

Pengaruh Variasi Stuktur Rangka Terhadap Kekuatan Pembebanan Pada Stasiun Pengisian Daya Listrik dengan Panel Surya

Ade Suparman¹, Ade Sunardi¹, Mohamad Zaenudin^{1,*}

¹Jurusan Teknik Mesin, Universitas Global Jakarta, Depok, Indonesia, 16412

Article Info

Article history:

Dikirim 12 September 2023.

Revisi 15 September 2023.

Diterima 18 September 2023

Keywords:

Electric charging station

Structural variation

Solar panel support

ABSTRAK

The use of solar panels in electric power charging stations is becoming increasingly popular as part of efforts to adopt renewable energy sources. In this context, the structural framework supporting the solar panels plays a crucial role in maintaining the stability and reliability of the system. Therefore, this thesis aims to investigate the influence of various structural framework variations on the strength of static loading in solar-powered electric charging stations. The research methodology employed simulation of static loading at three different load levels, namely 40 kg, 50 kg, and 60 kg. The analysis was conducted by comparing the equivalent stresses and total deformations between "Design 1" and "Design 2" at each load level. The research findings reveal significant differences in equivalent stresses and total deformations between the two designs at each load level. Design 1, with a stiffer structural framework, exhibited higher equivalent stresses and greater total deformations compared to Design 2. Consequently, this study provides a deeper understanding of the influence of various structural framework variations on the strength of static loading in solar panel support structures. These findings can serve as a basis for optimizing the structural design of solar-powered electric charging systems.

*Corresponding Author:

M Zaenudin

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Global Jakarta, Depok, Indonesia, 16412

Email: mzaenudin@jgu.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.56904/imejour.v1i1.2>

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi di bidang transportasi telah meningkatkan efisiensi dan kenyamanan dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari. Salah satu teknologi yang sedang berkembang pesat adalah motor listrik, yang menawarkan keuntungan seperti kinerja yang lebih baik, emisi yang lebih rendah, dan biaya operasional yang lebih rendah dibandingkan dengan motor berbahan bakar fosil. Perkembangan kendaraan bertenaga motor listrik di Indonesia setiap tahunnya mengalami peningkatan. Namun, masalah yang sering dihadapi dalam menggunakan motor listrik adalah ketersediaan stasiun pengisian daya yang terbatas. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan teknologi pengisian daya motor listrik yang dapat menggabungkan sumber listrik dan panel surya, sehingga memungkinkan pengisian daya yang efisien dan efektif serta membantu sumber tenaga listrik dari energi

alam berupa energi Terbarukan yaitu matahari, serta membantu mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi fosil. Rancang bangun stasiun pengisian daya motor listrik yang menggabungkan sumber listrik dan panel surya ini dapat menjadi solusi yang tepat untuk meningkatkan keberlanjutan energi dan mengurangi emisi karbon.

Berdasarkan permasalahan yang ada di atas maka dibuatkanlah konstruksi pembuatan stasiun pengisian daya listrik berbasis panel surya, dengan berfokus pada penopang panel surya yang dapat diidentifikasi yaitu perbedaan model desain dengan 1 arah dan berbagai arah pada sudut kemiringan, perubahan yang terjadi bila kemiringan sudut diubah, dan bagaimana desain penopang panel surya yang baik dalam kekuatan dan ketahanan pada stasiun pengisian daya listrik? Dengan diidentifikasi permasalahan yang ada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan dan ketahanan pada stasiun pengisian daya motor listrik dalam pengoperasiannya. Mengetahui jenis, bentuk, dan ukuran yang tepat serta memaksimalkan listrik yang didapat dari kemiringan panel surya yang tepat. Bermanfaat juga dalam pengembangan pembuatan stasiun daya motor listrik terutama dalam sumber tenaga surya dan dapat bermanfaat bagi masyarakat dalam membuat pengisian daya motor listrik yang efektif dan efisien.

