

Analisis Performa Baterai Motor Listrik Terhadap Waktu, Jarak Dan Top Speed

M Imam Sawtipan¹⁾, Mochamad Syamsiro^{2,*)} dan Syahril Machmud³⁾

Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Janabadra Yogyakarta, Indonesia

*) Corresponding author: syamsiro@janabadra.ac.id

(Submit pada : 16 Oktober 2024 | Terbit pada : 30 November 2024)

Abstract

The use of non-renewable natural resources, especially fuel oil, has negative impacts on the environment, such as noise and air pollution. Electric-based vehicles (KBL) can be a breakthrough in reducing the use of fossil fuel vehicles. KBL motorbikes have the advantage of reducing global warming because they do not produce exhaust gas. This research uses a 3 Kw BLDC motor and uses two types of batteries, 72V 40Ah and 72V 20Ah. This research uses direct laboratory (dynotest) and field tests. The results obtained from the dynotest laboratory test show that there is no difference between the 72V 40 Ah and 72V 20 Ah batteries in the torque and rotation values (RPM). Field test results showed that there were differences in endurance (time), top speed and distance traveled between 72V 40 Ah and 72V 20 Ah electric vehicles on 3 different road conditions. In the three road conditions, in 5.5 hours you can cover a distance of 155 km with a top speed of 86 km/hour on a flat asphalt road using a 72V 40 Ah electric vehicle, while in the fastest time of 2.5 hours you can cover a distance of 70 km with a maximum speed of 48 km. / hour using a 72V 20 Ah electric vehicle uphill. This shows the influence of road conditions and battery capacity on endurance, top speed and distance traveled.

Abstrak

Penggunaan sumber daya alam tak terbarukan khususnya bahan bakar minyak, memberi dampak yang buruk bagi lingkungan seperti kebisingan dan polusi udara. Kendaraan berbasis listrik (KBL) dapat menjadi terobosan dalam mengurangi pemakaian kendaraan berbahan bakar fosil. Motor KBL memiliki keunggulan dalam mengurangi pemanasan global karena tidak menghasilkan gas buang. Penelitian ini menggunakan jenis Motor BLDC 3 Kw dan menggunakan dua jenis baterai 72V 40Ah serta 72V 20Ah. Penelitian ini menggunakan uji laboratorium (*dynotest*) dan lapangan secara langsung. Hasil yang didapat dari uji laboratorium *dynotest* bahwa tidak adanya perbedaan antara baterai 72V 40 Ah dan 72V 20 Ah terhadap nilai torsi dan Putaran (RPM). Hasil uji lapangan diperoleh adanya perbedaan nilai *endurance* (waktu), *top speed* dan jarak tempuh antara kendaraan listrik 72V 40 Ah dan 72V 20 Ah terhadap kondisi 3 jalan yang berbeda. Pada ketiga kondisi jalan, waktu 5,5 jam dapat menempuh jarak 155 Km dengan top speed 86 Km/jam pada jalan aspal datar menggunakan kendaraan listrik 72V 40 Ah sedangkan waktu paling cepat 2,5 jam dapat menempuh jarak 70 Km dengan kecepatan maksimal 48 Km/jam menggunakan kendaraan listrik 72V 20 Ah jalan menanjak. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh kondisi jalan dan kapasitas baterai terhadap *endurance*, *top speed* dan jarak tempuh.

Keywords : *Endurance, Jarak Tempuh, Kendaraan Listrik, Top Speed*

PENDAHULUAN

Energi memegang peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Energi mendukung kegiatan perekonomian nasional dan digunakan sebagai alat untuk mencapai tujuan ekonomi, sosial dan lingkungan. Selama ini sumber utama kebutuhan energi masih dipenuhi oleh minyak bumi, namun tidak dapat dipungkiri bahwa ketersediaan minyak bumi akan semakin menipis dan harga akan naik. Terhitung sejak tahun 2002 cadangan bahan bakar fosil di seluruh dunia meliputi 40 tahun untuk minyak, 200 tahun untuk batu bara dan 60 tahun untuk gas alam [1]. Sumber daya alam tak terbarukan semakin menipis. Langkah cerdas perlu diambil untuk mengatasi hal ini sebelum semuanya menjadi persoalan yang kompleks.. Penggunaan sumber daya alam tak terbarukan khususnya bahan bakar minyak, ternyata memberi dampak yang buruk bagi lingkungan seperti polusi udara dan kebisingan [2].

