

SISTEM PEMANTAUAN DAN PERINGATAN PANAS MESIN KENDARAAN BERMOTOR RODA DUA

Abel Afriandika Surya Putra Karseno¹, Aulia Rahma Annisa, S.ST., M.T.²
Hendy Briantoro, S.ST., M.T., Ph.D.³

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Surabaya

¹abelafriandika@student.telkomuniversity.ac.id, ²auliarahmaannisa@telkomuniversity.ac.id,

³hendybriantoro@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Kendaraan bermotor roda dua rentan mengalami *Overheating* karena suhu mesin yang melebihi batas normal, yang dapat menyebabkan mesin mati mendadak. Salah satu penyebabnya adalah kualitas oli yang buruk, yang meningkatkan suhu pada mesin dan mengakibatkan *Overheating*. Penelitian ini mengembangkan sistem pemantauan dan peringatan panas menggunakan *Internet of Things* (IoT) untuk mengawasi suhu mesin kendaraan bermotor roda dua. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor termokopel tipe K yang terhubung ke aplikasi Flutter via *Bluetooth*. Data suhu dikirim ke *Database* melalui internet pada *Smartphone*, dan data ini dianalisis menggunakan regresi linear untuk prediksi suhu berdasarkan data historis. Pengujian kalibrasi dilakukan terlebih dahulu, menunjukkan perbedaan suhu rata-rata sebesar 2,93°C antara sensor termokopel dan thermogun, dengan *error* rata-rata 6,4%. Setelah kalibrasi, perbedaan suhu rata-rata menurun menjadi 0,41°C antara sensor termokopel dan thermogun, dengan *error* rata-rata 0,6%. Pengujian selanjutnya dilakukan dengan pengambilan data pada siang dan malam, menunjukkan rata-rata standar deviasi 10,1 pada siang dan 5,1 pada malam, yang menunjukkan bahwa sensor termokopel cukup akurat untuk mengukur suhu mesin kendaraan bermotor roda dua.

Kata kunci : IoT (*Internet of Things*) , Mikrokontroler ESP32 Sensor termokopel, Regresi Linear, Pemantauan Suhu Mesin.

Abstract

Two-wheeled motorized vehicles are prone to Overheating due to engine temperatures that exceed normal limits, which can cause sudden engine failure. One of the causes is poor oil quality, which increases the temperature in the engine and results in Overheating. This research develops a heat monitoring and warning system using the Internet of Things (IoT) to monitor the engine temperature of two-wheeled motorized vehicles. The system uses an ESP32 microcontroller and a K-type thermocouple sensor connected to the Flutter application via Bluetooth. Temperature data is sent to the Database via the internet on a Smartphone, and this data is analyzed using linear regression for temperature prediction based on historical data. Calibration testing was performed first, showing an average temperature difference of 2.93°C between the thermocouple sensor and the thermogun, with an average error of 6.4%. After calibration, the average temperature difference decreased to 0.41°C between the thermocouple sensor and thermogun, with an average error of 0.6%. Further testing was carried out by taking data during the day and night, showing an average standard deviation of 10.1 during the day and 5.1 at night, which indicates that the thermocouple sensor is accurate enough to measure the engine temperature of two-wheeled motorized vehicles.

Keywords: *Two-wheeled motorized vehicle, IoT (Internet of Things), Thermocouple sensor, Machine Learning, Overheating.*

1. Pendahuluan

Sebagian pemilik kendaraan seringkali mengesampingkan peran temperatur dan kurang mempedulikan seberapa tinggi suhu pada kendaraan roda dua. Hal ini disebabkan karena kurangnya pengetahuan pemilik kendaraan mengenai apakah suhu motor tersebut berada dalam kondisi normal atau tidak. Padahal, menjaga agar suhu kendaraan tetap stabil sangatlah penting, bahkan dapat berakibat fatal pada komponen mesin apabila kendaraan mengalami kelebihan panas (*Overheating*). Lebih lanjut, kondisi *Overheating* juga dapat menyebabkan mesin mati secara mendadak. Salah satu faktor penyebab *Overheating* pada motor adalah kualitas oli yang tidak memadai. [1]. *Overheating* pada mesin kendaraan terjadi ketika suhu mesin melebihi batas normal, mengakibatkan penurunan performa atau bahkan kerusakan yang fatal. Kejadian ini biasanya terjadi pada kendaraan yang diproduksi sebelum tahun 2010, dimana sistem pada kendaraan tersebut belum dilengkapi dengan pendeteksi atau peringatan terhadap suhu mesin yang berlebih [2].

Umumnya, kendaraan produksi sebelum tahun 2010 hanya dilengkapi dengan indikator, dan meskipun radiator biasanya sudah dipasang pada kendaraan roda dua, beberapa model keluaran lama mungkin tidak dilengkapi dengan fitur ini [3]. *Overheat* adalah kondisi di mana mesin kendaraan bermotor roda dua mengalami

kenaikan suhu secara signifikan di atas batas aman. Namun, banyak pemilik kendaraan yang tidak memperhatikan kondisi kesehatan kendaraan. Salah satu faktor penting dalam kendaraan bermotor roda dua adalah suhu mesin. Mesin dinyatakan beroperasi secara optimal ketika suhu mesin mencapai tingkat yang tepat [4].

Oleh karena itu fokus dan tujuan penelitian ini adalah membuat suatu sistem yang dapat mendeteksi suhu panas yang dihasilkan oleh mesin kendaraan roda dua menggunakan teknologi mikrokontroler ESP32 dan sensor Termokopel Tipe K max6675. Sensor Termokopel Tipe K max6675 digunakan untuk mengukur suhu mesin kendaraan roda dua. Data dari sensor Termokopel Tipe K max6675 tersebut diproses mikrokontroler ESP32 untuk mendapatkan temperatur suhu panas mesin secara *real time* dan Menerapkan metode regresi linear adalah teknik yang cocok untuk memprediksi nilai di masa depan. Dalam penelitian ini, data yang sudah dikumpulkan dianalisis dan diprediksi menggunakan regresi linear. Analisis ini bertujuan untuk memperoleh persamaan regresi linear yang dapat digunakan untuk meramalkan nilai-nilai masa depan berdasarkan pola data yang ada [5]. IoT memungkinkan pemantauan sistem jarak jauh secara *real-time*.

Algoritma Regresi Linear merupakan metode yang efektif untuk mempelajari pola data yang ada. Prosesnya melibatkan pengambilan sampel data dari percobaan sederhana, dengan tujuan untuk memperoleh persamaan regresi linear. Persamaan ini nantinya digunakan untuk memprediksi nilai berdasarkan data yang telah tersedia.

