

Analisis Penggunaan *Thermostat* dalam Sistem Pendingin pada *Engine Dump Truck Nissan CWB 45*

Ilmawan Suryapradana ¹, Arfan Halim ^{2*}

^{1,2}Perawatan Mesin, Politeknik Sinar Mas Berau Coal

^{1,2} Jl. Raja Alam II, Rinding, Kec. Tlk. Bayur, Kabupaten Berau, Kalimantan Timur 77315

E-mail: ilmawan@polteksimasberau.ac.id¹, arfanhalim@polteksimasberau.ac.id^{2*}

ABSTRAK

Sistem pendingin pada mesin kendaraan berfungsi untuk menjaga suhu mesin tetap dalam kisaran yang ideal, memastikan kinerja yang optimal. Pada mesin *Dump Truck Nissan CWB 45*, suhu cairan pendingin yang diinginkan adalah antara 80°C hingga 90°C. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja *thermostat* dalam sistem pendingin mesin dan mengidentifikasi pengaruhnya terhadap suhu mesin pada berbagai putaran. Pengujian dilakukan dengan mengukur suhu cairan pendingin pada putaran mesin 560 rpm, 1000 rpm, dan 1500 rpm dengan pengukuran pada interval 5 menit, 10 menit, dan 15 menit. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada putaran 1500 rpm, suhu mencapai 67,7°C setelah 15 menit, namun belum cukup tinggi untuk membuka *thermostat* secara maksimal. Pada putaran 1000 rpm dan 560 rpm, suhu tercatat masing-masing 61,7°C dan 54,1°C, yang juga belum mencapai titik buka *thermostat*. Dari temuan ini, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi putaran mesin, semakin cepat suhu meningkat, memungkinkan *thermostat* berfungsi lebih cepat. Namun, untuk mencapai suhu optimal agar *thermostat* bekerja dengan baik, perbaikan pada sistem pendingin dan kualitas komponen sangat dibutuhkan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan untuk meningkatkan efektivitas perawatan sistem pendingin pada kendaraan berat, terutama yang beroperasi dalam kondisi lingkungan yang berat seperti di area pertambangan.

Kata Kunci: Sistem Pendingin, Putaran Mesin, *Thermostat*, Temperatur Engine

Analysis of Application of the Thermostat in the Cooling System of the Nissan CWB 45 Dump Truck Engine

ABSTRACT

The cooling system in vehicle engines ensures that the engine operates within an ideal temperature range, maintaining optimal performance. In the Nissan CWB 45 Dump Truck engine, the target coolant temperature ranges between 80°C and 90°C. This study evaluates the performance of the thermostat in the engine cooling system and its impact on engine temperature at varying engine speeds. Testing involved measuring the coolant temperature at engine speeds of 560 rpm, 1000 rpm, and 1500 rpm, with readings taken at intervals of 5, 10, and 15 minutes. The results indicated that at 1500 rpm, the coolant temperature reached 67.7°C after 15 minutes, which was insufficient to fully activate the thermostat. At 1000 rpm and 560 rpm, the temperatures were 61.7°C and 54.1°C, respectively, also below the thermostat activation threshold. These findings demonstrate that higher engine speeds result in faster temperature increases, enabling quicker thermostat activation. However, achieving the optimal temperature range requires improvements in the cooling system's design and component quality. This study provides valuable insights for enhancing the maintenance and performance of cooling systems in heavy vehicles, particularly those operating in demanding environments such as mining areas.

