JURNAL TEKNIK OTOMOTIF Kajian Keilmuan dan Pengajaran E-ISSN: 2613-9316
Vol. 10, No. 1, April (2026) hal. 15-22 P-ISSN: 2613-9324
Terbit online pada laman web jurnal: http://journal2.um.ac.id/index.php/jto

DESAIN PRODUK INDUSTRI: DINAMO BLDC SEBAGAI KOMPONEN ALTERNATIF UNTUK KONVERSI KE MOTOR LISTRIK

Fajar Maulana[1], Pinto Anugrah[2], Ramanda Rizky[3*]
[1]Pendidikan Vokasional Teknologi Otomotif, Fakultas Pendidikan dan Vokasi, Universitas Lancang Kuning
[2]Sastra Indonesia, Fakultas Ilmu Budaya, Universitas Lancang Kuning
[3]Sastra Inggris, Fakultas Ilmu Budaya, Universitas Lancang Kuning
[1]fajarm13@unilak.ac.id, [2]pinto@unilak.ac.id, [3]ramanda@unilak.ac.id*

Abstrak
Peningkatan perhatian global terhadap isu lingkungan dan kebutuhan mendesak untuk mengurangi emisi gas rumah kaca telah menyoroti pentingnya mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, terutama dalam sektor transportasi. Adapun, penelitian ini menyoroti potensi konversi kendaraan berbahan bakar minyak ke motor listrik, dengan fokus pada dinamo *Brushless Direct Current* (BLDC) sebagai solusi yang ramah lingkungan dan efisien. Motor listrik, terutama yang menggunakan dinamo *Brushless Direct Current* (BLDC), menawarkan keuntungan dalam hal efisiensi energi dan pengurangan emisi. Dinamo BLDC, yang mengubah energi listrik dari baterai menjadi gerakan mekanis tanpa memerlukan sikat karbon, menunjukkan efisiensi tinggi dan daya tahan yang baik. Namun, tantangan dalam perancangan dinamo BLDC meliputi pemilihan material yang tepat, integrasi dengan sistem konversi, serta aspek keamanan, pemeliharaan, dan biaya produksi. Penelitian ini mengidentifikasi dan mengatasi tantangan tersebut melalui desain yang komprehensif, melibatkan pemilihan material, perancangan komponen seperti stator dan rotor, serta integrasi sistem wiring. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain dinamo BLDC yang baik dapat meningkatkan efisiensi dan keandalan motor listrik, mendukung transisi menuju teknologi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam sektor transportasi.

Kata kunci: *Brushless Direct Current* (BLDC), Motor Listrik, Kendaraan Ramah Lingkungan, Isu Lingkungan, Gas Rumah Kaca

Abstract
The ever growing global attention to environmental issues and the urgent need to reduce greenhouse gas emissions has highlighted the importance of reducing dependence on fossil fuels, especially in the transportation sector. Meanwhile, this research highlights the potential of converting oil-fueled vehicles to electric motors, with a focus on Brushless Direct Current (BLDC) dynamos as an environmentally friendly and efficient solution. Electric motors, especially those using Brushless Direct Current (BLDC) dynamos, offer advantages in terms of energy efficiency and reduced emissions. BLDC dynamos, which convert electrical energy from batteries into mechanical motion without the need for carbon brushes, exhibit high efficiency and good durability. However, challenges in designing BLDC dynamos include proper material selection, integration with conversion systems, as well as safety, maintenance, and manufacturing cost aspects. This research identifies and addresses these challenges through a comprehensive design, involving material selection, design of components such as the stator and rotor, and integration of the wiring system. The results show that a good BLDC dynamo design can improve the efficiency and reliability of electric motors, supporting the transition towards more environmentally friendly and sustainable technologies in the transportation sector.

Keywords: Brushless Direct Current (BLDC), Electric Motor, Eco-friendly Vehicle, Environmental Issues, Greenhouse Gas

Dalam beberapa tahun terakhir, perhatian terhadap isu lingkungan semakin meningkat seiring dengan kebutuhan mendesak untuk mengurangi emisi gas rumah kaca. Isu lingkungan ini bukan lagi hanya menjadi perhatian kelompok tertentu, melainkan sudah menjadi tanggung jawab global yang melibatkan berbagai sektor. Merujuk rilis yang dikeluarkan Perserikatan Bangsa-Bangsa (2022) salah satu sumber utama emisi gas rumah kaca adalah

penggunaan bahan bakar fosil dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam sektor transportasi. Kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar minyak (BBM) merupakan kontributor besar emisi ini, sehingga menemukan solusi untuk mengurangi ketergantungan pada BBM menjadi prioritas dalam upaya melindungi lingkungan.