2. Dasar Teori

2.1 Sistem Pemantauan

Pemantauan suhu pada kendaraan bermotor roda dua memiliki peran yang sangat penting. Sistem pemantauan ini didasari oleh dua penggalan kata, yaitu "sistem" dan "pemantauan." Sistem yang dimaksud merujuk pada suatu kesatuan, baik berupa objek nyata atau abstrak, yang terdiri dari berbagai komponen atau unsur yang saling berkaitan, saling tergantung, dan saling mendukung, serta bersatu untuk mencapai tujuan tertentu secara efektif dan efisien. Sedangkan pemantauan mengacu pada pengumpulan informasi secara sistematis dan analisisnya selama suatu proses berlangsung [6].

2.2 Temperatur Suhu Mesin Kendaraan Bermotor Roda Dua

Saat mesin baru dinyalakan suhu kendaraan yang didapat sekitar 39°C sampai 42°C dan ambang batas suhu mesin sepeda motor jika dinyalakan tanpa digunakan adalah 55°C. Setelah sepeda motor memasuki jalan raya, suhu jalan akan naik bersamaan dengan suhu mesin, yang menghasilkan rata-rata 48°C [7]. Pada penelitian ini suhu panas *Overheat* ditetapkan pada 70°C berdasarkan referensi jika melebihi batas tersebut maka akan dianggap *Overheat* [8]. Notifikasi berupa *buzzer* yang berbunyi, LED merah yang menyala, dan tampilan "Matikan Mesin" pada LCD akan muncul ketika data menunjukkan kenaikan suhu hingga 70°C menandakan *Overheat*.

2.3 Internet of Things (IoT)

Konsep "*Internet of Things*" mengacu pada konsep di mana benda-benda memiliki kemampuan untuk mengirimkan data melalui jaringan tanpa intervensi manusia atau koneksi langsung dengan perangkat komputer. Tujuan konsep ini adalah untuk meningkatkan manfaat dari koneksi internet yang berkesinambungan dengan memungkinkan mesin, peralatan, dan objek fisik lainnya untuk terkoneksi melalui sensor dan aktuator jaringan. Akibatnya, objek-objek ini memiliki kemampuan untuk mengumpulkan data dan mengatur operasinya sendiri, yang memungkinkan mesin untuk bekerja sama dan bahkan mengambil tindakan secara otomatis berdasarkan informasi yang diperoleh [9].

2.4 Sensor Termokopel

Termokopel adalah alat pengukur suhu yang beroperasi berdasarkan prinsip termoelektrik dan menghasilkan tegangan. Alat ini terbuat dari kombinasi logam, seperti nikel-kromium dan konstantan, dan umum digunakan diberbagai industri. Dalam penelitian ini digunakan termokopel tipe K yang mampu mengukur suhu dari 0°C hingga 400°C. Pengukuran suhu dilakukan menggunakan MAX6675, dilengkapi dengan ADC 12-bit, kompensasi sambungan dingin, dan komunikasi SPI. Sinyal termokopel diproses oleh pengkondisian sinyal sebelum dimasukkan ke dalam ADC. Kombinasi termokopel dan MAX6675 memberikan tingkat akurasi $\pm 2^\circ\text{C}$. Penggunaan sensor ini dipilih karena spesifikasinya dinilai bisa diandalkan [10]. Untuk Akurasi Standar: $\pm 2,2^\circ\text{C}$ atau $\pm 0,75\%$, *Special Limits of Error*: $\pm 1,1^\circ\text{C}$ atau $0,4\%$.

2.5 Regresi Linear

Metode regresi linear merupakan sebuah teknik yang sesuai untuk melakukan prediksi nilai di masa mendatang. Penerapan regresi linear dalam penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan beberapa sampel data dari suatu eksperimen yang sederhana. Tujuan dari pengumpulan sampel data ini adalah untuk mendapatkan persamaan regresi linear yang dapat digunakan sebagai sarana untuk memprediksi nilai yang akan datang

berdasarkan dari pola data yang ada [5]. Regresi adalah suatu teknik untuk menilai pengaruh suatu variabel terhadap variabel lainnya, yang memungkinkan untuk memproyeksikan nilai suatu variabel berdasarkan variabel lain. Proyeksi tersebut mencakup perkiraan kemungkinan terjadinya suatu kejadian di masa depan, yang dapat berbentuk kualitatif (non-angka) atau kuantitatif (berupa angka) [11].

3. Perancangan Sistem

3.1 Tahapan Penelitian

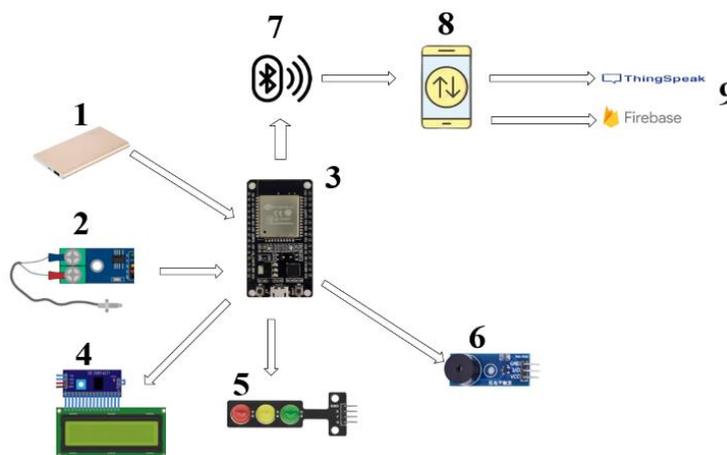
Tahapan penelitian atau metodologi dalam penelitian ini meliputi kajian pustaka sebagai pendalaman materi dari referensi, pemrograman alat dengan ESP32 menggunakan Arduino IDE, pengembangan aplikasi berbasis Flutter dengan Visual Studio Code untuk interaksi dan tampilan data sensor secara *real-time*, perakitan prototipe dengan pemasangan ESP32, modul, sensor, LED, LCD, dan *buzzer* pada PCB serta pengujian alat, pengujian dan analisis hasil alat untuk memastikan fungsionalitas dan melakukan prediksi menggunakan regresi linear, serta penyusunan laporan yang mencakup seluruh proses penelitian mulai dari studi literatur hingga pengujian yang dipublikasikan dalam bentuk buku..



