

PENGEMBANGAN SISTEM ALAT MONITORING ENERGI BATERAI KENDARAAN LISTRIK BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)**(DEVELOPMENT OF MONITORING TOOL SYSTEM FOR ELECTRIC VEHICLE BATTERY ENERGY BASED ON INTERNET OF THINGS)****Titho Bafrendy Wibowo⁽¹⁾, Mira Esculenta Martawati⁽²⁾**^(1,2)Program Studi Teknik Otomotif Elektronik, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang
JL. Soekarno Hatta No. 09 Malang - 651411Email: Titho28022001@gmail.com**ABSTRAK**

Pengembangan sistem pemantauan energi baterai untuk kendaraan listrik dikembangkan dengan penambahan fitur berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan DC Wattmeter melalui desain web untuk memonitor nilai energi kendaraan listrik secara jarak jauh. Dalam proses pengujian, menggunakan laptop untuk memonitoring energi baterai dengan jarak jauh. Tujuan dari penelitian yaitu untuk mengetahui desain sistem alat monitoring energi baterai kendaraan listrik berbasis Internet of Things (IoT). Tujuan lainnya yaitu mengetahui perbedaan pengukuran energi baterai antara alat monitoring tersebut dengan DC Wattmeter. Metode penelitian menggunakan metode eksperimen, yakni dengan melakukan perbandingan pembacaan nilai energi baterai antara alat monitoring dengan alat DC Wattmeter. Pengujian pada kendaraan listrik dilakukan dengan jarak tempuh 1 hingga 3 km dan kondisi jalan yang sama. Data yang diperoleh kemudian diolah dan dianalisa menggunakan metode analisa uji-T berpasangan. Hasil penelitian menunjukkan, alat monitoring energi baterai dapat bekerja dengan baik yang ditunjukkan dengan pembacaan nilai energi baterai memiliki perbedaan nilai yang tidak signifikan dengan DC Wattmeter. Hasil menunjukkan P Value 0,15 lebih besar dari 0,05 sehingga hipotesis menyatakan H₀ diterima atau tidak ada perbedaan signifikan dalam pembacaan nilai energi baterai antara alat monitoring energi baterai berbasis Internet of Things (IoT) dengan DC Wattmeter. Persentase error rata-rata maksimal yaitu 1,69 % .

Kata Kunci: *Internet of Things (IoT), Kendaraan Listrik, Monitoring***ABSTRACT**

The development of a battery energy monitoring system for electric vehicles was developed with the addition of Internet of Things (IoT) based features with a DC Wattmeter through a web design to remotely monitor the energy value of electric vehicles that can be accessed by everyone, this DC Wattmeter is a comparison for the accuracy of reading the Wh value on battery energy monitoring tool. In the testing process, using a laptop to remotely monitor battery energy. The purpose of this research is to determine the design of an Internet of Things (IoT)-based electric vehicle battery energy monitoring system. Another goal is to find out the difference in battery energy measurements between the monitoring tool and the DC Wattmeter.

The research method uses an experimental method, namely by comparing the readings of battery energy values between monitoring devices and DC Wattmeter tools. In proving the performance of the monitoring tool when measuring battery energy, tests were carried out on electric vehicles with a distance of 1 to 3 km and

the same road conditions. The data obtained was then processed and analyzed using the paired t-test analysis method.

The results showed that the tests carried out, the battery energy monitoring tool can work well as indicated by the reading of the battery energy value which has an insignificant difference in value with a comparison measuring device, namely the DC Wattmeter. The results of the analysis show that the P Value (0.15) is greater than 0.05 so the hypothesis states that H_0 is accepted or there is no significant difference in reading the battery energy value between the Internet of Things (IoT) based battery energy monitoring tool and the DC Wattmeter. The maximum average percentage error is 1.69%.

Keywords: Internet of Things (IoT), Electric Vehicles, Monitoring

PENDAHULUAN

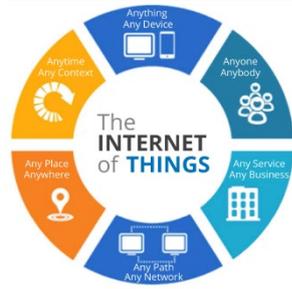
Perkembangan teknologi khususnya pada sektor transportasi di Indonesia mengalami kemajuan yang cukup pesat. Peningkatan jumlah kendaraan menimbulkan peningkatan juga terhadap konsumsi bahan bakar minyak (BBM). Oleh karena itu, dengan adanya peningkatan bahan bakar minyak ini dibutuhkan solusi baru untuk mengurangi penggunaan bahan bakar minyak yang berlebih. Hal tersebut memicu berkembangnya penggunaan energi listrik pada sistem transportasi sebagai alternatif bahan bakar yaitu pada pembuatan kendaraan listrik.