Sebagian besar emisi yang dihasilkan dari sektor transportasi berasal dari pembakaran BBM (Setiawan & Ghofur, 2021). Pembakaran ini tidak hanya menghasilkan gas rumah kaca seperti karbon dioksida (CO2), tetapi juga polutan lainnya yang berdampak negatif pada kualitas udara dan kesehatan manusia. Selain itu, ketergantungan yang terus-menerus pada sumber energi berbasis fosil memperburuk masalah keberlanjutan karena cadangan minyak bumi semakin menipis. Oleh karena itu, Meilinda et al., (2024) menekankan adanya kebutuhan mendesak untuk mencari alternatif yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam sektor transportasi.

Di sisi lain, Sayoko et al., (2010) dan Wahyu (2014) mengonfirmasi bahwa motor listrik telah muncul sebagai solusi yang menjanjikan untuk mengatasi masalah ini. Motor listrik, yang menggunakan energi listrik sebagai sumber tenaga, tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca saat digunakan, sehingga lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan kendaraan berbahan bakar minyak. Selain itu, motor listrik juga lebih efisien dalam penggunaan energi, karena energi yang dikonversi menjadi gerakan mekanis lebih besar dibandingkan dengan mesin pembakaran internal. Dengan demikian, motor listrik tidak hanya mengurangi emisi, tetapi juga menawarkan efisiensi energi yang lebih tinggi (Ferlia et al., 2023; Zola et al., 2024).

Salah satu langkah konkret untuk mengurangi dampak lingkungan dari sektor transportasi adalah dengan melakukan konversi dari kendaraan bermotor berbahan bakar minyak ke kendaraan listrik. Menurut (Aprianto & Adhitya (2022) dan Kristyadi et al., (2021) proses konversi ini melibatkan penggantian mesin pembakaran internal dengan motor listrik, yang merupakan komponen utama dalam sistem penggerak kendaraan listrik. Konversi ini tidak hanya dapat diterapkan pada mobil, tetapi juga pada sepeda motor, yang merupakan salah satu moda transportasi yang paling banyak digunakan di negara-negara berkembang.

Dalam konteks ini, Habibie et al., (2022); Hasan et al., (2023); Nurdamayanti et al., (2022) & Pramono et al., (2016) menggarisbawahi bahwa dinamo *Brushless Direct Current* (BLDC) menjadi komponen kunci dalam proses konversi kendaraan ke motor listrik. Dinamo BLDC bertanggung jawab untuk mengubah energi listrik yang disimpan dalam baterai menjadi gerakan mekanis yang menggerakkan kendaraan. Dinamo ini memiliki keunggulan dibandingkan dengan dinamo tradisional, karena lebih efisien, lebih tahan lama, dan tidak memerlukan perawatan rutin seperti penggantian sikat karbon. Dengan menggunakan dinamo BLDC, kendaraan listrik dapat beroperasi dengan lebih efisien dan andal, sehingga menjadi solusi yang berkelanjutan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan ketergantungan pada BBM (Sudjoko, 2021; Zola et al., 2024).

Dalam pengembangan produk industri yang memanfaatkan dinamo BLDC sebagai komponen alternatif, terdapat sejumlah tantangan dan hambatan yang harus diatasi untuk mencapai hasil yang optimal. Salah satu tantangan utama adalah memastikan efisiensi energi dan daya tahan dari dinamo BLDC. Meskipun dinamo BLDC dikenal memiliki efisiensi yang tinggi dalam konversi energi listrik menjadi mekanis, tantangan yang dihadapi dalam praktik adalah bagaimana menjaga performa efisiensi ini dalam berbagai kondisi penggunaan sehari-hari (Adi, 2022; Anshory et al., 2022). Kondisi seperti variasi suhu, kelembapan, dan beban kerja yang fluktuatif bisa mempengaruhi kinerja dinamo, sehingga perlu adanya desain produk yang tidak hanya efisien tetapi juga tahan lama dan mampu beroperasi dengan stabil dalam berbagai situasi.

Selanjutnya, tantangan lainnya adalah integrasi dinamo BLDC dengan sistem konversi lainnya, seperti baterai dan kontroler. Sistem konversi yang terdiri dari berbagai komponen harus bekerja secara sinergis untuk mencapai efisiensi energi yang maksimal. Integrasi yang tidak tepat dapat mengakibatkan penurunan kinerja atau bahkan kerusakan pada

salah satu komponen. Oleh karena itu, perancangan dinamo BLDC harus memperhitungkan bagaimana komponen ini dapat bekerja secara harmonis dengan elemen-elemen lain dalam sistem konversi, memastikan aliran energi yang optimal dan meminimalkan kerugian energi (Pramono et al., 2016; Wahyubramanto et al., 2021).

