



Desain dan Analisis Kekuatan Struktur Rangka pada Sepeda Statis dengan Flywheel untuk Generator Listrik

Nicky Suwandhy Widhi Supriyanto^{1,*}, Bayu Pranoto¹, Rizki Priya Pratama¹

¹ Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang, Jawa Timur, Indonesia

Kata kunci

Kekuatan Struktur
Sepeda Statis
Generator Listrik

ABSTRAK

Krisis energi global merujuk pada situasi di mana terjadi kekurangan pasokan energi. Krisis energi global juga memicu percepatan transisi menuju energi terbarukan. Sepeda statis generator listrik dapat menjadi salah satu solusi inovatif dalam mendukung penggunaan energi bersih dan berkelanjutan. Selain manfaatnya dalam meningkatkan kesehatan kardiovaskular, membakar kalori, dan memperkuat otot kaki, sepeda statis juga mulai dikembangkan sebagai sumber energi terbarukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat desain rangka untuk generator listrik pada sepeda statis dan mengetahui kekuatan rangka dengan simulasi software. Pembebanan yang dilakukan yaitu 60kg, 70kg, 80kg, 90kg, dan 100 kg. Dari hasil penelitian menghasilkan Safety factor yang tinggi dan mendapatkan nilai total deformasi sebesar 0.08851mm. Desain rangka dinyatakan aman layak digunakan pada kondisi pembebanan yang disimulasikan.

* Corresponding author:

Nicky Suwandhy Widhi Supriyanto (email: nicky.suwandhy@polinema.ac.id)

Diterima: 6 Februari 2026

Disetujui: 23 Februari 2026

Dipublikasikan: 25 Februari 2026

1 Pendahuluan

Krisis energi global merujuk pada situasi di mana terjadi kekurangan pasokan energi (listrik, gas, minyak) yang memicu kenaikan harga tajam, konflik pasokan, serta tekanan terhadap sistem ekonomi dan sosial di banyak negara [1]. Krisis energi global juga memicu percepatan transisi menuju energi terbarukan dan peningkatan efisiensi energi di banyak negara. Dalam kondisi krisis, investasi ke sumber energi bersih, penyimpanan energi (misalnya baterai), serta integrasi antar jaringan regional menjadi semakin relevan sebagai upaya mengurangi ketergantungan pada sumber fosil yang rentan terhadap gejolak pasar [2].

Di Indonesia, pemanfaatan energi mekanik dari aktivitas manusia masih tergolong baru dan belum banyak dikembangkan secara komersial. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi serta kesadaran akan pentingnya energi bersih dan berkelanjutan, penelitian tentang pemanfaatan energi mekanik tubuh manusia berpotensi besar untuk dikembangkan [3]. Selain manfaatnya dalam meningkatkan kesehatan kardiovaskular, membakar kalori, dan memperkuat otot kaki, sepeda statis juga mulai dikembangkan sebagai sumber energi terbarukan [4]. Sepeda statis generator dapat menjadi salah satu solusi inovatif dalam mendukung penggunaan energi bersih dan berkelanjutan. Sepeda statis adalah alat yang diciptakan secara praktis, aman, dan mudah dilakukan [5]. Dengan memodifikasi sepeda statis menjadi generator listrik, energi mekanik dari kayuhan pedal dapat dikonversi menjadi energi listrik yang dapat disimpan dalam baterai atau langsung digunakan untuk perangkat elektronik [6].

Ada berbagai jenis sepeda statis yang ada di pasaran, salah satunya adalah sepeda statis tipe *spin bike* yang terdapat flywheel sebagai pemberat untuk latihan intensitas tinggi. Sepeda statis tipe *spin bike* memiliki flywheel berputar yang dapat dimodifikasi sebagai generator listrik. Setiap sepeda statis tentunya memiliki rangka yang harus kuat secara desain dan konstruksi. Rangka sepeda harus mampu menahan beban pengendara dan komponen-komponen penting sepeda [7]. Simulasi kekuatan rangka dengan berbagai pembebanan penting dilakukan untuk memeriksa kekuatan, performa, dan reliabilitas desain pada rangka tersebut sebelum dibuat atau digunakan [8][9]. Salah satu simulasi yang dapat dilakukan pada rangka adalah simulasi elemen hingga

Nicky Suwandhy Widhi Supriyanto, Bayu Pranoto, Rizki Priya Pratama menggunakan software Ansys [10]. Penelitian ini berfokus untuk menganalisa kekuatan rangka yang akan digunakan oleh banyak orang dengan berbagai berat tubuh serta merancang desain generator dan kelistrikan agar tidak merusak estetika ataupun fungsi sepeda statis.

