

Perancangan Sepeda Listrik Semoli Untuk Beban 80 Kg

Bayu Aji Girawan¹, Nur Akhlis Sarihidaya Laksana², Dian Prabowo³

^{1,2}Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Teknik Teknik Mesin Politeknik Negeri Cilacap

Email: bayuajigirawan@pnc.ac.id, akhlissl@pnc.ac.id, diansheva@yahoo.co.id

ABSTRAK

Sepeda listrik merupakan kendaraan ramah lingkungan karena tidak menimbulkan polusi udara dan dapat menggunakan sumber energi listrik dari energi yang terbarukan untuk proses pengisian energi listriknya. Berbagai penelitian berupa rancang bangun sepeda listrik telah banyak dilakukan di Indonesia, namun belum banyak penelitian tentang sepeda listrik yang di bangun untuk melawati kondisi jalan yang menanjak. Pada penelitian ini akan dilakukan rancang bangun sepeda listrik untuk beban 80 kg yang mampu menanjak pada elevasi 21°. Kegiatan perancangan dimulai dari perhitungan untuk pemilihan motor listrik penggeraknya, desain dan pembuatan rangka, serta pengujian pada kondisi jalan datar dan menanjak dengan elevasi 21°. Dari hasil rancang bangun dipilih motor listrik BLDC dengan daya 2000 watt, baterai 48V 20Ah, dengan menggunakan sproket depan 13 gigi dan balakang 48 gigi. Hasil pengujian pada kondisi jalan datar, kecepatan maksimumnya adalah 35 km/jam dimana waktu untuk mencapai kecepatan tersebut adalah 5 detik. Hasil pengujian pada kondisi jalan menanjak dengan elevasi 21°, kecepatan maksimumnya 10 km/jam yang dicapai dalam waktu 10 detik. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa sepeda listrik mampu memenuhi kebutuhan untuk melewati jalan yang menanjak.

Kata kunci: sepeda listrik; BLDC; kendaraan listrik.

ABSTRACT

Electric bike is environmentally friendly vehicle because it doesn't cause air pollution and it can uses electric from renewable energy sources to charge battery. Here is a lot of studies about electric bike in Indonesia, but only a few topic about electric bike for uphill climbing. In this study, electric bike will be designed for a load of 80 kgs to overcomes the uphill road at 21° of elevation. The design process contains activity such as calculation and selection of electric motor, drafting and manufacturing the frame, and riding test on flat road and uphill road at 21° of elevation. The results of design, electric bike uses 2000 watt BLDC motor, 48V 20Ah of battery, 13 teeth at front sprocket and 48 teeth of rear sprocket. From the riding test results, the bike's maximum speed is 35 km/h reached on 5 seconds on flat road. While on uphill road with elevation of 21°, the bike's maximum speed is 10 km/h reached on 10 seconds. The conclusion from this study that the electric bike are able to meet the needs to overcome uphill road.

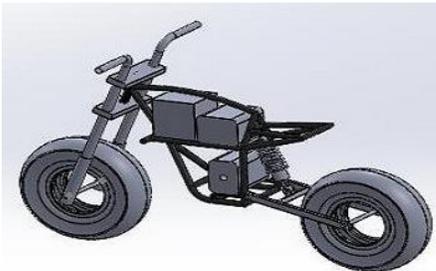
Keywords: electric bike; BLDC; electric vehicles

1. Pendahuluan

Semakin tingginya jumlah sepeda motor, maka semakin tinggi pula konsumsi bahan bakar yang digunakan. Bensin merupakan sumber energi tidak terbarukan yang berasal dari minyak bumi dimana proses pembentukannya memerlukan waktu jutaan tahun [1]. Sepeda listrik merupakan salah satu alternatif solusi dari makin menipisnya cadangan minyak bumi karena selain tidak menimbulkan polusi udara, baterai kendaraan listrik juga dapat diisi ulang menggunakan energi listrik dari sumber energi yang terbarukan.

