



Analisis Pembebanan Dinamis pada Rancangan Desain Rangka *Electric Bike* Menggunakan Solidworks 2018

Dynamic Loading Analysis on Electric Bike Frame Design Using Solidworks 2018

Lukman Efendi^{1,a)}, Andik Irawan¹⁾, Dicky Adi Tyagita¹⁾, Aditya Wahyu Pratama¹⁾

¹⁾Mesin Otomotif, Politeknik Negeri Jember

^{a)}Corresponding author: lukmanefendi1999@yahoo.com

Abstrak

Nilai dari kekuatan dan keamanan suatu rangka kendaraan dapat di tingkatkan dengan menentukan jenis rangka, pemilihan material yang digunakan, serta proses pembuatan dan perakitan. Studi ini melakukan penelitian terhadap rancangan rangka sepeda listrik dengan menggunakan metode simulasi perangkat lunak *Solidworks* untuk mengetahui kekuatan rangka serta material yang efektif dalam menahan beban yang diberikan. Parameter yang ingin diketahui yaitu nilai tegangan maksimum, nilai defleksi, tegangan ijin serta angka faktor keamanan. Menggunakan perbandingan dua material yaitu Aluminium Alloy 6061-T6 dan *Stainless Steel* 321 dengan besar beban yang diberikan yakni 950 N, 1050 N, dan 1150 N, dan 1150 N mendapatkan data hasil simulasi yang paling efisien yaitu material *Stainless Steel* 321 dengan angka tegangan maksimum sebesar 92 Mpa, 103 Mpa, dan 113 Mpa. Nilai defleksi sebesar 0,771 mm, 0,859 mm, dan 0,947 mm. Angka tegangan ijin serta faktor keamanan yang diperoleh dengan perhitungan manual yakni sebesar 117 Mpa untuk nilai tegangan ijin dan 2 untuk nilai faktor keamanan.

Kata Kunci: sepeda listrik; tegangan; defleksi; faktor keamanan

Abstract

The value of the strength and safety of a vehicle frame can be increased by determining the type of frame, the selection of materials used, and the manufacturing and assembly processes. This study conducted research on the design of electric bicycle frames using the *Solidworks* software simulation method to determine the strength of the structure and the practical material for holding the given load. The parameters to be known are the maximum stress value, the displacement value, the allowable stress, and the factor of safety. Using a comparison of two materials, namely Aluminium Alloy 6061-T6 and *Stainless Steel* 321 with a given load of 950 N, 1050 N, and 1150 N, the most efficient simulation data is obtained, namely *Stainless Steel* 321 material with a maximum stress value of 92 MPa, 103 MPa, and 113 MPa. Displacement values of 0.771 mm, 0.859 mm, and 0.947 mm. The allowable stress and safety factor obtained by manual calculation are 117 MPa for the allowable stress value and 2 for the safety factor value.

Keywords: electric bike; stress; displacement; safety factor

PENDAHULUAN

Pengembangan serta pertumbuhan kendaraan listrik di Indonesia akhir-akhir ini sangatlah pesat, perihal tersebut didukung oleh Perpres Nomor. 55 Tahun 2019 tentang percepatan program kendaraan bermotor listrik berbasis baterai (*battery electric vehicle*) guna moda transportasi di jalan raya. Riset dan studi terkait kendaraan listrik telah banyak dilakukan salah satunya ialah pengembangan sepeda listrik. Sepeda listrik merupakan modifikasi sepeda konvensional dengan memasang motor listrik sebagai

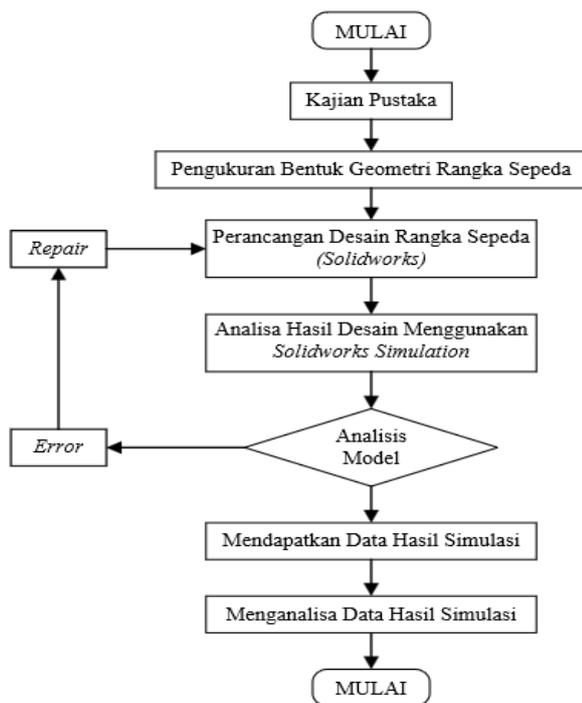
pembantu sistem penggerak dengan memperoleh suplai listrik dari baterai yang dipasangkan pada sepeda untuk mempermudah pengoperasian serta mobilitas pengendara. Sepeda listrik membutuhkan rangka atau sasis yang kokoh serta *rigid/kaku* agar mampu menahan beban yang diterimanya yaitu berat sepeda itu sendiri, pengendara, sistem penggerak serta beban-beban yang lain.

