

Modifikasi dan Pengujian Rangka Sepeda Listrik

Hannan Sugiharto¹, Gamawan Ananto Subekti²

Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur

Politeknik Manufaktur Bandung

Jl Kanayakan No. 21 - Dago, Bandung – 40135

Email : hannansugiharto@gmail.com, waloeyo_gamawan@yahoo.co.uk

Abstrak

Era globalisasi saat ini, segala aspek kehidupan dituntut untuk serba cepat dan instan. Hal tersebut sering kali membuat masyarakat cenderung mengabaikan kesehatan dirinya ketika berkegiatan rutin seperti pergi ke kantor. Salah satu olahraga yang dapat dipilih sesuai dengan permasalahan tersebut adalah bersepeda. Sepeda yang umumnya dipilih adalah sepeda gunung, karena sepeda ini memiliki sistem perpindahan gear yang dapat membuat nyaman pengendara ketika melalui berbagai macam medan yang ditempuh. Komponen terpenting dari sepeda yang berfungsi sebagai penopang berat pengendara maupun komponen sepeda lainnya adalah rangka, dimana rangka harus dijamin aman dan kuat sehingga analisa kekuatan rangka sangat diperhitungkan. Pada penelitian ini, rangka yang digunakan merupakan rangka yang telah dibuat sebelumnya. Hanya saja terdapat beberapa bagian pada rangka yang mengalami retakan pada sambungan lasannya, bengkok pada rangka belakang dan beberapa bagian pada rangka yang tidak berfungsi secara maksimal. Tahapan yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut dimulai dari memperbaiki rancangan khususnya komponen rangka belakang sepeda. Kemudian pembuatan model *3D* yang dilanjutkan dengan menganalisa gaya-gaya yang bekerja pada sepeda listrik dengan menggunakan metode simulasi *software*, diantaranya adalah beban pengendara dan beban komponen lainnya. Selain itu, menganalisa bahan yang digunakan pada rangka serta melakukan perhitungan kekuatan rangka dan kekuatan sambungan las, sehingga aman untuk digunakan. Proses pembuatan dan perbaikan rangka sepeda meliputi pembuatan gambar kerja, persiapan alat, pengerjaan permesinan dan pengelasan serta proses *3D printing*. Pada proses perakitan terdiri dari pemasangan komponen-komponen sepeda, motor BLDC *mid drive* dan baterai. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah mengukur dimensi sepeda listrik yang dibandingkan dengan gambar kerja, mengukur massa sepeda listrik, uji coba fungsi sepeda dengan cara dikayuh manual dan otomatis. Desain rangka sepeda listrik ini termasuk jenis rangka sepeda gunung *trail* dengan penggunaan dua suspensi yaitu bagian belakang dan depan dengan *travel* 120 mm, model desain rangka sepeda listrik ini diperoleh dari beberapa referensi, akan tetapi hasil yang dicapai memiliki desain keseluruhan berbeda dengan yang ada di pasaran. Beban pengendara yang dapat diangkut oleh rangka bisa mencapai 107 kg.

Kata kunci : Sepeda, rangka, desain

1. Pendahuluan

Era globalisasi sekarang ini, segala aspek kehidupan dituntut untuk serba cepat dan instan. Hal tersebut seringkali membuat masyarakat cenderung mengabaikan kesehatan diri. Menurut Badan Pusat Statistik (2015) (lifestyle.okezone.com), hanya 27,61% masyarakat Indonesia yang rutin berolahraga. Hal ini tentu sangat berbahaya karena malas berolahraga akan menimbulkan banyak penyakit yang cukup serius bahkan hingga kematian. Berdasarkan hasil penelitian Cambridge University, 676 ribu kematian setiap tahun terjadi akibat kurang bergerak.

Tingginya angka kematian tersebut membuat masyarakat mulai sadar akan kesehatan dan mulai rutin melakukan olahraga. Salah satu olahraga yang dapat dipilih sesuai dengan permasalahan tersebut adalah bersepeda. Sepeda yang umumnya dipilih adalah sepeda gunung, karena sepeda ini memiliki sistem perpindahan gear yang dapat membuat nyaman pengendara ketika melalui berbagai macam medan yang ditempuh. Komponen terpenting dari sepeda yang berfungsi sebagai penopang berat pengendara maupun komponen sepeda lainnya adalah rangka, dimana rangka harus dijamin aman dan kuat sehingga analisa kekuatan rangka sangat diperhitungkan. Pada penelitian ini, rangka yang digunakan merupakan rangka yang telah dibuat sebelumnya. Hanya saja terdapat beberapa bagian pada rangka yang mengalami retakan pada sambungan lasannya, bengkok pada rangka belakang dan beberapa bagian pada rangka yang tidak berfungsi secara maksimal.

Hal tersebut menjadi dasar untuk dilakukannya penelitian ini. Dalam tugas akhir ini, pembahasan akan difokuskan pada pembuatan dan perbaikan rangka sepeda listrik. Sepeda listrik ini digerakan oleh

Motor BLDC *mid drive* dengan daya 500 W. Sepeda listrik ini memiliki dua mode yakni manual dan otomatis. Hasil dari pembuatan dan perbaikan sepeda listrik ini adalah sepeda yang mampu meringankan pengguna ketika menghadapi lintasan menanjak dan nyaman ketika sepeda melalui lintasan yang kurang rata sehingga membuat pengguna tidak ragu untuk bersepeda.

2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari modifikasi dan pengujian rangka sepeda listrik adalah supaya dimensi sepeda sesuai dengan standar sepeda gunung, sepeda mampu menahan beban pengendara hingga 100 kg dan nyaman untuk dikendarai ketika kondisi jalan menanjak maupun lintasan yang tidak rata, serta bobot sepeda yang ringan.

3. Tinjauan Pustaka

Penelitian yang berkaitan dengan rangka sepeda listrik ini pernah dilakukan oleh Irpan Ripandi pada tahun 2018 di Politeknik Negeri Bandung. Penelitian yang dilakukan oleh Irpan Ripandi yaitu mengenai proses dari pembuatan sebuah rangka sepeda listrik dengan judul “Pembuatan Rangka Sepeda Listrik”. Dalam konsep rancangan yang dibuat, dijelaskan sepeda tersebut termasuk ke dalam jenis sepeda gunung *trail* dimana suspensi dipasang pada depan dan belakang rangka sepeda. Material yang digunakan dalam pembuatan rangka sepeda tersebut adalah Alumunium 6061. Sepeda ini dirancang supaya motor listrik dapat dipasang pada rangka sehingga pengendara dapat terbantu ketika di jalan yang menanjak. Selain motor, komponen pelengkap lainnya yang telah terpasang pada rangka adalah baterai lithium, *controller*, dan jok sepeda yang dapat diatur ketinggiannya dengan sistem hidrolik.

4. Metode Penelitian

Metodologi dan rencana kerja yang dilakukan dalam pembuatan tugas akhir akan dijelaskan pada bab ini. Adapun metoda penyelesaian masalah dalam pembuatan dan perbaikan rangka sepeda listrik ini digambarkan dalam diagram alir.

Penelitian dimulai dengan melakukan studi literatur mengenai rangka sepeda (khususnya rangka sepeda gunung). Pada tahap ini juga dilakukan observasi pada sepeda yang ada baik di lingkungan sekitar maupun di toko sepeda. Diskusi dilakukan untuk menentukan hal-hal yang berkaitan dengan rangka sepeda.

Setelah itu dilanjutkan dengan memilih desain rangka sepeda yang dijadikan acuan pemodelan tiga dimensi rangka sepeda. Model tiga dimensi dibuat dengan memodifikasi bentuk rangka yang sudah ada. Model tiga dimensi dipilih berdasarkan kesesuaian dengan bagian-bagian lain yang rencananya akan digunakan.

