



Analisis Performa Motor BLDC 4000W pada Sepeda Motor Listrik Konversi Adam Fadillah Candra^{1*}, Sriyono², Ramdhani³

^{1,2,3}Pendidikan Teknik Otomotif, Universitas Pendidikan Indonesia

*Email Responden: adamfadillahcandra11@gmail.com

(Artikel diterima: bulan dan tahun pengumpulan jurnal, direvisi: bulan dan tahun jurnal terbit)

ABSTRAK

Penelitian ini membahas analisis performa motor *Brushless Direct Current* (BLDC) berdaya 4000W yang digunakan pada sepeda motor listrik hasil konversi sebagai alternatif transportasi ramah lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik performa motor BLDC melalui pengujian eksperimental dengan metode *dyno test*. Pengujian dilakukan sebanyak sepuluh kali dengan pengambilan tiga data valid menggunakan alat *Dyno Test BRT 50L*. Parameter yang diukur meliputi torsi (Nm), kecepatan putar (rpm), dan daya keluaran (kW). Hasil penelitian menunjukkan bahwa torsi maksimum yang dihasilkan adalah 21 Nm pada 1936 rpm, daya maksimum mencapai 8,28 kW pada 3921 rpm, dan kecepatan tertinggi sebesar 97,94 km/jam. Hasil ini memperlihatkan bahwa motor BLDC 4000W memiliki kemampuan yang baik dalam menghasilkan gaya dorong pada putaran rendah serta efisiensi daya yang stabil pada rentang kecepatan menengah. Secara keseluruhan, performa yang diperoleh menunjukkan bahwa motor BLDC berdaya 4000W layak digunakan sebagai sistem penggerak utama sepeda motor listrik konversi untuk kebutuhan mobilitas sehari-hari.

Kata kunci: Motor BLDC, Performa, Dyno Test, Konversi Sepeda Motor Listrik

I. PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan dasar manusia, yang terus meningkat sejalan dengan tingkat kebutuhan konsumen. Energi yang paling sering digunakan di seluruh dunia saat ini adalah Bahan Bakar Minyak (BBM). Hal ini menyebabkan ketersediaan energi fosil mulai menipis dan menjadikan masalah terbesar yang sedang dihadapi oleh negara-negara di dunia [1]. Meningkatnya jumlah sepeda motor berbahan bakar bensin semakin memperparah masalah ini. Meskipun motor listrik telah diakui sebagai solusi, di Indonesia adopsi teknologi ini masih terhambat, karena terbatasnya pengetahuan mengenai teknologi kendaraan listrik dan penggunaan bahan bakar fosil yang masih mendominasi [2].

Penggunaan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai adalah salah satu upaya untuk mengurangi penggunaan bahan bakar minyak sebagai bahan bakar alat transportasi. Komponen utama yang digunakan untuk menggerakkan sebuah kendaraan listrik adalah motor listrik. Motor listrik yang digunakan adalah motor arus searah (DC). Hal ini dikarenakan motor dapat dengan mudah dioperasikan antara putaran searah jarum jam dan putaran berlawanan arah jarum jam hanya dengan mengubah polaritasnya [3].

Motor BLDC adalah motor yang sangat tepat digunakan untuk aplikasi kendaraan listrik karena mempunyai keandalan dan efisiensi yang tinggi, kinerja yang bagus dan torsi yang besar [4]. Motor ini memiliki bagian rotor berupa

magnet permanen dan bagian stator berupa belitan untuk menghasilkan medan magnet. Sistem motor DC tanpa sikat mengacu pada konsep rangkaian elektromagnetik sistem penggerak. Sistem tersebut dibangun melalui perpaduan elektromagnetik, rangkaian elektronika, sistem sensor dan rangkaian logika atau algoritma kendali mikro [5].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performa motor listrik yang dirancang menggunakan motor BLDC 4KW. Studi ini diharapkan dapat memberikan wawasan tentang potensi motor listrik sebagai alat transportasi yang efisien sekaligus berkontribusi pada pelestarian lingkungan.

II. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode penelitian laboratorium untuk pengaplikasian teori keilmuan, pengujian teoritis, pembuktian uji coba dengan menggunakan alat bantu yang menjadi kelengkapan fasilitas [6], serta analisis deskriptif sebagai metode analisis data yang digunakan [7]. Penelitian ini berfokus pada pengukuran dan analisis performa motor listrik BLDC 4000W.

Penelitian ini menggunakan alat *Dyno Test BRT 50L* untuk memperoleh data performa melalui pengukuran parameter listrik seperti tegangan, arus, dan daya pada berbagai kondisi pengujian.

A. Spesifikasi Unit dan Alat Pengujian

Unit yang diuji adalah sepeda motor custom dengan rangka yang sudah disesuaikan dengan kebutuhan konsep. Spesifikasi dari sistem penggerak yang dipakai di unit sepeda motor konversi yang akan diuji yaitu:

1. Motor listrik BLDC Mid Drive 4000W, dengan tenaga dari motor BLDC ke roda diteruskan menggunakan V-Belt
2. Baterai Lithium-Ion 72V
3. Controller Votol EM 100

Alat pengujian menggunakan:

1. Dynamometer BRT 50L
2. Laptop yang sudah terpasang Software Super Dyno by Bintang Racing Team



Gambar 1. Pengumpulan data

B. Prosedur Pengujian

1. Persiapan
 Melakukan pengecekan pada unit yang akan diuji seperti mengecek kondisi baterai yang sudah harus terisi penuh dan tidak drop. Unit yang akan diuji dinaikkan ke dynamometer dan menghubungkan laptop dengan USB dynamometer agar data bisa terbaca pada Software.
2. Kalibrasi Alat
 Alat uji dynamometer dikalibrasi agar data yang terbaca akurat.
3. Pengujian Performa
 Alat uji dynamometer yang sudah dikalibrasi bisa langsung digunakan untuk pengujian performa dari unit sepeda motor listrik konversi. Pengujian performa dilakukan berulang untuk mendapatkan validitas dan reliabilitas data.
4. Pengumpulan Data
 Data yang terkumpul kemudian diperiksa terlebih dahulu guna menghindari kesalahan/error.

Tabel 1. Data 1

Time (s)	Torque (Nm)	Engine Speed (rpm)	BLDC Power (kW)
1	6	484	0
2	16	801	0
3	17	1144	0,75
4	14	1524	2,61
5	14	1884	3,13
6	14	2222	3,21
7	14	2562	3,80
8	15	2859	4,18
9	18	3114	4,78
10	19	3407	5,52
11	14	3735	7,24
12	12	4027	7,83
13	11	4246	6,42
14	10	4389	5,88
15	10	4465	5,30
16	9	4510	4,85
17	9	4549	4,77
18	9	4564	4,48

III. HASIL DAN ANALISA

Pengujian dilakukan menggunakan metode uji dyno test sebanyak 10 kali dan diambil 3 data valid dengan bobot penguji 65 kg dalam interval waktu 17-18 detik. Parameter yang dicatat yaitu torsi (Nm), putaran poros (rpm), dan daya motor BLDC (kW). Hasil yang diperoleh yaitu nilai torsi tertinggi yang dihasilkan sebesar 21 Nm. Adapun daya keluaran (BLDC Power) tertinggi yang dihasilkan sebesar 0,73 kW dan kecepatan tertinggi sebesar 97,94 km/h

Tabel 2. Data 2

Time (s)	Torque (Nm)	Engine Speed (rpm)	BLDC Power (kW)
1	2	498	0,15
2	8	900	0,89
3	13	1347	1,94
4	15	1796	2,98
5	16	2117	3,65
6	16	2289	3,80
7	16	2443	4,25
8	18	2652	5,22
9	18	3128	5,89
10	17	3632	6,56
11	20	3921	8,28
12	17	4151	7,61
13	12	4298	5,44
14	11	4387	5,44

15	13	4438	6,12
16	12	4465	5,97
17	11	4487	5,22
18	11	4506	5,22

Tabel 3. Data 3

Time (s)	Torque (Nm)	Engine Speed (rpm)	BLDC Power (kW)
1	2	755	0,30
2	13	1323	2,16
3	21	1936	4,10
4	19	2326	4,62
5	19	2571	5,00
6	17	3012	5,37
7	16	3451	5,89
8	16	3760	6,49
9	16	4026	6,79
10	15	4219	6,64
11	12	4345	5,52
12	11	4414	5,07
13	11	4446	4,85
14	10	4469	4,85
15	12	4479	5,59
16	13	4485	5,97
17	13	4494	6,19

1. Analisis Torsi

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi [8]. torsi dirumuskan sebagai berikut:

$$Tr = F.r$$

Dimana:

T = Torsi benda berputar (Nm)

F = Gaya sentrifugal dari benda yang berputar (N)

r = Jarak benda ke pusat rotasi/jari-jari (m)

Tabel 4. Perbandingan Data Torsi

Data	Torsi Maksimum
1	19 Nm pada 3407 rpm
2	20 Nm pada 3921 rpm
3	21 Nm pada 1936 rpm

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai torsi maksimum sebesar 21 Nm pada 1936 rpm dari tiga data yang didapat. Nilai ini menunjukkan bahwa motor BLDC 4000W mampu memberikan dorongan awal yang cukup kuat pada putaran rendah, yang sesuai dengan karakteristik umum motor BLDC dimana torsi maksimum biasanya muncul pada putaran rendah hingga menengah. Kondisi ini sangat menguntungkan untuk aplikasi sepeda motor listrik, terutama pada saat akselerasi awal dan berkendara di tanjakan.