Seiring dengan perkembangan teknologi energi surya, penelitian-penelitian sebelumnya telah mencoba untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kinerja struktural stasiun pengisian daya listrik dengan panel surya. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji pengaruh variasi desain struktur rangka terhadap kekuatan struktural akibat pembebanan statis [1,2]. Hasil dari penelitian-penelitian tersebut telah memberikan pemahaman awal yang relevan tentang bagaimana desain struktur rangka dapat mempengaruhi kemampuan stasiun pengisian daya untuk menahan beban-beban statis tertentu.

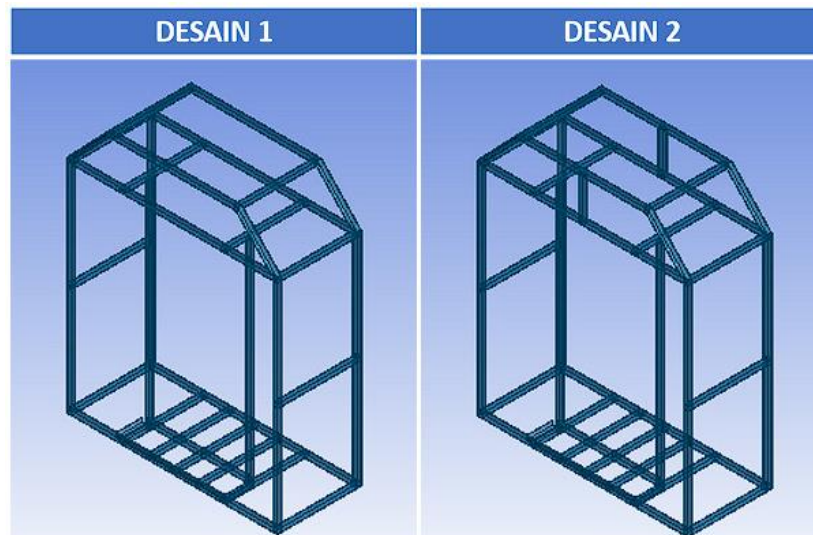
Melalui penelitian ini, diharapkan dapat ditemukan pemahaman yang lebih baik tentang respons struktural pada variasi struktur rangka yang berbeda dalam kondisi pembebanan statis. Dengan memahami pengaruh variasi struktur rangka, dapat dilakukan optimasi desain untuk meningkatkan kekuatan, kekakuan, dan keandalan stasiun pengisian daya listrik dengan panel surya. Hasil penelitian ini akan memberikan sumbangan penting dalam pengembangan teknologi energi terbarukan dan mendorong adopsi sistem pengisian daya berbasis energi surya dalam infrastruktur transportasi yang berkelanjutan.

2. METODE

Dalam melakukan penelitian ini, peneliti menerapkan metode kuantitatif untuk memperoleh data-data penelitian. Metode kuantitatif adalah metode yang dilakukan secara sistematis dan menggunakan model-model yang bersifat sistematis. Metode kuantitatif dalam penelitian ini yaitu menganalisa kekuatan rangka pada stasiun pengisian daya listrik.

3.1. Variabel Yang diteliti

Variabel penelitian adalah sesuatu yang menjadi fokus perhatian yang memberikan pengaruh dan mempunyai nilai (value). Variabel merupakan suatu besaran yang dapat diubah atau berubah sehingga dapat mempengaruhi peristiwa atau hasil penelitian. Dengan penggunaan variabel, kita dapat dengan mudah memperoleh dan memahami permasalahan. Dinamakan variabel karena ada variasinya. Misalnya dimensi alat, kerangka alat dan lain sebagainya. Desain konstruksi sebagaimana di maksud dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Contoh desain rangka stasiun pengisian daya listrik berbasis panel surya

Untuk memudahkan pemahaman tentang status variabel yang dikaji, maka identifikasi variabel dalam penelitian ini adalah:

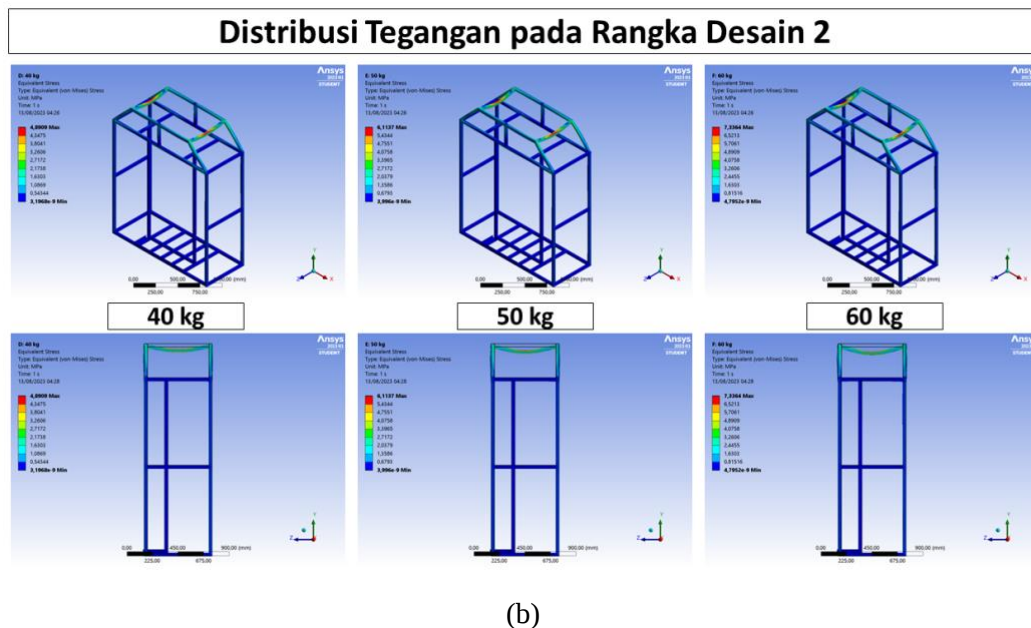
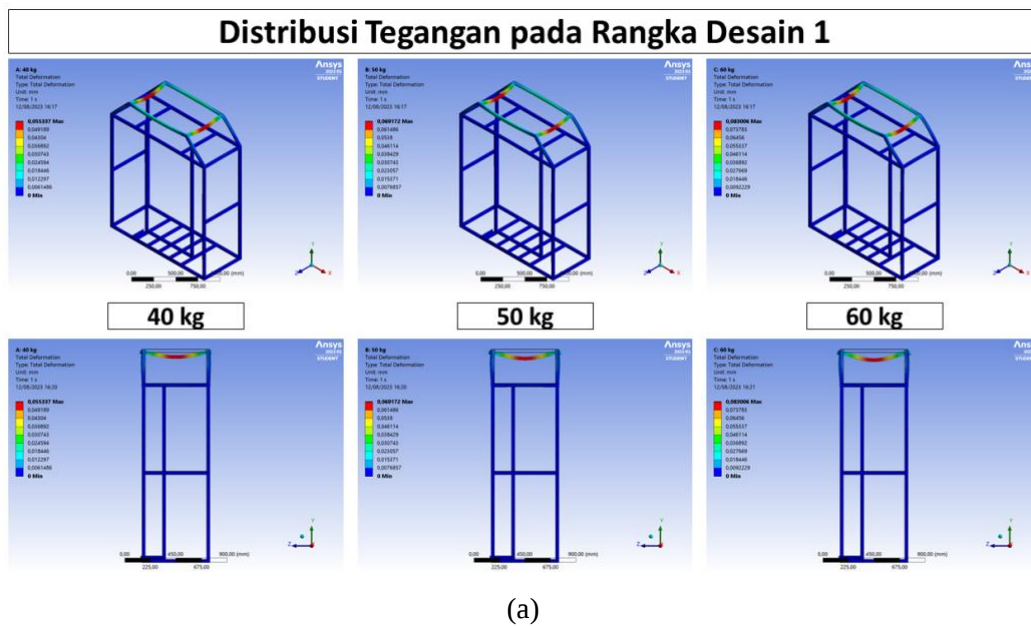
1. Variabel Bebas: variabel bebas (Variabel Independent) adalah variabel yang dianggap menjadi penyebab bagi terjadinya perubahan pada variabel terikat. Pada penelitian ini yang menjadi variabel bebasnya adalah variasi bentuk rangka
2. Variabel Terikat: variabel terikat (Variabel Dependent) merupakan variabel yang dipengaruhi karena adanya variabel bebas. Pada penelitian ini variabel terikatnya adalah kekuatan deformasi total, tegangan dan regangan rangka.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Tegangan Akibat Beban Statis

