

RANCANG BANGUN SEPEDA LISTRIK UNTUK PENDERITA CACAT KAKI

Eko Sulisty¹, Rodika²

¹ Dosen Jurusan Teknik Elektronika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

² Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Email: sulisty.eko@gmail.com

ABSTRACT

This time the need of transport's mode for the disabled leg is not maximized. To fulfill these need, we need the necessary transportation tools, one of the tools is a bike. However, the existing bike cannot be used for patients with leg disabilities. The purpose of this research is to design an electric bike wake for the disabled leg with movers using hand paddles and electric system. Bikes are made to be able to provide a low risk of injury while driving and can be used on any terrain. This research will be focused on the design and make electric bike frame for the disabled leg with brushless motor drive and battery charging via PLN's electricity. The stages of the research is the first stage of drafting the bike according to the list of needs. The concept design electric bikes are made with size 1270 x 850 x 1226 mm and uses three wheels. For the movers using brushless DC motors 350 Watt / 48 V with battery accu used 12V / 7 Ah combined series of 4 pieces battery and for manual use paddle power hand. The second stage of is the process of making electric bike. The third stage of is the process of testing an electric bike. Tests performed include testing the strength of the frame, tilt test and movers's test on the bike. From the results of Static test performed that by loading 70 kg on the bike showed the bike suffered no damage and passed the test. In testing of stability with position of the front wheel facing upwards, downwards and sideways with make a tilt angle of 10°. The test results revealed bike was not damaged and will not tip so the bike passed the test. For the test movers electric bike, the speed of electric bicycles from testing up to 20Km / h on a straight road for 1 hour and charging time for 3.5 hours using a charge battery 48V / 2A through voltage PLN's source.

Keywords: foot deformity, stability, electric bikes

PENDAHULUAN

Sebagian orang ada yang memiliki ketidak sempurnaan (cacat fisik), kecacatan tersebut bagi sebagian orang dapat menghambat aktifitasnya. Tetapi bagi sebagian orang keterbatasan fisik bukan menjadi penghalang untuk melakukan aktifitas.

Salah satu peraturan tertulis tentang kesamaan para penyandang cacat dengan masyarakat normal lainnya adalah Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1997, pasal 1 (ayat 1) dan Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 1998, khususnya pasal 1 (ayat 1) dengan tegas dinyatakan bahwa, sebagaimana warga masyarakat lainnya, penyandang cacat “ berhak mempunyai kesamaan kedudukan, hak dan kewajiban dalam berperan dan berintegrasi secara total sesuai dengan kemampuannya dalam segala aspek kehidupan dan penghidupannya”. Dalam implementasinya, sebagian masyarakat ada yang belum menyadari betapa pentingnya menyediakan prasarana dan sarana aksesibilitas standar bagi para penyandang cacat secara fisik. Dalam hal ini bagi penderita cacat kaki, untuk menunjang aktifitas terutama dalam hal mobilitas dari satu tempat ke tempat lain akan terganggu, maka diperlukan alat bantu transportasi.

Sepeda sebagai alat transportasi darat yang murah dan ramah lingkungan, sangat menarik untuk

dikembangkan bila dibandingkan dengan mode transportasi yang lain seperti mobil dan motor. Selain itu, sepeda sudah banyak dimanfaatkan untuk transportasi umum, transportasi ke tempat kerja, serta telah menjadi gaya hidup (*life style*) di kota-kota besar . Kebutuhan konsumen terhadap sepeda menunjukkan tren yang semakin meningkat [1]. Dampak yang ditimbulkan adalah semakin banyak tipe dan model sepeda yang beredar di pasaran. Namun, sepeda yang ada di pasaran belum mengakomodir untuk bisa digunakan pada penderita cacat kaki, sehingga perlu penelitian untuk perencanaan dan pembuatan sepeda khususnya untuk penderita cacat kaki. Penelitian tentang pembuatan alat transportasi khususnya sepeda sudah banyak dilakukan diantaranya pada tahun 2004, I Made Londen Batan merancang sepeda roda tiga, yang direncanakan untuk bisa dipakai oleh penderita cacat tubuh (satu tangan atau satu kaki buntung). Akan tetapi biaya pembuatan sepeda ini sangat tinggi dan tidak cocok untuk jalanan yang menanjak dan belum dilengkapi dengan energi baterai. Selanjutnya pada tahun 2012, D.Z. Anugra dalam penelitiannya tentang sepeda listrik bertenaga surya, hasil dari penelitian ini sepeda masih diperuntukkan bagi orang yang normal dan belum bisa digunakan