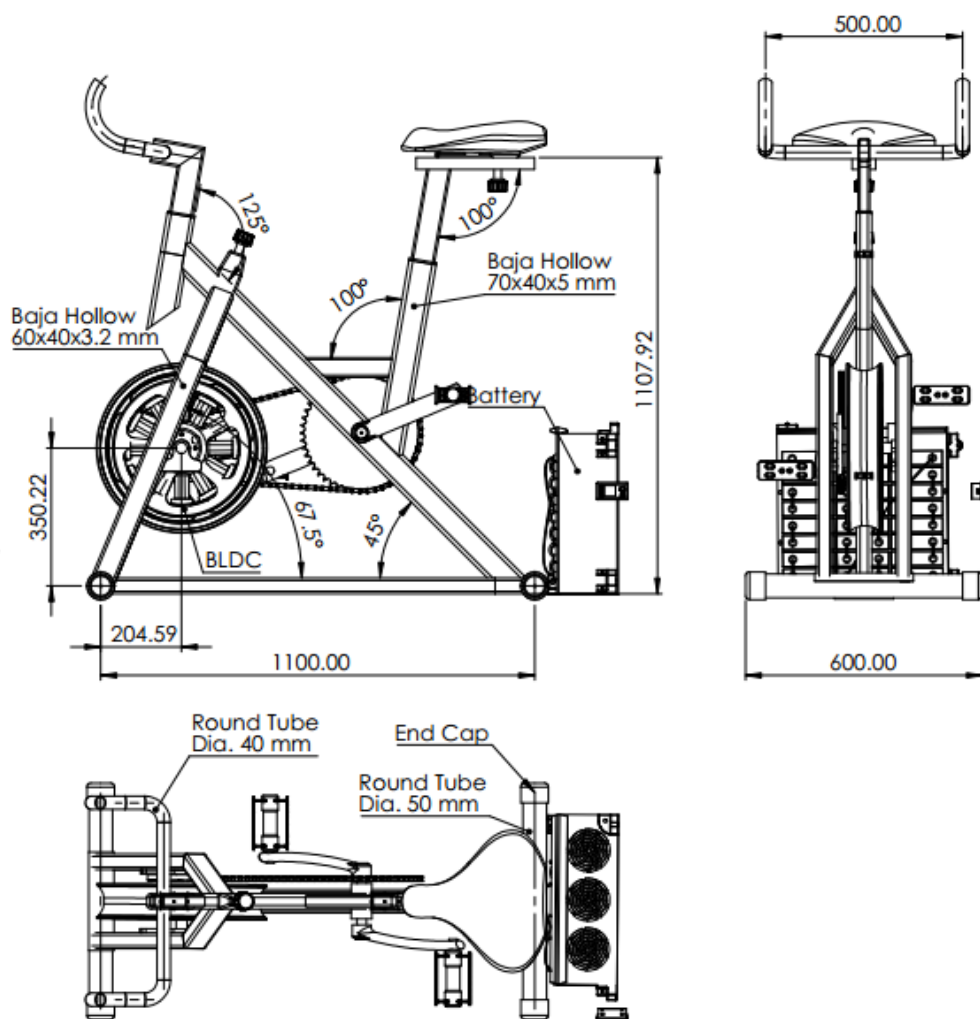
2 Metode Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan rangka sepeda melalui prosedur analisis menggunakan perangkat lunak. Dimulai dengan studi literatur bentuk rangka sepeda statis yang ada di pasaran kemudian membuat bentuk geometri desain rangka menggunakan software CAD. Desain rangka tersebut kemudian ditambahkan dengan komponen tambahan berupa generator BLDC, instalasi kelistrikan dan baterai. Penambahan komponen tersebut dilakukan tanpa mengurangi fungsi ataupun ergonomi pada sepeda statis. Pada bagian rangka akan dilakukan simulasi elemen hingga dengan pembebanan 60kg, 70kg, 80kg, 90kg, dan 100 kg menggunakan software Ansys di lab komputer Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang. Hasil penelitian yang akan didapatkan adalah desain sepeda statis dengan *flywheel* untuk generator listrik dan hasil analisis kekuatan rangka menggunakan Ansys.

3 Hasil dan Pembahasan

Berikut adalah hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai Desain dan Analisis Kekuatan Struktur Rangka pada Sepeda Statis dengan Flywheel untuk Generator Listrik

3.1 Desain Sepeda Statis dengan Flywheel untuk Generator Listrik



Gambar 1 Sepeda Statis dengan Flywheel untuk Generator Listrik.