Gambar 3. 1 Tahapan Pengerjaan Tugas Akhir

3.2 Desain Model Sistem

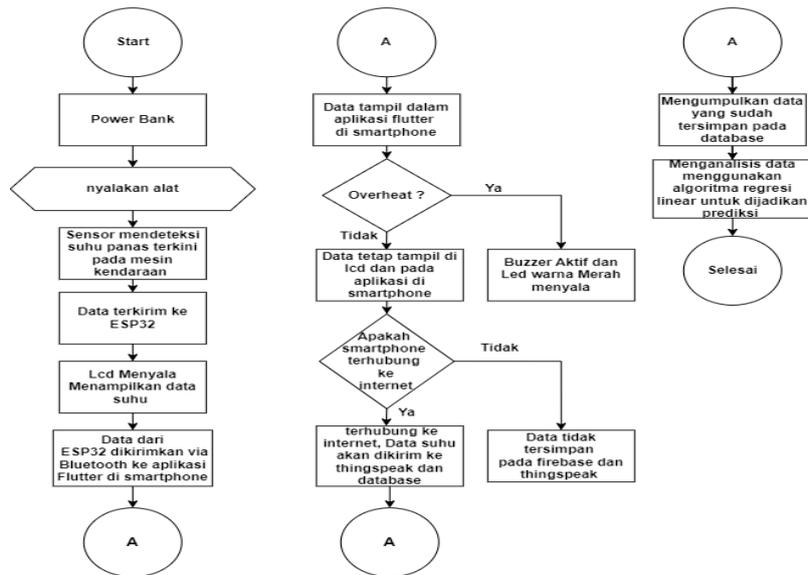
Desain Model Sistem pada penelitian ini adalah pengembangan sistem pemantauan suhu mesin kendaraan bermotor roda dua menggunakan *Internet of Things* (IoT). Sistem ini bertujuan untuk memberikan wawasan dan informasi kepada pengguna kendaraan. Penelitian difokuskan pada pemantauan suhu terkini dan prediksi panas mesin. Proses dimulai dengan pengumpulan data suhu oleh sensor yang dikirimkan ke ESP32 melalui *Bluetooth*. Data ini kemudian diterima oleh aplikasi berbasis Flutter pada *Smartphone* pengguna. *Smartphone* harus memiliki koneksi internet jika tidak, data dari sensor hanya akan menjadi data sementara dan tidak tersimpan. Dengan koneksi internet, data suhu disimpan dalam ThingSpeak setiap 15 hingga 16 Detik dan juga disimpan di *Firebase*. Data ini digunakan untuk diprediksi menggunakan regresi linear berdasarkan data yang telah dikumpulkan saat alat diimplementasikan dan digunakan sebelumnya.



Gambar 3. 2 Desain model Sistem

3.3 Alur sistem

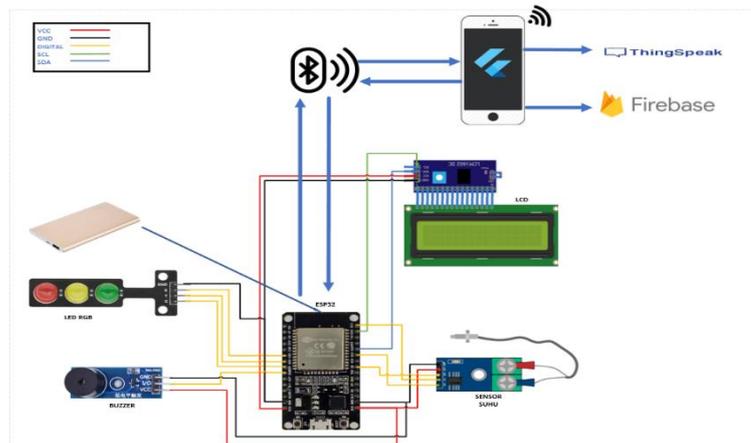
Berikut ini adalah desain alur dari keseluruhan



Gambar 3. 3 Desain alur keseluruhan

Namun, jika suhu mengalami *Overheat*, *Buzzer* akan aktif dan LED berwarna merah akan menyala. Jika pada *Smartphone* pengguna terhubung ke internet. Data suhu akan dikirimkan ke *ThingSpeak* dan *Database*. Jika tidak, data tidak akan tersimpan di *Firestore* dan *ThingSpeak* hanya akan sebagai data lewat saja. Data yang sudah tersimpan pada *Database* bisa dikumpulkan dan dianalisis untuk diolah menjadi data prediksi.

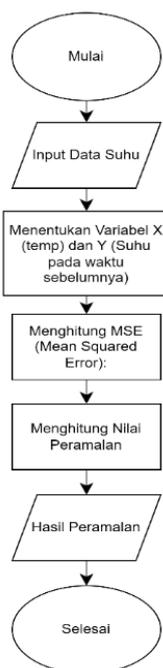
3.4 Desain Hardware



Gambar 3. 4 Alur Penerapan

Pada **Gambar 3.4** ESP32 menyala menggunakan daya dari powerbank, kemudian pengguna menyambungkan koneksi *Bluetooth* menggunakan *Smartphone*. ESP32 berfungsi untuk menerima *input* data dari sensor termokopel, mengirimkan sinyal ke LED dan *buzzer* sesuai dengan status input sensor, serta mengirimkan data suhu mesin kendaraan bermotor roda dua secara *real-time* ke aplikasi yang dikembangkan. Sensor termokopel digunakan untuk mengukur suhu panas mesin kendaraan bermotor roda dua dan mengirimkan data suhu ke ESP32. *Buzzer* berfungsi sebagai alarm untuk memperingatkan pengguna tentang potensi bahaya suhu panas, sedangkan LED menampilkan status suhu dengan warna hijau untuk kondisi aman, kuning untuk waspada, dan merah untuk kondisi *Overheat*. *LCD Display* digunakan untuk menampilkan data terkini suhu panas mesin. *PowerBank* memberikan daya listrik ke ESP32 agar tetap menyala. *ThingSpeak* & *Firestore* digunakan untuk menerima dan menyimpan data, dengan catatan *smartphone* harus terhubung ke internet untuk menyimpan data secara *online*. Pengguna, yaitu pemilik atau pengendara kendaraan, dapat mengakses aplikasi yang dirancang untuk memberikan informasi terkini mengenai suhu mesin kendaraan selain melalui *LCD Display*

