

Analisis Perbandingan Campuran Aditif Etilen Glikol 30 banding 70 dan 50 banding 50 Pada Cairan Sistem Pendingin Toyota New Rush 1.5 MT

Riki Candra Putra¹ Rofiroh²

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang
Jl. Perintis Kemerdekaan I/33 Cikokol-Tangerang
E-mail: ¹rikiumt@gmail.com

Submitted Date: Oktober 23, 2023
Revised Date: November 20, 2023

Reviewed Date: November 17, 2023
Accepted Date: November 20, 2023

Abstract

A vehicle engine is a system that works simultaneously, which during operation can cause an increase in temperature due to the operation of an engine. Ethylene glycol is an additive used as a medium in cooling systems. When using coolants, ethylene glycol is often mixed with distilled water to obtain effective heat absorption results in the radiator. With an ethylene glycol composition of 30 to 70, namely a mixture of 30% ethylene glycol and 70% distilled water, and an ethyl glycol composition of 50 to 50, namely a mixture of 50% ethylene glycol and 50% distilled water for radiator use in the 2019 Toyota new Rush 1.5 MT. This test aims to obtain a comparison of the temperature values resulting from the heat dissipation in the radiator between the two types of coolant composition. Tests carried out with rotations of 800, 1600, 2400 and 3200 RPM obtained results from using 30/70 coolant, namely an average working temperature of 94.3oC and from using 50/50 coolant, namely an average working temperature of 92.8oC. The use of LLC 30/70 coolant is 1.72% hotter than SLLC 50/50 coolant.

Keywords: Cooling system, coolant, working temperature, ethylene glycol, radiator.

Abstrak

Mesin kendaraan merupakan suatu sistem yang bekerja secara simultan, yang pada saat pengoperasiannya dapat menimbulkan kenaikan temperatur karena adanya kerja suatu mesin. Etilen glikol merupakan zat aditif yang digunakan untuk sebagai media pada sistem pendingin. Dalam penggunaan cairan pendingin, etilen glikol seringkali dicampur dengan air suling untuk mendapatkan hasil penyerapan panas yang efektif pada radiator. Dengan komposisi etilen glikol 30 banding 70 yaitu campuran 30% etilen glikol dan 70% air suling, dan komposisi etilen glikol 50 banding 50 yaitu campuran 50% etilen glikol dan 50% air suling pada penggunaan radiator di mobil Toyota new Rush 1.5 MT taun 2019. Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan perbandingan nilai temperatur hasil pembuangan panas di radiator antara kedua jenis komposisi *coolant*. Pengujian yang dilakukan dengan putaran 800, 1600, 2400 dan 3200 RPM didapat hasil dari penggunaan *coolant* 30/70 yaitu temperatur kerja rata-rata pada nilai 94.3°C dan dari penggunaan *coolant* 50/50 yaitu rata-rata temperatur kerja 92.8°C. Penggunaan cairan pendingin LLC 30/70 lebih panas 1,72% dibanding dengan cairan pendingin SLLC 50/50.

Kata kunci: Sistem pendingin, cairan pendingin, temperatur kerja, etilen glikol, radiator.

I. Pendahuluan

Perkembangan teknologi otomotif selalu dibarengi oleh kebutuhan pengguna kendaraan untuk mendapatkan kendaraan dengan kinerja optimal. Selain itu tingkat kenyamanan merupakan faktor yang menjadi nilai tambah untuk sebuah mobil agar saat dikendarai dalam jarak yang cukup panjang tetap tidak terjadi masalah pada mesin.

Mesin kendaraan merupakan suatu sistem yang bekerja secara simultan, yang pada saat pengoperasiannya dapat menimbulkan kenaikan temperatur karena adanya kerja suatu mesin. Temperatur yang paling besar pengaruhnya adalah temperatur yang berasal dari ruang pembakaran piston dan silinder. Oleh karena itu sistem pendinginan yang baik merupakan bagian dari *utility* yang sangat bermanfaat agar kerja mesin tetap optimal dan temperatur

mesin tetap terjaga pada ambang batas maksimumnya. Dikutip dari Daryanto (2016) radiator merupakan komponen utama dari sistem pendingin yang berfungsi untuk mengalirkan cairan pendingin atau *coolant* dari dinding mesin ke bagian pendingin radiator untuk dibuang panasnya.