Dari hasil simulasi struktural statis diketahui bahwa distribusi tegangan yang terjadi pada rangka akibat dari pembebanan statis pada saat simulasi uji struktural statis divisualisasikan dengan gradasi warna biru hingga merah. Dapat dilihat pada Gambar 4.1 bahwa area rangka Desain 1 dan Desain 2 yang berwarna semakin mendekati warna merah artinya pada area tersebut terjadi peningkatan tegangan. Sebaliknya pada area rangka Desain 1 dan Desain 2 yang berwarna semakin mendekati warna biru artinya pada area tersebut terjadi penurunan tegangan.

Tegangan ekuivalen merupakan ukuran tegangan yang diterapkan pada material hollow. Tegangan ekuivalen dihitung dengan membagi beban yang diterapkan dengan luas penampang efektif desain rangka yang terkena beban.



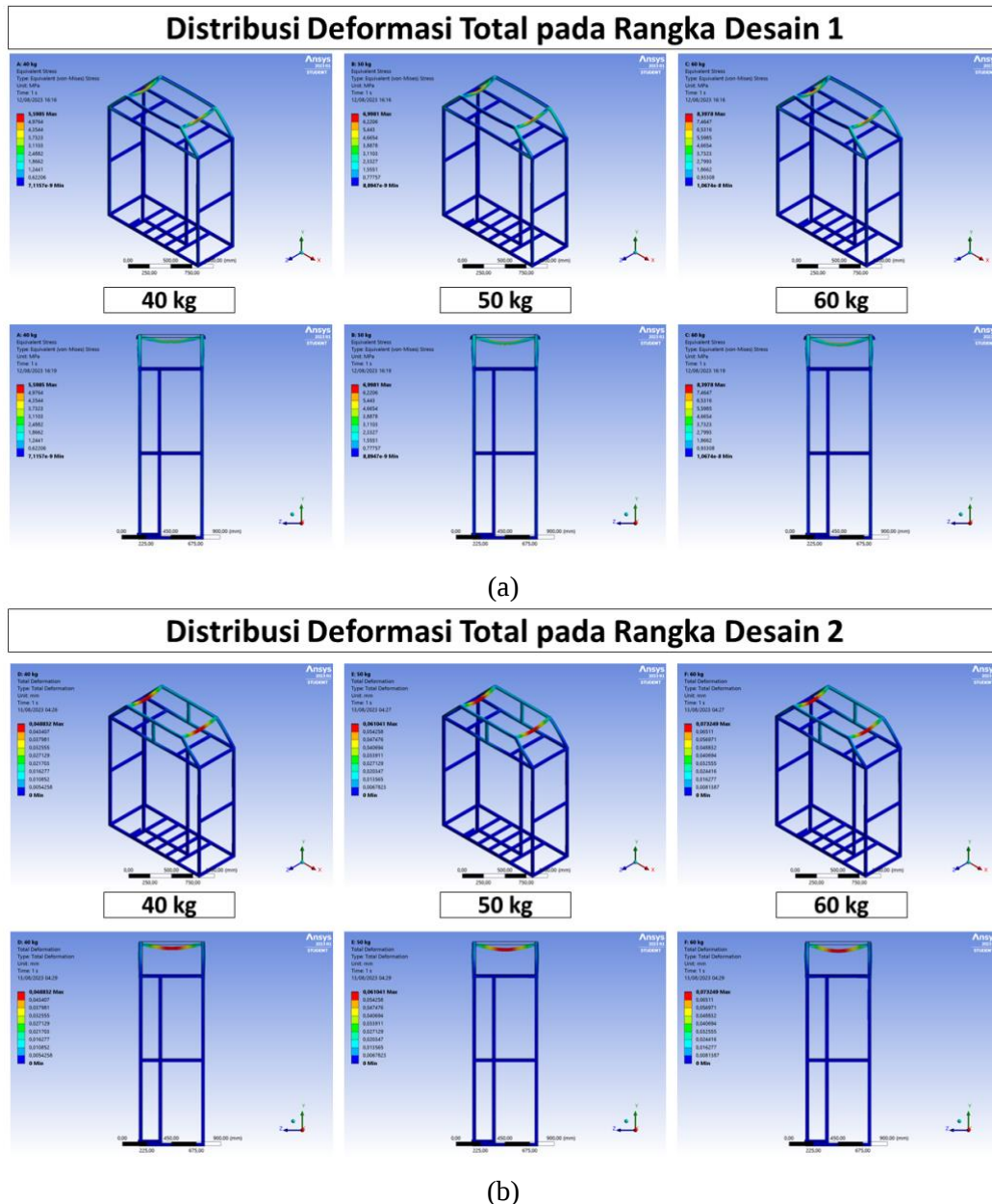
Gambar 2. Distribusi Tegangan Rangka (a) Desain 1 (b) Desain 2.

