

Pengujian Konsumsi Energi Baterai pada Sepeda Motor Listrik Konversi Tipe *Mid Drive* 2 kW

Avifudin Roza^{1,*}, Andhi Akhmad Ismail¹, Daniel Janthinus Kristianto¹

Departemen Teknik Mesin, Universitas Gadjah Mada
Bulaksumur, Caturtunggal, Kec. Depok, Kab. Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281
Email korespondensi: avifudinroza@mail.ugm.ac.id

Abstrak

Sepeda motor listrik konversi adalah sepeda motor yang mengalami perubahan dari motor yang berpengerak motor bakar menjadi berpengerak motor listrik. Saat pengujian pada sepeda motor listrik konversi, indikator baterai menunjukkan penurunan yang signifikan saat melewati lintasan yang menanjak. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung konsumsi energi baterai pada kendaraan listrik konversi menggunakan motor BLDC dengan tipe *mid drive* 2 kW, baik tanpa dan dengan penambahan *internal gear*. Proses pengujian dan pengambilan data dari konsumsi energi baterai pada sepeda motor listrik konversi dilakukan dengan uji jalan pada lintasan yang mendatar dan lintasan yang memiliki tanjakan yang ekstrim. Hasil pengujian pada sepeda motor listrik konversi tanpa penambahan *internal gear* dengan jarak 100 m pada jalan mendatar sebesar 2,016 Wh, elevasi 15° sebesar 3,909 Wh, elevasi 28° sebesar 4,449 Wh, dan elevasi 40° sebesar 5,059 Wh. Sedangkan hasil pengujian sepeda motor listrik konversi dengan penambahan *internal gear* pada lintasan mendatar sebesar 2,421 Wh, elevasi 15° sebesar 4,240 Wh, elevasi 28° sebesar 5,528 Wh, dan elevasi 40° sebesar 5,599 Wh.

Kata kunci: sudut elevasi, motor listrik konversi, konsumsi energi, motor BLDC.

Abstract

A convertible electric motorcycle is a motorcycle that has undergone a change from a fuel-driven motor to an electric motor. When testing on a converted electric motorcycle, the battery indicator shows a significant decrease when passing an uphill track. This study aims to calculate battery energy consumption on a converted electric vehicle using a BLDC motor with a 2 kW *mid drive* type, both without and with the addition of *internal gear*. The process of testing and collecting data from battery energy consumption on a converted electric motorcycle is carried out by road tests on a flat track and a track that has an extreme climb. The test results on a converted electric motorcycle without the addition of *internal gear* with a distance of 100 meters on a flat road are 2,016 Wh, elevation 15° of 3,909 Wh, elevation 28° of 4,449 Wh, and elevation 40° of 5,059 Wh. While the test results of the converted electric motorcycle with the addition of *internal gear* on a horizontal track amounted to 2,421 Wh, elevation 15° of 4,240 Wh, elevation 28° of 5,528 Wh, and elevation 40° of 5,599 Wh.

Keywords: elevation angle, conversion electric motor, energy consumption, BLDC motor.

1. Pendahuluan

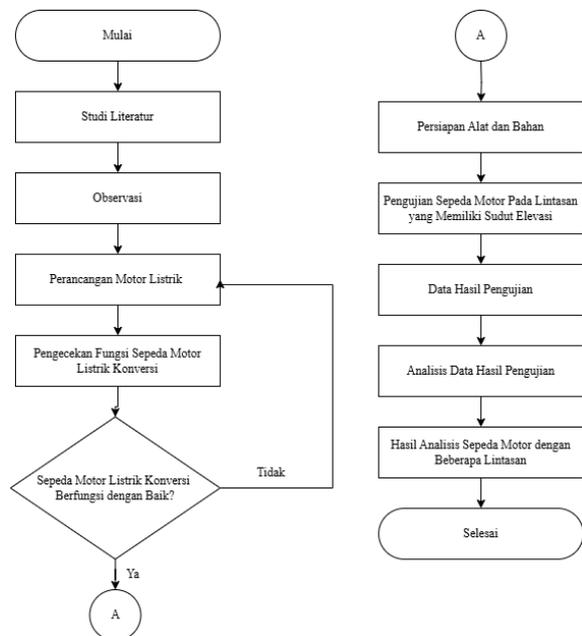
Peningkatan dan ketertarikan kebutuhan akan pemanfaatan transportasi yang ramah lingkungan mendorong pengembangan kendaraan listrik sebagai alternatif yang berkelanjutan [1]. Konversi motor listrik menjadi fokus dan titik utama penelitian untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja pada kendaraan tersebut. Khususnya pada jenis Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KBLBB) peningkatan setiap tahunnya mengalami peningkatan yang cukup tinggi, baik dari segi penyebaran maupun penggunaannya. KBLBB merupakan transportasi yang digerakkan dengan motor listrik dan mendapatkan pasokan sumber daya tenaga listrik yang berasal dari baterai secara langsung dari dalam maupun luar kendaraan. Penggunaan kendaraan listrik ini nantinya akan mendukung pertahanan Indonesia dikarenakan ketergantungan Indonesia terhadap energi fosil untuk memenuhi kebutuhan energi nasional terutama