Keywords: Cooling System, Engine Speed, Thermostat, Engine Temperature

1. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia tambang di Indonesia sangatlah pesat sehingga diperlukan alat atau unit untuk mengeksploitasi guna memenuhi kebutuhan manusia. Hal tersebut berpengaruh terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi otomotif terutama unit alat berat. Dump truck merupakan kendaraan berat yang

memiliki peran penting dalam industri konstruksi, pertambangan, dan logistik. Fungsi utamanya adalah untuk mengangkut material seperti tanah, pasir, batu, dan hasil tambang dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Kemampuan dump truck untuk bekerja di medan berat dan membawa muatan besar menjadikannya salah satu alat vital dalam dunia industri. Dump truck adalah

kendaraan truk yang digunakan untuk mengangkut material serta alat berat untuk pekerjaan konstruksi (Handokoe & Santoso, 2018; Sokop dkk., 2018) Dalam konteks perkembangan dunia pertambangan di Indonesia yang semakin pesat, kebutuhan akan *dump truck* yang andal semakin meningkat. Salah satu jenis *dump truck* yang banyak digunakan adalah Nissan CWB 45, yang dikenal dengan performa mesin yang kuat dan kapasitas angkut yang besar. Namun, untuk memastikan kinerjanya tetap optimal, diperlukan pemeliharaan yang baik pada berbagai sistem pendukung mesin, salah satunya adalah sistem pendingin mesin. Untuk menunjang pengoperasian unit tersebut diperlukan berbagai macam sistem diantaranya sistem pendingin.

Sistem pendingin pada *dump truck* berfungsi menjaga suhu mesin agar tetap berada pada rentang kerja optimal, yaitu antara 80°C hingga 90°C. Suhu yang terlalu tinggi (*overheating*) dapat mengakibatkan kerusakan komponen mesin, sementara suhu yang terlalu rendah dapat menurunkan efisiensi pembakaran. Salah satu komponen kunci dalam sistem pendingin ini adalah *thermostat*, yang berfungsi mengatur sirkulasi cairan pendingin dari blok mesin ke radiator. Sistem pendingin (*cooling system*) pada mesin adalah suatu rangkaian untuk mengatasi terjadinya *overheating* pada mesin agar tetap bekerja secara optimal (Amni dkk., 2014). Sistem pendingin berfungsi menurunkan temperatur pada mesin untuk menjaga panas mesin pada kerja idealnya (Prasetyo dkk., 2022).

Pemeliharaan sistem pendingin, termasuk komponen *thermostat*, menjadi sangat penting dikarenakan langsung mempengaruhi performa dan umur mesin. Jika sistem pendingin tidak berfungsi dengan baik, resiko terjadinya *overheating* pada mesin meningkat, yang pada akhirnya dapat mengganggu kelancaran operasional unit tersebut. *Thermostat* adalah salah satu komponen di dalam sistem pendingin mesin yang bekerja untuk mengatur aliran air pendingin sehingga temperatur mesin segera mencapai suhu kerja ideal dan menjaga temperatur mesin (Harahap, 2018). Fungsi *thermostat* adalah sebagai katup / keran aliran air pendingin dari blok mesin ke radiator (Elfiano dkk., 2024). Saat suhu air pendingin masih rendah, *thermostat* dalam posisi tertutup sehingga air pendingin hanya bersirkulasi di dalam blok mesin, kondisi ini memungkinkan kenaikan temperatur mesin dengan cepat dan merata (Abd dkk., 2024).

Ketika temperatur air pendingin sudah cukup tinggi maka *thermostat* mulai membuka dan membuat aliran air pendingin mengalir dari blok mesin ke radiator untuk didinginkan (Hariyanto & Arbain, 2022; Mahfudin, 2024). Tanpa adanya *thermostat* pada sistem pendingin akan membuat temperatur mesin terlalu dingin, proses pemanasan mesin lama dan tidak merata (Pranoto dkk., 2019). Temperatur air pendingin selama mesin bekerja ada diantara 80 – 90°C. Selain itu sistem pendingin mesin harus mampu mencapai panas mesin secara merata dengan cepat (Legiman & Sulaiman, 2018). Sistem

pendinginan dalam mesin kendaraan adalah suatu sistem yang berfungsi untuk menjaga supaya temperatur mesin dalam kondisi yang ideal. Mesin pembakaran dalam (maupun luar) melakukan proses pembakaran untuk menghasilkan energi dan mekanisme mesin diubah menjadi tenaga gerak (Hakim dkk., 2020).