Sebuah eksperimen tentang konsumsi energi listrik pada sepeda listrik hibrid dengan penggerak motor listrik dan kayuhan kaki manusia telah dilakukan dengan metode pengambilan data berdasarkan variasi lintasan, beban, dan kecepatan. Hasil eksperimen memperlihatkan bahwa sepeda listrik hibrid tersebut memiliki kecepatan awal 7 km/jam dengan daya 87.61 watt, kecepatan 20 km/jam pada kondisi jalan datar dengan konsumsi daya sebesar 29.42 watt, sedangkan pada kondisi jalan menanjak dengan kemiringan 22° kecepatan 5 km/jam dengan konsumsi daya sebesar 482.85 watt [2].

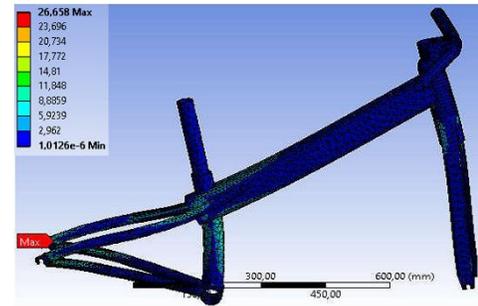
Sebuah studi tentang desain dan analisis sepeda listrik telah dilakukan. Studi ini meliputi desain, pemilihan material, pemilihan motor listrik, dan pemilihan baterai.



Gambar 1. Konstruksi sepeda listrik

Dari hasil studi diperoleh sepeda listrik dengan dimensi 1500 x 960 mm, material yang digunakan adalah AISI *Mild Steel* 1020, penggerak menggunakan motor listrik tipe BLDC dengan daya 1 kW 3000 rpm dan torsi 9 Nm, dan mampu menahan beban pengendara seberat 55 kg [3].

Sebuah penelitian tentang analisa kekuatan rangka sepeda listrik untuk beban 80 kg telah dilakukan dengan menggunakan software CAD autodesk inventor professional 2014. Analisa kekuatan rangka disimulasikan menggunakan perangkat lunak ansys 16.0 dengan material yang digunakan adalah aluminium alloy Al6061.



Gambar 2. Hasil simulasi tegangan

Dari hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai tegangan yang terjadi pada rangka adalah sebesar 26,658 MPa yang notabene masih berada di bawah nilai kekuatan material rangka yaitu Al6061 sebesar 46 MPa [4].

Sebuah penelitian tentang sepeda lipat listrik dilakukan dengan tahapan desain, analisis, fabrikasi dan pengujian. Sepeda listrik ini berpengerak motor listrik dengan konstruksi rangka yang dapat dilipat. Studi ini berfokus pada desain, serta optimasi material rangka berbasis simulasi tegangan statis menggunakan perangkat lunak *Creo Parametric*, serta proses fabrikasi.



Gambar 3. Sepeda lipat listrik

Dari hasil desain diperoleh hasil: material rangka sepeda listrik lipat menggunakan aluminium 7075, proses pengelasannya menggunakan TIG, motor listrik yang digunakan adalah motor listrik DC magnet permanen dengan daya 250 watt 24 Volt, menggunakan baterai lithium-ion 24 Volt 10 Ah [5].

Sebuah modifikasi dilakukan terhadap sepeda motor BAJAJ BOXER berpengerak motor bakar menjadi sepeda motor hibrid dengan 2 penggerak yaitu motor bakar dan motor listrik, yang dapat bekerja seri (sendiri-sendiri) maupun paralel (bekerja bersama-sama). Kebutuhan dari sepeda motor hibrid tersebut adalah ketika kecepatan 0-25 km/jam sepeda motor akan menggunakan penggerak motor listrik mengingat pada kecepatan tersebut efisiensi dari motor bakar sangat rendah. Berat dari sepeda motor dan pengendara yang direncanakan adalah 170 kg,

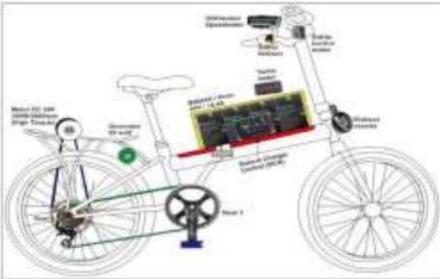
akselerasi dari 0 sampai 25 km/jam dalam waktu 40 detik, inklinasi maksimum adalah 2° pada jalan beton yang kondisinya bagus.