Faktor keamanan dan pemeliharaan juga menjadi perhatian penting dalam perancangan produk berbasis dinamo BLDC. Aspek ini tidak boleh diabaikan karena berkaitan langsung dengan keberlanjutan dan keandalan sistem konversi dalam jangka panjang. Keamanan operasional dinamo BLDC meliputi proteksi terhadap lonjakan arus, overheating, dan gangguan mekanis lainnya yang dapat mempengaruhi kinerja dan keselamatan pengguna. Selain itu, Nasution et al., (2021) menekankan bahwa pemeliharaan yang mudah dan efisien menjadi kunci untuk memastikan bahwa dinamo dapat bertahan lama dan tetap berfungsi dengan baik, mengurangi biaya dan waktu perawatan yang dibutuhkan.

Aspek biaya produksi dan ketersediaan di pasar juga tidak kalah penting dalam proses desain produk ini. Dinamo BLDC yang dirancang dengan baik harus memiliki biaya produksi yang kompetitif untuk memastikan bahwa produk tersebut dapat diterima di pasar secara luas. Ketersediaan bahan baku, proses manufaktur yang efisien, serta harga yang terjangkau menjadi faktor-faktor krusial yang menentukan keberhasilan adopsi teknologi ini (Ghozali et al., 2024). Jika biaya produksi terlalu tinggi atau komponen sulit didapat, maka produk ini akan sulit bersaing di pasar, menghambat adopsi massal teknologi konversi kendaraan menjadi motor listrik.

Akhirnya, keberhasilan adopsi dinamo BLDC dalam skala luas juga bergantung pada dukungan infrastruktur dan regulasi yang memadai (Nurdamayanti et al., 2022). Tanpa adanya infrastruktur yang mendukung, seperti stasiun pengisian daya dan jaringan distribusi listrik yang memadai, serta regulasi yang mengatur standar keselamatan dan efisiensi, proses transisi menuju penggunaan teknologi ini akan terhambat. Kerangka regulasi yang mendukung juga diperlukan untuk memberikan kejelasan dan kepastian bagi produsen dan konsumen, sehingga meningkatkan kepercayaan dan penerimaan masyarakat terhadap teknologi baru ini.

Dalam upaya memahami dan mengatasi tantangan-tantangan yang muncul dalam perancangan desain produk industri untuk dinamo BLDC, diperlukan pendekatan yang komprehensif dan inovatif. Desain yang dihasilkan harus mampu memberikan solusi yang tidak hanya handal tetapi juga efisien, dengan mempertimbangkan seluruh aspek teknis dan operasional. Dalam konteks konversi motor berbahan bakar minyak ke motor listrik, dinamo BLDC harus mampu mengatasi berbagai kendala seperti efisiensi energi, daya tahan, dan kompatibilitas dengan sistem yang ada. Sehingga, Habibie et al., (2022); Herlambang & Sariman (2022); Pramono et al., (2016) dan Wahyudi & Arifin (2023) menyatakan bahwa desain yang baik akan mampu mengintegrasikan teknologi terkini, meminimalkan kehilangan energi, dan meningkatkan performa keseluruhan motor listrik.

Langkah-langkah ini tidak hanya penting untuk mencapai tujuan jangka pendek dalam efisiensi energi, tetapi juga untuk mendorong adopsi yang lebih luas dari teknologi motor listrik dalam masyarakat. Dengan mengatasi hambatan yang ada, dinamo BLDC yang dirancang dengan baik dapat menjadi komponen kunci dalam upaya global untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan meningkatkan keberlanjutan lingkungan. Oleh karena itu, inovasi dalam desain produk ini memiliki potensi untuk memberikan dampak yang signifikan terhadap pengurangan emisi karbon dan peningkatan kualitas hidup manusia secara keseluruhan.

Rumusan permasalahan penelitian ini berkisar pada bagaimana merancang dinamo BLDC agar mencapai efisiensi energi yang tinggi dan daya tahan yang memadai dalam proses konversi motor bahan bakar minyak ke motor listrik. Pertanyaan ini membawa fokus pada pentingnya penelitian dan pengembangan dalam bidang teknik elektro dan manufaktur, untuk menciptakan produk yang tidak hanya memenuhi kebutuhan pasar saat ini tetapi juga berkontribusi pada masa depan yang lebih hijau

dan berkelanjutan. Tantangan ini mencakup berbagai aspek mulai dari material yang digunakan, desain mekanik, hingga pengoptimalan sistem kontrol, yang semuanya harus diintegrasikan untuk menghasilkan solusi yang optimal.