BBM[2]. Salah satu aspek krusial dari konversi motor listrik adalah penggunaan baterai *lithium-ion*, yang dianggap sebagai solusi penyimpanan energi yang efisien dan andal. Meskipun baterai *lithium-ion* telah memberikan kontribusi positif terhadap kemajuan kendaraan listrik, performa dan konsumsi daya baterai masih menjadi titik perhatian utama [3]. Dalam konversi motor listrik, terdapat dua jenis motor penggerak yang dapat digunakan. Pertama, ada jenis penggerak *mid drive* yang ditempatkan di bagian tengah motor listrik. Sementara itu, jenis penggerak kedua adalah *hub drive* yang posisi dinamo motornya langsung terhubung dengan roda [4]. Perancangan motor listrik berbasis *mid drive* 2 kW ini tentu nantinya motor listrik tersebut memiliki dimensi motor yang kecil, namun menghasilkan tenaga keluaran yang besar, sehingga memerlukan sistem transmisi roda gigi untuk mentransfer tenaga ke roda yang berada pada tengah-tengah kendaraan dan nantinya akan menyebabkan titik berat terpusat pada

bagian tengah kendaraan [5]. Sepeda motor listrik konversi adalah sepeda motor yang mengalami proses perubahan sistem pada motor penggerak yang awalnya berpenggerak motor bakar menjadi berpenggerak motor listrik [6]. Dalam perancangan motor BLDC dibuat dengan menggunakan jumlah *pole* sebanyak 10 dan jumlah *slot* sebanyak 12, spesifikasi tersebut merupakan hasil riset yang telah dilakukan. Jumlah *pole* dan *slot* akan berpengaruh pada nilai tegangan, arus dan daya pada saat motor digunakan [7] Setiap motor BLDC memiliki dua bagian utama, yaitu rotor (bagian yang berputar), dan stator (bagian stasioner). Bagian penting lainnya dari motor BLDC adalah gulungan stator dan magnet pada rotor [8]. Permasalahan yang terjadi pada saat dilakukan pengujian ketahanan pada sepeda motor listrik konversi, yaitu indikator baterai menunjukkan penurunan yang signifikan pada saat melewati lintasan yang memiliki kemiringan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menghitung konsumsi daya dan energi baterai pada kendaraan listrik yang telah mengalami konversi motor khususnya pada tipe *mid drive* 2 kW.

2. Metode

Kerangka penelitian dalam Analisis Konsumsi Energi Baterai terhadap Sudut Elevasi dan Panjang Lintasan pada Sepeda Motor Listrik Konversi Tipe *Mid Drive* 2 kW ini, terdiri dari studi literatur, observasi, perancangan sepeda motor listrik konversi, pengecekan fungsi, persiapan alat dan bahan. Urutan proses penelitian ini ditunjukkan dengan diagram alir pada Gambar 1.

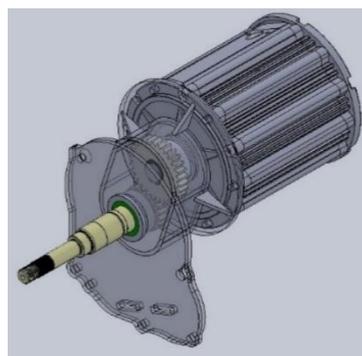


Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Proses perancangan *bracket internal gear* dilakukan dengan pembuatan desain yang kemudian akan dilakukan proses manufaktur sesuai dengan desain

tersebut. Dari pembuatan desain *bracket internal gear* yang akan digunakan pada sepeda motor listrik konversi didapatkan desain pada gambar 2.

