

## ANALISIS SISTEM PENDINGIN MENGGUNAKAN THERMOSTAT DAN TANPA THERMOSTAT DALAM PENCAPAIAN PANAS MESIN PADA ALAT UJI PRESTASI

### Dafit Feriyanto

Dosen  
Universitas Mercu Buana  
Meruya Selatan, Jakarta  
dafit.feriyanto@mercubuana.ac.id

### Sagir Alva

Dosen  
Universitas Mercu Buana  
Meruya Selatan, Jakarta  
sagir.alva@mercubuana.ac.id

### Resista Vikaliana

Dosen  
Institute STIAM, Jakarta  
resista@gmail.com

### Asep Setia Kristanto

Mahasiswa  
Universitas Mercu Buana  
Meruya Selatan, Jakarta  
asep@gmail.com

*The ideal working temperature of the engine is about 82 - 93 °C. The engine cooling system is needed to reach and maintain the ideal working temperature of the engine. The engine cooling system is equipped with a thermostat to regulate the flow of cooling water to reach and maintain the temperature. A malfunctioning thermostat will disrupt the cooling system process that led the engine can be overheated. This study aims to analyze the cooling system with and without a thermostat to achieve the ideal working temperature and evaluate the heat distribution on the engine cooling system in the Hyundai Arya diesel engine type D4BB. The research was conducted by various rotations of 800 rpm, 1500 rpm, and 2500 rpm, and the data was collected every 10 minutes. The cooling system without a thermostat can not reach the ideal working temperature of the engine within 10 minutes. Meanwhile, with a thermostat, the ideal working temperature of the engine can be achieved in 9 minutes with an average engine temperature of 86.0 °C at 800 rpm, in 6 minutes with an average engine temperature of 83.5 °C at 1500 rpm, and within 4 minutes with an average engine temperature of 81.7 °C at 2500 rpm. The heat released by the cooling system without a thermostat is less than using a thermostat, with an average of 55.7%. The engine cooling system with a thermostat in the engine cooling system and precise engine temperature control will make the ideal working temperature of the engine more quickly achieved and can be maintained as long as the engine is operated.*

**Keywords:** Engine Cooling System, Thermostat, Engine Temperature.

## 1. PENDAHULUAN

Sistem pendinginan (*cooling system*) pada mesin adalah suatu rangkaian untuk mengatasi terjadinya *over heating* pada mesin agar tetap bekerja secara optimal [1-3]. Sistem pendingin mesin berfungsi untuk menurunkan temperatur pada mesin dan untuk menjaga panas mesin pada suhu kerja idealnya [4]. Temperatur air pendinginan selama mesin beroperasi ada di antara 82 – 93 °C atau biasa disebut temperatur kerja ideal mesin [5-6]. Selain itu sistem pendingin mesin harus mampu mendukung tercapainya panas mesin secara merata dengan cepat [7].

Thermostat adalah salah satu komponen di dalam sistem pendinginan mesin yang berkerja untuk mengatur aliran air pendingin sehingga temperatur mesin segera mencapai suhu kerja ideal dan menjaga temperatur mesin berada pada suhu kerja ideal [7-8]. Fungsi thermostat adalah sebagai katup / keran aliran air pendingin dari blok mesin ke radiator. 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 [9]. Ketika temperatur air pendingin sudah cukup tinggi maka thermostat mulai membuka dan membuat aliran air pendingin mengalir dari blok mesin ke radiator untuk didinginkan. Tanpa adanya thermostat pada sistem pendingin akan membuat temperatur mesin terlalu dingin, proses pemanasan mesin lama dan tidak merata [9]. Hal tersebut akan mengakibatkan konsumsi bahan bakar menjadi boros,