Dengan kemajuan zaman, teknologi juga menjadi terus berkembang. Salah satu contohnya adalah penggunaan sepeda listrik yang semakin meningkat. Akibatnya, perusahaan kendaraan bersaing untuk meningkatkan fitur teknologi dan desain mereka untuk menjadikan sepeda listrik sebagai kendaraan alternatif (Adhan, 2020) [1]. Sepeda listrik adalah jenis kendaraan berbentuk sepeda yang digerakkan oleh motor. Motor DC atau motor arus searah adalah jenis motor yang paling umum digunakan. Untuk mengurangi emisi, pemerintah berencana untuk meningkatkan

penggunaan kendaraan listrik. Data dari Kementerian ESDM menunjukkan bahwa industri transportasi menghasilkan 1,28 juta ton CO₂, dengan peningkatan rata-rata 6.7% per tahun (Mukhlis, 2017) [2].

Dengan adanya penggunaan kendaraan listrik ini menjadi sangat efisien dan tentunya tidak menimbulkan polusi udara. Tidak dapat dipungkiri bahwa efisiensi ini sangat penting untuk kendaraan listrik. Kendaraan listrik menggunakan penggerak motor listrik yang diperoleh dari energi listrik yang tersimpan dalam baterai. Baterai pada kendaraan listrik memiliki spesifikasi yang berbeda tergantung kebutuhan energi listrik yang digunakan. Untuk mengetahui konsumsi listrik baterai pada saat mensuplai listrik ke motor listrik tersebut biasanya dipantau secara langsung pada monitor. Sistem pemantauannya sendiri dapat berupa pemantauan baterai untuk mengukur dan mengelola semua energi yang digunakan pada kendaraan listrik tersebut.

Monitoring dapat dilakukan baik secara kabel maupun nirkabel. Pemanfaatan internet untuk transmisi data, yang juga dikenal sebagai internet of things (IoT) memungkinkan untuk melacak dalam keadaan bergerak.



Gambar 1 Internet of Things.

Salah satu contoh komunikasi *machine to machine* (M2M) di IoT adalah protokol queueing message telemetry transport (MQTT). Protokol ini menggunakan arsitektur yang dirancang secara terbuka dan mudah untuk diimplementasikan, dan memungkinkan untuk menangani ribuan klien dari jarak jauh dengan menggunakan satu server (Handarly & Lianda, 2018)[3].

Pengembangan alat monitoring kapasitas baterai berbasis IoT telah menambahkan beberapa fitur. Tentunya, antara penelitian sebelumnya dengan penelitian yang saat ini dilakukan terdapat pembedanya. Adapun perbedaannya meliputi perbedaan pada sensor arus yang digunakan dimana pada penelitian saat ini arusnya dapat melebihi 30 Ampere, adanya juga perbedaan pada penggunaan baterai yakni adanya penggunaan 2 baterai, dimana penelitian sebelumnya hanya menggunakan 1 baterai dan perbedaan pada pengukuran time respon pengiriman data base.

Penelitian ini focus pada Sistem Alat Monitoring Energi Baterai Kendaraan Listrik Berbasis Internet Of Things (IoT)” dengan pembacaan arus yang dapat melebihi 30 Ampere dengan menggunakan dua baterai yang berbeda yakni baterai Lithium Ion dan baterai LiFePo4. Berikut adalah gambar baterai yang digunakan dalam proses pengujian.



Gambar 2 Baterai LiFePo4

Output dari penelitian ini berupa rangkaian elektronik dan aplikasi pemantauan yang menggunakan internet sebagai alat penghubung antar keduanya untuk proses pengolahan data dan untuk mengetahui keakuratan alat saat proses pemantauan baterai kendaraan listrik.