Perancangan konsep rangka mencakup ide-ide yang dihasilkan dengan sketsa rangka yang akan dirancang nantinya. Proses setelah membuat sketsa rangka adalah proses pengukuran tata letak dimensi rangka dengan

mengukur tinggi pengendara untuk mendapatkan ergonomi yang baik. Terdapat beberapa konsep varian rangka yang memungkinkan untuk direalisasikan, namun perlu penilaian dengan pendekatan kualitatif [4]. Desain bentuk adalah merancang bentuk rangka dengan mempertimbangkan komponen-komponen yang terkait dengan rangka. Bentuk konstruksi dan ukuran komponen yang dibutuhkan dapat disesuaikan dengan keutuhan kendaraan seperti baterai, suspensi, sistem penggerak, dll. Melalui perancangan bentuk ini dihasilkan perkiraan dimensi dan tata letak rangka yang memungkinkan dianalisis untuk mendapatkan dimensi yang sebenarnya.

Berdasarkan penelitian terdahulu [8], [12], [13] bahwa kekuatan serta keamanan bisa ditingkatkan dengan memastikan tipe rangka atau sasis, menentukan material yang digunakan, pemilihan profil, *safety factor*, serta proses produksi. Penelitian ini melakukan analisis pembebanan dinamis pada rancangan desain rangka sepeda listrik dan menggunakan jenis rangka *trellis* atau tubular, dikarenakan pada penelitian sebelumnya belum ada yang menggunakan jenis rangka tubular sebagai rangka sepeda khususnya sepeda listrik. Peneliti akan melakukan studi pembebanan untuk mengetahui kekuatan rancangan desain rangka tubular dan pemilihan material yang nantinya akan digunakan dalam proses pembuatan rangka sepeda listrik tersebut.

METODE PENELITIAN



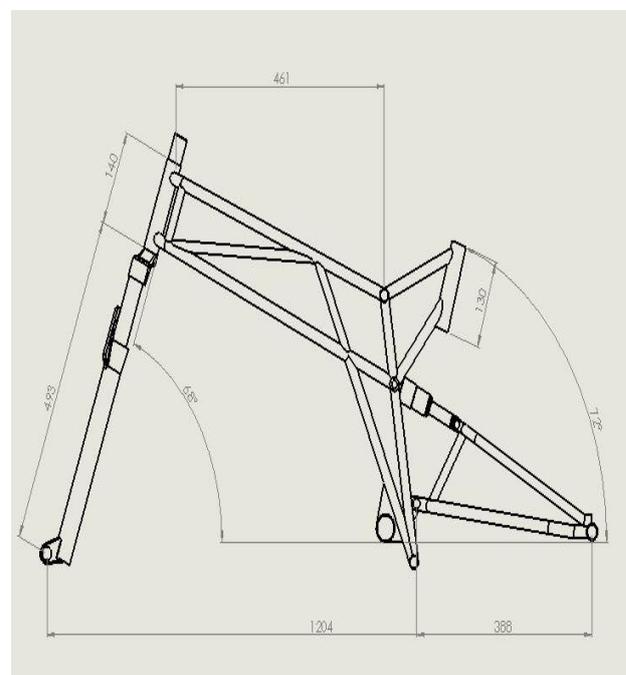
Gambar 1. Diagram alir penelitian

Berdasarkan Gambar 1. pada penelitian ini digunakan metode *research and development* dengan menggunakan

perangkat lunak *Solidworks* 2018 yang dapat menganalisis kekuatan dinamis suatu model desain. Metode penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan sebuah perancangan, di mana dalam perancangan tersebut mengetahui sebuah rancangan yang akan diuji dan dianalisis.

