

PERANCANGAN DAN SIMULASI STRUKTUR RANGKA OVERHAUL STAND UNTUK PENGGUNAAN ASSEMBLY DAN DIASSEMBLY HYDRAULIC CYLINDER MENGGUNAKAN SOFTWARE SOLIDWORK

Randis^{1*)}, Nugroho maulana²⁾, Hadi Hermansyah³⁾

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Balikpapan
^{1,2,3)} Jl. Sukarno hatta Km. 8 Balikpapan, Kalimantan Timur, Indonesia 90216
 Email: randis@poltekba.ac.id

Abstrak - Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur dari Overhaul Stand yang digunakan sebagai alat bantu untuk menopang hydraulic cylinder dalam proses pemeriksaan dan perbaikan. Dalam hydraulic cylinder terdapat piston yang terhubung dengan rod yang dapat bergerak maju dan mundur, bergantung pada sisi mana yang diisi oleh fluida hidrolik bertekanan. Metode yang digunakan dalam perancangan ini meliputi pengumpulan data, membuat model pada perangkat lunak, kemudian menganalisis struktur menggunakan metode simulasi Finite Element Analysis (FEA). Hasil simulasi FEA mendapatkan nilai tegangan dan faktor keamanan pada Overhaul Stand yang mengalami pembebanan dari hydraulic cylinder. Berdasarkan hasil simulasi, pengujian dengan menggunakan material JIS 3101 SS 400, struktur Overhaul Stand berada dalam batas aman.

Kata kunci: Hydraulic cylinder, Overhaul Stand, Finite Element Analysis, tegangan, factor keamanan

Abstract - This study aimed analyze the structure of overhaul stand which is used as a supporting tool of hydraulic cylinder in the inspection and repairs process. Inside the hydraulic cylinder, there is a piston that is connected to a rod that can move forward and backward, depending on which side is filled by pressurized hydraulic fluid. The method used in this design consist of collecting data, creating a model on software, then analyzing the structure using the Finite Element Analysis (FEA) simulation method. The FEA simulation results get the stress value and safety factor on the overhaul stand that is experiencing the loading of the hydraulic cylinder. Based on the simulation results, testing using JIS 3101 SS 400 material, the structure of the overhaul stand was within safety limit.

Keywords: Hydraulic cylinder, Overhaul Stand, Finite Element Analysis, Stress, Safety factor

1. PENDAHULUAN

Penggunaan alat berat pada industri pertambangan memiliki berbagai macam jenis antara lain yaitu : *excavator*, *heavy dump truck*, *dozer*, *shovel* dan *motor grader* disesuaikan dengan aplikasinya seperti digunakan untuk menunjang proses pertambangan mulai dari pembukaan tambang, pembuatan jalan, penggalian serta pengangkutan bahan tambang menuju ke proses berikutnya[1]. Alat berat yang digunakan harus mencapai target produksi yang sudah ditentukan oleh pihak perusahaan, untuk dapat bekerja dengan baik agar target produksi perusahaan dapat tercapai, alat berat yang digunakan harus selalu dalam kondisi prima. Akan tetapi ada kalanya alat berat ini mengalami masalah (*troubleshooting*) atau kerusakan yang mengharuskan alat berat atau unit tersebut berhenti bekerja.

Kerusakan yang biasanya terjadi pada unit alat berat yaitu pada bagian *cylinder hydraulic*, dimana bagian ini merupakan komponen yang

membantu semua proses kinerja unit serta paling banyak mengalami beban dan pergerakan dalam kinerja suatu alat berat terutama pada unit *excavator*, adapun kerusakan yang terjadi pada *cylinder hydraulic*. Alat berat seringkali harus dilakukan *overhaul*, salah satu upaya dalam perbaikan dan pembelajaran dalam *overhaul cylinder hydraulic* yaitu membuat stand agar dapat mempermudah dalam melakukan proses *assembly* dan *diassembly* pada *cylinder hydraulic* yang mengalami kerusakan.

Untuk meminimalisir kegagalan yang mungkin terjadi pada alat maka butuh simulasi dan analisis sebelum dilakukan fabrikasi, software yang digunakan menggunakan software *solidwork*. Penggunaan *solidwork* sendiri sudah banyak digunakan dalam menganalisis dan mensimulasikan berbagai rancangan pada berbagai aplikasi keteknikan [2-9]. Aplikasi software *solidwork* digunakan pada penelitian[2] untuk menganalisis deformasi yang terjadi pada

rancangan model gear transmisi pada *gear box*, sementara pada penelitian lainnya, *solidwork* digunakan untuk menganalisis dan mensimulasikan nilai kritis pada kopling cakram dengan variasi bahan yang berbeda[3]. Dalam [4] perangkat lunak *solidwork* dimanfaatkan untuk mendesain dan menganalisa stress yang terjadi pada flywheel dan sementara software yang sama digunakan untuk menganalisis desain piston dengan gaya tekan dan tarik yang diberikan[5]. Perangkat lunak ini juga diaplikasikan pada perancangan dan simulasi untuk rangka robot [6-7]. Aplikasi ini juga banyak digunakan untuk analisis aliran fluida sebagaimana pada [8-9].

