

ANALISIS KONSUMSI ENERGI MOBIL LISTRIK KAPASITAS 10 KW DENGAN VARIASI KECEPATAN DAN WAKTU PADA KENDARAAN RAMAH LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MATARAM

Analysis Of Energy Consumption Of 10 Kw Capacity Electric Cars With Variations In Speed And Time On Environmentally Friendly Vehicles Faculty Of Engineering Mataram University

I M. Mara*, I G.A.K.Chatur A. W. A, I M. Nuarsa, R. Sutanto., K. A. Gulan

Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas, Jln. Majapahit No. 62 Mataram Nusa Tenggara Barat Kode Pos : 83125, Telp. (0370) 636087; 636126; ext 128 Fax (0370) 636087.

*Email: made.mara@unram.ac.id

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received

Accepted

Available online

Keywords:

Electric vehicles

Battery

Vehicle speed

Electrical energy

Energy consumption

The use of electrical energy for vehicles is currently very relevant because its efficiency is relatively high and is environmentally friendly, due to, it does not emit exhaust gases emission. Indonesia has a huge potential to develop electric vehicles because there is a lot of nickel available to be processed into batteries. However, it is necessary to consider the level of energy use of the electric vehicle that will be made. How much does speed influence the use of electrical energy, or at what speed does an electric vehicle provide the greatest efficiency in energy use. This research is intended to study how much vehicle speed influences energy consumption and also to obtain the vehicle speed range with the lowest energy use efficiency in autonomous electric vehicles, Faculty of Engineering, University of Mataram. The results show that increasing the speed of electric vehicles will increase energy consumption and the longer the usage time will also increase the use of electrical energy. The lowest electrical energy consumption is obtained at

a speed of 30 km/hour with a usage time of 15 minutes, namely 0.18752 kWh.

PENDAHULUAN

Di Indonesia, transportasi menjadi kebutuhan sehari-hari, hampir semua sendi kehidupan tidak bisa lepas dari transportasi. Setiap tahunnya penggunaan transportasi semakin meningkat, Dari Badan Pusat Statistik tahun 2021, mencatat bahwa kepemilikan kendaraan penduduk Indonesia mencapai 143.797.227 kendaraan dari semua jenis kendaraan berbahan bakar fosil (BPS, 2021). Mobil merupakan salah satu transportasi yang banyak digunakan, mobil menggunakan sistem pembakaran dalam yang menggunakan bahan bakar fosil sebagai energi penggerak yang tidak sedikit menyumbang polusi udara. karbon monoksida (*CO*) dan *hidro karbon (HC)* merupakan polutan yang berbahaya yang tentunya akan sangat mengganggu Kesehatan manusia. Selain dua kandungan gas tersebut, setiap harinya kendaraan berbahan bakar fosil akan membuang gas karbon dioksida (*CO₂*) sisa pembakaran ke atmosfer yang dapat meningkatkan dampak buruk dari efek rumah kaca (Purnomo, 2018). Berbagai dampak negatif yang ditimbulkan oleh kendaraan dengan pembakaran dalam tersebut membuat industri-industri otomotif terus berinovasi, salah satunya yaitu motor listrik sebagai penggerak mobil listrik yang di harapkan mampu mengatasi masalah-masalah yang ada. Berbagai kalangan baik akademisi maupun profesional mulai berusaha memikirkan untuk menghemat bahan bakar minyak bumi serta dampak lingkungan yang di akibatkan oleh kendaraan dengan mesin pembakaran dalam. Mobil listrik menjadi solusi atas permasalahan tersebut karena menggunakan energi ramah lingkungan serta tidak menimbulkan polusi (Jatmiko et al., 2018)