TINJAUAN PUSTAKA

Menurut (Zain, 2021) yang berjudul “Pengembangan Sistem Monitoring Kapasitas Baterai Kendaraan Listrik Berbasis Internet Of Things (IoT)” membahas tentang pengembangan sistem pemantauan kapasitas baterai untuk kendaraan listrik yang dikembangkan dengan menambahkan kemampuan Internet of Things (IoT) menggunakan Blynk. Adapun Hasil pengembangan alat pemantau kapasitas baterai berbasis internet of things (IoT) telah disempurnakan dengan beberapa fitur. Fitur tambahan termasuk fitur IoT yang menggunakan aplikasi Blynk. Blynk menunjukkan nilai voltase, arus, daya, dan jam amp dari baterai sepeda motor listrik, yang juga dapat dikendalikan dari jarak jauh. Jurnal yang berjudul “Sistem Monitoring Baterai Mobil Listrik” menurut (Hidayatulloh, 2017) membahas tentang sistem monitoring aki mobil listrik menggunakan metode penguat diferensial sebagai pembaca tegangan tiap aki, membandingkan tegangan aki 1 dan

tegangan aki 2. Informasi yang terpantau pada aki adalah tegangan. Kapasitas tegangan kedua baterai tersebut kemudian dibandingkan sehingga Arduino Uno dapat membaca kapasitas kedua baterai tersebut.

Menurut (Ashari et al., 2018) pada jurnal yang berjudul “Sistem Monitoring dan Manajemen Baterai Pada Mobil Listrik” desain sistem pemantauan dan kontrol baterai untuk mobil listrik. Data dikumpulkan dari baterai mobil listrik. Data pemantauan baterai mencakup arus dan tegangan serta data sensor kecepatan. Setelah itu, data sensor diolah dan dikirim ke mikrokontroler. Data tersebut kemudian ditampilkan secara real time di layar LCD. Dengan demikian, kondisi baterai mobil listrik dapat dengan mudah dipantau dan dikelola, serta sisa kilometer kendaraan mobil listrik dapat diprediksi.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Studi Literatur

Mengumpulkan, mempelajari, dan menyimpulkan data dari buku, manual, datasheet, jurnal ilmiah, dan internet yang mendukung proses perancangan sistem monitoring kondisi baterai berbasis Internet of Things ini.

2. Eksperimen

Penelitian yang menggunakan metode penemuan pengaruh perlakuan tertentu terhadap hal lain dalam kondisi yang bisa dikendalikan. Penelitian ini bermaksud untuk mengetahui keakuratan dalam pembacaan alat monitoring dengan melakukan

perbandingan antara pembacaan nilai energi baterai dengan alat DC Wattmeter pada kendaraan listrik melalui pengumpulan data secara langsung pada saat pengujian. Langkah-langkah dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan perancangan perangkat keras, termasuk perancangan rangkaian sistem dan monitoring keseluruhan.
- b. Menguji masing-masing komponen penyusun sistem dan monitoring; dan
- c. Menguji sistem secara keseluruhan, mengumpulkan data lalu analisis.

Penelitian ini akan dilakukan sesuai dengan diagram alir prosedur penelitian yang telah ada. Penelitian diawali dengan mengumpulkan buku-buku, jurnal, dan datasheet untuk mendapatkan teori dasar tentang sistem monitoring, seperti teori tentang sensor arus, sensor suhu, sensor tegangan, dan teori lainnya. Setelah itu, perancangan perangkat keras secara keseluruhan dilakukan. Setelah itu, bahan untuk pembuatan alat dikumpulkan. Setelah bahan tersebut tersedia, sistem yang dirancang secara keseluruhan dipasang. Jika perangkat tidak bekerja dengan baik, perakitan ulang dilakukan. Setelah perakitan selesai dan perangkat keras berjalan dengan baik, perangkat lunak dan perangkat keras secara keseluruhan diuji dengan mengukur input dan output sistem, kemudian dilakukan pengamatan dan analisis hasil pengujian; jika sistem dapat melakukan monitoring dengan data yang

tepat, evaluasi keberhasilan alat dilakukan dan penelitian dianggap berhasil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pembahasan pada penelitian ini meliputi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Pembuatan Alat

Pembuatan alat ini dibuat untuk memantau energi baterai dari jarak jauh. Peneliti menggunakan alat ini untuk mengukur arus, tegangan, daya, energi, dan kapasitas baterai dari jarak jauh.

