

AUTOMATISASI AKUISISI DATA RPM DAN AIR PRESSURE BERBASIS SENSOR PROXIMITY HALL MAGNET DAN PRESSURE TRANSMITTER PADA MESIN UJI Pengereman Kereta Cepat

Syifarakan Sidney Putra¹, Bambang Agus Herlambang², Khoiriyah Latifah³, Rusnaldy⁴, Paryanto⁵,
Mohammad Samsul Bakhril⁶

¹Jurusan Informatika, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

³Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Politeknik Purbaya

E-mail : rakanpandan10@gmail.com¹

Abstrak

Transportasi pada saat ini semakin berkembang dan modern. Salah satu mode transportasi yang mengalami perkembangan pesat adalah kereta api. Di Indonesia, kereta api merupakan salah satu transportasi yang paling banyak digunakan oleh masyarakat. Namun, kereta api di Indonesia masih memiliki kekurangan salah satunya dalam hal kecepatan. Pada penelitian sebelumnya telah dirancang dan dibuat sebuah alat yang dapat mendeteksi kecepatan RPM dan tekanan udara (air pressure). Namun, alat tersebut belum dapat mengakuisisi data secara otomatis. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk membangun otomatisasi akuisisi data dari alat pada penelitian sebelumnya agar dapat terakuisisi secara otomatis dan dapat disimpan oleh perangkat komputer. Otomatisasi akuisisi data pada mesin uji pengereman kereta cepat menggunakan sensor Proximity Hall Magnet untuk Rpm meter dan sensor Pressure Transmitter untuk mengukur tekanan udara (air pressure). Sensor-sensor tersebut dijalankan menggunakan mikrokontroler Arduino Mega2560 dan NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama untuk mengirimkan data dari sensor ke data streamer dan aplikasi Blynk. Penelitian ini menggunakan data streamer pada microsoft excel untuk mengakuisisi data secara otomatis dan aplikasi Blynk sebagai monitoring dari pendeteksian RPM dan Air Pressure.. Penelitian pada mesin uji pengereman kereta cepat berhasil mendapatkan rata-rata presentase keberhasilan sebesar 95.22% dan rata-rata presentase error sebesar 4.78%. Hasil pengukuran menggunakan alat Tachometer Digital merupakan acuan atau indikator berhasil atau tidaknya dari rangkaian alat yang dirancang tersebut.

Kata Kunci: RPM, Air Pressure, Data Akuisisi, Arduino

I. PENDAHULUAN

Transportasi pada saat ini semakin berkembang dan modern. Salah satu transportasi yang saat ini mengalami perkembangan dan modernisasi adalah kereta api. Di Indonesia, kereta api merupakan salah satu transportasi yang paling banyak digunakan oleh masyarakat. Namun, transportasi kereta api di Indonesia masih memiliki kekurangan salah satunya dalam hal kecepatan. Kecepatan rata-rata kereta api di Indonesia sekitar 60 km/jam. Di negara maju seperti Jepang, sudah terdapat pembangunan jalur kereta api khusus yang disebut kereta cepat. Kereta cepat tersebut mampu memiliki kecepatan lebih dari 200 km/jam. Oleh karena itu, Pemerintah Indonesia berencana membangun jalur dan transportasi kereta khusus. Sehingga kereta api diharapkan mampu meningkatkan konektivitas, mobilitas, dan produktivitas antar kota-kota besar.

Kereta api yang digunakan di Indonesia sekarang masih menggunakan perangkat elektronik yang sensitif untuk menentukan kecepatan roda kereta api yang disebut dengan speedometer. Speedometer tersebut hanya menampilkan