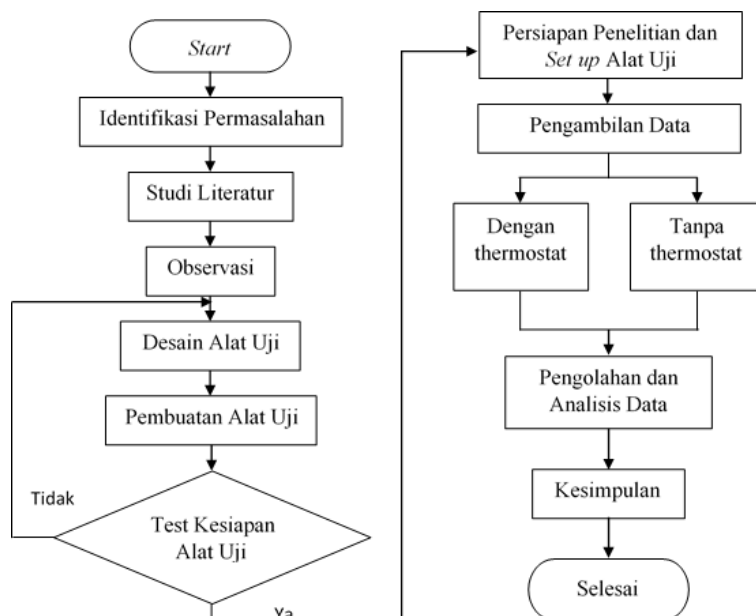
memicu timbulnya detonasi dan polusi gas buang yang berlebihan [9,10]. Efek lain tanpa adanya thermostat, sirkulasi air pendingin tidak ada yang akan mengontrol lagi. Hasilnya saat mesin masih dingin, air tetap bersirkulasi atau berputar menuju radiator. Imbasnya mesin menjadi lebih lama untuk mencapai suhu kerja ideal [11,12]. Penggunaan thermostat dalam suatu mesin sangatlah penting untuk mengontrol temperatur yang ada pada mesin. Untuk mempelajari lebih mendalam tentang fungsi thermostat dalam pencapaian suhu kerja ideal mesin dan efek – efek yang ditimbulkan tanpa adanya thermostat pada sistem pendingin, maka dibutuhkan media penunjang pengujian.

Kebaruan dari penelitian ini adalah pada alat uji prestasi mesin yang dibuat khusus dengan pengaplikasian thermostat dengan menggunakan *basic* mesin diesel mobil Hyundai Arya tipe D4BB. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pencapaian panas mesin pada sistem pendingin dengan dan tanpa menggunakan thermostat, menganalisis fungsi thermostat dalam pencapaian panas ideal mesin dan merancang kontrol temperatur yang tepat pada sistem pendingin mesin.

## 2. METODE DAN BAHAN

### 2.1. Diagram Alir

Diagram alir merupakan langkah - langkah yang dijadikan pedoman dalam melakukan serangkaian kegiatan penelitian, sehingga langkah yang dilakukan menjadi lebih terarah. Kegiatan penelitian ini mengikuti alir seperti Gambar 1.



**Gambar 1 :** Diagram alir penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian ini diawali dengan identifikasi masalah yang ada pada dunia industri dan otomotive serta dari penelitian terdahulu dimana terjadinya masalah pada sistem pendingin pada mesin yang tidak menggunakan thermostat. Sehingga penelitian perbandingan dengan dan tanpa thermostat perlu dilakukan. Setelah proses studi literatur dan observasi dilakukan, pembuatan desain alat uji mulai dari kerangka penopang sampai instalasi mesin dilakukan untuk memastikan pada tahapan pembuatan alat uji tidak ada kendala. Setelah proses pembuatan alat uji, test kesiapan dilakukan yang berupa uji performa mesin, sensor dan ketahanan rangka. Setelah alat uji siap, pengambilan data dilakukan dengan variasi mesin dengan dan tanpa menggunakan thermostat serta variasi kecepatan putaran yaitu 800, 1500 dan 2500 rpm dengan pengambilan data dilakukan selama 10 menit pada tiap variasi.

### 2.2. Alat dan Bahan

Untuk melaksanakan serangkaian kegiatan penelitian sesuai dengan diagram alir penelitian pada Gambar 1 dibutuhkan peralatan dan bahan / material penelitian seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 sebagai berikut:

**Tabel 1:** Peralatan dan material penelitian

No.	Nama Peralatan dan Material Penelitian	Fungsi dalam Kegiatan Penelitian
1	Stand Engine (Alat Uji Prestasi)	Media uji
2	Thermostat	Media uji
3	Air radiator	Media uji
4	Thermocouple	Mengukur temperature air pendingin
5	Thermometer Infrared	Mengukur temperatur blok mesin
6	Flowmeter	Mengukur debit air pendingin
7	Tachometer	Mengukur putaran mesin
8	Stopwatch	Mengukur waktu
9	Solar	Bahan bakar mesin uji prestasi

### 2.3. Spesifikasi Mesin

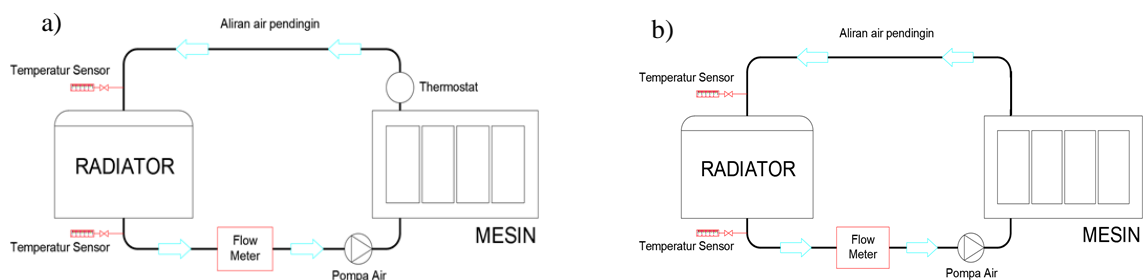
Alat uji prestasi yang digunakan sebagai media uji pada penelitian ini menggunakan mesin mobil Hyundai Arya berbahan bakar solar dengan tipe *engine* D4BB, yang dirakit lengkap dengan sistem pendingin, transmisi dan panel kontrol. Adapun spesifikasi dari alat uji prestasi sebagai media uji pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2 sebagai berikut:

**Tabel 2:** Spesifikasi mesin alat uji prestasi

Spesifikasi Mesin	
Tipe Mesin	D4BB – SOHC 4 <i>Cylinder Inline</i>
Volume <i>Cylinder</i>	2,607 cc
<i>Bore x Stroke</i>	91.1 x 100 mm
<i>Compression Ratio</i>	22:1
Torsi Maksimum	17.6 kg.m / 1,500 rpm
Daya Maksimum	57 ps / 2,500 rpm
Transmisi	5 speed, manual transmission
Produksi	Hyundai

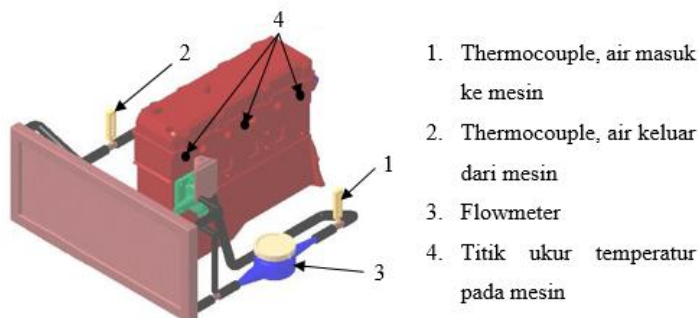
### 2.4. Skematik Diagram Pengujian

Perancangan alat uji prestasi untuk menganalisis sistem pendingin mesin dalam pencapaian panas kerja ideal dengan menggunakan thermostat dan tanpa thermostat. Pada pengujian dengan menggunakan thermostat, mesin dilengkapi dengan beberapa komponen seperti thermostat, radiator dan pompa air dan dilengkapi dengan beberapa sensor seperti sensor temperatur dan sensor aliran. Sedangkan pengujian tanpa menggunakan thermostat dilakukan pada mesin dengan komponen sistem pendingin hanya radiator dan pompa dan juga dengan menggunakan sensor yang sama yaitu sensor temperatur dan sensor aliran. Skematik diagram dari kedua jenis pengujian tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2:** Skematik diagram pengujian a) dengan thermostat dan b) tanpa thermostat

Alat uji didesain agar bisa mengambil data temperatur air pendingin pada bagian *inlet* dan *outlet* pada mesin, sehingga pada bagian tersebut dipasang *thermocouple* untuk memonitoring temperatur air pendingin, flowmeter untuk mengukur kecepatan aliran air pendingin. Selain itu dipasang pula tachometer untuk memonitoring putaran mesin. Thermometer laser dipersiapkan untuk mengukur temperatur silinder blok di beberapa bagian serta stopwatch untuk menghitung waktu dalam pengambilan data pengujian.



**Gambar 3:** Desain alat uji

### 2.5. Langkah Pengujian

Berikut merupakan langkah – langkah dalam pengujian sistem pendingin mesin dalam pencapaian suhu kerja idealnya dengan menggunakan thermostat dan tanpa menggunakan thermostat.

1. Menyiapkan peralatan yang akan digunakan yaitu thermometer infrared, stopwatch dan alat tulis.
2. Menyiapkan mesin alat uji prestasi, pastikan bahan bakar solar sudah tersedia.
3. Pastikan semua instrumen alat ukur seperti *thermocouple* dan flowmeter berfungsi dengan baik.
4. Ukur temperatur mesin dibagian depan, tengah dan belakang silinder blok mesin, ukur temperatur air pendingin saat mesin masih mati sebagai data awal pengujian, kemudian catat.
5. Nyalakan mesin alat uji prestasi, *setting* putaran mesin hingga didapat putaran mesin pengujian. Putaran mesin dapat dilihat melalui tachometer yang telah disiapkan.
6. Catat debit aliran air pendingin sesuai dengan *setting* putaran mesin.
7. Catat kenaikan temperatur air pendingin pada *inlet* dan *outlet* mesin, serta kenaikan temperatur mesin pada titik ukur yang telah ditentukan tiap menit hingga 10 menit pengujian.
8. Hitung waktu yang diperlukan hingga dicapai suhu kerja ideal mesin.
9. Lakukan langkah pengujian no. 1 hingga no. 8 dengan variasi putaran mesin pada 800 rpm, 1500 rpm dan 2500 rpm.