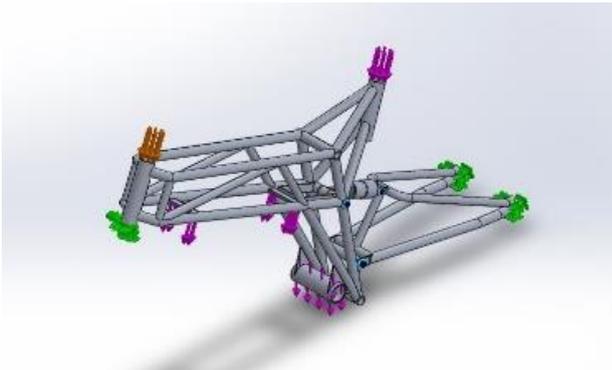
Penelitian dimulai dengan melakukan studi literatur mengenai rangka sepeda pada tahap ini juga dilakukan observasi terhadap rangka sepeda yang ada pada lingkungan sekitar maupun yang ada pada toko-toko sepeda kemudian dilakukan diskusi untuk menentukan hal-hal mengenai sepeda yang akan dianalisis. Selanjutnya dilanjutkan dengan memilih desain rangka sepeda untuk dijadikan referensi. Mendesain dan melakukan pemodelan tiga dimensi dari rangka sepeda. Model 3D dibuat dengan memodifikasi bentuk bingkai yang ada seperti pada Gambar 2.

Material yang digunakan adalah yang dapat menahan beban besar menurut perhitungan, supaya dapat dikendarai dengan aman dan nyaman. Kemudian dilanjutkan dengan menentukan parameter sebelum menjalankan simulasi untuk perhitungan tegangan rangka sepeda. Parameter termasuk posisi tumpuan, menentukan area kontak antar komponen, memasukkan parameter gaya, dan banyak lagi. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan tegangan (simulasi) pada struktur rangka yang dirancang menggunakan *software Solidworks* 2018. Setelah semua aspek yang dihitung menggunakan perangkat lunak telah diperoleh, maka akan didapatkan data hasil pengujian yang selanjutnya dilakukan proses pengolahan data dan penyusunan laporan penelitian.

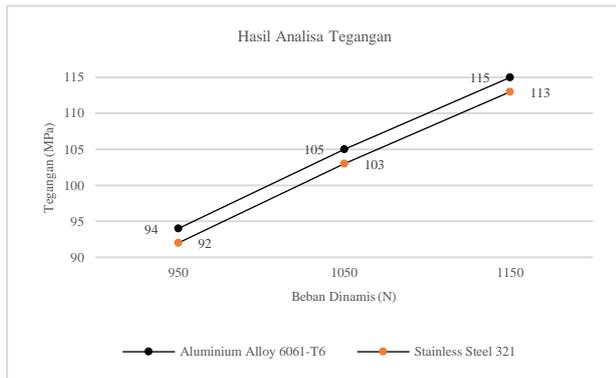


Gambar 2. Dimensi rangka sepeda listrik

HASIL DAN PEMBAHASAN

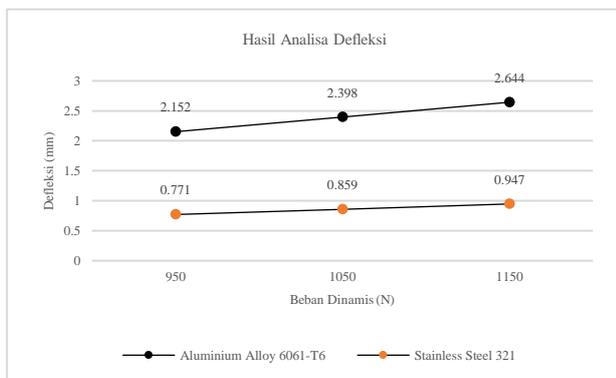


Gambar 3. Titik tumpu dan distribusi beban



Gambar 4. Nilai tegangan maksimum

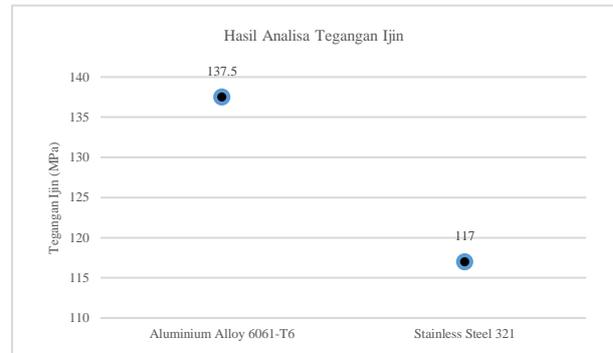
Berdasarkan Gambar 3. dan Gambar 4. hasil tegangan maksimum yang didapatkan dari pembebanan dinamis selama 1 second pada material *Aluminium Alloy* 6061-T6 dengan besar beban 950 N didapatkan nilai tegangan sebesar 94 MPa, beban 1.050 N mendapatkan nilai tegangan sebesar 105 MPa dan tegangan maksimum untuk beban 1.150 adalah sebesar 115 MPa. Sedangkan pada material *Stainless Steel* 321 didapatkan nilai tegangan maksimum dengan besar beban dinamis 950 N adalah 92 MPa, beban 1.050 N sebesar 103 MPa dan beban 1.150 N sebesar 113 MPa.