Fungsi *thermostat* yaitu untuk mengendalikan suhu mesin hingga mencapai suhu kerja. Temperatur cairan pendingin tergantung dengan mesin. Pada umumnya efisiensi operasi mesin yang tertinggi, adalah bila temperaturnya kira-kira pada 80°C – 90°C (176 – 194°F) (dwi Hersandi & Arsana, 2018). *Thermostat* dirancang, untuk mempertahankan temperatur cairan pendingin dalam batas yang diizinkan (DI REKTORAT dkk). *Thermostat* adalah semacam katup yang membuka dan menutup secara otomatis sesuai temperatur cairan pendingin (Suparno et al., 2020). *Thermostat* dipasang antara radiator dan sirkuit pendingin mesin (Renaldi et al., 2023).

Thermostat dioperasikan oleh *wax sealed* yang ada didalam cylinder, *volume wax* ini berubah disebabkan oleh temperatur (Anoi dkk., 2023). Perubahan *volume* dalam *wax* menyebabkan silinder bergerak turun atau naik. Mengakibatkan katup membuka dan menutup. *Thermostat* dilengkapi dengan *jiggle valve* yang digunakan untuk mengalirkan air dari sistem pendingin saat menambahkan cairan pendingin ke dalam sistem (Lestari, 2017; Winda & Wicaksono, 2021).

2. RUANG LINGKUP

Ruang lingkup permasalahan pada penelitian ini difokuskan pada analisis fungsi *thermostat* dalam sistem pendingin mesin *Dump Truck* Nissan CWB 45. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memahami mekanisme kerja *thermostat*, dampaknya terhadap suhu mesin pada berbagai tingkat putaran, serta efektivitas sistem pendingin dalam mempertahankan suhu optimal mesin selama beroperasi. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi panduan untuk meningkatkan efisiensi pemeliharaan sistem pendingin *dump truck*, terutama saat digunakan dalam kondisi kerja berat seperti di area pertambangan. Dapat dilihat pada gambar 1, unit *Dump Truck* Nissan CWB 45 yang digunakan dalam lingkungan kerja berat seperti tambang. Variabel yang diamati adalah suhu cairan pendingin dan putaran mesin. Pengujian dilakukan dengan mengukur suhu pada tiga variasi putaran mesin (560,1000,dan 1500 rpm) dalam waktu 5,10, dan 15 menit menggunakan *thermocouple*.

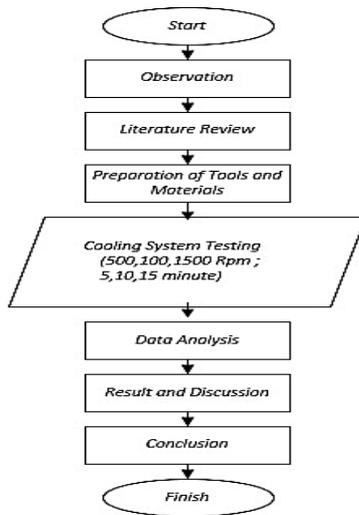


Gambar 1. Dump Truck Nissan CWB 45

Figure 1. Nissan CWB 45 Dump Truck

3. BAHAN DAN METODE

Pendekatan penelitian ini merupakan cara atau kegiatan dalam suatu penelitian yang dimulai dari perumusan masalah sampai membuat suatu kesimpulan untuk mendapatkan data hasil penelitian. Adapun metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif dengan pengujian eksperimen langsung (Suryapradana & Halim, 2021). Temperatur mesin diukur pada tiga variasi putaran mesin (560 rpm, 1000 rpm, dan 1500 rpm) untuk mengetahui waktu *thermostat* mulai bekerja. Dapat dilihat pada gambar 2 tahapan dari proses penelitian yang akan dilakukan.