3.5 Metode Regresi Linear

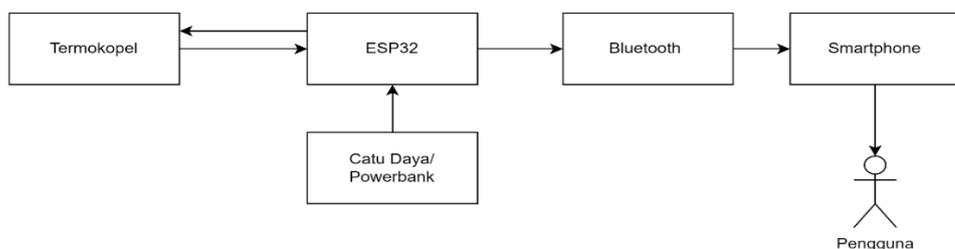


Gambar 3.5 Flowchart Algoritma Regresi Linear

Gambar 3.5 menunjukkan *flowchart* dari metode regresi linear yang digunakan dalam penelitian ini untuk memprediksi suhu panas mesin kendaraan bermotor roda dua. Langkah pertama adalah mengumpulkan dan menyimpan data suhu panas mesin ke Firebase. Langkah kedua, algoritma regresi linear diterapkan untuk menganalisis data, di mana hubungan antara variabel dependen Y dan variabel independen X dimodelkan dengan persamaan linear eksplisit. Model matematis regresi linear, dinyatakan dengan $Y = \beta_0 + \beta X + EY =$, di mana β_0 adalah intercept, β adalah koefisien regresi, dan E adalah error. Langkah ketiga adalah penerapan formula regresi linear umum, yaitu $Y = a + bX$, di mana a adalah konstanta dan b adalah koefisien regresi. Langkah terakhir adalah interpretasi hasil regresi untuk memprediksi suhu panas mesin, yang dapat dilihat pada **Gambar 3.5**

3.6 Skenario Pengujian

Skenario pengujian ini melibatkan kendaraan bermotor roda dua yang dilengkapi dengan alat seperti buzzer dan LED sebagai peringatan jika terjadi Overheat, serta LCD untuk menampilkan data. Sebelum pengujian dilakukan pada siang dan malam hari, sensor terlebih dahulu diuji coba dalam kondisi kalibrasi dan sebelum kalibrasi untuk mendapatkan hasil error-nya. Setelah itu, pengujian pengambilan data suhu dilakukan pada siang dan malam hari, diikuti dengan analisis terhadap hasil pengujian. berikut adalah Alur Skenario Pengujian



Gambar 3.6 Alur Skenario Pengujian

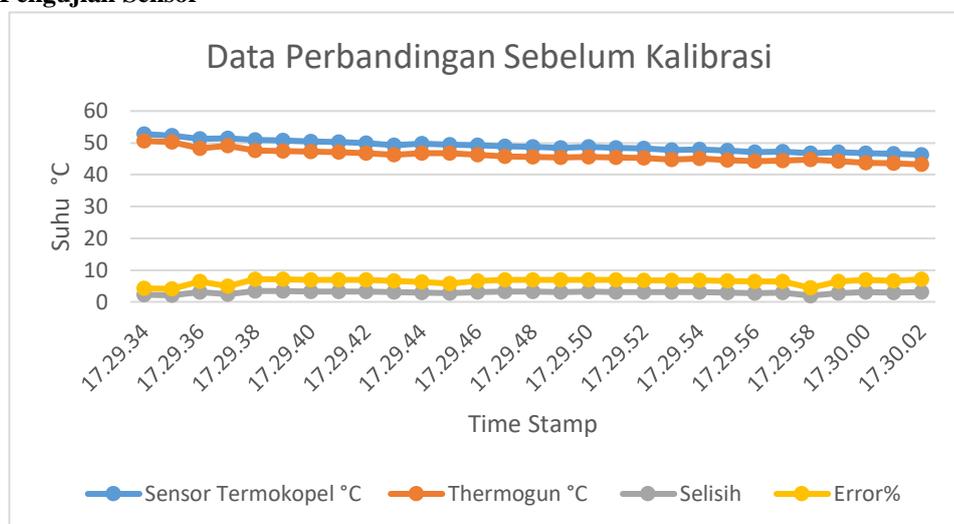


Gambar 3.7 Kendaraan Bermotor Roda Dua

Penempatan sensor pada area kepala silinder mesin kendaraan bermotor roda dua dipilih karena letaknya yang dekat dengan sensor EOT (*Engine Oil Temperature*). Sensor EOT berfungsi untuk mendeteksi perubahan suhu di dalam mesin. Umumnya, sensor EOT terpasang di ujung blok mesin, yaitu pada kepala silinder [12].

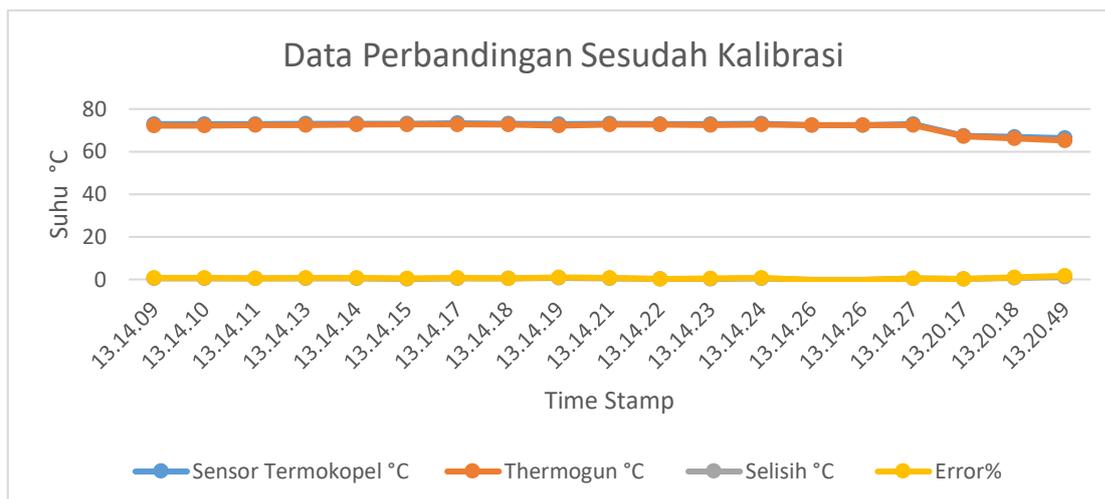
4. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Hasil Pengujian Sensor



Gambar 4. 1 Data Sensor sebelum kalibrasi

Berdasarkan data perbandingan yang didapat di atas, terlihat bahwa sensor termokopel tipe K yang belum terkalibrasi menunjukkan perbedaan pengukuran suhu yang konsisten dibandingkan dengan alat ukur thermogun industri. Rata-rata selisih suhu antara kedua alat adalah sekitar 3,02 °C, dengan persentase kesalahan rata-rata sebesar 6,30%. Variasi dalam selisih suhu menunjukkan adanya faktor-faktor yang mempengaruhi keakuratan sensor termokopel. Meskipun terdapat perbedaan ini, sensor termokopel masih dapat diandalkan untuk mengukur suhu mesin kendaraan bermotor roda dua dengan melakukan kalibrasi yang tepat. Kesalahan yang teramati berkisar antara 4,08% hingga 7,14%, yang mungkin terlalu besar untuk beberapa aplikasi yang membutuhkan presisi tinggi. Namun, dengan koreksi dan kalibrasi yang tepat, sensor ini tetap dapat digunakan dengan tingkat kepercayaan yang memadai. Hal ini penting untuk memastikan performa mesin kendaraan bermotor roda dua tetap optimal dan mencegah kerusakan akibat suhu yang tidak terkontrol dengan baik.