Mobil listrik walaupun dikenal dengan kendaraan ramah lingkungan dan tidak memproduksi emisi gas buang, namun mobil listrik memiliki keterbatasan energi yang tersimpan dalam baterai dan harus diisi kembali ketika sudah digunakan (Ristian et al., 2018). Karena kecepatan pengisian daya dan kapasitas baterai yang terbatas untuk sebagian besar kendaraan listrik yang tersedia saat ini, menyebabkan penggunaan mobil listrik menjadi terbatas dan mengharuskan pengoperasiannya pada batas tertentu. Dalam hal ini konsumsi energi adalah menjadi penentu sejauh mana mobil listrik bisa dioperasikan (Skuzza, 2022). Mobil listrik hanya mengandalkan energi yang tersimpan dalam kemasan baterai, mobil listrik jenis *BEV* dapat menjangkau jarak tempuh 100 sampai 250 km dalam sekali pengisian daya penuh. Untuk kelas yang lebih tinggi, jarak tempuh bisa lebih jauh mencapai 300 sampai 500 km (Aziz, 2020). Berdasarkan data empiris telah menunjukkan bahwa konsumsi energi pada kendaraan listrik biasanya lebih tinggi daripada yang dinyatakan oleh pabrikan berdasarkan siklus berkendara (Schücking et al., 2016). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Petersen et al., 2021) mengelompokkan faktor yang mempengaruhi konsumsi energi mobil listrik menjadi empat kategori yaitu: gaya mengemudi (kecepatan, percepatan, aerodinamis dan energi kinetik positif/negatif) topologi jalan (tanjakan dan tikungan), kepadatan lalu lintas (kemacetan, bebas hambatan dan tipe jalan) dan factor lingkungan (temperatur).

Berdasarkan beberapa permasalahan di atas menganalisis konsumsi energi mobil listrik sangat penting untuk dilakukan. Dari beberapa factor yang mempengaruhi konsumsi energi mobil listrik begitu kompleks, belum ada penelitian secara detail dan spesifik yang membahas tentang pengaruh konsumsi energi mobil listrik berdasarkan variasi kecepatan dan waktu. Oleh karena itu penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang hal tersebut, penulis melakukan pengujian pada mobil listrik yang sedang dikembangkan oleh Fakultas Teknik Univesitas Mataram. Dengan dilakukannya penelitian konsumsi energi mobil listrik ini diharapkan akan mampu membantu perancangan mobil listrik model *city car* hemat energi dan ramah lingkungan yang sedang dikembangkan Fakultas Teknik Universitas Mataram.

Daya listrik adalah kemampuan suatu peralatan listrik untuk melakukan usaha akibat adanya perubahan kerja listrik dan perubahan muatan listrik tiap satuan waktu. Besarnya daya listrik dipengaruhi oleh tegangan listrik, kuat arus dan hambatan listrik, daya listrik

dinyatakan dalam satuan watt. Rumus yang digunakan untuk menghitung daya listrik adalah sebagai berikut (Mikrajuddin, 2017), jika P merupakan daya (watt), sedangkan I adalah kuat arus listrik (Ampere) dan V adalah tegangan listrik (Volt)

$$P = I \times V \quad (1)$$

Energi listrik dapat dihitung dari pengukuran arus dan tegangan yang bekerja pada suatu alat. Energi listrik (E) adalah perkalian daya (P) dengan waktu (t) sebagaimana disajikan pada persamaan dibawah ini:

$$E = P \times t \quad (2)$$

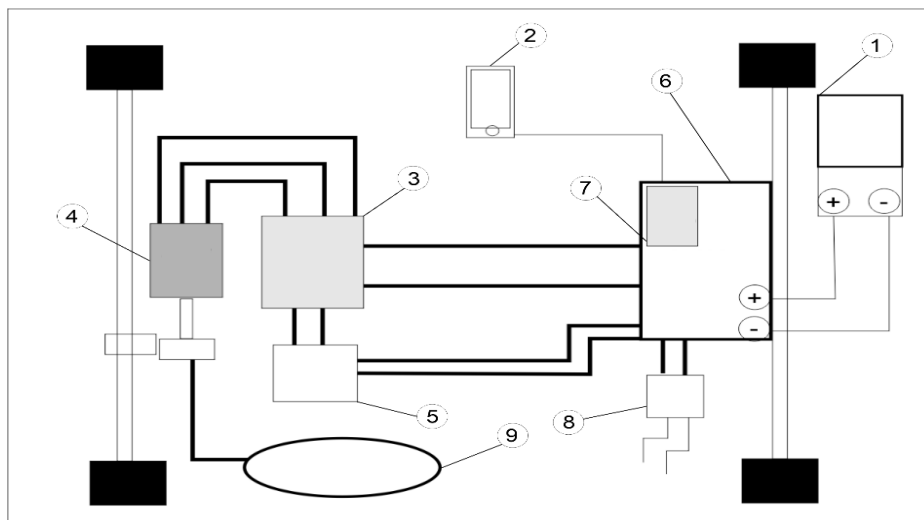
Efisiensi motor dapat didefinisikan sebagai perbandingan daya keluaran motor yang digunakan terhadap daya masukan pada motor listrik, jika η adalah efisiensi motor (%), P_{out} merupakan Daya keluaran motor (Watt) dan P_{in} adalah Daya masukan motor (Watt) yang dapat dirumuskan sebagai berikut (Manalu, 2012):