Lumbanbatu (2020) mengatakan bahwa cairan *coolant* yang ada di dalam radiator pada mesin kendaraan mempunyai peran penting dalam sistem pendinginan untuk mesin mobil. *Coolant* atau cairan pendingin yaitu suatu media berbentuk fluida cairan yang dapat bergerak di dalam pipa-pipa kapiler menuju mesin untuk bisa menyerap panas dari mesin dan membawa panas tersebut ke ruang radiator untuk dilepaskan panasnya ke lingkungan oleh hembusan angin dari kipas radiator.

Menurut Prasetyo & Pardana (2018) Sistem pendingin berperan sebagai penyerap panas yang dihasilkan mesin, yang terjadi pada proses pembakaran di dalam silinder yang suhunya mencapai 2500°Celsius. Panas yang tinggi ini tentunya sangat mengganggu jika dibiarkan karena dapat menyebabkan *overheating*. Oleh karena itu, sangat dibutuhkan suatu sistem pendingin untuk menjaga suhu operasi mesin pada kondisi standar, yaitu 90°C hingga 95°C.

Sistem pendingin memerlukan perawatan yang baik, salah satunya adalah dengan mengganti cairan pendingin atau melakukan pemilihan cairan pendingin yang tepat. Fauzi dkk. (2020) mengatakan bahwa pemilihan jenis cairan pendingin, yaitu dengan memilih cairan pengisi radiator yang efektif dan ekonomis, tujuannya agar performa mesin kendaraan selalu dalam kondisi baik dan prima. Selain itu menurut Maksum dkk. (2017) pemilihan cairan pendingin yang tepat dapat menghindari kerusakan pada radiator secara bertahap.

Mengutip dari Ariga dkk (2015) zat etilen glikol pada cairan pendingin radiator memiliki peran khusus terhadap laju perpindahan kalor pada dinding pipa kapiler radiator dan dapat meningkatkan koefisien perpindahan panas konveksi, karena seperti

yang dikutip dari Bakar & Nufirman (2022) laju perpindahan kalor dapat mempengaruhi perbedaan suhu yang besar antara cairan pendingin dengan lingkungan. Menurut Haris dkk. (2022) perbedaan temperatur antara mesin dengan dengan lingkungan dan mesin dengan cairan pendingin dapat terjadi dengan adanya perubahan kecepatan putar mesin, hal ini dapat dilakukan dengan pengujian dengan putaran mesin yang berbeda-beda.

Variasi putaran yang dilakukan pada eksperimen merupakan parameter yang sebaiknya dilakukan karena untuk melihat jangkauan besaran temperatur, percobaan ini seperti yang dilakukan oleh Suparno dkk (2020) yang menguji dua tipe *coolant* pada mobil Toyota Avanza Tipe-E 1300 cc MT.

Tipe-tipe *coolant* dibedakan berdasarkan persentase campuran etilen glikol yang terdapat pada beberapa merek *coolant* yang ada di pasaran. Etilen glikol merupakan bahan dasar dari *coolant* seperti yang dikutip dari Nuryanto dkk (2016). Namun meskipun Pradita dan Hardjono (2023) sudah menjelaskan jika campuran 30 banding 70 dapat mempunyai efektivitas yang lebih efektif, tetapi penelitiannya tidak dilakukan secara langsung pada kendaraan.