METODE PENELITIAN

1. Alur Penelitian

Melalui serangkaian teknik pengumpulan data yang cermat, penelitian ini mengarahkan proses pembuatan desain produk industri dinamo BLDC (*Brushless Direct Current*) dengan lebih sistematis dan mendalam. Teknik pengumpulan data yang digunakan memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi kebutuhan dan tantangan yang dihadapi dalam pengembangan dinamo BLDC, dan juga memberikan wawasan tentang bagaimana teknologi ini dapat dioptimalkan untuk aplikasi industri yang lebih luas.

2. Alat yang dipakai

Untuk melakukan suatu perancangan pada motor listrik BLDC (Brushless Direct Current), diperlukan persiapan yang matang baik dari segi piranti keras (*hardware*) maupun piranti lunak (*software*) dalam perancangan motor listrik BLDC. Salah satu aplikasi yang digunakan adalah SolidWorks, sebuah software CAD (*Computer-Aided Design*) yang memungkinkan desainer untuk membuat model 3D dari komponen motor listrik. Pada akhirnya, integrasi antara perangkat keras dan lunak ini tidak hanya mempermudah proses desain, tetapi juga memungkinkan peningkatan kualitas produk akhir. Dalam konteks industri, penggunaan teknologi yang tepat dalam perancangan motor listrik BLDC dapat memberikan keunggulan kompetitif, baik dalam hal efisiensi energi maupun ketahanan produk.

3. Perancangan Dinamo BLDC

Perancangan Dinamo *Brushless Direct Current* (BLDC) memerlukan pendekatan yang komprehensif, melibatkan berbagai aspek teknis dan praktis. Dimulai dari pemilihan material yang tepat untuk rotor dan stator, hingga perhitungan yang cermat terhadap dimensi dan bobot komponen agar dapat mencapai efisiensi energi yang optimal. Material yang digunakan harus memiliki karakteristik seperti kekuatan tinggi, tahan panas, dan konduktivitas listrik yang baik untuk memastikan kinerja yang andal dan tahan lama.

4. Perancangan Stator BLDC

Dalam perancangan stator BLDC (*Brushless Direct Current*), penting untuk mempertimbangkan dimensi komponen yang secara langsung mempengaruhi performa motor, seperti tinggi batang alur, lebar batang slot, dan lebar payung. Dalam hal ini, ukuran tinggi batang alur sebesar 40 mm, lebar batang slot 15 mm, dan lebar payung 37 mm dipilih untuk memastikan keseimbangan yang optimal antara kekuatan dan efisiensi motor.

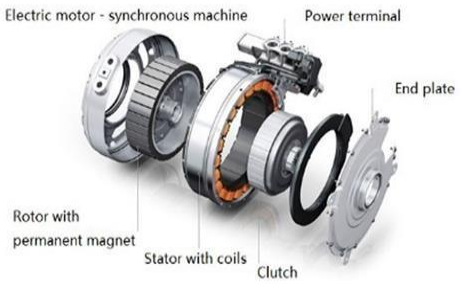
5. Perancangan Rotor BLDC

Dalam perancangan rotor untuk motor *Brushless Direct Current* (BLDC), diameter luar rotor direncanakan sebesar 195,80 mm, sementara dimensi dalamnya adalah 179,80 mm. Pengaturan ini dirancang untuk memastikan keseimbangan antara performa dan efisiensi energi. Rotor ini akan dilengkapi dengan empat pole magnet permanen yang ditempatkan pada rangka rotor. Pemilihan jumlah pole sebanyak empat ini bertujuan untuk mengoptimalkan distribusi medan magnet dan meningkatkan torsi yang dihasilkan oleh motor. Dengan empat pole, motor BLDC dapat mencapai kinerja yang stabil dan efisien, serta mengurangi vibrasi dan kebisingan yang sering terjadi pada motor dengan konfigurasi magnet yang kurang optimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan Dinamo BLDC

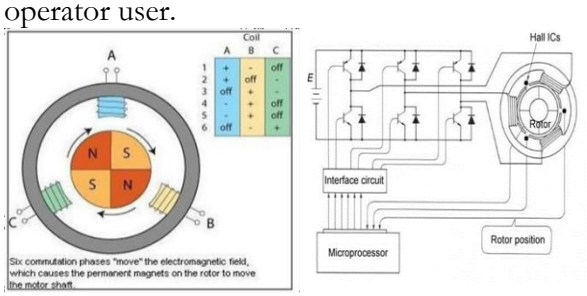
1. Dinamo BLDC



Gambar 1. Dinamo Brushless DC

Motor BLDC merupakan motor yang mulai digunakan kendaraan listrik kelas kecepatan rendah dan menegah. Motor ini tidak lagi memakai brush, motor BLDC magnet permanen yang beperan sebagai rotor. Sebagai pemindah pada phase motor BLDC

memerlukan sinyal hall sensor untuk mengenali letak posisi magnet. Motor BLDC harus memakai kontroler buat bisa berfungsi secara normal, dikarenakan memerlukan pengolah informasi yang diberikan oleh hall sensor atau operator user.