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (3)$$

Konsumsi energi dari sebuah kendaraan merupakan besarnya energi yang dipergunakan dalam satuan kilo Watt jam (kWh) atau bisa juga dinyatakan dalam satuan kilo Joule, namun demikian istilah kWh lebih umum dipergunakan dalam hal pengukuran konsumsi energi sebuah kendaraan. Kapasitas energi yang tersimpan dalam baterai kendaraan listrik biasanya dinyatakan dalam ukuran kiloWatt-hour sehingga lama waktu pakai baterai dengan mudah dapat dihitung, seperti umumnya kendaraan berbahan bakar bensin pemakaian bahan bakar diukur dengan liter/km (l/km) atau gallon/miles (GPM) (Hu, Wu and Schwanen, 2017), (Mediouni et al., 2022).

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini digunakan eksperimen dengan melakukan pengukuran parameter kuat arus listrik dan besarnya beda tahanan pada rangkaian kendaraan listrik pada berbagai variasi kecepatan kendaraan. Penempatan alat uji pada penelitian ini dirancang seperti terlihat pada skema pengujian berikut ini.

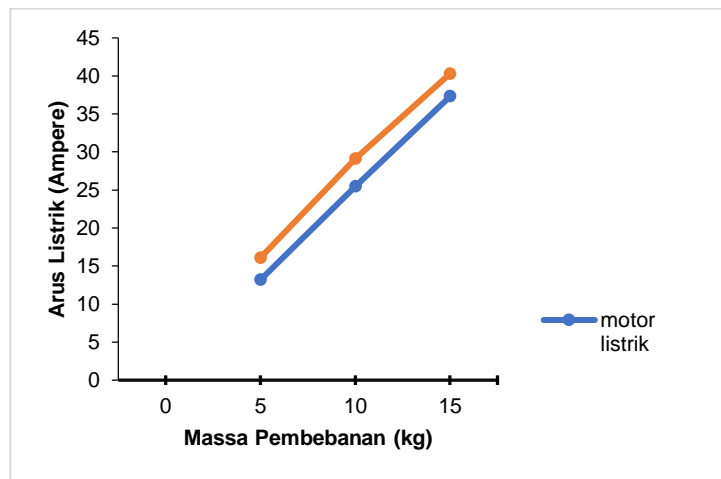


Gambar 1 skema alat uji. 1 avometer, 2 monitor BMS display, 3 kontroler, 4 PMSM motor, 5 Batery aux, 6 Main Battery, 7 BMS, 8 Batery charger, 9 speedometer

Pada proses pengujian, mobil listrik dengan motor penggerak 10 kW dalam keadaan diam (steady) dibantu dengan dongkrak dan dipastikan bahwa baterai mobil listrik telah diisi penuh, dan mobil dalam keadaan baik. Dilakukan pengecekan daya baterai sebelum melakukan pengujian dan dicatat parameter kondisi daya, tegangan dan kapasitas baterai. Kemudian mobil dihidupkan dan pedal gas ditekan dengan variasi kecepatan dan waktu yang sudah ditentukan yaitu 30 km/jam, 40 km/jam, dan 50 km selama 15 menit, 30 menit dan 45 menit. Pengambilan data pada masing-masing variasi kecepatan dan waktu diambil sebanyak tiga kali dan selama pengujian dicatat persentase baterai awal dan akhir serta tegangan awal dan akhir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis data dilakukan dengan menggunakan rumus – rumus yang terdapat pada landasan teori untuk mencari besar nilai konsumsi energi listrik setiap variasi kecepatan guna mengetahui fenomena – fenomena yang terjadi. Berikut ini adalah data yang didapatkan dari pengamatan variasi kecepatan 30 km/jam dan waktu 15 menit dilakukan tahap perhitungan data yakni sebagai berikut :