## 3. HASIL DAN DISKUSI

### 3.1 Hasil Pengujian

Data temperatur mesin dan temperatur air pendingin diukur pada saat kondisi mesin masih dingin mengikuti temperatur ruang sebagai data awal pengujian.

**Tabel 3:** Data awal temperatur mesin

No.	Posisi Titik Ukur	Temperatur (° C)
1	Silinder blok bagian depan (TU-1)	27.6
2	Silinder blok bagian tengah (TU-2)	27.6
3	Silinder blok bagian belakang (TU-3)	27.8
4	Air pendingin pada <i>outlet</i> mesin (TU-4)	27.5
5	Air pendingin pada <i>inlet</i> mesin (TU-5)	27.5

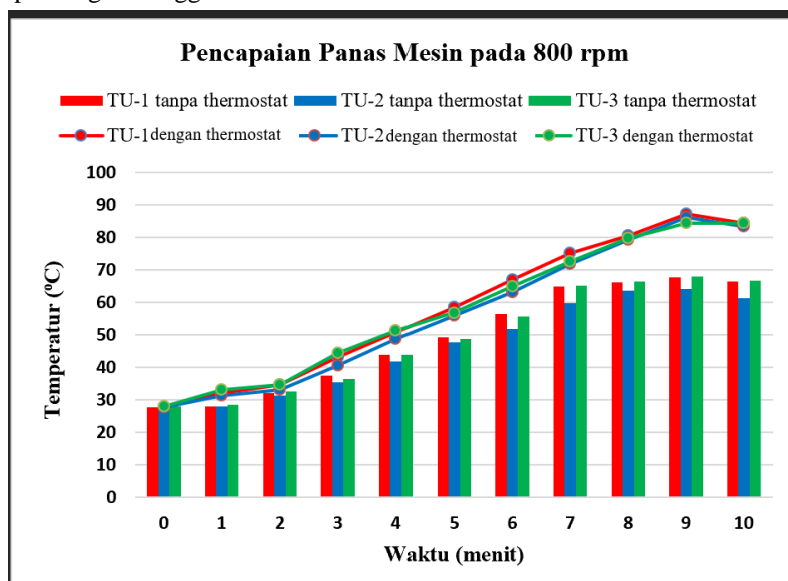
Debit aliran air pendingin sangat berpengaruh terhadap besarnya laju perpindahan panas yang dibuang melalui sistem pendingin. Debit aliran air pendingin diukur pada 3 putaran mesin yang berbeda yaitu 800 rpm, 1500 rpm dan 2500 rpm. Dari data pengukuran menunjukkan semakin tinggi putaran mesin maka semakin tinggi pula debit aliran air pendingin, hal ini disebabkan poros pompa air pendingin terhubung langsung dengan

poros mesin menggunakan sabuk penghubung sehingga putaran pompa air pendingin berputar semakin cepat mengikuti putaran mesin [13,14].

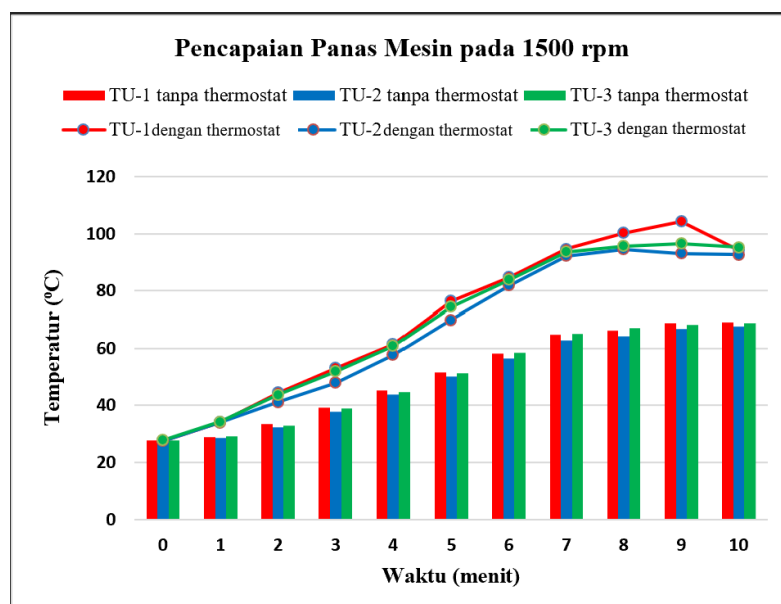
**Tabel 4:** Debit aliran air pendingin pada 3 variasi putaran mesin.

