

## Desain dan Analisis Struktur Variasi *Paddock Motor* Menggunakan Metode Elemen Hingga

Ragil Alda<sup>1</sup>, Igan Agung Ariesta<sup>2</sup>, Sena Riza Aditya<sup>3</sup>, Aditia Rahayu<sup>4</sup>, Fani Nurwimbo<sup>5</sup>, Angger Bagus Prasetyo<sup>6,\*</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup> Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta  
Korespondensi : [angger.bagus@itny.ac.id](mailto:angger.bagus@itny.ac.id).

### ABSTRAK

*Paddock stand* merupakan salah satu jenis penyangga sentral tambahan yang berperan dalam olahraga otomotif. Maraknya olahraga motor di Indonesia berimbas pada meningkatnya permintaan galangan kapal. Stand yang baik tidak hanya cocok untuk pemasangan sepeda motor, tetapi juga harus optimal dari segi material, desain, dan dimensi. Dalam penelitian ini dilakukan analisa statik untuk mengetahui distribusi *total deformation*, *stress*, dan *safety factor* dengan pembebanan sebesar 2000 N menggunakan elemen hingga. Berdasarkan penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa nilai *equivalent stress* dan *total deformation* pada variasi desain *paddock stand* kedua adalah lebih tinggi dengan nilai sebesar 375.83 MPa dan 0.54331 mm. Nilai *safety factor* menunjukkan desain *paddock stand* masih kurang aman untuk pembebanan 2000 N.

**Kata kunci:** *paddock stands*, analisa statik, *total deformation*, *stress*, *safety factor*, elemen hingga.

### ABSTRACT

*One other central support that is used in motorsports is the paddock stand. The increased need for shipyards is a result of Indonesia's growing motorsports industry. A decent stand must be ideal in terms of material, design, and size in addition to being appropriate for motorcycle installation. Finite elements were used in this study's static analysis to establish the distribution of total deformation, stress, and safety factors under a loading of 2000 N. According to the investigation, the second paddock stand design variant has greater equivalent stress and total deformation values with values of 375.83 MPa and 0.54331 mm. The paddock stand design is still not safe for 2000 N loads, according to the safety factor value.*

**Keyword:** *paddock stands*, static analysis, *total deformation*, *stress*, *safety factor*, finite element.

### PENDAHULUAN

*Paddock stand* adalah jenis sandaran tambahan bagian tengah, yang berperan pada motor *sport*. Meningkatnya jumlah olahraga motor di Indonesia membuat permintaan stand *paddock* semakin meningkat. Dudukan *paddock* yang baik tidak hanya untuk mengamankan sepeda motor, tetapi juga harus memiliki kualitas terbaik dari segi material, desain, dan ukuran. [1]. Sebuah desain dapat diklasifikasikan aman ketika produk mampu mendukung beban dengan baik sesuai dengan kriteria faktor keamanan yang diberikan.

Dalam merencanakan suatu struktur, tentunya terlebih dahulu harus dilakukan kajian terhadap kekuatan struktur tersebut. Untuk mengetahui kekuatan struktur, perlu dilakukan pengujian sifat-sifatnya. Pemeriksaan properti dapat dilakukan dengan perhitungan atau simulasi. Salah satu metode paling populer untuk menganalisis fitur desain struktur adalah metode elemen hingga (FEM) [2]. Metode FEM dapat digunakan untuk memecahkan masalah *structural* kompleks dalam padatan, dan solusinya mengarah pada tegangan, regangan, defleksi, dan kelelahan materi dalam hidup [3]. kasus yang kompleks diselesaikan dengan metode ini. Metode elemen berpasangan dapat digunakan untuk mengoptimalkan perencanaan struktur, baik untuk masalah pengukuran komputer [4] maupun untuk pemilihan bentuk struktur [5].

Dari keunggulan elemen hingga tersebut, pada penelitian ini dilakukan proses pemodelan tegangan *paddock stand* pada kondisi statis.. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan metode elemen hingga. Variasi desain *paddock stand* juga dilakukan pada penelitian ini. Dengan cara ini, hasil distribusi *total deformation*, *stress*, dan *safety factor* ditentukan oleh dua varian desain *paddock stand*.