kecepatan secara instan dan dioperasikan oleh dinamo. Alat ini pertama kali ditemukan oleh Croatian Josip Belusic pada tahun 1888 dan pada awalnya disebut sebagai pengukur kecepatan (Samuel et al., 2016). Selain kecepatan roda, kereta api juga memerlukan sistem pengereman untuk menghentikan laju kereta dengan aman. Namun, sistem pengereman yang tidak optimal dapat menyebabkan risiko kecelakaan, kerusakan, dan biaya operasional yang tinggi. Salah satu parameter penting dalam pengereman adalah tekanan kampas rem pada disc brake yang ditekan oleh piston hidrolik atau tekanan udara. Pengukuran ini menggunakan sensor tekanan yang dapat terkoneksi dengan mikrokontroler arduino sebagai representasi otomatisasi proses pengukuran. Sinyal yang dihasilkan oleh sensor tekanan secara otomatis tersimpan menjadi sebuah data akuisisi.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan otomatisasi akuisisi data terhadap alat ukur kecepatan RPM roda kereta dan alat ukur tekanan udara (air pressure) berbasis sensor proximity hall magnet dan pressure transmitter yang telah diteliti pada penelitian sebelumnya.. Sistem akuisisi data (disingkat dengan singkatan DAQ) berfungsi sebagai jembatan antara bentuk gelombang analog dan nilai numerik digital yang dapat dioperasikan oleh komputer. DAQ banyak digunakan di laboratorium untuk pengujian dan pengukuran di berbagai bidang industri, terutama sangat cocok untuk mengukur sinyal tegangan dan arus (Ichwana et al., 2020).

II. METODOLOGI PENELITIAN

12. Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini diperlukan suatu pendekatan penelitian untuk mendukung proses pengambilan data akuisisi secara otomatis dari pendeteksian RPM dan Air Pressure. Otomatisasi data diperlukan untuk menyimpan dan memvisualisasikan data akuisisi yang dihasilkan dari pendeteksian RPM dan Air Pressure. Penulis menggunakan metode penelitian eksperimen dengan pendekatan kuantitatif karena pendekatan ini menggunakan nilai angka mulai dari pengumpulan data hingga menampilkan hasilnya.

13. Konsep Alat Uji RPM dan Air Pressure

A. Sensor Proximity Hall Magnet

Pada penelitian ini, sensor yang digunakan untuk mendeteksi RPM pada flywheel adalah “Tachometer Hall Magnet Proximity Switch Sensor Rpm Meter”. Sensor ini nantinya akan mendeteksi kecepatan RPM flywheel pada mesin uji pengereman kereta cepat. Sensor tersebut akan mendeteksi magnet yang ditempelkan pada flywheel dan diatur pada jarak 0-10mm antara magnet dan sensor.

B. Sensor Pressure Transmitter

Sensor Air Pressure atau sensor tekanan udara berfungsi untuk mendeteksi tekanan udara pada saat dilakukannya pengereman. Karena pada mesin uji pengereman kereta cepat, sistem pengeremannya menggunakan mesin hidrolik yang dapat memberikan tekanan udara untuk menekan disc brake pada kampas rem.

C. Arduino Mega 2560

Arduino adalah platform elektronik open source (sumber terbuka) yang didasarkan pada perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel dan mudah digunakan (Samuel et al., 2016). Pada penelitian ini, arduino berfungsi untuk menerima dan memproses sinyal yang dihasilkan oleh sensor RPM dan Air Pressure. Kemudian diperoleh sebuah data yang disimpan dan divisualisasikan oleh komputer. Jenis arduino yang digunakan pada penelitian ini adalah Arduino Mega 2560. Arduino Mega 2560 dipilih karena dapat digunakan untuk mengendalikan banyak komponen dalam satu rangkaian. Selain itu, Arduino Mega 2560 memiliki kapasitas memori yang besar sehingga dapat menyimpan data dalam jumlah yang banyak.

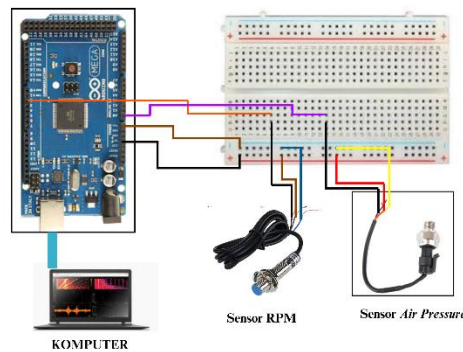
D. NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 yaitu modul mikrokontroler Wi-Fi yang berfungsi sebagai perangkat seperti Arduino agar dapat terhubung langsung dengan Wi-Fi dan membuat koneksi TCP/IP (Hanafi et al., 2023). NodeMCU ESP8266 digunakan