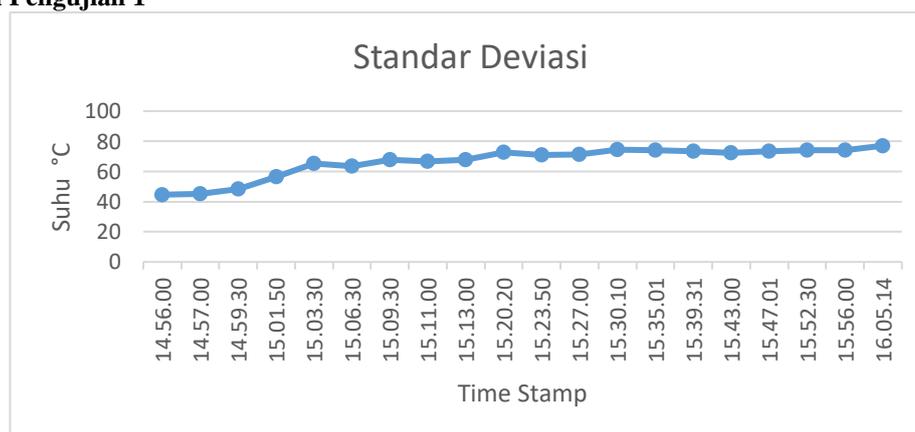
Gambar 4. 2 Data Sensor Sesudah kalibrasi

Berdasarkan data perbandingan yang didapat setelah kalibrasi, terlihat bahwa sensor termokopel tipe K masih menunjukkan perbedaan pengukuran suhu Dibandingkan dengan alat ukur thermogun industri. Rata-rata selisih suhu antara kedua alat adalah sekitar $0,42^{\circ}\text{C}$, dengan persentase kesalahan rata-rata sebesar $0,60\%$. Sebelum kalibrasi, kesalahan berkisar antara $4,08\%$ hingga $7,14\%$ dengan rata-rata selisih suhu $3,02^{\circ}\text{C}$ dan persentase kesalahan rata-rata $6,34\%$.

Setelah kalibrasi, kesalahan menurun dengan selisih rata-rata $0,42^{\circ}\text{C}$ dan persentase kesalahan rata-rata $0,60\%$. Data yang akan digunakan untuk prediksi adalah data setelah kalibrasi. Nilai selisih negatif, seperti $-0,18^{\circ}\text{C}$ dan $-0,02^{\circ}\text{C}$, bisa terjadi akibat fluktuasi suhu atau ketidakstabilan dalam pengukuran. Artinya, pada saat tersebut, sensor termokopel membaca suhu yang sedikit lebih rendah daripada suhu sebenarnya yang diukur oleh alat ukur thermogun.

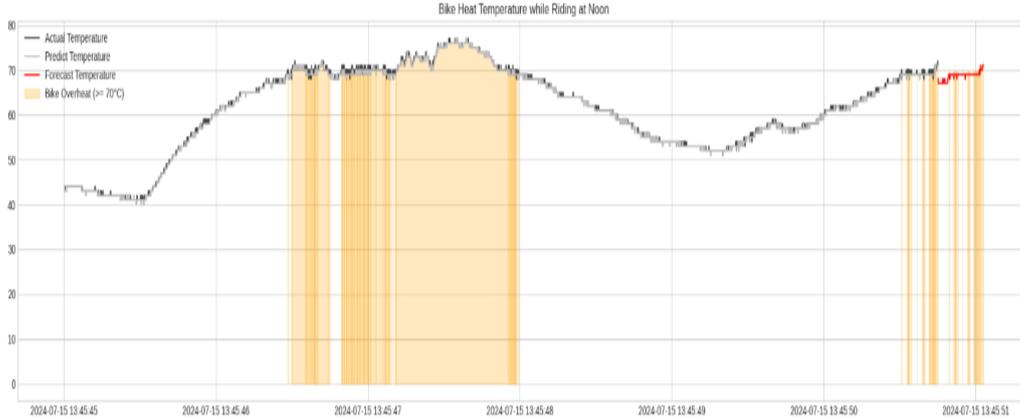
Selisih negatif ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk variasi dalam posisi sensor, aliran udara, atau respons waktu sensor. Namun, secara keseluruhan, setelah kalibrasi, sensor termokopel memberikan hasil yang lebih mendekati suhu yang diukur oleh alat ukur thermogun.

4.2 Hasil Pengujian 1



Gambar 4. 3 Grafik Data Suhu Terkini 1

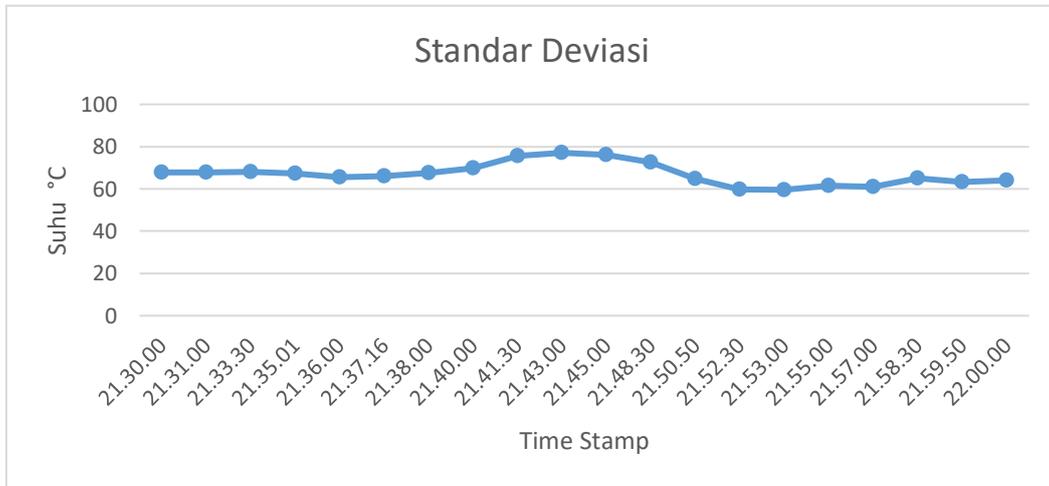
Skenario pengujian pertama melibatkan kendaraan bermotor roda dua, seperti yang ditunjukkan pada gambar, yang saat ini dalam kondisi kurang ideal karena tidak mendapatkan servis atau perawatan serta tidak mengganti oli mesin selama kurang lebih 4 bulan. Dalam skenario ini, kendaraan yang telah dipasang alat sesuai dengan penelitian digunakan untuk berkeliling selama 1 jam pada siang hari. Hasil pengujian menunjukkan nilai standar deviasi sebesar 10,1 pada data waktu siang hari, yang diperoleh dari perhitungan seberapa jauh data suhu menyebar dari rata-rata suhu yang tercatat selama pengujian. Standar deviasi ini menandakan variasi data suhu yang cukup signifikan. Selanjutnya, hasil prediksi suhu berdasarkan analisis regresi linear terhadap data suhu yang dikumpulkan selama pengujian siang hari ditampilkan di bawah ini.