Masalah yang dihadapi dipenelitian ini adalah banyaknya kegiatan pencampuran air dan etilen glikol untuk mengisi radiator oleh beberapa pengguna Toyota new rush .15 MT tanpa tahu resiko kerusakan yang akan didapatkan dalam jangka panjang. Karena mobil tipe tersebut sudah lama tahun pembuatannya maka pengguna banyak yang melakukan perawatan mobil tersebut secara mandiri

Oleh karena itu pada penelitian kali ini, akan dilakukan percobaan menggunakan dua jenis *coolant* dengan campuran yang berbeda yang dilakukan pada mesin mobil Toyota New Rush 1.5 S M/T TRD agar langsung didapatkan hasil yang berorientasi secara langsung pada kendaraan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh pencampuran etilen glikol dan air dengan komposisi 30 banding 70 dan 50 banding 50 terhadap temperatur

kerja *engine* mobil Toyota new rush 1.5 MT. Meskipun menurut Pradita dan Hardjono (2023) apabila *coolant* menjadi kental karena komposisi etilen glikol yang besar pada konsentrasi 80% dan 100%, hal tersebut dapat membuat efektivitas perpindahan panas menjadi turun. Namun salah satu parameter pada penelitian ini yaitu 50 banding 50 merupakan campuran yang seimbang antara etilen glikol dan air, sehingga perlu dilihat efektivitasnya pada mobil Rush 1.5 MT.

II. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan adalah menggunakan metode eksperimen. Yaitu dengan menguji dan menyalakan mesin mobil dengan menggunakan dua jenis cairan pendingin atau *coolant* radiator yang berbeda.

Penelitian ini mengguakan dua jenis *coolant* yang diisi pada radiator mobil Toyota new rush 1.5 MT untuk melihat perbedaan pengaruh kedua *coolant* tersebut.

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah komponen pendukung yang digunakan untuk aktivitas pembongkaran dan pemasangan sebagai berikut:

- Tang kombinasi,
- Kunci ring,
- Engine scanner, yaitu alat yang digunakan untuk membaca kinerja engine dan electrical sensor-sensor pada mobil yang sudah di lengkapi dengan suatu sistem EFI (Electronic Fuel Injection).
- Stopwatch,
- Satu unit kendaraan Toyota New Rush 1.5 S M/T TRD,
- *Coolant*, *Coolant* pada penelitian ini menggunakan dua *coolant* yang memiliki rasio perbandingan zat aditif yang berbeda yaitu rasio 30/70 dengan 50/50.

Setelah alat dan bahan disiapkan, maka perlu dibuat rancangan penelitian dengan ketentuan sebagai berikut:

- Objek yang digunakan untuk penelitian ini adalah *engine* Toyota New Rush 1.5 S M/T TRD tahun 2019.
- Toyota *Genuine 30/70 Pre-Mixed Long Life Coolant*. Yang merupakan campuran 30% etilen glikol dan 70% air suling, sehingga dapat mencegah karat dan mencegah pembekuan pada cairan *coolant* hingga -14.5°C.
- Toyota *Genuine 50/50 Pre-Mixed Super Long Life Coolant*. Yang merupakan campuran 50% etilen glikol dan 50% air suling, sehingga dapat mencegah karat dan mencegah pembekuan pada cairan *coolant* hingga -35°C.
- Putaran mesin diatur pada kecepatan (800, 1600, 2400 dan 3200) *rpm*.
- *Holding time* untuk pengambilan data temperatur adalah masing masing 60 detik untuk pengujian diambil 3 kali setiap putaran mesin total 180 detik pada setiap variable putaran mesin.

Perlu juga diketahui spesifikasi mesin mobil Toyota new Rush 1.5 MT tahun 2019 seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Chassis Toyota New Rush 1.5 S M/T TRD

No	Spesifikasi Chassis	Keterangan
1	Transmisi / Transmission Type	5 Speed Manual
2	Suspensi Depan / Front Suspension	MacPherson Strut with Coil Spring and Stabilizer
3	Suspensi Belakang / Rear Suspension	5 Link Lateral Rod with CoilSpring and Stabilizer
4	Rem Depan / Front Brake	16 Disc
5	Rem Belakang / Rear Brake	Drum
6	Ukuran Ban / Tires Size	215 / 60 R17 Alloy with Machining

Tahapan persiapan penelitian dikakukan sebelum melakukan pengujian, peralatan dan bahan yang akan di uji harus diperiksa agar dapat dioperasikan dengan baik. Hal-hal yang harus dilakukan sebelum pengujian adalah sebagai berikut:

- Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk penelitian yang terdiri dari mobil Toyota New Rush 1.5 S M/T TRD, *engine scanner* GTS, *stopwatch*, *Tools set* dan *coolant*.
- Periksa dan pastikan kembali alat peralatan yang akan di gunakan dalam kondisi yang baik / siap pakai.
- Periksa sistem radiator dari kebocoran dan kerusakan lainnya.
- Pastikan kondisi kerja mesin dalam kondisi yang baik.
- Pastikan kondisi alat ukur dalam kondisi yang baik.

