

ANALISIS PENGUJIAN STATIS MOTOR *MATIC* 110 CC MENJADI MOTOR LISTRIK 2 KW

Rismen Sinambela ✉

Program Studi Magister Teknik Elektro

Universitas Kristen Indonesia
Jl. Diponegoro no. 84-86,
Jakarta Pusat 10430, INDONESIA
rismen.sinambela@uki.ac.id

Abstract

Electric motorbike conversion is one of the right solutions to reduce carbon emissions, an alternative energy to replace depleting fossil fuels, reduce the impact of congestion, and the expensive price of electric motorbikes. For this reason, information is needed regarding proper planning, design, and calculation of operational activities related to efficiency, cost, safety, energy saving, quality, and maintenance. The planning of an electric motorbike using a 2 kW 72 Volt 20 Ah BLCD motor, a 72 V 500-Watt controller, and a 72 V 20 Ah Gesits li-NCM battery, conducted static testing for one hour against speed variations of 30, 50, and 70 km/hour. This study shows that, the electric motorbike at the highest speed of 70 km /h the battery temperature is stable at 37.9 °C below 45 °C in the package, power 1,472.91 Watt, current 20.58 A, voltage 71.57 Volts, torque 4.5 Nm, battery consumption 39.8%, charging time 1.59 hours and costs incurred of Rp 645.82. Electric motorbikes have better value in terms of features, energy usage, running costs, and battery temperature than combustion motors.

Keywords: *Electric Motor Conversion, Torque, Battery Temperature.*

1. PENDAHULUAN

Kendaraan listrik menjadi bentuk transportasi hijau sangat populer dan mulai diminati oleh masyarakat di Indonesia. Keunggulan yang dimiliki seperti; ramah lingkungan, hemat energi, ekonomis, suara senyap, dan nyaman ^[1]. Konversi sepeda motor listrik merupakan salah satu solusi terbaik untuk mengurangi dampak dari emisi gas rumah kaca (GRK) dari hasil pembakaran bahan bakar fosil dan berfungsi sebagai energi alternatif menggantikan bahan bakar fosil yang semakin menipis akibat tingginya permintaan ^[2-3]. Selain itu, masalah kemacetan yang disebabkan oleh peningkatan jumlah kendaraan setiap tahunnya dapat terpecahkan dan harga sepeda motor listrik cukup mahal ^[4].

Sepeda motor listrik adalah jenis kendaraan yang menggunakan baterai sebagai sumber energi listrik yang disalurkan ke motor *Brushless Direct Current* (BLDC) untuk menggerakkan roda ^[5]. Baterai berbasis lithium ion merupakan baterai asam timbal yang umum digunakan, karena kepadatan daya yang tinggi, efisiensi energi yang tinggi, dan memiliki kapasitas dapat diisi ulang jika energi listrik telah habis ^[6]. Namun, baterai yang digunakan memiliki beberapa kelemahan, termasuk berat, hanya dapat menempuh jarak pendek, dan membutuhkan waktu lama untuk mengisi daya penuh ^[7]. Tantangan teknis dan ketahanan lama pemakaian baterai listrik adalah terkait dengan teknologi dan jenis baterai yang digunakan. Baterai mengalami perubahan kimiawi karena pengisian cepat dan pengisian berlebihan. Akibatnya, baterai lebih cepat terkuras dan suhunya meningkat, yang mengganggu kinerjanya, seperti *overcharge*, *short circuit*, atau bahkan

Corresponding Author:

✉ Rismen Sinambela

Received on: 2024-09-30

Revised on: 2025-04-28

Accepted on: 2025-04-28

ledakan ^[8]. Suhu idial untuk baterai asam timbal adalah antara 25 – 45°C di dalam kemasan ^[7].

Konversi sepeda motor listrik menarik perhatian peneliti untuk memecahkan masalah terkait. Beberapa karya yang ditemukan dalam literatur telah menyajikan studi tentang desain dan konstruksi sepeda motor listrik ^[9-10]. Sebagian besar fokus terhadap kondisi jalan mendatar dan menanjak terhadap kinerja baterai ^[11-12]. Beberapa studi menyajikan desain paket baterai sepeda motor listrik dari sudut pandang kinerja termal ^[13-14]. Studi lain menganalisa secara khusus kinerja motor BLCD terhadap suhu ^[16-15]. Hasil studi menunjukkan bahwa distribusi panas secara signifikan mempengaruhi suhu motor BLCD yang disebabkan meningkatnya nilai *power*, Rpm, dan gaya. Pemeriksaan terhadap faktor pembeban dan kecepatan dapat mempengaruhi daya, suhu dan kapasitas baterai menjadi cepat habis pada motor listrik 1 kW ^[17]. Studi lain terhadap perubahan suhu baterai ketika proses *charging* dan *discharging*, ditemukan bahwa adanya peningkatan suhu baterai yang dipengaruhi oleh kapasitas dan tegangan, sehingga diperlukan sistem pendinginan didalam kemasan ^[1]. Penelitian dengan penggunaan peltier dan kipas dapat berfungsi secara efektif untuk mendinginkan baterai kendaraan listrik ^[18].