Material yang akan digunakan harus mampu menahan beban sehingga rangka dapat dikendarai secara aman dan nyaman sesuai dengan perhitungan. Perhitungan gaya statis yang terjadi pada rangka sepeda dilakukan dengan tujuan untuk dimasukkan ke dalam perhitungan tegangan yang akan dilakukan. Kemudian setelah menghitung gaya statis, maka untuk memvalidasi keakuratan perangkat lunak yang akan digunakan, dilakukanlah perhitungan tegangan secara manual pada salah satu bagian rangka sepeda. Hasil perhitungan tegangan kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan yang dilakukan pada perangkat lunak. Setelah itu dilanjutkan dengan menentukan parameter-parameter sebelum melakukan simulasi perhitungan tegangan rangka sepeda, parameter tersebut seperti: posisi tumpuan, pendefinisian bidang kontak antar komponen, dan memasukkan

parameter gaya-gaya. Kemudian melakukan perhitungan (simulasi) tegangan yang terjadi pada konstruksi rangka yang dirancang dengan bantuan perangkat lunak Solidworks 2016.

Setelah tegangan hasil perhitungan pada perangkat lunak masuk kategori aman, maka dilanjutkan dengan pembelian material. Material yang telah dibeli lalu di proses ke tahap pemesinan. Proses pengelasan dilakukan dengan menggunakan las SMAW dan TIG. Pengelasan dilakukan dengan mengelas komponen satu persatu sesuai dengan desain yang telah dibuat.

Setelah pengelasan selesai, rangka sepeda dirakit bersama dengan bagian-bagian lain dan diukur dimensinya. Pengujian fungsi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah rangka yang dibuat dapat berfungsi dan dapat menahan beban yang diberikan. Setelah melalui tahap pengujian maka didapatkan data hasil pengujian yang selanjutnya dilakukan proses pembuatan laporannya.

5. Pemodelan Tiga Dimensi



Gambar 1 Model Tiga Dimensi

6. Pemilihan Material

Material yang digunakan ada dua jenis, yaitu Aluminium 6061 dan 1.0037 (ST37). Untuk bagian depan yaitu rangka depan

sepeda menggunakan material Alumunium 6061, sedangkan untuk bagian belakang yaitu rangka belakang sepeda menggunakan material 1.0037. Berikut merupakan spesifikasi dari kedua material tersebut:

Tabel 1 Kekuatan Tarik Material Alumunium 6061

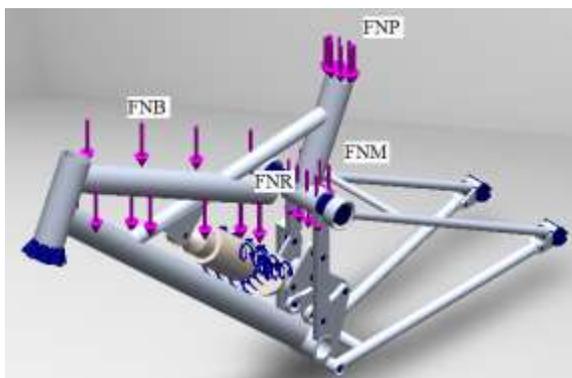
Alumunium 6061	Nilai [N/mm ²]
<i>Tensile strength</i>	124
<i>Yield strength</i>	55,2

Tabel 2 Kekuatan Tarik Material 1.0037

1.0037	Nilai [N/mm ²]
<i>Tensile strength</i>	360
<i>Yield strength</i>	235

7. Menentukan Distribusi Gaya Statis pada Rangka

Pada kondisi statis, gaya yang terjadi adalah akibat dari gaya normal beban yang diberikan pada rangka. Gaya normal tersebut terdiri dari gaya normal motor, gaya normal pengemudi, gaya normal baterai, dan gaya normal rangka. Distribusi gaya statis pada rangka dapat dilihat pada gambar berikut ini:

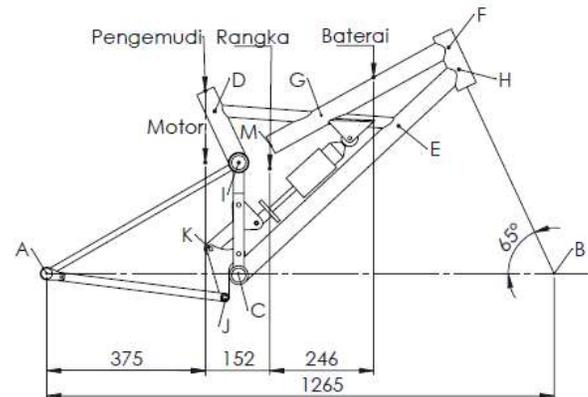


Gambar 2 Ilustrasi Penguraian Gaya Statis

Tabel 3 Gaya-Gaya Pada Kondisi Statis

Gaya yang Bekerja	Nilai Gaya [N]
FN motor	36,4
FN pengemudi	981
FN baterai	36,4
FN rangka	12,75
Total	1.066,5

8. Validasi Hasil Perhitungan



Gambar 3 Ilustrasi Gaya

Tegangan pada batang AI didapat sebesar $[1,398 \times 10^7 \text{N/m}^2]$, hasil ini kemudian dibandingkan dengan hasil analisa menggunakan perangkat lunak.



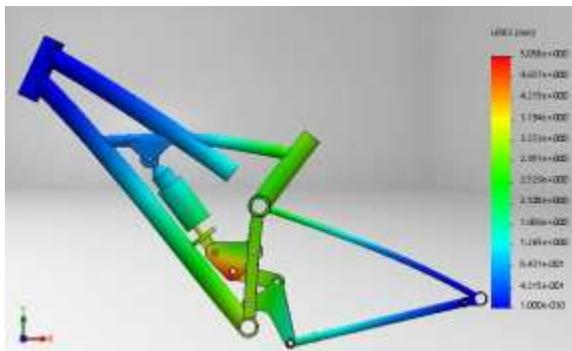
Gambar 4 Hasil Analisis pada Solidworks 2016

Nilai Tegangan Von Mises yang terjadi pada perhitungan dengan menggunakan perangkat lunak Solidworks 2016 sebesar $[1,468 \times 10^7 \text{N/m}^2]$. Hasil tegangan pada

Solidworks 2016 tersebut lebih tinggi daripada perhitungan manual dengan selisih 0,070 [N/m²].

9. Hasil Analisis Rangka Sepeda Listrik pada Perangkat Lunak

Proses analisis dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Solidworks 2016. Parameter-parameter gaya yang telah dihitung sebelumnya kemudian dimasukkan ke dalam simulasi di Solidworks 2016. Berikut ini adalah hasil dari simulasi yang dilakukan :



Gambar 5 Displacement

Berdasarkan analisis diatas, nilai deformasi (*displacement*) tertinggi yang terjadi sebesar 5,058 [mm]. Bagian yang mengalami pemindahan terbesar terletak di engsel pada *shockbreaker*.



Gambar 6 Regangan (*Strain*)

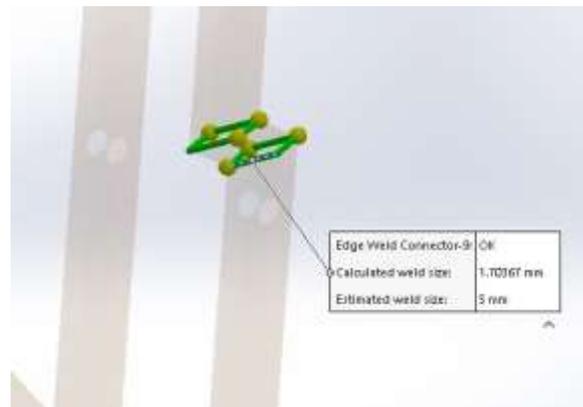
Nilai regangan tertinggi yang terjadi sebesar $1,167 \times 10^{-3}$. Dari hasil analisis regangan tersebut, regangan-regangan terjadi

terutama pada bagian sambungan antar komponen. Nilai regangan tertinggi terjadi di bagian sambungan antara pipa *fork* dan pipa rangka utama bawah.



Gambar 7 Tegangan Von Mises

Tegangan tertinggi yang terjadi pada sistem adalah $[1,03 \times 10^8 \text{N/m}^2]$ yang terjadi di bagian sambungan antara pipa *fork* dan pipa rangka utama bawah.



Gambar 8 Lebar Kampuh Las

Hasil analisis tersebut merupakan bagian pengelasan yang mengalami tegangan tertinggi yaitu $[1,03 \times 10^8 \text{N/m}^2]$. Lebar kampuh las yang dapat menahan gaya-gaya yang terjadi pada rangka minimal sebesar 1,704 [mm].

