

## Pemilihan Material Yang Aman Untuk Frame Sepeda Listrik

Alviani Hesthi Permata Ningtyas<sup>1</sup>, Ilham Arifin Pahlawan<sup>2</sup>, Rafli Pramudia Putra<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik

Jl. Sumatera No. 101 GKB Gresik 61121

Email: alvianihesthi@umg.ac.id

### ABSTRAK

Material properties atau sering disebut juga dengan sifat mekanik merupakan sifat dari material yang berhubungan dengan kelakuan terhadap pembebanan mekanik. Sifat mekanik diperlukan dalam mempertimbangkan pemilihan material yang sesuai dengan keadaan yang dibutuhkan saat pembebanan. Selain sifat mekanik, dibutuhkan juga dimensi yang mempunyai andil besar dalam menilai kekuatan dari sebuah rangka sepeda. Dalam penelitian ini akan dilakukan proses analisa pemilihan material berdasarkan tegangan, perpindahan dan tingkat keamanan pada rangka sepeda. Material yang digunakan dalam penelitian ini yaitu aluminium 6061, steel dan carbon dengan variasi pembebanan 60kg, 75kg, dan 90kg. Proses analisa dilakukan dengan menggunakan software Autodesk inventor. Dimana dari hasil analisa software Inventor 2018 diperoleh nilai dari von mises stress, displacement dan safety factor. Kesimpulan yang didapatkan pada penelitian ini yaitu beban tertinggi memiliki tegangan maksimum dimiliki oleh material aluminium 6061 dan displacement yang paling besar dimiliki oleh material carbon. Safety factor bernilai lebih dari 1 dimiliki oleh semua material, yaitu aluminium 6061, carbon dan steel sehingga semua material aman digunakan sebagai frame sepeda listrik.

**Kata Kunci:** material, inventor, frame, sepeda

### ABSTRACT

*Material properties or often referred to as mechanical properties are properties of materials related to behavior towards mechanical loading. Mechanical properties are necessary in considering the selection of materials that correspond to the circumstances required at loading. In addition to mechanical properties, dimensions are also needed that have a large role in assessing the strength of a bicycle frame. In this study, a material selection analysis process will be carried out based on the stress, displacement and safety factor on the bicycle frame. The materials used in this study were aluminum 6061, steel and carbon with variations in loading of 60kg, 75kg, and 90kg. The analysis process is carried out using Autodesk inventor software. Where from the results of the 2018 Inventor software analysis obtained the value of von mises stress, displacement and safety factors. The conclusion obtained in this study is that the highest load has a maximum voltage owned by aluminum material 6061 and the displacement is the largest owned by carbon material. Safety factor worth more than 1 is owned by all materials, namely aluminum 6061, carbon and steel so that all materials are safe to use as electric bicycle frames.*

**Keywords:** material, inventor, frame, bicycle

### Pendahuluan

Material properties atau sering disebut dengan sifat mekanik merupakan sifat dari material yang berhubungan dengan kelakuan terhadap pembebanan mekanik. Sifat mekanik diperlukan dalam mempertimbangkan pemilihan material yang sesuai dengan keadaan yang dibutuhkan saat pembebanan [1], [2], [3].

Perkembangan teknologi yang semakin pesat membuat kemajuan yang bermanfaat dan memudahkan bagi para konsumen. Salah satu perkembangan teknologi yang sedang marak pada masa pandemi Covid – 19 di dunia transportasi yaitu

keberadaan sepeda yang menjadi idola dalam masyarakat. Kendaraan roda dua ini memanfaatkan sistem penggerak manual yang dihasilkan dari gerak mekanis kaki yang menggerakkan pedal dan sistem penggerak listrik[4]. Sistem penggerak listrik sangat membantu bagi kalangan disabilitas dan kalangan usia lanjut karena keterbatasan dalam mengayuh sepeda [5], [6], [7].