Pada Gambar 2, tegangan ekuivalen diukur dalam megapascal (MPa). Pada beban 40 kg, tegangan ekuivalen maksimum pada desain 1 adalah 5,5985 MPa, sedangkan pada desain 2 adalah 4,8909 MPa. Pada beban 50 kg, tegangan ekuivalen maksimum pada desain 1 adalah 6,9981 MPa, sedangkan pada desain 2 adalah 6,1137 MPa. Pada beban 60 kg, tegangan ekuivalen maksimum pada desain 1 adalah 8,3978 MPa, sedangkan pada desain 2 adalah 7,3364 MPa. Semakin tinggi tegangan ekuivalen, semakin besar tegangan yang diterapkan pada material hollow, yang dapat berdampak pada kekuatan dan keandalan struktur.

3.2. Deformasi Akibat Beban Statis

Dari hasil simulasi struktural statis juga diketahui bahwa deformasi atau lendutan yang terjadi pada rangka akibat dari pembebanan statis pada saat simulasi uji struktural statis divisualisasikan dengan gradasi warna biru hingga merah. Dapat dilihat pada Gambar 3

bahwa area rangka Desain 1 dan Desain 2 yang berwarna semakin mendekati warna merah artinya pada area tersebut terjadi peningkatan deformasi atau semakin melendut. Sebaliknya pada area rangka Desain 1 dan Desain 2 yang berwarna semakin mendekati warna biru artinya pada area tersebut terjadi penurunan deformasi atau semakin kaku.



Gambar 3. Distribusi Deformasi/Lendutan Rangka (a) Desain 1 (b) Desain 2.

Deformasi total menggambarkan perubahan bentuk atau perpanjangan material akibat beban statis yang diterapkan. Deformasi total diukur dalam milimeter (mm) dan dapat memberikan informasi tentang fleksibilitas atau kekakuan material. Pada Gambar 4.2, deformasi total meningkat seiring dengan peningkatan beban. Pada beban 40 kg, deformasi total pada desain 1 adalah 0,055337 mm, sedangkan pada desain 2 adalah 0,048832 mm. Pada beban 50 kg, deformasi total pada desain 1 adalah 0,069172 mm, sedangkan pada desain 2 adalah 0,061041 mm. Pada beban 60 kg, deformasi total pada desain 1 adalah 0,083006 mm, sedangkan pada desain 2 adalah 0,073249 mm. Semakin tinggi deformasi

total, semakin besar perubahan bentuk atau lendutan yang terjadi pada material hollow rangka.

4.3 Pembahasan Hasil Simulasi Pembebanan Statis

Berdasarkan hasil simulasi struktural statis, terungkap bahwa rangka desain 1 memiliki nilai tegangan ekuivalen (von-Mises) dan deformasi total maksimum lebih besar dibandingkan rangka desain 2. Informasi rinci mengenai data nilai tegangan ekuivalen (von-Mises) hasil simulasi struktural statis dapat ditemukan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Simulasi Struktural Statis.

