

Analisis Pengaruh Jarak dan Beban terhadap Konsumsi Daya Motor BLDC 2000 Watt pada Prototipe Sepeda Listrik E-Bomber

Fitra Abu Rizal¹, Azam Muzakhim Imammuddin²

^{1,2}Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Korespondensi penulis: fitraaburizal707@gmail.com¹

Abstract. Air pollution and oil reserves are two major issues in the technological development of the automotive industry. Air pollution is caused by gases from burning fossil fuel vehicles. In 2018-2019 Indonesia experienced a drastic decrease in petroleum resources by 49.8%. To overcome this problem, many researchers have conducted research on electric vehicles, including electric bicycles. This study aims to determine the effect of distance and load on BLDC motor power consumption on a prototype e-bomber electric bicycle designed for all terrains such as rocky, sandy, and muddy, and has a large battery capacity, low power consumption, and an electric motor with good speed and torque. This research uses a pseudo-experimental method with a quantitative approach. Tests were carried out on e-bomber electric bicycles with distances of 3 km, 5 km, and 8 km and loads of 60 kg, 70 kg, and 80 kg with a speed of 25 km / h. The results showed that there was an influence of distance and load on the e-bomber electric bicycle. The results showed that there was an effect of distance and load on BLDC motor power consumption with the results of graph analysis and two-way ANOVA tests conducted and the lowest average power consumption of 500 watts at a distance of 3 km and a load of 60 kg, while the highest average power consumption was 522.5 watts at a distance of 8 km and a load of 80 kg.

Keywords: Load, Distance, Power Consumption, BLDC Motor, Electric Bike

Abstrak. Polusi udara dan cadangan minyak adalah dua masalah besar dalam perkembangan teknologi industri otomotif. Polusi udara disebabkan oleh gas hasil pembakaran kendaraan berbahan bakar fosil. Pada tahun 2018-2019 Indonesia mengalami penurunan drastis sumber minyak bumi sebesar 49,8%. Untuk mengatasi masalah ini, banyak peneliti melakukan riset mengenai kendaraan listrik, termasuk sepeda listrik. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh jarak dan beban terhadap konsumsi daya motor BLDC pada prototipe sepeda listrik e-bomber yang dirancang untuk segala medan seperti berbatu, berpasir, dan berlumpur, serta memiliki kapasitas baterai besar, konsumsi daya rendah, dan motor listrik dengan kecepatan serta torsi yang baik. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen semu (*Quasi Experiment*) dengan pendekatan kuantitatif. Pengujian dilakukan pada sepeda listrik e-bomber dengan jarak 3 km, 5 km, dan 8 km serta beban 60 kg, 70 kg, dan 80 kg dengan kecepatan 25 km/h. Hasil penelitian menunjukkan ada pengaruh jarak dan beban terhadap konsumsi daya motor BLDC dengan hasil analisis grafik dan uji *two-way ANOVA* yang dilakukan serta konsumsi daya rata – rata terendah sebesar 500 watt pada jarak 3 km dan beban 60 kg, sedangkan konsumsi daya rata – rata tertinggi sebesar 522,5 watt pada jarak 8 km dan beban 80 kg.

Kata kunci: Beban, Jarak, Konsumsi Daya, Motor BLDC, Sepeda Listrik

1. LATAR BELAKANG

Sampai saat ini, masyarakat sudah terbiasa dengan kehidupan yang efisien, termasuk penggunaan kendaraan untuk berpindah tempat. Peningkatan populasi manusia menyebabkan meningkatnya kebutuhan kendaraan berbahan bakar fosil, yang berakibat pada penurunan cadangan minyak bumi. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), pada tahun 2020 cadangan minyak bumi di Indonesia meningkat 10,6% menjadi 4,17 miliar barel, namun sebelumnya mengalami penurunan drastis hingga 49,8% antara tahun 2018-2019. Menurut data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), cadangan minyak Indonesia

diperkirakan tersedia hingga 9,5 tahun mendatang (BPS, 2021) dan (Rahmayanti dkk., 2021). Oleh karena itu, pengembangan kendaraan listrik sebagai pengganti kendaraan konvensional menjadi semakin penting (Izzati & Gusnita, 2022).