Gambar 4. 4 Grafik Data Suhu Prediksi

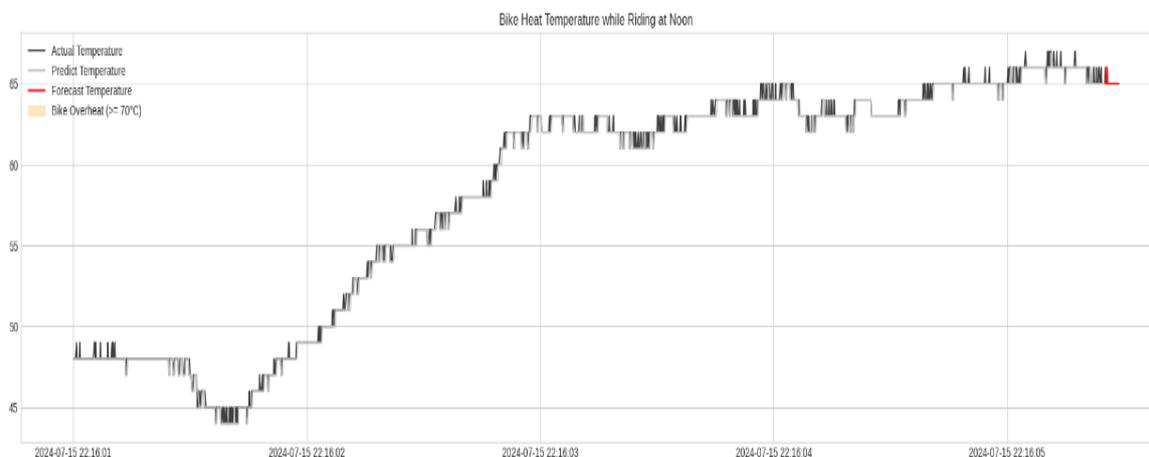
Setelah menjalankan prediksi, diperoleh hasil *error* untuk suhu siang hari dengan nilai *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 0,020316 dan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 0,003147. *Mean Squared Error* dipilih karena memberikan ukuran rata-rata kesalahan kuadrat antara nilai yang diprediksi dan nilai aktual, sehingga memberikan indikasi yang jelas tentang seberapa besar deviasi model dari data sebenarnya. Dengan nilai MSE yang cukup kecil, menunjukkan bahwa model prediksi cukup akurat. Jika MSE dibulatkan hingga satu angka di belakang koma, nilai *error*nya adalah 0,0%. Selain itu, MAPE yang sangat kecil menunjukkan bahwa persentase kesalahan rata-rata dalam prediksi juga sangat rendah.

4.3 Hasil Pengujian 2



Gambar 4. 5 Grafik Data Suhu Terkini 2

Nilai standar deviasi yang dihasilkan adalah 5,1 pada data waktu malam hari. Nilai ini diperoleh dengan menghitung seberapa jauh data suhu menyebar dari rata-rata suhu yang tercatat selama pengujian. Standar deviasi ini menunjukkan variasi data suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan saat siang hari, meskipun tetap cukup signifikan. Selanjutnya, hasil prediksi suhu berdasarkan analisis regresi linear terhadap data suhu yang dikumpulkan selama pengujian malam hari akan ditampilkan di bawah ini.



Gambar 4.6 Grafik Data Suhu Prediksi 2

Untuk *error* hasil prediksi suhu malam hari, nilai *Mean Squared Error* (MSE) adalah 0,175712. Jika MSE dibulatkan hingga satu angka di belakang koma, nilai *error*nya adalah 0,2%. Selain itu, nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) adalah 0,003033, yang menunjukkan bahwa persentase kesalahan rata-rata dalam prediksi suhu malam hari sangat rendah. Selama pengujian, terjadi kendala delay pada sistem pemantauan suhu mesin kendaraan bermotor roda dua. Penundaan ini disebabkan oleh faktor utama yaitu adalah kualitas jaringan internet yang tidak optimal. Hal ini dipengaruhi oleh ketidakstabilan jaringan saat berada di jalan raya, tergantung pada provider jaringan dan kekuatan sinyal pada kartu sim yang digunakan.

4.4 Pengujian Aplikasi Yang Telah Dikembangkan

The screenshot shows a clean, light-colored sign-in interface. At the top, it says 'Sign in'. Below that is a link for users who don't have an account. There are two input fields: one for 'Email' and one for 'Password'. A link for 'Forgotten password?' is positioned below the password field. At the bottom, there is a prominent 'Sign in' button.

Gambar 4.7 Tampilan *Login* Aplikasi

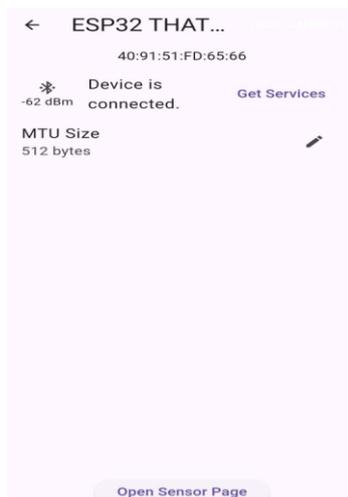
Pada **Gambar 4.7** menunjukkan halaman sign in pengguna memasukkan gmail dan *password* yang sudah pernah didaftarkan dan jika pengguna masih baru saja menginstal aplikasi dan masih belum memiliki akun untuk *login* ke aplikasi ini pengguna bisa klik pada bagian *register* dan akan diarahkan pada halaman selanjutnya pada **Gambar 4.8**.