Sejauh pengetahuan penulis, hanya ada sedikit informasi yang tersedia tentang perbedaan kinerja kedua jenis kendaraan tersebut, termasuk cara memilih teknologi baterai yang optimal, cara menentukan parameter energi seperti kapasitas yang tersedia, daya puncak atau arus maksimum, cara melakukan uji kinerja baterai yang merupakan elemen kunci dalam desain sepeda motor listrik. Perencanaan, perhitungan dan pemilihan komponen yang tepat merupakan kata kunci keberhasilan untuk mendapatkan kinerja sepeda motor listrik yang lebih baik.

2. METODE DAN BAHAN

Penelitian dan konversi motor listrik dilakukan di PT. Bintang Racing Team (BRT) berlokasi di Jl. Raya Sirkuit Sentul No.84, Sentul Bogor Jawa Barat. Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif melalui metode eksperimen yang dilakukan pada kondisi statis tanpa pengendara selama satu jam terhadap variasi kecepatan, sebelum dan sesudah konversi. Dua variabel digunakan untuk mengetahui kinerja kendaraan yang efektif dan efisien. Variabel bebas menguji variasi kecepatan 30 km/jam, 50 km/jam, dan 70 km/jam, sedangkan variabel terikat menguji daya, torsi, suhu baterai, dan jumlah energi yang digunakan. Penelitian ini menggunakan sepeda motor Honda *Beat matic* 110 CC tahun 2014 memiliki berat 90 kg dengan spesifikasi ditunjukkan pada Tabel 1 ^[19]. Alat uji yang digunakan seperti; gelas ukur, *wattmeter*, termometer inframerah, *tachometer* dan *software* Juken 10 BRT.

Tabel 1. Spesifikasi motor Honda Beat matic 110 CC

Spesifikasi	Keterangan
Mesin	4 langkah
Kelas	110 CC
Diameter X Langkah	50 X 55 mm
Kompresi	9.2 :1
Daya Maksimum	6.27 kW / 8.000 Rpm
Torsi Maksimum	8.68 N.m/6.500 Rpm
Kapasitas pelumas	0.8 lt
Tipe Kopilng	Otomatis, sentrifugal, tip kering
Tipe Transmisi	Otomatis, V-Matic
Tipe Baterai	12 V - 3 Ah
Busi	NGK
Pengapian	Full Transisterized

2.1. Langkah Penelitian

Tahap awal dilakukan analisa perhitungan, perencanaan dan desain sepeda motor listrik sebelum konversi, untuk menentukan komponen utama yang tepat. Analisis perhitungan awal, mendapatkan nilai massa total kendaraan dengan menggunakan Persamaan 1.

$$M_{(Total)} = M_{(Motor)} + M_{(Baterai)} + M_{(BLCD)} + M_{(Pengendara)} \quad (1)$$

Penelitian dilakukan pada kecepatan tertinggi 70 km/jam, sehingga untuk menemukan nilai n (putaran mesin) yang diperlukan sepeda motor listrik dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.

$$v = \pi \cdot d \cdot n \quad (2)$$

Dimana v adalah kecepatan, d merupakan diameter roda belakang, sehingga daya yang dibutuhkan motor listrik dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.

$$P = g \cdot \mu \cdot M_{(Total)} \cdot v \cdot \eta \quad (3)$$

Dimana P adalah daya, g adalah gaya gravitasi bumi, $\mu = 0,06$ (koefisien gesek), v kecepatan motor dan $\eta = 0,85$ (efisiensi). Untuk menghitung arus baterai yang diperlukan dapat dihitung menggunakan Persamaan 4.

$$I = \frac{P}{v} \quad (4)$$

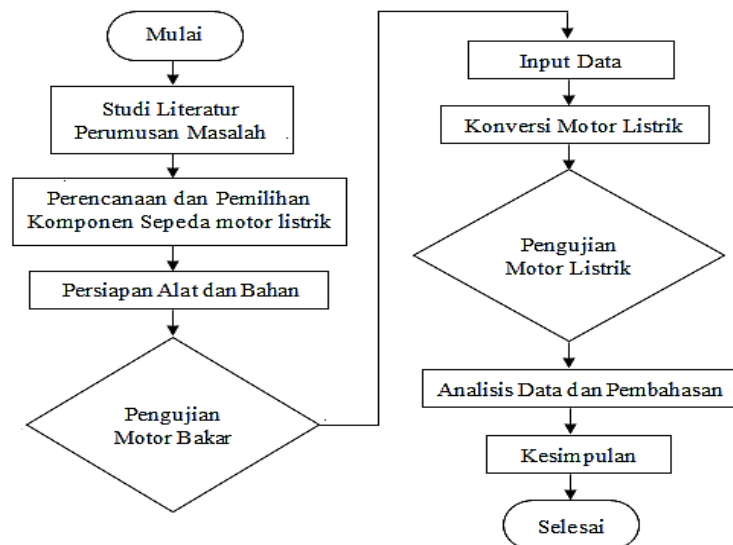
Torsi yang dihasilkan dari motor listrik dapat dihitung menggunakan Persamaan 5.

$$\tau = \frac{(60 \times P)}{(2 \cdot \pi \cdot n)} \quad (5)$$

Pilihan keamanan menggunakan MCB pada arus puncak sebesar 33,3 A, dapat dihitung menggunakan Persamaan 6.

