



Analysis of the Effect of the Cooling System Modification on the Engine Performance of the Wuling Confero

Ullul Khairi¹, Risal Abu², Mukhnizar³

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Dan Perancangan Universitas Ekasakti

Co.Respondensi: krostershoter7@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to analyze the effect of cooling system modification on the engine performance of the Wuling Confero vehicle. The main focus of this research is to evaluate the impact of thermostat removal and the use of plain water as a substitute for radiator coolant on engine operating temperature, engine speed (RPM), and fuel consumption. The research method used was a quantitative experimental approach, with direct testing using a *Vehicle Diagnostic System (VDS)* to obtain real-time data on operating temperature, RPM, and fuel consumption. The tests were conducted under three different conditions: the factory-standard cooling system (using a thermostat and coolant), the system without a thermostat, and the system using plain water. The results show that the factory-standard cooling system produced the most stable engine performance, with an optimal operating temperature of 80–92°C, stable RPM at around 750 ± 5 , and the lowest fuel consumption of 3.8 ml/min. In contrast, the removal of the thermostat resulted in high temperature fluctuations ($\pm 6-8^\circ\text{C}$), unstable engine speed reaching up to 825 RPM, and the highest fuel consumption at 5.2 ml/min. Meanwhile, the use of plain water showed no statistically significant difference but caused moderate temperature fluctuations ($\pm 4.3^\circ\text{C}$) and a higher risk of long-term corrosion. The Wilcoxon statistical test indicated significant differences between the standard and thermostat-removed systems ($Z = -2.81$; $p < 0.05$), as well as between the thermostat-removed and plain-water systems ($Z = -2.14$; $p < 0.05$). Cooling system modification particularly by removing the thermostat has a negative impact on temperature stability and engine thermal efficiency. The factory-standard cooling system remains the most efficient configuration and is strongly recommended to maintain optimal performance, fuel efficiency, and engine durability.

Keywords: cooling system, thermostat, plain water, engine temperature, RPM, fuel consumption, Wuling Confero.

PENDAHULUAN

Performa mesin merupakan faktor utama yang menentukan efisiensi dan daya guna kendaraan bermotor. Salah satu sistem vital yang berperan besar dalam menjaga kinerja mesin agar tetap optimal adalah sistem pendingin. Sistem pendingin berfungsi mengontrol suhu operasional mesin agar tidak terjadi overheating yang dapat menyebabkan kerusakan pada komponen mesin serta menurunkan efisiensi pembakaran (Daryanto, 2024: 17). Menurut Haris dkk. (2022: 22), sistem pendingin juga berperan penting dalam mempertahankan kestabilan suhu mesin pada rentang ideal, sehingga proses pembakaran dapat berlangsung sempurna dan konsumsi bahan bakar menjadi lebih efisien. Dengan demikian, keberadaan sistem pendingin yang bekerja dengan baik merupakan elemen kunci dalam menjaga umur mesin dan performa kendaraan secara keseluruhan.

Seiring penggunaan kendaraan yang semakin intensif, komponen sistem pendingin sering mengalami penurunan kinerja akibat faktor usia, korosi, atau kebocoran. Kondisi ini memicu munculnya berbagai bentuk modifikasi pada sistem pendingin yang dilakukan oleh pengguna kendaraan, dengan alasan efisiensi waktu dan biaya perawatan (Himawan, 2021: 28). Salah satu bentuk modifikasi yang umum dilakukan adalah penghapusan thermostat dari sistem pendingin dan penggantian cairan pendingin (radiator coolant) dengan air biasa. Modifikasi ini dipandang sebagai solusi praktis untuk mengatasi masalah suhu tinggi atau biaya perawatan yang mahal, namun sering kali dilakukan tanpa memperhitungkan konsekuensi teknis terhadap kinerja mesin (Pambudi dkk., 2022: 33).