Gambar 2. Skema Dinamo BLDC

2. Stator

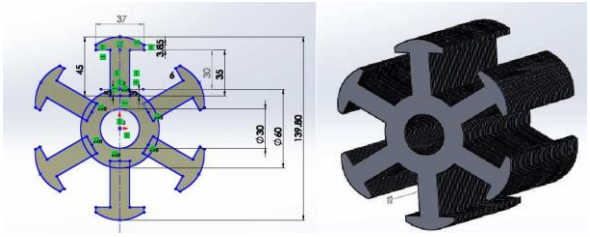
Konsep dari dinamo Brushless DC atau dinamo BLDC terdiri dari kumparan sebagai stator dan medan magnet sebagai rotor. Spesifikasi yang telah di tentukan sebagai dasar untuk melakukan perancangan desain tiga dimensi dinamo Brushless DC. Dimensi stator dirancang dengan menyesuaikan bentuk hub atau poros pada sepeda motor. Perancangan stator sendiri terdiri dari plat stator dan alur (slot) sebagai berikut:

a. Plat stator

Plat stator pada umumnya berbentuk silindris dengan alur-alur sebagai tempat kumparan lilitan kawat. Untuk membentuk dan membagi medan magnetik sesuai kebutuhan dari masing- masing rancangan motor listrik BLDC. Karena besi armature dipengaruhi oleh fluks magnetik maka besi tersebut terinduksi arus listrik. Gambar 3 (a) adalah rancangan gambar besi armature yang dibuat dari lapisan-lapisan yang tipis untuk memperkecil terbuangnya arus listrik ini.

b. Alur (slot)

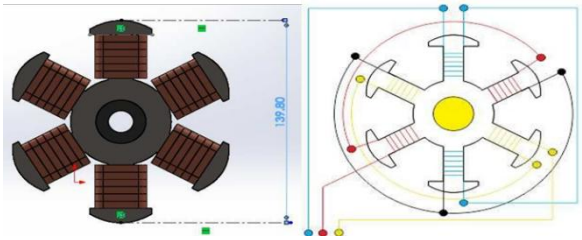
Alur (slot) merupakan tempat lilitan kawat pada kumparan stator. Pada perancangan ini hasil dari perancangan dengan jumlah kumparan sebanyak 6. Untuk perancangan selanjutnya dengan membuat sketsa awal dengan ukuran tinggi batang alur 40 mm, lebar batang slot 15 mm dan lebar payung 37 mm.



(a) (b)

Gambar 3. (a) bagian kumparan stator, (b) Plat stator yang berlapis

Stator dibuat dari bahan yang berlapis-lapis dan tipis, pada perancangan stator motor dengan tebal plat stator 2 mm, selanjutnya plat-plat stator disusun dengan tebal stator 84 mm seperti yang di tunjukkan pada gambar 3 (b). gambar rancangan stator dan konfigurasi lilitannya dapat dilihat pada gambar 4 (a) dan (b),



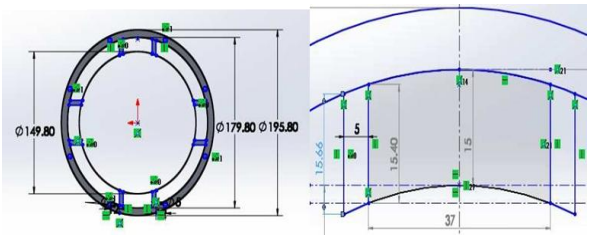
(a) (b)

Gambar 4. (a) Stator yang telah diberi kumparan, (b) Konfigurasi lilitan bintang Motor BLDC 6 kumparan

3. Rotor

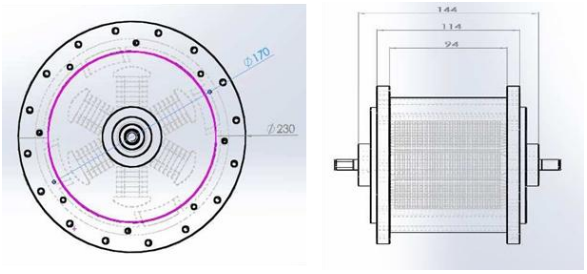
Rangka rotor merupakan rumah atau (kerangka) tempat magnet permanen akan diletakkan serta di pasangkan. Perancangan kerangka rotor dengan mengikuti bentuk tromol motor sebagai acuan untuk dimensi dan bentuk dari motor listrik BLDC. Gambar 5 (a) merupakan diameter luar dan diameter dalam rotor dengan ukuran yang telah disesuaikan dari bentuk stator. Diameter luar 195,80 mm dan dimensi dalam 179,80 mm. Jumlah pole atau jumlah magnet permanen yang akan ditempatkan di rangka rotor sebanyak 4 pole. Gambar 5 (b) dapat dilihat dimensi tempat magnet permanen, dengan panjang 84 mm, lebar 37 mm dan tebal 15 mm

.



(a) (b)

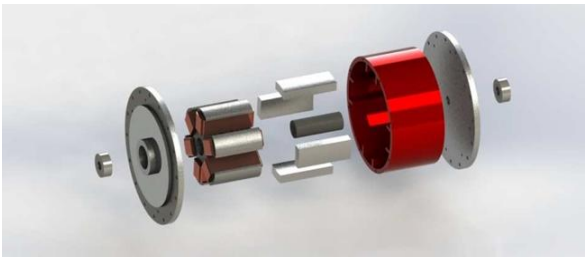
Gambar 5. (a) Gambar 3D rangka rotor, (b) Dimensi rangka untuk magnet permanen



(a) (b)

Gambar 6. (a) Dimensi tutup rotor, (b) Dimensi motor listrik BLDC

Dimensi tutup rotor pada motor listrik BLDC yakni, diameter luar 230 mm dan diameter dalam 170 mm, untuk diameter luar merupakan besar dimensi keseluruhan motor listrik BLDC.



Gambar 7. Dinamo BLDC Hub tampak keseluruhan

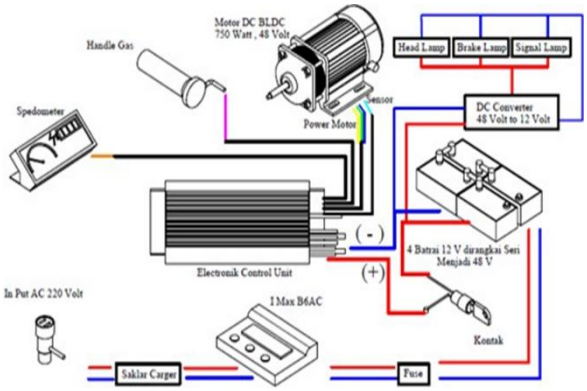


(a) (b)

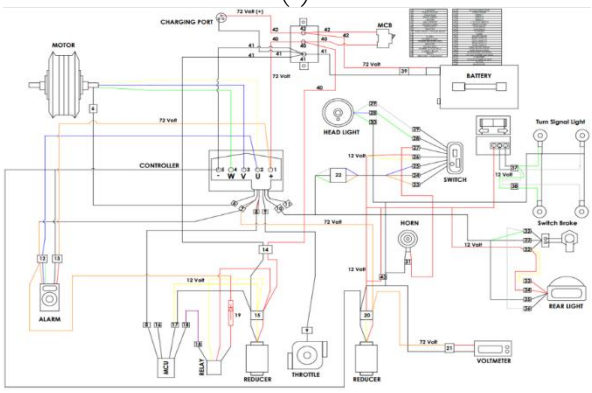
Gambar 8. Pengaplikasian Dinamo BLDC pengganti mesin pada motor

B. Desain Wiring Sistem Dinamo BLDC

Setelah desain perancangan selesai, peneliti membuat desain wiring untuk sistem pengaplikasian dynamo BLDC pada sepeda motor.



(a)



(b)

Gambar 9. Desain wiring sistem dinamo BLDC

PENUTUP

Kesimpulan

Penggunaan motor listrik, terutama dinamo *Brushless Direct Current* (BLDC), merupakan pendekatan yang efektif untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan ketergantungan pada bahan bakar fosil di sektor transportasi. Dinamo BLDC menawarkan keuntungan dalam hal efisiensi energi, daya tahan, dan kebutuhan perawatan yang minimal, menjadikannya alternatif yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan mesin pembakaran internal. Spesifikasi yang dirancang yaitu (1) Stator yang memiliki batang alur dengan tinggi 40 mm, lebar batang slot 15 mm, dan lebar payung 37 mm. Plat stator dilapisi dengan ketebalan 2 mm, sehingga ketebalan keseluruhan stator mencapai 84 mm. kemudian (2) Rotor yang memiliki diameter luar sebesar 195,80 mm dan diameter dalam 179,80 mm, serta dilengkapi dengan empat pole magnet

permanen untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi.Dimensi Tutup Rotor: Diameter luar 230 mm dan diameter dalam 170 mm, menunjukkan ukuran keseluruhan motor listrik BLDC.

Perancangan ini juga memperhitungkan tantangan terkait efisiensi energi, daya tahan, dan integrasi sistem konversi dengan baterai dan kontroler. Aspek keamanan, pemeliharaan, biaya produksi, serta dukungan infrastruktur dan regulasi juga diperhatikan untuk memastikan keberhasilan adopsi teknologi motor listrik secara luas. Penelitian ini memanfaatkan aplikasi SolidWorks untuk desain CAD, mendukung perbaikan kualitas produk akhir dan efisiensi desain.

Jika diperlukan, berikan saran untuk penelitian selanjutnya. Nyatakan simpulan dalam kalimat berbentuk paragraf, bukan dalam bentuk *numbering*.

Saran

Untuk mengatasi tantangan yang dihadapi dalam pengembangan dinamo *Brushless Direct Current* (BLDC) sebagai komponen utama dalam konversi kendaraan bermotor dari bahan bakar minyak ke kendaraan listrik, beberapa saran dapat dipertimbangkan. Pertama, penting untuk memastikan desain dinamo BLDC mampu mempertahankan efisiensi energi yang tinggi dalam berbagai kondisi operasional, termasuk variasi suhu, kelembapan, dan beban kerja. Kemudian, integrasi yang efektif antara dinamo BLDC dengan sistem konversi lainnya, seperti baterai dan kontroler, harus diperhatikan dengan seksama. Selanjutnya, aspek keamanan dan pemeliharaan tidak boleh diabaikan. Desain harus mencakup fitur perlindungan terhadap lonjakan arus dan overheating, serta memastikan pemeliharaan yang mudah untuk memperpanjang umur dinamo. Terakhir, biaya produksi dan ketersediaan bahan baku harus dipertimbangkan untuk memastikan produk dapat diterima di pasar. Dengan pendekatan desain yang komprehensif dan inovatif, dinamo BLDC dapat memainkan peran penting dalam transisi menuju kendaraan listrik, berkontribusi pada pengurangan emisi dan keberlanjutan lingkungan.

DAFTAR RUJUKAN

Adi, N. D. P. (2022). Desain dan Implementasi Sistem Instrumentasi Sepeda Motor Listrik serta Uji Coba Kinerjanya. *CYCLOTRON*, *5*(1 SE-Artikel). https://doi.org/10.30651/cl.v5i1.12090

Anshory, I., Jamaaluddin, J., & Wisaksono, A. (2022). Buku Ajar Dasar Konversi Energi. In *Umsida Press*. https://doi.org/10.21070/2022/978-623-464-040-3

Aprianto, B. D., & Adhitya, M. (2022). *Desain dan Analisis Sistem Powertrain pada Kendaraan Listrik Konversi: Powertrain System Design and Analysis in Conversion Electric Vehicles* [Universitas Indonesia]. https://lib.ui.ac.id/m/detail.jsp?id=20526747&lokasi=lokal

Ferlia, S. A., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2023). Analisis Efisiensi Kendaraan Listrik Sebagai Salah Satu Transportasi Ramah Lingkungan Pengukuran Emisi Karbon. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, *7*(2 SE-), 356–365. https://doi.org/10.37478/optika.v7i2.3282

Ghozali, Z., Boari, Y., Aziza, I., Anggraini, H., Kurniastuti, C., Mawarni, I., Judijanto, L., & Hasan, T. (2024). *MANAJEMEN INDUSTRI (Teori Komprehensif)*.

Habibie, A., Kholis, N., Baskoro, F., & Endryansyah, E. (2022). Studi literatur: Pengaruh penggunaan Brushless Direct Current (BLDC) Motor Terhadap Robot Lengan. *JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, *11*(2 SE-Vol 11 No 2 (2022): MEI 2022). https://doi.org/10.26740/jte.v11n2.p255–261

Hasan, E., Daud, M., Yusdartono, H. M., & Kartika, K. (2023). Desain Kontrol Motor Brushless Direct Current (BLDC) Menggunakan Boost Converter. *Jetri : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, *20*(2), 117–134. https://doi.org/10.25105/jetri.v20i2.14945

Herlambang, F. K., & Sariman, S. (2022). Analisa Performa BLDC Motor untuk Ban Sepeda dengan menggunakan Solar Cell Polycrystalline sebagai Sumber Energi Matahari. *Jurnal Syntax Admiration*, *3*(10

SE-), 1300–1310. https://doi.org/10.46799/jsa.v3i10.485

Kristyadi, T., Said, M., Farhan, M., & Lani, D. (2021). Konversi Sepeda Motor Berbahan Bakar Bensin Menjadi Bertenaga Listrik. *Prosiding Diseminasi FTI Genap*, 1–13. https://eproceeding.itenas.ac.id/index.php/fti/article/view/690/571

Meilinda, R., Amelia, P., Anggraini, D., & Pardi, H. (2024). *Environmentally Friendly Maritime Fuel Alternative : A Review Alternatif Bahan Bakar Maritim Ramah Lingkungan : Tinjauan*. *9*(1), 12–26.

Nasution, M., Bakhori, A., & Novarik, W. (2021). Manfaat Perlunya Manajemen Perawatan Untuk Bengkel Maupun Industri. *Buletin Utama Teknik*, *16*(3), 248–252.

Nurdamayanti, N., Sartika, L., & Prasetia, A. M. (2022). Brushless Direct Current (BLDC) Motor Speed Control Using Field Oriented Control (FOC) Method. *Jurnal Edukasi Elektro; Vol 6, No 2 (2022): Jurnal Edukasi Elektro, Volume 6, Nomor 2, 2022DO - 10.21831/Jee.V6i2.52234* . http://journal.uny.ac.id/index.php/jee/article/view/52234/19045

Perserikatan Bangsa-Bangsa. (2022). *Penyebab Dan Dampak Perubahan Iklim*. https://indonesia.un.org/id/175273-penyebab-dan-dampak-perubahan-iklim

Pramono, W. B., Pratama, H. P., & Warindi, W. (2016). Perancangan Motor Listrik Bldc 10 Kw untuk Sepeda Motor Listrik. In *Seminar Nasional Teknologi dan Informatika 2016*.

Sayoko, B. L., Zidan, R. M., Putra, H., & Pramudiksa, B. A. (2010). Perancangan Kendaran Listrik Sebagai Alternatif Transportasi Berkelanjutan Di Masa Depan. *Kekerasan Terhadap Anak "BOM Waktu" Masa Depan*, *73*, 98–107.

Setiawan, J., & Ghofur, A. (2021). Pengaruh Bahan Bakar Pertalite Murni Dengan Campuran Bahan Bakar Premium Dan Pertamax Terhadap Performance Emisi Gas Buang Pada Motor Honda Beat 2017. *JTAM ROTARY*, *3*(2), 191–202. https://doi.org/10.20527/jtam_rotary.v3i2.4251

Sudjoko, C. (2021). Strategi Pemanfaatan Kendaraan Listrik Berkelanjutan Sebagai Solusi Untuk Mengurangi Emisi Karbon", Jurnal Paradigma: Jurnal Multidisipliner Mahasiswa Pascasarjana Indonesia,. *Jurnal Paradigma: Jurnal Multidisipliner Mahasiswa Pascasarjana Indonesia*, *2*(2), 54–68.

Wahyu, A. (2014). Emisi Karbon Sebagai Dasar Implementasi Penyediaan Ruang Terbuka Hijau Di Dki Jakarta. *Jurnal Sains Dan Teknologi Indonesia*, *15*(1), 1–7. https://doi.org/10.29122/jsti.v15i1.933

Wahyubramanto, S., Sheila, T., & Adeatma Antonio, Y. (2021). Simulasi Kinerja Motor BLDC untuk Merancang Sistem Kelistrikan Mobil Hemat Energi Menggunakan Simulink. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Agri-Informatika*, *8*(1), 31–41. https://doi.org/10.29244/jika.8.1.31-41

Wahyudi, K. S., & Arifin, Z. (2023). Profil Ideal Guru Sekolah Menengah Kejuruan Teknik Kendaraan Ringan Otomotif. *Jurnal Pendidikan Vokasi Otomotif; Vol 5, No 2 (2023): (Mei)DO - 10.21831/Jpvo.V5i2.60198* . http://journal.uny.ac.id/index.php/jpvo/article/view/60198/19670

Zola, G., Nugraheni, S. D., Rosiana, A. A., Pambudy, D. A., & Agustanta, N. (2024). Inovasi Kendaraan Listrik Sebagai Upaya Meningkatkan Kelestarian Lingkungan dan Mendorong Pertumbuhan Ekonomi Hijau di Indonesia: Perkembangan Kendaraan Listrik di Indonesia, Kendaraan Listrik Bagi Kelestarian Lingkungan, Kendaraan Listrik dalam Mencapai Ekonomi Hijau. *E-Jurnal Ekonomi Sumberdaya Dan Lingkungan*, *12*(3 SE-), 159–170. https://doi.org/10.22437/jesl.v12i3.30229