



ANALISIS PERFORMA MOTOR LISTRIK BLDC 3000W PADA SEPEDA MOTOR KONVERSI HYBRID PLUG-IN Nurkalim¹, Sriyono², Tatang Permana³

^{1,2,3} Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung

Email Responden: nurkalim009@upi.edu

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara komprehensif performa motor listrik Brushless DC (BLDC) 3000 Watt yang diimplementasikan pada sepeda motor Jupiter MX 135 hasil konversi menjadi Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV). Latar belakang penelitian ini didasari oleh meningkatnya kebutuhan akan solusi transportasi ramah lingkungan serta masih terbatasnya data empiris mengenai kapabilitas performa motor listrik dalam aplikasi konversi. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental kuantitatif, dengan pengujian performa yang dilakukan di laboratorium menggunakan dynamometer BRT 50L. Pengujian difokuskan pada mode penggerak listrik murni (EV Mode) untuk mengukur parameter kunci seperti torsi, daya, dan kecepatan. Hasil dari lima kali pengujian menunjukkan bahwa motor BLDC 3000W mampu menghasilkan daya puncak rata-rata sebesar 6,38 kW (8,56 HP) dan torsi puncak mencapai 48,99 Nm. Kecepatan maksimum yang tercatat adalah 146,68 km/jam, dengan akselerasi tajam pada fase awal yang merupakan karakteristik torsi instan dari motor listrik. Temuan ini menegaskan bahwa motor listrik BLDC 3000W memiliki performa yang sangat memadai dan layak untuk diaplikasikan pada sistem konversi sepeda motor PHEV, menawarkan alternatif kendaraan yang tidak hanya efisien tetapi juga berkinerja tinggi.

Kata kunci: Motor Listrik, PHEV, BLDC 3000W, Dynotest, Sepeda Motor Konversi

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi di bidang transportasi telah membawa dampak signifikan terhadap kehidupan manusia, baik dalam kenyamanan maupun efisiensi mobilitas. Namun, perkembangan ini juga menimbulkan dampak negatif, seperti pencemaran lingkungan akibat penggunaan bahan bakar fosil yang mendominasi sektor kendaraan bermotor. Masalah ini diperparah oleh meningkatnya jumlah sepeda motor berbahan bakar bensin yang beroperasi setiap tahun. (Minh et al., 2021)

Konversi energi dan pengurangan konsumsi merupakan cara yang efektif untuk mencapai pengembangan teknologi otomotif yang rendah karbon. HEV memiliki keunggulan konsumsi bahan bakar dan emisi yang rendah karena adanya kerja sama antara engine, motor listrik dan baterai. (Gong et al., 2024) HEV dapat dibagi menjadi hybrid mikro, hybrid ringan, hybrid sedang dan hybrid lengkap dalam hal tingkat ketergantungan pada listrik, menjadi tipe seri, tipe parallel dan tipe seri parallel. Hybrid berdasarkan strukturnya juga menjadi arsitektur posisi 0 hingga posisi 4. (Yan et al., 2024)

Kendaraan listrik hybrid plug in (PHEV) menggabungkan keunggulan kendaraan listrik dan kendaraan bensin, yang dapat menghemat energi dan mengurangi emisi sekaligus menghindari kekhawatiran jarak tempuh yang terkait dengan kendaraan listrik. Teknologi ini memungkinkan penggunaan sistem penggerak ganda, yaitu motor listrik sebagai penggerak utama dan mesin pembakaran dalam (internal combustion engine/ICE) sebagai penopang daya atau pengisi ulang baterai. Sistem hybrid plug-in dinilai lebih fleksibel karena memungkinkan pengisian baterai melalui sumber eksternal dan tidak sepenuhnya bergantung pada stasiun pengisian daya cepat yang saat ini masih terbatas di Indonesia (Kementerian ESDM, 2023). Konsep ini relevan untuk skema konversi sepeda motor berbahan bakar fosil menjadi sepeda motor hybrid dengan kemampuan dual-charging system.

Dalam konteks teknis, motor listrik tipe Brushless DC (BLDC) dengan daya 3000 watt banyak digunakan dalam skema konversi PHEV karena memiliki keunggulan dalam efisiensi tinggi, torsi instan, keandalan operasional, serta kemudahan integrasi dengan sistem elektronik kendaraan (Ramadhan et al., 2024). Motor ini memiliki bagian rotor

berupa magnet permanen dan bagian stator berupa belitan untuk menghasilkan medan magnet. Pengubahan polaritas motor BLDC dilakukan secara elektronik menggunakan sensor hall-effect dan rotary encoder.(Jatmiko et al., 2018) Namun, data empiris mengenai performa aktual motor listrik 3000 watt dalam kendaraan hasil konversi masih sangat terbatas, khususnya dalam aspek daya output (kW dan HP), torsi (Nm), serta kemampuan akselerasi dalam kondisi berkendara nyata.