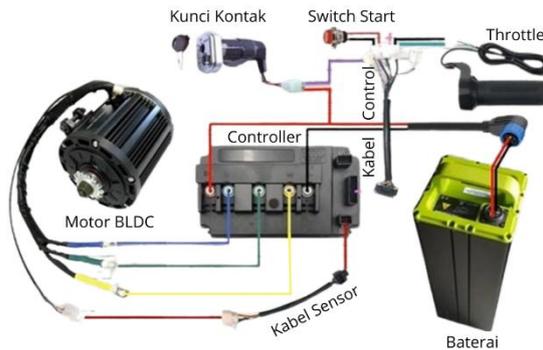
Pembuatan internal gear dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan putaran yang dikeluarkan oleh motor listrik, sehingga dapat meningkatkan kecepatan pada sepeda motor listrik konversi. Rasio gear yang digunakan pada internal gear tersebut adalah 1:0,67 dengan jumlah gigi pada gear yaitu 30:20 hal tersebut dilakukan agar rpm pada motor listrik 2 kW yang semula 6000 rpm dapat ditingkatkan menjadi 9000 rpm.



Gambar 2 Desain *Bracket Internal Gear*

Perancangan sepeda motor listrik konversi ini menggunakan motor listrik BLDC dengan tipe *mid drive* 2 kW, mencakup perancangan elektrikal dari motor listrik BLDC sebagai komponen utama dalam proses konversi sepeda motor listrik yang meliputi: desain rotor, desain stator, desain lilitan, dan desain magnet. Pembuatan desain dari motor listrik BLDC meliputi, pembuatan desain *casing* depan dan belakang, *shaft* yang dihubungkan pada CVT motor. Berikut hasil desain dari motor listrik BLDC yang telah dibuat.

Kemudian didapatkan rancangan sepeda motor listrik konversi pada Gambar 3.



Gambar 3 Skema Konversi Motor Listrik

Pada rangkaian tersebut konektor pada *controller* akan dihubungkan pada *throttle*, yang berfungsi sebagai pengatur kecepatan motor penggerak. Konektor juga dihubungkan pada baterai sebagai suplai energi, dan pada motor BLDC sebagai

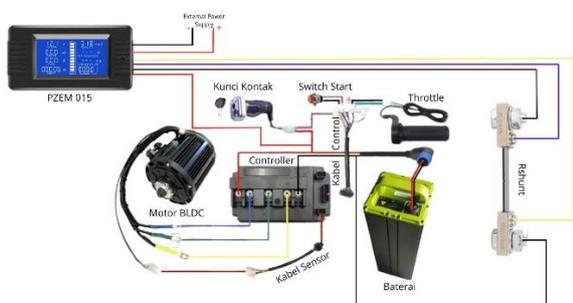
penggerak sepeda motor listrik. Motor BLDC pada sepeda motor listrik konversi digunakan sebagai pengganti penggerak dari motor ICE (*Internal Combustion Engine*), yang diletakan pada *crankcase cvt* dengan menggunakan *bracket*. Baterai pada motor listrik konversi diletakan pada bagasi motor agar tidak merubah bentuk dari sepeda motor. *Controller* diletakan pada tangki bahan bakar sepeda motor dengan cara melepas atau menghilangkan bagian tangki bahan bakar sepeda motor.

Sepeda motor listrik konversi yang telah dibuat, pada bagian CVT sudah tidak menggunakan *pulley* seperti pada motor konvensional atau dinonaktifkan *driven pulley*. Hal ini dilakukan agar motor listrik tidak kehilangan torsi, karena motor listrik memiliki torsi pada rpm rendah. Serta pada motor listrik juga tidak memiliki kondisi *idle* seperti motor konvensional.

Pengecekan fungsi sepeda motor listrik konversi dilakukan dengan cara melakukan pemeriksaan pada sistem pengereman, sistem kemudi apakah dapat berfungsi dengan semestinya dan kelistrikan apakah mengalami kendala atau tidak. Untuk alat dan bahan yang dipersiapkan, meliputi bahan penelitian seperti: sepeda motor listrik konversi, motor listrik, baterai, dan *controller*. Sedangkan untuk alat penelitian, meliputi: *wattmeter*, busur derajat, *roll meter*, *stopwatch*, dan *speedometer*.