Gambar 5. Nilai defleksi

Defleksi merupakan berubahnya suatu bentuk material yang di disebabkan oleh adanya pembebanan atau tekanan

baik dari arah vertikal maupun arah horizontal. Berdasarkan Gambar 5. simulasi pembebanan dinamis selama 1 second dengan besar beban berturut-turut adalah 950 N, 1050 N dan 1150 N pada desain rangka *Electric Bike* didapatkan besaran nilai defleksi pada material *Aluminium Alloy* 6061-T6 adalah sebesar 2.152 milimeter, 2.398 milimeter dan 2.644 milimeter, sedangkan pada material *Stainless Steel* 321 didapatkan besaran defleksi adalah 0,771 milimeter, 0,859 milimeter, dan 0,947 milimeter.

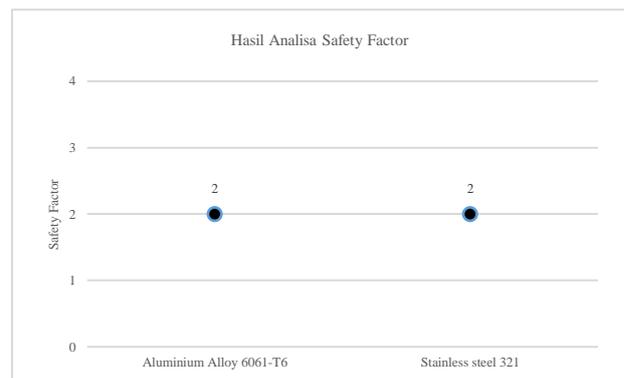


Gambar 6. Nilai tegangan ijin

Tegangan ijin adalah nilai atau batas yang tidak boleh dilampaui di bagian mana pun dalam struktur. Nilai tegangan ijin pada penelitian ini didapat dengan cara perhitungan manual menggunakan rumus berikut ini:

$$\sigma_{ijin} = \frac{yield\ strength}{safety\ factor} \quad (2)$$

Berdasarkan Gambar 6. hasil tegangan ijin pada material *Aluminium Alloy* 6061-T6 adalah sebesar 137,5 MPa, sedangkan pada material *Stainless Steel* 321 didapatkan tegangan ijin sebesar 117 MPa. Sehingga untuk desain rangka sepeda listrik yang menggunakan material *Aluminium Alloy* 6061-T6 dinilai lebih kuat dan aman di bandingkan dengan *Stainless Steel* 321 dalam menahan tegangan maksimum yang terjadi akibat pembebanan dinamis dikarenakan nilai dari tegangan ijin dari *Aluminium Alloy* 6061-T6 lebih besar dibandingkan dengan *Stainless Steel* 321.



Gambar 7. Nilai faktor keamanan

Nilai faktor keamanan atau *safety factor* merupakan nilai yang menyatakan tingkat kemampuan suatu material teknik dalam menahan beban yang diberikan, yaitu beban tekan dan beban tarik. Nilai faktor keamanan pada penelitian ini didapat dengan cara perhitungan manual menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Safety Factor} = \frac{\text{yield strength}}{\text{stress}} \quad (1)$$

Berdasarkan Gambar 7. didapatkan nilai faktor keamanan yang diperoleh dari pengujian pembebanan dinamis pada desain rangka menggunakan perangkat lunak *Solidworks* 2018 terhadap material *Aluminium Alloy* 6061-T6 adalah sebesar 2, dan pada material *Stainless Steel* 321 adalah 2. Sehingga kedua material tersebut dinyatakan aman karena masih dalam batas nilai keamanan yang dibutuhkan, karena menurut V. Dobrovolsky (1978) dalam Penelitian Lasinta (2019) nilai Faktor keamanan sebesar 1,77 hanya mampu menahan beban statis.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan data hasil terhadap desain rangka lepeda listrik dapat ditarik kesimpulan bahwa setelah diberikan beban pada desain rangka, terjadi perubahan terhadap konstruksi rangka itu sendiri. Nilai gaya yang efisien terjadi pada material *Stainless Steel* 321 dengan nilai tegangan maksimum tertinggi yaitu sebesar 113 MPa, nilai defleksi sebesar 0,947 mm, nilai tegangan ijin sebesar 117 Mpa dan angka *safety factor* sebesar 2.