Sepeda listrik, sebagai salah satu alternatif, dikenal ramah lingkungan dan efisien. Namun, sepeda listrik yang ada di pasaran umumnya hanya cocok untuk kondisi jalan rata dan memiliki keterbatasan jarak tempuh serta beban angkut. Sepeda listrik e-bomber, yang menggunakan motor listrik BLDC dan baterai, memiliki keunggulan seperti tidak menghasilkan polusi dan mengurangi efek rumah kaca (Efendi, 2020). Motor BLDC juga memiliki keunggulan seperti tingkat kebisingan rendah, efisiensi tinggi, dan usia pemakaian lebih lama (Azizi dkk., 2020). Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh jarak dan beban terhadap konsumsi daya motor BLDC, yang diharapkan dapat menjadi referensi bagi riset selanjutnya dan standar rujukan produksi.

2. KAJIAN TEORITIS

Sepeda E-Bomber

E-Bomber merupakan sepeda listrik jenis *Dwonhill* yang di rancang khusus untuk kondisi medan berbatu, berpasir, berlubang, serta jalan berlumpur.



Gambar 2.1 Sepeda Listrik E-Bomber

Sepeda listrik memanfaatkan energi listrik dari baterai sebagai sumber utamanya sehingga energi listrik diubah menjadi energi gerak yang membangkitkan medan magnet pada stator dan membuat rotor berputar berdasarkan *timing* komutasi *hall effect sensor* (Ulum dkk., 2021).

Motor BLDC

Motor *brushless Direct Current* merupakan motor DC tanpa karbon *Brush* untuk memutar rotornya, tetapi menggunakan 3 buah *hall effect sensor* untuk mengatur *timing* komutasi kumparan stator yang berfungsi mendeteksi medan magnet permanen pada rotor. Kelebihan motor BLDC dibandingkan dengan motor *brushed* yaitu, memiliki kebisingan yang

rendah, karakteristik kecepatan, torsi dan efisiensi yang lebih baik, serta umur yang lebih lama (Azizi dkk., 2020).



Gambar 2.2 Motor BLDC Hub Drive

Kontroler BLDC

Kontroler BLDC merupakan komponen yang berperan penting dalam pengoperasian motor listrik. Dalam kontroler terdapat *inverter* yang berfungsi mengubah tegangan DC ke AC.



Gambar 2.3 Kontroler Motor BLDC

Karena *brushless* motor memiliki *multipole* tiga *phase* sehingga dibutuhkan *inverter* tegangan DC ke AC untuk mengaliri kumparan agar rotor dapat berputar. Rotor merupakan bagian penting pada motor *brushless* karena piranti ini yang berputar akibat gaya elektromagnetik dari stator yang dibangkitkan oleh *input* kontroler. Selain itu, kontroler juga memiliki beberapa fitur seperti sistem *regenerative braking*, *cut off switch*, *display meter*, *switch* pembatas kecepatan serta fitur alarm (Azizi dkk., 2020).

Baterai

Baterai merupakan sumber energi utama yang berfungsi menyimpan energi listrik untuk memberikan tenaga listrik pada motor *brushless* yang diubah dari DC ke AC oleh kontroler sehingga motor berputar.



Gambar 2.4 Baterai Pack LiFePO4

Sumber energi tidak hanya terpaku pada baterai saja tetapi baterai banyak diaplikasikan pada berbagai perangkat elektronik *portable* serta peralatan yang ada di industri karena baterai memiliki karakteristik yang relatif aman dan bersifat praktis (Putra dkk., 2021).

Monitoring Watt Meter

Monitoring watt meter merupakan perangkat elektronik yang berfungsi untuk mengukur tegangan, arus, dan konsumsi daya secara *real time*.



Gambar 2.5 Monitoring Watt Meter

Hal ini dijelaskan oleh (Syafra dkk., 2020) pengaruh kondisi kecepatan terhadap konsumsi baterai ketika kecepatan tinggi motor *brushless* membutuhkan voltase yang lebih besar daripada kecepatan rendah, semakin tinggi kecepatan maka voltase baterai akan semakin turun lebih besar disertai naiknya amper saat motor listrik berputar terkena beban atau ketika akan berakselerasi. Supaya mengetahui konsumsi baterai saat digunakan dan setelah digunakan membutuhkan alat berupa monitoring watt meter.