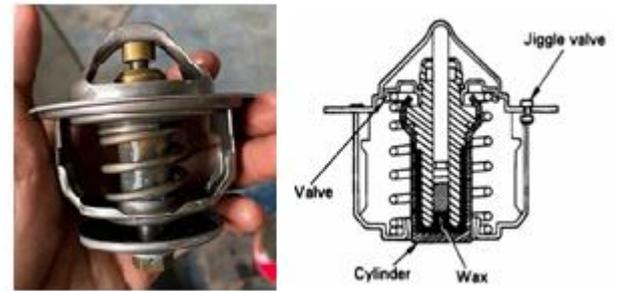
Gambar 2. Diagram Alir Penelitian
Figure 2. Research Flowchart

3.1 Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan beberapa alat dan bahan yang mendukung proses pengambilan data. Berikut adalah daftar alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian beserta fungsinya.

1. *Thermostat*

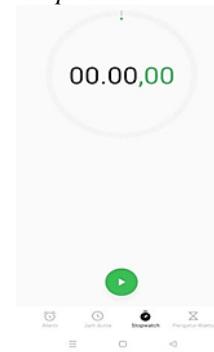
Thermostat merupakan salah satu komponen penting dalam sistem pendingin mesin yang berfungsi untuk mengatur sirkulasi cairan pendingin guna menjaga suhu mesin tetap dalam kondisi optimal. Komponen ini bekerja secara otomatis dengan prinsip perubahan suhu pada cairan pendingin. Ketika suhu mesin masih rendah, *thermostat* berada dalam posisi tertutup, sehingga cairan pendingin hanya bersirkulasi di dalam blok mesin. Kondisi ini memungkinkan mesin mencapai suhu kerja ideal lebih cepat dan merata. Dapat dilihat pada gambar 3 komponen *thermostat*.



Gambar 3. Komponen *Thermostat*
Figure 3. Thermostat Components

2. *Digital Stopwatch*

Stopwatch digunakan untuk pengujian atau mengukur waktu mesin ketika dinyalakan dengan batas waktu yang ditentukan. Dapat dilihat pada gambar 4 *digital stopwatch*.



Gambar 4. *Digital Stopwatch*
Figure 4. Digital Stopwatch

3. *Thermocouple*

Thermocouple digunakan untuk mengukur suhu fluida pada sistem pendingin mesin. Dapat dilihat pada gambar 5 alat ukur *thermocouple* yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 5. *Thermocouple*
Figure 5. Thermocouple

4. *Tachometer*

Tachometer digital digunakan untuk mengukur putaran mesin khususnya jumlah putaran yang dilakukan oleh sebuah poros dalam satuan waktu.

Dapat dilihat pada gambar 6, *tachometer* Komatsu 799-205-1201(Halim dkk).



Gambar 6. Tachometer
Figure 6. Tachometer

5. *Tool Box*

Tool Box merupakan alat penyimpanan berbagai macam peralatan kerja contohnya palu, obeng, tang dan perkakas lainnya. Dalam proses pembuatan alat ini tentunya membutuhkan kotak perkakas untuk memudahkan proses penyimpanan serta membawa barang-barang peralatan tersebut, dapat dilihat pada gambar 7 *tool box* penyimpanan alat.



Gambar 7. Tool Box
Figure 7. Tool Box

3.2 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa langkah yang telah direncanakan. Berikut adalah tahapan yang dilakukan selama penelitian.

1. Siapkan mesin Dump Truck Nissan CWB 45, pasang *thermocouple* pada saluran inlet sistem pendingin, dan tempelkan stiker reflektif pada *crankshaft* mesin untuk pengukuran putaran menggunakan *tachometer*.
2. Atur putaran mesin pada 560 rpm dan catat suhu mesin pada waktu 5 menit, 10 menit, dan 15 menit, lalu ulangi langkah tersebut untuk putaran 1000 rpm dan 1500 rpm.

3. Suhu mesin di setiap kondisi putaran dicatat dan dibandingkan untuk mengetahui kapan *thermostat* mulai bekerja (membuka).
4. Data suhu dianalisis untuk menentukan hubungan antara putaran mesin dan performa *thermostat*.