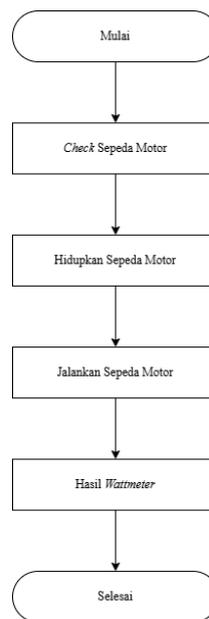
Proses pengujian pada penelitian ini pengujian BLDC pada sepeda motor roda dua pada jalan mendatar dan jalan yang menanjak dengan jarak yang sudah ditentukan. Sudut elevasi lintasan yang digunakan sebanyak tiga variasi.

Langkah pengujian yang dilakukan yang pertama adalah penggunaan *wattmeter* pada sepeda motor listrik konversi yang membutuhkan *r shunt* pada proses penggunaannya, karena pada motor listrik menggunakan arus di atas 50 A yang dihasilkan oleh baterai. Berikut skema yang digunakan untuk pemasangan *wattmeter* dan *r shunt* pada sepeda motor listrik konversi.



Gambar 4 Skema Penggunaan *Wattmeter* pada Sepeda Motor Listrik Konversi

Pengujian sepeda motor listrik konversi dilakukan pada jalan yang mendatar dan jalan yang menanjak dengan kemiringan sudut elevasi sebesar 15°, 28°, dan 40°. Pengujian dilakukan pada jarak tempuh 50 m, dan 100 m. Pada pengujian ini menggunakan 2 jenis sepeda motor listrik konversi, dimana sepeda motor listrik konversi yang pertama tanpa menggunakan penambahan *internal gear* dan motor listrik yang kedua yakni motor listrik konversi dengan penambahan *internal gear*. *Internal gear* pada sepeda motor listrik konversi ini bertujuan untuk meningkatkan rpm yang dihasilkan oleh motor BLDC yang semula 6000 rpm menjadi 8000 rpm [9].



Berdasarkan analisis hasil pengujian, data yang didapatkan dari hasil pengujian berupa tegangan (V) dan arus (I) yang dialirkan dari baterai pada motor listrik BLDC yang digunakan sebagai penggerak sepeda motor listrik konversi. Data tegangan dan arus tersebut memiliki besaran yang berbeda-beda pada setiap medan yang dilintasi oleh sepeda motor listrik konversi. Berikut data yang didapatkan dari hasil pengujian motor listrik konversi.

Parameter Perhitungan

Daya pada listrik adalah laju hantaran energi listrik dalam rangkaian listrik. Dalam rangkaian listrik besarnya daya yang diserap dalam suatu beban listrik ditentukan oleh nilai tahanan beban serta arus yang mengalir pada beban tersebut. Dapat dirumuskan seperti dengan $P_{output} = I \times V \times \eta$.

Energi baterai yang dikonsumsi mengacu pada jumlah energi yang diambil dari baterai selama pengoperasian perangkat listrik atau elektronik. Konsumsi energi ini biasanya dinyatakan dalam satuan Watt-jam (Wh). Sehingga dapat dirumuskan dengan $E = P \times \frac{t}{3600}$

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian pada *dynotest* yang telah dilakukan, didapatkan hasil efisiensi dari sepeda motor listrik konversi sebesar 90%.

Pengujian pada Medan Jalan Mendatar

Pengujian sepeda motor listrik konversi tanpa *internal gear* dengan jarak 50 m dan 100 m. Dalam pengujian ini baterai sepeda motor yang digunakan dalam kondisi penuh.

Waktu Pengujian

Waktu yang digunakan dalam proses pengujian konsumsi energi baterai pada sepeda motor listrik konversi selama 7 hari.