Tahun 2019 terdapat 133.617012 unit kendaraan bermotor di Indonesia, terjadi peningkatan sekitar 5% dari tahun sebelumnya. Peningkatan penggunaan kendaraan bermotor menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi bahan bakar fosil secara signifikan. Peningkatan konsumsi bahan bakar fosil ini jika tidak dibarengi dengan percepatan produksi bahan bakar fosil, Indonesia berisiko mengalami kekurangan bahan bakar minyak. Produksi minyak bumi di Indonesia sekitar 686.000 barel per hari pada Januari 2021. Akan tetapi, jumlah penggunaan minyak bumi di Indonesia sekitar 1.392.000 barel per hari. Angka tersebut menjelaskan bahwa terjadi ketidakseimbangan antara produksi dan konsumsi. Salah satu penyebab kerusakan lingkungan adalah penggunaan kendaraan bermotor. Pencemaran dari gas buang adalah salah satu contoh kerusakan lingkungan yang dihasilkan oleh penggunaan kendaraan bermotor. Emisi kendaraan bermotor mempunyai berbagai kandungan senyawa kimia seperti CO, NOx, SOx, HF bersifat mencemari lingkungan sehingga membawa dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan [3]. Sehingga semakin meningkatnya jumlah kendaraan yang menimbulkan gas buang, dapat memberikan dampak yaitu pencemaran lingkungan khususnya pencemaran udara [4].

Peraturan Menteri ESDM Nomor 11 Tahun 2019 tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Menteri ESDM Nomor 25 Tahun 2018 tentang Pengusahaan Pertambangan Mineral dan Batubara yaitu per Januari 2020, kadar biji nikel dibawah 1,7% tidak dapat diekspor mentah-mentah ke luar negeri, ketentuan tersebut dilakukan dengan tujuan menjaga cadangan nikel dengan mempertimbangkan keberlanjutan persediaan bahan baku dari smelter yang sudah ada. Salah satu alasan pemerintah memberlakukan pelarangan ekspor nikel yaitu dikarenakan nikel merupakan bahan baku yang dapat digunakan untuk komponen motor listrik. Percepatan larangan ekspor memiliki tujuan untuk mendukung program pemerintah dalam percepatan program kendaraan listrik [5]. Penggunaan kendaraan berbasis listrik dapat menjadi terobosan dalam mengurangi penggunaan kendaraan berbahan bakar fosil. KBL seperti motor listrik mempunyai kelebihan yaitu tidak menghasilkan gas buang sehingga dapat mengurangi pemanasan global di Indonesia. Melalui Perpres No. 55 Tahun 2019 Pemerintah memberikan dukungan terhadap kendaraan berbasis listrik. Motor listrik telah menjadi salah satu terobosan paling menonjol dalam dunia otomotif dan teknologi, motor listrik adalah sebuah perangkat elektromagnetis yang bekerja dengan cara mengubah energi listrik menjadi energi mekanik [6]. Motor Brushless DC motor (BLDC Motor) memiliki banyak keunggulan seperti *high speed operation*, *resposif* dan tahan lama dalam pemakaian [7].

Motor listrik merupakan produk teknologi yang telah mengubah cara kita memahami dan mengoperasikan kendaraan. Meskipun konsep motor listrik telah ada selama lebih dari satu abad, popularitasnya terus meningkat dalam beberapa dekade terakhir. Meningkatnya kekhawatiran akan perubahan iklim, emisi gas buang dan ketergantungan pada bahan bakar fosil, motor listrik menjadi solusi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Baterai

adalah bagian paling vital dalam kendaraan listrik karena berfungsi sebagai pemasok energi ke seluruh komponen kelistrikan yang ada pada kendaraan listrik. Baterai merupakan sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversible (dapat berkebalikan) dengan efisiensinya yang tinggi yaitu proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik [8]. Inovasi dalam baterai *lithium-ion* telah membantu mengatasi masalah efisiensi, daya tahan dan jarak tempuh menjadikan kendaraan listrik sebagai alternatif yang lebih menarik. Beberapa tahun terakhir produsen kendaraan listrik telah memperkenalkan berbagai model kendaraan listrik, yang semakin banyak digunakan dalam transportasi pribadi, umum dan industri. Melalui teknologi motor listrik, dunia mengarah ke masa depan transportasi yang lebih bersih dan berkelanjutan [9].