a. Perancangan Rangkaian. Aplikasi Eagle digunakan untuk merancang rangkaian alat monitoring energi baterai kendaraan untuk membuat perangkaian dan pemrograman lebih mudah. Rangkaian alat monitoring energi baterai jarak jauh menggunakan web berbasis IoT.

b. Perangkaian Alat

Perangkaian alat dimulai dengan membuat layout rangkaian elektronik PCB. Layout PCB menetapkan tata letak fisik komponen pada papan sirkuit, menghubungkan jalur, dan menetapkan dimensi papan. Setelah PCB dicetak, komponen dipasang pada PCB menggunakan solder.

c. Pemrograman

Dalam komputer dan teknologi informasi, pemrograman berarti mewakili data atau pesan menggunakan pola atau simbol tertentu sehingga dapat diproses, disimpan, dan dikomunikasikan dengan mudah. Salah satu contohnya

adalah aplikasi Arduino ide yang digunakan untuk memprogram alat untuk memantau baterai kendaraan jarak jauh.

d. Pembuatan Database

PhpMyAdmin adalah platform yang dapat diskalakan dan aman untuk menyimpan dan mengelola data sesuai dengan data yang dimasukkan. Ini memungkinkan untuk menyimpan semua data yang masuk nantinya.

e. Desain Website

Desain website digunakan sebagai alat untuk melacak jarak jauh dan menyimpan data loger.

2. Pengujian Alat dan Aplikasi

Pengujian alat bertujuan untuk memastikan bahwa alat berfungsi sesuai dengan spesifikasi dan kebutuhan yang telah ditentukan sebelumnya. Proses pengujian juga membantu menemukan masalah dan memastikan bahwa alat dapat diandalkan dan memenuhi harapan. Sebelum alat digunakan sebagai objek penelitian, pengujian jalan dilakukan untuk mengetahui apakah alat dapat menerima dan menampilkan data pada web yang telah dibuat. Pengujian ini juga melakukan pemantauan pada website untuk memastikan bahwa website telah terintegrasi dengan alat pemantau baterai.

3. Hasil Pengujian

Tabel dibawah merupakan hasil pengujian akurasi Nilai Energi alat monitoring dengan Dc Wattmeter.

Tabel 1 Akurasi Nilai Energi Alat

Percobaan	Akurasi nilai Energi Alat Monitoring dengan DC Wattmeter								
	Alat M	DC Watt	ERROR %	Alat M	DC Watt	ERROR %	Alat M	DC Watt	ERROR %
	Jarak 1 km	Jarak 1 km		Jarak 2 km	Jarak 2 km		Jarak 3 km	Jarak 3 km	
1	14,62	14,50	0,83	27,83	27,6	0,83	41,97	41,7	0,65
2	14,90	14,80	0,68	28,62	27,98	2,29	42,38	41,7	1,63
3	15,51	15,40	0,71	28,44	27,9	1,94	42,26	41,9	0,86
RATA-RATA	15,01	14,90	0,74	28,30	27,83	1,69	42,20	41,77	1,05

Monitoring dengan DC Wattmeter

Data pengujian akurasi Nilai Energi alat monitoring dengan Dc Wattmeter didapatkan dengan cara uji jalan dengan kondisi jalan datar lurus menggunakan sepeda motor listrik yang sudah dihubungkan oleh alat monitoring energi baterai dengan Dc Wattmeter secara paralel pada baterai sepeda motor listrik. Pengambilan data dilakukan 3 kali percobaan pada masing-masing jarak 1, 2, 3 km dengan kecepatan 20 km/jm menggunakan baterai LiFePo4 kemudian hasil dirata-rata.

- 4.
5. Perbandingan Pembacaan Nilai Energi alat monitoring dengan Dc Wattmeter



Gambar 4. Grafik Perbandingan Pembacaan alat DC Wattmeter dengan Alat Monitoring

Pada Gambar 4 diatas menunjukkan bahwa hasil perbandingan pembacaan nilai energi alat monitoring dengan Dc Wattmeter. Dimana pada kecepatan 20 km/jm dengan jarak tempuh 1 km pembacaan alat monitoring memperoleh