Throttle Hall Effect 49E

Pada *throttle e-bike* terdapat sensor *hall effect* 49E yang memiliki 3 pin kaki seperti *Vcc*, *Gnd* dan *Output*. *Hall effect* sensor merupakan komponen elektronika semikonduktor yang dapat merubah sebuah medan magnet menjadi tegangan listrik.



Gambar 2.6 Throttle Hall Effect 49E

Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip efek *hall*, yaitu ketika terdapat arus yang mengaliri plat logam atau sebuah semikonduktor yang berada pada suatu medan magnet yang tegak lurus, maka akan terjadi gaya Lorenz yang menyebabkan elektron terdorong ke salah satu sisi plat dan menimbulkan tegangan kecil yang dapat diukur dari kedua sisi plat, tegangan ini yang kemudian menjadi sinyal berupa tegangan analog proporsional dengan kekuatan medan magnet (Irsyadi dkk., 2021).

Microkontroler ESP32

ESP32 merupakan perangkat canggih yang dirancang khusus untuk menjadi solusi dalam pengaplikasian perangkat IoT (Internet of Things) (Mahapatra dkk., 2017), dan telah digunakan dalam berbagai implementasi sistem monitoring, seperti monitoring panel surya secara realtime, data logger, sistem otomatisasi dalam bidang otomotif serta bidang kesehatan maupun pemantauan lingkungan sekitar (Indriyani dkk., 2024).



Gambar 2.7 Mikrokontroler ESP32

Modul Sensor Arus ACS758

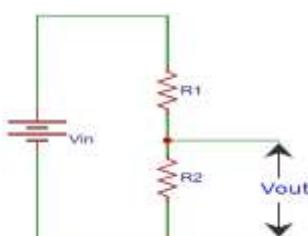
Sensor Arus ACS758 adalah sensor yang berfungsi untuk membaca arus melalui elemen *hall* yang terdapat didalamnya berdasarkan prinsip medan magnet yang mengelilinginya dan kemudian ditangkap oleh *Integrated Hall IC* dan diubah menjadi tegangan linear (Kifaya dkk., 2020) dan (Yasin dkk., 2023).



Gambar 2.8 Modul Sensor Arus ACS758

Sensor Tegangan

Sensor tegangan merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk mengkonversi besaran tegangan pada listrik bertegangan rendah sampai tegangan tinggi menjadi tegangan *analog* dengan memperkecil nilainya menjadi tegangan referensi untuk input ADC mikrokontroler sesuai *operating voltage* dengan tegangan 3.3V sampai 5V (Alfian & Nurhadi, 2022) dan (Pudin & Mardiyanto, 2020).



Gambar 2.9 Rangkaian Voltage Divider

3. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen semu (*Quasi Experiment*) dengan pendekatan kuantitatif. Eksperimen semu adalah jenis penelitian dengan membandingkan pengaruh suatu perlakuan (*treatment*) pada suatu objek penelitian serta melihat besar pengaruh perlakuan.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Januari – Juni 2024 di Bengkel Kreatif Himpunan Mahasiswa Mesin Politeknik Negeri Malang untuk proses pembuatan alat monitoring watt meter dan pemasangan alat serta melakukan uji dinamis pada sepeda listrik e-bomber di Jalan raya Soekarno – Hatta, Malang.

Alat dan Bahan Penelitian

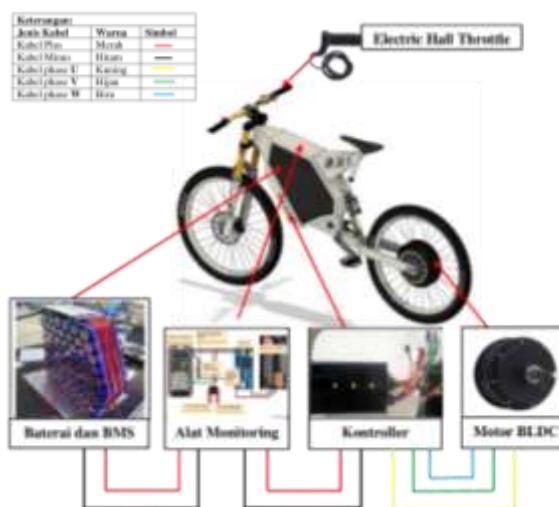
Alat dan Bahan dalam penelitian ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.1 Alat dan Bahan Penelitian

