

Rancang Bangun Sistem Transmisi Pada *E-Bike* of PPNS

Muhammad Halim Nur Aziz¹, Tri Andi Setiawan¹, dan Fipka Bisono^{1*}

¹Program Studi D4 Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

Email: fipka@ppns.ac.id

Abstrak

Transportasi merupakan kebutuhan mendasar dan memegang peranan penting untuk menunjang kegiatan masyarakat sehari-hari. Namun seiring berjalannya waktu, kepadatan lalu lintas tidak bisa ditanggulangi dengan baik sehingga hal tersebut menimbulkan ketidakteraturan lalu lintas, polusi udara, dan terjadinya pemborosan penggunaan energi bahan bakar. Kebutuhan bahan bakar minyak mengalami peningkatan secara drastis sehingga menimbulkan kenaikan harga bahan bakar minyak yang mana hingga saat ini harganya masih tidak stabil. Semenjak menurunnya mobilitas kendaraan yang disebabkan oleh adanya lockdown, tingkat pencemaran udara menurun dibandingkan sebelum pandemi COVID-19. Adanya alternatif dan terobosan baru pada kendaraan yang lebih ramah lingkungan dan efisien berbasis listrik menjadi pilihan dikarenakan menggunakan energi yang terbarukan seperti sepeda listrik. Kendaraan tersebut saat ini sedang mengalami perkembangan yang sangat pesat sehingga dengan adanya inovasi tersebut dapat mendukung visi negara Indonesia untuk mencapai Net Zero Emission pada tahun 2060 mendatang. Untuk mencapai hal tersebut dapat dilakukan dengan mengembangkan sistem transmisi pada sepeda untuk meningkatkan efisiensi daya yang optimal serta hemat daya agar kedepannya sepeda ini dapat digunakan untuk jarak yang lebih jauh. Untuk menyelesaikan persoalan tersebut penulis menggunakan metode Ulrich. Dari ketiga desain yang dibuat maka dipilih desain dengan penggerak flywheel dan motor digabung dalam 2 shaft yang nantinya salah satu poros akan berperan menjadi poros pedal kayuh sepeda. Lalu, biaya pembuatan sistem transmisi ini sendiri membutuhkan biaya sebesar Rp3.315.000.

Kata kunci: lywheel metode ulrich, sistem transmisi, sepeda listrik

Abstract

Transportation is a basic need and plays an important role to support people's daily activities. However, over time, traffic density cannot be handled properly so that it causes traffic irregularities, air pollution, and wasteful use of fuel energy. The need for fuel oil has increased drastically, causing an increase in the price of fuel oil which until now the price is still unstable. Since the decline in vehicle mobility caused by the lockdown, the level of air pollution has decreased compared to before the COVID-19 pandemic. The existence of alternatives and new breakthroughs in vehicles that are more environmentally friendly and efficient based on electricity is an option due to the use of renewable energy such as electric bicycles. The vehicle is currently undergoing very rapid development so that with this innovation it can support the vision of the Indonesian state to achieve Net Zero Emissions in 2060. To achieve this, it can be done by developing a transmission system on bicycles to increase optimal power efficiency and save power so that in the future these bicycles can be used for longer distances. To solve this problem the author uses the Ulrich method. Of the three designs made, a design with a flywheel and motor drive was chosen which was combined into 2 shafts, one of which later became the pedal shaft for the bicycle pedal. Then, the cost of making this transmission system itself costs IDR 3,315,000.

Keywords: electric bicycle, ulrich method flywheel, transmission system

^{1*} Penulis korespondensi

1. Pendahuluan

Transportasi merupakan sebuah alat untuk mendukung mobilisasi masyarakat untuk membantu dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Menurut Desga, dkk (2016), transportasi adalah suatu kegiatan pengangkutan penumpang dan muatan dari satu tempat ke tempat lain di mana ia memiliki elemen pergerakan. Pada saat terjadinya pandemi COVID-19 di tahun 2019 terjadi penurunan mobilitas kendaraan bermotor yang disebabkan karena adanya PSBB serta PPKM dalam upaya pengurangan penyebaran COVID-19. Tingkat pencemaran udara tahun 2021 berdasarkan skor air quality index (AQI) jika berdasarkan data dari IEA (International Emission Association) tahun 2021, skor ini menurun hingga 5,1% di seluruh dunia pada tahun 2021.