Gambar 2. Grafik Data Torsi

Perbandingan dari ketiga pengujian memperlihatkan bahwa nilai torsi cenderung stabil dengan selisih kecil antara 19-21 Nm. Kestabilan ini menunjukkan bahwa motor bekerja secara konsisten dalam menghasilkan gaya putar. Torsi motor akan menurun sebesar 4-8% ketika temperatur motor meningkat hingga kondisi *steady state*, karena kenaikan resistansi gulungan dan melemahnya karakteristik magnet permanen [9].

Hasil yang didapat yaitu motor BLDC Mid Drive 4000W pada sepeda motor listrik konversi memiliki performa torsi yang baik, dengan karakteristik sesuai kebutuhan kendaraan listrik roda dua, yaitu menghasilkan gaya dorong besar pada putaran rendah dan tetap stabil pada rentang putaran menengah. Hal ini menunjukkan bahwa sistem transmisi dan kontrol yang digunakan telah bekerja dengan optimal dalam menjaga kestabilan torsi.

2. Analisis Daya

Daya merupakan besarnya energi mekanik yang mendorong kendaraan, dimana besarnya daya sangat bergantung pada kondisi nyata seperti kecepatan, massa pengendara, dan pola berkendara yang memengaruhi konsumsi energi [10]. Secara teknis daya dihitung dari hasil kali antara torsi dan kecepatan sudut poros, yang menunjukkan kemampuan motor dalam mengubah energi listrik dari baterai menjadi tenaga mekanik untuk menggerakkan sepeda motor [11].

Tabel 5. Perbandingan Data Daya

Data	Daya Maksimum
1	7,83 kW pada 4027 rpm
2	8,28 kW pada 3921 rpm
3	6,79 kW pada 4026 rpm

Hasil pengujian menunjukkan daya maksimum yang dicapai adalah sebesar 8,28 kW pada 3921 rpm, sedangkan daya terendah berada pada 6,79 kW pada 4026 rpm. Hal ini menunjukkan bahwa motor BLDC 4000W mampu menghasilkan daya puncak melebihi nilai nominalnya, menandakan efisiensi konversi energi yang tinggi pada titik tertentu. Kenaikan daya yang signifikan pada rentang kecepatan menengah (3000-4000 rpm) mengindikasikan adanya

hubungan linier antara peningkatan kecepatan dan output daya hingga titik optimum.



Gambar 3. Grafik Data Daya

Perbedaan daya antar data berkisar 0,5-1,5 kW, menunjukkan kestabilan performa sistem penggerak motor. Stabilitas ini dipengaruhi oleh sistem kontrol yang menjaga keseimbangan antara arus input serta kecepatan rotor. Sistem control yang baik mampu menjaga kestabilan daya keluaran dengan menyesuaikan arus dan tegangan pada setiap perubahan beban, sehingga menekan fluktuasi daya yang dapat mempengaruhi efisiensi motor.

3. Analisis Kecepatan

Kecepatan motor BLDC ditentukan oleh tegangan suplai, jumlah kutub magnet, serta efisiensi sitem kontrol yang digunakan. Semakin stabil sistem pengendalian arus dan tegangan, maka semakin halus dan konsisten kenaikan kecepatan motor.

Tabel 6. Perbandingan Data Kecepatan

Data	Kecepatan Tertinggi
1	97,94 Km/h
2	96,97 km/h
3	96,59 km/h

Dari hasil pengujian, diperoleh kecepatan tertinggi sebesar 97,94 km/h pada data pertama. Nilai ini menunjukkan kemampuan motor BLDC 4000W untuk mencapai kecepatan yang cukup tinggi pada sistem penggerak berbasis mid-drive dengan tenaga yang dikeluarkan dari motor BLDC diteruskan ke roda menggunakan V-belt.