Penelitian yang ingin dikembangkan yaitu perancangan dan analisis struktur rangka *Overhaul Stand For Hydraulic Cylinder* dengan menggunakan bantuan *software solidwork*, penggunaan perangkat lunak *solidwork* pada penelitian ini dimaksudkan untuk meminimalisir kegagalan sebelum manufaktur dilakukan. Analisis dilakukan sebelumnya untuk memastikan struktur dan alat yang akan dibuat memenuhi standard keamanan yang diijinkan sebagaimana perangkat lunak ini telah banyak digunakan dan diuji keberhasilannya seperti pada penggunaan untuk berbagai aplikasi di bidang teknik lainnya.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Spesifikasi silinder dan rangka yang akan dirancang

Dalam suatu pembuatan alat diperlukan perencanaan yang matang agar hasilnya optimal dan efisien dari segi waktu, biaya dan tenaga. Dalam metode perencanaan, hal-hal yang dilakukan yaitu pembuatan gambar dan pemilihan komponen yang tepat dengan memperhatikan kekuatan bahan, penampilan dan harga dari komponen tersebut.

Dalam perancangan rangka atau *stand* terdapat batasan terhadap dimensi objek yang akan dilakukan *overhaul* yaitu berupa *hydraulic cylinder tipe small excavator* sehingga diharapkan rancangan *stand* dapat berfungsi sebagaimana mestinya, berikut adalah spesifikasi *hydraulic cylinder* yang dapat diperuntukkan oleh rancangan *stand*.

Tabel 1. *Hydraulic Cylinder Spesification*[10]

	Bore	Tinggi	Rod Diameter	Weight
Min	136 mm	1120 mm	80 mm	1197 kg
Max	185 mm	1600 mm	110 mm	1495 kg

Secara garis besar bahan yang dibutuhkan dalam perancangan *overhaul stand for hydraulic*

cylinder merupakan adalah bahan rangka yang digunakan. Bahan-bahan untuk pembuatan rangka berupa besi profil WF 150 (150 x 75 x 5 x 7 mm), WF 100 (100 x 50 x 5 x 7 mm), dan UNP 10 (100 x 50 x 6 mm), dengan *pengujian dengan menggunakan material JIS 3101 SS 400*.

Perhitungan Gaya Berat

Gaya yang terjadi pada rangka *Overhaul Stand For Hydraulic Cylinder* salah satunya merupakan gaya statis. Gaya statis hanya disebabkan oleh gaya berat.

Gaya berat merupakan gaya tarik bumi yang bekerja pada suatu benda. Berat suatu benda adalah besarnya gaya tarik bumi yang bekerja pada benda tersebut. Berat benda sangat dipengaruhi oleh kuat medan gravitasi dimana benda itu berada. Gaya inilah yang akan digunakan untuk simulasi kekuatan rangka *Overhaul Stand For Hydraulic Cylinder*.

Berikut adalah perhitungan gaya berat yang terjadi pada bahan dengan diasumsikan massa *cylinder* adalah 1,500 kg dan percepatan gravitasi bumi adalah $9,81 \text{ m/s}^2$.

$$w = m \times g$$

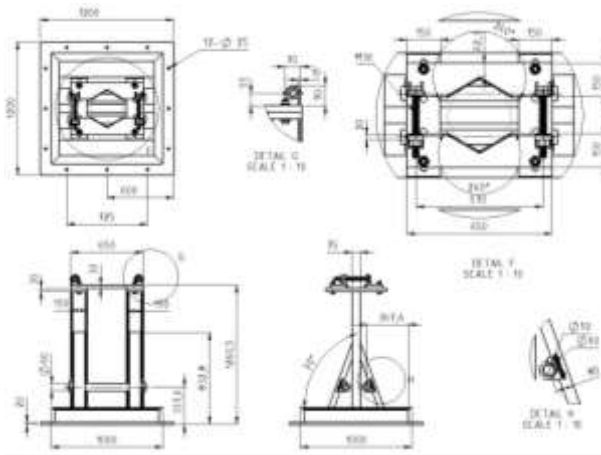
$$w = 1.500 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$w = 14.715 \text{ N}$$

2.2. Design Stand Menggunakan Software Solidworks

Dalam sebuah perancangan hal pertama yang dilakukan adalah membuat desain alat berupa gambar kerja. Desain diperoleh berdasarkan data nilai spesifikasi teknis cylinder dan material yang digunakan, sebagai tambahan juga dilakukan observasi sehingga diperoleh hasil desain sebagaimana ditunjukkan pada gambar 1. dan 2.