$$IMCB = I_{motor} \times 120\% \quad (6)$$

Setelah mendapatkan data, tahap selanjutnya adalah pengujian motor bakar yang dilanjutkan dengan proses perakitan sepeda motor listrik dan pengujiannya. Untuk memastikan keakuratan hasil, setiap pengujian dilakukan sebanyak tiga kali. Tahapan penelitian ini ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1. Hasil Perencanaan dan Desain Motor Listrik

Perhitungan, perencanaan dan perancangan desain menjadi penting, untuk menentukan komponen utama yang tepat agar tidak terjadi kegagalan. Berdasarkan data, berat motor *Beat* sebesar 90 kg, perencanaan berat baterai 8 kg, berat motor BLCD 2,5 kg dan berat pengendara 60 kg. Persamaan 1 dapat digunakan untuk menghitung nilai massa total kendaraan.

$$\begin{aligned} M_{(Total)} &= M_{(Motor)} + M_{(Baterai)} + M_{(BLCD)} + M_{(Pengendara)} \\ &= 90 \text{ kg} + 8 \text{ kg} + 2,5 \text{ kg} + 60 \text{ kg} \\ &= 160,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena massa total kendaraan dan pengendara sebesar 158 kg, dapat di konversikan menjadi bobot kendaraan.

$$\begin{aligned} w &= m \times g \\ &= 160,5 \times 9,81 \\ &= 1.574,5 \text{ N} \end{aligned}$$

Persamaan 2 dapat digunakan untuk mendapatkan nilai n (putaran mesin) yang diperlukan sepeda motor listrik pada kecepatan 70 km/jam.

Dimana diketahui:

$$v = 70 \text{ km/jam} = 70.000/3.600 \text{ m/s} = 19,44 \text{ m/s} = 1.166,7 \text{ m/menit}$$

$$d = 14 \text{ inchi} = 0,36 \text{ m}$$

Maka

$$\begin{aligned} v &= \pi \cdot d \cdot n \\ n &= \frac{v}{\pi d} \\ &= \frac{1.166,7 \text{ m/menit}}{3.14 \times 0.36 \text{ m}} \\ &= 1.032,11 \text{ Rpm (pembulatan} = 1.000 \text{ Rpm)} \end{aligned}$$

Menghitung daya motor listrik yang diperlukan, yaitu; $\mu = 0,06$ (koefisien gesek) $\eta = 0,85$ (efisiensi); $v = 19,44 \text{ m/s}$; $M_{(Total)} = 160,5 \text{ kg}$. Daya yang dibutuhkan motor listrik dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.

$$\begin{aligned} P &= g \cdot \mu \cdot M_{(Total)} \cdot v \cdot \eta \\ &= 9,8 \times 0,06 \times 160,5 \times 19,44 \times 0,85 \\ &= 1.559,4 \text{ Watt (pembulatan} = 2 \text{ kW)} \end{aligned}$$

Baterai yang digunakan adalah Gesits-Li-NCM dengan berat 8 kg, kapasitas tegangan baterai Gesits Li-NCM 72 Volt ^[20]. Untuk menghitung arus baterai yang harus diperlukan dapat dicari menggunakan Persamaan 4.

$$\begin{aligned} I &= \frac{P}{V} \\ &= \frac{1.559,4 \text{ Watt}}{72} \\ &= 21,7 \text{ A (pembulatan} = 22 \text{ A, digunakan } 20 \text{ A)} \end{aligned}$$

Torsi yang dihasilkan dari motor listrik dapat dihitung menggunakan Persamaan 5.

$$\tau = \frac{(60 \times P)}{(2 \cdot \pi \cdot n)}$$

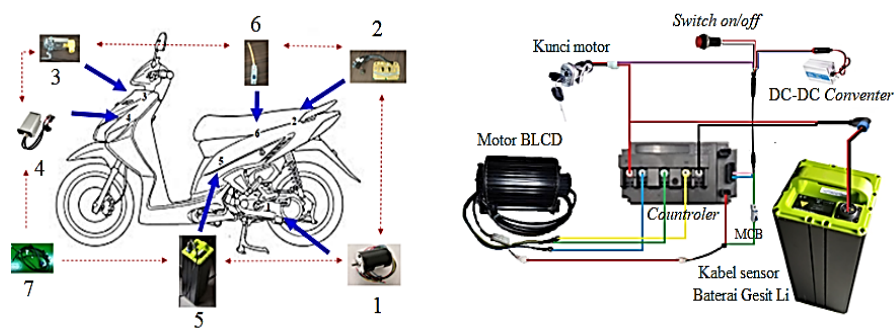
$$= \frac{(60 \times 1.559,4 \text{ Watt})}{(2 \times 3,14 \times 1.032,11 \text{ Rpm})}$$

$$= 14,44 \text{ Nm (pembulatan = 14 Nm)}$$

MCB yang digunakan pada arus puncak 33,3 A sebagai pengaman dapat dihitung menggunakan Persamaan 6.

$$\begin{aligned} \text{IMCB} &= I_{\text{motor}} \times 120\% \\ &= 33,3 \times 120\% \\ &= 39,96 \text{ A (pembulatan = 40 A)} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan menunjukkan spesifikasi yang diperlukan untuk merancang kendaraan sepeda motor listrik, seperti: motor BLDC 2.000Watt (2 kW), *controller* Juken 10 BRT 48-72 V, putaran mesin 1000 Rpm, torsi 14 Nm, DC *converter*, MCB 40 A dan baterai yang digunakan Gesits jenis *Nickel Carbonate Manganese* (Li-NCM) 72 V 20 A. Gambar 2 menunjukkan perancangan desain sepeda motor listrik.