Gambar 4. Grafik Data Kecepatan

Pola kenaikan kecepatan pada seluruh pengujian juga memperlihatkan kestabilan, dimana selisih antara data tertinggi dan terendah tidak lebih dari 1,5%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik tanpa adanya slip signifikan pada sabuk penggerak. Kestabilan kecepatan motor BLDC merupakan indikator keseimbangan antara kontrol arus, efisiensi inverter, dan sistem sensor posisi rotor.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, motor BLDC berdaya 4000W pada sepeda motor listrik konversi menunjukkan performa yang baik dan stabil. Nilai torsi maksimum sebesar 21 Nm pada 1936 rpm membuktikan kemampuan motor dalam menghasilkan gaya putar besar pada putaran rendah yang penting untuk akselerasi awal. Daya maksimum yang diperoleh sebesar 8,28 kW pada 3921 rpm menunjukkan efisiensi konversi energi listrik ke energi mekanik yang optimal, sedangkan kecepatan tertinggi mencapai 97,94 km/jam menandakan kemampuan sistem penggerak dalam mempertahankan stabilitas kecepatan.

Hasil ini menunjukkan bahwa sistem transmisi dan kontrol motor bekerja secara efektif dalam menjaga kestabilan performa motor BLDC. Secara umum, motor BLDC 4000W layak diaplikasikan pada sepeda motor listrik konversi dengan performa yang mampu memenuhi kebutuhan mobilitas sehari-hari. Meskipun demikian, efisiensi sistem masih dapat ditingkatkan melalui pengembangan desain sistem pendingin dan optimalisasi controller agar mampu mempertahankan performa motor dalam durasi kerja yang lebih panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Jannus, B. Nainggolan, and P. Marton, "Analisis Motor BLDC pada Sepeda Listrik," *Prosiding Semin. Nas. Tek. Mesin*, pp. 342–351, 2021, [Online]. Available: <http://prosiding.pnj.ac.id>
- [2] S. Mahendra, F. Fatra, and M. Tamamudin, "Jurnal Rekayasa Mesin Analisis Performa pada Sepeda Motor Listrik Menggunakan Motor BLDC 500 W Sena Mahendra dkk / Jurnal Rekayasa Mesin," vol. 19, no. 3, pp. 339–352, 2024.
- [3] D. Harjono and W. Widodo, "Analisis Sistem Penggerak Motor BLDC Pada Mobil Listrik Poncar," *J. Elit*, vol. 2, no. 1, pp. 11–22, 2021, doi: 10.31573/elit.v2i1.212.
- [4] S. Rozzy, B. Irawan, and K. Malang, "J-MEEG," vol. 3, no. 2, pp. 329–336, 2024.
- [5] J. Jatmiko, A. Basith, A. Ulinuha, M. A. Muhlasin, and I. S. Khak, "Analisis Peroforma dan Konsumsi Daya Motor BLDC 350 W pada Prototipe Mobil Listrik Ababil," *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 2, pp. 55–58, 2018, doi: 10.23917/emitor.v18i2.6348.
- [6] A. Emda, "Laboratorium Sebagai Sarana Pembelajaran Kimia Dalam Meningkatkan Pengetahuan Dan Keterampilan Kerja Ilmiah," *Lantanida J.*, vol. 5, no. 1, p. 83, 2017, doi: 10.22373/lj.v5i1.2061.
- [7] N. I. Suendri, S. Hani, and S. Priyambodo, "Analisis

- Performa Brushless Motor Dc Pada Mobil Listrik Molista,” *J. Elektr.*, vol. 5, no. 1, pp. 18–25, 2018.
- [8] I. K. S. Arimbawa, I. N. Pasek Nugraha, and K. Rihendra Dantes, “Dan Daya Pada Sepeda Motor 4 Langkah,” *Jjtm*, vol. 7, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [9] M. Yang, Y. Bao, H. Huang, Y. Liu, H. Zhu, and W. Ding, “Research on Torque Characteristics of Vehicle Motor under Multisource Excitation,” *Electron.*, vol. 13, no. 11, 2024, doi: 10.3390/electronics13112019.
- [10] T. Kusalaphirom, T. Satiennam, and W. Satiennam, “Factors Influencing the Real-World Electricity Consumption of Electric Motorcycles,” *Energies*, vol. 16, no. 17, 2023, doi: 10.3390/en16176369.
- [11] A. Ulinuha and A. C. Ramadhany, “The Comparison of Electric Motor Performance in Powering Electric Motorcycle,” *E3S Web Conf.*, vol. 500, 2024, doi: 10.1051/e3sconf/202450003011.