Pembuatan desain gambar yang dibuat dimulai dengan membuat gambar setiap komponen yang ada dengan menggunakan *software Solidworks*. Setiap komponen digambar 3D (Gambar 2), untuk menghasilkan gambar desain yang mudah untuk dipahami. Setiap bagian di gambar sesuai ukuran yang sudah ditentukan agar sesuai dan mudah agar lebih mudah dalam pengujian beban statis menggunakan simulasi pada *solidworks*. Hasil dari pengujian akan di analisa agar mendapatkan kesimpulan. Gambar dan ukuran pada *stand* secara 2D bisa diperlihatkan pada gambar 1.



Gambar 1. Gambar Kerja 2 Dimensi



Gambar 2. Hasil Perancangan Design 3D Overhaul Stand For Hydraulic Cylinder

3. METODOLOGI PENELITIAN

Rangka struktur *overhaul hydraulic cylinder stand* dianalisis bebannya untuk mengetahui apakah rangka tersebut cukup kuat untuk menahan komponen *cylinder* ketika *stand* digunakan. Analisis rangka dilakukan dengan bantuan komputer dan software yang bisa untuk menganalisis beban statis pada rangka yaitu dengan menggunakan aplikasi software *solidworks* seperti pada. Beban statis pada rangka *overhaul hydraulic cylinder stand* dianalisis untuk mengetahui titik kritis pada rangka tersebut ketika digunakan dan mengetahui kekuatan material yang digunakan pada rangka tersebut, apakah cukup kuat untuk menopang komponen saat *stand* ini digunakan dengan beban maksimal yang telah direncanakan.

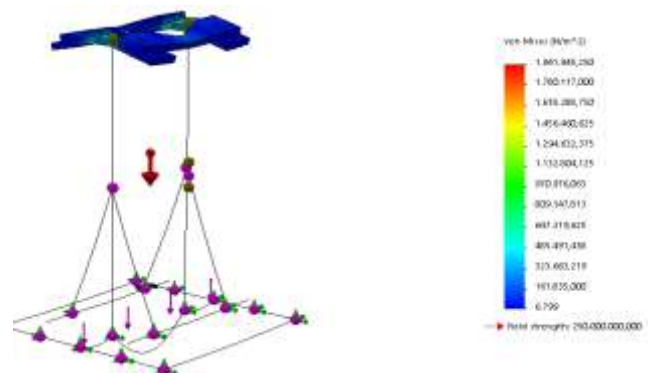
Proses pengujian dengan menggunakan *solidworks* dilakukan untuk mengetahui kekuatan desain rancangan rangka *stand* yang akan dibuat, proses pengujian *solidworks* adalah pengujian analisis *stress*, analisis *strain*, analisis *displacement*, dan analisis *safety factor* pada desain dengan asumsi beban 1.500 kg sebagaimana pada data yang telah dipaparkan pada bagian metodologi.

3.1 Pengujian Analisis Stress pada Beban Statis

Analisis distribusi tegangan beban statis dilakukan terhadap *Overhaul Hydraulic Cylinder Stand* yang akan dibuat prototipe menggunakan tipe *Von Misses Stress*. Analisis dilakukan untuk mengetahui kekuatan Rangka *stand* terhadap beban statis untuk mengetahui kekuatan *stand*, agar aman dan kuat untuk digunakan. Pembebanan terhadap rangka ditunjukkan pada anak panah yang berwarna merah muda dengan diasumsikan total berat dari *cylinder* 1.500kg, data material yang digunakan ditunjukkan pada bagian metodologi.

Hasil pengujian simulasi analisis distribusi tegangan beban statis tipe von mises stress yang telah dilakukan terhadap *stand* diperlihatkan pada gambar 4.

Analisis distribusi tegangan menggunakan software *Solidworks*, ditunjukkan dengan warna merah pada tegangan maksimum, dan warna biru pada tegangan minimum. Dari analisis yang dilakukan didapatkan hasil tegangan maksimum sebesar 1.941.945 Mpa, tegangan minimum sebesar 6.73 Mpa, dan *Yield Strength* 250 Mpa.