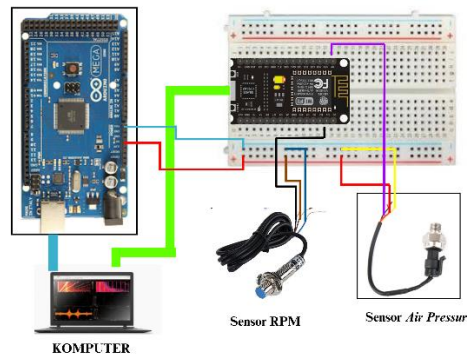
sebagai pengendali utama untuk dapat menerima dan mengirimkan data dari sensor RPM dan air pressure ke aplikasi IoT Blynk. Melalui jaringan Wi-Fi sebagai penghubung antara mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dengan aplikasi IoT Blynk, memungkinkan data dapat divisualisasikan dan dimonitoring oleh aplikasi IoT Blynk.

E. Rancangan Rangkaian Alat Uji

Terdapat dua tahap pengujian dan masing-masing pengujian menggunakan rangkaian alat yang berbeda. Rangkaian pertama menggunakan *Board* Arduino Mega 2560 sebagai pengendali utama yang berfungsi mengakuisisi data secara otomatis dan menyimpan data ke dalam perangkat komputer menggunakan media *Data Streamer* pada Microsoft Excel. Rangkaian kedua menggunakan *Board* NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utamanya yang berfungsi sebagai penerima dan pengirim data dari sensor ke aplikasi Blynk menggunakan perantara jaringan Wi-Fi yang sama dengan aplikasi Blynk yang terhubung pada jaringan tersebut. Gambar rancangan rangkaian dapat dilihat pada gambar 2 dan gambar 3 di bawah ini.



Gambar 2. Rangkaian Pertama



Gambar 3. Rangkaian Kedua

14. Perhitungan dan Hasil yang diharapkan

Data yang sudah diperoleh akan dihitung tingkat keberhasilannya menggunakan perhitungan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan presentase keberhasilan dari alat yang sudah dirancang. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dihitung dengan menggunakan kesalahan absolut pada setiap periode dibagi dengan nilai observasi yang terlihat pada periode tersebut. Kemudian merata-ratakan presentase tetap tersebut. Pendekatan ini berguna ketika ukuran atau besar kecilnya variabel prediksi signifikan dalam mengevaluasi keakuratan prediksi (Khair et al., 2017). Untuk rumusnya akan dijabarkan di bawah ini :

ABS = Nilai Acuan – Nilai yang diukur

Ket :

ABS = Deviasi Absolut

Nilai Acuan = Nilai yang menjadi acuan untuk keberhasilan pengujian

Nilai yang diukur = Nilai yang diperoleh dari pengujian sensor

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Implementasi

A. Aplikasi Blynk

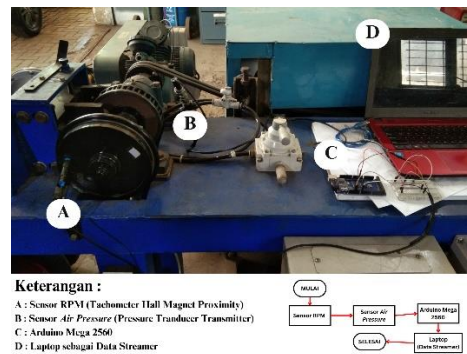
Ketika awal membuka aplikasi Blynk yang sudah diunduh pada playstore (android) atau appstore (ios), tampilan awalnya adalah template atau interface yang sudah dirancang pada aplikasi Blynk. Tampilan tersebut berisi widget atau fitur berbentuk kolom indikasi sensor air pressure dengan nilai satuan tekanan udara (air pressure) yaitu Bar dan Psi (Pounds per Sequence Inch) secara realtime. Kemudian di bawahnya terdapat widget berbentuk speed meter untuk indikasi sensor RPM secara realtime. Dan juga terdapat widget berbentuk grafik data streaming yang menampilkan secara realtime pendeteksian RPM ketika pengujian sedang berlangsung. Hasil tampilan *interface* dari aplikasi Blynk yang dirancang dapat dilihat pada gambar 4.