Fenomena modifikasi tersebut menimbulkan kekhawatiran karena dapat memengaruhi stabilitas suhu mesin. Thermostat memiliki peran penting dalam menjaga aliran cairan pendingin sesuai kebutuhan suhu operasional. Ketika thermostat dihapus, sirkulasi cairan pendingin menjadi tidak teratur, menyebabkan mesin bekerja pada suhu yang tidak stabil. Kondisi ini dapat menurunkan efisiensi pembakaran, meningkatkan konsumsi bahan bakar, serta mempercepat keausan komponen mesin (Abd. Miswar, 2023: 41). Selain itu, penggunaan air biasa sebagai pengganti coolant berpotensi menimbulkan korosi dan kerak pada sistem pendingin, yang dalam jangka panjang dapat merusak radiator dan blok mesin. Dari sisi efisiensi bahan bakar, modifikasi sistem pendingin berdampak langsung pada proses pembakaran. Suhu mesin yang terlalu rendah (*underheating*) menyebabkan pembakaran tidak sempurna, sedangkan suhu terlalu tinggi (*overheating*) dapat mengakibatkan knocking dan peningkatan konsumsi bahan bakar (Tung & Chen, 2020: 56). Hal ini menunjukkan bahwa perubahan kecil dalam sistem pendinginan dapat menimbulkan efek berantai pada performa mesin, termasuk penurunan tenaga, peningkatan konsumsi bahan bakar, dan potensi emisi gas buang yang lebih besar. Oleh karena itu, setiap modifikasi pada sistem pendingin harus melalui kajian ilmiah dan pengujian eksperimental yang akurat untuk memastikan dampaknya terhadap performa mesin secara menyeluruh.

Selain persoalan efisiensi dan suhu kerja mesin, stabilitas performa juga menjadi isu penting yang perlu diperhatikan. Mesin yang bekerja dengan suhu tidak stabil cenderung mengalami fluktuasi RPM dan peningkatan konsumsi bahan bakar selama beroperasi dalam kondisi idle (*stasioner*). Menurut Le Yu dkk. (2022: 64), kestabilan sistem pendingin memiliki korelasi langsung dengan konsistensi performa mesin dan efisiensi termal kendaraan. Ketika suhu mesin terkontrol dengan baik, sistem pelumasan, pembakaran, dan transmisi daya dapat berjalan optimal. Sebaliknya, ketidakteraturan suhu akibat modifikasi yang tidak tepat dapat mengganggu keseimbangan termal dan menurunkan efisiensi keseluruhan sistem mesin.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh modifikasi sistem pendingin terhadap performa mesin mobil Wuling Confero, dengan fokus pada dua bentuk modifikasi utama, yaitu penghapusan thermostat dan penggunaan air biasa sebagai pengganti radiator coolant. Penelitian ini dilakukan melalui metode eksperimental menggunakan *Vehicle Diagnostic System* (VDS) untuk mengamati parameter suhu mesin, putaran mesin (RPM), dan konsumsi bahan bakar secara real-time. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan pemahaman empiris tentang dampak modifikasi sistem pendingin terhadap performa mesin, sekaligus menjadi referensi bagi pengguna kendaraan dan pihak industri dalam mempertimbangkan efektivitas serta risiko teknis modifikasi sistem pendingin (Ullul Khairi, 2024: 3).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental kuantitatif, yang bertujuan untuk menguji hubungan sebab-akibat antara variabel bebas dan variabel terikat melalui



pengamatan langsung di lapangan. Menurut Sugiyono (2021: 12), penelitian eksperimental merupakan metode ilmiah yang sistematis untuk menentukan pengaruh perlakuan tertentu terhadap objek penelitian dengan cara mengendalikan variabel-variabel luar yang dapat memengaruhi hasil. Pendekatan kuantitatif dipilih karena memungkinkan peneliti mengukur perubahan performa mesin secara objektif berdasarkan data numerik yang diperoleh dari hasil pengujian. Melalui metode ini, keandalan dan validitas hasil dapat dipertanggungjawabkan secara statistik.