Gambar 2. Rancangan desain, posisi komponen utama (kiri), wiring sepeda motor listrik (kanan)

Keterangan

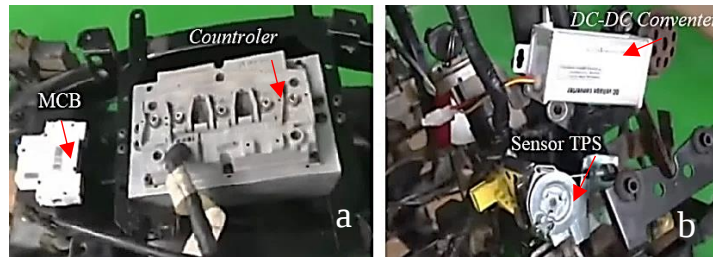
1. Motor Brushless DC 72 Volt 2 kW
2. Countroller Juken 10 BRT 48-72 Volt
3. Sensor TPS tipe BRT-TPS-V150
4. DC-DC Converter 72V/20 A
5. Baterai Li-NCM 72 Volt 20 Ah
6. MCB SHVV XMM 65 Z – 63 220V 40 A
7. Kabel body EV tipe CNN-J10

Komponen konversi dirakit dengan sistem *plug and play*, mengganti bagian seperti tangki bensin, mesin bakar, dan kabel. Motor *mid drive* terhubung ke CVT untuk memudahkan akselerasi. Motor BLDC berdaya 2 kW, tegangan 72 V, arus 35 A, RPM tanpa beban 2900-4500 Rpm, torsi maksimal 187.9 Nm, dan *speed* 70 KPH. Pemasangan braket diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses pemasangan, braket BLCD (kiri), pemasangan braket BLCD (kanan)

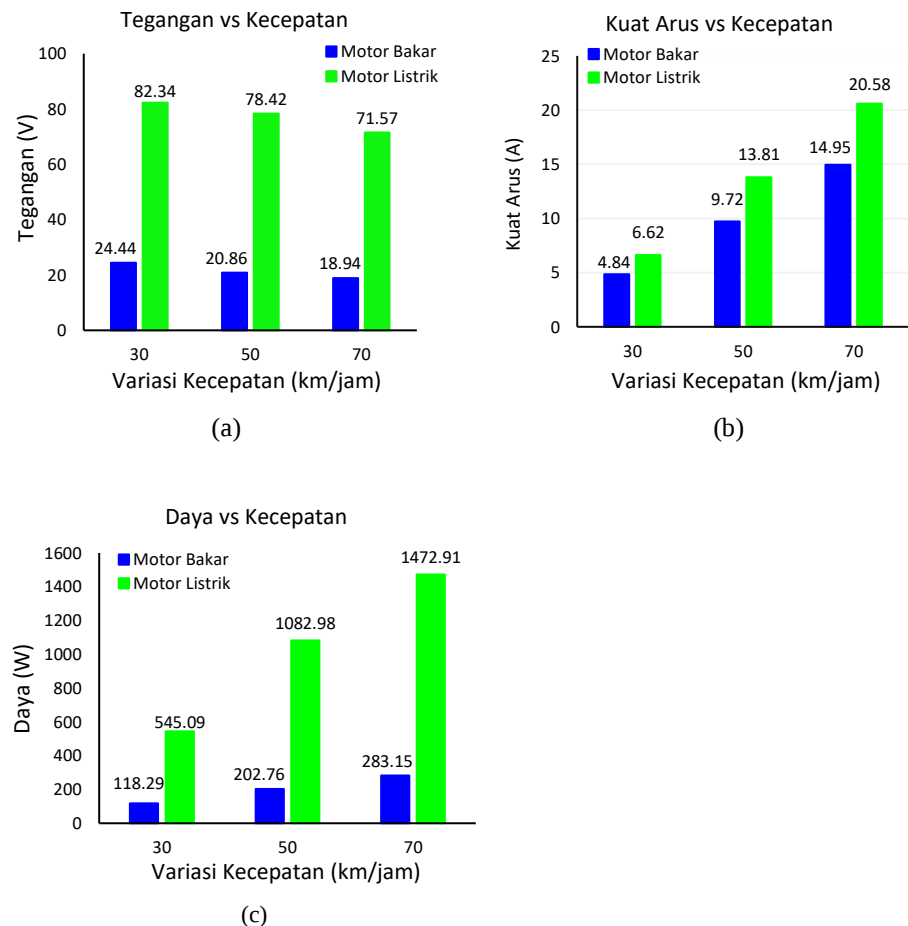
Countroler menggunakan Juken 10 BRT dengan spesifikasi, yaitu: tegangan 48-72 V, arus baterai 100 A, dan daya 500 Watt. Juken 10 adalah *Electric Control Unit* (ECU) yang berfungsi mengatur sistem kelistrikan kendaraan dan sistem pergerakan dinamo *Brush Less Direct Current* (BLDC) yang ditempatkan dibekas tanki mesin, diperlihatkan pada Gambar 4a. Sensor TPS tipe BRT-TPS-V150 berfungsi sebagai kalibrasi yang terhubung ke *countroler* dan lampu, ditempatkan dibagian depan (Gambar 4b). Dikarenakan tidak merubah *handle gas*, DC-DC Converter digunakan yang berfungsi mengubah arus dari 72 V yang berasal dari baterai menjadi 12 V 10 A, ditempatkan dibagian depan (Gambar 4b).