4. PEMBAHASAN

Berikut analisa sistem pendingin mesin Nissan CWB-45 pada putaran engine 560, 1000 dan 1500 Rpm dengan interval waktu 5, 10 dan 15 menit.

4.1 Pengujian Sistem Pendingin Mesin Nissan CWB-45

Pada awal pengerjaan angkat kabin DT Nissan CWB 45 untuk dapat memasang *temperature controller* dan *tachometer* pada mesin DT Nissan CWB 45. Proses ini bertujuan untuk dapat memasang *thermocouple* dan *tachometer* pada bagian rangka mesin.

Kedua siapkan alat *temperatur controller* kemudian pasang *thermocouple* pada saluran inlet sebelum *thermostat* untuk mengetahui suhu pada saat mesin *idle*, dapat dilihat pada gambar 8.



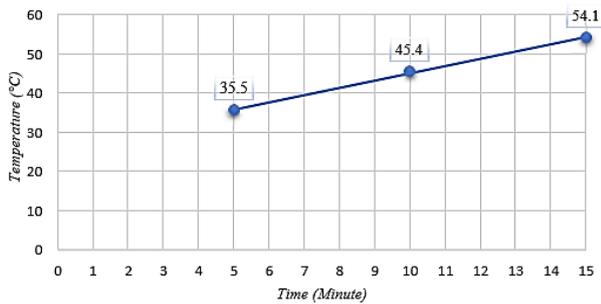
Gambar 8. Pemasangan alat thermocouple
Figure 8. Thermocouple Installation

Selanjutnya dapat dilihat pada gambar 9, pemasangan *stiker* reflektif pada putaran *crankshaft* mesin untuk menandakan sebagai titik pembacaan numerik yang tepat dan akurat.



Gambar 9. Pemasangan stiker dan laser tachometer
Figure 9. Installation of Sticker and Laser Tachometer

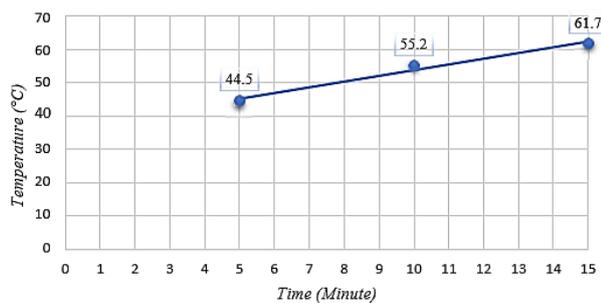
Pada pengambilan data posisi putaran mesin DT Nissan CWB 45 diatur putaran konstan pada 560 rpm dengan selang waktu 15 menit. Dapat dilihat pada gambar 10, pengujian tersebut memberikan data hasil pengukuran selama 5, 10 dan 15 menit.



Gambar 10. Grafik Pada Putaran 560 rpm
 Figure 10. Graph at 560 rpm

Dari grafik diatas dihasilkan temperatur suhu yang berbeda di setiap menitnya pada saat waktu 5 menit suhu air pendingin berada di 35,5°C, pada saat waktu 10 menit suhu meningkat di 45,4°C dan pada saat waktu 15 menit suhu mencapai di 54,1°C. Suhu tersebut masih belum mampu membuat *thermostat* berfungsi, karena suhu ideal untuk membuka *thermostat* berada di kisaran 80-90°C. Ini mengindikasikan bahwa pada putaran mesin rendah, diperlukan waktu yang lebih lama bagi mesin untuk mencapai suhu optimal, sehingga proses pendinginan belum berjalan dengan efektif.