No.	Alat	Bahan
1.	Multitester Clam Meter	Unit Sepeda Listrik E-Bomber
2.	Monitoring Watt Meter	Baterai Pack LiFePO4
3.	Handphone Android	Kontroler BLDC
4.	Obeng Plus (+)	Motor BLDC
5.	Timbangan Digital	

Setting Alat Penelitian

Pada gambar 10 menunjukkan setting alat penelitian yang dilakukan dengan memasang alat monitoring secara seri antara baterai *Pack LiFePO4* dengan kontroler BLDC.



Gambar 3.1 Setting Alat Penelitian

Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Melakukan pengujian dengan membandingkan hasil pengukuran alat monitoring watt meter dengan multimeter clamp amper digital dan mencatat hasilnya dalam tabel.
2. Mempersiapkan sepeda listrik e-bomber dengan watt meter terpasang.
3. Mempersiapkan besi balok berat 4 kg sebanyak 5 buah dan timbangan digital.
4. Menimbang badan sesuai variasi beban 60 kg, 70 kg, dan 80 kg pada jarak 3 km, 5 km, dan 8 km, kemudian menyalakan aplikasi Strava untuk memantau jarak tempuh.
5. Mengemudikan sepeda listrik e-bomber dengan kecepatan 25 km/h.
6. Memperhatikan perubahan arus, tegangan, dan daya listrik yang dikonsumsi motor BLDC pada web spreadsheet serta memantau jarak pada aplikasi Strava.
7. Menghentikan pengujian saat jarak mencapai variasi 3 km, 5 km, dan 8 km dengan beban 60 kg, 70 kg, dan 80 kg.
8. Memberi warna pada kolom data logger setelah pengujian pertama (3 km, beban 60 kg) sesuai beban: 60 kg merah, 70 kg biru, dan 80 kg hijau.
9. Melakukan prosedur pengujian sebanyak tiga kali untuk setiap variasi jarak tempuh dan beban.

Metode Pengolahan dan Analisis Data

Data dari web Spreadsheet dieksport ke Microsoft Excel (.xlsx) dan diolah menjadi tabel. Tabel data dikonversi menjadi grafik Scatter berdasarkan variasi beban dan jarak tempuh. Grafik ini digunakan untuk membandingkan beban dan jarak terhadap konsumsi daya motor listrik, sehingga diperoleh kesimpulan mengenai tingkat beban dan jarak yang efisien terhadap konsumsi daya motor listrik.

Selanjutnya, data diolah menggunakan metode statistik two-way ANOVA (Anova dua arah) untuk menentukan kesimpulan penelitian mengenai pengaruh dua variabel bebas, beban (kg) dan jarak tempuh (km). Analisis ini dilakukan dengan software Minitab 21 dan Microsoft Excel untuk menguji pengaruh beban dan jarak terhadap konsumsi daya motor BLDC 2000 watt pada prototipe sepeda listrik e-bomber.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Penelitian

Data penelitian ini diperoleh dari uji jalan sepeda listrik E-bomber pada jalan lurus dengan variabel bebas beban 60 kg, 70 kg, 80 kg dan jarak tempuh 3 km, 5 km, 8 km serta variabel terikat konsumsi daya motor BLDC yang disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Data Hasil Penelitian

No.	Jarak (km)	Beban (kg)	Konsumsi Daya Motor (W)	Konsumsi Daya Motor (Wh)
1.	3 km	60 kg	495,43	53,95
		70 kg	502,59	58,60
		80 kg	507,24	64,77
2.	5 km	60 kg	496,98	89,70
		70 kg	509,89	93,72
		80 kg	515,93	96,01
3.	8 km	60 kg	504,00	134,92
		70 kg	516,81	147,96
		80 kg	528,78	168,47



(a)



(b)