Sesuai penjelasan diatas, maka peneliti tertarik melakukan penelitian tentang kelayakan motor listrik untuk masa depan dengan memperhatikan *performance* motor listrik untuk jarak tempuh, *top speed* dan waktu pada saat motor listrik digunakan dikalangan pertahanan yang di produksi oleh PT. Len Industri (Persero).

METODE PENELITIAN

Penelitian dimulai dari indentifikasi masalah yang ada, dilanjutkan dengan melakukan studi literatur, setelah melakukan studi literatur kemudian membuat tujuan penelitian. Metode pengujian yang penulis lakukan berupa dua teknik pengujian yaitu pengujian laboratorium melalui *dynotest* dan pengujian lapangan langsung ke motor listrik yang dilakukan selama 2 bulan di PT. Len Industri (Persero).

1. Pengujian Langsung Lapangan

Pengujian secara langsung menggunakan motor listrik untuk menentukan nilai *endurance*, jarak tempuh dan *top speed* dengan 3 kontur jalan yang berbeda.

2. Pengujian *Dynotest*

Pengujian secara *dynotest* menggunakan alat *dynotest* sentul dengan menentukan seberapa besar nilai torsi dan Rpm pada kendaraan listrik.

Rumus Perhitungan Torsi dan Daya

$$T = (975 \times P) \div N$$

Keterangan :

P = Daya dalam satuan KW (kilowatt)

T = Torsi (Nm)

N = Jumlah putaran per-menit (RPM)