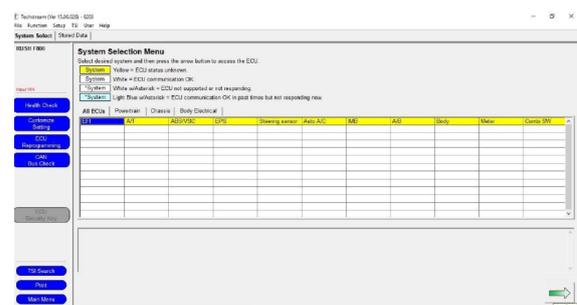
Tahapan pelaksanaan penelitian adalah pengambilan data pengujian dilakukan satu persatu dengan jeda waktu untuk mendapatkan kondisi yang sama untuk tiap-tiap media yang diuji (*coolant*). Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pengambilan data pengujian untuk mendapatkan hasil yang memuaskan adalah sebagai berikut:

- Persiapkan kendaraan dan isi cairan *coolant* yang akan di uji ke dalam sistem pendingin dengan prosedur yang benar.
- Hidupkan mesin terlebih dahulu sekitar 5 sampai 10 menit (mencapai temperatur kerja mesin) kondisi *idling* lalu matikan mesin.
- Pasang dan aktifkan *engine scanner* GTS pada kendaraan untuk memulai pembacaan rpm dan temperatur kerja mesin.
- Naikan rpm mesin pada kecepatan (800, 1600, 2400 dan 3200) rpm lalu stabilkan disetiap rpm selama 180 detik dan ambil data sebanyak tiga kali atau 60 detik pada satu percobaan jenis *coolant*.
- Monitoring* temperatur dan rpm mesin pada *engine scanner* GTS dan lakukan pencatatan di setiap 60 detik percobaan pada tabel.
- Jika sudah, maka kurus cairan pendingin pertama lalu ganti dengan cairan pendingin ke-dua.
- Kemudian lakukan langkah yang sama dari proses (a s/d e).

Prosedur penggunaan *engine Scanner GTS* dalam penelitian ini diperlukan alat *engine scanner* yang difungsikan untuk melihat nilai dari putaran mesin yang dibaca oleh sensor *CKP* (*Crank Shaft Position*) dan juga temperatur kerja pada kendaraan yang dibaca oleh sensor *ECT* (*Engine Coolant Temperature*). *Engine scanner* dapat dihubungkan dengan mobil yang sudah dilengkapi dengan *ECU* (*Engine Control Unit*) agar bisa memindai temperatur dan *speed* pada bagian sistem *EFI* (*Electronic Fuel Injection*). Menurut Winda dkk (2021) *engine scanner* dapat memudahkan pengguna untuk melihat kondisi mesin lebih cepat yang dapat difokuskan pada sistem *EFI* sehingga semua kerusakan yang terjadi dapat ditampilkan pada layar *scanner*.

Berikut cara pengambilan data menggunakan *engine scanner Global TechStream*:

- Menghubungkan *engine scanner* ke kendaraan.
 - Siapkan laptop yang sudah terinstall *GTS* (*Global Tech Stream*),
 - Siapkan *VIM* (*Vehicle Interface Module*) dan hubungkan *port* USB ke laptop juga *port* OBD II ke *DLC* (*Data Link Connector*) kendaraan,
 - Pilih menu “*Connect to Vehicle*” pada aplikasi *GTS*,
 - Nyalakan mesin kendaraan, pilih “*mode code*” kendaraan, F800 untuk kendaraan New Rush dan pilih *Next*.
 - Kemudian akan muncul tampilan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

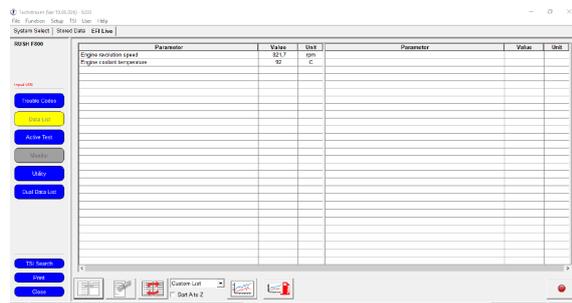


Gambar 1. Tampilan menu *GTS*

- Pembacaan RPM dan Temperatur Water *Coolant*.

Pembacaan rpm dan temperatur *water coolant* pada *engine scanner* berguna untuk mengetahui berapa nilai temperatur kerja mesin ketika mesin bekerja berdasarkan nilai rpm yang tercatat, nilai yang tercatat pada *engine scanner* di hasilkan dari *ECU* yang menerima signal dari sensor *CKP (Crankshaft Position Sensor)* untuk nilai rpm mesin dan *ECT (Engine Coolant Temperature)* untuk nilai temperatur dalam mesin.

Tampilan pada *engine scanner* yang hanya berisi data yang sudah di custom yaitu “*Engine Revolution Speed*” dan “*Engine Coolant Temperature*” seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan *speed* dan *temperatur* di GTS

Dalam menggunakan *engine scanner* untuk melihat kondisi kerusakan mesin diperlukan keterampilan khusus untuk mengidentifikasi masalah dan merencanakan perbaikan, oleh karena itu menurut Paryono dkk (2019) diperlukan pemahaman secara mendalam dan pengalaman yang baik untuk bisa mendiagnosa kesalahan sistem pada mesin dengan EFI dan diperlukan sistem *OBD (On-Board Diagnostics)* yang dapat menampilkan kode masalah sehingga membantu service engineer untuk mengidentifikasi dan memperbaiki masalah.

Teknik pengumpulan data dalam melakukan penelitian ini yaitu dengan cara pengambilan data secara langsung dari kendaraan yang sedang dilakukan uji coba yang tercatat di dalam *engine scanner*. Kemudian data yang sudah di dapat dari hasil eksperimen tersebut di lakukan proses pengambilan data penelitian dengan cara

pencatatan kedalam tabel, sehingga data yang diperoleh dapat dihitung rata-ratanya dan menghasilkan grafik temperatur kerja mesin dari masing masing *coolant* yang di uji seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengambilan Data Penelitian

Coolant	RPM	Waktu (detik)	Temperatur (⁰ C)			Rata-Rata
			I	II	III	
Toyota Genuine 30/70	800	60				
Pre-Mixed	1600	60				
Long Life Coolant	2400	60				
Toyota Genuine 50/50	800	60				
Pre-Mixed	1600	60				
Super Long life Coolant	2400	60				
	3200	60				

III. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan dari pengujian yang sudah dilakukan yaitu penelitian pengaruh penggunaan dua merek coolant yang memiliki rasio perbandingan zat aditif (ethylene glicol) yang berbeda yaitu 30/70 (30% etilen glikol dengan 70% air suling) hasilnya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Menggunakan Coolant LLC 30/70

Coolant	RPM	Waktu (detik)	Temperatur (⁰ C)			Rata-Rata
			I	II	III	
Toyota Genuine 30/70	800	60	92	96	95	94.3
Pre-Mixed	1600	60	95	94	92	93.7
Long Life Coolant	2400	60	96	94	94	94.7
	3200	60	96	94	94	94.7

Dan 50/50 (50% etilen glikol dengan 50% air suling), pada sistem pendingin air terhadap temperatur kerja engine Toyota New Rush 1.5 S M/T TRD hasilnya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Menggunakan Coolant SLLC 50/50

Coolant	RPM	Waktu (detik)	Temperatur (°C)			Rata-Rata
			I	II	III	
<i>Toyota Genuine 50/50</i>	800	60	90	94	91	91.7
<i>Pre-Mixed</i>	1600	60	91	91	93	91.7
<i>Long Life Coolant</i>	2400	60	93	93	95	93.7
	3200	60	93	94	95	94.

Pada hasil pengujian di Tabel 3 dan 4, data I, II dan III menunjukkan urutan data temperatur yang terlebih dahulu tampil atau keluar dan kemudian di catat. Pengujian pertama dilakukan pada kecepatan 800 RPM, kemudian dilanjutkan pada RPM yang lebih besar.

Berdasarkan pada Tabel 3 dan 4 di atas dapat dilihat perbandingan rata-rata temperatur kerja mesin dengan penggunaan cairan pendingin yang berbeda yaitu *Toyota Genuine 30/70 Pre-Mixed LongLife Coolant* dan *Toyota Genuine 50/50 Pre-Mixed Super LongLife Coolant*, selama 180 detik pengujian dengan tiga kali pengambilan sampel data (setiap 60 detik) pada setiap variable rpm yang ditentukan.

Jadi temperatur kerja mesin yang menggunakan cairan pendingin *Toyota Genuine 30/70 Pre-Mixed Long Life Coolant* rata-rata temperatur kerja mesin lebih tinggi dibandingkan dengan *Toyota Genuine 50/50 Pre-Mixed Super LongLife Coolant*.

Dari perbandingan yang ada di dalam Tabel 3 dan 4, persentase selisih temperatur yang terjadi antara campuran 30/70 dan 50/50 dapat dihitung menggunakan rumus seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 1.

$$\text{Selisih \%} = \frac{(\text{Rata } 30/70 - \text{Rata } 50/50)}{\text{Rata } 50/50} \dots(1)$$

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 5 menggunakan rumus persentase antara cairan pendingin *Toyota Genuine 30/70 Pre-Mixed LongLife Coolant* dengan *Toyota Genuine 50/50 Pre-Mixed Super Long Life Coolant* terhadap rata-rata

temperatur kerja mesin yang sudah dilakukan pengujian yaitu:

- Pada putaran mesin 800 rpm terdapat perbedaan sebesar 2,91 % lebih panas temperatur kerja mesin yang menggunakan LLC 30/70.
- Pada putaran mesin 1600 rpm terdapat perbedaan sebesar 2,18 % lebih panas temperatur kerja mesin yang menggunakan LLC 30/70.
- Pada putaran mesin 2400 rpm terdapat perbedaan sebesar 1,07 % lebih panas temperatur kerja mesin yang menggunakan LLC 30/70.
- Pada putaran mesin 3200 rpm terdapat perbedaan sebesar 0,71 % lebih panas temperatur kerja mesin yang menggunakan SLLC 30/70.

Hasil perhitungan selisih persentase rata-rata dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Selisih persentase temperatur

RPM	Selisih % (Rata 30/70 dan Rata 50/50)
800	2,91%
1600	2,18%
2400	1,07%
3200	0,71%

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian pengaruh penggunaan *coolant* merek *Toyota Genuine 30/70 Pre-Mixed LongLife Coolant* dengan *Toyota Genuine 50/50 Pre-Mixed Super LongLife Coolant* terhadap temperatur kerja mesin *Toyota New Rush 1.5 S M/T TRD* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Berdasarkan pada hasil penelitian yang telah dijabarkan didapatkan terdapat perbedaan rata-rata temperatur kerja mesin antara penggunaan cairan pendingin LLC 30/70 dengan SLLC 50/50, pada putaran mesin 800 rpm yaitu sebesar 2,91% atau sekitar 2,6°C, pada putaran mesin 1600 rpm sekitar 2,16 % atau sekitar 2°C, pada putaran mesin 2400 rpm sekitar 1,07% atau sekitar 1°C