### METODE PENELITIAN

#### Desain Pemodelan *Paddock Stand*

Pada tahapan *pre-processing* yakni pembuatan desain pemodelan *paddock stand* menggunakan *software Inventor*, setelah desain dibuat kemudian di simlan dalam bentuk model *\*.stp* agar dapat dimudahkan pembacaannya oleh ANSYS. Desain pemodelan yang dilakukan variasi desain seperti yang terlihat pada Gambar 1.

a. Variasi desain pertama



b. Variasi desain kedua



**Gambar 1.** *Paddock stand* a) variasi desain pertama b) variasi desain kedua

**Pembagian Grid (*meshing*)**

Pada tahap selanjutnya setelah *meshing* desain, desain *paddock support* akan dibagi menjadi beberapa bagian kecil untuk memudahkan perangkat lunak selama simulasi. Pembagian grid (*grid*) sebagai media kontrol membuat hasil simulasi lebih konvergen [6]. Terdapat 3 jenis *mesh* dalam simulasi pemodelan diantaranya tetrahedral *mesh*, hexahedral *mesh* dan polyhedral *mesh* [7], [8] Hasil *meshing* pada pemodelan *paddock stand* pada variasi pertama menggunakan tipe *tetrahedral mesh*, pemilihan *mesh* tetrahedral karena dapat digunakan pada desain yang kompleks [9] dan Variasi kedua menggunakan tipe *mesh* hexahedral dengan jumlah node dan elemen sesuai Tabel 1 [7], [10]. Skala terbaik digunakan dalam definisi jaringan untuk memaksimalkan simulasi model.

**Tabel 1.** Jumlah *node* dan *element*

|                | <i>Paddock stand</i> variasi pertama | <i>Paddock stand</i> variasi kedua |
|----------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| <i>Node</i>    | 89503                                | 93002                              |
| <i>Element</i> | 19022                                | 47083                              |

**Initial Condition dan Pemilihan Material**

Penentuan *initial condition* digunakan pada model kedua variasi desain *paddock stand* adalah *fixed support* seperti yang terlihat pada Gambar 2. Penggunaan *fixed support* berada pada bagian bawah, bagian ini yang memiliki kontak langsung dengan media tanah. Pembebanan dilakukan sebesar 2000N diletakkan pada bagian yang berwarna merah saat mengalami pembebanan saat bekerja. Pembebanan tersebut, ditunjukkan pada Gambar 2.

a. Variasi desain pertama

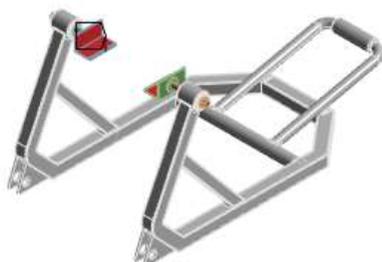


b. Variasi desain kedua

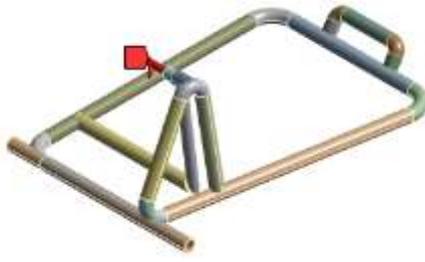


**Gambar 2.** *Fixed support* a) variasi desain pertama b) variasi desain kedua

a. Variasi desain pertama



b. Variasi desain kedua



**Gambar 3.** *Force* a) variasi desain pertama b) variasi desain kedua



Perangkat lunak ANSYS menawarkan berbagai bahan untuk digunakan para insinyur. Selain itu, Anda dapat memasukkan material secara manual dengan menentukan sifat material seperti kekuatan luluh, kekuatan tarik, densitas, modulus geser, dan lainnya. Baja ringan digunakan sebagai material untuk simulasi rak, yang sifat materialnya sesuai dengan Tabel 2.

**Tabel 2. Material Properties Mild Steel**

| Properties                | Value                  |
|---------------------------|------------------------|
| Young's Modulus           | 200 Gpa                |
| Poisson's Ratio           | 0.31                   |
| Density                   | 7750 Kg/m <sup>3</sup> |
| Tensile Yield Strength    | 320 MPa                |
| Tensile Ultimate Strength | 400 MPa                |