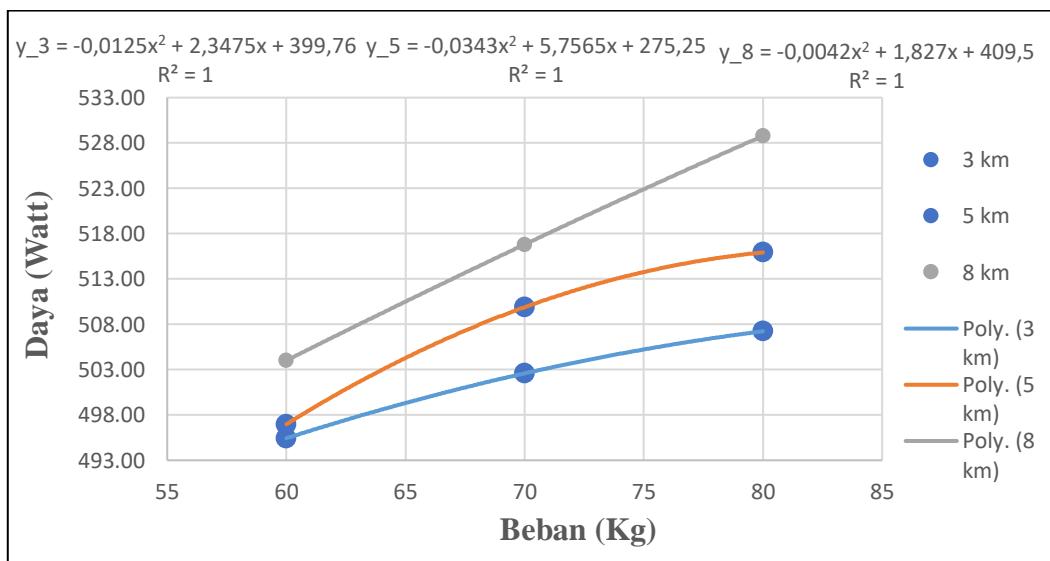


(c)

Gambar 4.1 (a) Pengambilan data, (b) Hasil pengukuran jarak tempuh pada strava , (c) Hasil data logger pada web Spreadsheet

Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data dilakukan dengan tahap analisis statistik menggunakan *software* minitab 21 dan visualisasi dengan grafik *scatter* pada *microsoft office*. Pada tabel 2 diatas merupakan data hasil penelitian varibel jarak dan beban terhadap konsumsi daya motor BLDC yang diplot menjadi grafik *scatter* pada *microsoft excel*.

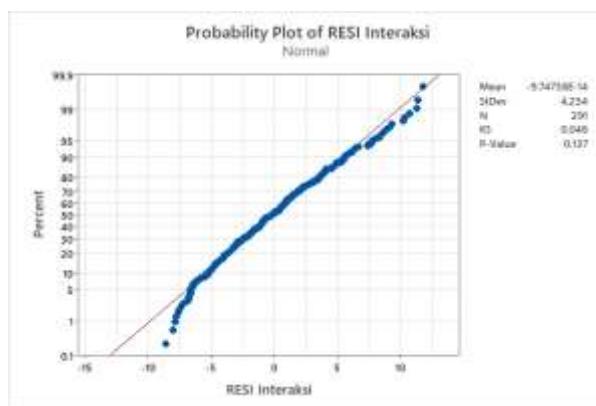


Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Jarak dan Beban terhadap Konsumsi Daya Motor BLDC E-Bomber

Pada gambar grafik diatas, dapat disimpulkan bahwa pada jarak 3 km, 5 km dan 8 km dengan variasi beban 60 kg, 70 kg dan 80 kg, konsumsi daya motor BLDC cenderung meningkat dengan arah yang relatif linear. Hal ini menunjukkan semakin jauh jarak tempuh dan semakin berat beban kendaraan, maka konsumsi daya motor BLDC sepeda listrik e-bomber juga mengalami peningkatan, sehingga ada pengaruh antara variabel bebas jarak tempuh dan beban sepeda listrik terhadap variabel terikat konsumsi daya motor BLDC prototipe sepeda listrik e-bomber.