Gambar 4. Proses pemasangan, *Countroler* (a), sensor TPS dan DC-DC Converter (b)

3.2. Hasil Analisis Pengujian Daya

Tujuan pengujian daya adalah mendapatkan nilai perbandingan kinerja motor bakar dan motor listrik hasil konversi dalam waktu tertentu, diperlihatkan pada Gambar 5.

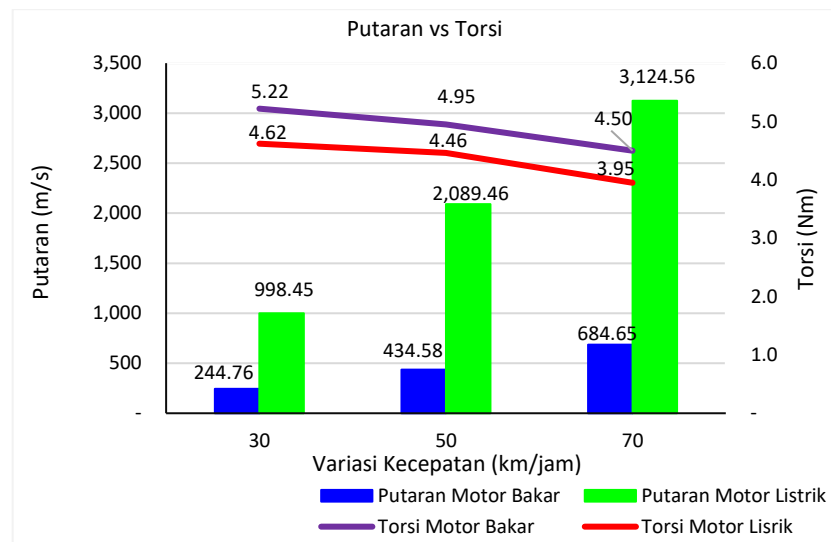


Gambar 5. Hasil pengujian; (a) Tegangan, (b) Kuat arus, dan (c) Daya

Gambar 5c menunjukkan bahwa sepeda motor listrik membutuhkan daya lebih besar pada kecepatan 70 km/jam selama 1 jam sebesar 1.472,91 Watt, dibandingkan dengan sepeda motor bakar sebesar 283,15 Watt. Hasil pengujian pada kecepatan 30 km/jam, sepeda motor bakar membutuhkan daya lebih kecil sebesar 118,29 Watt dibandingkan sepeda motor listrik sebesar 545,09 Watt. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar daya yang dibutuhkan sepeda motor listrik dipengaruhi kecepatan, gaya dan waktu pengoperasian^[3]. Daya yang dibutuhkan terdiri dari beda potensial dan arus yang diatur oleh *controller*. Pemilihan penggunaan *controller* merk Juken 10 BRT sebagai *Electric Control Unit* (ECU) memiliki fungsi untuk mengatur sistem kelistrikan kendaraan agar tetap dalam kondisi stabil serta pengaturan pada sistem pergerakan dinamo *Brush Less Direct Current* (BLDC), sehingga daya berlebih dapat diminimalisir.

3.3. Hasil Analisis Pengujian Torsi

Kinerja motor dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti: daya, kecepatan, putaran roda, beban dan torsi untuk dapat menggerakkan roda pada hasil yang diinginkan. Berikut hasil pengujian torsi diperlihatkan pada Gambar 6.