975 adalah nilai konstan untuk daya motor dalam satuan KW

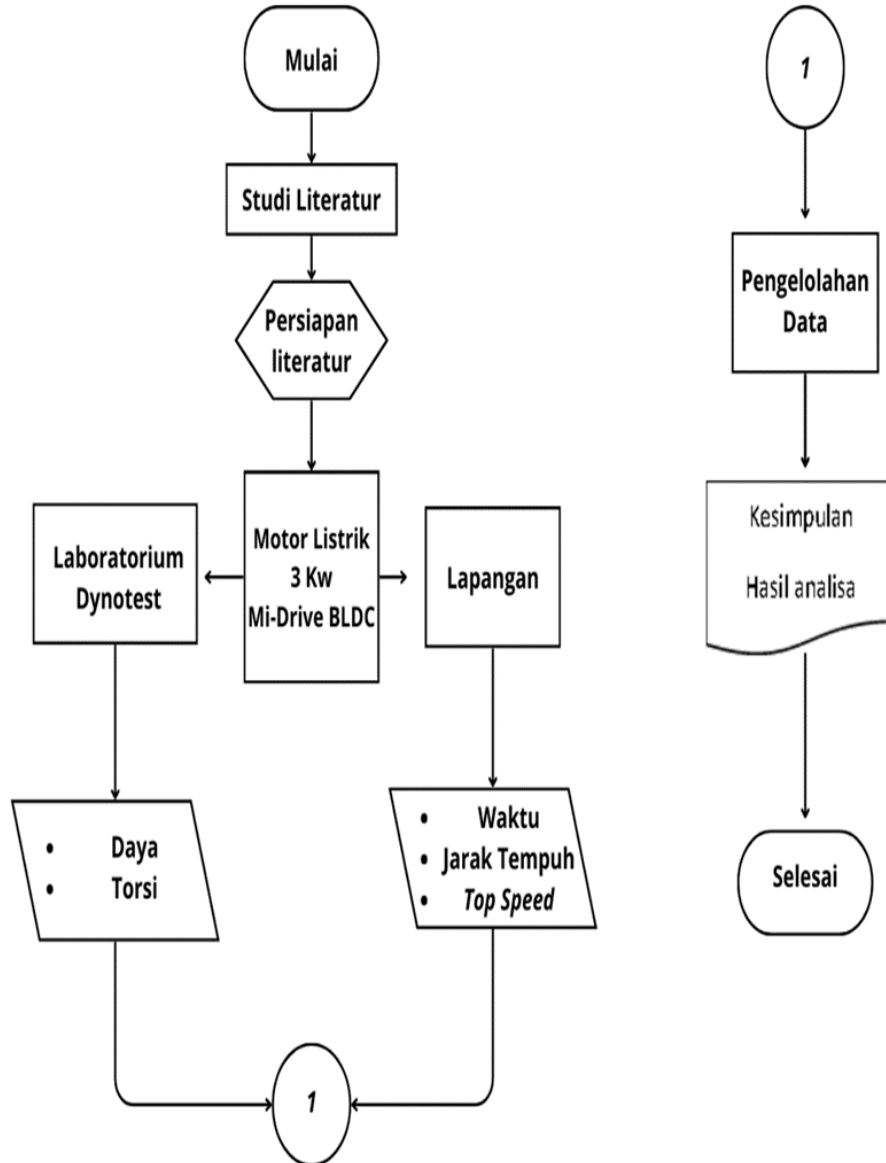
3. Prosedur Pengujian

Adapun prosedur pengambilan data adalah sebagai berikut :

- a. Pastikan baterai pada motor listrik dalam kondisi 100 persen.
- b. Periksa keamanan seperti rem, ban dan rantai pada motor listrik.
- c. Nyalakan motor listrik pastikan indikator pada speedometer hidup dengan baik agar dapat membaca *speed* dan jarak tempuh.
- d. Pastikan *stopwatch* atau jam dengan akurat.
- e. Lakukan pengujian dengan membawa motor mengeliling daerah sekitar PT. Len Industri (Persero) dan *Dynotest* di Sentul, Bogor.
- f. Lakukan menggunakan *speed mode* 3.
- g. Gas motor sampai mendapatkan *top speed* tertinggi.

- h. Dilakukan pencatatan hasil analisis waktu, jarak tempuh dan *top speed* pada motor listrik 72V 40Ah dan 72V 20Ah.
- i. Melakukan *test dynotest* catat hasil pada komputer pada alat.

4. Diagram Alir Penelitian

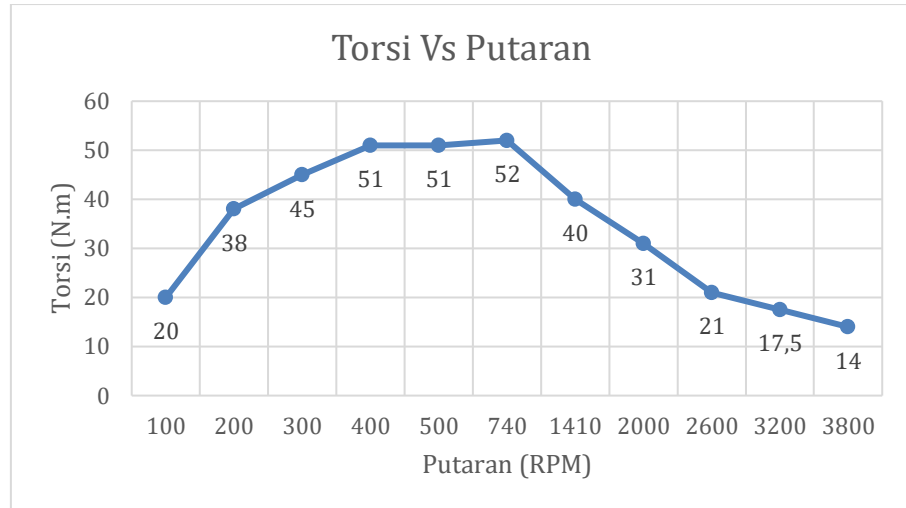


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Laboratorium

Data hasil penelitian yang di peroleh selama melakukan pengujian di bengkel BRT Sentul, Bogor untuk mendapatkan hasil *dynotest* pada kendaraan listrik BLDC 3 KW dengan menggunakan dua jenis baterai yang berbeda 72 V 40Ah dan 72 V 20Ah diperoleh data sebagai berikut :