Gambar 4. 8 Tampilan *Register* Pada Aplikasi

Sesudah pengguna klik *Register* akan muncul tampilan halaman *Register* pada **Gambar 4.8** pada halaman ini pengguna diwajibkan mendaftarkan akun gmailnya dikarenakan jika nantinya terjadi masalah seperti pengguna lupa *password* maka gmail yang masih aktif tersebut akan dikirimkan pesan untuk dapat mereset *password* akun pengguna untuk dapat login pada aplikasi Sistem Pemantauan Suhu Panas Mesin Kendaraan Bermotor Roda Dua dan diharapkan menggunakan gmail yang masih aktif ketika lupa *password* akan dikirimkan pesan ke gmail yang sudah dicantumkan pada saat pendaftaran ketika pengguna sudah mencantumkan dan sudah memastikan *password* maka selanjutnya tekan *Register* lalu akan menuju ke halaman selanjutnya yaitu tampilan halaman utama aplikasi yang ditunjukkan pada **Gambar 4.9**.

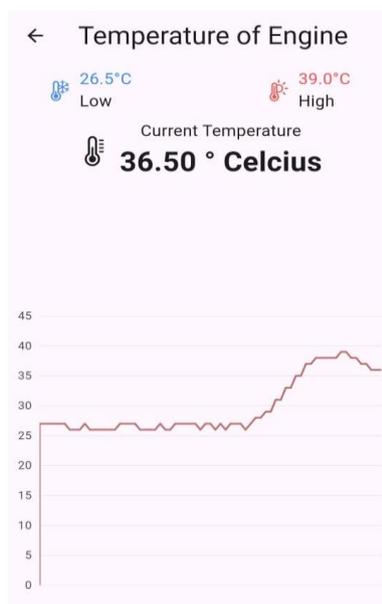
Gambar 4. 9 Tampilan Halaman Utama Aplikasi

Terdapat opsi untuk simpan sandi ke google bisa simpan atau lain kali kemudian lakukan scan sekitar dan harus menyalakan *Bluetooth* dan GPS atau layanan lokasi pada *Smartphone* untuk mengetahui *Bluetooth* yang berada disekitar jika sudah muncul ESP32 bisa di klik *connect* selanjutnya akan tampil halaman pada **Gambar 4.10**.



Gambar 4. 10 Tampilan Halaman *Device Screen*

Jika sudah klik *connect* kemudian akan muncul tampilan seperti **Gambar 4.10** pengguna bisa langsung klik *open sensor page* dan akan beralih ke halaman tampilan data sensor ditunjukkan pada **Gambar 4.11**.



Gambar 4. 11 Tampilan Halaman *Sensor Page*

Pada **Gambar 4.11** adalah halaman tampilan *Temperature of Engine* data panas suhu terkini yang dihasilkan kendaraan bermotor roda dua terdapat riwayat tercatat *low* dan *high* saja untuk mengetahui suhu tertinggi yang dicapai dan terendah jika *smartphone* pengguna tidak memiliki koneksi internet maka data hanya akan tampil di aplikasi, data tidak akan tersimpan ke *Database*.

Grafik pada aplikasi sistem pemantauan ini akan mengalami perubahan tampilan seiring dengan jumlah data yang telah diterima oleh aplikasi dari sensor atau sumber data Saat aplikasi berjalan dan mengumpulkan lebih banyak data, hal ini menyebabkan grafik menampilkan perubahan dapat dilihat pada **Gambar 4.12**.



Gambar 4. 12 Tampilan Halaman *Sensor Page 2*

Saat aplikasi sudah berjalan diatas sekitar 10 hingga 20 menit mengalami perubahan seperti **Gambar 4.13**.



Gambar 4. 13 Tampilan Halaman *Sensor Page 3*

Kemudian pengguna juga untuk melihat data yang telah tersimpan pada *Firebase* dengan cara mengunjungi *Firebase* kemudian pengguna akan ditambahkan terlebih dahulu kemudian dapat mengakses *Firestore Database* untuk mengecek Data pada *Firestore Database*. Pada **Gambar 4.14** adalah tampilan data yang diterima oleh *Firestore Database*.

temp_monitor	temp_monitor	temp_monitor
+ Start collection	+ Add document	+ Start collection
temp_monitor	<ul style="list-style-type: none"> 00m1Gw681QwpdzXpmyUm 00oZxP1rQJaIU0hK1EZw 01Rw01n4WRPwFNQop10 02Bn6w650aRmZwGvH15b 02QcM2LvNp06TVpZBJVc 02Tugg5H8msNYVLJ4nhy 03yeSQ0AVRP0w131UG10 04UqanaT1CswaJAUBqsc 04aDFIR0mq5TBbnLqIq 04uoY00o25eXrXu8rgXC 056JL16ESLd4eWwU08ay 05utR7atShjQFzGhLFPV 05r68bBYWPC4sm81o2z 07CuA9pbnzIZxW2ehC4N 	+ Add field
		temp : 69.5
		timestamp : 1719827138280

Gambar 4. 14 Tampilan Halaman *Firestore Database*

Dalam penelitian ini, proses pengambilan dan ekspor data dari *Firebase Firestore* dilakukan melalui Google Colab. Langkah-langkahnya dimulai dengan instalasi *library firebase_admin* untuk akses ke *Firebase*, diikuti dengan konfigurasi *Firebase Admin* menggunakan file JSON. Setelah inisialisasi SDK *Firebase*, dilakukan