10. Hasil Pembuatan dan Perbaikan Sepeda



Gambar 9 Pandangan Depan Sepeda Listrik



Gambar 10 Pandangan Atas Sepeda Listrik

Setelah melalui tahapan analisis dengan menggunakan bantuan perangkat lunak, rangka sepeda kemudian diperbaiki dan dibuat. Desain tiga dimensi diubah menjadi gambar kerja baik itu gambar kerja untuk setiap bagian maupun keseluruhan.

Pembuatan rangka belakang sepeda diawali dengan pemotongan pipa-pipa menjadi ukuran yang mendekati ukuran jadi, setelah dipotong kemudian ujung pipa dipotong pada mesin frais sehingga membentuk seperti huruf "C". Pembuatan komponen yang berbentuk silinder seperti dudukan bearing besar dan dudukan bearing kecil, dibuat menggunakan mesin bubut. Dudukan cakram belakang dan dudukan sproket belakang dibuat dengan mesin frais. Setelah semua bagian rangka selesai dibuat,

bagian-bagian tersebut kemudian disatukan dengan proses pengelasan.

11. Pengukuran Dimensi Rangka Sepeda

Tabel 4 Hasil pengukuran dimensi rangka sepeda listrik

Kode	Keterangan	Ukuran Jadi [mm]
A	<i>Wheel Base</i>	1260
B	<i>Chain Stay</i>	470
C	<i>BB Height</i>	340
D	<i>Top Tube</i>	590
E	<i>Reach</i>	480
F	<i>Head Tube</i>	140
G	<i>Seat Tube</i>	450
H	<i>Head Angle</i>	65°
I	<i>Seat Angle</i>	65°

12. Pengujian Fungsi Rangka

Pengujian fungsi rangka sepeda dilakukan dengan merakit rangka bersama komponen-komponen lain yang telah dibuat dan komponen-komponen standar sepeda. Setelah dirakit, kabel-kabel *controller* dihubungkan ke motor, tuas pengendali dan baterai lithium. Sepeda diuji fungsi dan kekuatannya dengan dikendarai serta mengukur massa sepeda listrik dengan timbangan. Metode pengukuran massa sepeda listrik dilakukan dengan cara mengurangi massa sepeda yang diangkat oleh peneliti dengan massa peneliti itu sendiri.

Berdasarkan penunjukan alat ukur massa, sepeda listrik yang diangkat oleh peneliti memiliki massa sebesar 86 kg sedangkan massa peneliti sebesar 57 kg. Sehingga massa sepeda listrik dapat diketahui sebesar 29 kg. Bila dibandingkan dengan sepeda sebelumnya yang memiliki massa 27 kg,

sepeda ini lebih berat massanya dengan selisih 2 kg.

Pengujian sepeda listrik dilakukan dengan cara dikendarai manual maupun otomatis. Ketika dikendarai, sepeda listrik dapat bergerak dan berbelok dengan baik walaupun membawa beban sebesar 107 kg. Saat bergerak lurus, sepeda listrik ditekan secara berulang oleh pengendara untuk mengetahui mekanisme *shockbreaker* depan dan belakang dapat bekerja secara baik.

13. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- Beban sepeda listrik ini sebesar 29 kg, tetapi rangka tersebut kuat dan aman dikendarai.
- Dari segi kekuatan, rangka mampu menahan beban pengendara hingga mencapai 107 kg.
- Rangka yang dibuat memiliki kecocokan dimensi dengan komponen pendukung sepeda lainnya, sehingga mempermudah pada proses perakitan.

Daftar Pustaka

- [1] Tri Sukoco, Didik. 2012. Perancangan dan Pembuatan Sepeda Listrik (Rangka).Surakarta : Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret
- [2] Ripandi, Irgan. 2018. *Pembuatan Rangka Sepeda Listrik*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- [3] Gilar Sumarsono, Yusuf. 2016. *Pembuatan dan Pengujian Rangka Gokart dengan Berdasarkan Standar Cik*. Bandung: Politeknik Manufaktur Negeri Bandung.

[4] Beer, Ferdinand P., et.al. 2015. *Mechanics of Materials, Seventh Edition*, McGraw-Hill Education.

[5] Pytel, Andrew dan Singer, Ferdinand L. 1985. *Kekuatan Bahan (Teori Kokoh-Strength of Materials)*, Erlangga.