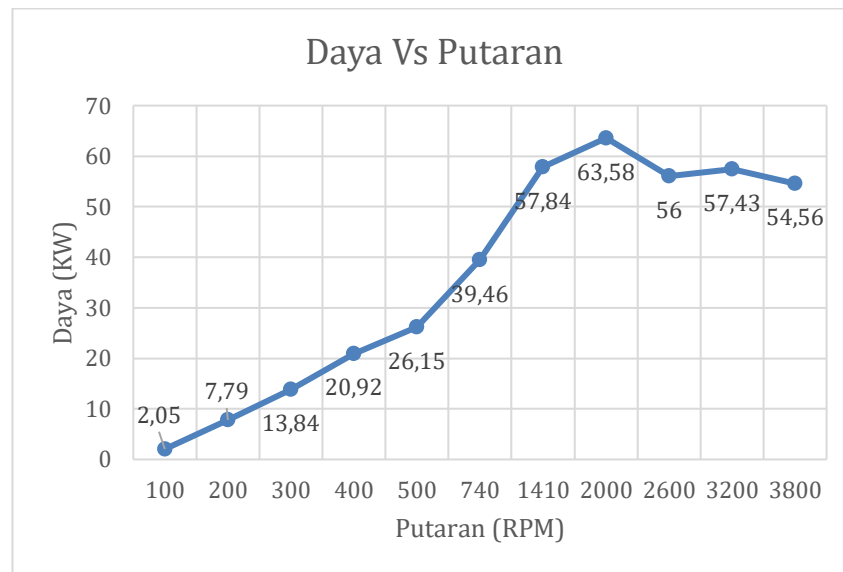


Gambar 2. Torsi Vs Putaran

Berdasarkan grafik diatas hasil uji menggunakan *dynotest*, pada uji ini dilakukan mode speed 3 dengan memperoleh hasil kenaikan nilai torsi tertinggi yaitu pada putaran 740 rpm sebesar 12,34 Nm. Penurunan setelah titik puncak diakibatkan karena torsi dipengaruhi oleh arus listrik yang diberikan ke motor. Ketika gas dilepaskan aliran listrik ke motor atau mengurangi kekuatan yang diberikan ke motor menyebabkan penurunan torsi. Namun, RPM bisa naik karena motor listrik masih memanfaatkan energi yang tersimpan dalam sistem, seperti energi kinetik dari gerakan sebelumnya atau energi yang tersimpan dalam sistem *controller*. *Controller* merupakan suatu alat elektronik yang mempunyai kemampuan untuk mengatur kecepatan motor listrik dan menyalurkan tegangan ke berbagai sumber seperti pengatur kecepatan yang dihubungkan ke thortle gas, indikator baterai dan sensor rem [10].

Tabel 1. Hasil Daya

| No | Torsi (Nm) | Putaran (rpm) | Daya (KW) |
|----|------------|---------------|-----------|
| 1 | 20 | 100 | 2,05 |
| 2 | 38 | 200 | 7,79 |
| 3 | 45 | 300 | 13,84 |
| 4 | 51 | 400 | 20,92 |
| 5 | 51 | 500 | 26,15 |
| 6 | 52 | 740 | 39,46 |
| 7 | 40 | 1410 | 57,84 |
| 8 | 31 | 2000 | 63,58 |
| 9 | 21 | 2600 | 56 |
| 10 | 17,5 | 3200 | 57,43 |
| 11 | 14 | 3800 | 54,56 |



Gambar 3. Daya Vs Putaran

Pada tabel dan grafik diatas terlihat bahwa nilai daya yang dihasilkan dari kendaraan listrik yang berbeda dua jenis baterai memiliki nilai daya yang sama. Daya adalah jumlah yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha dengan satuan Watt, yang merupakan perkalian dari Tegangan (volt) dan arus (ampere) [11]. Nilai daya tertinggi yaitu pada putaran 2 rpm sebesar 0,063 KW. Potensi kenaikan daya dikarenakan menggunakan transmisi tunggal yang artinya arus listrik dikeluarkan hanya sekali secara maksimal terdapat pada putaran 2 rpm.