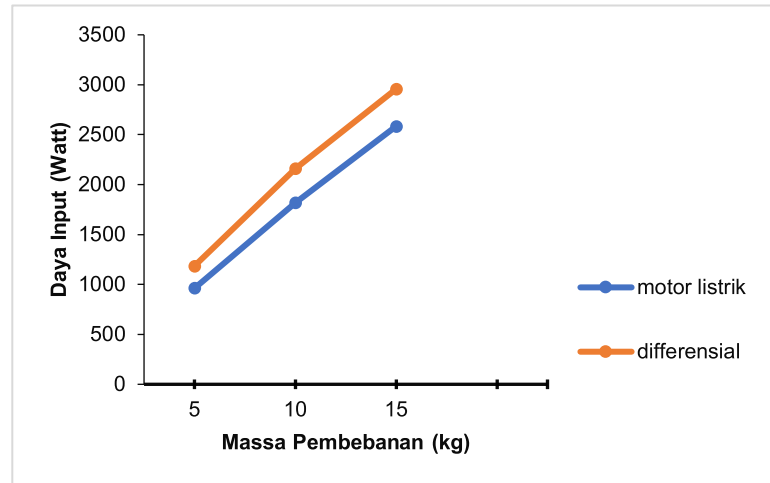
Gambar 2. Hubungan massa pembebanan dengan arus listrik pada motor listrik dan diferensial

Pengambilan data arus listrik pada setiap variasi pembebanan dilakukan dengan menggunakan alat ukur tang ampere sebagai data input pada pengujian motor listrik dan diferensial yang diukur pada kabel positif keluaran baterai. Arus listrik diukur pada pengujian motor listrik dan pengujian diferensial dengan massa pembebanan ditambahkan secara bervariasi. Data arus listrik akan digunakan untuk mengetahui besarnya daya input yang dibutuhkan motor listrik dan diferensial pada setiap pembebanan.

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa massa pembebanan dan arus listrik memiliki hubungan yang berbanding lurus, semakin tinggi massa pembebanan maka arus listrik yang dikeluarkan baterai juga akan semakin besar. Nilai arus listrik yang paling tinggi didapatkan ketika massa pembebanan 15 kg yakni pada pengujian motor listrik sebesar 37,3 Ampere dan pada pengujian diferensial sebesar 40,3 Ampere, sedangkan pada massa pembebanan 10 kg, besar arus listrik mengalami penurunan yakni 25,2 Ampere pada pengujian motor listrik dan 29,1 pada pengujian diferensial. Sedangkan besar arus paling rendah didapatkan pada massa pembebanan 5 kg yakni 13,2 Ampere pada pengujian motor listrik dan 16,1 Ampere pada pengujian diferensial.

Hasil penelitian yang menunjukan bahwa semakin tinggi massa pembebanan maka arus listrik yang dikeluarkan juga akan semakin besar dikarenakan adanya pembebanan pada poros keluaran listrik akan mengakibatkan upaya motor untuk bergerak akan semakin besar sehingga arus listrik yang dikeluarkan juga akan semakin besar. Hasil serupa didapatkan pada pengujian harjono dkk. Dimana hasil dari pengujian pembebanan bahwa

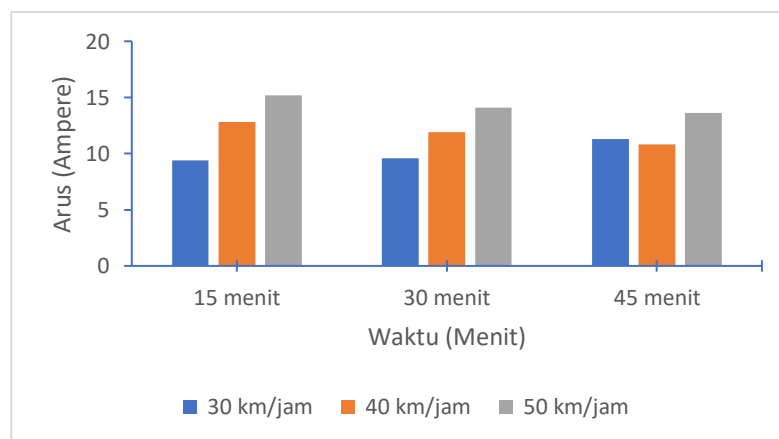
dengan penambahan beban penumpang akan mempengaruhi arus. Dimana arus akan semakin meningkat dengan penambahan beban. Dengan kata lain semakin besar beban penumpang maka akan semakin tinggi pula arus yang dibutuhkan untuk menggerakkan mobil listrik.