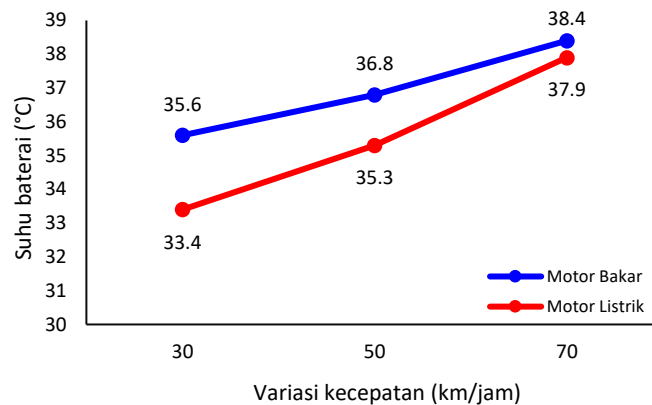


Gambar 6. Hasil pengujian torsi

Gambar 6 menunjukkan bahwa kedua jenis kendaraan memiliki putaran dan torsi yang berbeda. Torsi yang dihasilkan motor listrik pada kecepatan 70 km/jam selama 1 jam sebesar 4,5 Nm dengan kecepatan putaran sebesar 3.124,56 Rpm, sedangkan motor bakar menghasilkan torsi sebesar 3,95 Nm pada kecepatan putaran sebesar 684,65 Rpm. Pada kecepatan 30 km/jam didapatkan untuk nilai torsi motor listrik sebesar 5,22 Nm dengan kecepatan putaran 998,45 Rpm, sedangkan motor bakar didapatkan nilai torsi sebesar 4,62 Nm dengan kecepatan putaran sebesar 244,76 Rpm. Dapat disimpulkan bahwa, semakin besar nilai putaran roda yang dihasilkan akan berdampak semakin kecil nilai torsinya. Namun, pengaruh daya terhadap torsi berbanding lurus. Semakin besar nilai daya yang dihasilkan, maka nilai torsinya akan semakin besar.

3.4. Hasil Analisis Pengujian Suhu Baterai

Faktor relevan yang mempengaruhi kinerja motor listrik adalah kondisi suhu baterai yang akan berdampak secara jelas pada masa pakai baterai, keandalan, kenyamanan berkendara, jangkauan perjalanan dan banyak fitur lainnya^[8]. Hasil pengujian suhu baterai diperlihatkan pada Gambar 7.

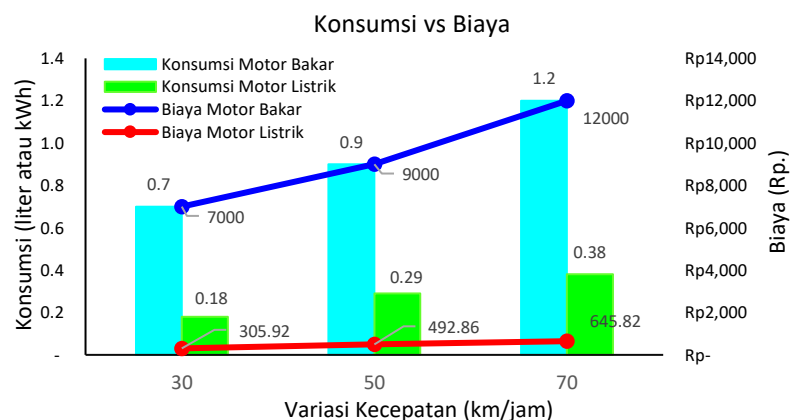


Gambar 7. Hasil pengujian suhu baterai

Gambar 7 menunjukkan bahwa suhu baterai motor listrik memenuhi batas ideal baterai didalam kemasan (45°C), yaitu sebesar $37,9^{\circ}\text{C}$, sedangkan motor bakar lebih tinggi sebesar $38,4^{\circ}\text{C}$. Pemilihan komponen baterai Gesits Li-NCM 72 Volt 20 Ah mampu menjaga suhu baterai didalam kemasan pada pengujian statis dengan kecepatan 70 km/jam selama 1 jam. Baterai Li-NCM memiliki kepadatan energi tinggi, yang memungkinkan penyimpanan energi yang efisien. Diketahui, baterai akan mengalami kerusakan yang lebih cepat dan pelepasan energi berlebih sebagai akibat dari reaksi kimia yang sangat cepat ketika suhu meningkat. Baterai yang terlalu panas dapat mengurangi efisiensi pengisian dan pengosongan. Suhu yang baik pada baterai sangat penting untuk kinerja dan memperpanjang umur pakai.

3.5. Hasil Analisis Pengujian Konsumsi Energi dan Biaya

Tujuan pengujian konsumsi energi adalah untuk mengetahui seberapa efisien kinerja kedua jenis motor tersebut terhadap variasi kecepatan selama 1 jam. Untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan, dikonversi sesuai jenis kendaraan. Harga 1liter BBM jenis *pertalite* sebesar Rp 10.000 dan harga untuk 1 kWh sebesar Rp 1.699,53. Hasil analisis pengujian konsumsi baterai diperlihatkan pada Gambar 8.