Dari grafik diatas juga dapat dilihat bahwa semakin tinggi putaran semakin tinggi pula daya yang dihasilkan, namun setelah mencapai puncak maksimum daya yang dihasilkan mengalami penurunan pada 0,056. Namun, terjadi kenaikan daya pada 0,057 dan penurunan kembali pada 0,054 ini disebabkan karena ada faktor-faktor mempengaruhi seperti arus listrik kurang stabil yang terbagi pada sistem listrik *dynotest*.

2. Pengujian Lapangan

Berdasarkan hasil uji secara langsung dapat dilihat, adanya perbedaan nilai *endurance* (waktu), *top speed* dan jarak tempuh antara kendaraan listrik 72V 40 Ah dan 72V 20 Ah terhadap kondisi 3 jalan yang berbeda. *Top speed* merupakan pengujian terhadap kecepatan tinggi dengan kondisi tes beban tetap dan kecepatan bertambah naik [12]. Pada ketiga kondisi jalan, waktu 5,5 jam dapat menempuh jarak 155 Km dengan *top speed* 86 Km/jam dengan kondisi jalan aspal datar menggunakan kendaraan listrik 72V 40 Ah sedangkan waktu paling cepat 2,5 jam dapat menempuh jarak 70 Km dengan kecepatan maksimal 48 Km/jam menggunakan kendaraan listrik 72V 20 Ah dengan kontur jalan menanjak.

Tabel 2. Hasil Uji Lapangan Kendaraan Listrik 72V 40Ah

| No | Mode | Top Speed Km/Jam | Voltase (V) | | Hari/Tanggal | Waktu | | Total (Jam) | Kilometer (Km) | | Total | Keterangan Jalan/Medan |
|----|------|---------------------|-------------|-------|-----------------|-------|-------|----------------|-------------------|-------|-------|---------------------------|
| | | | Awal | Akhir | | Awal | Akhir | | Awal | Akhir | | |
| 1 | 3 | 80 | 77.00 | 62.00 | Selasa/14/11/23 | 16.35 | 20.35 | 4 | 0 | 110 | 110 | Menanjak |
| 2 | 3 | 86 | 76.70 | 62.90 | Kamis/16/11/23 | 08.00 | 13.15 | 5,15 | 0 | 150 | 150 | Tanah |
| 3 | 3 | 86 | 76.40 | 62.80 | Rabu/15/11/23 | 09.00 | 14.30 | 5,30 | 0 | 155 | 155 | Aspal Datar |

Tabel 3. Hasil Uji Lapangan Kendaraan Listrik 72V 20Ah

| No | Mode | Top Speed Km/Jam | Voltase (V) | | Hari/Tanggal | Waktu | | Total (Jam) | Kilometer (Km) | | Total | Keterangan Jalan/Medan |
|----|------|---------------------|-------------|-------|-----------------|-------|-------|----------------|-------------------|-------|-------|---------------------------|
| | | | Awal | Akhir | | Awal | Akhir | | Awal | Akhir | | |
| 1 | 3 | 48 | 46.00 | 37.44 | Selasa/14/11/23 | 07.00 | 09.30 | 2,30 | 0 | 70 | 70 | Menanjak |
| 2 | 3 | 52 | 46.02 | 37.74 | Kamis/16/11/23 | 07.00 | 10.00 | 3 | 0 | 90 | 90 | Tanah |
| 3 | 3 | 52 | 45.84 | 37.68 | Rabu/15/11/23 | 07.00 | 10.15 | 3,15 | 0 | 100 | 100 | Aspal Datar |