Gambar 4. Modifikasi bajaj boxer

Motor listrik yang digunakan adalah BLDC tipe hub roda dengan daya 800 watt dan tegangan 48 Volt dan baterai menggunakan 48 V 12 Ah [6].

Penelitian lain tentang perancangan sepeda listrik berpengerak motor listrik telah dilakukan dengan menggunakan metode perhitungan secara empiris untuk menentukan daya motor listrik yang akan digunakan, serta guna memprediksi kecepatan maksimum sepeda listrik.



Gambar 5. Hasil perancangan sepeda listrik

Hasilnya berupa sepeda listrik dengan penggerak motor dc 350 watt 24 Volt dengan putaran 3000 rpm. Baterai yang digunakan dengan spesifikasi 12 Volt 7,1 Ah sebanyak 4 buah. Dari hasil pengujian diperoleh daya output untuk menggerakkan sepeda listrik dengan beban 80,6 kg sebesar 316 watt dengan kecepatan rata-rata 5,68 m/s [7]

Desain sepeda listrik untuk siswi sekolah menengah telah dilakukan dengan cara menyebar kuisioner secara langsung kepada siswa usia remaja sekolah menengah akan desain yang telah dibuat. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa hal yang diinginkan dari sebuah sepeda listrik untuk siswa sekolah menengah adalah: kompartermen yang sesuai dan mudah digunakan, praktis dan kuat, terjaga dari cipratan dan konsleting, gaya yang

sesuai anak muda, dapat membawa barang dan aman terhadap berbagai cuaca [8].

Sebuah perancangan sepeda listrik menggunakan motor BLDC untuk area perumahan telah dilakukan menggunakan metode perancangan mekanik, sketsa prototipe, kalkulasi, dan pembuatan.



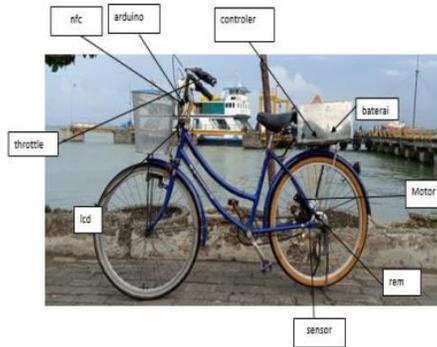
Gambar 6. Sepeda listrik berpengerak depan BLDC

Hasilnya diperoleh sepeda listrik yang menggunakan BLDC tipe hub pada roda depan dengan spesifikasi daya 350 watt pada tegangan 48 V. Dari hasil pengujian menunjukkan sepeda listrik mempunyai kecepatan rata-rata 41,65 km/jam [9]

Perancangan motor listrik BLDC tipe hub 1000 watt untuk penggerak sepeda motor telah dilakukan menggunakan metode analitis menggunakan software solidworks. Hasil perancangan diperoleh kumparan di stator sebanyak 18 kumparan, 62 lilitan per fasa dan jumlah fasanya sebanyak 3 fasa. Hal ini sesuai dengan produk riil dimana BLDC yang tersedia di pasaran mempunyai 3 buah fasa [10].

Sebuah perancangan dan penerapan sistem monitoring kecepatan motor BLDC hub bergir pada sepeda listrik telah dilakukan. Pada penelitian ini digunakan sensor hall effect dan reed switch eksternal dengan prinsip kerja serupa dengan kerja rpm meter digital. Dari hasil penelitian diperoleh sistem monitoring mempunyai kesalahan pengukuran kurang dari 2,5% dan standar deviasi $\pm 1,5$ rpm [11]

Sebuah rancang bangun sepeda listrik 250 watt dilakukan dengan metode dimulai dari perancangan, pembuatan, uji coba, dan analisis data. Hasilnya berupa sebuah sepeda listrik menggunakan baterai 24 Volt 12 Ah, dengan *throttle* dan *controller*, dan sensor *proximity*.