Dalam proses produksi alat transportasi diperlukan proses pra-produksi seperti menentukan dimensi, menentukan desain, menentukan titik – titik tegangan dan material yang digunakan. Proses gambar dari gambar desain menjadi gambar yang siap untuk difabrikasi juga menjadi tahapan yang

penting dalam proses pra-produksi. Proses desain bisa dilakukan dengan bantuan software agar hasil yang diperoleh mempunyai akurasi yang baik. Banyak software yang bisa digunakan untuk menganalisa desain yang telah dibuat salah satunya yaitu Autodesk Inventor 2018 berbeda dengan [8] yang menggunakan inventor 2015. Autodeks Inventor menawarkan analisa tegangan pada benda padat [4], [9]–[15]. Analisis tegangan digunakan untuk mengetahui apakah rangka atau rangka yang didesain mampu menerima beban yang diberikan[15]. Sehingga dapat diperoleh material yang paling aman dan murah untuk digunakan. Penggunaan material steel aman digunakan sebagai rangka sepeda listrik [9], [16], [17], [18].

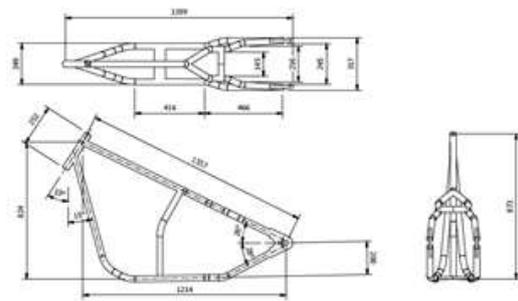
Penelitian sebelumnya yang menggunakan sambungan bolt dan nut[19]. Terdapat juga penelitian menggunakan titanium [20]. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan sambungan las. Peneliti yang lain menggunakan material Aluminium 6061[21], [22], AISI 1018 HR[23] dan mild steel [11], [24] , serta SS400 [25]. Berbeda dengan penelitian ini yang akan membandingkan tiga material yang berbeda yaitu Aluminium, Steel dan Carbon. Pada penelitian ini menggunakan rangka sepeda berbentuk hollow circle dengan ukuran penampang diameter luar = 35 mm, diameter dalam = 30 mm dan ketebalan = 25 mm berwarna abu – abu. Berbeda dengan [11], [23] yang menggunakan hollow yang berdiameter lebih besar yaitu 4 mm dan 3 mm.

## Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut :

### Pemodelan Desain Frame Sepeda Roda Tiga

Pada proses pemodelan desain frame sepeda roda tiga mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh [3] dengan menggambar ulang pada software Autodesk Inventor 2018. Seperti pada gambar dibawah ini. Pada panduan ini akan dijelaskan tentang penulisan heading. Jika heading anda melebihi satu, gunakan level kedua heading seperti di bawah ini.

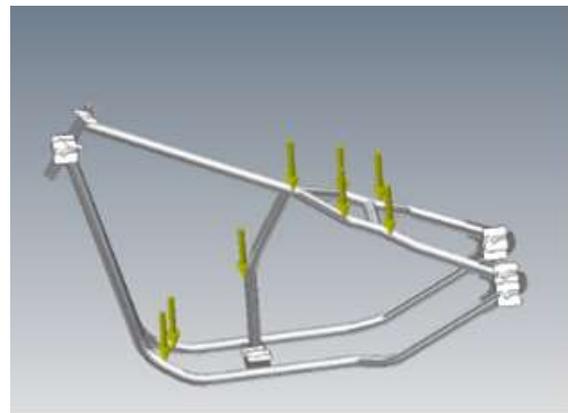


**Gambar 1.** Desain frame yang digunakan untuk analisa

Desain frame pada gambar 1 digunakan untuk analisa von misses stress, displacement dan safety factor pada software inventor.