Beban [kg]	Tegangan Ekuivalen [MPa]		Deformasi Total [mm]	
	Desain 1	Desain 2	Desain 1	Desain 2
40	5,5985	4,8909	0,055337	0,048832
50	6,9981	6,1137	0,069172	0,061041
60	8,3978	7,3364	0,083006	0,073249

Berdasarkan data pada tabel di atas, terdapat informasi mengenai beban (dalam kilogram), tegangan ekuivalen (dalam megapascal), dan deformasi total (dalam milimeter) untuk dua desain yang berbeda, yaitu Desain 1 dan Desain 2. Pada beban 40 kg, desain 1 memiliki tegangan ekuivalen sebesar 5,5985 MPa, sedangkan desain 2 memiliki tegangan ekuivalen sebesar 4,8909 MPa. Deformasi total pada desain 1 adalah 0,055337 mm, sedangkan desain 2 memiliki deformasi total sebesar 0,048832 mm.

Ketika beban meningkat menjadi 50 kg, tegangan ekuivalen pada desain 1 menjadi 6,9981 MPa, sementara pada desain 2 menjadi 6,1137 MPa. Deformasi total pada desain 1 meningkat menjadi 0,069172 mm, sementara desain 2 memiliki deformasi total sebesar 0,061041 mm. Pada beban tertinggi dalam table 4.1, yaitu 60 kg, desain 1 memiliki tegangan ekuivalen maksimum sebesar 8,3978 MPa, sedangkan desain 2 memiliki tegangan ekuivalen sebesar 7,3364 MPa. Deformasi total pada desain 1 adalah 0,083006 mm, sedangkan desain 2 memiliki deformasi total sebesar 0,073249 mm.

Berdasarkan data pada table 4.1, dapat diketahui bahwa tegangan ekuivalen dan deformasi total berubah seiring dengan peningkatan beban. Pada umumnya, semakin tinggi beban yang diterapkan, semakin tinggi pula tegangan ekuivalen dan deformasi total yang terjadi pada bahan atau struktur yang sedang dianalisis. Selain itu, perbandingan antara desain 1 dan desain 2 menunjukkan bahwa desain 1 cenderung memiliki tegangan ekuivalen yang lebih tinggi dan deformasi total yang lebih besar dibandingkan dengan desain 2 pada setiap tingkatan beban.

Dalam analisis ini, dapat diamati perubahan tegangan ekuivalen dan deformasi total pada material hollow atau struktur rangka dengan peningkatan beban. Dalam penelitian ini, terlihat bahwa tegangan ekuivalen meningkat seiring dengan peningkatan beban. Ini mengindikasikan bahwa semakin besar beban yang diterapkan, semakin tinggi tegangan yang dihasilkan pada material hollow atau struktur rangka. Hasil ini konsisten dengan hukum elastisitas yang menyatakan bahwa tegangan adalah perbandingan antara gaya yang diterapkan pada material dengan luas penampangnya. Hasil penelitian sebelumnya juga telah mengamati hubungan linier antara beban dan tegangan pada material elastis.

Selain itu, deformasi total juga meningkat seiring dengan peningkatan beban. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar beban yang diterapkan, semakin besar perubahan bentuk atau perpanjangan yang terjadi pada material hollow atau struktur. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengamati hubungan linear antara beban dan deformasi pada material elastis, terutama pada material yang memperlihatkan perilaku linier dan elastis yang baik.

Dari data diatas, dapat dilihat bahwa ada hubungan antara tegangan ekuivalen dan deformasi total. Secara umum, semakin tinggi tegangan ekuivalen pada suatu desain, maka

semakin besar pula deformasi total yang terjadi. Hubungan ini mencerminkan karakteristik elastis dari material dan struktur. Hubungan antara tegangan ekuivalen dan deformasi total dapat direferensikan dari penelitian yang dilakukan oleh [3]. Mereka mengidentifikasi bahwa ada korelasi yang jelas antara tegangan yang diterapkan pada suatu bahan atau struktur dengan deformasi yang dihasilkan. Temuan ini mendukung analisis Anda terhadap data, di mana terlihat bahwa peningkatan tegangan ekuivalen berhubungan dengan peningkatan deformasi total.