Dikutip dari siaran pers laman Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia (2022), menurut Airlangga Hartanto inovasi tersebut dilakukan selain semakin banyaknya permintaan masyarakat juga untuk mendukung visi Pemerintah Republik Indonesia untuk mencapai Net Zero Emission pada tahun 2060 mendatang atau bahkan lebih cepat. Hal ini juga didukung oleh analisis IEA yang menyebutkan bahwa pada tahun 2060 Indonesia dapat menghasilkan energy listrik rendah emisi dengan stabil. Pada tahap ini Pemerintah Indonesia mengumumkan target pengurangan emisi. Lalu, pada Nationally Determined Contribution (NDC) terbaru, Indonesia menaikkan target penurunan emisi menjadi 31,89 persen pada 2030 dan target dukungan internasional menjadi 43,20 persen. Hal ini akhirnya memancing banyak produsen untuk membuat sepeda listrik, yang saat ini sudah ada sekitar

10 pabrik yang beroperasi untuk memproduksinya (Rahardi, 2022 dalam Maskur, 2022).

Bermunculan produk sepeda listrik dengan berbagai tipe serta merek karena dianggap menjadi salah satu opsi yang paling realiable untuk mendukung program ini dikarenakan biaya serta waktu produksi termasuk yang paling minim. Selain itu untuk definisi sepeda listrik telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 45 Tahun 2020 tentang Kendaraan Tertentu dengan Menggunakan Penggerak Motor Listrik. Pada pasal 1 ayat (7) telah ditetapkan yang berbunyi “*Sepeda listrik adalah kendaraan tertentu yang memiliki roda 2 (dua) dilengkapi dengan peralatan mekanik berupa motor listrik*”. Lalu pada pasal 3 ayat (2) telah ditetapkan yang isinya “*Sepeda listrik sebagaimana maksud dalam pasal 2 ayat (1) huruf b harus memenuhi persyaratan keselamatan:*

- a. *lampu utama;*
- b. *alat pemantul cahaya (reflector) atau lampu posisi belakang;*
- c. *sistem rem yang berfungsi dengan baik;*
- d. *alat pemantul cahaya (reflector) di kiri dan kanan;*
- e. *klakson atau bel; dan*
- f. *kecepatan paling tinggi 25km/jam (dua puluh lima kilometer perjam).”*

Selain itu sepeda ini menggunakan energi yang ramah lingkungan. Sepeda listrik juga harus memiliki konsumsi daya yang minim jarak tempuh yang dimiliki meluas. Namun, pada produk existing yang ada terdapat beberapa permasalahan seperti borosnya penggunaan baterai serta jika baterai habis kayuhannya terasa sangat berat. Hal ini disebabkan oleh sistem transmisi yang tetap tersambung antara motor dengan pedal kayuh sehingga ketika motor tidak berfungsi pedal kayuh terasa berat karena tertahan dengan motor listrik saat dikayuh. Masalah ini melatarbelakangi penelitian ini untuk membuat sistem transmisi untuk mengurangi hal tersebut.

Sistem transmisi merupakan bagian yang sangat penting pada sepeda listrik karena berfungsi untuk menyalurkan daya dari motor listrik menuju ke roda sepeda. Perancangan sistem transmisi ini bertujuan untuk membuat sepeda listrik ini lebih hemat daya serta saat menggunakan kayuhan sepeda menjadi lebih ringan. Sistem transmisi yang akan dibahas nantinya meliputi ratio gigi, pengaturan gerak pada motor listrik dan juga pengaturan mounting baterai pada sepeda. Sistem transmisi 3 sepeda listrik pada penelitian ini juga akan ditambahkan flywheel yang fungsinya untuk menyimpan energi gerak yang ada dan memanfaatkan energi tersebut untuk memperingan gerak motor serta kayuhan sepeda. Sejak akhir abad ke-20, kelas baru sistem flywheel telah muncul.