Gambar 7. Sepeda listrik 250 watt

Dari hasil pengujian diperoleh jarak tempuh sepeda listrik adalah sejauh 3,72 km dengan durasi 12 menit dengan kecepatan rata-rata 18 km/jam [12].

Sebuah modifikasi sepeda konvensional menjadi sepeda listrik telah dilakukan dengan metode meliputi persiapan material dan peralatan, perakitan komponen, dan pengujian.



Gambar 8. Modifikasi sepeda listrik 350 watt

Hasilnya berupa sepeda listrik menggunakan rangka sepeda dengan motor listrik BLDC 350 watt 36 Volt, controller 48 V 350 watt, dan baterai lithium 48 V 9200 mAh dengan battery management system (BMS). Biaya yang dikeluarkan untuk modifikasi sebesar Rp. 5.548.000. Hasil pengujian menunjukkan sepeda listrik dapat melaju dengan kecepatan 25,84 km/jam dengan jarak 7,06 km [13]

Sebuah analisis motor BLDC pada sepeda motor listrik bertenaga surya telah dilakukan untuk membandingkan daya mekanik dan daya listrik, dengan kondisi berbeban dan tanpa beban. Dari hasil pengujian diperoleh kecepatan maksimum sebesar 29,31 km/jam dengan daya motor 250 watt dan beban pengendara 60 kg. Efisiensi pada jalur mendatar adalah sebesar 60,42% pada beban 60 kg, dan pada jalur menanjak dengan sudut 60° efisiensinya sebesar 9,46%. Dari hasil pengujian tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa BLDC

mempunyai efisiensi yang baik pada jalan mendatar dibandingkan jalan menanjak [14]

Perancangan sepeda listrik 350 watt untuk ibu rumah tangga perumahan telah dilakukan menggunakan metode perancangan VDI 2221 berdasarkan perbandingan kebutuhan, kenyamanan, fungsionalitas pada bagian pemilihan komponen dan desainnya. Hasil perancangan diperoleh sepeda listrik berkecepatan maksimal 25 km/jam menggunakan motor BLDC 350 watt dan baterai *lithium ion* 48 V 10 Ah. Sepeda listrik disimulasikan dapat menempuh kecepatan 25,7 km/jam pada jalan datar dengan konsumsi daya sebesar 348 watt, dan pada jalan menanjak grade 4% pemakaian daya motor sebesar 389 watt [15].

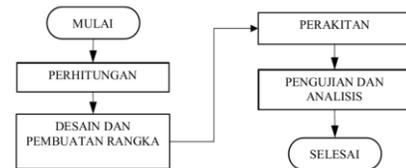
2. Metodologi Penelitian

2.1 Lokasi penelitian

Seluruh proses manufaktur dilakukan di Bengkel Mekanik dan Fabrikasi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Cilacap.

2.2 Metode penelitian

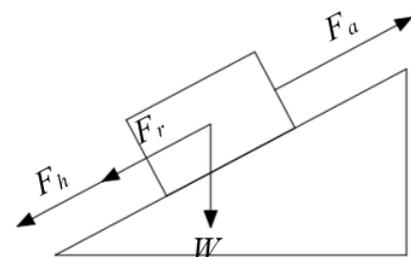
Dalam melaksanakan penelitian, tahapan yang dilaksanakan dimulai dari perhitungan sebagai dasar untuk pemilihan motor listrik, desain dan pembuatan rangka, serta pengujian. Secara garis besar metode penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir pada Gambar 9.



Gambar 9. Diagram alir penelitian

2.3 Metode perhitungan

Perhitungan traksi pada penelitian ini diperhitungkan berdasarkan gaya akselerasi rencana, gaya yang diperlukan saat menanjak, dan gaya yang diperlukan untuk mengatasi tahanan gelinding jalan, seperti terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Gaya yang bekerja pada sepeda listrik

Perhitungan yang digunakan untuk memilih motor listrik diawali dengan perhitungan gaya akselerasi yang diperlukan berdasarkan Hukum Newton II menggunakan persamaan:

$$F_a = ma \quad (1)$$

Dimana:

F_a = Gaya akselerasi (N)

m = massa (kg)

a = percepatan yang direncanakan (m/s^2)