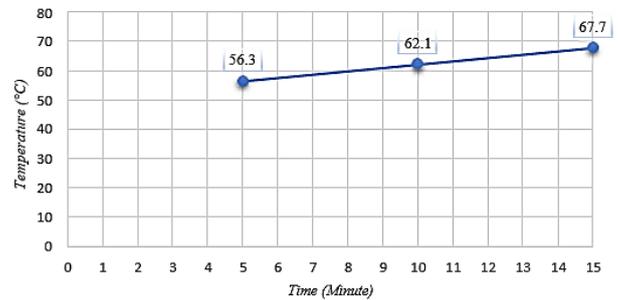
Dapat dilihat pada gambar 11, untuk putaran 1000 rpm dihasilkan temperatur suhu yang berbeda disetiap menitnya. Pada saat waktu 5 menit, suhu air pendingin berada di 44,5°C, selanjutnya, pada menit ke-10, suhu meningkat menjadi 55,2°C dan pada menit ke-15, suhu mencapai 61,7°C. Walaupun terjadi peningkatan suhu, nilai tersebut masih berada di bawah ambang temperatur 80-90°C yang dibutuhkan untuk membuka *thermostat*.



Gambar 11. Grafik Pada Putaran 1000 rpm
 Figure 11. Graph at 1000 rpm

Selanjutnya dapat dilihat pada gambar 12, pada putaran 1500 rpm dihasilkan temperatur suhu yang berbeda di setiap menitnya pada saat waktu 5 menit, suhu air pendingin berada di 56,3°C, selanjutnya pada menit ke-10 suhu meningkat di 62,1°C dan pada menit ke-15 suhu mencapai di 67,7°C. Walaupun suhu ini belum mencapai 80-90°C, namun sudah mendekati titik pembukaan *thermostat*. Dengan demikian, putaran mesin tinggi mempercepat tercapainya suhu ideal dan memicu

thermostat bekerja lebih cepat dibandingkan putaran mesin rendah.



Gambar 12. Grafik Pada Putaran 1500 rpm
 Figure 12. Graph at 1500 rpm

4.2 Analisis Efisiensi *Thermostat* Dalam Menjaga Suhu Mesin

Berdasarkan hasil pengujian, performa *thermostat* dalam sistem pendingin mesin *Dump Truck* Nissan CWB 45 dapat dianalisis sebagai berikut:

Tabel 1. Pengukuran Temperatur Mesin pada Putaran 560 rpm, 1000 rpm, dan 1500 rpm

Table 1. Measurement of Engine Temperature at 560 rpm, 1000 rpm, and 1500 rpm

Engine Speed (Rpm)	5Minutes (°C)	10Minutes (°C)	15Minutes (°C)
560	35,5	45,4	54,1
1000	44,5	55,2	61,7
1500	56,3	62,1	67,7

Thermostat dirancang untuk bekerja secara optimal ketika suhu mesin mencapai kisaran 80-90°C, yang memungkinkan cairan pendingin bersirkulasi dari blok mesin ke radiator untuk didinginkan. Namun, hasil pengujian menunjukkan bahwa suhu maksimum yang tercatat hanya mencapai 67,7°C pada putaran 1500 rpm, sementara pada putaran lebih rendah, suhu masih jauh dari titik optimal. Hal ini menandakan adanya beberapa faktor yang dapat mempengaruhi fungsi *thermostat*, yaitu:

1. Kualitas *Thermostat*

Thermostat mungkin mengalami penurunan performa akibat usia pemakaian atau kualitas material yang tidak lagi optimal. Penurunan fungsi ini menyebabkan *thermostat* tidak responsif terhadap perubahan suhu mesin, sehingga tidak dapat membuka pada titik suhu yang seharusnya.

2. Kualitas Cairan Pendingin

Efektivitas pendinginan sangat bergantung pada jenis dan kualitas cairan pendingin yang digunakan. Penggunaan cairan pendingin dengan spesifikasi di bawah standar atau campuran yang tidak sesuai (penggunaan air biasa) dapat mengurangi kapasitas pendinginan dan memperlambat kenaikan suhu mesin.



3. Kondisi Radiator

Radiator yang kotor, tersumbat, atau mengalami kebocoran dapat menghambat sirkulasi cairan pendingin, sehingga proses transfer panas dari cairan ke udara melalui radiator tidak berjalan maksimal. Akibatnya, suhu mesin naik lebih lambat dan sulit mencapai titik optimal untuk mengaktifkan *thermostat*.