Flywheel modern yang dikembangkan secara khusus untuk penyimpanan energi, flywheel ini ditempatkan di sebuah wadah tertutup untuk mengurangi hambatan aerodinamis (Bender, 2015). Flywheel tersebut dapat dibongkar pasang secara elektrik, menggunakan motor/generator fungsi ganda yang terhubung ke rotor. Dari penelitian ini diharapkan dapat membuat sepeda listrik ini dapat menempuh jarak yang lebih jauh serta dapat lebih ringan ketika dikayuh. Oleh karena itu pada penelitian ini nantinya juga akan dibuat perancangan serta prototype sistem transmisi pada sepeda listrik.

2. Metode Penelitian

Terdapat beberapa tahapan dalam pembuatan penelitian ini. Dimulai dari identifikasi masalah, Pada tahap ini setelah mendapatkan data dan informasi maka akan dilakukan identifikasi terhadap topik yang berkaitan, sehingga didapatkan rumusan masalah berdasarkan permasalahan yang ada pada identifikasi masalah yang telah diuraikan sebelumnya. Kemudian, studi literatur, penyusunan daftar kebutuhan, pembuatan konsep desain, analisa software dan perhitungan, pemilihan konsep desain, detail drawing, pembuatan dan perakitan, uji performa, kesimpulan dan saran. Pengujian

merupakan tahap dimana penulis melakukan pengujian pada sistem transmisi yang sudah dirancang dan dibuat. Pengujian ini sangat berguna untuk mengetahui jarak maksimal yang dapat ditempuh sepeda listrik ini yaitu sejauh 30 km. sepeda listrik tidak memenuhi target beban maksimal yang dapat diterima maka akan dilakukan peninjauan ulang dan kembali ke tahap perancangan dan perhitungan.

Salah satu tahapan dalam proses perancangan system transmisi sepeda ialah perancangan kecepatan. Menurut Prasetyo (2013), merancang kecepatan sepeda dapat menggunakan cara berikut. Pertama dengan menentukan besaran diameter luar roda penggerak yang akan dipakai sehingga dapat diestimasi keliling lingkaran roda tersebut menjadi:

$keliling\ lingkaran = \pi D$(2.1) yang mana, $\pi = 3,14$ dan $D =$ diameter lingkaran (m). lalu setelah didapatkan besaran keliling lingkaran untuk menghitung kecepatan putar roda awalnya kita tentukan terlebih dahulu pada kecepatan berapasepeda akan melaju selanjutnya kita hitung berapa kecepatan putar roda belakang dengan rumusan seperti berikut :

$$n =$$

$$\frac{Kecepatan\ rencana \times 1000\ m/jam}{Keliling\ roda\ penggerak} \dots\dots\dots(2.2)$$

Yang mana n merupakan kecepatan putar roda penggerak. Sehingga dari perhitungan diatas didapatkan berapa besaran kecepatan putar roda penggerak pada kecepatan yang kita tentukan.

Dengan membuat sebuah konsep desain yang diharapkan daftar kebutuhan produk dapat didapatkan, maka selanjutnya diterapkan pada konsep desain. Nantinya konsep desain ini yang menentukan hasilnya bagaimana pada penelitian ini.

3. Hasil dan Diskusi

Tabel 2. Daftar kebutuhan

Dikarenakan kecepatan sepeda diharapkan dapat mencapai 30 km/jam, maka untuk menentukan kecepatan sepeda tersebut, diperlukan kecepatan putar motor listrik sebagai berikut. Pertama roda yang dipakai adalah ban 90/80 Ring 14 yang diameter luarnya 0,46 m, sehingga dapat diestimasi keliling lingkaran roda tersebut menjadi:

$$keliling\ lingkaran = \pi D$$

.....(2.1) yang mana, $\pi = 3,14$ dan $D =$

diameter lingkaran (m) sehingga untuk keliling roda penggerak dapat dihitung sebagai berikut:

$$keliling\ roda\ penggerak = \pi D$$

$$keliling\ roda\ penggerak = 3,14 \times 0,46$$

$$keliling\ roda\ penggerak = 1,444\ m$$

Lalu, setelah diketahui keliling roda penggerak jadi dapat disimpulkan 1 langkah putaran sepeda sebesar 1.444 m. Lalu, untuk menghitung kecepatan putar motor diperlukan perhitungan seperti pada gambar 1 berikut:

$$n = \frac{\text{Kecepatan rencana} \times 1000 \text{ m/jam}}{\text{Keliling roda penggerak}}$$

$$n = \frac{30 \times 1000 \text{ m/jam}}{1,444 \text{ m}}$$

$$n = \frac{30000 \text{ rotasi/jam}}{1,444 \text{ m}}$$

$$n = 20775,623 \text{ rotasi/jam}$$

$$n = \frac{20775,623 \text{ rotasi/jam}}{kn}$$

$$n = 346,260 \text{ rpm}$$

Jadi, putaran roda yang dibutuhkan untuk mencapai kecepatan 30 km/jam sebesar 346,260 rpm atau jika dibulatkan menjadi 350 rpm

3.1. Sistem Transmisi

Sistem transmisi pada sepeda listrik rancangan kami memiliki beberapakomponen yang perlu diketahui baik untuk kelistrikan maupun mekanisnya. Komponen yang direncanakan dan direkayasa di desain sesuai daftar kebutuhan yang sudah dipersiapkan sebelumnya. Disini kami menggunakan beberapa komponen yang terdapat pada pasaran untuk memudahkan perawatan serta perbaikan jika kedepannya rancangan kami akan diproduksi masal. Komponen yang dimaksud diantaranya dijelaskan pada Tabel 3 sebagai berikut:

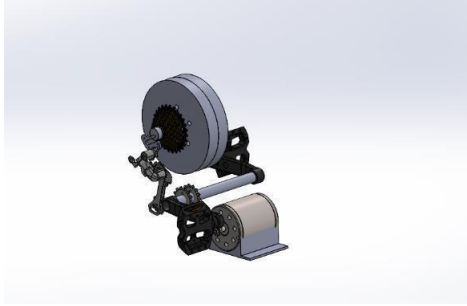
Tabel 3. Komponen Sistem Transmisi Untuk Penelitian

No.	Nama komponen	Jumlah	Type dan Jenis
1.	Motor	1	Motor MY-502 Watt 36 volt
2.	Modul	1	Universal 36 vo
3.	Baterai	3	12 volt
4.	Sprocket sepeda	1	11- 52T
5.	Shifter dan rear deraileur		Shimano accera 8
6.	Oneway gear sepeda	1	
7.	Rantai kecil	1	Polygo n
8.	Rantai besar	1	
9.	Sprocket set motor	2	22- 38T
10.	Flywheel	1	Diameter 22 cm t 6 cm
11.	Flywheel shaft	1	Diameter 28 m

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

3.2. Konsep Desain dan Biaya

Selain Pada konsep desain 1, transmisi untuk sepeda listrik yang selanjutnya terdiri dari motor listrik yang disambungkan dengan *sprocket one way* yang juga menjadi 1 *shaft* dengan pedal kayuh. Pedal kayuh ini dapat digunakan saat darurat atau saat baterai sedang habis. Kemudian *sprocket one way* ini dihubungkan dengan *gear sprocket* Shimano Accera 8 Speed yang juga sekaligus terhubung dengan *flywheel* sepeda. Nantinya *sprocket* ini juga terhubung dengan *rear derailleur* dengan merek yang sama untuk mendapatkan sistem perpindahan percepatan dan juga diharapkan dapat memperingan beban kerja motor. Lalu, dari *sprocket* ini dihubungkan langsung dengan *shaft* menuju ke *sprocket motor* untuk dihubungkan ke roda. Untuk penempatannya dapat dilihat pada gambar desain 1 di bawah:



4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal. Perancangan sistem transmisi E-Bike of PPNS dirancang menggunakan software Solidworks 3D. Tahap perancangan alat ini menggunakan metode Ulrich dengan tiga konsep yang berbeda berdasarkan kriteria sesuai dengan daftar kebutuhan. Kriteria yang dipertimbangkan antara lain performa, manufaktur, dan ekonomis. Dari ketiga konsep tersebut dipilihlah konsep 1 yang memenuhi kriteria dan dilanjutkan pada proses penghitungan untuk melakukan pemilihan sumber daya yang tepat nantinya. Pada proses dalam penentuan sumber daya yang tepat ini dilakukan dengan penghitungan salah satunya dengan penghitungan ratio final gear serta mencari barang yang tersedia di pasar. Hasil penghitungan tersebut diketahui jika yang cukup menggunakan motor dengan power antara 500- 1000 watt dengan tegangan sebesar 36 V. Setelah diketahui sumber daya maka dilakukan fabrikasi prototype sepeda listrik yang akhirnya ditemukan harga poko produksinya sebesar Rp3.315.000.

Daftar Pustaka

- Anonim. (2021). *Kelebihan dan Kekurangan Sepeda Listrik Selis Murai*. [Online]. Update 20 Agustus 2021. Available at <https://gaspol.id/ebike/kelebihan-dan-kekurangan-sepeda-listrik-selis-murai/> [Accessed 20 Februari 2023]
- Batan, I. M. L. (2012). *Desain Produk*. Surabaya: Guna Widya
- Bender, Donald. (2015). *Flywheels*. California: Sandia National Laboratories Desga, W., Putri, F. M.,
- International Energy Agency. (2021). *Global Energy Review: CO2 Emissions in 2021*. [Online]. Update April 2021. Available at: www.iea.org [Accessed Januari 2023]
- International Energy Agency. (2022). *An Energy Sector Roadmap to Net Zero Emissions in Indonesia* [Online]. Update September 2022. Available at www.iea.org [Accessed 20 Februari 2023]
- Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia. (2022). *Akselerasi Net Zero Emissions, Indonesia Deklarasikan Target Terbaru Penurunan Emisi Karbon*. [Online]. Update Oktober 2022. Available at: <https://ekon.go.id/publikasi/detail/4652/akselerasi-net-zero-emissions-indonesia-deklarasikan-target-terbaru-penurunan-emisi-karbon> [Accessed 20 Februari 2023]
- Kondusamy, M. V., dkk. (2021). Design And Analysis Of Chainless Transmission Electric Bicycle. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(10): 5848-5862
- Faj'ri, M.H. (2018) *Desain Sepeda Listrik dengan Style Motor Boardtrack sebagai Sarana Mobilitas di Perkantoran yang Cepat dan Efisien*, Tugas Akhir.
- Ginting, Rosnani. 2010. *Perancangan Produk*. Jogjakarta : Graha Ilmu
- Maskur, F. (2020). *Kemenperin : 10 Pabrik Sepeda Motor listrik Telah Berproduksi*. [Online]. Update 8 November 2020. Available at <https://otomotif.bisnis.com/read/20201108/273/1314942/kemenperin-10-pabrik-sepeda-motor-listrik-telah-berproduksi>. [Accessed 20 Februari 2023]
- Pareza, S. (2020). *Design and Manufacturing an Electric Bike as Energy- Saving Transportation*. Padang: Universitas Negeri Padang
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 45 Tahun 2020 tentang Kendaraan Tertentu dengan Menggunakan Penggerak Motor Listrik.
- Santoso, J. T. (2022). *Sepeda Listrik: Perencanaan, Perakitan dan Perbaikan*. Semarang: Yayasan Prima Agus Teknik
- Sularso, Kiyokatsu Suga. (1994). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Cetakan ke-10*. Jakarta: Pradnya Paramita
- Tandon, P., Awasthi, A., dkk. (2011). Design and Simulation of an Intelligent Bicycle Transmission System. *IEEE/ASME Transactions On Mechatronics*, 16(3): 509-517
- Ulrich, Karl T., Steven D Eppinger. (2001). *Perancangan dan Pengembangan Produk*. Jakarta: Salemba Teknika
- Zhang, S.-P., Tak, T.-O. (2021). Efficiency Evaluation of Electric Bicycle Power Transmission Systems. *Sustainability*, 13: 10988.
- Deuschman, Aaron D; Mitchels, Walter J.; Wilson Charles E. (1975). *Machine Design : Theory and Practice*. New York : Macmillan Publishing Co., Inc.
- Mott, Robert L. (2004). *Machine elements in Mechanical Design*. New Jersey: Prentice Hall.