**HASIL DAN ANALISIS**

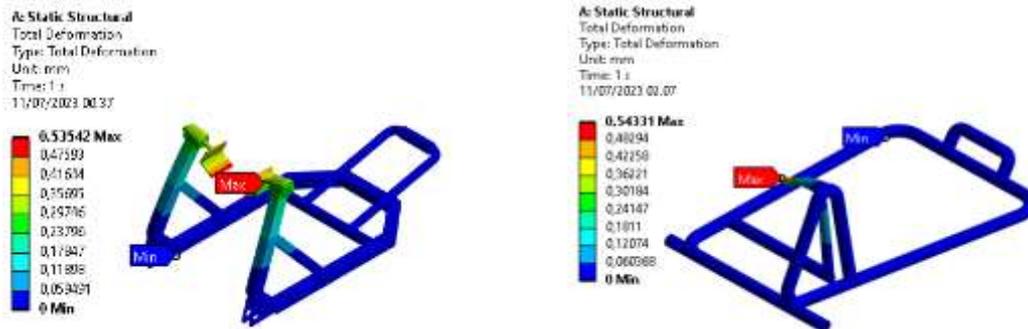
Analisis statik merupakan uji tegangan untuk material dan struktur dengan gaya dan beban statik dan dinamik [11]. Von Mises menjadi faktor penentu apakah pemodelan layak atau gagal [2].

**Total Deformation**

Deformasi adalah perubahan bentuk fisik, ataupun kimia akibat beban *rotational* dan *radial* yang dialami suatu benda [12]. Semakin kecil angka yang dihasilkan dari deformasi, maka material tersebut semakin baik [13]. Ketika suatu benda dikenai gaya atau beban, deformasi dapat terjadi. Gambar 4. menunjukkan hasil *total deformation* yang terjadi pada kedua variasi desain *paddock stand*.

a. Variasi desain pertama

b. Variasi desain kedua



**Gambar 4.** hasil *total deformation* a) variasi desain pertama b) variasi desain kedua

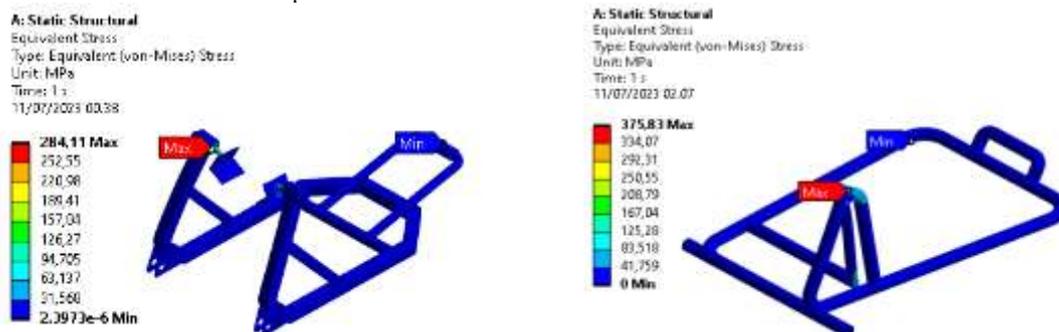
Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan pada kedua variasi desain *paddock stand*, diperoleh hasil *total deformation max* pada variasi desain pertama adalah 0.53542 mm dan pada variasi desain kedua adalah 0.54331 mm. Persebaran kontur warna deformasi terlihat pada bagian yang menerima beban lebih yang ditunjukkan pada kontur yang berwarna merah [14]. Persebaran kontur yang berwarna biru merupakan bagian yang tidak adanya perubahan bentuk secara signifikan setelah menerima gaya yang diberikan [15], [16].

**Equivalent Stress**

Simulasi pemodelan 3D *paddock stand* untuk analisis tegangan elemen hingga untuk menemukan batas struktur dalam model. Analisis proses dilakukan dengan menyediakan dua varian desain. Ini untuk menentukan perbedaan dalam distribusi tegangan yang sesuai pada rangka selama bekerja. Hasil analisis variasi desain disajikan pada rak seperti pada Gambar 5.