Analisis Statistik

Setelah data dilakukan pengolahan pada *software excel* maka data juga dilakukan analisis statistika pada *software* minitab 21 dengan melakukan uji *two – way ANOVA*. Pada hasil uji normalitas data konsumsi daya yang dilakukan, terdapat hipotesis residu dengan normal atau $P\text{-value} \geq 0.05$. Sedangkan H_1 menyatakan data penelitian berdistribusi tidak normal dengan nilai $P\text{-value} \leq 0.05$.



Gambar 4.3 Grafik Uji Normalitas Data Interaksi Pengaruh Jarak dan Beban VS Konsumsi Daya

Berdasarkan hasil uji normalitas data residual jarak dan beban terhadap konsumsi daya motor BLDC diatas menghasilkan $P\text{-value}$ sebesar 0.137 dimana nilai $P\text{-value} \geq 0.05$ dan memenuhi hipotesis H_0 yang berarti data pengaruh beban terhadap konsumsi daya motor BLDC sepeda listrik e-bomber berdistribusi secara normal serta dapat diamati dari titik – titik pada grafik yang mengikuti garis normal atau linear pada tabel *probability Plot*.

Setelah data pengaruh jarak dan beban terhadap konsumsi daya motor BLDC berdistribusi secara normal, maka dilanjutkan dengan tahap analisis data menggunakan metode *two – way ANOVA*. Pada metode tersebut, jarak dan beban berperan sebagai variabel bebas atau ‘*factors*’ pada *two – way ANOVA* minitab. Sedangkan konsumsi daya motor BLDC sebagai variabel terikat atau ‘*responses*’ pada *two – way ANOVA* minitab.

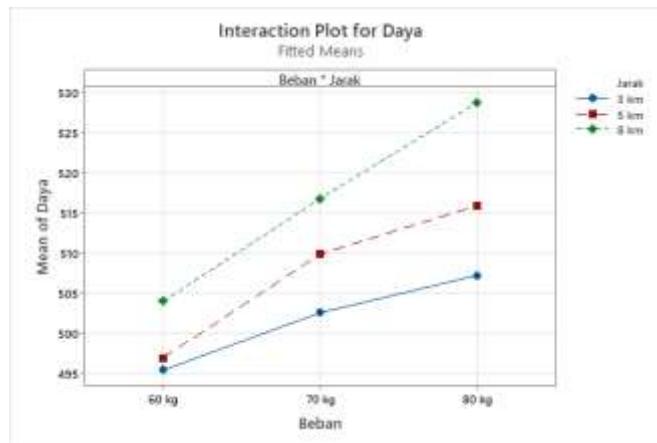
Tabel 4.2 Analisis Variansi, Model Summary dan Regression Equation Jarak dan Beban VS Konsumsi Daya Motor BLDC

Analysis of Variance						Model Summary			
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value	S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
Beban	2	14399	7199,53	390,53	0,000	4,29365	85,40%	84,99%	84,49%
Jarak	2	10165	5082,54	275,69	0,000				
Beban*Jarak	4	1272	317,96	17,25	0,000				
Error	282	5199	18,44						
Total	290	35611							

Regression Equation

Daya = 473,96 + 0,270 Beban - 5,65 Jarak + 0,1230 Beban*Jarak

Berdasarkan uji *Two-way ANOVA* pada tabel 3, pengaruh jarak dan beban memiliki pengaruh signifikan terhadap konsumsi daya motor BLDC pada sepeda listrik e-bomber ditunjukkan dengan nilai *P-value* = 0,000 berarti *P-value* $\leq 0,05$ yang artinya hipotesis menolak H₀ dan menerima H₁. *Model summary* menunjukkan *R Square* sebesar 84,49%, menunjukkan bahwa jarak dan beban menjelaskan 84,49% variasi konsumsi daya, sementara sisanya dipengaruhi faktor lain. Sedangkan hasil analisis persamaan regresi menunjukkan bahwa setiap peningkatan satu kilogram beban meningkatkan konsumsi daya sebesar 0,270 watt, sedangkan setiap penambahan satu kilometer jarak mengurangi konsumsi daya sebesar 5,65 watt. Sementara interaksi antara beban dan jarak menambah konsumsi daya sebesar 0,1230 watt dengan begitu persamaan regresi menjelaskan bahwa pengaruh jarak dan beban berpengaruh secara simultan terhadap konsumsi daya.