Pengujian dengan jarak 50 meter

Berdasarkan pengujian, rata-rata daya *input* yang dikeluarkan dalam bentuk daya mekanis, dapat dihitung dengan persamaan [10]:

$$P_{Output} = \frac{90\% \times 438,481}{100\%}$$

$$P_{Output} = 394,632 \text{ W}$$

Berdasarkan daya output tersebut maka didapatkan konsumsi energi baterai selama proses pengujian dapat dihitung dengan persamaan:

$$E = P \times \frac{t}{3600}$$

$$E = 394,632 \text{ W} \times \frac{11}{3600}$$

$$E = 1,205 \text{ Wh}$$

Pengujian dengan jarak 100 meter

Berdasarkan pengujian, rata-rata daya *input* dapat diketahui dalam bentuk daya mekanis yang dapat dihitung dengan persamaan:

$$P_{Output} = \frac{90\% \times 474,453}{100\%}$$

$$P_{Output} = 427,007 \text{ W}$$

Berdasarkan daya output tersebut maka didapatkan konsumsi energi baterai selama proses pengujian dapat dihitung dengan persamaan:

$$E = P \times \frac{t}{3600}$$

$$E = 427,007 \times \frac{17}{3600}$$

$$E = 2,016 \text{ Wh}$$

Pengujian sepeda motor listrik penambahan *internal gear* pada jalan mendatar dengan jarak 50 m dan 100 m.

Pengujian dengan jarak 50 meter

Berdasarkan pengujian, rata-rata daya *input* dapat diketahui. Sehingga rata-rata yang dikeluarkan dalam bentuk daya mekanis dapat dihitung dengan persamaan:

$$P_{Output} = \frac{90\% \times 547,436}{100\%}$$

$$P_{Output} = 492,692 \text{ W}$$

Berdasarkan daya output tersebut maka didapatkan konsumsi energi baterai selama proses pengujian dapat dihitung dengan persamaan:

$$E = P \times \frac{t}{3600}$$

$$E = 492,692 \times \frac{11}{3600}$$

$$E = 1,505 \text{ Wh}$$

Pengujian dengan jarak 100 meter

Berdasarkan pengujian, rata-rata daya *input* dapat diketahui. Sehingga rata-rata yang dikeluarkan dalam bentuk daya mekanis dapat dihitung dengan persamaan:

$$P_{Output} = \frac{90\% \times 569,7}{100\%}$$

$$P_{Output} = 512,73 \text{ W}$$

Berdasarkan daya output tersebut maka didapatkan konsumsi energi baterai selama proses pengujian dapat dihitung dengan persamaan:

$$E = P \times \frac{t}{3600}$$

$$E = 512,73 \times \frac{17}{3600}$$

$$E = 2,421 \text{ Wh}$$

Pengujian pada Medan Jalan dengan Elevasi 15°

Pengujian sepeda motor listrik tanpa *internal gear* pada jalan yang memiliki elevasi 15° dengan jarak 50 m dan 100 m.

Pengujian dengan jarak 50 meter

Berdasarkan pengujian, rata-rata daya *input* dapat diketahui. Sehingga rata-rata yang dikeluarkan dalam bentuk daya mekanis dapat dihitung dengan persamaan:

$$P_{Output} = \frac{90\% \times 788,864}{100\%}$$

$$P_{Output} = 709,977 \text{ W}$$

Berdasarkan daya output tersebut maka didapatkan konsumsi energi baterai selama proses pengujian dapat dihitung dengan persamaan:

$$E = P \times \frac{t}{3600}$$

$$E = 709,977 \times \frac{11}{3600}$$

$$E = 2,169 \text{ Wh}$$

Pengujian dengan jarak 100 meter

Berdasarkan pengujian, rata-rata daya *input* dapat diketahui. Sehingga rata-rata yang dikeluarkan dalam bentuk daya mekanis dapat dihitung dengan persamaan:

$$P_{Output} = \frac{90\% \times 919,812}{100\%}$$

$$P_{Output} = 827,83 \text{ W}$$

Berdasarkan daya output tersebut maka didapatkan konsumsi energi baterai selama proses pengujian dapat dihitung dengan persamaan:

$$E = P \times \frac{t}{3600}$$

$$E = 827,83 \times \frac{17}{3600}$$

$$E = 3,909 \text{ Wh}$$

Pengujian sepeda motor listrik penambahan *internal gear* pada jalan yang memiliki elevasi 15° dengan jarak 50 m dan 100 m