No.	Putaran mesin (rpm)	Debit aliran air pendingin (m <sup>3</sup> /min)
1	800	0.009
2	1500	0.016
3	2500	0.028

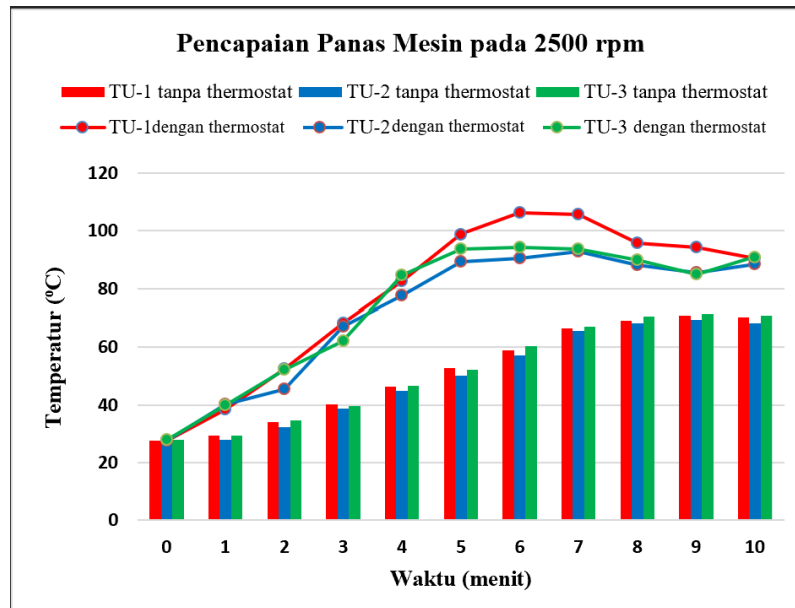
Pada tiga grafik dibawah menunjukkan perbandingan kenaikan temperatur mesin pada putaran 800 rpm, 1500 rpm dan 2500 rpm. Masing – masing grafik membandingkan kenaikan temperatur mesin dengan menggunakan thermostat dan tanpa thermostat pada sistem pendingin mesinnya. Sistem pendingin tanpa menggunakan thermostat kenaikan temperatur mesinnya lebih rendah dibandingkan kenaikan temperatur mesin dengan sistem pendingin menggunakan thermostat.