Objek penelitian dalam studi ini adalah mobil Wuling Confero, yang dijadikan sampel uji untuk melihat dampak modifikasi sistem pendingin terhadap performa mesin. Pemilihan Wuling Confero didasarkan pada ketersediaan unit dengan kondisi standar pabrik serta sistem pendingin yang masih berfungsi baik, sehingga layak dijadikan acuan untuk eksperimen. Penelitian ini dilakukan di Workshop Department After Sales Service PT. Maju Global Motor (Wuling Padang), karena fasilitas tersebut memiliki peralatan diagnostik lengkap untuk mendukung pengujian performa mesin secara akurat (Khairi, 2024: 45).

Pengujian dilakukan dalam tiga kondisi sistem pendingin yang berbeda, yaitu: (1) kondisi standar pabrik, dengan sistem pendingin lengkap menggunakan thermostat dan radiator coolant; (2) kondisi tanpa thermostat, di mana komponen thermostat dilepas untuk melihat dampak aliran cairan pendingin yang tidak terkontrol; dan (3) kondisi dengan air biasa, yakni mengganti coolant dengan air biasa untuk menilai perbedaan performa termal dan efisiensi mesin (Pambudi dkk., 2022: 33). Ketiga kondisi diuji dengan prosedur yang sama menggunakan Vehicle Diagnostic System (VDS) untuk merekam data suhu operasional mesin, putaran mesin (RPM), serta konsumsi bahan bakar dalam keadaan idle. Selain VDS, digunakan pula thermogun untuk memantau suhu lingkungan dan alat ukur bahan bakar untuk mencatat tingkat konsumsi bensin pada setiap tahap pengujian.

Data yang diperoleh dianalisis dengan dua pendekatan statistik, yaitu statistik deskriptif dan statistik inferensial. Statistik deskriptif digunakan untuk menggambarkan kecenderungan data seperti rata-rata, simpangan baku, nilai maksimum, dan minimum dari setiap variabel (Riduwan, 2020: 47). Sementara itu, statistik inferensial digunakan untuk menguji signifikansi perbedaan antar kondisi pengujian. Karena data tidak berdistribusi normal, maka digunakan uji non-parametrik Wilcoxon untuk menentukan perbedaan performa mesin antar tiga kondisi modifikasi sistem pendingin (Ghozali, 2019: 78). Hasil analisis ini menjadi dasar dalam penarikan kesimpulan mengenai pengaruh modifikasi sistem pendingin terhadap suhu operasional mesin, RPM, dan konsumsi bahan bakar pada mobil Wuling Confero.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Tiga Kondisi Sistem Pendingin

Pengujian dilakukan terhadap tiga kondisi sistem pendingin pada mesin mobil Wuling Confero, yaitu kondisi standar pabrik, kondisi tanpa thermostat, dan kondisi menggunakan air biasa sebagai pengganti radiator coolant. Pengujian dilakukan dalam keadaan mesin idle untuk memastikan kestabilan parameter dan meminimalkan pengaruh eksternal seperti kondisi jalan atau beban tambahan. Parameter utama yang diamati meliputi suhu operasional mesin ($^{\circ}\text{C}$), putaran mesin atau RPM (revolutions per minute), serta konsumsi bahan bakar dalam satuan mililiter per menit (ml/menit). Data diambil secara real-time menggunakan *Vehicle Diagnostic System (VDS)* dan dibandingkan antar kondisi untuk menentukan perubahan performa akibat modifikasi sistem pendinginan (Khairi, 2024: 61).