rata-rata konsumsi energi 15,01 Wh sedangkan pembacaan alat Dc Wattmeter memperoleh rata-rata konsumsi energi 14,90 Wh, jarak tempuh 2 km pembacaan alat monitoring memperoleh rata-rata konsumsi energi 28,30 Wh sedangkan pembacaan alat Dc Wattmeter memperoleh rata-rata konsumsi energi 27,83 Wh dan pada jarak tempuh 3 km pembacaan alat monitoring memperoleh rata-rata konsumsi energi 42,20 Wh sedangkan pembacaan alat Dc Wattmeter memperoleh rata-rata konsumsi energi 41,77 Wh. Rata-rata persentase error pada jarak tempuh 1 km yaitu 0,74% jarak tempuh 2 km yaitu 1,69% dan jarak tempuh 3 km yaitu 1,05%. Nilai rata-rata persentase tertinggi yaitu 1,69%. Untuk mengetahui nilai persentase didapat dari:

$$\frac{\text{Nilai M} - \text{Nilai DC Wattmeter}}{\text{Nilai DC Wattmeter}} \times 100$$

Dapat diketahui bahwa tidak adanya perbedaan signifikan dalam pembacaan energi baterai antara alat monitoring energi baterai kendaraan listrik berbasis IoT dengan DC Wattmeter yang dihasilkan dengan melihat persentase error tertingginya 1,69%.

Tabel 2 Hasil analisa pengujian alatnya.

t-Test: Paired Two Sample for Means		
	Variable 1	Variable 2
Mean	28,5	28,30666667
Variance	184,8571	186,5001333
Observations	3	3
Pearson Correlation	0,99984705	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	2	
t Stat	1,362163038	T Hitung
P(T<=t) one-tail	0,153135855	Nilai P Value
t Critical one-tail	2,91998558	Nilai T Tabel
P(T<=t) two-tail	0,306271709	Nilai P Value
t Critical two-tail	4,30265273	Nilai T Tabel

Dari hasil analisa dengan metode uji-T menggunakan perhitungan pada Microsoft excel diperoleh :

P Value : 0,15

P Value > 0,05 : H0 diterima, H1 ditolak

T Hitung : 1,3621

T Tabel : 4,3026

T Hitung < T tabel : H0 diterima

Pada pernyataan diatas nilai P Value (0,15) lebih besar dari 0,05 sehingga hipotesis menyatakan H0 diterima, H1 ditolak. Hasil analisa juga menunjukkan T hitung lebih kecil dari nilai T tabel yang menunjukkan bahwa H0 diterima atau tidak ada perbedaan signifikan dalam pembacaan nilai energi baterai antara alat monitoring energi baterai berbasis Internet of Things dengan DC Wattmeter. Persentase error rata-rata maksimal yaitu 1,69 % .

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang dilakukan, tidak ada perbedaan signifikan dalam pembacaan nilai energi baterai antara alat monitoring energi baterai berbasis Internet of Things dengan DC Wattmeter. Hasil analisa menunjukkan nilai P Value (0,15) lebih besar dari 0,05 sehingga hipotesis menyatakan H0 diterima atau tidak ada perbedaan signifikan dalam pembacaan nilai energi baterai antara alat monitoring energi baterai berbasis IoT

dengan DC Wattmeter. Persentase error rata-rata maksimal yaitu 1,69 % .

DAFTAR PUSTAKA

- Adhan, E. (2020). Rancang Bangun Mobil Listrik Sula Politeknik Negeri Subang. *JPTK*, 17(1), 75–84.
- Mukhlis, A. (2017). Kajian teknologi pada sepeda motor bertenaga listrik. *Jurnal Inosains*, 12(1), 41–49.
- Handarly, D., & Lianda, J. (2018). Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Thing). *Journal of Electrical, Electronics, Control and Automotive Engineering*, 3(2), 205–208.
- Ashari, M. A. H., Rusdinar, A., & Pangaribuan, P. (2018). Sistem Monitoring Dan Manajemen Baterai Pada Mobil Listrik Electric Car Monitoring System and Battery Management. *e-Proceeding of Engineering*, 5(3), 4243–4248.
- Hidayatulloh, S. (2017). Sistem Monitoring Baterai Mobil Listrik. *Universitas Islam Indonesia*.
- Zain, F. N. (2021). Pengembangan Sistem Monitoring Kapasitas Baterai Kendaraan Listrik Berbasis Internet Of Things (IOT). *Jurnal Aplikasi Dan Inovasi Ipteks Soliditas*, 4(1), 111.