Kemudian, penelitian oleh [4] membahas perbandingan efisiensi struktural antara berbagai desain yang berbeda. Mereka menemukan bahwa desain yang mampu menghasilkan deformasi yang lebih sedikit dengan tegangan yang lebih rendah cenderung lebih efisien secara struktural. Hasil ini mendukung observasi penelitian ini mengenai perbandingan antara Desain 1 dan Desain 2 dalam hal tegangan dan deformasi.

Namun, perlu dicatat bahwa hasil ini didasarkan pada asumsi bahwa material yang digunakan dalam desain memiliki perilaku elastis linier. Dalam kenyataannya, perilaku material seringkali kompleks, dan bisa termasuk perilaku plastis, viskoelastis, atau bahkan nonlinier. Oleh karena itu, untuk memahami dengan lebih baik respons struktural dan performa desain, perlu dilakukan analisis yang lebih komprehensif dan uji eksperimental yang relevan.

Dengan demikian temuan hasil simulasi pembebanan statis ini dapat menjadi gambaran awal tentang respons struktural dalam kondisi beban yang berbeda pada desain rangka. Namun, untuk mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif, perlu melibatkan metode analitis dan uji eksperimental yang lebih teliti, serta mengacu pada penelitian sebelumnya yang relevan. Hal ini akan memungkinkan pengembangan desain yang lebih efektif dan pengambilan keputusan yang lebih terinformasi dalam rekayasa struktural.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi pembebanan statis pada setiap variasi desain rangka dan pembahasan temuan penelitian yang menyeluruh terdapat beberapa simpulan sebagai berikut:

1. Variasi rangka Desain 2 memiliki pengaruh yang cukup signifikan terhadap kekuatan struktural rangka dengan ditunjukkan oleh hasil nilai tegangan ekuivalen maksimum terkecil dibandingkan dengan Desain 1 yaitu pada pembeban tertinggi 60 kg sebesar 7,3364 MPa.
2. Variasi rangka Desain 2 memiliki ketahanan terhadap deformasi yang lebih baik dibandingkan variasi Desain 1 yang diukur dari lendutan atau nilai deformasi total maksimum yaitu pada pembebanan tertinggi 60 kg sebesar 0,073249 mm.
3. Jadi dapat disimpulkan bahwa Desain 2 rangka dengan tegangan dan total deformasi maksimum yang lebih rendah cenderung memiliki performa struktural yang lebih baik dan lebih dapat diandalkan menahan beban statis dibandingkan Desain 1. Namun, dalam pemilihan desain yang tepat, faktor lain seperti kekuatan, kekakuan, dan berbagai pertimbangan aplikasi juga harus dipertimbangkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Global Jakarta atas dukungannya selama menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] S. Hastuti, W. Ramadhani, and N. Mulyaningsih, "Analisis Kekuatan Pada Rangka Sepeda Motor Listrik," *Jurnal Foundry: Politeknik Manufaktur Ceper*, vol. 5, no. 2, pp. 1–11, 2022.
- [2] Hermanto, R. Ariyansah, and A. Gamayel, "Analisis Kekuatan Struktur Rangka Pembangkit Listrik Sepeda Statis Menggunakan Perangkat Lunak Ansys

- Workbench,” *Teknobiz : Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, vol. 11, no. 1, pp. 20–25, 2021, doi: 10.35814/teknobiz.v11i1.2039.
- [3] R. Setiawan, D. Sugiyanto, and A. Daryus, “Analisis Simulasi Kekuatan dan Pembuatan Rangka Kendaraan Sepeda Motor Listrik,” *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 8, no. 1, pp. 58–66, 2023.
- [4] G. E. Pramono, A. Hidayat, and R. Waluyo, “Perancangan dan Simulasi Desain Rangka Sepeda Motor Listrik Tipe Trellis Menggunakan Finite Element Analysis,” *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, vol. 5, no. 2, p. 319, 2020, doi: 10.31544/jtera.v5.i2.2020.319-326.