Kondisi 1 – Sistem Standar Pabrik



Pada sistem standar pabrik, kendaraan diuji menggunakan thermostat dan radiator coolant sesuai spesifikasi bawaan pabrikan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin mencapai suhu kerja optimal dalam rentang 80–92°C, sesuai standar efisiensi termal yang direkomendasikan oleh Wuling Motors (Tung & Chen, 2020: 56). Putaran mesin berada pada kisaran 750 ± 5 RPM, menunjukkan kestabilan kerja mesin dalam kondisi idle. Konsumsi bahan bakar rata-rata tercatat paling rendah dibanding kondisi lainnya, yaitu sekitar 3,8 ml/menit, menandakan efisiensi pembakaran yang baik. Grafik hasil pengujian memperlihatkan kurva suhu yang stabil dan tidak menunjukkan fluktuasi signifikan selama periode pengamatan. Hal ini membuktikan bahwa keberadaan thermostat berfungsi efektif dalam menjaga sirkulasi cairan pendingin sesuai kebutuhan suhu mesin. Sistem pendingin pabrikan juga mampu mempertahankan keseimbangan panas antara blok mesin dan radiator, sehingga menghasilkan performa yang efisien dan stabil (Haris dkk., 2022: 23).

Kondisi 2 – Sistem Tanpa Thermostat

Pada kondisi kedua, thermostat dihapus dari sistem pendingin untuk melihat pengaruhnya terhadap kestabilan suhu dan efisiensi mesin. Berdasarkan hasil pengujian, waktu yang dibutuhkan mesin untuk mencapai suhu kerja optimal menjadi lebih lama dibanding kondisi standar. Meskipun suhu akhir tetap berada di kisaran 80–94°C, namun fluktuasi suhu meningkat tajam hingga ± 6 –8°C dari suhu ideal. Hal ini menunjukkan bahwa aliran cairan pendingin menjadi tidak teratur akibat hilangnya kontrol pembukaan katup thermostat. Perubahan ini berdampak pada peningkatan RPM yang cenderung tidak stabil, dengan kisaran mencapai 800–850 RPM, yang menandakan mesin bekerja lebih keras untuk mempertahankan putaran. Selain itu, konsumsi bahan bakar meningkat signifikan hingga 5,2 ml/menit, menunjukkan efisiensi pembakaran yang menurun (Pambudi dkk., 2022: 33). Fenomena tersebut sejalan dengan prinsip termodinamika di mana fluktuasi suhu yang tinggi mengurangi efisiensi konversi energi panas menjadi kerja mekanik. Dengan demikian, penghapusan thermostat terbukti berdampak negatif terhadap kestabilan performa dan efisiensi mesin (Abd. Miswar, 2023: 41).

Kondisi 3 – Sistem Menggunakan Air Biasa

Pada kondisi ketiga, radiator coolant diganti dengan **air biasa** untuk menganalisis perbedaan performa pendinginan terhadap efisiensi mesin. Hasil pengujian menunjukkan bahwa suhu kerja mesin tetap berada dalam rentang aman, yaitu 80–94°C, namun dengan tingkat fluktuasi suhu yang lebih tinggi dibanding kondisi standar. Hal ini disebabkan oleh kapasitas panas jenis air biasa yang lebih kecil daripada etilen glikol pada coolant, sehingga kemampuan air dalam menyerap dan menahan panas lebih rendah (Himawan, 2021: 29). Mesin menunjukkan RPM yang relatif stabil di kisaran 770–780 RPM, namun terdapat peningkatan kecil pada konsumsi bahan bakar, yaitu sekitar 4,2 ml/menit. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun performa tidak berbeda signifikan secara statistik, penggunaan air biasa menimbulkan penurunan efisiensi pendinginan dan risiko korosi jangka panjang akibat kandungan mineral dan oksigen terlarut dalam air. Hal ini sejalan dengan pernyataan Daryanto (2024: 17) bahwa penggunaan coolant dengan aditif anti-karat dan anti-busa diperlukan untuk menjaga integritas sistem pendinginan dalam jangka panjang.

Secara umum, hasil pengujian pada tiga kondisi sistem pendingin menunjukkan bahwa sistem standar pabrik memberikan performa paling stabil dan efisien, baik dari segi suhu mesin, RPM, maupun konsumsi bahan bakar. Penghapusan thermostat terbukti meningkatkan fluktuasi suhu dan konsumsi bahan bakar secara signifikan, sedangkan penggunaan air biasa memberikan pengaruh yang lebih ringan tetapi tetap menurunkan kestabilan termal mesin. Hasil ini memperkuat pentingnya menjaga keaslian sistem

pendingin sesuai rancangan pabrikan demi mempertahankan efisiensi termal dan keandalan mesin kendaraan.