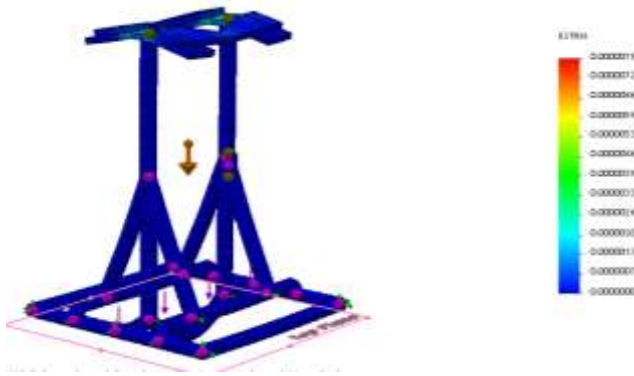


Gambar 4. Analisis Stress pada rancangan Overhaul Hydraulic Cylinder Stand

Analisis distribusi tegangan menggunakan software *Solidworks*, ditunjukkan dengan warna merah pada tegangan maksimum, dan warna biru pada tegangan minimum. Dari analisis yang dilakukan didapatkan hasil tegangan maksimum sebesar 1.941.945 Mpa, tegangan minimum sebesar 6.73 Mpa, dan *Yield Strength* 250 Mpa.

3.2 Pengujian Analisis Strain pada Beban Statis

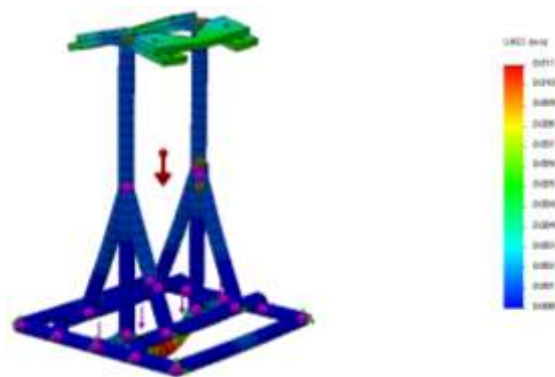
Pengujian analisis *strain* dengan menggunakan Software *Solidworks* ditunjukkan pada gambar 5. Perubahan maksimum ditunjukkan pada warna merah sebesar 0,00079 %, dan perubahan minimum ditunjukkan pada warna biru 0%. Dari hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa regangan pada rancangan *overhaul hydrolic cylinder stand* mengalami regangan yang sangat kecil jika dibebani atau dapat dikatakan hampir tidak terjadi regangan pada *stand*.



Gambar 5. Analisis Strain pada rancangan Overhaul Hydraulic Cylinder Stand

3.3 Pengujian Analisis Displacement pada Beban Statis

Perubahan (*displacement*) pada rancangan overhaul hydraulic cylinder stand maksimum sehingga terjadi deformasi plastis ditunjukkan dengan warna merah 0,011 mm dan perubahan minimum ditunjukkan dengan warna biru 0,00 mm. Perubahan di atas 1 mm material akan patah. Hal ini menunjukkan bahwa material dan bentuk rangka yang akan dibuat dalam kategori aman. Berikut besarnya *displacement* pada stand yang terjadi akibat beban ditunjukkan pada gambar 6.

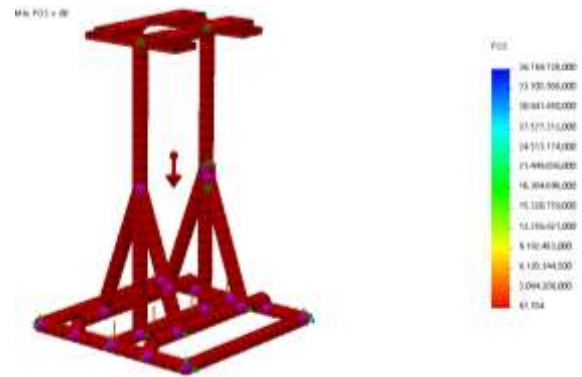


Gambar 6. Analisis Displacement pada rancangan Overhaul Hydraulic Cylinder Stand

3.4 Analisis Factor of Safety

Analisis *safety factor* atau factor keamanan terhadap tegangan beban statis dilakukan terhadap Overhaul Hydraulic Cylinder Stand yang akan dibuat prototipe menggunakan tipe *Fos*. Analisis dilakukan untuk mengetahui angka keamanan terhadap stand. Pembebanan terhadap rangka ditunjukkan pada anak panah yang berwarna merah yang dapat dilihat pada gambar 7. Dapat dilihat dari gambar diatas bahwa angka keamanan atau *safety factor* minimum adalah 68.