Gambar 3. Hubungan massa pembebanan dengan daya input pada motor listrik dan diferensial

Daya input pada pengujian motor listrik dan pengujian diferensial didapatkan melalui proses perhitungan antara tegangan dan arus listrik. Pada grafik diatas menunjukkan bahwa hubungan antara pembebanan dengan daya input berbanding lurus dimana semakin besar massa pembebanan maka daya input yang dihasilkan juga akan semakin besar. Nilai daya input paling besar didapatkan pada massa pembebanan 15 kg yakni sebesar 2584,89 Watt pada pengujian motor listrik dan 2958 Watt pada pengujian diferensial. Sedangkan pada massa pembebanan 10 kg nilai daya input yakni 1818,2 Watt pada pengujian motor listrik dan 2162 Watt pada pengujian diferensial. Nilai daya input terendah didapatkan pada massa pembebanan 5 kg yakni 961,5 pada pengujian motor listrik dan 1185 pada pengujian diferensial.

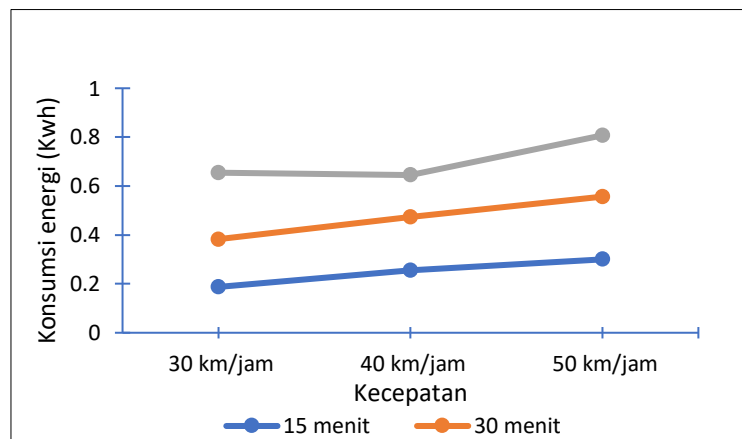
Hasil pengujian yang menunjukkan semakin besar massa pembebanan maka daya input akan semakin besar dikarenakan daya input memiliki hubungan yang berbanding lurus dengan arus listrik, apabila tegangan konstan dan nilai arus listrik tinggi maka daya input yang dihasilkan juga akan tinggi. Artinya semakin besar beban yang diberikan pada motor listrik maka daya yang dibutuhkan juga akan semakin besar.



Gambar 4. Besarnya arus listrik yang dikonsumsi pada berbagai kecepatan kendaraan

Berdasarkan gambar 4. terlihat konsumsi arus listrik kendaraan listrik pada berbagai kecepatan selama periode waktu tertentu. Besarnya arus listrik yang mengalir ke motor listrik relative sama pada berbagai lama waktu pemakaian, namun semakin cepat laju kendaraan pemakaian arus listrik cenderung meningkat. Hal ini disebabkan untuk pada kecepatan yang lebih tinggi motor listrik akan berputar lebih cepat, hambatan pada putaran tersebut juga akan semakin tinggi. Pada kecepatan yang lebih tinggi, kendaraan akan menghadapi perlawanan udara yang lebih kuat. Ini berarti motor harus bekerja lebih keras untuk melawan perlawanan udara, yang memerlukan lebih banyak daya. Pada putaran yang lebih tinggi, ada peningkatan hambatan internal dalam motor itu sendiri. Ini termasuk gesekan dalam bantalan dan komponen mekanis lainnya. Seiring RPM meningkat, kerugian energi akibat hambatan ini juga meningkat.