KESIMPULAN

Dalam pengujian laboratorium didapatkan hasil uji Laboratorium didapatkan data bahwa tidak adanya perbedaan antara baterai 72V 40 Ah dan 72V 20 Ah terhadap nilai torsi dan Putaran (RPM). Kemudian pada pengujian langsung didapatkan hasil uji lapangan mendapatkan data bahwa adanya perbedaan nilai *endurance* (waktu), *top speed* dan jarak tempuh antara kendaraan listrik 72V 40 Ah dan 72V 20 Ah terhadap kondisi 3 jalan yang berbeda. Pada ketiga kondisi jalan, waktu 5,5 jam dapat menempuh jarak 155 Km dengan *top speed* 86 Km/jam dengan kondisi jalan aspal datar menggunakan kendaraan listrik 72V 40 Ah, sedangkan waktu paling cepat 2,5 jam dapat menempuh jarak 70 Km dengan kecepatan maksimal 48 Km/jam menggunakan kendaraan listrik 72V 20 Ah dengan kontur jalan menanjak. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh kondisi jalan dan kapasitas baterai terhadap *endurance*, *top speed* dan jarak tempuh.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih peneliti sampaikan kepada pembimbing lapangan PT. Len Industri, pembimbing Tugas Akhir dan laboratorium *dynotest* karena telah memberikan fasilitas dan dukungan pada penelitian ini.

DAFTAR NOTASI

| | | |
|---|-----------|-------|
| W | = Daya | (W) |
| A | = Ampere | (Ah) |
| V | = Voltase | (V) |
| N | = Putaran | (RPM) |

T = Torsi (Nm)
P = Daya (HP)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Widayana, "Pemanfaatan Energi Surya," *J. Pendidik. Teknol. dan Kejuru. UNDIKSHA*, vol. 9, no. 1, pp. 37–46, 2012.
- [2] Buntarto, *Sepeda Motor Listrik*. Yogyakarta: Putaka Baru Press, 2016.
- [3] Widodo and M. Syamsiro, "Design of Prototype Electric Car using 4 Motors as Future City Car in Indonesia," *Proc. of the 2nd Int. Conf. Appl. Sci. Eng. Soc. Sci.*, pp. 43–47, 2020.
- [4] H. Iskandar and D. Yulanto, "Studi Analisis Perkembangan Teknologi Kendaraan Listrik Hibrida," *J. Automot. Technol. Vocat. Educ.*, vol. 02, no. 1, pp. 31–44, 2021.
- [5] M. Agung and E. A. W. Adi, "Peningkatan Investasi Dan Hilirisasi Nikel Di Indonesia," *JISIP (Jurnal Ilmu Sos. dan Pendidikan)*, vol. 6, no. 2, pp. 4009–4020, 2022.
- [6] Y. M. Prasetyo, S. Budiarto, M. P. Perdana, and S. Siswadi, "Rancang Bangun Ulang Motor Listrik Berbasis Android Dengan Sistem Motor Brushless Direct Current (BLDC) 3 Phase Kapasitas 1000 Watt," *J. Syst. Eng. Technol. Innov.*, vol. 1, no. 01, pp. 13–18, 2022.
- [7] P. H. Simbolon and A. B. Pulungan, "Implementasi Buck-Boost Converter pada Proses Pengereman Regeneratif Motor BLDC," *J. Teknol. dan Rekayasa Manufaktur*, vol. 2, no. 2, pp. 79–88, 2020.
- [8] M. Thowil Afif and I. Ayu Putri Pratiwi, "Analisis Perbandingan Baterai Lithium-Ion, Lithium-Polymer, Lead Acid dan Nickel-Metal Hydride pada Penggunaan Mobil Listrik - Review," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 95–99, 2015.
- [9] N. S. Kumara, "Tinjauan Perkembangan Kendaraan Listrik Dunia Hingga Sekarang," *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 2, pp. 89–96, 2008.
- [10] N. Huda and F. Khamami, "Modifikasi Sistem Kendali Sepeda Listrik," *J. Cahaya Bagaskara*, vol. 1, no. 1, pp. 30–35, 2017.
- [11] P. Harahap and M. Adam, "Efisiensi Daya Listrik Pada Dispenser Dengan Jenis Merk Yang Berbeda Menggunakan Inverter," *Resist. (Elektronika Kendali Telekomun. Tenaga List. Komputer)*, vol. 4, no. 1, p. 37, 2021.
- [12] Handoyo, "Analisis Performance Ban Dengan Alat Drum Test," *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 1, pp. 17–26, 2014.