Gaya yang diperlukan saat menanjak dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$F_h = W \sin \theta \quad (2)$$

Dimana:

F_h = Gaya menanjak (N)

W = Gaya berat (N)

θ = sudut kemiringan jalan ($^\circ$)

Gaya yang diperlukan untuk mengatasi tahanan gelinding jalan (rolling resistance) dihitung menggunakan persamaan:

$$F_r = C W \cos \theta \quad (3)$$

Dimana:

F_r = Gaya tahanan gelinding (N)

W = Gaya berat (N)

C = Koefisien tahanan gelinding jalan

θ = sudut kemiringan jalan ($^\circ$)

Sehingga gaya traksi yang diperlukan oleh sepeda motor dihitung menggunakan persamaan:

$$F_{tot} = F_a + F_h + F_r$$

Dimana:

F_{tot} = Gaya traksi total (N)

F_a = Gaya akselerasi (N)

F_h = Gaya menanjak (N)

F_r = Gaya tahanan gelinding (N)

Daya rencana dihitung menggunakan persamaan:

$$P_{ren} = F_{tot}v \quad (5)$$

Dimana:

P_{ren} = Daya rencana (watt)

F_{tot} = Gaya total (N)

v = kecepatan yang diinginkan (m/s)

Dengan mempertimbangkan efisiensi dari motor listrik dan transmisinya, maka daya motor listrik yang diperlukan dihitung dengan persamaan:

$$P_m = \frac{P_{ren}}{\eta_m \eta_t} \quad (6)$$

Dimana:

P_{ren} = Daya rencana (watt)

η_m = Efisiensi motor listrik

η_t = Efisiensi transmisi

Dengan memperhitungkan faktor keamanan, maka daya motor listrik yang diperlukan dapat dihitung dengan persamaan:

$$P = P_m S_f \quad (7)$$

Dimana:

S_f = Faktor keamanan

2.4 Metode desain dan pembuatan rangka

Desain rangka dilakukan menggunakan *software solidworks*, dengan memperhatikan beberapa pertimbangan dan batasan desain. Proses desain diawali dengan pembuatan sketsa, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan desain wujud dan desain detail menggunakan *software CAD*.

Sedangkan proses pembuatan rangka akan dilakukan menggunakan proses pengelasan di Bengkel Mekanik dan Fabrikasi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Cilacap.

2.5 Metode pengujian

Setelah sepeda motor listrik selesai dibuat, pengujian dilakukan pada keadaan jalan mendatar dan jalan menanjak dengan sudut 21° . Pengujian dimulai pada saat keadaan kendaraan diam, kemudian *throttle* gas dibuka penuh sampai diperoleh kecepatan maksimal. Waktu yang ditempuh dari kecepatan 0 (nol) sampai kecepatan maksimal diukur untuk mengetahui percepatannya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Perhitungan

Dengan massa yang direncanakan adalah sebesar 80 kg, kecepatan yang maksimal di tanjakan yang direncanakan adalah sebesar 10 km/jam yang ditempuh dalam waktu 5 detik, sudut elevasi sebesar 21° , maka setelah dilakukan perhitungan diperoleh daya yang dibutuhkan sebesar 2059 Watt. Adapun spesifikasi motor dan controller yang dipilih dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi motor, controller dan baterai

No.	Komponen	Spesifikasi
1.	Motor	Mid drive BLDC 2000 Watt 48V, putaran tanpa beban 3750 rpm, Torsi 5 N.m
2.	Controller	2000 Watt, 48V 40A
3.	Baterai	VRLA 4 x 12V 20Ah

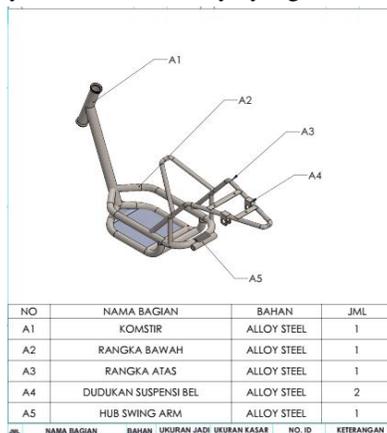
3.2 Desain dan pembuatan rangka

Proses desain dilakukan dengan memperhatikan beberapa pertimbangan dan limitasi seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pertimbangan dan batasan desain