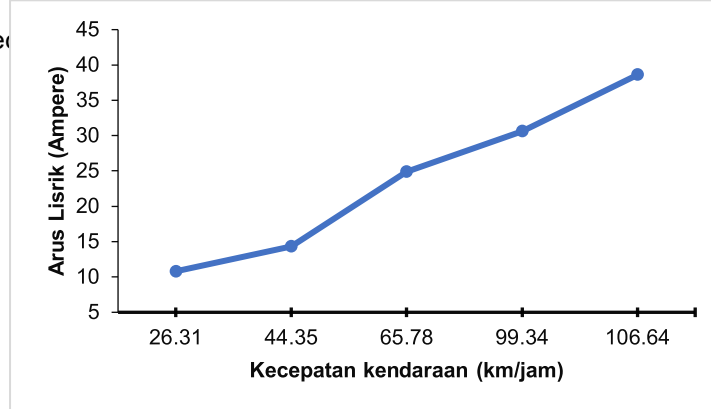
Pada gambar 4. Di atas menunjukkan bahwa kecepatan dan arus listrik memiliki hubungan yang berbanding lurus, semakin tinggi kecepatan maka arus listrik yang dikeluarkan baterai juga akan semakin besar. Pada kecepatan 30 km/jam dengan waktu 15 menit, 30 menit dan 45 menit masing-masing mengeluarkan arus sebesar 9.4 Ampere, 9.6 Ampere dan 11.3 Ampere. Pada kecepatan 40 km/jam dengan variasi waktu yang sama didapatkan arus listrik sebesar 12.8 Ampere, 11.9 Ampere dan 12.3 Ampere. Dan yang terakhir dengan kecepatan 50 km/jam dengan variasi waktu yang sama dengan kecepatan sebelumnya didapatkan arus sebesar 15.2 Ampere, 14.1 Ampere dan 13.6 Ampere. Dari data yang didapatkan, nilai arus yang paling tinggi pada kecepatan 50 km/jam dengan waktu 15 menit yaitu sebesar 15.2 Ampere sedangkan arus yang paling rendah didapatkn pada kecepatan 30 km/jam dengan waktu 15 menit yaitu sebesar 9.4 Ampere. Hasil penelitian yang menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan maka arus listrik yang dikeluarkan juga akan semakin besar dikarenakan kebutuhan arus listrik pada motor akan bertambah seiring dengan meningkatnya kecepatan. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa dengan bertambahnya kecepatan akan mempengaruhi arus, dimana arus akan semakin meningkat dengan bertambahnya kecepatan. Artinya semakin laju kendaraan maka akan semakin tinggi pula arus yang dibutuhkan untuk menggerakkan mobil listrik.



Gambar 5. Besarnya energi listrik yang dikonsumsi pada berbagai kecepatan kendaraan.

Nilai konsumsi energi mobil listrik didapatkan melalui proses perhitungan menggunakan rumus antara daya (kW) dengan waktu (jam), pada gambar 5. di atas menunjukkan kecepatan dan waktu berbanding lurus dengan konsumsi energi yang di mana semakin besar kecepatan dan semakin lama waktunya maka konsumsi energi juga bertambah. Pada kecepatan 30 km/jam dengan waktu 15 menit, 30 menit dan 45 menit masing-masing didapatkan konsumsi energi sebesar 0,1875 kWh, 0.3828 kWh dan 0.6556 kWh. Pada kecepatan 40 km/jam dengan variasi waktu yang sama didapatkan konsumsi

energi sebesar 0.2547 kWh, 0.4734 kWh dan 0.7313 kWh. Kemudian pada kecepatan 50 km/jam dengan variasi waktu yang sama pula didapatkan konsumsi energi sebesar 0.30008 kWh, 0.5567 kWh dan 0.8074 kWh. Dari pengujian didapatkan konsumsi energi paling tinggi didapatkan pada kecepatan 50 km/jam selama 45 menit sebesar 0.8074 kWh dan konsumsi energi paling kecil sebesar 0.18752 kWh.



Gambar 6. Hubungan kuat arus listrik dengan kecepatan roda kendaraan

Pengujian kecepatan keliling roda dilakukan pada roda kendaraan mobil listrik namun tanpa beban kendaraan guna mengetahui kecepatan keliling dan konsumsi arus listrik disetiap kecepatan. Dari grafik diatas menunjukkan bahwa hubungan antara kecepatan keliling dengan arus listrik yang dikeluarkan baterai berbanding lurus, semakin tinggi kecepatan keliling roda maka arus yang di keluarkan akan semakin besar. Arus listrik tertinggi dikeluarkan pada kecepatan 106.64 km/jam yakni 38.6 Ampere, sedangkan arus listrik terendah dikeluarkan pada kecepatan 26.31 km/jam yakni 10.8 Ampere. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan keliling roda maka arus listrik yang dibutuhkan akan semakin tinggi, artinya ketika mobil listrik melaju dengan kecepatan yang terus meningkat maka konsumsi arus pada motor listrik akan semakin meningkat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan di atas dapat ditarik kesimpulan sebagai bahwa peningkatan kecepatan kendaraan listrik akan memperbesar konsumsi energi dan semakin lama waktu pemakaian juga akan memperbesar pemakaian energi listriknya. Konsumsi energi listrik paling rendah didapat pada kecepatan 30 km/jam dengan waktu pemakaian selama 15 menit yaitu sebesar 0,18752 kWh.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriana, M., B.P, A. A. and Masrianor, M. (2017) 'Rancang Bangun Rangka (Chasis) Mobil Listrik Roda Tiga Kapasitas Satu Orang', Jurnal Elemen, 4(2), p. 129. doi: 10.34128/je.v4i2.64.
- Badin, F. et al. (2013) 'Evaluation of EVs energy consumption influencing factors: Driving conditions, auxiliaries use, driver's aggressiveness', World Electric Vehicle Journal,