a. Variasi desain pertama

b. Variasi desain kedua

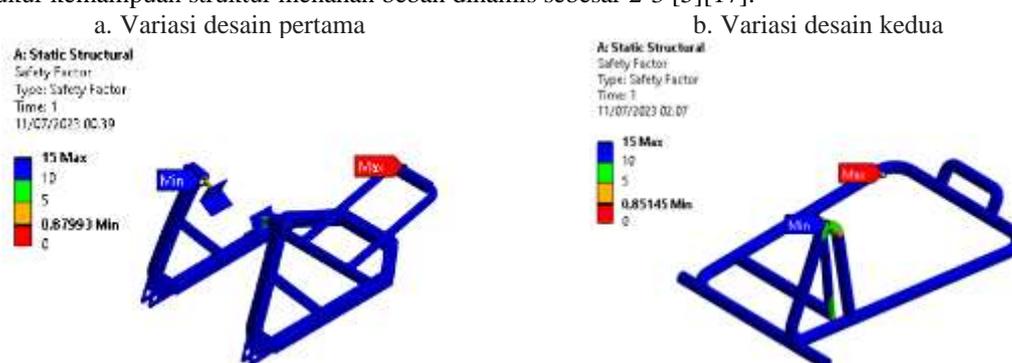


**Gambar 5.** Hasil *equivalent stress* a) variasi desain pertama b) variasi desain kedua

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan pada kedua variasi desain *paddock stand*, maka distribusi *equivalent stress max* pada variasi desain pertama diperoleh 284.11 MPa dan pada variasi desain kedua diperoleh 375.83 MPa. Hal ini ditunjukkan dengan sebaran kontur berwarna merah pada rencana pemodelan, yang merupakan daerah kritis yang membutuhkan beban lebih. Keruntuhan terjadi bila tegangan utama terbesar pada struktur telah mencapai nilai tegangan maksimum pada batas elastisnya [15]. Hasil simulasi dengan perbedaan variasi desain diperoleh nilai *equivalent stress* yang lebih besar pada variasi desain kedua *paddock stand*.

### Safety Factor

Nilai terendah dari *safety factor* desain adalah ukuran yang baik tentang seberapa aman penggunaannya. Salah satu faktor yang dijadikan acuan *stress testing* pada pemodelan suatu objek adalah *safety factor*. Gambar 6 menggambarkan hasil simulasi kedua variasi desain *paddock stand*. Nilai keamanan dipersyaratkan untuk mengukur kemampuan struktur menahan beban dinamis sebesar 2-3 [5][17].



**Gambar 6.** Hasil *safety factor* a) variasi desain pertama b) variasi desain kedua

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan pada kedua variasi desain *paddock stand*, Temuan simulasi ini, menunjukkan bahwa nilai minimum *safety factor* dalam simulasi *paddock stand* pada variasi desain pertama adalah 0.87993 dan pada variasi desain kedua adalah 0.85145. Hal ini menunjukkan bahwa dari kedua variasi desain *paddock stand* masih kurang aman untuk digunakan.

### KESIMPULAN

Hasil pemaparan analisa dan pembahasan disimpulkan nilai *equivalent stress* dan *total deformation* pada variasi desain *paddock stand* kedua adalah lebih tinggi dengan nilai sebesar 375.83 MPa dan 0.54331 mm. Nilai *safety factor* menunjukkan desain *paddock stand* masih kurang aman untuk pembebanan 2000 N.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih atas partisipasi-nya dalam penelitian ini kepada teman-teman Teknik Mesin ITNY, Igan Agung Ariesta (2100200025), Sena Riza Aditya (2100200026), Aditia Rahayu (2100200027) dan dosen pembimbing Angger Bagus Prasetyo, S.T., M.Eng.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. B. Prasetyo, K. A. Sekarjati, dan I. P. A. Assagaf, Sutrisna, "Analisis Frekuensi Natural Velg Ring 16 Menggunakan Finite Element Method," in *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XVII Tahun 2022 (ReTII)*, 2022, vol. 2022, no. November 2021, hal. 354–359.
- [2] A. B. Prasetyo *et al.*, "Finite Element Analysis (FEA) of blade weed design using Ansys workbench," *Sinergi*, vol. 26, no. 3, hal. 371, 2022, doi: 10.22441/sinergi.2022.3.012.
- [3] A. B. Prasetyo, K. A. Sekarjati, dan Sutrisna, "Numerical analysis of the influence iron type on Von Mises Stress and safety parameters for compost processing machine frame construction," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1151, no. 1, 2023, doi: 10.1088/1755-1315/1151/1/012058.
- [4] S. Mulyadi, "Analisa Tegangan-Regangan Produk Tongkat Lansia Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga," *J. ROTOR*, vol. 4, hal. 1, 2011.
- [5] Y. Ren, Y. Yu, B. Zhao, C. Fan, dan H. Li, "Finite Element Analysis and Optimal Design for the Frame of SX360 Dump Trucks," *Procedia Eng.*, vol. 174, hal. 638–647, 2017, doi: 10.1016/j.proeng.2017.01.201.
- [6] A. B. Prasetyo, A. A. Azmi, D. S. Pamuji, dan R. Yaqin, "Pengaruh Perbedaan Mesh Terstruktur dan Mesh Tidak Terstruktur Pada Simulasi Sistem Pendinginan Mold Injeksi Produk Plastik," *Pros. Nas. Rekayasa Teknol. Ind. dan Inf. XIV Tahun 2019*, vol. 2019, no. November, hal. 400–406, 2019.