Berdasarkan perhitungan diperoleh nilai faktor keamanan lebih besar dari 1,5, hal ini menunjukkan bahwa material yang dipergunakan pada stand kuat untuk menahan beban namun jika hasil dari perhitungan *safety factor* adalah 1,5 atau kurang dari 1,5 material sudah mengalami *deformasi* atau patah karena tegangan maksimal sudah sebanding atau lebih besar dari *yield strength* material. Hal ini sejalan dengan penelitian Iqshal dkk[11] yang menetapkan faktor keamanan sebesar 2,5 – 4.



Gambar 7. Analisis Factor of Safety

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari uraian Perancangan Overhaul Hydraulic Cylinder Stand yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan secara keseluruhan bahwa :

1. Perancangan yang tepat dan pemilihan material sangat berpengaruh pada hasil akhir dan faktor keamanan pada stand. Menggunakan baja karbon jenis SS400 JIS 3101 adalah baja karbon rendah dengan unsur karbon kurang dari 0,3%. Dan dimensi hydraulic cylinder yang bisa dimuat min. Diameter 136 mm dan tinggi 1120 mm, sedangkan maksimal Diameter 185 mm dan Tinggi 1570 mm.
2. Perhitungan rancangan yang dihasilkan antara lain, reaksi tumpuan R_{bv} 750 kg dan R_{bv} 750 kg, Momen bending yang dihasilkan 13,125 kg/cm
3. Hasil dari analisis yang sudah di lakukan dengan *Software Solidworks*, perancangan dari beberapa bagian pada rangka overhaul stand for hydraulic cylinder antara lain stress dengan angka maksimum 1.941.95, strain 0.00079%, displacement perubahan maksimum 0.011mm, dan factor of safety dengan angka 68. disimpulkan kuat untuk menahan beban statis dari hydraulic cylinder. Hasil perhitungan *safety factor* pada distribusi tegangan statis hydraulic cylinder memenuhi syarat di atas *critical safety factor* dengan nilai 1,5.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Davinci, Ronaldo, and Dedi Yulhendra. "Pengendalian Waktu Efektif Bulldozer CAT D8R Rental Untuk Meminimalisasi Biaya Operasional Di PT Bukit Asam Tbk Unit Pelabuhan Tarahan Bandar Lampung." *Bina Tambang* 4.1 (2019): 81-91.
- [2] Xu, Zhaomei, and Yuwei Dong. "Modal analysis of transmission gear in gearbox based on SolidWorks." 2011 Second International Conference on Mechanic Automation and Control Engineering. IEEE, 2011.
- [3] Glodová, Iveta, Tomáš Lipták, and Jozef Bocko. "Usage of finite element method for motion and thermal analysis of a specific object in SolidWorks environment." *Procedia Engineering* 96 (2014): 131-135.
- [4] Chirită, Ionel, et al. "Design optimization of a flywheel using solidworks modeling and simulation capabilities." 2017 International Conference on ENERGY and ENVIRONMENT (CIEM). IEEE, 2017.
- [5] Li, Donghua. "Strength check simulation analysis of forming machine piston." 2014 International Conference on Advances in Engineering & Technology Research (ICAETR-2014). IEEE, 2014.
- [6] Sam, Rosidah, Kamarul Arrifin, and Norlida Buniyamin. "Simulation of pick and place robotics system using Solidworks Softmotion." 2012 International Conference on System Engineering and Technology (ICSET). IEEE, 2012.
- [7] Mu, Xiaoqi, et al. "Structural characteristic analysis of multifunctional elderly-assistant and walking-assistant robot based on SolidWorks/simulation." 2017 14th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI). IEEE, 2017.
- [8] Suhaimi, Wan Hanif Hazwan Wan, et al. "Design and analysis of a gate valve fluid flow using SolidWorks simulation software." 2014 2nd International Conference on Electrical, Electronics and System Engineering (ICEESE). IEEE, 2014.
- [9] Halim, Levin, and David Nathanlius. "Simulasi Perancangan Turbin Propeller untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air Berdasarkan Karakteristik Sungai Maliringan Dengan Metode Computational Dynamics Fluid (CFD)." *Jurnal Teknik Mesin* 8.1 (2019).
- [10] Y. Iwamoto, "Introduction of Products Introduction of Komatsu ' s New Hydraulic Excavator PC200-7 in GALEO Series," vol. 48, no. 149, 2002, pp. 35–44.
- [11] M.D. Aqshal and Nurato, "Analisis Perbandingan Faktor Keamanan Rangka Scooter Menggunakan Perangkat Lunak Solidwork 2015, *Jurnal Teknik Mesin* vol 9.No.3 (2020).