Spesifikasi Sepeda Statis

Tabel 1 Spesifikasi Ukuran Sepeda Statis dengan Flywheel untuk Generator Listrik

No	Nama Bagian	Ukuran
1	Panjang	1100 mm
2	Lebar	600 mm
3	Tinggi	1107.92 mm

Detail spesifikasi bahan yang digunakan yaitu

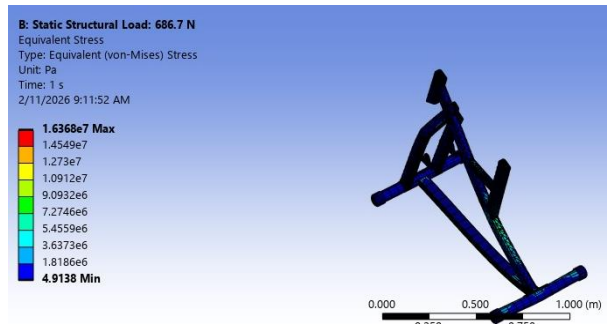
1. Generator BLDC yang digunakan memiliki diameter 300mm
2. Rangka *fork* depan sebagai penyangga motor generator BLDC menggunakan baja hollow yang memiliki ukuran 60mm x 40mm x 3.2mm dengan bahan ST37
3. Rangka utama posisi tengah sebagai penopang beban utama menggunakan baja hollow yang memiliki ukuran 70mm x 40mm x 5mm dengan bahan ST37

3.2 Hasil Analisis Kekuatan Rangka Menggunakan Software Ansys

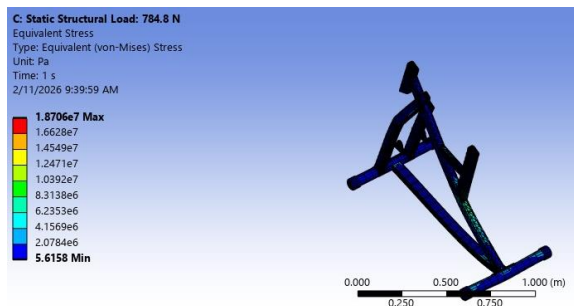
Hasil analisis dengan menggunakan Ansys menghasilkan tegangan Von Mises Stress sebagai berikut:



Gambar 2 Pembebanan 60kg.



Gambar 3 Pembebanan 70kg



Gambar 4 Pembebanan 80kg



Gambar 5 Pembebanan 90kg



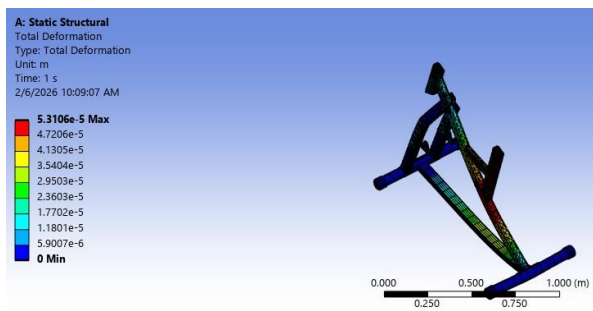
Gambar 6 Pembebanan 100kg

Tab 2 Pembebanan dan hasil von misses stress

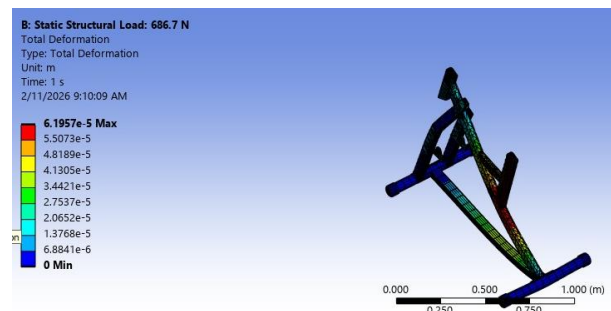
No	Beban (kg)	Gaya / Force (N)	Von Misses Stress (MPa)
1	60	588.6	14.02
2	70	686.7	16.36
3	80	784.8	18.70
4	90	882.9	21.04
5	100	981	23.38

