

PERANCANGAN SISTEM PENGGERAK DUA RODA PADA E-BIKE

Christopher Imantaka¹⁾, Sigit Joko Purnomo²⁾, Arif Rahman Saleh³⁾

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

Jl. Jalan kapten Suparman 39 Magelang 56116

Email: christopherimantakasp49@gmail.com.

ABSTRAK

Masalah transportasi di Indonesia merupakan hal yang sangat serius terutama di banyak kota besar. Hal ini berdampak pada meningkatnya polusi udara dan terjadi kemacetan sehingga dibutuhkan upaya solusi dengan peningkatan perbaikan sistem transportasi maupun teknologi yang ramah lingkungan. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan pengembangan sepeda listrik yang sekarang ini banyak digunakan dalam masyarakat. Sepeda listrik dapat dikembangkan dengan sepeda kayuh berteknologi dengan penggerak dua roda. Melalui teknologi ini maka dihasilkan sepeda yang memiliki tenaga di kedua rodanya yang memungkinkan sepeda untuk lebih mudah melalui berbagai kontur jalan. Teknologi penggerak dua roda dapat digunakan sebagai alternatif tambahan dalam sistem pemindah daya roda. Penelitian ini dilakukan menggunakan metodologi studi Pustaka dan proses perancangan sepeda listrik penggerak dua roda. Proses pemindah daya dimulai dengan tenaga dari motor listrik yang menggerakkan roda belakang dan diteruskan menggunakan transmisi *universal joint* dan roda gigi sehingga daya dapat disalurkan hingga ke roda depan. Hasil penelitian didapat dari hasil perhitungan ialah energi yang ditransfer dari roda belakang hingga roda depan disaat roda gigi 28 buah, dengan putaran 88,35 Rpm dan transfer daya pada *crown wheel* depan dengan putaran 108,42 Rpm.

Kata Kunci: Sepeda Listrik, Penggerak dua roda, *Crown wheel*.

ABSTRACT

Transportation problems in Indonesia are very serious, especially in many big cities. This has an impact on increasing air pollution and congestion so that solutions are needed by improving transportation systems and environmentally friendly technologies. One of the efforts made is the development of electric bicycles which are now widely used in society. Electric bicycles can be developed with the technology of pedaling bicycles with two-wheel drive. Through this technology, a bicycle that has power on both wheels is produced which allows the bicycle to more easily pass through various road contours. Two-wheel drive technology can be used as an additional alternative in wheel drive systems. This research was conducted using the library study methodology and the design process of a two-wheel drive electric bicycle. The power transfer process begins with power from an electric motor that drives the rear wheels and is continued using a *universal joint* and gears so that power can be transmitted to the front wheels. The results obtained from the calculation are the energy transferred from the rear wheels to the front wheels when the gears are 28 pieces, with a rotation of 88.35 Rpm and power transfer to the *crown wheel* with a rotation of 108.42 Rpm.

Keywords: Electric bicycle, two-wheel drive, *Crown wheel*.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang mengalami pertumbuhan penggunaan sepeda konvensional yang sangat signifikan pada saat pandemi covid-19 pasalnya *The Institute for Transportation and Development Policy* (ITDP) mengumumkan di tahun 2020 bahwa peningkatan penggunaan sepeda naik sebesar 1000 persen atau 10 kali lipat dari biasanya di Jakarta (<https://otomotif.tempo.co.id>).

Pada mulanya sepeda merupakan alat untuk berolahraga dan transportasi manusia yang diciptakan untuk mempermudah pergerakan manusia dalam beraktifitas yang dayanya dihasilkan dari usaha yang diciptakan melalui kayuhan pedal sepeda yang memutar *Gear* besar sepeda, sehingga dapat memutar rantai sepeda yang terhubung ke *Gear* belakang yang menyebabkan terjadinya putaran pada ban belakang sepeda.

Semakin membutuhkan penyempurnaan teknologi yang dapat dipasangkan pada sepeda konvensional contohnya seperti munculnya sepeda listrik yang merupakan inovasi manusia untuk menciptakan transportasi yang ramah lingkungan, hemat energi dan yang pastinya mengurangi ketergantungan manusia akan bahan bakar minyak yang akan habis.

Pada penelitian tentang “Sepeda Kayuh Penggerak Dua Roda (Sistem Transmisi)” hasil dari perancangan sepeda kayuh agar ban depan dan belakang sepeda bergerak secara bersamaan menggunakan metode transfer yang dimana hasil dari penelitian yang diperoleh transmisi rantai yang mempunyai kemampuan memindahkan daya sebesar 341,91 Watt dan mampu menahan beban sampai 2813,13 N dengan menggunakan perbandingan roda gigi sepeda 3,3 : 1 dan gaya yang dibutuhkan untuk menggerakkan dua roda pada jalan lurus 88,17 N dan 6,22 N pada jalan yang menanjak. Pada penelitian yang telah dilakukan terdapat kekurangan lebih baik

menggunakan transmisi poros *fleksibel* pada rangka tengah guna mengurangi hilangnya energi yang dipindahkan dari roda belakang ke roda depan.

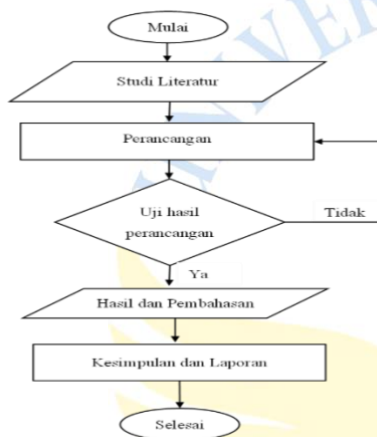
Penulis memiliki ide untuk melakukan optimasi pada perancang sepeda listrik berpenggerak dua roda yang dimana penulis melakukan perubahan rangka sepeda listrik dan penambahan *universal joint* pada rangka tengah sebagai penghubung transfer dari putaran belakang ke roda depan sepeda. Dari penambahan ini sangat berperan penting karena dengan penambahan transmisi penggerak roda depan akan sangat memudahkan sepeda saat melewati jalan terjal yang licin maupun jalan yang berlumpur karena roda depan dan roda belakang yang bergerak secara bersamaan. Sepeda listrik penggerak dua roda ini bisa digunakan sebagai sarana untuk berolahraga maupun transportasi masyarakat di wilayah dataran tinggi.

Sehingga akan dilakukan penelitian untuk mengoptimasi proses perancangan sistem penggerak dua roda yang akan diterapkan pada sebuah *E-Bike*. Selanjutnya akan dilakukan tahapan perancangan mulai dari desain sampai dengan perhitungan komponen penggerak roda pada sepeda.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dimulai dengan mencari referensi berupa buku, jurnal, skripsi atau artikel mengenai permasalahan serta pembahasa yang akan diteliti. Setelah itu masuk kedalam pengumpulan data dan spesifikasi yang akan diteliti kemudian masuk ke dalam perancangan yang dimana diperancangan melakukan pengukuran, perhitungan dan perancangan desain serta spesifikasi bahan yang akan digunakan untuk merancang model rangka dengan Solidworks 2016. Data perancangan yang sudah jadi kemudian diteruskan ke Uji hasil perancangan yang dimana didalamnya dilakukan Uji kekuatan rangka sepeda yang telah didesain lalu di uji dengan menggunakan Ansys Workbench 16.2 yang dimana rangka sepeda diberikan

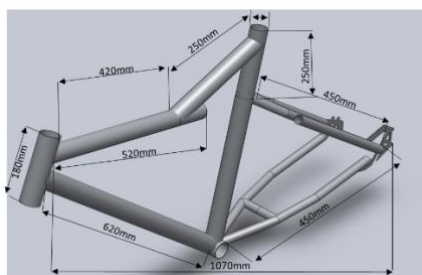
spesifikasi material yang sesuai dengan penelitian kemudian akan disimulasikan menggunakan material dan pembebanan total deformasi dan faktor ke amanan. Setelah uji perancangan selesai jika hasil simulasi tidak sesuai dengan perhitungan maka Kembali ke point perancangan. Setelah hasil uji perancangan sesuai dengan Perancangan maka data dilanjutkan ke hasil dan pembahasan setelah data diolah kemudian masuk ke kesimpulan dan laporan yang dimana pada tahap ini kesimpulan dan laporan berbentuk skripsi. dalam melakukan perancangan tahap yang dilaksanakan sesuai pada gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Perancangan

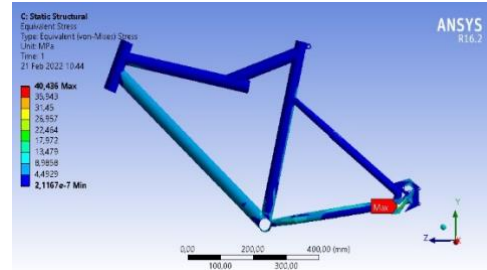
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan rangka



Gambar 2. Desain Rangka

Dari hasil perancangan rangka kemudian diuji menggunakan software ansys untuk mengetahui hasil *Equivalent stress* dan *safety factor*.



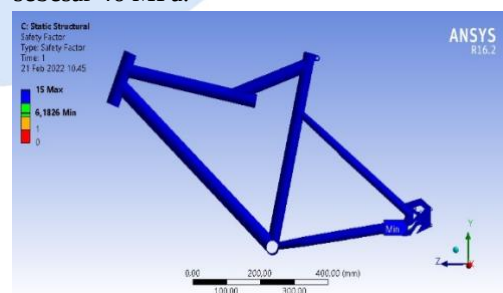
Gambar 3. Simulasi *Equivalent stress*

Material yang digunakan pada rangka sepeda untuk simulasi adalah Aluminium alloy (Al 6061) yang memiliki tegangan luluh (276 MPa)

- Untuk menentukan tegangan izin material, dimana nilai faktor keamanan (N) untuk benda bergerak adalah 6.

$$(S_{syp}) = \frac{276}{6} = 46 \text{ MPa}$$

Pengujian analisa beban statis pada rangka sepeda dilakukan untuk mengetahui nilai stress yang terjadi pada struktur rangka. Dimana pengujian beban stasis dilakukan dengan simulasi menggunakan Ansys dengan berat pengemudi 86 kg sehingga didapatkan tegangan maksimum dari simulasi sebesar 40,43 MPa. Hasil simulasi rangka dapat dikatakan aman jika tegangan maksimum tidak melebihi dari tegangan ijin material, hasil perancangan sepeda listrik dengan beban pengendara sebesar 86 kg masih dalam batas aman dimana nilai maksimum 40,43 MPa lebih kecil dari tegangan ijin material sebesar 46 MPa.



Gambar 4. Simulasi *Safety factor*

Pengujian safety Factor bertujuan untuk mengetahui tingkat keamanan pada rangka sepeda yang telah dirancang, dimana faktor keamanan untuk beban bergerak yaitu 6. Sehingga hasil dari simulasi rangka didapat nilai faktor keamanan minimum sebesar

6,186 dan maksimal 15. Hal ini menunjukkan bahwa rangka sepeda dapat dikatakan aman karena masih diatas nilai faktor keamanan yang diizinkan.

B. Hasil perancangan rantai

Mencari Daya yang mampu ditransmisikan oleh rantai

$$P = \frac{2.3,14.60.142.01}{60} = 891,91 \text{ watt}$$

$$\text{Design Power} = P \times K_s \\ = 891,91 \times 1,875$$

Dari Perhitungan design power didapatkan rantai tipe 08B. Dengan spesifik

$$\text{Pitch} = 12,7 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter Pitch} = 8,51 \text{ mm}$$

$$\text{Width of roller} = 7,75 \text{ mm}$$

$$\text{Breaking load} = 17,8 \text{ kN}$$

$$\text{Beban Rantai : } W = \frac{1672,33}{0,541} = 3091,18 \text{ N}$$

$$\text{Factor Of Safety : } F_{os} = \frac{17800}{3091,18} = 5,75$$

Desain Transmisi dapat dikatakan aman dikarenakan pada tabel Batas Fos amannya 7,8 sedangkan di dapatkan dari perhitungan FoS di dapat 5,75

Faktor Servis

Beban (K1)= 1,25 untuk beban variable dengan guncangan ringan

Beban (K2)= 1,5 Untuk pemakaian terus menerus

Pemakaian (K3)= 1 Untuk pemakaian selama 8 jam sehari

$$\text{Jadi } K_s = K_1 \times K_2 \times K_3$$

$$= 1,25 \times 1,5 \times 1$$

$$= 1,875$$

Beban Total yang di terima rantai

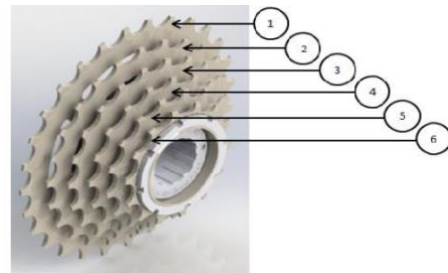
Beban Total = w + w sebuah rangka + w Pengguna

$$= 3091,18 + 196 + 686$$

$$= 3973,18 \text{ N}$$

Jadi transmisi rantai aman menahan beban 3973,18 N karena tidak melebihi Breaking load (Wb) yaitu 17800 N

C. Hasil Perancangan gear



Gambar 5. Gear belakang

Tabel 3. Jumlah roda gigi

Jumlah Roda gigi belakang	Diameter Roda gigi
28	113mm
24	97,28mm
21	85,21
18	73,02
16	65,02
14	57,02

D. Hasil putaran pada sprocket belakang

Tabel 4. Putaran sprocket

Jumlah roda gigi T1	Kecepatan putaran N1 (Rpm)
28	88,35 Rpm
24	103 Rpm
21	117,8 Rpm
18	137,43 Rpm
16	154,5 Rpm
14	176,7 Rpm

E. Hasil perancangan crown wheel belakang

Diketahui :

$$D_p = 10 \text{ mm}$$

$$D_g = 45 \text{ mm}$$

$$m = 1,25$$

❖ Diameter Crown wheel dan pinion

$$D_p = m \times T_p$$

Mencari Jumlah gigi pinion: $T_p = \frac{D_p}{m}$

$$T_p = \frac{10 \text{ mm}}{1,25} = 8$$

Jumlah gigi pinion dari perhitungan tersebut sebanyak 8 buah jumlah gigi pinion.

$$D_g = m \times T_g$$

Mencari Jumlah gigi pada gear: $T_g = \frac{D_g}{m}$

$$T_G = \frac{45}{1,25} = 36$$

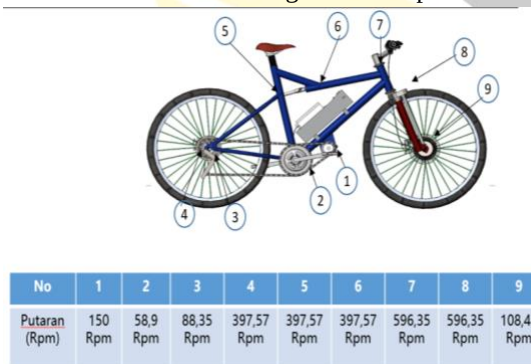
Jumlah gigi gear dari perhitungan tersebut sebanyak 36 buah jumlah gigi gear.

F. Hasil perancangan poros *propeller*
Penyaluran tenaga yang didapat dari *Crown Wheel* poros belakang yang disalurkan ke poros *propeller* pada bagian tengah yang kemudian putarannya diteruskan sampai ke komstir depan. Dimana didalam komstir tepatnya diujung *Propeller shaft* terdapat *gear pinion* yang mempunyai diameter 15 mm dan *spider gear* ukuran 10 mm. Dengan panjang poros *propeller shaft* yang menghubungkan bagian tengah ke komstir depan dengan ukuran 40 x 15 mm.

G. Hasil Perancangan *corwn wheel* depan.

Hasil perancangan pada *Crown Wheel* depan terdapat 33 roda gigi dan 9 gigi pada *pinion* yang hasilnya didapat dari perhitungan yang menyesuaikan dengan ukuran yang pas pada sepeda listrik.

H. Menghitung putaran yang ditransfer dari roda belakang ke roda depan.



Gambar 6.Total transfer daya dari belakang

I. Prinsip kerja penggerak dua roda



1. Ketika trotol gas di tarik / sepeda di kayuh rantai akan sprocket belakang sehingga roda belakang bergerak.

2. Disaat roda belakang berputar *corw wheel* yang terpasang pada roda belakang juga ikut berputar.

3. Ketika *crown wheel* berputar dan menggerakkan *propeller shaft* yang terhubung ke *universal joint* pada rangka tengah

4. Lalu *propeller shaft* bagian tengah bergerak memutar roda gigi miring yang terdapat pada komstir sepeda.

5. Ketika roda gigi miring pada komstir mendapat daya lalu meneruskan daya ke bagian bawah sepeda.

6. Pada bagian depan sepeda terdapat *propeller shaft* yang ujungnya terdapat pinon yang nantinya akan berputar untuk menggerakkan *crown wheel* yang berada pada roda depan sepeda

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dari perencanaan sistem transmisi sepeda listrik penggerak dua roda dapat diambil kesimpulan:

1) Perancangan sepeda listrik penggerak dua roda dimulai dari perancangan *crown wheel* yang berada disamping piringan cakram belakang, kemudian masuk ke perancangan *propeller shaft* yang terhubung dengan *gear pinion* dan disatu sisi lagi terhubung dengan *universal joint* yang berfungsi sebagai media transfer pada rangka tengah, setelah dari *universal joint* kemudian merancang poros *propeller* yang terhubung dari tengah ke komstir sepeda yang dimana pada komstir sepeda terdapat *gear pinion* dan *spider* yang dayanya di teruskan oleh *propeller shaft* di dalam komstir terdapat rantai dan gear yang terhubung dan dari gear di komstir di teruskan ke poros *propeller* yang terhubung ke roda sepeda bagian depan.

2) Dari hasil perancangan diatas di dapatkan bahwa diameter gear belakang pada $T_1 = 28$ memiliki dimensi 11,3 cm dan $T_6 = 14$ memiliki dimensi 5,70 cm sedangkan ukuran

crown wheel pada bagian belakang yang disandingkan dengan *disk* rem roda belakang memiliki diameter 45 mm dengan roda gigi 36 buah sedangkan untuk *pinion* menggunakan diameter 10 mm dengan jumlah roda gigi 8 buah. Kemudian untuk *crown wheel* di bagian depan menggunakan ukuran yang sudah ada yaitu 33 buah untuk *crown* dan 6 buah pada *pinion* pada gear *pinion* yang didapat dari perancangan sistemtransmisi. Dari uji simulasi perancangan Rangka sepeda listrik penggerak dua roda memnuhi standar untuk faktor safety dan Tegangan.

3) Dari *transfer* energi yang dapat dipindahkan dari putaran pada *crown wheel* belakang di saat $T1=28$ N= 88,35 Rpm dan putaran *crown wheel* depan N =108,42 Rpm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aditya. B. (2018, Maret).Perancangan Transmisi Sepeda Disabilitas Berbasis Elektrik. *SPARK*, 01, 6-10.
- [2] Arisp zona elektro. 2013 “ Motor Listrik, Prinsip Kerja Motor Listrik dan jenis motorListrik”,<http://zoniaelektro.net/motor-listrik/> Diakses 7 Agustus 2021.
- [3] A.Imran, S. Samhuddin, and L. Hasanuddin, “ Perancangan Analisa dan Simulasi Rangka Sepeda Listrik Untuk Masyarakat Perkotaan.” *DINAMIKA jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, Vol. 9, no.2,pp. 52-58, 2018.
- [4] Hendarto. (2019). Perancangan Sepeda Listrik Dengan Menggunakan Motor DC Seri. *Jurnal Fokus Elektroda*, 04, 2502-5562.Retrievedfrom<http://ojs.uho.ac.id/index.php/jfe/>
- [5] M. H. A Setyo Bambang, “Perancangan dan Analisis kekuatan Frame Sepeda Hybrid“TRISONA” Menggunakan Software Autodesk inventor,” *IPTEK*,pp. 37 44, 2016.
- [6]Nainggolan,Benhurdkk.2016“Rancangba ngun Sepeda Listrik Menggunakan Panel Surya Sebagai Pengisi Baterai”, *Jurnal media, politeknologi* Vol.15 No.3:Jakarta
- [7] Nurhadi. (2018, Februari 3). Pengembangan Motor Listrik Sebagai Sarana. *SENIATI*, 249-255.
- [8] Pramono, C. (2018). *Sistem Transmisi Roda Gigi*. Yogyakarta, Jawa Tengah, Indonesia: Anom Pustaka.
- [9] Satria, D. d. (2017). Analisa Perhitungan Energi Listrik Pada Sepeda Listrik Hybrid. *J. Media*, 3, 9-19.
- [10] Sularso dan Kiyokatsu Suga, 1983, “Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin”. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- [11] Tiopan, M. (2017). *Sepeda Kayuh Penggerak Dua Roda (Sistem Transmisi)*. Surakarta: Fakultas Teknik Univ. Sebelas Maret Surakarta.
- [12] Maryanti B., soneif A.,A., Wahyudi S., 2011, Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik,Vol. 2, No. 2, Hal. 123-129.