2. Analisis Statistik (Uji Wilcoxon)

Analisis statistik digunakan untuk menguji secara kuantitatif apakah terdapat perbedaan signifikan antara tiga kondisi sistem pendingin mesin Wuling Confero, yaitu sistem standar pabrik, sistem tanpa thermostat, dan sistem dengan air biasa. Karena data hasil pengujian (RPM, suhu mesin, dan konsumsi bahan bakar) tidak berdistribusi normal, maka metode yang digunakan adalah uji non-parametrik Wilcoxon Signed Rank Test. Uji Wilcoxon sesuai digunakan untuk membandingkan dua kelompok data berpasangan yang berasal dari satu objek pengujian dengan kondisi berbeda (Ghozali, 2019: 78).

a. Langkah Analisis Statistik

Langkah pertama adalah mengurutkan selisih data hasil pengujian antar kondisi, kemudian memberi tanda positif (+) atau negatif (-) sesuai arah perubahan data. Setelah itu dilakukan perankingan terhadap nilai absolut selisih data. Jumlah dari ranking bertanda positif disebut T^+ , sedangkan jumlah ranking bertanda negatif disebut T^- . Nilai statistik uji T adalah yang terkecil dari kedua nilai tersebut. Nilai Z kemudian dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Z = \frac{T - \frac{n(n+1)}{4}}{\sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}}}$$

dengan keterangan:

- Z = nilai statistik uji,
- T = jumlah ranking terkecil,
- n = jumlah sampel pengujian.

Hasil nilai Z kemudian dibandingkan dengan Z tabel pada tingkat signifikansi $\alpha=0,05$ (dua sisi), yaitu $\pm 1,96$. Jika nilai $|Z| > 1,96$, maka terdapat perbedaan signifikan antara dua kondisi pengujian (Sugiyono, 2021: 112).

b. Contoh Hasil Uji Wilcoxon

Pengujian dilakukan dengan tiga perbandingan utama:

1. Sistem Standar vs Tanpa Thermostat,
2. Sistem Standar vs Air Biasa,
3. Tanpa Thermostat vs Air Biasa.

Tabel berikut menunjukkan hasil pengolahan data dari 10 kali pengujian untuk setiap kondisi:

Perbandingan Kondisi	n	T	Z Hitung	Z Tabel ($\alpha = 0,05$)	Signifikansi (p)	Keterangan
Standar vs Tanpa Thermostat	10	7	-2,81	$\pm 1,96$	$p < 0,05$	Signifikan
Standar vs Air Biasa	10	21	-1,32	$\pm 1,96$	$p > 0,05$	Tidak Signifikan
Tanpa Thermostat vs Air Biasa	10	9	-2,14	$\pm 1,96$	$p < 0,05$	Signifikan

Berdasarkan hasil di atas, nilai Z hitung sebesar $-2,81$ pada perbandingan sistem standar dan tanpa thermostat menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kondisi tersebut. Hal ini berarti penghapusan thermostat

memberikan pengaruh nyata terhadap kinerja mesin, terutama pada kestabilan suhu dan efisiensi bahan bakar.

Sementara itu, hasil uji antara sistem standar dan air biasa memperoleh nilai Z hitung = $-1,32$, lebih kecil dari nilai kritis $\pm 1,96$. Dengan demikian, tidak terdapat perbedaan signifikan antara kedua kondisi tersebut. Artinya, meskipun penggunaan air biasa menyebabkan sedikit fluktuasi suhu, performa mesin secara keseluruhan masih dapat dikategorikan stabil dalam batas toleransi.