**Gambar 4:** Grafik pencapaian panas mesin dengan dan tanpa thermostat pada putaran 800 rpm.

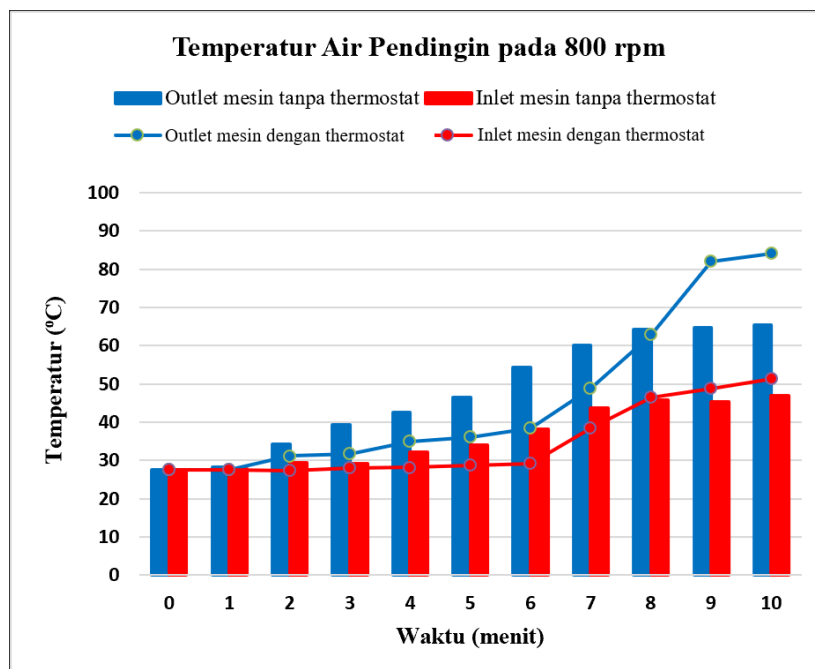


**Gambar 5:** Grafik pencapaian panas mesin dengan dan tanpa thermostat pada putaran 1500 rpm

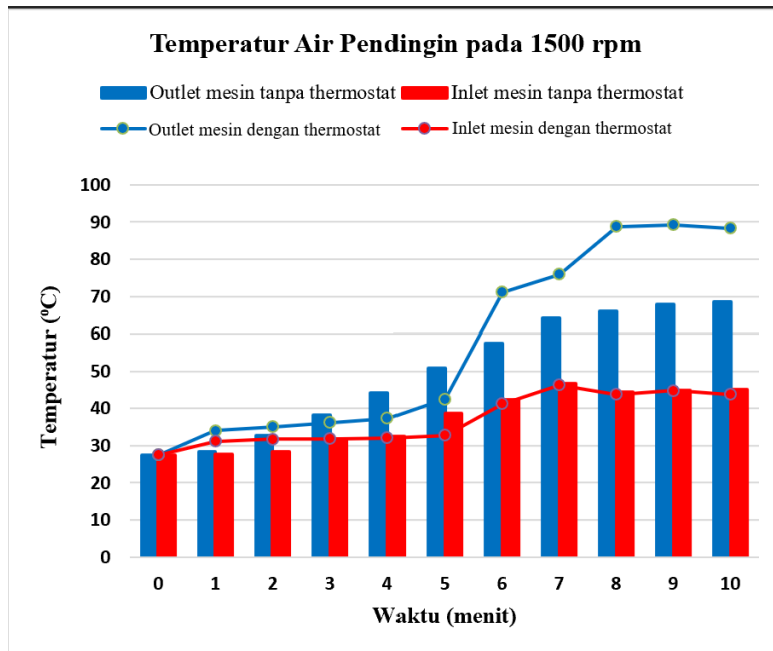


**Gambar 6:** Grafik pencapaian panas mesin dengan dan tanpa thermostat pada putaran 2500 rpm

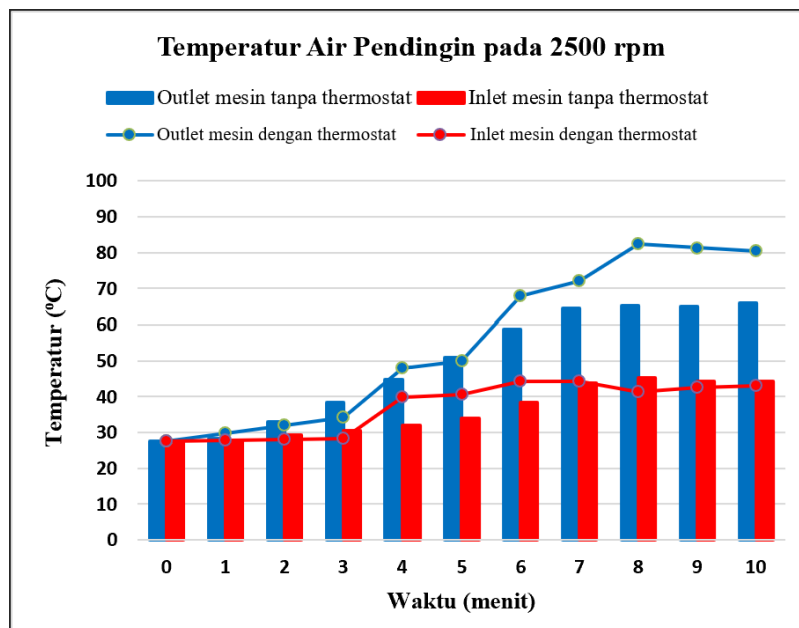
Tiga grafik dibawah menunjukkan perbedaan kenaikan temperatur air pendingin pada pencapaian panas mesin dengan menggunakan thermostat dan tanpa thermostat. Pada putaran 800 rpm, kenaikan temperatur air pendingin secara signifikan ditunjukkan pada menit ke – 9, sedangkan pada putaran 1500 rpm kenaikan temperatur air pendingin secara signifikan ditunjukkan pada menit ke – 6 dan pada putaran 2500 rpm kenaikan temperatur air pendingin secara signifikan ditunjukkan pada menit ke – 6 juga. Kenaikan temperatur air pendingin secara signifikan dipicu oleh terbukanya thermostat sehingga terjadi aliran air pendingin ke mesin, sehingga panas mesin diserap oleh air pendingin tersebut [15-17]. Kenaikan temperatur air pendingin pada sistem pendingin tanpa menggunakan thermostat cenderung lebih stabil naik perlahan dari menit awal, ini terjadi karena aliran air pendingin sudah bersirkulasi ke mesin.