No	Nama Komponen	Pertimbangan dan Batasan Desain
1.	Rangka	<ul style="list-style-type: none"> - Harus mempunyai tempat yang cukup untuk baterai - Harus kompatibel dengan roda ukuran 14 inchi - Kuat menahan beban 80 kg
2.	Lengan ayun	Menyesuaikan dengan roda ukuran 14 inchi
3.	Dudukan motor listrik	Menggunakan plat dengan ketebalan yang sesuai
4.	Transmisi	Transmisi harus dapat bekerja walaupun dalam kondisi basah

Berdasarkan pertimbangan tersebut maka untuk jenis rangka dipilih jenis pipa baja berlubang (hollow) berpenampang persegi empat yang mempunyai momen inersianya yang lebih baik.



Gambar 11. Desain rangka SEMOLI

Sedangkan untuk lengan ayun harus dilakukan fabrikasi secara mandiri mengingat ukuran SEMOLI yang tidak sama dengan sepeda motor yang tersedia di pasaran. Jenis transmisi yang dipiliha adalah jenis rantai dan roda gigi dengan pertimbangan jenis ini tetap mampu meneruskan putaran dan torsi walaupun dalam kondisi basah karena hujan. Adapun desain wujud dari rangka SEMOLI dapat dilihat pada gambar 11.

Dari hasil desain dihasilkan rangka dengan dimensi panjang 1264,85 mm, lebar 246,6 mm, dan tinggi 528,47 mm. Rangka dibuat menggunakan pipa mild steel ½ inchi menggunakan pengelasan rangka menggunakan las SMAW, yang dilanjutkan dengan perakitan seluruh komponen kendaraan. Proses produksi dan hasil perakitan dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Pembuatan dan hasil perakitan

3.3 Pengujian

Pengujian dilakukan pada kondisi jalan datar dan jalan menanjak dengan elevasi 21° seperti terlihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Pengujian pada jalan menanjak

Hasil dari pengujian diperoleh rata-rata kecepatan maksimum pada jalan datar adalah 38 km/jam dimana kecepatan maksimum dicapai dalam waktu 5 detik dari keadaan diam. Sedangkan rata-rata kecepatan maksimum pada jalan menanjak adalah 10 km/jam yang dicapai dalam waktu 10 detik dari keadaan diam. Hal ini berarti rata-rata percepatan pada saat jalan mendatar adalah sebesar 2,1 m/detik dan pada jalan menanjak adalah 0,27 m/detik. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian SEMOLI

Uraian	Jalan mendatar	Jalan menanjak
Kecepatan maksimum	38 km/jam	10 km/jam
Waktu sampai kecepatan maksimum	5 detik	10 detik

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa kecepatan maksimum dari SEMOLI lebih tinggi dibandingkan dengan kecepatan maksimum dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya karena daya motor listrik yang digunakan lebih tinggi. Tentang pengaruh adanya transmisi pada jalan menanjak perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