- [7] A. B. Prasetyo, F. Fauzun, A. A. Azmi, dan S. H. Yaqin, Rizqi Iimal, Pranoto, "ANALISIS KESERAGAMAN PENDINGINAN PRODUK PLASTIK INJEKSI MOLDING DENGAN VARIASI SISTEM PENDINGIN," *J. Penelit. Saintek*, vol. 25, no. 2, hal. 173–183, 2020, doi: 10.21831/jps.v25i2.34574.
- [8] A. B. Prasetyo, "Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur Analisis Numerik Perpindahan Panas Pada Saluran Pendingin Plastik Injeksi Molding Menggunakan Polyhedral Mesh," *Teknol. manufaktur*, vol. 11, no. 02, hal. 70–79, 2019, doi: <https://doi.org/10.33504/manutech.v11i02.113>.
- [9] A. B. Prasetyo dan F. Fauzun, "Numerical study of effect of cooling channel configuration and size on the product cooling effectiveness in the plastic injection molding," *MATEC Web Conf.*, vol. 197, hal. 8–11, 2018, doi: 10.1051/mateconf/201819708019.
- [10] A. B. Prasetyo, F. Fauzun, A. A. Azmi, dan R. I. Yaqin, "Studi Numerik Kontur Pola Aliran Fluida Pendinginan Pada Mold Injeksi Molding," *Infotekmesin*, vol. 12, no. 1, hal. 104–109, 2021, doi: 10.35970/infotekmesin.v12i1.493.
- [11] A. B. Prasetyo dan K. A. Sekarjati, "Analisis Struktur Desain Pisau Pengupas Tempurung Kelapa," in *Seminar Nasional Riset & Inovasi Teknologi*, 2022, hal. 417–423.
- [12] A. B. Prasetyo dan K. A. Sekarjati, "Finite Element Simulation of Power Weeder Machine Frame," *Indones. J. Comput. Eng. Des.*, vol. 4, no. 2, hal. 26–34, 2022, doi: <https://doi.org/10.35806/ijoced.v4i2.291>.
- [13] A. B. Prasetyo dan K. A. Sekarjati, "Desain dan Analisis Frekuensi Natural Rangka Mesin Penyiang Gulma Menggunakan Metode Finite Element Analysis Design and Analysis of Natural Frequency Weed Weeding Machine Frames Using the Finite Element Analysis Method," *J. Ris. Sains dan Teknol.*, vol. 6, no. 2, hal. 181–187, 2022, doi: 10.30595/jrst.v6i2.14428.
- [14] R. P. Ikbal, F. Setiawan, dan A. B. Prasetyo, "Analisis pengaruh metode vacuum bag terhadap geometri sayap uav skywalker analysis of vacuum bagging method on geometry of skywalker uav wing," *SJME Kinemat.*, vol. 8, no. 1, hal. 36–43, 2023, doi: 10.20527/sjme kinematika.v8i.
- [15] F. Arifin, M. S. Alaydrus, dan A. B. Prasetyo, "Desain dan Analisis Cassava Chopper Machine," *Angkasa J. Imliah Bid. Teknol.*, vol. 15, no. 1, hal. 97–102, 2023, doi: <http://dx.doi.org/10.28989/angkasa.v15i1.1638>.
- [16] R. I. Yaqin, B. H. Priyambodo, A. B. Prasetyo, dan M. L. Umar, "Penerapan Metode Elemen Hingga Dalam Pemilihan Bahan Pada Desain Pisau Mesin Pencacah Plastik," *Sci. J. Mech. Eng. Kinemat.*, vol. 6, no. 2, hal. 85–98, 2021, doi: 10.20527/sjme kinematika.v6i2.190.
- [17] A. B. Prasetyo, K. A. Sekarjati, dan I. P. A. Assagaf, "Studi Numerik Pengaruh Variasi Pembebanan Troli Pengangkut Barang di Laboratorium Manufaktur ITNY Terhadap Analisis Struktur Menggunakan Metode Elemen Hingga," *J. Energy, Mater. Manuf. Technol.*, vol. 2, no. 1, hal. 30–39, 2023, doi: <https://doi.org/10.1000/jemmtec.v2i01>.