Gambar 4.4 Grafik Interaction Faktorial Plot

Berdasarkan gambar 4.4 grafik *interaction faktorial plot* merupakan grafik interaksi antara variabel bebas jarak dan beban terhadap variabel terikat konsumsi daya motor BLDC. Dalam grafik mendeskripsikan pengaruh jarak untuk setiap variasi beban, rata – rata daya juga meningkat seiring dengan peningkatan jarak dari 3 km – 8 km pada beban 60 kg dengan peningkatan konsumsi daya rata – rata sebesar 495 watt – 510 watt, beban 70 kg dengan

peningkatan konsumsi daya rata – rata sebesar 500 watt – 520 watt, dan untuk beban 80 kg dengan peningkatan konsumsi daya rata – rata sebesar 505 watt – 530 watt. Sedangkan pengaruh beban untuk setiap variasi jarak, rata – rata daya meningkat seiring dengan peningkatan beban dari 60 kg – 80 kg pada jarak 3 km dengan warna garis biru menunjukkan peningkatan daya rata – rata sebesar 495 watt – 505 watt, pada jarak 5 km dengan warna garis biru menunjukkan peningkatan daya rata – rata sebesar 500 watt – 520 watt dan untuk jarak 8 km dengan warna garis hijau menunjukkan peningkatan daya rata – rata sebesar 515 watt – 530 watt.

Maka kesimpulan dari pengaruh utama beban “semakin besar beban, semakin tinggi rata – rata daya yang dikonsumsi dan semakin berat kerja motor untuk menghasilkan torsi” sedangkan untuk pengaruh utama jarak “ semakin jauh jarak yang ditempuh, semakin tinggi rata – rata daya yang dikonsumsi berdasarkan durasi lamanya operasional motor”. Hal ini disebabkan karena efek dari peningkatan beban pada daya tergantung pada level jarak sehingga jarak yang lebih jauh cenderung memperbesar peningkatan daya yang diperlukan dengan variasi peningkatan beban.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini disimpulkan bahwa analisis pengaruh jarak dan beban terhadap konsumsi daya motor BLDC 2000 watt pada prototipe sepeda listrik e-bomber terdapat pengaruh yang signifikan di buktikan dengan nilai *p-value*, *model summary* serta persamaan regresi yang dilakukan pada uji *two – way ANOVA*. Hasil penelitian konsumsi daya rata-rata dengan peningkatan beban 60 kg hingga 80 kg sebesar 500 watt pada jarak 3 km, 510 watt pada jarak 5 km, dan 522,5 watt pada jarak 8 km. Rata – rata daya terendah sebesar 500 watt pada jarak 3 km dan beban 60 kg, sedangkan rata – rata daya tertinggi sebesar 522,5 watt pada jarak 8 km dan beban 80 kg.

6. SARAN

Berdasarkan penelitian pengaruh jarak dan beban terhadap konsumsi daya motor BLDC 2000 watt pada prototipe sepeda listrik e-bomber; saran untuk peneliti selanjutnya meliputi analisis pengaruh variasi kecepatan terhadap konsumsi daya motor, studi medan jalan seperti; jalan datar, menanjak, menurun, serta pengaruh kondisi cuaca meliputi; suhu, kelembapan, dan angin. Penelitian ini diharapkan memberikan wawasan mendalam tentang optimalisasi efisiensi energi serta responsivitas sepeda listrik terhadap berbagai kondisi operasional.

7. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Politeknik Negeri Malang, Jurusan Teknik Mesin, serta Bengkel Kreatif Himpunan Mahasiswa Mesin telah memberikan kesempatan dan dukungan fasilitas, sarana dan prasana dalam pelaksanaan penelitian ini sehingga dapat memberikan pengalaman tambahan bagi peneliti.