Saran

Dapat dilakukan pengembangan desain rangka lebih lanjut untuk mendapatkan nilai kekuatan rangka yang lebih baik lagi serta perlu adanya pengembangan model desain sistem suspensi belakang dari rancangan desain Rangka *Electric Bike* ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abidin, Z., & Rama. B.R. 2015. *Analisa Distribusi Tegangan Dan Defleksi Connecting Rod Sepeda Motor 100 Cc menggunakan Metode Elemen Hingga*. Jurnal Rekayasa Mesin
- [2] Anggraini, R. 2016. *Analisa Frekuensi Optimum Pengujian Horizontal Fatigue Pada Berbagai Rangka Sepeda Tipe Trekking Dengan Metode Elemen Hingga*. Skripsi Jurusan Teknik Material Dan Metalurgi Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [3] Gere, J.M., S.P, Timoshenko. 1997. *Mekanika Bahan Jilid 1*. Erlangga, Jakarta.
- [4] Mott, R.L. 2004. *Machine Element in Mechanical Design 4th Edition*. Pearson Education, New Jersey.
- [5] Pahl. 2007. *Engineering Design: A Systematic Approach (3rd Edition)*. Springer-Verlag, London.
- [6] Polmear, I. 2017. *Light Alloys Metallurgy of the Light Metals 5th Edition*. Elsevier. Ltd, Oxford.
- [7] Prasetyo, A.J. 2010. *Aplikasi Metode Elemen Hingga (MEH) Pada Struktur Rib Body Angkutan Publik*. Skripsi Jurusan Teknik Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
- [8] Purwanto, I. 2021. *Analisa Pembebanan Statis Pada Perancangan Prototipe Sasis Tubular Space Frame Untuk Kendaraan Listrik Menggunakan Solidworks 2016*. Skripsi Program Studi Mesin Otomotif Jurusan Teknik Politeknik Negeri Jember.
- [9] Rao, Singeresu, S. 2018. *The Finite Element Method in Engineering (6th Edition)*. Butterworth-Heinemann, Oxford.
- [10] Salafuddin, H. 2016. *Desain Dan Analisis Kekuatan Pada Rangka Kendaraan Jenis Prototype Sesuai Standar Shell Eco Marathon Asia*. Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
- [11] Selleng, K. 2018. *Analisis Defleksi Pada Material Baja Ringan Dengan Menggunakan Plat Penguat*. Jurnal Mekanikal Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tadulako.
- [12] Shantika, T., Eka, T. F., & Ilham N. 2017. *Perancangan Chassis Type Tubular Space Frame untuk Kendaraan Listrik*. Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional Bandung.
- [13] Sugiharto, H. & G.A Subekti. 2019. *Modifikasi dan Pengujian Rangka Sepeda Listrik*. Jurnal D4 Teknik Manufaktur Program Studi Teknologi rekayasa Manufaktur Politeknik Negeri Bandung.
- [14] Sumarsono, D.A., J.M, Valentino, dan W, Nirbito. 2015. *Analisis Pembebanan Dinamik Pada Perancangan Bogie Automatic People Mover System (APMS)*. Jurnal departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- [15] Supriatna, A. 2017. *Simulasi Beban Statis Pada Rangka Mobil Gokart Listrik TMUG 03 dengan Menggunakan Solidworks 2014*. Jurusan Teknik Mesin, Universitas Gunadarma, Depok.
- [16] Ullman, D.G. 2010. *The Mechanical design Process 4th Edition*. McGraw-Hill, New York.
- [17] Vega, E. 2020. "Introduction to Structural Analysis Using Solidworks Simulation Tools". <https://www.goengineer.com>. [Diakses pada tanggal 02 Januari 2022 Pukul 23.53 WIB].
- [18] Vharsney, D., D, Kumar. 2020. *Application and use of different aluminium alloys with respect to workability, strength and welding parameter*

optimization. Department of Mechanical Engineering, SOET, K R Mangalam University, Gurugram, India

- [19] Wesli. 2010. *Mekanika Rekayasa*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [20] Wibawa, L.A.N., & K, Diharjo. 2019. *Desain, Pemilihan Material, Dan Faktor Keamanan Stasiun Pengisian Gawai Menggunakan Metode Elemen Hingga*. Jurnal Teknologi.
- [21] Yulianto, N., & R, Winarso. 2012. *Analisa Tegangan Pada Rangka Prototype Kendaraan Buge Menggunakan Elemen Hingga*. Jurnal Program Studi Mesin Otomotif Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus.