehingga pada suhu tinggi dan tekanan sistem yang tinggi, *aquades* murni lebih mudah menguap atau bahkan mendidih.

Beberapa alasan yang dapat menjelaskan bahwa campuran antara *aquades* + EG paling efektif dalam pendinginan antara lain; etilen glikol meningkatkan titik didih air, mencegah penguapan dan overheating serta dapat menurunkan titik beku. Etilen glikol akan membuat titik didih cairan pendingin menjadi lebih tinggi dari 100° , sehingga tidak mudah menguap dan dapat menjaga suhu mesin tetap

stabil. Selain itu, Etilen Glikol juga berfungsi untuk menurunkan titik beku cairan yang dapat mencegah air membeku dan merusak komponen mesin.

Meskipun demikian, hasil pengujian menunjukkan adanya perbedaan perilaku pada berbagai tingkat putaran mesin. Pada RPM rendah, efektivitas pendinginan cenderung lebih tinggi pada campuran yang mengandung natrium kromat. Pada RPM tinggi, kinerja pendinginan justru sedikit menurun dibandingkan coolant tanpa natrium kromat. Penurunan ini diduga akibat peningkatan viskositas larutan yang menghambat kelancaran aliran pendingin pada kecepatan aliran tinggi, sehingga perpindahan panas menjadi kurang optimal.

4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian efektivitas pendingin radiator dapat disimpulkan bahwa:

1. *Aquades* murni terbukti efektif dalam proses pendinginan mesin, terutama karena kemampuannya menyerap panas dengan baik.
2. *Aquades* dan EG menunjukkan efektivitas pendinginan paling tinggi dalam percobaan ini dengan nilai efektivitas sebesar 33%.
3. Penambahan Na_2CrO_4 dengan konsentrasi 0,7% memberikan efektivitas tertinggi hingga 35% serta paling efektif untuk penggunaan jangka panjang.
4. Campuran *aquades* + EG direkomendasikan untuk performa pendinginan optimal.

5. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih diucapkan kepada Laboratorium Program Studi Mesin Otomotif dan LPPM Univeritas Muhammadiyah Magelang yang telah mendukung penelitian ini.

Referensi

- Abd, M., Zulfadli, T., Yusuf, M., Kamarullah, Mulkan, A., Safrizal, Azmal, & Zulfan. (2024). Analisis Perubahan Suhu pada Sistem Pendingin Radiator Mesin Toyota Corolla. *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi Dan Teknologi Universitas Teuku Umar*, 10(2), 486–493.
- Alfon, S., Hastuti, K., & Elfiano, E. (2020). *Pengaruh Coolant Terhadap Efektivitas Pendinginan dan Laju Korosi Material Kuningan*. Universitas Islam Riau.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2023). Statistik Indonesia 2023 (Tidak ada, Trans.). *Statistik Indonesia 2023*. <https://www.bps.go.id/id/publication/2023/02/28/18018f9896f09f03580a614b/statistik-indonesia-2023.html>
- Fauzi, A. F. ; N. I. M. ; M. E. K. (2020). Pengaruh Penggunaan Variasi Cairan Pendingin. *Jurnal Teknik Otomotif: Kajian Keilmuan dan Pengajaran*, 4(1), 53–58. https://www.researchgate.net/publication/359554108_Pengaruh_Penggunaan_Variasi_Cairan_Pendingin_Terhadap_Temperatur_Mesin_Sepeda_Motor_Matic_125cc

- Hariyanto, A., & Arbain, M. (2022). Pengaruh Penggunaan Jenis Coolant Standard dan Coolant Prestone pada Sistem Pendingin terhadap Temperature Engine Toyota Innova Diesel 2.4 G A/T. *MeKaniK: Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Mesin*, 15(2), 62–67.
- Ismael, T., Yun, S. B., & Ulugbek, F. (2016). Radiator Heat Dissipation Performance. *Journal of Electronics Cooling and Thermal Control*, 06(02), 88–96. <https://doi.org/10.4236/jectc.2016.62008>
- Maksum, H., Sugiarto, T., & Saragih, N. L. H. (2017a). Pengaruh Variasi Cairan Pendingin (Coolant) terhadap Efektivitas Radiator pada Engine Diesel. *Automotive Engineering Education Journals*
- Maksum, H., Sugiarto, T., & Saragih, N. L. H. (2017b). *Pengaruh Variasi Cairan Pendingin (Coolant) terhadap Efektivitas Radiator pada Engine Diesel*. <https://media.neliti.com/media/publications/377887-pengaruh-variasi-cairan-pendingin-coolan-c4129ecf.pdf>
- Muhammad Tayep, E. (2020). *Pengaruh Efektifitas Radiator Berdasarkan Jenis Coolant Terhadap Unjuk Kerja Mesin Diesel 2775cc*. <https://repository.uir.ac.id/9014/1/153310587.pdf>
- Prasetyo, A., & Surono, A. (2021). Studi Eksperimental Pergerakan Temperatur Radiator Terhadap Putaran Mesin (RPM) dengan Kecepatan Kipas Constant. *Creative Research in Engineering (CERIE)*, 1(1), 33–39. <https://doi.org/10.30595/erie.v1i1.9478>
- Suhadi, A. (2017). Analisis Kerusakan Radiator Sepeda Motor 150cc. *Majalah Ilmiah Pengkajian Industri*, 11(3), 157–164. <https://ejournal.brin.go.id/MIPI/article/download/1541/922/4968>
- Tandilittin, H., Merpatih, & Akbar, C. (2022). Pengaruh Penggunaan Coolant Merek Top 1, Prestone dan Percampuran Keduanya terhadap Temperatur Engine. *Mekanik: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 15(1), 21–28.
- Wahdani Agung, & Elfiano, E. (2020). Pengaruh Water Coolant Terhadap Efektivitas Radiator Mesin Diesel Pada Jenis Isuzu Panther. In *Skripsi Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau Pekanbaru*. Universitas Islam Riau.
-