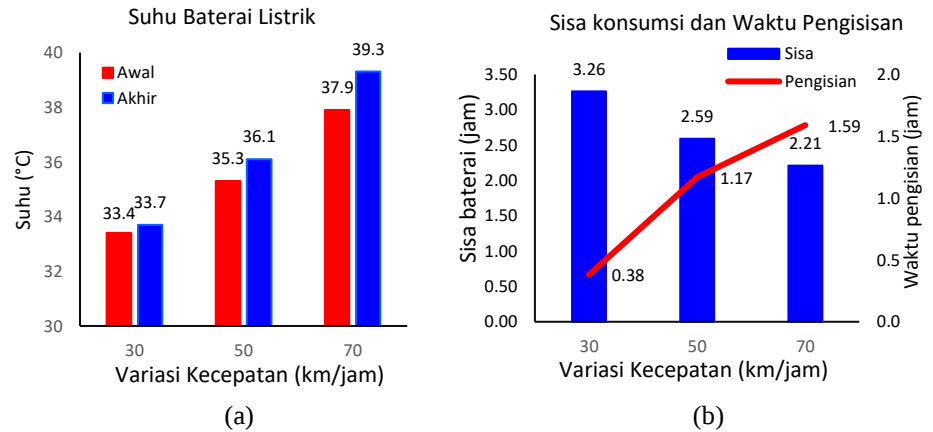


Gambar 8. Hasil analisis perbandingan konsumsi energi dan biaya jenis kendaraan

Gambar 8 menunjukkan bahwa perbedaan konsumsi energi dan biaya terlihat cukup signifikan dari kedua jenis kendaraan tersebut. Konsumsi energi baterai pada kecepatan 70 km/jam selama 1 jam sebesar 0,38 % dengan biaya yang dikeluarkan sebesar Rp 652,62, sedangkan konsumsi motor bakar sebesar 1,2 liter dengan biaya yang dikeluarkan sebesar Rp 12.000. Hal ini dapat disimpulkan bahwa motor listrik lebih irit dibandingkan motor bakar.

3.6. Hasil Analisis Suhu Baterai dan Waktu Pada Proses Pengisian Baterai

Untuk mengetahui kinerja baterai pada saat proses pengisian, pengukuran menggunakan voltmeter tidak dapat menunjukkan status pengisian baterai yang sebenarnya. Hal ini disebabkan tegangan terminal sebagian besar baterai berubah sesuai dengan beban dan suhunya. Berdasarkan data pada Gambar 7 dan Gambar 8, pengukuran dilakukan secara manual dan baterai langsung di *charging*. Hasil pengujian diperlihatkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil analisa: (a) Suhu baterai motor listrik, (b) Sisa konsumsi dan waktu pengisian baterai

Gambar 9b menunjukkan bahwa sisa kapasitas baterai pada uji kecepatan 70 km/jam selama 1 jam sebesar 60,2% (sisa kapasitas baterai 2,21 jam), waktu yang dibutuhkan untuk pengisian kapasitas baterai sebesar 1,59 jam, sedangkan suhu baterai mengalami kenaikan sebesar 1,4 °C dari posisi awal 37,9 °C menjadi 39,3°C (Gambar 9a). *Charger* Gesits memiliki pengontrol secara otomatis menaikkan tegangan untuk memastikan arus terus mengalir dan akan mati apabila baterai telah terisi penuh, sehingga fitur tambahan ini dapat memaksimalkan kinerja baterai. Diketahui, pengisian yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan permanen pada baterai.

4. KESIMPULAN

Perhitungan dan perencanaan komponen utama konversi motor listrik sangat penting untuk mencegah kegagalan. Komponen yang digunakan meliputi motor motor *Brush Less Direct Current* (BLDC) 2 kW, *controller* Juken 10 BRT 48-72 V, DC *converter* 72V/20 A, MCB 40 A, baterai Gesits Li-NCM 72 V 20 A, sensor TPS tipe BRT-TPS-V150 dan kabel *body* EV tipe CNN-J10. Proses perakitan konversi hanya membutuhkan waktu ± 2 jam dengan cara pasang dan pakai (*plug in play*), karena hanya mengubah bagian motor yang tidak digunakan dan mesin tetap berkonsentrasi pada bagian tengah (*mid drive*) yang terhubung dengan transmisi otomatis CVT. Hasil pengujian statis selama 1 jam menunjukkan motor listrik membutuhkan daya 1.472,91 W pada kecepatan 70 km/jam, menghasilkan torsi 4,5 Nm, suhu baterai 37,9 °C, konsumsi baterai 39,8%, dan biaya Rp 652,62. Sebaliknya, motor bakar membutuhkan daya sebesar 283,15 Watt, torsi yang dihasilkan 3,95 Nm, suhu *accu* 38,4 °C, konsumsi bahan bakar sebesar 1,2 liter dengan biaya yang dikeluarkan sebesar Rp 12.000. Hal ini membuktikan bahwa motor listrik lebih unggul dalam efisiensi energi, biaya operasional, dan suhu kerja. Pengisian baterai dengan menggunakan *charger* Gesits mengalami kenaikan suhu sebesar 1,4 °C dan memerlukan 1,59 jam hingga penuh. Keunggulan *charger* dilengkapi pengontrol tambahan tegangan dan arus yang berfungsi menjaga kestabilan parameter listrik selama proses pengisian, sehingga mencegah terjadinya *overcharge* yang dapat menyebabkan degradasi sel baterai, kerusakan permanen, atau potensi ledakan akibat akumulasi energi berlebih.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pimpinan PT. Bintang *Racing Team* dan seluruh staf yang telah memberikan informasi data, waktu dan tempat untuk melakukan penelitian, sehingga dapat berjalan dengan baik dan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. W. Arsri *et al.*, "Analytical study of temperature effect on current and voltage of battery at charging and discharging condition on electric vehicle," *AIP Conf. Proc.*, vol. 2217, no. 4, pp. 1–8, 2020, doi: 10.1063/5.0000779.
- [2] W. Wajilan and S. Suwanto, "Modifikasi Motor Bensin Jenis New Revo Tipe Honda Menjadi Motor Listrik," *J. Sains Terap. Teknol. Inf*, vol. 14, no. 2, pp. 58–67, 2022, <http://e-journal.polnes.ac.id/index.php/justi/article/view/1535>
- [3] I. G. Putra, W. Septiadi, and I. W. Adnyana, "Pengaruh Variasi Kecepatan Sepeda Motor Listrik Terhadap konsumsi Daya Baterai," *J. Des. Mek.*, vol. 12, no. 4, pp. 366–370, 2023, <https://ojs.unud.ac.id/index.php/mekanika/article/view/113390>
- [4] E. Onggaria, F. Marhaendra, I. N. Pratama, O. E. Manurung, A. Nurdini, and R. Nurcahyo, "Comparative Analysis of Combustion and Electric Motorcycle as an Alternative Online-Based Transportation in Indonesia," *IEOM Soc. Int.*, vol. 7, no. 9, pp. 574–580, March. 2023, doi: 10.46254/an13.20230171.
- [5] T. Kristyadi, M. Said, M. Farhan, and D. L. L., "Konversi Sepeda Motor Berbahan Bakar Bensin Menjadi Bertenaga Listrik," *Pros. Disem.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–14, 2021, <http://eprints.itenas.ac.id/id/eprint/2305>.
- [6] P. Esparza, S. Castano-Solis, D. Jiménez-Bermejo, J. F. Ardanuy, and M. Merino, "Experimental determination of the energetic performance of a racing motorcycle battery-pack," *Processes*, vol. 8, no. 11, pp. 1–14, 2020, doi: 10.3390/pr8111391.
- [7] P. Ni and X. Wang, "Temperature field and temperature difference of a battery package for a hybrid car," *J. Pre-proof*, vol. 20, no. 4, pp. 1–18, 2020, doi: 10.1016/j.csite.2020.100646.
- [8] J. T. Santoso, *Sepeda listrik*. Yayaan Proma Agus Teknik, 2022.
- [9] I. W. Jondra and I. N. Sugiarta, "Perencanaan Konversi Sepeda Motor Bakar Menjadi Sepeda Motor Listrik," *Pros. Semin. Nas. Terap. Ris. Inov. ke-VII*, vol. 7, no. 1, pp. 448–456, November. 2021. <https://repository.pnb.ac.id/5998/>.
- [10] I. Hasan, L. Hakim, and Denur, "Desain Pengganti Penggerak Motor Bakar Torak (110 CC) pada Sepeda Motor Otomatic dengan Motor Listrik Type BLCD (Brushless DC)," *J. Surya Tek.*, vol. 9, no. 2, pp. 516–524, 2022, doi: 10.37859/jst.v9i2.4382.
- [11] F. G. Delasta, R. Ismail, and Muchammad, "Pengujian Konversi Sepeda Motor Berbahan Bakar Bensin Dengan Transmisi CVT Menjadi Bertenaga Listrik," *Jurnal Teknik. Mesin*, vol. 11, no. 3, pp. 219–222, Juli. 2023, <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtm/article/view/40591>.
- [12] A. T. Zain, D. D. Suranto, A. Irawan, and C. N. Karimah, "Pengujian konsumsi daya baterai litium-ion pada sepeda motor listrik dengan variasi kemiringan lintasan," *Din. Tek. Mesin*, vol. 13, no. 1, pp. 46–56, 2023, doi: 10.29303/dtm.v13i1.620.
- [13] M. Shahjalal *et al.*, "A Numerical Thermal Analysis of a Battery Pack in an Electric Motorbike Application," *Designs*, vol. 6, no. 4, pp. 1–18, 2022, doi: 10.3390/designs6040060.
- [14] J. B. Jung, M. G. Lim, J. Y. Kim, B. G. Han, B. K. Kim, and D. S. Rho, "Safety Assessment for External Short Circuit of Li-Ion Battery in ESS Application Based on Operation and Environment Factors," *Energies*, vol. 15, no. 14, pp. 1–15, 2022, doi: 10.3390/en15145052.
- [15] S. Durgam *et al.*, "Materials selection for hybrid and electric vehicle battery pack thermal management: A review," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1126, no. 1, pp. 1–13, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1126/1/012072.

- [16] A. Bima, E. Eko Prasetyo, and M. Faiz Alfatih, "Analisis Temperatur BLCD Motor Rotomax 150 cc Dengan Parameter Power, Rpm, Dan Force," *Tek. STTKD J. Tek. Elektron. Engine*, vol. 8, no. 2, pp. 206–223, 2022, doi: 10.56521/teknika.v8i2.629.
- [17] M. Ikhsan, B. Widi, S. Wilyanti, A. Olivia, S. Faizah, and A. Pangestu, "Pengaruh Pembebanan Dan Pengaturan Kecepatan Motor Bldc 1 Kw Pada Sepeda Motor Listrik," *J. Edukasi Elektro*, vol. 6, no. 2, pp. 149–156, 2022, doi: 10.21831/jee.v6i2.53318.
- [18] C. Qalbi, K. Deliasgarin Radyantho, and Y. Nickolas, "Pengaruh Penggunaan Pendingin Baterai Terhadap Temperatur Baterai Sepeda Motor Listrik Viar," *Metrotech (Journal Mech. Electr. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–6, 2023, doi: 10.33379/metrotech.v2i1.2047.
- [19] P. AHM, *Buku Pedoman Beat*. PT Astra Honda Motor, 2019.
- [20] Gesits, *GESITS Bateri*, Wika, 2023.