6(1), pp. 112–123. doi: 10.3390/wevj6010112.

Crisostomi, E. et al. (2018) 'Introduction to Electric Vehicles', *Electric and Plug-in Hybrid Vehicle Networks*, pp. 1–6. doi: 10.1201/9781315151861-1.

Fotouhi, A. et al. (2020) 'Electric vehicle energy consumption estimation for a fleet management system', *International Journal of Sustainable Transportation*, 15(1), pp. 40–54. doi: 10.1080/15568318.2019.1681565.

Hu, K., Wu, J. and Schwanen, T. (2017) 'Differences in energy consumption in electric vehicles: An exploratory real-world study in Beijing', *Journal of Advanced Transportation*, 2017. doi: 10.1155/2017/4695975.

Jiang, X. et al. (2018) 'Analysis and optimization of energy efficiency for an electric vehicle with four independent drive in-wheel motors', *Advances in Mechanical Engineering*, 10(3), pp. 1–9. doi: 10.1177/1687814018765549.

Kuswardana, A. (2016) 'Analisis Sistem Motor Penggerak Pada Mobil Listrik Dengan Kapasitas Satu Penumpang', (motor bakar), pp. 45–47.

Lovely, S. and Rusli, M. (2012) 'Perancangan Sistem Penggerak pada Sepeda Listrik Hasil Modifikasi Sepeda Konvensional', *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XI (SNTTM XI) & Thermofluid IV, (SNTTM XI)*, pp. 16–17.

Manalu, J. B. (2012) 'Rancang Bangun Sepeda Motor Listrik', *jurnal sains dan teknologi Universitas Sebelas Maret*, p. 46.

Mediouni, H. et al. (2022) 'Energy Consumption Prediction and Analysis for Electric Vehicles: A Hybrid Approach', *Energies*, 15(17), pp. 1–17. doi: 10.3390/en15176490.

Padhy, B. K. and Sahu, S. K. (2009) 'Department of Electrical Engineering National Institute of Technology Department of Electrical Engineering National Institute of Technology', pp. 1–17.

Skuzza, A. and Jurecki, R. S. (2022) 'Analysis of factors affecting the energy consumption of an EV vehicle - a literature study', *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1247(1), p. 012001. doi: 10.1088/1757-899x/1247/1/012001.

Subagyo, R. et al. (2020) 'Rancang Bangun dan Pembuatan Mobil Listrik Bertenaga Solar Cell', *Buletin Profesi Insinyur*, 3(1), pp. 1–10. doi: 10.20527/bpi.v3i1.58.

Weiss, M., Cloos, K. C. and Helmers, E. (2020) 'Energy efficiency trade-offs in small to large electric vehicles', *Environmental Sciences Europe*, 32(1). doi: 10.1186/s12302-020-00307-8.

Wu, X. et al. (2015) 'Electric vehicles' energy consumption measurement and estimation', *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 34 (January), pp. 52–67. doi: 10.1016/j.trd.2014.10.007.



Seminar Nasional
Sains dan Teknologi
UNIVERSITAS MATARAM

Pendaftaran Pemakalah Seminas Nasional Sains dan Teknologi - Universitas Mataram 2023

Terimakasih telah mendaftar, data anda telah kami terima. Silahkan bergabung dengan WA Grup berikut untuk mendapatkan informasi lebih lanjut mengenai Seminar Nasional Sains dan Teknologi Universitas Mataram 2023 :

<https://chat.whatsapp.com/ixJ9G89lUM2372ovXVqqC7>

Formulir ini dibuat dalam Universitas Mataram. [Laporkan Penyalahgunaan](#)

Google Formulir