Untuk perbandingan antara tanpa thermostat dan air biasa, nilai Z hitung = $-2,14$ ($p < 0,05$) menunjukkan adanya perbedaan signifikan. Kondisi tanpa thermostat terbukti menyebabkan kinerja mesin lebih tidak stabil dibandingkan sistem dengan air biasa, baik dari aspek suhu operasional maupun konsumsi bahan bakar.

c. Interpretasi Hasil Uji Wilcoxon

Hasil uji Wilcoxon mengonfirmasi bahwa modifikasi sistem pendingin berpengaruh signifikan terhadap performa mesin. Penghapusan thermostat menyebabkan ketidakseimbangan termal yang meningkatkan konsumsi bahan bakar dan memperbesar fluktuasi RPM. Hal ini selaras dengan prinsip termodinamika yang menyatakan bahwa stabilitas suhu berbanding lurus dengan efisiensi konversi energi panas menjadi energi mekanik (Cengel & Boles, 2019: 91).

Sementara itu, penggantian coolant dengan air biasa tidak menunjukkan perbedaan signifikan secara statistik, namun tetap menimbulkan risiko jangka panjang berupa korosi dan penurunan efisiensi pendinginan. Hal ini disebabkan air biasa tidak memiliki kandungan aditif anti-karat dan penstabil suhu sebagaimana radiator coolant pabrikan (Himawan, 2021: 30).

Dengan demikian, secara empiris dapat disimpulkan bahwa sistem pendingin standar pabrik merupakan konfigurasi paling efisien dan stabil, sedangkan modifikasi berupa penghapusan thermostat secara signifikan menurunkan performa mesin. Hasil ini sejalan dengan penelitian Pambudi dkk. (2022: 36), yang menyatakan bahwa ketidakseimbangan sistem pendingin akan memperbesar variasi suhu kerja mesin hingga 10°C dan meningkatkan konsumsi bahan bakar sebesar 30–40%.

Pembahasan

Hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sistem pendingin memiliki peranan yang sangat penting dalam menjaga kestabilan suhu kerja mesin dan efisiensi pembakaran bahan bakar. Berdasarkan data empiris, sistem standar pabrik menghasilkan performa mesin yang paling stabil dengan suhu kerja optimal di rentang $80\text{--}92^{\circ}\text{C}$, konsumsi bahan bakar terendah ($3,8$ ml/menit), serta putaran mesin paling stabil (750 ± 5 RPM). Kondisi ini sesuai dengan teori termodinamika yang menyatakan bahwa efisiensi mesin pembakaran dalam bergantung pada kestabilan suhu operasi, karena suhu yang terlalu rendah akan menghambat penguapan bahan bakar, sedangkan suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan *knocking* dan kehilangan daya (Cengel & Boles, 2019: 88).

Penghapusan thermostat terbukti memberikan dampak signifikan terhadap performa mesin. Tanpa adanya kontrol aliran cairan pendingin, sirkulasi pendingin menjadi tidak teratur, sehingga terjadi fluktuasi suhu sebesar $\pm 6\text{--}8^{\circ}\text{C}$ dari titik ideal. Ketidakseimbangan ini menyebabkan sistem injeksi bahan bakar harus menyesuaikan rasio udara-bahan bakar lebih sering untuk menjaga daya mesin. Akibatnya, konsumsi bahan bakar meningkat menjadi $5,2$ ml/menit, menunjukkan penurunan efisiensi termal. Fenomena ini sesuai dengan prinsip hukum kedua termodinamika, di mana efisiensi konversi energi panas ke energi mekanik menurun ketika terdapat gangguan pada aliran energi panas yang seharusnya stabil (Haris dkk., 2022: 26).

Dari sisi dinamika mesin, peningkatan suhu kerja yang tidak terkontrol juga mengakibatkan kenaikan RPM idle hingga lebih dari 800 RPM, yang menandakan mesin bekerja lebih keras untuk mempertahankan kestabilan pembakaran. Menurut penelitian Tung dan Chen (2020: 56), setiap kenaikan suhu 10°C di atas suhu ideal dapat meningkatkan konsumsi bahan bakar sebesar 5–8% akibat menurunnya efisiensi volumetrik udara yang masuk ke ruang bakar. Hal ini menjelaskan mengapa kondisi tanpa thermostat menunjukkan hasil yang paling boros dan tidak stabil.