Nilai *Von Mises Stress* yang dihasilkan berada dalam rentang 14.02 Mpa hingga 23.38 MPa, menunjukkan peningkatan tegangan seiring bertambahnya besaran beban yang diaplikasikan. Distribusi ini umumnya terjadi pada titik–titik kritis rangka seperti sambungan, titik beban, atau dekat tumpuan. Fenomena ini konsisten dengan karakteristik struktur baja yang menyalurkan gaya secara elastis melalui jaringan elemen hingga ke area konsentrasi tegangan. Jika membandingkan tegangan luluh material ST37 (~250 MPa) dengan tegangan *Von Mises* tertinggi (23,38 MPa), didapat faktor keamanan (*safety factor*) yaitu 10.69. Nilai *safety factor* tersebut lebih dari 1 menunjukkan bahwa rangka aman terhadap beban yang disimulasikan, dan margin aman ini cukup tinggi yang berarti struktur tidak mendekati kondisi plastis material. Selain dari perhitungan tersebut dapat dikonfirmasi pula pada gambar 2 sampai 6 semua permukaan rangka masih berwarna biru menunjukkan bahwa pemberian beban tertinggi masih jauh dari titik luluh material baja ST37

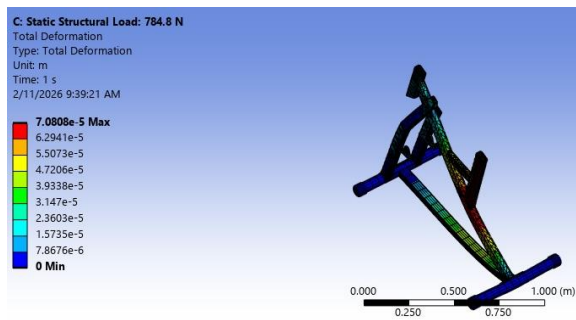
Hasil analisis dengan menggunakan Ansys menghasilkan total displacement (mm) sebagai berikut:



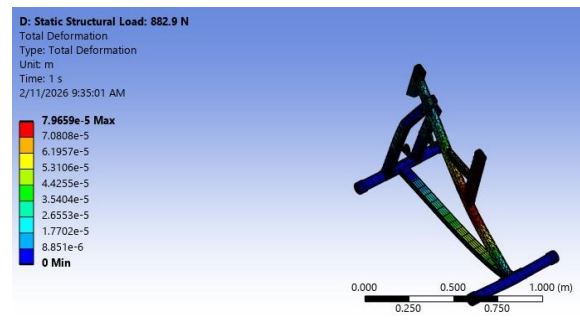
Gambar 7 Pembebanan 60kg.



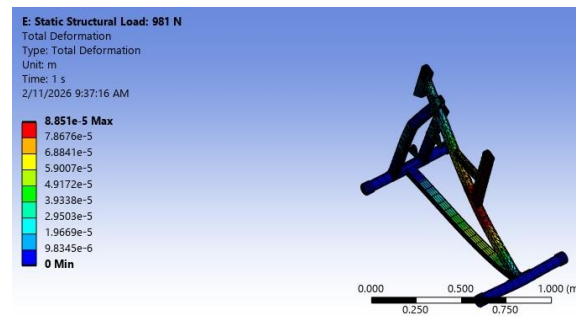
Gambar 8 Pembebanan 70kg



Gambar 9 Pembebanan 80kg



Gambar 10 Pembebanan 90kg



Gambar 11 Pembebanan 100kg

Tabel 3 Pembebanan dan hasil total displacement

No	Beban (kg)	Gaya / Force (N)	Total Deformation (mm)
1	60	588.6	0.05310
2	70	686.7	0.06195
3	80	784.8	0.07080
4	90	882.9	0.07965
5	100	981	0.08851

Berdasarkan hasil simulasi diperoleh nilai Total Deformation pada rangka sebesar 0.05310 mm; 0.06195 mm; 0.07080 mm; 0.07965 mm; hingga 0.08851 mm untuk variasi pembebanan yang diberikan. Nilai deformasi ini menunjukkan perpindahan maksimum yang terjadi pada struktur rangka akibat beban statis, yang umumnya terdapat pada bagian bentang terpanjang atau area dengan kekakuan struktural paling rendah [11]. Nilai tersebut lebih besar daripada hasil penelitian yang dilakukan oleh Hermanto dengan hasil 0,0025572 mm [12]. Jika dikaitkan dengan standar perancangan rangka mekanik, nilai deformasi yang diizinkan umumnya dibatasi agar tidak mengganggu fungsi, keselarasan komponen, maupun kenyamanan pengguna. Nilai deformasi kurang dari 1 mm pada struktur rangka baja ringan secara umum masih berada dalam batas toleransi desain. Oleh karena itu, deformasi maksimum sebesar 0.08851 mm dapat dikategorikan aman dan tidak berpotensi menimbulkan kegagalan fungsional maupun struktural [13]. Dapat dilihat pada gambar 7 sampai 11 rangka dengan warna mendekati merah adalah bagian yang terdeformasi paling banyak, yang posisinya tepat dibawah beban dan pada sambungan tengah rangka.