### Simulasi dan Analisa

Simulasi dan analisa desain rangka dengan menggunakan stress analysis pada Software Autodesk Inventor Professional dengan metode Finite Element Analysis (FEA). Penerapan metode jenis ini adalah dengan membagi elemen kontinyu menjadi elemen berhingga dan analisa dilakukan pada setiap elemen yang telah dibagi menjadi beberapa bagian tersebut dengan perhitungan secara komputasi numerik. Variasi dilakukan dengan memberikan beban pengendara yang berbeda yaitu 60 kg, 75 kg dan 90 kg. Serta variasi material yang digunakan yaitu aluminium 6061, steel dan carbon. Pembebanan pada frame diberikan pada titik – titik frame seperti pada gambar 2 dibawah ini.



**Gambar 2.** Titik – titik pembebanan pada frame sepeda

Gambar 2 menunjukkan letak pembebanan pada frame, dimana beban akan diberikan pada titik yang memiliki beban terpusat.

### Analisa Hasil Simulasi

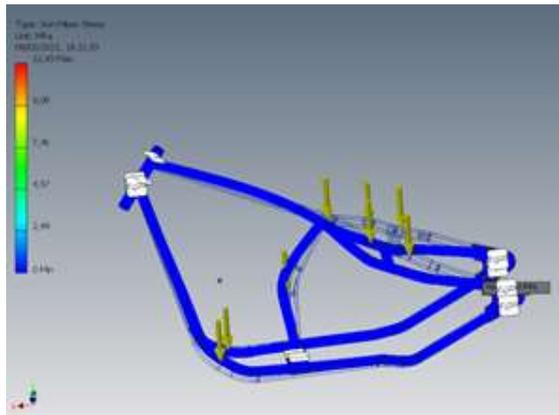
Hasil dari simulasi berupa distribusi tegangan, displacement dan safety factor di setiap frame. Kondisi luaran ini menjadi acuan analisis kekuatan dan keamanan pemilihan material yang digunakan.

## Hasil dan Pembahasan

Setelah melakukan analisis perbedaan beban dan material yang diimplementasikan pada frame sepeda. Diperolehlah tegangan atau von mises stress, displacement dan safety factor, yang mana akan dibahas dibawah ini.

### Von Misses Stress

Pada analisa frame yang difokuskan pada nilai von mises stress di software Inventor akan diperoleh diagram seperti dibawah ini.



**Gambar 3.** Analisa von mises stress pada beban 588,6 N dan material aluminium 6061.

Gambar 3 merupakan hasil dari analisa pada von mises stress setelah semua beban dan material diaplikasikan pada software inventor, dimana nilai tegangan tertinggi berada pada daerah yang dibebani dan nilai tegangan yang bervariasi. Nilai tegangan pada beban 588,6 N dan material aluminium 6061 yaitu bervariasi dari 0,000008575 Mpa sampai dengan nilai maksimum 12,4337 MPa. Sehingga dari semua beban dan material dapat diperoleh nilai von mises stress pada table 1. Dibawah ini.

**Tabel 1.** Nilai von mises stress dari hasil simulasi

Material	Beban (N)	Von Misses Stress (MPa)	
		Min	Max
Aluminium 6061	588,6	0,000008575	12,4337
	735,75	0,0000098685	18,2894
	882,9	0,0000099071	18,7987
Carbon	588,6	0,0000125925	15,8937
	735,75	0,0000191897	19,162
	882,9	0,0000252103	22,4489
Steel	588,6	0,0000179604	14,0829
	735,75	0,0000285162	17,0551
	882,9	0,0000359936	20,026

Apabila nilai von mises stress maksimum dipresentasikan kedalam grafik dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

