

ANALISIS KINERJA SISTEM PENDINGIN RADIATOR MENGUNAKAN 3 JENIS AIR COOLANT YANG BERBEDA PADA MESIN TOYOTA

Alqi Fahri¹, Kamarullah^{2*}, Muhammad Yusuf³, Andi Mulkan⁴, Misswar Abd⁵
^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik, Universitas Iskandar Muda, Banda Aceh

¹alqifahri427@gmail.com, ^{2*}kamarishn@gmail.com,

³muhammadyusuf.aj@gmail.com, ⁴andeend40@gmail.com, ⁵misswar@unida-aceh.ac.id

ABSTRAK

Sistem pendingin berfungsi untuk menjaga temperatur kerja dari kendaraan bermotor, agar temperaturnya tidak melebihi ambang batasnya (over heating) Air yang digunakan adalah Air Biasa, Velux Radiator Coolant dan Toyota Long Life Coolant. Pengujian dilakukan pada jarak 10 sampai 50 KM. Dari hasil penelitian di peroleh, tingkat tertinggi setelah diambil rata-rata dari setiap putaran mesin adalah terletak pada penggunaan air biasa, dimana air biasa memiliki rata-rata temperatur di arah in radiator sebesar 97,3 °C dan di arah out sebesar 78,9 °C. Coolant dengan merek Velux Radiator Coolant, yaitu memiliki temperatur di arah in radiator rata-rata sebesar 95,6 °C dan di arah out sebesar 80 °C. Diikuti dengan coolant merek toyota long life coolant, dimana memiliki temperatur rata-rata pada arah in sebesar 92,5 °C dan dari arah out sebesar 77,5 °C. Dimana kapasitas aliran air dan udara pada mesin toyota avanza adalah m_{air} sebesar 0,8337 kg/det dan m_{udara} sebesar 0,0055 kg/det. Dan kapasitas laju perpindahan panas air dan udara pada radiator adalah Q_{air} sebesar 50,09 J/det dan Q_{udara} sebesar 49,92 J/det. Kemudian kapasitas aliran air dan udara pada mesin toyota avanza adalah m_{air} sebesar 0,0007 kg/det dan m_{udara} sebesar 0,0052 kg/det. Dan kapasitas laju perpindahan panas air dan udara pada radiator adalah Q_{air} sebesar 51,706 J/det dan Q_{udara} sebesar 52,73 J/det. Jadi kapasitas aliran air dan udara pada mesin toyota avanza adalah m_{air} sebesar 0,0007 kg/det dan m_{udara} sebesar 0,0051 kg/det. Dan kapasitas laju perpindahan panas air dan udara pada radiator adalah Q_{air} sebesar 52,48 J/det dan Q_{udara} sebesar 53,29 J/det.

Kata kunci: Analisis, Sistem Pendingin, Air Coolant.

ABSTRACT

The cooling system functions to maintain the working temperature of motor vehicles, so that the temperature does not exceed the threshold (over heating). The water used is Plain Water, Velux Radiator Coolant and Toyota Long Life Coolant. This test carried out at a distance of 10 to 50 KM.. From the research results, obtained that the highest level after taking the average of each engine rotation was located in the use of plain water, where plain water has an average temperature in the radiator inlet of 97.3 °C and in the outlet of 78.9 °C. Coolant with the Velux Radiator Coolant brand, which has an average temperature in the radiator inlet direction of 95.6 °C and in the outward direction of 80 °C. Followed by coolant brand toyota long life coolant, which has an average temperature in the inward direction of 92.5 °C and from the outward direction of 77.5 °C. Where the capacity of water and air flow in the toyota avanza engine is m_{water} water of 0.8337 kg / sec and m_{air} air of 0.0055 kg / sec. And the capacity of the heat transfer rate of water and air in the radiator is Q_{air} air of 50.09 J / sec and Q_{air} air of 49.92 J / sec. Then the capacity of water and air flow in the Toyota Avanza engine is m_{water} water of 0.0007 kg/sec and m_{air} air of 0.0052 kg/sec. And the capacity of the heat transfer rate of water and air in the radiator is Q_{water} water of 51.706 J/sec and Q_{air} air of 52.73 J/sec. So the capacity of the water and air flow in the Toyota Avanza engine is m_{water} water of 0.0007 kg/sec and m_{air} air of 0.0051 kg/sec. And the capacity of the heat transfer rate of water and air in the radiator is Q_{water} water of 52.48 J/sec and Q_{air} air of 53.29 J/sec.

Keywords: Analysis, Cooling System, Coolant Water

1. PENDAHULUAN

Di tengah perkembangan teknologi yang begitu cepat, manusia semakin mampu menemukan teknologi baru yang dapat mempermudah kelangsungan hidup manusia. Salah satu contohnya adalah industri mobil, di mana banyak jenis kendaraan yang berbeda diciptakan untuk mempermudah kelangsungan hidup manusia. Mobil saat ini semakin canggih dengan berbagai fasilitasnya dan pastinya menggunakan sistem pendingin radiator, dan telah menjadi kebutuhan vital dan elemen penting dalam menunjukkan "kualitas hidup" [1]. Mobil juga berfungsi sebagai alat transportasi pribadi dan umum, serta merupakan tingkat status sosial yang memilikinya, sistem pendingin sendiri merupakan suatu sistem pada mobil yang berguna untuk menjaga keseimbangan suhu mesin agar mesin selalu dalam kondisi ideal [2]. Semua mobil saat ini dilengkapi dengan sistem pendingin air yang berfungsi mendinginkan mesin dengan cara menyerap panas dari sistem pembakaran menggunakan air atau cairan pendingin untuk menjaga suhu mesin tetap standar dan mencegah mesin mengalami panas berlebih. Pembakaran yang melebihi batas maksimal dapat menyebabkan beberapa bagian mesin yang terhubung dengan panas hasil pembakaran mencapai kenaikan suhu yang berlebihan (overheating) [3]. Beberapa bagian mesin seperti piston dan dinding silinder dapat tersangkut dan kepala silinder akan retak, untuk mengatasinya diperlukan sistem pendingin [4].

Sistem pendingin air jenis ini tentunya sangat efisien digunakan karena separuh panas dari area ruang bakar akan terserap di dinding silinder dan kepala silinder [5], walaupun perawatannya lebih sulit sehingga biaya yang dikeluarkan untuk pemeliharaan pada sistem pendingin ini sangat besar. sangat besar. Lagi. mahal dibandingkan dengan sistem pendingin udara. Namun manfaat yang diperoleh lebih terjamin karena ruang bakar dikelilingi oleh udara dalam water jacket, selain sebagai pendingin juga berfungsi sebagai peredam suara.

Penggunaan air radiator saat ini diharapkan tidak hanya digunakan sebagai pelindung saja selain menyeimbangkan suhu mesin, juga mampu mencegah korosi atau karat pada dinding mesin, kepala silinder mesin, dan rongga radiator sehingga mesin lebih awet digunakan [6], ditambah lagi air radiator memiliki umur pemakaian yang lama. Namun, meski penggunaan air radiator dinilai irit, Anda tetap harus melakukan pengecekan secara berkala agar sistemnya tetap terjaga sesuai standar, pendinginan yang tidak seimbang akan mengakibatkan temperatur pembakaran menjadi tinggi dan akan mempengaruhi temperatur kerja mesin secara keseluruhan [7]. Penetralkan suhu pembakaran di dalam silinder perlu dibantu dengan sistem pendingin agar suhu dapat dipertahankan pada suhu kerja mesin yaitu 800-900 C .

2. METODE PENELITIAN

Besar perpindahan panas radiator adalah suatu nilai yang menunjukkan besarnya panas pada air radiator yang dapat dibuang ke udara luar. Persamaan yang digunakan untuk menghitung adalah [8] :

$$q = m \cdot Cp(T_{h,in} - T_{h,out}) \quad (1)$$

2.1 Kapasitas Massa Aliran Air dan Udara Pada Sistem Pendingin Radiator Menggunakan Ketiga Jenis Coolant

Untuk menghitung massa aliran air dan udara dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut [9] :

$$\begin{aligned} \frac{Q_{yang\ dibuang}}{m} &= m \cdot C_p \cdot \Delta T \\ &= \frac{Q_{yang\ dibuang}}{C_p \cdot \Delta T} \end{aligned} \quad (2)$$

2.2 Alat dan Bahan

2.2.1 Alat

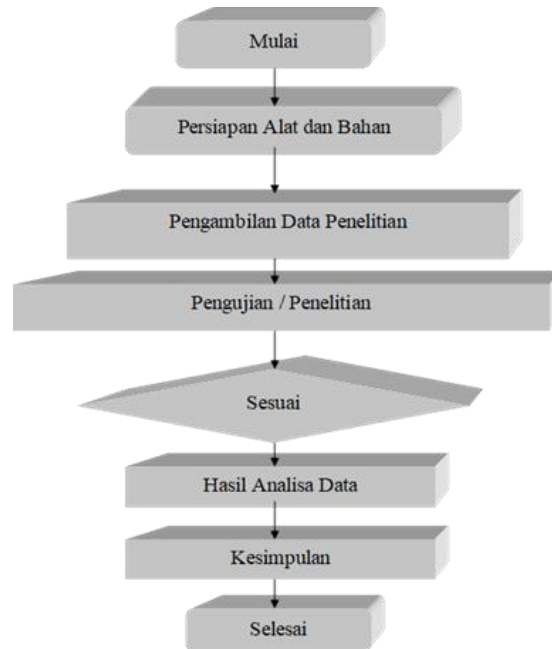
- a) *Thermocouple* (alat ukur temperaturudara)

- b) *Stopwatch*
- c) Gelas ukur
- d) Perlengkapan toolset

2.2.2 Bahan

Penelitian ini menggunakan bahan seperti Air biasa, Radiator coolant (Velux Radiator Coolant) dan Radiator super coolant (Toyota Long Life Coolant) dan mobil Toyota Avanza 1,5 S.

2.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Dari Penelitian Menggunakan Air Biasa

Berdasarkan hasil uji di peroleh angka mentah belum bisa dipahami maka data itu untuk memudahkan pemahaman, tabel dan deskripsi digunakan. Ini adalah merupakan data hasil olahan menggunakan pendingin Air Biasa pada radiator mobil toyota. Yang dimana pengambilan data ini pada KM yang telah di tentukan yaitu pada 10 km, 20 km, 30 km, 40 km dan 50 km dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1. Hasil penelitian menggunakan air biasa

KM	Jenis Radiator	In (°C)	Out (°C)
10	Air Biasa	91,2	78,9
20	Air Biasa	94,9	80,3
30	Air Biasa	97,1	82,7
40	Air Biasa	99,8	85,4
50	Air Biasa	103,5	87,8
Rata - Rata	Air Biasa	97,3	83

3.2 Hasil Dari Penelitian Menggunakan Air Coolant (Velux Radiator Coolant)

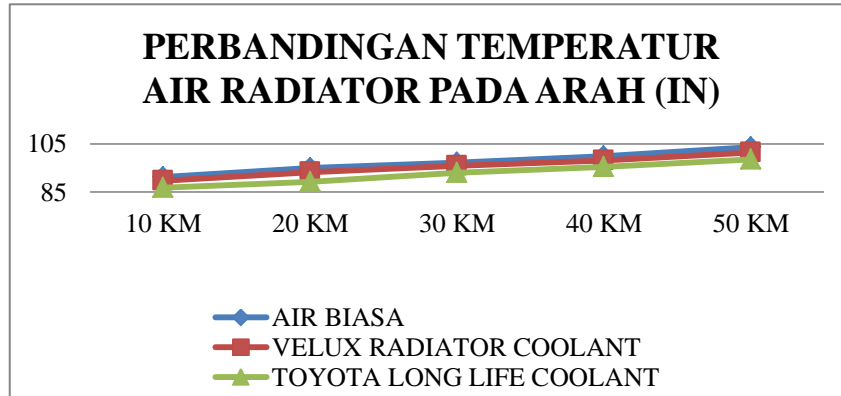
Berdasarkan hasil uji di peroleh angka mentah belum bisa dipahami maka data itu untuk memudahkan pemahaman, tabel dan deskripsi digunakan. Tabel 2. ini adalah merupakan data hasil olahan menggunakan pendingin Velux Radiator Coolant pada radiator mobil toyota. Yang dimana pengambilan data ini pada KM yang telah di tentukan yaitu pada 10 km, 20 km, 30 km, 40 km dan 50 km.

Tabel 2 Hasil penelitian menggunakan Velux Radiator Coolant

KM	Jenis Radiator	In (°C)	Out(°C)
10	Velux Radiator Coolant	89,7	75,5
20	Velux Radiator Coolant	93,2	77,4
30	Velux Radiator Coolant	95,8	79,7
40	Velux Radiator Coolant	98,1	82,8
50	Velux Radiator Coolant	101,3	84,9
Rata -Rata	Velux Radiator Coolant	95,6	80

3.3 Perbandingan Temperatur Air Radiator Pada Arah In

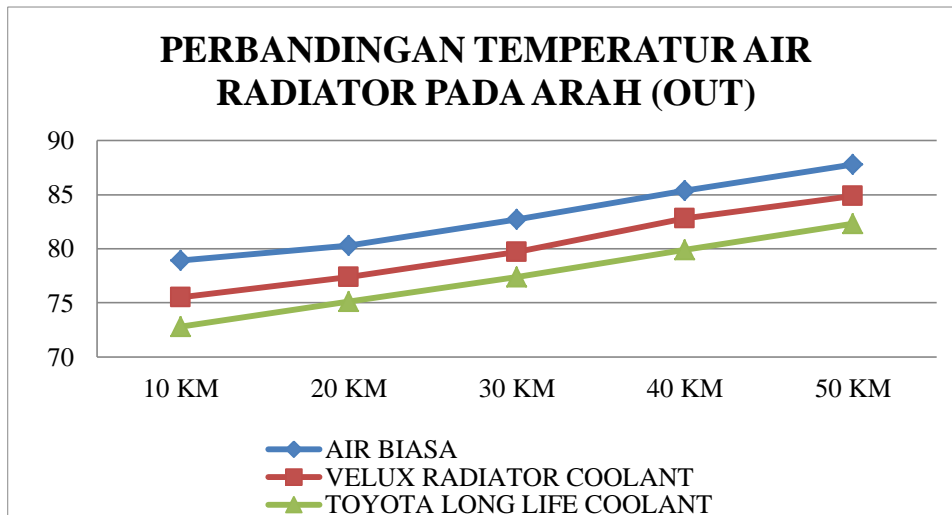
Adapun perbedaan kenaikan temperatur di *in* dari masing-masing air pendingin radiator dapat diuraikan kedalam gambar 2 grafik Perbandingan temperatur sebagai berikut:



Gambar 2 Grafik perbedaan kenaikan temperatur pada arah in dari masing-masing air pendingin radiator

3.4 Perbandingan Temperatur Air Radiator Pada Arah Out

Dapat diketahui bahwa menggunakan Air Biasa temperatur pada radiator bervariasi setiap KM, dimana pada 10 KM suhu kinerja radiator pada posisi 78,9°C. kemudian pada 20 KM suhu kinerja radiator meningkat sebesar 1,4°C menjadi 80,3°C, kemudian pada jarak 30 KM suhu kinerja radiator juga meningkat 2,4°C yaitu pada posisi 82,7°C. Selanjutnya pada jarak tempuh 40 KM suhu kinerja radiator juga terus meningkat sebesar 2,7°C pada posisi 85,4°C dan pada 50 KM suhu kinerja radiator meningkat sebesar 2,4°C menjadi 87,8°C, dapat dilihat pada gambar grafik 3 di bawah ini:



Gambar 3 Grafik perbedaan kenaikan temperatur pada arah out dari masing-masing air pendingin radiator

Di saat menggunakan air pendingin dengan merek Velux Radiator Coolant, temperatur pada radiator bervariasi setiap KM, dimana pada 10 KM suhu kinerja radiator pada posisi 75,5°C, kemudian pada 20 KM suhu kinerja radiator meningkat sebesar 1,9°C menjadi 77,4°C, kemudian pada jarak 30 KM suhu kinerja radiator juga meningkat sebesar 2,3°C yaitu pada posisi 79,7°C, selanjutnya pada jarak tempuh 40 KM suhu kinerja radiator semakin meningkat sebesar 3,1°C pada posisi 82,8°C dan pada 50 KM suhu kinerja radiator meningkat sebesar 2,1°C menjadi 84,9°C.

Kemudian menggunakan air pendingin dengan merek Toyota Long Life Coolant untuk pendingin didapatkan hasil yaitu pada 10 KM suhu kinerja radiator pada posisi 72,8°C, kemudian pada 20 KM suhu kinerja radiator meningkat sebesar 2,3°C menjadi 75,1°C, kemudian pada jarak 30 KM suhu kinerja radiator semakin meningkat sebesar 2,3°C yaitu pada posisi 77,4°C, selanjutnya pada jarak tempuh 40 KM suhu kinerja radiator juga meningkat sebesar 2,5°C pada posisi 79,9°C dan pada 50 KM suhu kinerja radiator meningkat sebesar 2,4°C menjadi 82,3°C.

3.5 Kapasitas Massa Aliran Air dan Udara Pada Sistem Pendingin Radiator Menggunakan Ketiga Jenis Coolant

Untuk menghitung massa aliran air dan udara dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Dimana : } T_{hm} : 95,1 \text{ } ^\circ\text{C} + 273,15 = 368,25 \text{ K}$$

$$T_{hk} : 80,1 \text{ } ^\circ\text{C} + 273,15 = 353,25 \text{ K}$$

$$Q_{\text{yang dibuang}} = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$m = \frac{Q_{\text{yang dibuang}}}{C_p \cdot \Delta T}$$

Dengan nilai temperatur rata-rata fluida yaitu :

$$T_{rf} = \frac{T_{hm} + T_{hk}}{2}$$

$$= \frac{368,25 \text{ K} + 353,25 \text{ K}}{2} = 360,75 \text{ K}$$

Berdasarkan tabel untuk uap air (steam) dan untuk gas pada temperatur 87,6 °C (360,75 K), maka didapat sifat-sifat fisik fluidanya sebagai berikut :

$$C_{p \text{ air}} = 4202 \text{ J/kg.K (lampiran 1)}$$

$$C_{p \text{ udara}} = 1020 \text{ J/kg.K (lampiran 2)}$$

Maka :

$$m_{\text{air}} = \frac{Q_{\text{yang dibuang}}}{C_{p \text{ air}} \cdot \Delta T}$$

$$= \frac{50,1 \text{ J/det}}{4202 \text{ J/kg.K} (368,25 \text{ K} - 353,25 \text{ K})} = 0,0007 \text{ kg / det}$$

$$m_{udara} = \frac{Q_{yang\ dibuang}}{C_{p\ udara} \cdot \Delta T}$$

$$= \frac{50,1\ J/det}{1020\ J/kg.K\ (358,15K - 348,85K)} = 0,0052\ kg/det$$

3.6 Kapasitas Laju Perpindahan Panas Air dan Udara Pada Radiator Menggunakan Ketiga Jenis Coolant

Untuk menghitung laju perpindahan panas air dan udara pada radiator dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$Q_{yang\ dibuang} = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Berdasarkan tabel untuk uap air (steam) dan untuk gas pada temperatur 87,6 °C (360,75 K), maka didapat sifat-sifat fisik fluidanya sebagai berikut :

$$C_{p\ air} = 4202\ J/kg.K\ (\text{lampiran 1})$$

$$C_{p\ udara} = 1020\ J/kg.K\ (\text{lampiran 2})$$

Maka :

$$Q_{yang\ dibuang} = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$Q_{air} = m_{air} \cdot C_{p\ air} \cdot \Delta T$$

$$= 0,0007\ kg/det \cdot 4202\ J/kg.K \cdot (368,25K - 353,25\ K)$$

$$= 44,12\ J/det$$

$$Q_{udara} = m_{udara} \cdot C_{p\ udara} \cdot \Delta T$$

$$= 0,0052\ kg/det \cdot 1020\ J/kg.K \cdot (358,15 - 348,85K)$$

$$= 49,32\ J/det$$

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis perubahan suhu didalam sistem pendingin radiator menggunakan 3 Jenis coolant pada mesin Toyota Avanza dapat di ambil kesimpulan yaitu :

1. Kapasitas massa aliran air dan udara pada pada mesin Toyota Avanza adalah :

$$m_{air} \text{ sebesar } 0,0007\ Kg/det$$

$$m_{udara} \text{ sebesar } 0,0052\ Kg/det$$

2. Kapasitas laju perpindahan panas air dan udara pada radiator adalah :

$$Q_{air} \text{ sebesar } 44,12\ J/det$$

$$Q_{udara} \text{ sebesar } 49,32\ J/det$$

Perubahan suhu di dalam sistem pendingin radiator saat menggunakan pendingin Air Biasa yaitu :

1. Kapasitas massa aliran air dan udara pada pada mesin Toyota Avanza adalah :

$$m_{air} \text{ sebesar } 0,8337\ Kg/det$$

$$m_{udara} \text{ sebesar } 0,0055\ Kg/det$$

2. Kapasitas laju perpindahan panas air dan udara pada radiator adalah :

$$Q_{air} \text{ sebesar } 50,09\ J/det$$

$$Q_{udara} \text{ sebesar } 49,92\ J/det$$

Perubahan suhu di dalam sistem pendingin radiator saat menggunakan pendingin Velux Radiator Coolant yaitu :

1. Kapasitas massa aliran air dan udara pada pada mesin Toyota Avanza adalah :

$$m_{air} \text{ sebesar } 0,0007\ Kg/det$$

$$m_{udara} \text{ sebesar } 0,0052\ Kg/det$$

2. Kapasitas laju perpindahan panas air dan udara pada radiator adalah :

$$Q_{air} \text{ sebesar } 51,706\ J/det$$

$$Q_{udara} \text{ sebesar } 52,73\ J/det$$

Perubahan suhu di dalam sistem pendingin radiator saat menggunakan pendingin Toyota Long Life Coolant yaitu :

1. Kapasitas massa aliran air dan udara pada pada mesin Toyota Avanza adalah :
 m_{air} sebesar 0,0007 Kg/det
 m_{udara} sebesar 0,0051 Kg/det
2. Kapasitas laju perpindahan panas air dan udara pada radiator adalah :
 Q_{air} sebesar 52,48 J/det
 Q_{udara} sebesar 53,29 J/det

Rata-rata temperatur pada 3 jenis coolant radiator yaitu :

1. Air Biasa
 T_{in} sebesar 97,3°C
 T_{out} sebesar 83,7 °C
2. Velux Radiator Coolant
 T_{in} sebesar 95,6°C
 T_{out} sebesar 80,1°C
3. Toyota long life coolant
 T_{in} sebesar 92,5°C
 T_{out} sebesar 77,5°C

kesimpulan dari 3 jenis coolant ini yang cocok untuk mobil merek toyota adalah jenis pendingin Toyota Long Life Coolant yang dapat meredam panas berlebihan dibandingkan menggunakan Velux Radiator Coolant maupun Air Biasa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada semua peneliti sebelumnya yang terkait dengan penelitian ini, baik yang disebutkan di daftar pustaka maupun yang tidak, karena kontribusi mereka yang signifikan telah memberikan masukan berharga pada penelitian ini. Penghargaan juga diberikan kepada teman-teman dan individu yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung dalam penelitian.

REFERENSI

- [1] Anwar, S., & Putra, A. Y, “Perpindahan panas pada air radiator terhadap efektivitas penyerapan panas pada sistem pendingin mesin motor bensin 4 langkah Honda cbr 150r”. *Eklptika*, 1(2), 72-77. doi:10.55757/ekliptika.v1i2.199.2020.
- [2] Rosit. “Analisa Proses Pembakaran Pada Motor Bensin 113.5 Cc Dengan Simulasi Ansys”. *Jurnal Teknologi Universitas Muhammdiyah Jakarta*. Vol 8 No 2 (2016).
- [3] Haris, H., Nota, E., & Asmed, A. “Perbandingan Penggunaan Cairan Pendingin Radiator Terhadap Temperatur Kerja Mesin Mobil Toyota Avanza 1.5 S M/T”. *Jurnal Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang*. Vol 15 No 1 (2022).
- [4] Miswar Abd, Teukuzulfadli, Muhammad Yusuf, Kamarullah, Andi Mulkan, Safrizal Azmal, Zulfan, “Analisis Perubahan Suhu Pada Sistem Pendingin Radiator Mesin Toyota Corolla,” *Jurnal Mekanova, Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*, Vol.10, No. 2,, 486-493, 2024.
- [5] Ratna, Y, H, B., & Evi N. “Analisis Jenis Cairan Pendingin Terhadap Laju Perpindahan Kalor Pada Sistem Pendingin Radiator”. *Jurnal Sains Teknologi dan rekayasa*. Vol 2 No 1 (2022).
- [6] “Performance analysis of automobile radiator using Nano fluid and water mixture as coolant”. *International Journal of Modern Trends in Engineering&Research*, 5(3),156-164.(2018).
- [7] Clifford, A., Abrar, R., & Darmawan, S. “Analisis kinerja coolant pada radiator”. *POROS*, 12(2), 122. doi:10.24912/poros.v12i2.564, (2014).
- [8] Daniar, A, D, H & I Made, I. 2018. Pengaruh Jenis Fluida Pendinginan Terhadap Kapasitas Radiator Pada Sistem Pendinginan Mesin Daihatsu Xenia 1300cc. *Jurnal Teknik Mesin Unesa*. Vol 6 No 3 (2018).
- [9] Susilo, Rahmad, ”*Pengaruh Efektivitas Radiator Berdasarkan Jenis Coolant Terhadap Unjuk Kerja Mesin Toyota Kijang Seri 4k,*” Other thesis, Universitas Islam Riau.(2019)