Pengujian dengan jarak 50 meter

Berdasarkan pengujian, rata rata daya *input* dapat diketahui. Sehingga rata-rata yang dikeluarkan dalam bentuk daya mekanis dapat dihitung dengan persamaan:

$$P_{Output} = \frac{90\% \times 838,145}{100\%}$$

$$P_{Output} = 754,330 \text{ W}$$

Berdasarkan daya output tersebut maka didapatkan konsumsi energi baterai selama proses pengujian dapat dihitung dengan persamaan:

$$E = P \times \frac{t}{3600}$$

$$E = 754,330 \times \frac{11}{3600}$$

$$E = 2,304 \text{ Wh}$$

Pengujian dengan jarak 100 meter

Berdasarkan pengujian, rata rata daya *input* dapat diketahui. Sehingga rata-rata yang dikeluarkan dalam bentuk daya mekanis dapat dihitung dengan persamaan:

$$P_{Output} = \frac{90\% \times 997,806}{100\%}$$

$$P_{Output} = 898,025 \text{ W}$$

Berdasarkan daya output tersebut maka didapatkan konsumsi energi baterai selama proses pengujian dapat dihitung dengan persamaan:

$$E = P \times \frac{t}{3600}$$

$$E = 898,025 \times \frac{17}{3600}$$

$$E = 4,240 \text{ Wh}$$

Pengujian pada Medan Jalan dengan Elevasi 28°

Pengujian dengan jarak 50 meter

Berdasarkan pengujian, rata rata daya *input* dapat diketahui. Sehingga rata-rata yang dikeluarkan dalam bentuk daya mekanis dapat dihitung dengan persamaan:

$$P_{Output} = \frac{90\% \times 959,255}{100\%}$$

$$P_{Output} = 863,329 \text{ W}$$

Berdasarkan daya output tersebut maka didapatkan konsumsi energi baterai selama proses pengujian dapat dihitung dengan persamaan:

$$E = P \times \frac{t}{3600}$$

$$E = 863,329 \times \frac{11}{3600}$$

$$E = 2,637 \text{ Wh}$$

Pengujian dengan jarak 100 meter

Berdasarkan pengujian, rata rata daya *input* dapat diketahui. Sehingga rata-rata yang dikeluarkan dalam bentuk daya mekanis dapat dihitung dengan persamaan:

$$P_{Output} = \frac{90\% \times 1047,053}{100\%}$$

$$P_{Output} = 942,347 \text{ W}$$

Berdasarkan daya output tersebut maka didapatkan konsumsi energi baterai selama proses pengujian dapat dihitung dengan persamaan:

$$E = P \times \frac{t}{3600}$$

$$E = 942,347 \times \frac{17}{3600}$$

$$E = 4,449 \text{ Wh}$$

Pengujian sepeda motor listrik penambahan *internal gear* pada jalan yang memiliki elevasi 28° dengan jarak 50 m dan 100 m.

Pengujian dengan jarak 50 meter

Berdasarkan pengujian, rata rata daya *input* dapat diketahui. Sehingga rata-rata yang dikeluarkan dalam bentuk daya mekanis dapat dihitung dengan persamaan:

$$P_{Output} = \frac{90\% \times 1205,055}{100\%}$$

$$P_{Output} = 1084,549 \text{ W}$$

Berdasarkan daya output tersebut maka didapatkan konsumsi energi baterai selama proses pengujian dapat dihitung dengan persamaan:

$$E = P \times \frac{t}{3600}$$

$$E = 1084,549 \times \frac{11}{3600}$$

$$E = 3,313 \text{ Wh}$$

Pengujian dengan jarak 100 meter

Berdasarkan pengujian, rata rata daya *input* dapat diketahui. Sehingga rata-rata yang dikeluarkan dalam

bentuk daya mekanis dapat dihitung dengan persamaan:

$$P_{Output} = \frac{90\% \times 1300,771}{100\%}$$

$$P_{Output} = 1170,693 \text{ W}$$

Berdasarkan daya output tersebut maka didapatkan konsumsi energi baterai selama proses pengujian dapat dihitung dengan persamaan:

$$E = P \times \frac{t}{3600}$$

$$E = 1170,693 \times \frac{17}{3600}$$

$$E = 5,528 \text{ Wh}$$

Pengujian pada Medan Jalan dengan Elevasi 40°

Pengujian dengan jarak 50 meter

Berdasarkan pengujian, rata rata daya *input* dapat diketahui. Sehingga rata-rata yang dikeluarkan dalam bentuk daya mekanis dapat dihitung dengan persamaan:

$$P_{Output} = \frac{90\% \times 976,109}{100\%}$$

$$P_{Output} = 878,14 \text{ W}$$

Berdasarkan daya output tersebut maka didapatkan konsumsi energi baterai selama proses pengujian dapat dihitung dengan persamaan:

$$E = P \times \frac{t}{3600}$$

$$E = 878,498 \times \frac{11}{3600}$$

$$E = 2,684 \text{ Wh}$$

Pengujian dengan jarak 100 meter

Berdasarkan pengujian, rata rata daya *input* dapat diketahui. Sehingga rata-rata yang dikeluarkan dalam bentuk daya mekanis dapat dihitung dengan persamaan:

$$P_{Output} = \frac{90\% \times 1190,359}{100\%}$$

$$P_{Output} = 1071,323 \text{ W}$$

Berdasarkan daya output tersebut maka didapatkan konsumsi energi baterai selama proses pengujian dapat dihitung dengan persamaan:

$$E = P \times \frac{t}{3600}$$

$$E = 1071,323 \times \frac{17}{3600}$$

$$E = 5,059 \text{ Wh}$$

Pengujian sepeda motor listrik penambahan *internal gear* pada jalan yang memiliki elevasi 40° dengan jarak 50 m dan 100 m

Pengujian dengan jarak 50 meter

Berdasarkan pengujian, rata rata daya *input* dapat diketahui. Sehingga rata-rata yang dikeluarkan dalam bentuk daya mekanis dapat dihitung dengan persamaan:

$$P_{Output} = \frac{90\% \times 1243,391}{100\%}$$

$$P_{Output} = 1119,051 \text{ W}$$

Berdasarkan daya output tersebut maka didapatkan konsumsi energi baterai selama proses pengujian dapat dihitung dengan persamaan:

$$E = P \times \frac{t}{3600}$$

$$E = 1119,051 \times \frac{11}{3600}$$

$$E = 3,419 \text{ Wh}$$

Pengujian dengan jarak 100 meter

Berdasarkan pengujian, rata rata daya *input* dapat diketahui. Sehingga rata-rata yang dikeluarkan dalam bentuk daya mekanis dapat dihitung dengan persamaan:

$$P_{Output} = \frac{90\% \times 1317,476}{100\%}$$

$$P_{Output} = 1185,728 \text{ W}$$

Berdasarkan daya output tersebut maka didapatkan konsumsi energi baterai selama proses pengujian dapat dihitung dengan persamaan:

$$E = P \times \frac{t}{3600}$$

$$E = 1185,728 \times \frac{17}{3600}$$

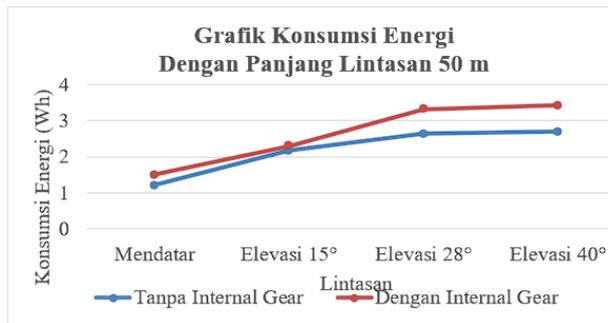
$$E = 5,599 \text{ Wh}$$

Analisis Hasil Pengujian

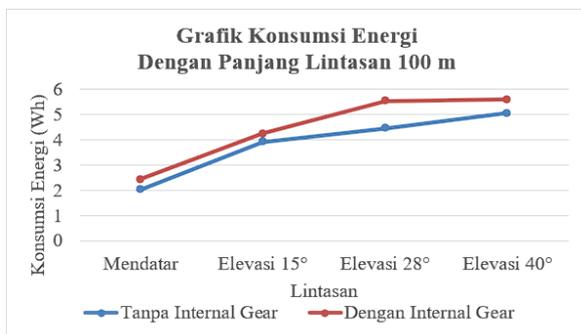
Dari hasil pengujian dan perhitungan yang telah dilakukan maka didapatkan grafik konsumsi energi baterai sepeda motor listrik konversi tipe *mid drive* 2000 W dengan penambahan *internal gear* dan tanpa adanya penambahan *internal gear* didapatkan hasil seperti pada tabel berikut

Lintasan	Tanpa <i>Internal Gear</i>		Dengan <i>Internal Gear</i>	
	50 m	100 m	50 m	100 m
Mendatar	1,205 Wh	2,016 Wh	1,505 Wh	2,421 Wh
Elevasi 15°	2,169 Wh	3,909 Wh	2,304 Wh	4,240 Wh
Elevasi 28°	2,637 Wh	4,449 Wh	3,313 Wh	5,528 Wh
Elevasi 40°	2,684 Wh	5,059 Wh	3,419 Wh	5,599 Wh

Hasil dari perhitungan konsumsi energi baterai pada pengujian dengan jarak 50 meter disajikan dalam bentuk grafik seperti berikut.



Hasil dari perhitungan konsumsi energi baterai pada pengujian dengan jarak 100 meter disajikan dalam bentuk grafik seperti berikut



4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada penelitian telah dilakukan mengenai pengujian konsumsi energi baterai dari sepeda motor listrik konversi tipe *mid drive* dengan penambahan *internal gear* dan menggunakan daya kontinyu 2000 W, dapat ditarik kesimpulan yaitu, semakin tinggi tingkat kemiringan medan lintasan maka akan semakin tinggi pula konsumsi energi, serta penggunaan internal gear yang diharapkan dapat mengurangi konsumsi energi baterai pada sepeda motor listrik konversi saat melewati lintasan yang memiliki kemiringan ternyata menyebabkan semakin besarnya konsumsi energi pada baterai. Hal ini dikarenakan torsi yang dikeluarkan oleh motor BLDC semakin besar, dikarenakan torsi yang semula tanpa menggunakan *internal gear* dapat melintasi tanjakan diubah menjadi rpm, sehingga arus yang dialirkan pada motor BLDC semakin besar.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang terlibat dalam penyusunan jurnal ini, terutama kepada seluruh akademisi Departemen Teknik Mesin SV UGM dan PT Dharma Precision Parts yang telah memberikan

bantuan dan bimbingannya dalam melakukan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Zain, A. T., Suranto, D. D., Irawan, A., & Karimah, C. N. (2023). Pengujian konsumsi daya baterai litium-ion pada sepeda motor listrik dengan variasi kemiringan lintasan. *Dinamika Teknik Mesin*, 13(1), 46-56.
- [2] Utami, I., Yoegiantoro, D., & Sasongko, N. A. (2022). Implementasi kebijakan kendaraan listrik indonesia untuk mendukung ketahanan energi nasional. *Ketahanan Energi*, 8(1).
- [3] Perdana, F. A. (2021). Baterai Lithium. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 9(2), 113. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v9i2.50082>
- [4] Ramadhan, B. I., & Deoband, F. (2023). Motor Listrik Konversi Berbasis Mid Drive. *Universitas Islam Indonesia*, 19524115.
- [5] WASKITHO, R. B., & HASBILLAH, R. (2022). Em-Pus: Elektrik Motor Kampus Sebagai Rancang Bangun Kendaraan Listrik Di Wilayah Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia.
- [6] Susanti, S. D. (2020). Pengembangan Model Estimasi Biaya Parametrik untuk Battery-Pack Sepeda Motor Listrik Konversi dengan Pendekatan Activity Based Costing.
- [7] Kim, S. (2017). Electric Motor Control DC, AC, and BLDC Motors. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-812138-2.00011-8>
- [8] Masudi, N. (2014). *Desain Controller Motor Bldc Untuk Meningkatkan Performa (Daya Output) Sepeda Motor Listrik Design of Bldc Motor Controller for Increasing the Output Performance (Output Power) From Electric Bike*. 1-65.
- [9] Pambudi, T. A., Pramono, G. E., & Yuliaji, D. (2019). Analisa Sistem Roda Gigi Diferensial Penggerak Roda Belakang Kendaraan Listrik (IKASA). *Alimkanika*, 1(1), 27-34.
- [10] Wijaya, J. I. (2015). Perancangan dan Pemilihan Komponen Sistem Penggerak Sepeda Listrik dengan Frame Bahan Komposit. *Universitas Pasundan Bandung*.