untuk pengendara yang mengalami cacat kaki. Disamping itu dalam penelitian ini, tenaga surya sebagai sumber sepeda belum optimal dikarenakan kontrol traking daya maksimum (*maximum power tracking*) pada *solar cell* belum dibuat. Selanjutnya pada tahun 2014, Rodika melakukan penelitian sepeda listrik roda tiga yang dapat dikayuh dengan kaki. Dari hasil evaluasi terhadap sepeda ini didapatkan kendala pada saat berbelok pada kecepatan diatas 30 km/jam kesetimbangan roda depan sepeda tidak stabil dan dapat membahayakan pengendara dan beresiko terjadi kecelakaan.

Dari permasalahan diatas dan untuk membantu penderita cacat kaki untuk beraktifitas dan kebutuhan akan alat transportasi yang aman dan ergonomis [2], akan dirancang dan dibuatkan sepeda listrik untuk penderita cacat kaki dengan desain rangka yang dapat digunakan manual dan listrik. Desain manual bertujuan sebagai sepeda untuk aktifitas olah raga bagi penderita cacat kaki yang direncanakan dengan menggunakan pergerakan tangan dan desain listrik bertujuan sebagai sepeda untuk aktifitas transportasi untuk jarak yang jauh.

Dari penelitian sepeda listrik ini diharapkan dapat membantu penderita cacat kaki untuk beraktifitas dengan mudah khususnya masalah transportasi yang selama ini menjadi kendala.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini akan difokuskan dengan merancang dan membuat rangka sepeda listrik untuk penderita cacat kaki dengan penggerak motor *brushless* dan pengisian baterai melalui listrik PLN. Adapun tahapan penelitian yang dilakukan adalah :

- Tahap pertama dilakukan pengumpulan data dengan cara pembuatan kuisioner dan disebarkan kepada beberapa responden yaitu penderita cacat kaki. Dari hasil kuisioner selanjutnya dilakukan rekapitulasi data sebagai bahan referensi dalam perancangan dan pembuatan sepeda listrik sesuai dengan kebutuhan penderita cacat kaki.
- Tahap Kedua dilakukan pembuatan konsep sepeda sesuai dengan daftar kebutuhan dari hasil kuisioner. Konsep perancangan sepeda listrik yang dibuat dengan ukuran 1270 x 850 x 1226 mm dan menggunakan 3. Untuk penggerak menggunakan motor brushless dan untuk manual menggunakan tenaga kayuh tangan.
- Tahap ketiga dilakukan pemilihan material pada rangka sepeda listrik yang akan dibuat. Adapun untuk mengetahui material pada rangka sepeda listrik yang akan dibuat perlu diuji kekuatan dari material yang dipakai.
- Tahap Keempat adalah proses pembuatan sepeda listrik.
- Tahap Kelima adalah proses pengujian sepeda listrik. Adapun pengujian yang dilakukan meliputi :
 - Uji kekuatan rangka sepeda listrik. Pengujian kekuatan rangka sepeda listrik dilakukan dengan meletakkan beban 70 kg pada rangka sepeda. Tujuannya untuk menentukan kekuatan rangka sepeda agar aman digunakan.
 - Uji kemiringan sepeda listrik. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kestabilan sepeda

pada posisi miring. Adapun tahapan pengujian ini adalah dengan memiringkan posisi sepeda kemudian diberikan beban 70 kg pada rangka sepeda. Dari hasil pengujian diamati apakah sepeda masih stabil berdiri atau tidak. Jika sepeda masih dalam kondisi berdiri atau stabil maka proses pengujian dikatakan sesuai dengan perancangan dan sebaliknya.

- Uji kestabilan sepeda listrik saat berbelok. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kecepatan sepeda saat berbelok dan tidak terguling. Adapun tahapan pengujian ini adalah dengan memberikan kecepatan sepeda saat berbelok sesuai dengan hasil perhitungan dan mengamati kondisi sepeda apakah masih stabil atau tidak. Pemberian kecepatan ini dilakukan bertahap sampai kecepatan maksimum yang diijinkan agar sepeda ini tidak guling atau stabil saat berbelok.

Perancangan dan pembuatan sepeda listrik dilakukan di Bengkel Mekanik untuk rangka sepeda dan kontrolnya di Laboratorium Elektronika. Untuk pengujiannya dilakukan di jalan dengan kondisi jalan rata, turun dan naik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan metode penelitian, tahapan awal yang dilakukan adalah perancangan dan pembuatan sepeda, adapun hasilnya sebagai berikut:

Perancangan dan Pembuatan Rangka Sepeda

Rangka sepeda dibuat dengan menggunakan bahan bentuk pipa hollow kotak berukuran 30 x 30 mm sebagai rangka utama sepeda. Adapun konsep perancangan sepeda yang dibuat adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Konsep Rancangan Sepeda

Perhitungan momen bengkok maksimal pada rangka utama pada gambar 2 sebagai berikut:

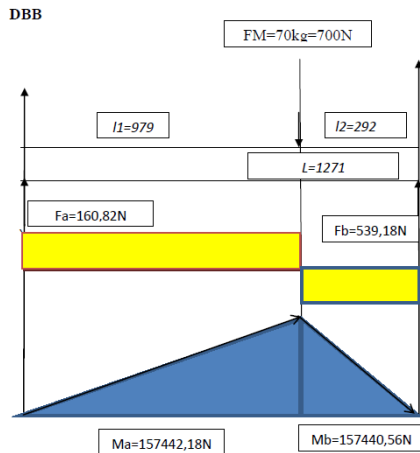
$$\begin{aligned} \sum F &= 0 \\ F_m &= 979 \text{ mm} - F_b \cdot 1271 \text{ mm} = \\ \mathbf{F_b} &= \mathbf{539,18 \text{ N}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum F &= 0 \\ F_a - F_m - F_b &= 0 \\ F_a &= F_m - F_b \\ F_a &= 700 \text{ N} - 539,18 \text{ N} \\ \mathbf{F_a} &= \mathbf{160,82 \text{ N}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum M &= 0 \\ M_b a &= F_a \times 979 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$M_b a = 157442,18 \text{ Nmm}$$

$\sum M = 0$
 $M_b = F_b \times 292 \text{ mm}$
 $M_b = 157440,56 \text{ Nmm}$
 Jadi momen bengkok maksimal pada rangka sepeda yaitu 157442,18 Nmm .



Gambar 2. Momen bengkok pada rangka utama

Perhitungan Kekuatan Batang Rangka.

Ukuran batang rangka = 30 x 30 mm

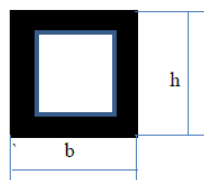
Bahan rangka = st42

$\sigma_{ijin} = 32 - 47$

Untuk menghitung kekuatan batang rangka menggunakan rumus berikut :

$\sigma_{bmax} = \frac{M_{bmax} \cdot C}{I}$

Dimana diketahui :



dan C yaitu : $\frac{1}{2} \cdot b$, Rumus inersia untuk Pipa Hollow Kotak yaitu :

$I = \frac{bh^3}{12}$

$\sigma_{bmax} = \frac{157442,18 \text{ Nmm} \cdot \frac{1}{2} \cdot 30 \text{ mm}}{\frac{bh^3}{12}}$

$\sigma_{bmax} = 34,98 \text{ N/mm}^2 = 35 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{bmax} \leq \sigma_{ijin}$

$35 \text{ N/mm}^2 \leq 47 \text{ N/mm}^2$ (aman).

Sedangkan perancangan sepeda lainnya dibuat sebagai Tabel. 1 berikut ini :

Tabel 1. Spesifikasi perancangan sepeda

Dimensi (P x L x T)	1270 x 850 x 1226 mm
Jarak Sumbu Roda (Depan – Belakang)	1269 mm
Jarak Sumbu Roda (Kiri – Kanan)	870 mm
Jarak Terendah (Ground Clearance)	349 mm
Sudut Belok Max	45°
Diameter Roda Depan	23" x 50 mm
Diameter Roda Belakang	20" x 50 mm
Sistem Suspensi	Shock Arsorber 750 lb
Sistem Pengereman	Tromol Kanvas Rem
Kapasitas Penumpang	1 Penumpang

Setelah perancangan rangka sepeda selesai dilakukan, selanjutnya proses pembuatan rangka sepeda. Hasil dari pembuatan rangka sepeda listrik sebagai berikut :



Gambar 3. Sepeda listrik

Perancangan dan Pembuatan Penggerak Sepeda

Penggerak sepeda menggunakan motor BLDC (brushless DC) 350 Watt/48 V, dengan baterai Aki yang digunakan 12V/7 Ah yang digabung seri sebanyak 4 buah aki, Sehingga aki yang digunakan menjadi 48V/7 AH. Arus yang dibutuhkan untuk menggerakkan motor dapat dihitung sebagai berikut $I = 350 \text{ W} / 48 \text{ V} = 7,219 \text{ A}$.

Waktu maksimal pemakaian motor adalah :
 Jam pemakaian motor = kapasitas aki (AH)/I motor
 $= 7 \text{ AH} / 7,219 \text{ A} = 0,97 \text{ Jam} = 1 \text{ jam}$ pemakaian
 Jika perhitungan dikurangi rugi –rugi aki sebesar 20%, maka didapatkan : Waktu pemakaian = 0,97 jam - dieffisiensi Aki sebesar 20 % = 0,98 jam – 0,196 jam = 0,784 Jam (47 menit). Sedangkan untuk pengisian baterai menggunakan charge aki 48V/2A

melalui sumber tegangan PLN. Perhitungan lamanya waktu pengisian adalah $7 \text{ AH} / 2 \text{ A} = 3,5 \text{ Jam}$.

C. PENGUJIAN SEPEDA

Pengujian yang dilakukan terhadap sepeda meliputi pengujian kekuatan statis, dinamis, kestabilan dan kecepatan. Berikut pengujian yang dilakukan:

- Pengujian Statis adalah pengujian statis/tak bergerak (*Static Strength*) dilakukan dengan pembebanan 70 kg pada sepeda. Hasil dari pengujian sepeda tidak mengalami kerusakan dan dinyatakan lulus pengujian.



Gambar 4. Pengujian statis

- Pengujian kestabilan dengan posisi roda depan menghadap ke atas, kebawah dan posisi roda miring ke samping dengan membuat sudut kemiringan 10° . Hasil pengujian dinyatakan sepeda tidak mengalami kerusakan dan tidak terguling sehingga sepeda dinyatakan lulus pengujian. Berikut gambar pengujian yang dilakukan.



Gambar 5. Pengujian kestabilan sepeda

- Pengujian kecepatan sepeda
Berikut hasil uji coba rata-rata kecepatan sepeda pada berbagai kondisi jalan sebagai berikut:

Tabel 2. Pengujian kecepatan sepeda

Percobaan Ke	Jarak (km)	Kecepatan (Km/Jam)	Kondisi jalan
1	1	30	Jalan turun
2	0,7	17	Jalan naik
3	1,3	20,4	Jalan datar

Kecepatan sepeda dan jarak yang ditempuh oleh sepeda bergantung kepada kondisi jalan yang ditempuh dan kapasitas baterai yang digunakan.

SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil perancangan dan pembuatan sepeda listrik untuk penderita cacat kaki dan pengujian yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perhitungan kekuatan material pada beban 70 kg didapat tegangan maksimum pada rangka sebesar 35 N/m² lebih kecil dari tegangan maksimum dari material sebesar 47 N/m² yang berarti rangka aman untuk digunakan.
2. Pengujian Statis yang dilakukan dengan pembebanan 70 kg pada sepeda. Hasil dari pengujian sepeda tidak mengalami kerusakan dan dinyatakan lulus pengujian
3. Pengujian kestabilan dengan posisi roda depan menghadap ke atas, kebawah dan posisi roda miring ke samping dengan membuat sudut kemiringan 10° . Hasil pengujian dinyatakan sepeda tidak mengalami kerusakan dan tidak terguling sehingga sepeda dinyatakan lulus pengujian.
4. Kecepatan sepeda listrik dari pengujian maksimal 20Km/jam pada jalan lurus dengan lama waktu 1 jam dan lama pengisian baterai 3,5 jam

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Riset, Teknologi dan DIKTI Republik Indonesia, yang telah memberikan dana hibah penelitian hibah bersaing untuk mengembangkan penelitian rancang bangun sepeda listrik untuk penderita cacat kaki tahun anggaran 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sanyoto, Budi Luwar. (2009), "Sepeda Untuk Orang Cacat Dengan Penggerak Motor Pemotong Rumput". Surabaya.
- [2] Nurmianto, E. (2004), Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya, Guna Widya, Surabaya.