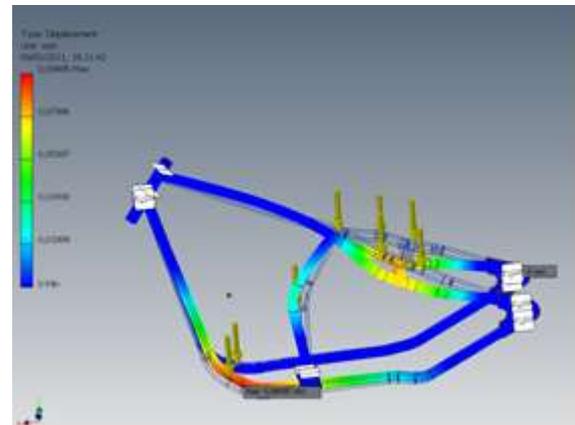


**Gambar 4.** Nilai von mises stress maksimum

Pada gambar 4. diatas menunjukkan bahwa tegangan maksimum yang terjadi pada frame sepeda listrik dengan menggunakan material carbon memiliki tegangan minimum yang tertinggi dibandingkan dengan aluminium 6061 dan steel, dimana nilai tegangan minimum carbon yaitu 22,45 MPa. kenaikan tegangan maksimum sesuai dengan nilai beban yang diterima oleh frame sepeda listrik, dimana semakin tinggi beban yang diberikan kepada frame sepeda listrik maka semakin tinggi pula tegangan maksimumnya. Setelah material carbon, tegangan minimum di posisi kedua yaitu steel, kemudian material yang memiliki tegangan terendah yaitu aluminium 6061 dengan nilai tegangan minimum 12,4337 Mpa.

### Displacement

Pada analisa inventor dengan difokuskan pada nilai displacement maka akan diperoleh diagram seperti pada gambar 5 dibawah ini. Dimana pada gambar 5 menunjukkan bahwa daerah yang menerima beban memiliki gradasi warna yang berbeda dari nilai 0 mm sampai dengan 0,09995 mm.



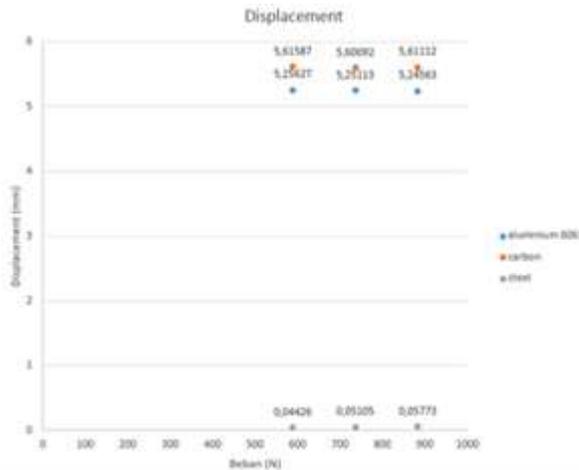
**Gambar 5.** Analisa displacement pada beban 588,6 N dan material aluminium 6061

Setelah menganalisa pada semua beban dan material, diperoleh nilai displacement pada tabel 2 dibawah ini.

**Tabel 2.** Nilai displacement dari hasil simulasi

Material	Beban (N)	Displacement (mm)	
		Min	Max
Aluminium 6061	588,6	0	5,25627
	735,75	0	5,25113
	882,9	0	5,24563
Carbon	588,6	0	5,61587
	735,75	0	5,60092
	882,9	0	5,61112
Steel	588,6	0	0,04426
	735,75	0	0,05105
	882,9	0	0,05773

Apabila nilai displacement maksimum dipresentasikan kedalam grafik dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

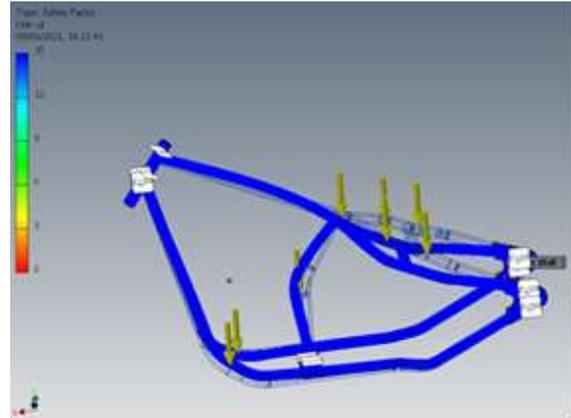


**Gambar 6.** Nilai displacement maksimum

Pada gambar 6, displacement tertinggi dimiliki oleh material carbon, dimana displacement dengan nilai tinggi dimiliki oleh beban 882,9 N dengan nilai displacement 5,6112 mm, kemudian displacement kedua dimiliki oleh material aluminium 6061 dengan nilai displacement tertinggi yaitu 5,24563 mm. Material Steel memiliki displacement terkecil dibandingkan dengan material carbon dan aluminum steel dengan nilai 0,005773 mm.