Berdasarkan analisis tersebut, hasil pengujian menunjukkan bahwa kinerja *thermostat* belum ideal karena suhu mesin masih di bawah titik buka optimal. Hal ini menyatakan pentingnya pemeliharaan rutin terhadap komponen *thermostat*, kualitas cairan pendingin, dan kebersihan radiator untuk memastikan sistem pendingin bekerja dengan efisien dan suhu mesin tetap stabil selama operasi. Dengan pemeliharaan yang baik, diharapkan performa *thermostat* dapat mencapai suhu pembukaan yang tepat, sehingga sistem pendingin dapat menjaga suhu mesin tetap berada dalam rentang suhu kerja ideal, yaitu 80-90°C.

5. KESIMPULAN

Pada putaran mesin 1500 rpm, suhu mencapai 67,7°C, kondisi ini memungkinkan *thermostat* mulai membuka dan mensirkulasikan cairan pendingin ke blok mesin untuk didinginkan. Sebaliknya, pada putaran mesin 560 rpm dan 1000 rpm, suhu masing-masing hanya mencapai 54,1°C dan 61,7°C, sehingga belum memenuhi rentang suhu yang dibutuhkan untuk mengaktifkan *thermostat*. Semakin lama mesin beroperasi, performa *thermostat* cenderung menjadi lebih optimal. Selain itu, terdapat hubungan langsung antara peningkatan putaran mesin dengan kenaikan suhu cairan pendingin, yang mempercepat tercapainya suhu kerja optimal *thermostat*.

6. SARAN

Pada penelitian selanjutnya adalah menguji kinerja *thermostat* dengan memperhatikan pengaruh jenis cairan pendingin terhadap performa *thermostat* dalam kondisi operasional dengan beban nyata, seperti saat kendaraan mengangkut muatan berat atau beroperasi di medan tambang.

7. REFERENSI

- Abd, M., Zulfadli, T., Yusuf, M., Kamarullah, K., Mulkan, A., Safrizal, S., Azmal, A., & Zulfan, Z. (2024). Analisis Perubahan Suhu Pada Sistem Pendingin Radiator Mesin Toyota Corolla. *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi Dan Teknologi*, 10(2), 486–493.
- Amni, D., Amin, B., & Martias, M. (2014). Pengaruh Pelepasan Thermostat Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pada Mesin Toyota Kijang 5K. *Automotive Engineering Education Journals*, 3(4).
- Anoi, Y. H., Pratama, D. I., & Sobah, S. (2023). Analisis Pengaruh Putaran Mesin 1000, 1500 Dan 2000 RPM Terhadap Perpindahan Panas Pada Sistem Pendingin TOYOTA RUSH 1500 CC: Perpindahan Panas. *Jurnal Rekayasa Mesin Dan Inovasi Teknologi*, 4(2), 264–268.
- Di Rektorat, P. D. I. K. A. N. M., Menengah, K. A. N. D. D. A. N., & Onal, D. P. D. I. K. A. N. N. (N.D.). *Perbai Kan Si Stem Pendi Ngi N Dan Komponen-Komponennya*.
- Dwi Hersandi, D. A., & Arsana, I. M. (2018). *Pengaruh Jenis Fluida Pendinginan Terhadap Kapasitas Radiator Pada Sistem Pendinginan Mesin Daihatsu Xenia 1300cc*. JPTM.
- Elfiano, E., Suropto, H., Hastuti, K., Rahman, J., Subekti, P., & Zinomeza, E. (2024). Pengaruh Water Coolant Terhadap Efektifitas Radiator Pada Mesin Toyota Kijang Seri 4k. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 15(2), 783–795.
- Hakim, A. R., Wibowo, W., Astriawati, N., Prodi, A., Kapal, P., & Maritim, T. (2020). Sistem Pendingin Mesin Diesel Pada Wheel Loader Komatsu Wa120-3cs. *Teknovasi, Jurnal*, 7, 76–85.
- Halim, A., Ilmawan, S., & Dedy, S. (N.D.). Pengaruh Putaran Spindel Dan Depth Of Cut Material AISI 4140 Untuk Pembuatan Bushing Pada Proses Bubut Konvensional. *ROTASI*, 23(4), 8–17.
- Handokoe, S., & Santoso, I. B. (2018). Optimasi Penyewaan Dump Truck Pada Proyek X Di Wilayah Jakarta Dengan Metode Linear Programming. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 72–81.
- Harahap, S. (2018). Analisis Variasi Jumlah Sudu Dan Cairan Pendingin (Coolant) Pada Kinerja Mesin Terhadap Efisiensi Bahan Bakar Dan Pencegahan Terjadinya Overheating. *Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 8(1), 1–9.
- Hariyanto, A., & Arbain, M. (2022). Pengaruh Penggunaan Jenis Coolant Standard Dan Coolant Prestone Pada Sistem Pendingin Terhadap Temperature Engine Toyota Innova Diesel 2.4 Ga/T 2017 2.2 L 2012. *Mekanik: Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Mesin*, 15(2), 62–67.
- Legiman, L., & Sulaiman, F. (2018). Perawatan Dan Perbaikan Sistem Pendingin Mesin Mitsubishi Galant 2500 Cc. *Teknovasi*, 1(1), 26–34.
- Lestari, W. (2017). Analisa Pengaruh Sistem Pendingin Terhadap Mesin Bensin Xenia Type XI 1300 CC 4 Silinder 16 Valve (K3–De Dohc). *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 2(1), 52–60.
- Mahfudin, M. (2024). *Perawatan Sistem Pendingin Untuk Menjaga Temperatur Pada Mesin Caterpillar*.
- Pranoto, H., Feriyanto, D., & Zakaria, S. (2019). Performance And Exhaust Gas Temperature Investigation Of Ceramic, Metallic And Fecral Catalytic Converter In Gasoline Engine. *Sinergi*, 23(1), 11–16.