- dan pada putaran mesin 3200 rpm sebesar 0,71% atau sekitar 0,7°C.
2. Berdasarkan data dari tabel rata-rata temperatur kerja mesin penggunaan cairan LLC 30/70 pada berbagai variasi putaran mesin didapatkan temperatur kerja mesin rata-rata pada suhu 94,3°C dan rata-rata temperatur kerja mesin penggunaan cairan SLLC 50/50 yaitu 92,8°C.
 3. Dilihat dari analisa data dan tabel rata-rata temperatur kerja mesin terhadap variasi putaran mesin dapat disimpulkan bahwa penggunaan cairan pendingin LLC 30/70 dan SLLC 50/50 mempunyai pengaruh yang tidak jauh berbeda terhadap temperatur kerja mesin Toyota New Rush 1.5S M/T TRD yaitu dimana masih bisa menjaga rata-rata temperatur kerja mesin antara 90-95°C walaupun terdapat perbedaan dari rata-rata tingkat panas dimana penggunaan SLLC 30/70 lebih panas 1,72% dibanding dengan cairan pendingin LLC 50/50.

Daftar pustaka

- Ariga, D. R., Martias, & Sugiarto, T. (2015). Perbandingan Penggunaan Aditif Pada Sistem Pendingin Air Terhadap Tingkat Panas Mesin Mobil Toyota Avanza 1,3 G M/T. *Teknik Otomotif*, 1(1), 1–8.
- Bakar, R. Y. H., & Nurfirman, E. (2022). Analisis Jenis Cairan Pendingin Terhadap Laju Perpindahan Kalor Pada Sistem Pendingin Radiator. *Saintesa*, Vol 2(1), Hal 1-9.
- Fauzi, A. F., Nauri, I. M., & Mindarta, E. K. (2022). Pengaruh Penggunaan Variasi Cairan Pendingin Terhadap Temperatur Mesin Sepeda Motor Matic 125Cc. *Jurnal Teknik Otomotif: Kajian Keilmuan dan Pengajaran*, 4(1), 53. <https://doi.org/10.17977/um074v4i12020p53-58>
- Haris, H., Effiandi, N., & Asmed, A. (2022). Perbandingan Penggunaan Cairan Pendingin Radiator Terhadap Temperatur Kerja Mesin Mobil Toyota Avanza 1.5 S M/T. *Jurnal Teknik Mesin*, 15(1), 20–25. <https://doi.org/10.30630/jtm.15.1.787>
- Lumbanbatu, F. (2020). Analisis Pipa-Pipa Radiator Yang Memakai Pendingin Air Beralih Ke Coolant Pada Mobil Toyota Avanza. *Jurnal Teknik Mesin UPMI*, 1(1), 12–20.
- Maksum, H., Sugiarto, T., & Saragih, N. L. H. (2017). Pengaruh Variasi Cairan Pendingin (Coolant) terhadap Efektivitas Radiator pada Engine Diesel. *Teknik Otomotif FT UNP*, 2(2), 1–6.
- Nuryanto, B. N. D., Istanto, T., & Juwana, W. E. (2018). Pengaruh laju aliran coolant campuran air dengan ethylene glycol terhadap laju perpindahan panas dan penurunan tekanan radiator otomotif. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 11(2), 71–76. <https://doi.org/10.36289/jtmi.v11i2.56>
- Paryono, Marji, Sumarli, & Mindarta, E. K. (2019). Pelatihan Penggunaan Device OBD II Ke USB Untuk Diagnosa (DTC) dan Pengukuran (PID) Pada Mesin Kendaraan Di Bengkel Mobil Satria Motor Kota Malang. In *Jurnal Karinov* (Vol. 2, Nomor 1, hal. 26–32).
- Pradita, N. 'Azmi, & Hardjono, H. (2023). Pengaruh Konsentrasi Etilen Glikol Terhadap Efektivitas Perpindahan Panas Pada Alat Double Pipe Heat Exchanger. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 9(1), 77–85. <https://doi.org/10.33795/distilat.v9i1.527>
- Prasetyo, I., & Pardana, A. P. (2020). Identifikasi Dan Trouble Shooting Sistem. *Jurnal Surya Teknika*, 3(1), 6–15.
- Rizky Sukma Winda, Wisnu Aji Wicaksono, & Parikhin. (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.

<https://doi.org/10.37339/jasatec.v1i1.608>

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. <https://doi.org/10.46964/jtmp.v12i1.419>