**Gambar 7:** Grafik temperatur air pendingin dengan dan tanpa thermostat pada putaran 800 rpm

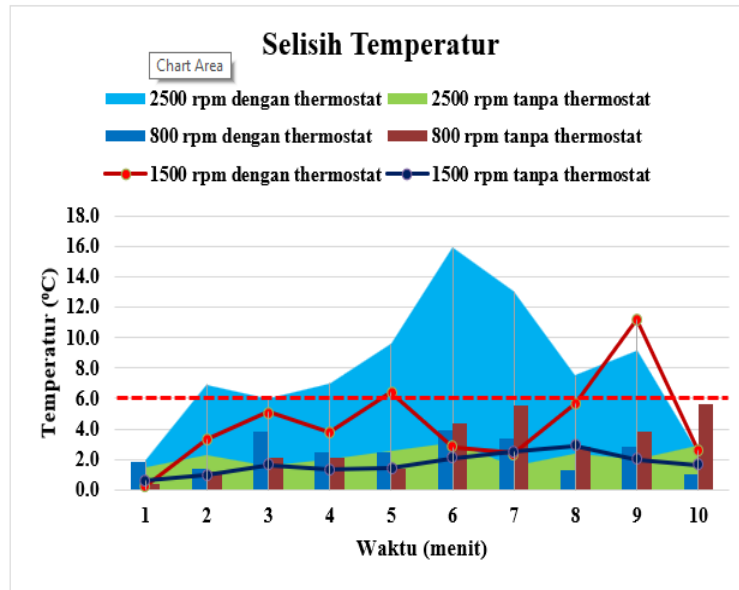


**Gambar 8:** Grafik temperatur air pendingin dengan dan tanpa thermostat pada putaran 1500 rpm



**Gambar 9:** Grafik temperatur air pendingin dengan dan tanpa thermostat pada putaran 2500 rpm

Dalam pencapaian panas kerja ideal mesin, temperatur mesin diukur pada 3 titik ukur yang berbeda di silinder blok mesin dengan tujuan untuk mengetahui pemerataan panas mesin, dengan asumsi bahwa panas mesin tidak merata jika selisih temperatur diatas 6 °C.



**Gambar 10:** Grafik selisih temperatur mesin tiap menit pada titik ukur

### 3.2 Perhitungan Laju Perpindahan Panas

Laju perpindahan panas yang dilepas oleh sistem pendingin dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$q = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta t \tag{1}$$

dimana:

- $q$  = laju perpindahan panas yang dilepas ke *water jacket* (kJ/s)
- $\dot{m}$  = laju massa aliran fluida pada *water jacket* (kg/s)
- $C_p$  = kalor spesifik fluida (kJ/kg.K)
- $\Delta t$  = selisih temperatur fluida masuk dan keluar dari radiator (K)

Laju perpindahan panas yang terjadi akan dihitung pada saat menit ke 10 mesin dijalankan dan dibandingkan pada saat menggunakan thermostat dan tanpa thermostat pada masing – masing putaran yaitu pada putaran 800 rpm, 1500 rpm dan 2500 rpm.

**Tabel 5:** Tabel perhitungan laju perpindahan panas

No	Putaran Mesin (rpm)	Sistem Pendingin	Laju perpindahan panas (kJ/s)	Persentase (%)
1	800	Tanpa thermostat	11.5995	56.40%
		Dengan thermostat	20.5656	
2	1500	Tanpa thermostat	26.4092	52.70%
		Dengan thermostat	50.1098	
3	2500	Tanpa thermostat	42.4354	57.60%
		Dengan thermostat	73.6725	

**Tabel 6:** Persentase laju perpindahan panas yang dilepas oleh sistem

No.	Sistem Pendingin	$n$ (rpm)	$m$ (kg/s)	$C_p$ (kJ/kg.K)	$\Delta t$ (K)	$q$ (kJ/s)
1	Dengan thermostat	800	0.15	4.18	32.8	20.5656
2		1500	0.27	4.18	44.4	50.1098
3		2500	0.47	4.18	37.5	73.6725
4	Tanpa thermostat	800	0.15	4.18	18.5	11.5995
5		1500	0.27	4.18	23.4	26.4092
6		2500	0.47	4.18	21.6	42.4354

Perpindahan laju panas yang dilepas oleh sistem pendingin pada putaran 800 rpm, 1500 rpm dan 2500



rpm dapat kita bandingkan dengan menghitung persentasenya, laju perpindahan panas yang dilepas oleh sistem pendingin tanpa menggunakan thermostat dibandingkan dengan menggunakan thermostat.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dari data penelitian yang telah dibahas pada bagian sebelumnya, kesimpulan yang didapat dari analisis sistem pendingin dengan menggunakan thermostat dan tanpa thermostat dalam pencapaian panas mesin dapat diketahui sebagai berikut:

1. Tanpa thermostat, temperatur ideal kerja mesin tidak tercapai dalam 10 menit waktu pengujian. Sebaliknya, dengan thermostat temperatur ideal mesin dapat tercapai, semakin cepat putaran mesin waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur kerja ideal maka semakin singkat. Semakin tinggi putaran mesin, panas mesin menjadi kurang merata.
2. Thermostat yang tidak berfungsi sebagaimana mestinya, membuat mesin menjadi *overheat*. Tanpa adanya thermostat temperatur kerja ideal mesin menjadi sulit dan lebih lama tercapai.