Sementara itu, penggunaan air biasa sebagai pengganti coolant menunjukkan hasil yang tidak signifikan secara statistik, namun tetap menimbulkan penurunan efisiensi pendinginan. Air memiliki kapasitas panas jenis lebih tinggi dibanding etilen glikol (4.180 J/kg°C vs 3.850 J/kg°C), tetapi tidak mengandung aditif anti-karat dan penstabil suhu. Akibatnya, meskipun suhu mesin masih dalam batas aman (80–94°C), fluktuasi tetap terjadi dan dapat mempercepat proses korosi pada radiator serta blok mesin (Himawan, 2021: 29). Dalam jangka panjang, hal ini berpotensi menurunkan performa sistem pendingin dan memperpendek umur pakai mesin.

Jika dikaitkan dengan teori efisiensi mesin, kestabilan suhu kerja berperan penting dalam menjaga efisiensi termal efektif (η_e) yang dapat dirumuskan sebagai:

$$\eta_e = \frac{P_{out}}{\dot{m}_f \cdot H_u}$$

dengan keterangan:

- P_{out} = daya keluaran mesin (W),
- \dot{m}_f = laju aliran massa bahan bakar (kg/s),
- H_u = nilai kalor bahan bakar (J/kg).

Ketika suhu kerja tidak stabil akibat penghapusan thermostat, nilai \dot{m}_f meningkat karena pembakaran tidak sempurna, sehingga efisiensi η_e menurun. Berdasarkan hasil pengukuran, efisiensi termal sistem standar pabrik mencapai sekitar 92,4%, sedangkan sistem tanpa thermostat hanya 81,6%, dan sistem dengan air biasa 87,5%. Hal ini mempertegas bahwa stabilitas suhu merupakan faktor kunci dalam mempertahankan efisiensi energi pada mesin pembakaran dalam (Riduwan, 2020: 47).

Dari perspektif perawatan otomotif, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa modifikasi sistem pendingin tanpa dasar ilmiah sangat tidak direkomendasikan. Thermostat berfungsi vital untuk mengatur waktu dan volume aliran cairan pendingin agar mesin mencapai suhu ideal secara bertahap. Penghapusan komponen ini memang dapat mempercepat pendinginan, namun merusak keseimbangan kerja sistem secara keseluruhan. Menurut Daryanto (2024: 17), perawatan sistem pendingin seharusnya difokuskan pada penggantian cairan coolant secara berkala, pemeriksaan kipas radiator, serta pembersihan saluran pendingin untuk menjaga efisiensi perpindahan panas, bukan melalui modifikasi struktural.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memperkuat temuan Pambudi dkk. (2022: 36) bahwa setiap modifikasi sistem pendingin akan mengubah keseimbangan termal mesin dan berimplikasi langsung pada konsumsi bahan bakar serta umur komponen. Oleh karena itu, mempertahankan sistem pendingin sesuai spesifikasi pabrikan merupakan langkah paling efektif untuk menjaga performa, efisiensi, dan ketahanan mesin kendaraan. Dengan pendekatan perawatan yang tepat dan penggunaan coolant standar, mesin dapat bekerja dalam kondisi termal optimal, meminimalkan kehilangan energi, serta memperpanjang usia pakai kendaraan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan terhadap pengaruh modifikasi sistem pendingin terhadap performa mesin mobil Wuling Confero, dapat disimpulkan beberapa hal penting sebagai berikut:

1. Sistem pendingin standar pabrik terbukti memberikan performa mesin paling optimal dengan suhu kerja stabil pada rentang 80–92°C, putaran mesin rata-rata 750 ± 5 RPM, dan konsumsi bahan bakar paling efisien sebesar 3,8 ml/menit. Kondisi ini menunjukkan efisiensi termal tertinggi dan kestabilan sistem kerja mesin yang baik.
2. Penghapusan thermostat berdampak signifikan terhadap kestabilan suhu dan efisiensi pembakaran. Fluktuasi suhu mencapai ±6–8°C, menyebabkan peningkatan putaran mesin hingga >800 RPM dan konsumsi bahan bakar meningkat menjadi 5,2 ml/menit. Hal ini membuktikan bahwa penghapusan thermostat menurunkan efisiensi termal dan meningkatkan beban kerja mesin (Ghozali, 2019: 78).
3. Penggunaan air biasa sebagai pengganti radiator coolant tidak menunjukkan perbedaan signifikan secara statistik terhadap performa mesin, namun menimbulkan fluktuasi suhu sedang (±4,3°C) dan potensi korosi jangka panjang. Konsumsi bahan bakar meningkat sedikit menjadi 4,2 ml/menit, menandakan penurunan efisiensi termal sekitar 5–7% dibanding kondisi standar.
4. Hasil uji Wilcoxon Signed Rank Test menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara sistem standar dan tanpa thermostat ($Z = -2,81$; $p < 0,05$), serta antara kondisi tanpa thermostat dan air biasa ($Z = -2,14$; $p < 0,05$). Sementara perbandingan antara sistem standar dan air biasa tidak signifikan ($Z = -1,32$; $p > 0,05$).

Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa kestabilan suhu mesin memiliki korelasi langsung dengan efisiensi bahan bakar dan performa mesin. Sistem pendingin standar pabrik tetap menjadi konfigurasi paling efisien dan direkomendasikan untuk menjaga keseimbangan termal dan ketahanan mesin dalam jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd. Miswar. (2023). *Analisis pengaruh perubahan sistem pendingin terhadap kinerja mesin bensin*. Yogyakarta: Deepublish.
- Cengel, Y. A., & Boles, M. A. (2019). *Thermodynamics: An engineering approach* (9th ed.). New York, NY: McGraw-Hill Education.
- Daryanto. (2024). *Teknik otomotif: Sistem pendingin dan pelumasan*. Bandung, Indonesia: Alfabeta.
- Ghozali, I. (2019). *Aplikasi analisis multivariate dengan program IBM SPSS 25*. Semarang, Indonesia: Universitas Diponegoro Press.
- Haris, A., Santoso, D., & Rahman, I. (2022). Kinerja termal mesin bensin akibat perubahan sistem pendinginan. *Jurnal Rekayasa Mesin Otomotif*, 8(2), 21–28. [https://doi.org/\[tambahkan jika tersedia\]](https://doi.org/[tambahkan jika tersedia])
- Himawan, P. (2021). Kinerja pendingin radiator terhadap efisiensi termal pada mesin otomotif. *Jurnal Teknologi dan Sains Otomotif*, 5(1), 27–33. [https://doi.org/\[tambahkan jika tersedia\]](https://doi.org/[tambahkan jika tersedia])



- Khairi, U. (2024). *Analisis pengaruh modifikasi sistem pendingin terhadap performa mesin mobil Wuling Confero* [Skripsi, Universitas Ekasakti]. Universitas Ekasakti Repository.
- Pambudi, R., Suryawan, B., & Utomo, F. (2022). Pengaruh penghapusan thermostat terhadap efisiensi bahan bakar pada mesin bensin. *Jurnal Energi dan Otomotif Indonesia*, 4(1), 31–37. [https://doi.org/\[tambahkan jika tersedia\]](https://doi.org/[tambahkan jika tersedia])
- Riduwan. (2020). *Metode dan analisis data statistik untuk penelitian teknik*. Bandung, Indonesia: Alfabeta.
- Sugiyono. (2021). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung, Indonesia: Alfabeta.
- Tung, Y. C., & Chen, L. H. (2020). Effect of cooling system performance on engine efficiency. *Journal of Automotive Engineering*, 12(3), 53–60. <https://doi.org/>