pengambilan data dari koleksi *Firestore* yang diinginkan dan kemudian diekspor ke format Excel. Untuk tampilan Google colab yang berisikan Codingan mengambil data pada *Firestore Database* ditunjukkan pada **Gambar 4.15**.

```

✓ [1] # Install libraries
!pip install firebase_admin -q

✓ [2] # Load libraries
import pandas as pd
import firebase_admin
from firebase_admin import credentials
from firebase_admin import firestore

✓ [3] # Define secret file
db_url = "https://temperature-of-machine.firebaseio.com"
secret_file = "/content/temperature-of-machine-firebase-adminsdk-8qs3w-11de6ba63d.json"

✓ [4] # Initialize Firebase SDK
creds = firebase_admin.credentials.Certificate(cert=secret_file)
firebase_admin.initialize_app(creds, {
    "databaseURL": db_url
})
<firebase_admin.App at 0x7e88e4489d50>

✓ [5] # Instantiate client and collection used
db = firestore.client()
doc = db.collection("temp_monitor")

✓ [6] # Retrieve entire data in "/"
data = list(map(lambda i: i.to_dict(), doc.get()))

✓ [7] # Preview retrieved data
data = pd.DataFrame(data)
data.head()

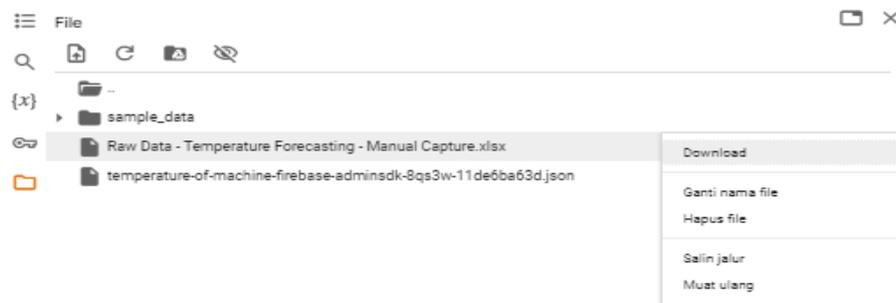
temp    timestamp
0  69.50  1719827138280
1  28.00  1720281643933
2  27.25  1720290415605
3  47.25  1719826287052
4  27.25  1720286510425

✓ [8] # Download data
data.to_excel("Raw Data - Temperature Forecasting - Manual Capture.xlsx", index=False)

```

Gambar 4.15 Tampilan Codingan Pengambilan Data pada Google colab

Ketika pengguna sudah berhasil menjalankan semua langkah langkah hingga akhir nantinya data akan muncul disamping kiri bagian *file* ditunjukkan pada **Gambar 4.16**.



Gambar 4.16 Tampilan Data yang telah berhasil didapat dari *Database*

5. Kesimpulan

Penelitian tugas akhir ini mencapai beberapa kesimpulan sesuai dengan tujuan tugas akhir. Beberapa dari kesimpulan tersebut adalah sebagai berikut.

1. Perbandingan antara sensor termokopel tipe K dan thermogun industri menunjukkan bahwa setelah kalibrasi, sensor termokopel akurat dan andal untuk mengukur suhu mesin kendaraan roda dua, dengan rata-rata selisih $0,42^{\circ}\text{C}$ dan persentase kesalahan $0,60\%$.
2. Sensor termokopel tipe K akurat mendeteksi suhu mesin dan memicu respons sesuai. Pada suhu $40-50^{\circ}\text{C}$, LED hijau menyala menandakan kondisi aman. Suhu $60-69^{\circ}\text{C}$ memicu penghentian mesin, dengan LED kuning dan buzzer sebagai peringatan. Jika suhu mencapai 70°C ke atas, LED merah dan buzzer menyala sebagai tanda Overheat.
3. Prediksi suhu menunjukkan bahwa untuk siang hari, nilai Mean Squared Error (MSE) sebesar $0,020316$ mengindikasikan kesalahan prediksi yang sangat kecil, sementara nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar $0,003147$ menunjukkan persentase kesalahan yang sangat rendah.
4. Prediksi malam hari, nilai MSE sebesar $0,175712$ lebih tinggi dibandingkan siang hari, namun masih dalam batas yang dapat diterima, dan nilai MAPE sebesar $0,003033$ tetap menunjukkan akurasi prediksi yang baik meskipun MSE lebih tinggi.

Daftar Pustaka:

- [1] A. N. Sandrayanto and K. F. Mauladi, "SISTEM PAKAR DIAGNOSA OVERHEATING PADA KENDARAAN BERSISTEM PENDINGIN AIR (LIQUID COOLING SYSTEM)," *Jurnal Teknika*, vol. 9, no. 1, pp. 1–5, Mar. 2020, doi: 10.30736/teknika.v9i1.2.
- [2] S. Oleh, A. Yuvi, U. Fakultas, and T. Jurusan, "Rancang Bangun Sistem Proteksi Overheating Mesin Dan Pemantauan Tegangan Aki Pada Mobil," *Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*, vol. 16, no. 2, pp. 232–237, May 2022, doi: <https://doi.org/10.23960/elc.v16n2.2311>.
- [3] A. S. I. A. Arif Kurnia, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Dini Overheat Mesin Kendaraan Melalui Suhu Air Pendingin," *Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta*, vol. 15, no. 1, pp. 33–42, Aug. 2023, doi: <https://doi.org/10.24853/jurtek.15.1.33-42>.
- [4] Isal, "GridOto." Accessed: May 17, 2024. [Online]. Available: <https://www.gridoto.com/read/222149310/suhu-dingin-ternyata-enggak-bagus-buat-mesin-begini-penjelasan>.
- [5] Muhammad Rizki Chairurafi, Hurriyatul Fitriyah, and Barlian Henryranu Prasetio, "Sistem Kendali Level dan Suhu Air pada Hidroponik menggunakan Sensor Ultrasonik, Sensor Suhu, dan Arduino dengan Metode Regresi Linier," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 6, no. 1, pp. 301–311, Jan. 2022.
- [6] Dongaran L.Siregar, S. T. , M. K. Dr Zulfian Azmi, and S. E. , M. M. Jufri Halim, "Monitoring Suhu Panas Mesin Kendaraan Dengan Logika Fuzzy," *jurnal cybertech*, Apr. 2020.
- [7] ILHAM IBNU PURNOMO, "Perancangan Sistem Monitoring untuk Pencegahan Overheat pada Mesin Sepeda Motor," *Tel - U Collection*, pp. 1–17, Jun. 2023.
- [8] R. I. R. R. G. D. A. A. Trisma Jaya Saputra, "Pengaruh Suhu Terhadap Tenaga Mesin Honda Beat FI K81," *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika (JTMEI)*, vol. 2, no. 3, pp. 88–93, Sep. 2023, doi: <https://doi.org/10.55606/jtmei.v2i3>.
- [9] Efendi Yoyon, "Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile," *JURNAL ILMIAH ILMU KOMPUTER*, vol. 4, no. 2, pp. 21–27, Sep. 2018, doi: 10.35329/jiik.v4i2.41.
- [10] <https://doi.org/10.33795/jmeeg.v1i1.3411>, "Effect Of Braking Distance And Road Conditions On Brake Pad Temperature On 150 CC Motorcycle," *Journal Of Mechanical Engineering*, vol. 1, no. 1, pp. 49–56, May 2022.
- [11] Muh Amin Faiz Nur Ridho, Herliyani Hasanah, and Intan Oktaviani, "Prediksi Area Kebakaran Hutan dengan Temperatur Menggunakan Regresi Linear," *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Bisnis (SENATIB) 2022*, pp. 217–221, 2022.
- [12] antonkevas, "Mengenal Fungsi dan Cara Kerja Sensor EOT pada Motor Injeksi."