#### 5. PERNYATAAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Mercu Buana, Jakarta atas support dana dan peralatan dalam melakukan *testing*.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] AMNI, D., AMIN, B., MARTIAS, M., “Pengaruh pelepasan thermostat terhadap konsumsi bahan bakar pada mesin Toyota Kijang 5K”, *Automotif Engineering Education Journal*, v.2, n.2, 2014.
- [2] SURJADI, E., “Pengaruh penggunaan radiator pada sistem pendingin motor diesel stasioner satu silinder terhadap laju kenaikan suhu air pendingin”, *Jurnal AUTINDO*, v.1, n.3, 2016.
- [3] ADE, I.S., *Analisis sistem pendinginan pada mesin Isuzu Panther*, Universitas Negeri Semarang, Semarang, 2007.
- [4] GERRY, G.S.D., ARIS, Z.M., MAHROS, D., “Rancang Bangun dan Uji Performa Sistem Kendali Pemberian Fluida Permesinan MQL Berbasis Arduino”, *Rekayasa Mesin*, v. 11, n. 1, pp. 97-104, 2020
- [5] AMRIE MUCHTA. Cara kerja thermostat pada sistem pendingin mobil. <https://www.autoexpose.org/2017/09/cara-kerja-thermostat.html>, 2017, Diakses pada 14 Juni 2020.
- [6] PURNOMO, B.C., *Tinjauan faktor pengotoran (fouling) terhadap prestasi radiator pada sistem pendingin mobil*, Laporan Penelitian, Universitas Muhammadiyah Magelang, Magelang, 2013.
- [7] DARYANTO, “Pemeliharaan sistem pendingin dan pelumasan mobil”, Bandung, CV. Yrama Widya, 2004.
- [8] NUGROHO, A., “Laju perpindahan panas pada radiator dengan fluida campuran 80% air dan 20% radiator *coolant* pada putaran konstan”, *Tatal*, v. 4, n. 2, 5 Mar 2009.
- [9] RAFLANDO, K., SUBIYAKTO, G., FARID, A., “Analisis volume air radiator terhadap perubahan temperatur pada motor diesel Chevrolet”, *Proton: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Mesin*, v. 4, n. 2, Oct. 2012.
- [10] GINTING, T., “Pengaruh penggunaan thermostat terhadap temperatur air pendingin dengan media cairan pendingin air dan radiator *coolant* pada mesin 7K”, *Majalah Ilmiah Politeknik Mandiri Bina Prestasi*, v. 5, n. 2, Desember 2016.
- [11] MOHAMAD, T., GEOK, H., “Part-load performance and emissions of a spark ignition engine fueled with RON95 and RON97 gasoline: technical viewpoint on Malaysia’s fuel price debate”, *Energy Convers Manage*, v. 88, pp. 928-35, 2014.
- [12] PRANOTO, H., FERİYANTO, D., ZAKARIA, S., “Performance and Exhaust Gas Temperature Investigation of Ceramic, Metallic and FeCrAl Catalytic Converter In Gasoline Engine”, *Sinergi*, v. 23, n. 1, pp. 11-16, 2019.
- [13] LESTARI, W., “Analisis pengaruh sistem pendingin terhadap mesin bensin Xenia tipe XI 1300 cc 4 silinder 16 valve (K3 – DE DOHC)”, *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, v. 2, n. 1, 2017.
- [14] PRANOTO, H., LEMAN, A.M., ISHAK, B., FERİYANTO, D., GAMA, W.P., “Improving Road Safety of Tank Truck in Indonesia by Speed Limiter Installation”, *MATEC Web of Conferences*. v. 87, p. 02022, 2017.
- [15] PRANOTO, H., “Efisiensi Power Engine Truck Pergerakan Dinamis dengan mengubah Ratio Final Gear pada Truck Kapasitas 30 Ton”, *Sinergi*, v. 19, n. 1, pp. 45-90, 2015.
- [16] KORCZEWSKI, Z., “Exhaust Gas Temperature Measurements in Diagnostics of Turbocharged Marine Internal Combustion Engines Part I Standard Measurements”, *Polish Maritime Research*, v. 22, n. 1, pp. 47-54, 2015.

- [17] LEMAN, A.M., FERIYANTO, D., FARHANA, R.R., BAKAR, B.A., BABA, I., “Oxidation Resistance Analysis Of Metallic (FeCrAl Foil) Catalytic Converter Developed By Ultrasonic Approach”, *MATEC Web of Conferences*, v. 78, p. 01009, 2016.