Daftar Pustaka

- [1] vita, "Mengenal Jenis Bahan Bakar Fosil," *kurusuke*, 2018. <https://kurusuke.red/mengenal-jenis-bahan-bakar-fosil/>.
- [2] D. Satria, R. Lusiani, Haryadi, I. Rosyadi, and A. Fauzi, "Analisa Perhitungan Energi Listrik Pada Sepeda Listrik Hybrid," *jurnail sains dan Teknol. Univ. Sultan Ageng Tirtayasa*, vol. 11, no. 1, pp. 9–19, 2017.
- [3] N. P. K. Reddy and K. V. S. S. V. Prasanth, "Next generation electric bike E-bike," *IEEE Int. Conf. Power, Control. Signals Instrum. Eng. ICPCSI 2017*, pp. 2280–2285, 2018, doi: 10.1109/ICPCSI.2017.8392123.
- [4] dan L. H. A. I. Imran, Samhuddin, Salimin, "Perancangan, Analisa Dan Simulasi Rangka Sepeda Listrik Untuk Masyarakat Perkotaan," *Din. J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 2, pp. 1–6, 2018.
- [5] dan R. P. S. Desai, K. Mehta, Z. Kheni, N. Bhatt, "Design, Analysis and Fabrication of Foldable Electric Bike," *Int J Res Appl Sci Eng Technol*, vol. 7, no. 5, pp. 868–875, 2019.
- [6] P. Hazarathaiyah, Y. Ashok, K. Reddy, P. Vijaya, B. Reddy, and M. Sreenivasulu, "Design and Fabrication of Hybrid Electric Bike," *Int. J. Appl. Eng. Res.*, vol. 14, no. 4, pp. 930–935, 2019, [Online]. Available: <http://www.ripublication.com>.
- [7] H. Putra, S. Jie, and A. Djohar, "Perancangan Sepeda Listrik Dengan Menggunakan Motor Dc Seri," *J. Fokus Elektroda Energi List. Telekomun. Komputer, Elektron. dan Kendali*, vol. 4, no. 2, 2019, doi: 10.33772/jfe.v4i2.6270.
- [8] B. T. Estuadi Tatag Ramadhan, "Design Requirements & Objectives Sepeda Listrik untuk Siswi Sekolah Menengah Melalui Riset Konsumen," *J. SAINS DAN SENI ITS*, vol. 8, no. 1, pp. 1–6, 2019, doi: 10.4324/9780203476390_chapter_4.
- [9] Arman, M. J. Dullah, and A. Ka. Muhammad, "Perancangan Sepeda Listrik Menggunakan Motor BLDC Dengan Penggerak Depan Untuk Area Perumahan," *Pros. 4th Semin. Nas. Penelit. Pengabd. Kpd. Masy.*, pp. 7–12, 2020.
- [10] I. Insani and G. Nugroho, "Perancangan Motor Listrik BLDC Tipe Hub 1000W untuk Penggerak Sepeda Motor," *Semin. Nas. Inform.*, vol. 2020, no. Semnasif, pp. 265–274, 2020.
- [11] F. Irsyadi, M. Arrofiq, B. Sumanto, and M. S. P., "Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring Kecepatan Motor BLDC Hub Bergir pada Sepeda Listrik," *JST (Jurnal Sains Ter.*, vol. 7, no. 1, 2021, doi: 10.32487/jst.v7i1.974.
- [12] Miftachul Ulum, Mutiara Hikmah, Achmad Fiqhi Ibaiddillah, and Kunto Aji Wibisono, "Rancang Bangun Sepeda Listrik 250 Watt Dengan Mengukur Kecepatan Dan Daya Baterai," *J. JEETech*, vol. 2, no. 1, pp. 7–12, 2021, doi: 10.48056/jeetech.v2i1.150.
- [13] M. Arsyad, N. Wahyuni, D. Jurusan, T. Mesin, P. Negeri, and U. Pandang, "Modifikasi Sepeda Konvensional Menjadi Sepeda Listrik," *Pros. 5th Semin. Nas. Penelit. Pengabd. Kpd. Masy.*, pp. 40–43, 2021, [Online]. Available: <https://www.polygonbikes.com/id/mengenal-sejarah-dan-munculnya-sepeda-di-indonesia/>.
- [14] P. Jannus, B. Nainggolan, and P. Marton, "Analisis Motor BLDC pada Sepeda Listrik," *Pros. Semin. Nas. Tek. Mesin Politek. Negeri Jakarta*, pp. 342–351, 2021, [Online]. Available: <http://prosiding.pnj.ac.id>.
- [15] S. S. A. Kinabalu and Syahril, "Perancangan Sepeda Listrik 350 W dengan Metode VDI 2221 untuk Ibu Rumah Tangga Perumahan," *Semin. Nas. Energi ...*, pp. 9–17, 2021, [Online]. Available: <https://eproceeding.itenas.ac.id/index.php/sneto/article/view/712%0Ahttps://eproceeding.itenas.ac.id/index.php/sneto/article/download/712/585>.