- Prasetyo, D., Feriyanto, D., Alva, S., Vikaliana, R., Kristanto, A. S., Cahyati, S., & Al Furqon, Y. (2022). Temperature Exhaust Gas Analysis On The Ship Engine. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 13(3), 629–635.
- Renaldi, R. T., Rijanto, A., & Zulfika, D. N. (2023). Analisis Laju Panas Cairan Pendingin Radiator Dengan Menggunakan Campuran Air Dan Ehtylene Glycol. *Seminar Nasional Fakultas Teknik*, 2(1), 270–274.
- Sokop, R. M., Arsjad, T. T., & Malingkas, G. (2018). Analisa Perhitungan Produktivitas Alat Berat Gali-Muat (Excavator) Dan Alat Angkut (Dump Truck) Pada Pekerjaan Pematangan Lahan Perumahan Residence Jordan Sea. *Tekno*, 16(70).
- Suparno, S., Halim, A., Hariadi, H., & Sutrisno, D. (2020). Pengaruh Penggunaan Coolant 30/70 Pre-Mixed Dan Coolant Predilute 33% Pada Sistem Pendingin Terhadap Temperatur Engine Toyota Avanza Tipe-E 1300 CC M/T. *MEDIA PERSPEKTIF: Journal Of Technology*, 12(1), 23–32.
- Suryapradana, I., & Halim, A. (2021). Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma Dalam Meningkatkan Kinerja Operasional Divisi Fixed Plant Maintenance Di Industri Pertambangan Pt Berau Coal. *Sebatik*, 25(2), 335–344.
- Winda, R. S., & Wicaksono, W. A. (2021). Analisis Kinerja Sistem Pendingin Pada Mesin Toyota Avanza Tipe K3-Ve Menggunakan Scanner Lauch Thinkdiag Easydiag 4.0. *JASATEC: Journal Of Students Of Automotive, Electronic And Computer*, 1(1), 23–30.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Manajemen, UP2M Poltek Simas Berau sebagai pendukung pendanaan dan Workshop Poltek Simas Berau dalam penyediaan sarana dan prasarana penelitian ini.