**Safety Factor**

Setelah dilakukan simulasi pada software inventor, diperoleh hasil yang berupa nilai dari safety factor dengan diagram seperti pada gambar 7 dibawah ini.



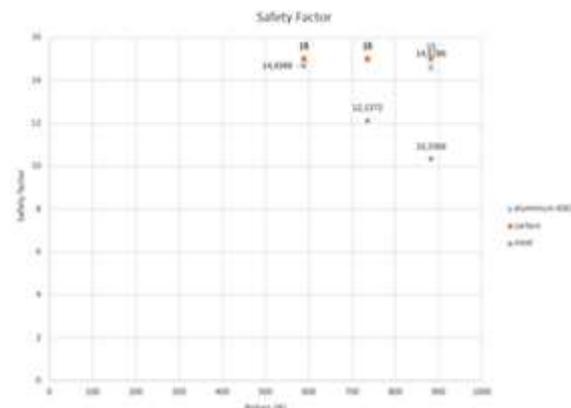
**Gambar 7.** Safety factor pada beban 588,6 N dan material aluminium 6061

Gambar 7 merupakan hasil analisa dengan menggunakan autodesk Invento yang berfokus pada nilai safety factor dimana pada gambar 7 nilai minimum dan maksimum safety factor yaitu 15. Setelah melakukan simulai pada semua beban dan material nilai dapat disimpulkan pada tabel 3 dibawah ini.

**Tabel 3.** Nilai safety factor dari hasil simulasi

Material	Beban (N)	Safety factor	
		Min	Max
Aluminium 6061	588,6	15	15
	735,75	15	15
	882,9	14,6286	15
Carbon	588,6	15	15
	735,75	15	15
	882,9	15	15
Steel	588,6	14,6989	15
	735,75	12,1372	15
	882,9	10,3366	15

Apabila nilai safety factor maksimum dipresentasikan kedalam grafik dapat dilihat pada gambar 8 dibawah ini.



**Gambar 8.** Nilai safety factor maksimum

Gambar 8 merupakan safety factor yang dimiliki oleh material aluminium 6061, carbon dan steel

memiliki beberapa nilai yang sama dengan beban yang berbeda, safety factor tertinggi dimiliki oleh material carbon, dengan semua variasi beban memiliki nilai safety factor yaitu 15. sedangkan nilai safety factor terkecil dimiliki oleh material steel dengan beban maksimum.

### Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan pada penelitian ini yaitu beban tertinggi memiliki tegangan maksimum dimiliki oleh material aluminium 6061 dan displacement yang paling besar dimiliki oleh material carbon. Safety factor berniali lebih dari 1 dimiliki oleh semua material, yaitu aluminium 6061, carbon dan steel sehingga semua material aman digunakan sebagai frame sepeda listrik.

### Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada DPPM Universitas Muhammadiyah Gresik telah memberikan dukungan agar terselenggaranya penelitian ini.