Penelitian ini dilakukan untuk menjawab kebutuhan tersebut dengan melakukan analisis menyeluruh terhadap performa motor listrik 3000 watt pada sepeda motor hasil konversi hybrid plug-in. Fokus analisis meliputi pengujian daya, torsi, dan karakteristik akselerasi kendaraan dalam berbagai kondisi pengoperasian. Dengan pendekatan kuantitatif dan berbasis pengujian nyata (real-world testing), hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan sistem konversi sepeda motor hybrid yang efisien, adaptif, dan sesuai dengan kebutuhan transportasi nasional yang berkelanjutan.

II. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental kuantitatif yang dilaksanakan di Laboratorium Otomotif Gedung D, FPTK UPI, Bandung. Fokus penelitian adalah untuk mengukur dan menganalisis performa motor listrik BLDC 3000W yang terpasang pada sepeda motor konversi Jupiter MX 135. Pengujian utama dilakukan menggunakan dynamometer chassis merek BRT 50L untuk mendapatkan data performa yang akurat.

A. Tahapan Review Objek dan Spesifikasi Sistem Uji

Objek yang diuji adalah satu unit sepeda motor Yamaha Jupiter MX 135 yang telah dikonversi menjadi Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV) dengan arsitektur seri. Pengujian difokuskan pada mode penggerak listrik murni (EV Mode). Spesifikasi sistem penggerak listrik yang diuji adalah sebagai berikut:

1. Motor Listrik: Hub BLDC 3000W
2. Baterai: Lithium-ion 72V 15Ah
3. Controller: Votol EM 100

B. Instrumen Penelitian

1. Dynamometer
BRT 50L, digunakan untuk mengukur torsi (Nm), daya (HP), dan kecepatan roda (km/jam).
2. Data Logger
Terintegrasi dengan software dynotest untuk mencatat semua parameter selama pengujian.

C. Prosedur Pengujian

Pengambilan data performa dilakukan melalui prosedur standar sebagai berikut:

1. Persiapan

Sepeda motor diposisikan dan diikat dengan aman di atas drum dynamometer. Kondisi baterai dipastikan berada pada State of Charge (SoC) 100% sebelum pengujian pertama untuk menjamin konsistensi.

2. Kalibrasi

Alat ukur pada dynotest dikalibrasi sesuai prosedur standar untuk memastikan akurasi data.



Gambar 1. Persiapan Pengujian

3. Pelaksanaan Pengujian (Run)

Pengujian dilakukan dengan memutar tuas akselerator secara penuh (full throttle) dari kondisi diam hingga motor mencapai putaran (RPM) maksimum atau kecepatan tidak lagi bertambah. Proses ini direkam oleh software.



Gambar 2. Pelaksanaan Pengujian

4. Pengulangan

Prosedur di atas diulang sebanyak 5 kali (run) untuk mendapatkan validitas dan reliabilitas data. Diberikan jeda waktu 5 menit antar run untuk proses pendinginan komponen motor dan controller.

5. Pengumpulan Data

Data dari kelima run (Torsi, RPM, Kecepatan, Daya) disimpan untuk kemudian diolah dan dianalisis..



Gambar 3. Pengumpulan Data

Pengambilan data performa motor listrik 3000 watt pada sepeda motor konversi hybrid plug in ini dilakukan dengan menggunakan dyno test BRT 50L. Dyno test menyediakan informasi akurat tentang performa mekanis, termasuk tenaga yang dihasilkan, yang selanjutnya dibandingkan dengan data efisiensi listrik untuk analisis menyeluruh. yang berfungsi untuk mengukur data keluaran daya (power output) dari system uji. (Zainuri et al., 2022).

Pengujian performa motor BLDC dengan rotor eksternal secara menyeluruh menggunakan dyno test. Diperoleh karakteristik lengkap daya dan efisiensi pada seluruh rentang kecepatan. (Mahendra et al., 2024). Dalam proses konversi, pengujian performa kendaraan menjadi penting untuk memastikan daya dan efisiensi sistem dapat bersaing dengan kendaraan konvensional. Pengujian dilakukan dengan menggunakan dynamometer untuk mengukur torsi, daya, dan kecepatan motor secara akurat (Nurtriartono et al., 2023) Komponen utama dalam konversi sepeda motor Jupiter mx 135 hybrid plug in diantaranya terdiri dari :

No	Komponen	Spesifikasi
1	Baterai	Litium-ion 72V 15Ah
2	Controller	Votol EM 100
3	Motor Listrik	Hub BLDC 3 KW
4	Inverter DC to DC Step Up 12V ke 72V Inverter DC to DC Step Down 12V Ke 4V Arduino Relay	Modul Hybrid
5	Engine Bensin Jupiter MX 135	Internal Combustion Engine

Tabel 1. Komponen Utama

Motor listrik berfungsi sebagai satu-satunya penggerak roda dalam arsitektur sistem konversi hibrida tipe seri ini, sementara mesin bensin berfungsi sebagai pembangkit daya (pemanjang jangkauan) yang tidak terhubung langsung ke roda (Rahman & Kristiyadi, 2023). Tanpa memerlukan perubahan pada transmisi, sistem ini menggunakan motor hub BLDC berdaya 3000 Watt yang ditempatkan langsung pada roda belakang sepeda motor Yamaha Jupiter MX 135 (Anggadewi & Sutantra, 2021). Kontroler yang umum diaplikasikan pada motor BLDC adalah Votol EM 100, kontroler ini dapat mengendalikan vektor arus untuk menghasilkan respon dinamis dan efisiensi (Dinansyar, 2016). Inverter DC-DC step-up 12V ke 72V digunakan untuk mengisi ulang baterai ketika mesin bensin memutar alternator dan fungsi mekanisnya dinonaktifkan (Sheva Ferdiansyah, A., & Kuntadi, I. (2024). Baterai, konroler, dan inverter diposisikan untuk meminimalkan perubahan konstruksi rangka dan tetap mempertimbangkan distribusi massa kendaraan (Ramadhan et al., 2024).

III. HASIL DAN ANALISA

Pengujian ini mengkaji performa motor listrik BLDC 3000 Watt yang digunakan pada sepeda motor Jupiter mx 135,

hasil konversi Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV) dengan fokus pada pengujian daya, torsi, karakteristik akselerasi. Komponen utama Tabel 1 dengan parameter yang diukur diantaranya pengukuran torsi dan rpm pada Grafik 1, pengukuran performa kecepatan pada Grafik 2 dan pengukuran power pada Grafik 3. Spesifikasi pada motor listrik BLDC 3000 Watt dan tegangan sebesar 72 Volt dengan kecepatan dan torsi masing – masing adalah 1241,4 rpm dan 48,86 N.

1. Pengukuran Torsi dan RPM



Grafik 1. Hasil Pengukuran Torsi dan RPM

Pada grafik 1 Hasil pengujian dari 5 kali percobaan pada dynos test 50LE menunjukkan rata rata torsi maksimum 48.99 Nm dengan puncak torsi terjadi pada 0.55-0.56 detik. RPM maksimum berkisar diantara 5.400-5.700 konsisten pada tiap pengujian. Daya maksimum: 5.49 kW, rata- rata sekitar 5.42 kW. Arus tertinggi dicapai antara 76–78 A, menunjukkan adanya peningkatan energi tinggi pada saat akselerasi dengan tegangan maksimum 81.98 V. Mohan (2011) bahwa torsi motor listrik berbanding lurus terhadap arus input dan tidak memerlukan waktu untuk membangun putaran sebagaimana pada mesin pembakaran dalam.

2. Pengukuran Performa Kecepatan

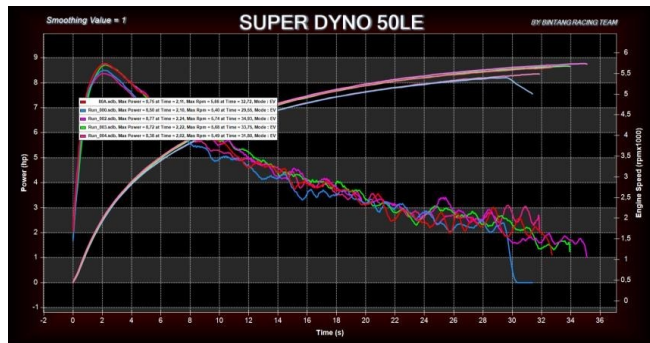


Grafik 2. Hasil Pengukuran Prerforma Kecepatan

Kecepatan maksimum tertinggi dicapai pada Run_002 yaitu sebesar 146,68 km/jam, dan yang terendah pada Run_000 yaitu 137,43 km/jam. Hal ini menunjukkan variasi performa dalam kisaran ±9 km/jam, sehingga dapat dikatakan performa motor listrik relatif stabil. RPM tertinggi tercatat pada Run_000 sebesar 6.400 RPM, dan terendah pada Run_004 sebesar 5.490 RPM. Menariknya, meskipun Run_000 memiliki RPM tertinggi, kecepatan maksimumnya lebih rendah, yang dapat dipengaruhi oleh beban torsi atau rasio transmisi yang

digunakan. Waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk mencapai kecepatan maksimum berada di antara 29 hingga 35 detik. Motor BLDC 3000W terbukti mampu membawa kendaraan hingga kecepatan lebih dari 140 km/jam dalam waktu kurang dari 35 detik. Kurva menunjukkan akselerasi yang tajam pada 0–10 detik pertama, yang merupakan fase di mana motor listrik menghasilkan torsi puncak. Setelah itu, kurva melandai menunjukkan bahwa kendaraan mulai mencapai kecepatan puncaknya dan daya motor terdistribusi untuk mempertahankan kecepatan.

3. Pengukuran Daya



Grafik 3. Hasil Pengukuran Daya

Rumus konversi: 1 HP = 0.746 kW Hasil konversi daya maksimum:

- 80A.sdb: $8.58 \text{ HP} \times 0.746 = 6.40 \text{ kW}$
- Run_000: $8.40 \text{ HP} \times 0.746 = 6.27 \text{ kW}$
- Run_002: $8.67 \text{ HP} \times 0.746 = 6.47 \text{ kW}$
- Run_003: $8.72 \text{ HP} \times 0.746 = 6.51 \text{ kW}$
- Run_004: $8.38 \text{ HP} \times 0.746 = 6.25 \text{ kW}$

Motor listrik BLDC 3000W menghasilkan daya maksimum antara 8,38 HP hingga 8,72 HP, yang setara dengan 6,25 hingga 6,51 kW. Daya puncak tercapai pada awal pengujian (sekitar 2 detik), mencerminkan karakteristik motor listrik yang menghasilkan torsi puncak segera setelah mulai berputar. Seiring waktu, daya menurun seiring peningkatan kecepatan motor. Hal ini umum terjadi pada sistem motor listrik karena distribusi torsi dan efisiensi yang berubah seiring RPM.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa motor BLDC 3000W mampu menghasilkan daya puncak rata-rata 6,38 kW (8,56 HP). Angka ini secara signifikan melebihi daya nominalnya (3 kW). Fenomena ini wajar terjadi pada motor listrik, di mana daya nominal (rated power) adalah daya yang dapat disuplai secara kontinu, sedangkan daya puncak (peak power) dapat jauh lebih tinggi dalam rentang waktu singkat, terutama saat akselerasi. Daya puncak yang mencapai lebih dari dua kali lipat daya nominal ini menjelaskan mengapa akselerasi motor terasa sangat responsif, seperti yang ditunjukkan oleh kurva kecepatan pada Grafik 2 yang menanjak tajam di 10 detik pertama. Torsi puncak yang mencapai ~49 Nm pada putaran sangat rendah (terjadi dalam ± 0.55 detik) adalah karakteristik khas motor BLDC yang menjadi keunggulan utamanya dibandingkan mesin pembakaran dalam. Torsi instan inilah yang memberikan kemampuan akselerasi awal yang superior pada kendaraan listrik. Jika dibandingkan dengan performa

sepeda motor konvensional di kelas 135-150cc yang umumnya memiliki daya di kisaran 9-12 kW, daya kontinu motor listrik ini mungkin lebih rendah. Namun, torsi puncaknya yang instan memberikan pengalaman berkendara yang berbeda dan sangat efektif untuk penggunaan dalam kota yang sering melakukan stop-and-go. Kecepatan maksimum yang mencapai 146,68 km/jam juga membuktikan bahwa sistem konversi ini tidak hanya efisien, tetapi juga memiliki kapabilitas performa kecepatan tinggi yang sangat kompetitif.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa motor listrik BLDC 3000 Watt memiliki performa yang sangat memadai untuk implementasi pada sepeda motor hasil konversi hybrid plug-in. Hasil pengujian menunjukkan bahwa motor ini mampu menghasilkan daya maksimum antara 6,25 hingga 6,51 kW (setara dengan 8,38–8,72 HP) serta torsi puncak mencapai hampir 49 Nm. Kecepatan maksimum kendaraan mencapai lebih dari 146,68 km/jam dengan akselerasi awal yang sangat responsif. Puncak daya dan torsi tercapai dalam waktu ± 2 detik, mencerminkan karakteristik motor listrik yang efisien dalam fase akselerasi. Dengan demikian, sistem konversi PHEV menggunakan motor listrik 3000W layak dikembangkan untuk mendukung transportasi berkelanjutan di Indonesia.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pertama, pengujian performa hanya dilakukan dalam mode listrik murni (EV Mode) dan tidak menganalisis performa saat mesin bensin berfungsi (mode hybrid). Kedua, pengujian dilakukan pada kondisi laboratorium yang terkontrol menggunakan dynamometer, sehingga hasilnya mungkin sedikit berbeda dengan performa di jalan raya yang dipengaruhi oleh faktor hambatan angin, kondisi jalan, dan bobot pengendara. Terakhir, penelitian ini hanya menggunakan satu unit sepeda motor sebagai objek uji, sehingga variasi performa antar unit konversi lain belum dapat diketahui.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anggadewi, L., & Sutantra, I. N. (2021). Perancangan dan Analisis Sistem Power dan Drivetrain pada Sepeda Motor Bertenaga Hybrid dengan Kapasitas 110 cc. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2), 252–258. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i2.57086>
- [2] Dinansyar, F. (2016). Pengaturan Kecepatan Motor Brushless Dc Menggunakan Kontroler Fuzzy Berbasis Linear Quadratic Regulator. In *J. Tek. ITS*.
- [3] Gong, C., Xu, J., & Lin, Y. (2024). Plug-In Hybrid Electric Vehicle Energy Management with Clutch Engagement Control via Continuous-Discrete Reinforcement Learning. *Energy Technology*, 12(6), 1–12. <https://doi.org/10.1002/ente.202301512>
- [4] Jatmiko, J., Basith, A., Ulinuha, A., Muhlasin, M. A., & Khak, I. S. (2018). Analisis Performa dan Konsumsi Daya Motor BLDC 350 W pada Prototipe Mobil Listrik Ababil. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(2), 55–58. <https://doi.org/10.23917/emitor.v18i2.6348>
- [5] Mahendra, S., Fatra, F., & Tamamudin, M. (2024). Jurnal Rekayasa Mesin Analisis Performa pada Sepeda

- Motor Listrik Menggunakan Motor BLDC 500 W Sena Mahendra dkk / Jurnal Rekayasa Mesin. 19(3), 339–352.
- [6] Merriam-Webster. (2024). Horsepower definition. Merriam-Webste
- [7] Mohan, N. (2011). Electric Machines and Drives: A First Course. Wiley.
- [8] Minh, D. B., Quoc, V. D., & Huy, P. N. (2021). Efficiency Improvement of Permanent Magnet BLDC Motors for Electric Vehicles. Engineering, Technology and Applied Science Research, 11(5), 7615–7618. <https://doi.org/10.48084/etasr.4367>
- [9] Nurtriartono, A., Putra, T. S., & Safe'i, M. M. A. (2023). Modification and Performance Test of BLDC Electric Conversion Motorcycle. Jurnal Rekayasa Mesin dan Inovasi Teknologi, 4(2), 280–286.
- [10] Rahman, A., & Kristiyadi, T. (2023). Pembuatan dan Pengujian Konversi Sepeda Motor Berbahan Bakar Bensin Menjadi Bertenaga Listrik Menggunakan Hub Motor Brushless Dc (Bldc). 1–9.
- [11] Ramadhan, M., Putra, D. S., Purwanto, W., & Setiawan, M. Y. (2024). Implementation of Conventional Motorcycle Conversion into Electric Motorcycle Using BLDC Motor and LiFePO₄ Battery Implementasi Konversi Sepeda Motor Konvensional Menjadi Sepeda Motor Listrik dengan Motor BLDC dan Baterai LiFePO₄. 281–292.
- [12] Sheva Ferdiansyah, A., & Kuntadi, I. (2024). PENERAPAN SIMULATOR KENDARAAN LISTRIK HYBRID JENIS SERI Universitas Pendidikan Indonesia. 1(1), 87–97.
- [13] Yan, S., Zhu, F., & Wu, J. (2024). Constrained Optimal Fuel Consumption of HEV: A Constrained Reinforcement Learning Approach. IEEE Transactions on Transportation Electrification, 14(8), 1–10. <https://doi.org/10.1109/TTE.2024.3426468>
- [14] Zainuri, F., Tullah, M. H., Nuriskasari, I., Subarkah, R., Widiyatmoko, W., Prasetya, S., Susanto, I., Belyamin, B., & Abdillah, A. A. (2022). Performa Kendaraan Konversi Listrik melalui Pengujian Dynotest. Jurnal Mekanik Terapan, 3(2), 44–49. <https://doi.org/10.32722/jmt.v3i2.4621>