DAFTAR REFERENSI

- Alfian, M., & Nurhadi, N. (2022). Konsumsi Daya Baterai Electric Scooter Berbasis Solar Cell. *Jurnal Aplikasi Dan Inovasi Ipteks “Soliditas” (J-Solid)*, 5(2), 243. <https://doi.org/10.31328/js.v5i2.3836>
- Azizi, M. F., Hadi, W., & Kalandro, G. D. (2020). Rancang Bangun Motor Bldc Axial Flux Menggunakan Dua Kawat Email Pada Lilitan Kumparan Stator. *Jurnal Arus Elektro Indonesia*, 6(2), 52. <https://doi.org/10.19184/jaei.v6i2.19617>
- Efendi, A. (2020). Perancangan dan Analisis Perhitungan Rangka Mesin Mobil Listrik Sula Politeknik Negeri Subang. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 15(2), 107. <https://doi.org/10.32497/jrm.v15i2.1843>
- Indriyani, Y. A., Efendi, R., Rustami, E., Rusmana, I., Anwar, S., Djajakirana, G., & Santosa, D. A. (2024). Affordable ESP32-based monitoring system for microbial fuel cells: Real-time analysis and performance evaluation (ESP32-based data logger as a monitoring system for microbial fuel cell). *International Journal of Energy and Water Resources*, 8(2), 199–212. <https://doi.org/10.1007/s42108-023-00255-y>
- Irsyadi, F., Arrofiq, M., Sumanto, B., & P, M. S. (2021). Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring Kecepatan Motor BLDC Hub Bergir pada Sepeda Listrik. *JST (Jurnal Sains Terapan)*, 7(1). <https://doi.org/10.32487/jst.v7i1.974>
- Izzati, M. A., & Gusnita, N. (2022). Analisis Performa dan Daya Konsumsi Brushless Direct Current Motor 1000-Watt pada Mobil Listrik Hykorasaki. *Briliant: Jurnal Riset Dan Konseptual*, 7(4), 1111. <https://doi.org/10.28926/briliant.v7i4.1050>
- Kifaya, Rijal, C., & Pangerang, F. (2020). Prosiding 4. Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat, 194–199.
- Mahapatra, C., Moharana, A. K., Leung, V. C. M., Nolan, K. E., Guibene, W., Kelly, M. Y., Ivković, J., Lužija Ivković, J., Raza, A., Ikram, A. J. A. A., Amin, A., Ikram, A. J. A. A., Singh, K. J., & Kapoor, D. S. (2017). Create Your Own Internet of Things. *2016 International Wireless Communications and Mobile Computing Conference, IWCWC 2016*, 17(December), 786–790.
- Pudin, A., & Mardiyanto, I. R. (2020). Desain dan Implementasi Data Logger untuk Pengukuran Daya Keluaran Panel Surya dan Iradiasi Matahari. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 8(2), 240. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v8i2.240>

Putra, O., Fadila, R., Andrijanto, E., & Suminar, D. R. (2021). Sintesis dan Karakterisasi Lihium Iron Phosphate (LiFePO₄) Menggunakan Metoda Solid State Reaction Sebagai Katoda Pada baterai Lithium-Ion. *Fluida*, 14(2), 42–50. <https://doi.org/10.35313/fluida.v14i2.2632>

Rahmayanti, L., Rahmah, D. M., & Rahmayanti, L. (2021). MINYAK DAN GAS BUMI DI INDONESIA, 3*(2).

Syafra, W. F., Purwantono, P., Hasanuddin, H., & K, A. (2020). Power Consumption Analysis of a BLDC 24V 250W Electric Bike on An Assembled Lithium-ion Battery Pack. *MOTIVECTION: Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, 2(3), 1–10. <https://doi.org/10.46574/motivection.v2i3.63>

Ulum, M., Mutiara Hikmah, Achmad Fiqhi Ibaidillah, & Kunto Aji Wibisono. (2021). Rancang Bangun Sepeda Listrik 250 Watt Dengan Mengukur Kecepatan Dan Daya Baterai. *Jurnal JEETech*, 2(1), 7–12. <https://doi.org/10.48056/jeetech.v2i1.150>

Yasin, M., Apriaskar, E., & Djuniadi, D. (2023). Simulasi Monitoring Arus, Tegangan dan Daya Panel Surya. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 22(2), 87–92. <https://doi.org/10.23917/emitor.v22i2.21092>