4 Kesimpulan

Desain Rangka pada Sepeda Statis dengan Flywheel untuk Generator Listrik telah berhasil dibuat tanpa mengganggu fungsi utama dan ergonomi dari sepeda statis. Safety factor yang tinggi ($SF > 10$) menunjukkan margin keamanan yang cukup untuk penggunaan struktur ringan, namun masih membuka peluang optimasi guna mengurangi massa struktur tanpa mengorbankan kekuatan. Berdasarkan hasil simulasi *Total Deformation*, rangka berbahan ST37 menunjukkan deformasi yang kecil dan bersifat elastis, sehingga desain rangka dinyatakan aman, dan layak digunakan pada kondisi pembebanan yang disimulasikan.

5 Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Malang (Polinema) atas pendanaan yang diberikan melalui dana DIPA Polinema Tahun Anggaran 2025 sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Serta dukungan sarana dan prasarana dari Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang dalam pengambilan data pada penelitian ini.

6 Referensi

- [1] P. K. Ozili and C. Bank, “Global energy crisis : impact on the global economy,” no. January 2023.
- [2] R. Wolniak, R. Nagaj, and B. Žuromskait, “The Influence of the Global Energy Crisis on Energy Efficiency : A Comprehensive Analysis,” pp. 1–49, 2024.
- [3] H. A. Bhardani, B. S. Kaloko, and R. M. Gozali, “Desain Sepeda Statis Sebagai Pemanen Energi untuk Pengisian Baterai,” *J. Arus Elektro Indones.*, vol. 8, no. 1, pp. 15–21, 2022.
- [4] T. W. Kristianto and V. Prasetya, “Rancang Bangun Sepeda Statis Sebagai Pembangkit Listrik Sederhana,” vol. 03, no. 2, pp. 48–54, 2022.
- [5] A. Prasetya and J. Roepajadi, “Pengaruh Latihan Sepeda Statis dalam Penanganan Pasca Cedera Lutut pada Atlet Sepakbola,” *J. Kesehat. Olahraga*, vol. 10, no. 04, pp. 13–18, 2022.
- [6] Y. A. Kusuma, “Rancang Bangun Sepeda Statis Menggunakan Generator Magnet Permanen Kecepatan Rendah,” 2021.
- [7] M. M. Firdaus, M. F. Rahman, E. A. T, and M. Aldiansyah, “Pengujian Kekuatan Rangka Sepeda Tipe Diamond Frame Material AISI 4130 dan Metode Finite Element,” *J. PERANCANGAN, MANUFAKTUR, Mater. DAN ENERGI (JURNAL PERMADI) Vol.*, vol. 6, no. 3, pp. 306–312, 2024.
- [8] S. Rasu, “Impact of Simulation Tools on Mechanical Design Validation,” *J. Eng. Appl. Sci. Technol.*, vol. 4, no. 3, pp. 1–4, 2022.
- [9] I. Muhlisin and Sudiman, “Pengaruh Variasi Beban terhadap Faktor Kekuatan Rangka Sepeda dari Bahan AISI 1035 Steel (SS) dengan Simulasi Solidworks,” *Briliant J. Ris. dan Konseptual*, vol. 9, no. 1, pp. 236–252, 2024.
- [10] R. Febritasari, F. Rahmadiano, G. A. Pohan, T. A. Sutrisno, and A. A. Lowu, “Sepeda Roda Tiga Tanpa Pedal Untuk Melatih Keseimbangan Dan Koordinasi Tubuh Pasien Pascastroke,” vol. 14, no. September, pp. 29–35, 2023.
- [11] O. C. Zienkiewicz, R. L. Taylor, and J. Z. Zhu, *The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals*, Seventh Ed. Elsevier, 2013.
- [12] Hermanto, R. Ariyansah, and A. Gamayel, “Analisis Kekuatan Struktur Rangka Pembangkit Listrik Sepeda Statis Menggunakan Perangkat Lunak Ansys Workbench,” *Teknobiz J. Ilm. Progr. Stud. Magister Tek. Mesin*, vol. 11, no. 1, pp. 20–25, 2021.
- [13] R. G. Budynas and J. K. Nisbett, *Shigley’s Mechanical Engineering Design*, Tenth Edit. McGraw-Hill Education, 2015.