### Daftar Pustaka

- [1] B. O. Lobo, "Sifat Mekanik pada sambungan Las Dissimilar SMAW antara Baja St 42 dan SS AISI 304," 2018.
- [2] I. H. Ramadhan, S. Herbirowo, B. Adjiantoro, and Sunardi, "Karakteristik Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Pada Baja Laterit Dengan Proses Cold Rolling," *Jurnal Teknologi Bahan dan Barang Teknik*, vol. 9, no. 1, p. 33, Jun. 2019, doi: 10.37209/jtbbt.v9i1.88.
- [3] I. Saefuloh, A. Pramono, W. Jamaludin, I. Rosyadi, and Haryadi, "Studi Karakterisasi Sifat Mekanik Dan struktur Mikro Material Piston Alumunium-Silikon Alloy," 2018. [Online]. Available: <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jwl>
- [4] Salimin, Samhuddin, and I. Adha, "Perancangan dan Analisa Simulasi Pembebanan Chassis Sepeda Wisata Untuk Dua Penumpang Menggunakan Software Autodesk Inventor 2017," vol. 3, no. 3, 2018.
- [5] A. M. Hidayat, E. G. Pramono, and R. Waluyo, "Perancangan Dan Simulasi Desain Rangka Sepeda Motor Listrik Tipe Trellis Menggunakan Finite Element Metode (FEM)," vol. 4, no. 2, 2022.
- [6] A. Suwandi, A. D. Cahyo, and D. Dahlan, "Manufaktur Konstruksi Rangka Sepeda Motor Listrik Kapasitas 3 kW," *SEMRESTEK*, pp. 679–685, 2018.
- [7] L. F. Nurulhadi and R. Hanifi, "Analisis Kekuatan dan Desain Frame Mini Bike 20 Inch menggunakan Pendekatan Finite Element Method (FEM)," *Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 8, no. 7, pp. 362–367, 2022.
- [8] B. H. Andre and A. A. Nur, "Rancang Bangun Mesin CNC Router 3 Axis Berbantu Perangkat Lunak Autodesk Inventor 2015," *Nozzle: Journal mechanical engineering*, vol. 9, no. 2, pp. 31–37, 2020.
- [9] A. H. P. Ningtyas, Hidayat, and P. N. Rofiyanto, "Analisis desain frame sepeda listrik roda tiga sebagai alat bantu transportasi bagi penyandang disabilitas menggunakan software Autodesk Inventor," *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, vol. 16, no. 2, pp. 7–11, 2021.
- [10] H. Isworo, A. Ghofur, and G. Rudi, "Analisis displacement pada chassis mobil listrik wasaka 1)," vol. 6, no. 2, pp. 94–104, 2019.
- [11] L. H. Al Ichlas Imran, Samhuddin, Salimin, "Perancangan, analisa dan simulasi rangka sepeda listrik untuk masyarakat perkotaan," vol. 9, no. 2, pp. 0–6, 2018.
- [12] Sunardi, "Optimalisasi Desain Frame Sepeda Menggunakan Software Autodesk Inventor 2015," vol. 20, no. 2, pp. 187–192, 2017.
- [13] B. Setyono and A. Hamid, "Perancangan Dan Analisis Kekuatan Frame Sepeda Hibrid ' Trisona ' Menggunakan Software Autodesk Inventor," vol. 20, no. 2, pp. 37–46, 2016.
- [14] B. Setyono and S. Gunawan, "Perancangan Dan Analisis Chassis Mobil Listrik ' Semut Abang ' Menggunakan Software Autodesk Inventor PRO 2013," pp. 69–78, 2015.
- [15] W. Jasiński, P. Krysiak, C. Pichlak, and K. Ludian, "Optimisation of a mobile device frame structure – practical aspects," *Technical Transactions*, vol. 2022, no. 1, pp. 1–10, 2022, doi: 10.37705/techtrans/e2022001.
- [16] G. Tri Setiadanu, Y. Gunawan, G. Titanandana Andrayuga Pratama, and N. Qolbi, "Pemodelan Rangka Prototipe Sepeda Listrik Kargo Roda Tiga Multiguna," *Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan*, vol. 19, no. 1, pp. 41–50, 2020.
- [17] M. Jufri Dullah and A. Kadir Muhammad, "Perancangan Sepeda Listrik Menggunakan Motor Bldc Dengan Penggerak Depan Untuk Area Perumahan," in *Prosiding 4th Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2020, pp. 90–96.