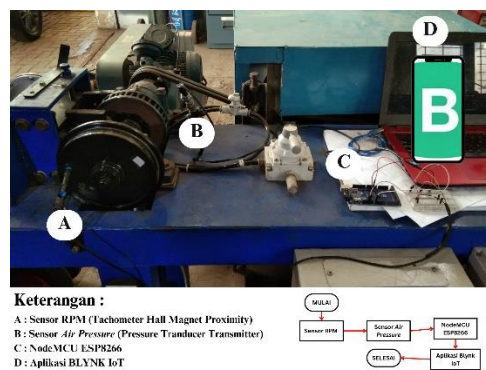
Gambar 4. Tampilan *Interface* Aplikasi Blynk

B. Rangkaian Alat Uji

Terdapat 2 hasil rancangan rangkaian untuk otomatisasi data akuisisi RPM dan Air Pressure berbasis sensor tachometer hall magnet rpm meter dan pressure transducer transmitter pada mesin uji pengereman kereta cepat ini. Menggunakan 2 mikrokontroler berbeda dalam pengujiannya dan memiliki fungsi yang berbeda. Rangkaian pertama menggunakan board mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai pengendali utama untuk menerima data dari sinyal pendeteksian sensor RPM pada roda kereta yang berputar dan sensor air pressure pada pengereman mesin dilakukan. Rangkaian kedua menggunakan board mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama untuk dapat menerima data dari sinyal pendeteksian sensor RPM dan sensor air pressure. Kemudian dikirim ke aplikasi Blynk melalui jaringan WiFi yang sama dengan dimana aplikasi Blynk juga terhubung dengan jaringan WiFi tersebut. Hasil dari kedua rangkaian tersebut dapat dilihat pada gambar 5 dan gambar 6.



Gambar 5. Hasil Rangkaian Pertama



Gambar 6.. Hasil Rangkaian Kedua

2. Hasil Pengujian

Sebelum dilakukan pengujian sensor Tachometer Hall Magnet Rpm meter, langkah awalnya adalah melakukan validasi kecepatan mesin uji pengereman kereta cepat sesuai dengan target yang akan dicapai menggunakan alat ukur standar yaitu Tachometer Digital. Hasil nilai yang di dapat dari Tachometer Digital ini akan dijadikan acuan presentase tingkat keberhasilan dan presentase error dari alat sensor tachometer hall magnet Rpm meter. Terdapat 4 target atau data yang akan dicapai pada penelitian ini yaitu, data pada kecepatan 500 Rpm, 1000 Rpm, 1500 Rpm, dan 2000 Rpm. Pada tabel 1 merupakan target pengujian dan hasil yang didapat pada Tachometer digital standar dari tiap tahapan pengujian

Tabel 1. Tabel Hasil Pada Tachometer Digital
 Hasil Nilai Pada Tachometer Digital

| No. | Target Pengujian (Rpm) | Hasil Nilai Pada Tachometer Digital |
|-----|------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 500 Rpm | 515 Rpm |
| 2 | 1000 Rpm | 1020 Rpm |
| 3 | 1500 Rpm | 1545 Rpm |

4

2000 Rpm

1818 Rpm

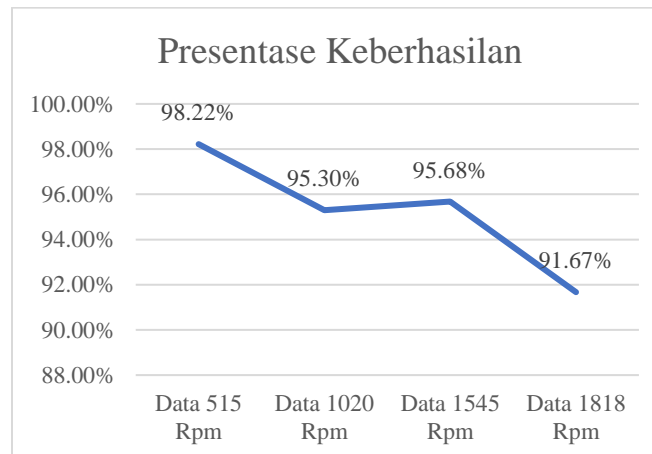
Data yang akan diolah atau dihitung presentase keberhasilannya adalah 100 data terakhir yang berhasil terakuisisi secara otomatis pada Data Streamer microsoft excel. Dari 100 data terakhir yang diperoleh dari masing-masing tahapan, didapatkan hasil yang sudah dihitung menggunakan rumus MAPE yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Tabel Hasil Data yang Diperoleh

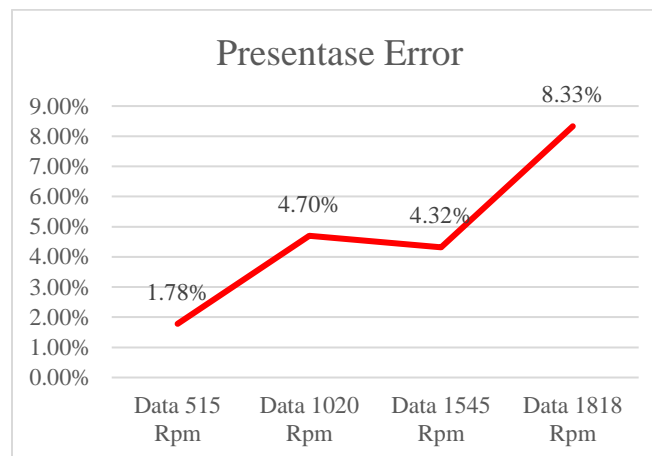
| No. | Acuan Kecepatan Rpm | Rata-Rata pengujian Rpm | Deviasi Absolute (ABS) Rpm | Presentase Error | Presentasi Keberhasilan |
|-----|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| 1 | 515 Rpm | 510.72 Rpm | 9.16 Rpm | 1.78% | 98.22% |
| 2 | 1020 Rpm | 983.66 Rpm | 47.9 Rpm | 4.70% | 95.30% |
| 3 | 1545 Rpm | 1507.92 Rpm | 66.68 Rpm | 4.32% | 95.68% |
| 4 | 1818 Rpm | 1714.83 Rpm | 151.35 Rpm | 8.33% | 91.67% |

3. Pembahasan

Pada gambar 7 memperlihatkan grafik presentase keberhasilan dari 4 pengujian dari masing-masing target pengujian dan pada gambar 8 memperlihatkan grafik presentase error pada masing-masing pengujian.



Gambar 7. Grafik Presentase Keberhasilan



Gambar 8. Grafik Presentase Error

Dapat dilihat dari 4 hasil pengujian, semakin bertambah kecepatannya, maka semakin tinggi presentase tingkat error nya dan semakin menurun presentase tingkat keberhasilannya. Ini disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu :

- 1) Getaran mesin uji pengereman kereta cepat yang terlalu besar : Getaran mesin juga menyebabkan tingkat kepekaan sensor (noise) pada sensor proximity hall magnet rpm meter menjadi lebih lebih peka terhadap pendeteksian. Maka pada kecepatan tinggi atau Rpm tinggi tingkat error pada sensornya juga tinggi.
- 2) Tegangan elektromagnetik yang besar : karena untuk menggerakkan mesin membutuhkan tenaga yang besar untuk mencapai kecepatan tinggi, maka diperlukan juga tegangan listrik yang tinggi. Alhasil pada pengujian berlangsung, alat pengujian seperti board Arduino Mega2560 tidak diletakkan dibagian atas mesin. Karena akan berpengaruh pada tegangan yang masuk pada board arduino yang nantinya akan mengganggu sinyal data yang masuk ke board arduino dan data yang masuk menjadi tidak valid

Pada pengujian tekanan udara (Air Pressure), peneliti tidak memperoleh data yang valid dikarenakan sensor Pressure Transmitter mengalami kerusakan pada saat akan dilakukan pengujian. Kabel dari sensor Pressure Transmitter tidak tersambung dengan baik sehingga tidak mendeteksi fenomena fisik yang terjadi pada saat pengereman menggunakan hidrolik atau tenaga udara

Pengujian aplikasi Blynk menggunakan board NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utamanya mengalami error pada saat dilakukan pengujian pada mesin uji pengereman kereta cepat. Data atau pendeteksian dari sensor Proximity Hall Magnet Rpm meter dan sensor Pressure Transmitter tidak dapat terkirim dengan baik pada aplikasi Blynk. Data yang ditampilkan pada aplikasi Blynk tidak valid dengan yang terjadi sebenarnya (realtime). Penyebab error pada aplikasi Blynk sama dengan penyebab pada error yang terjadi pada saat pendeteksian RPM. Namun, pada pengujian menggunakan objek lain, aplikasi Blynk dapat berjalan dan pendeteksian yang dihasilkan valid. Peneliti menggunakan objek kipas angin sebagai bahan perbandingan dan bahan analisa tentang errornya aplikasi Blynk ketika pengujian pada mesin uji pengereman kereta cepat. Hasil pengujian pada objek kipas angin terbukti valid, sensor Proximity Hall Magnet dapat mendeteksi Rpm pada putaran kipas angin secara akurat

IV. KESIMPULAN

Penelitian untuk menguji pengukuran kecepatan RPM menggunakan sensor Proximity Hall Magnet Rpm meter berhasil dilakukan. Dari 4 data yang diperoleh, rata-rata untuk presentase keberhasilan sebesar 95.22% dan rata-rata untuk presentase error sebesar 4.78%. Untuk pengujian tekanan udara (Air Pressure) belum berhasil dilakukan dikarenakan alat sensor Pressure Transmitter mengalami kerusakan sehingga pada penelitian ini tidak memperoleh data untuk tekanan udara (Air Pressure) pada mesin uji pengereman kereta cepat. Dan pengujian pada aplikasi Blynk tidak dapat berjalan pada pengujian dengan objek

mesin uji pengereman kereta cepat, namun aplikasi Blynk berhasil dilakukan pada objek lain yaitu kipas angin. Pengujian pada Aplikasi Blynk tidak dapat berjalan dikarenakan tegangan elektromagnetik yang tinggi sehingga data tidak dapat terkirim dengan baik pada aplikasi Blynk.

V. REFERENSI

Sumber Jurnal:

- Adi, K., Subagio, A., Widyanto, S. A., & Putranto, A. B. (2021). Motor vehicle condition monitoring and recording system using arduino mega. *International Review of Electrical Engineering*, 16(3), 286–294. <https://doi.org/10.15866/iree.v16i3.18344>
- Aliane, N. (2010). Data acquisition and real-time control using spreadsheets: Interfacing Excel with external hardware. *ISA Transactions*, 49(3), 264–269. <https://doi.org/10.1016/j.isatra.2010.03.009>
- Ardi, R. (2014). *PENGUKURAN TEKANAN UDARA MENGGUNAKAN DT-SENSE BAROMETRIC PRESURE BERBASIS SENSOR HP03*. VI(2), 110–115.
- Hanafi, I., Hunaini, F., & Siswanto, D. (2023). Monitoring And Control System Of Industrial Electric Motors Using The Internet Of Things Sistem Monitoring Dan Kontrol Motor Listrik Industri Menggunakan Internet Of Things (Iot). *Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA*, 7(1). <https://doi.org/10.21070/jeeeu.v7i1>
- Ichwana, Nasution, I. S., Sundari, S., & Rifky, N. (2020). Data Acquisition of Multiple Sensors in Greenhouse Using Arduino Platform. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 515(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/515/1/012011>
- smail Shaleh, A., Ulan Bani, A., & Gunawan Sudarsono, B. (2022). *Design and Manufacture of Air Pressure Measuring Instruments With Arduino Microcontroller-Based Presure Water Sensors*.
- Khair, U., Fahmi, H., Hakim, S. Al, & Rahim, R. (2017). Forecasting Error Calculation with Mean Absolute Deviation and Mean Absolute Percentage Error. *Journal of Physics: Conference Series*, 930(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/930/1/012002>
- Mohammad Sharif, G., Salim, K., & Mohammad Salim, K. (2008). *Implementation of low cost Microcontroller based digital RPM meter*. <https://www.researchgate.net/publication/280614222>
- Samuel, P. J., Naveena Shri, P. C., Ravikumar, S., Sreenidhi, S., & Sugan, J B. (2016). Digitization of Speedometer Incorporating Arduino and Tracing of Location Using GPS in Railways. In *Journal of Engineering Research and Applications* www.ijera.com (Vol. 6, Issue 2). www.ijera.com
- Yadav, A., & Sakle, N. (2023). Development of low-cost data logger system for capturing transmission parameters of two-wheeler using Arduino. *Materials Today: Proceedings*, 72, 1697–1703. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.09.471>