

RANCANG BANGUN TROLI PENGANGKUT SPAREPART KAPAL LAUT BERKAPASITAS 1 TON

Naufal Itsar Mufadhola^a, Budi Hartoyo^b, Shanti Kumbarasari^{c*}
shanti_kumbarasari@polinatmi.ac.id

Politeknik Industri ATMI, Jl. Kampus Hijau No.3 Jababeka Education Park-Cikarang Baru- Bekasi¹⁻³

Intisari

Untuk meningkatkan kinerja dalam pelayanan perbaikan komponen kapal laut maka dibutuhkan area sebagai tempat penyimpanan sementara part-part yang akan atau sesudah diperbaiki dengan metode first in first out. Area penyimpanan part-part kapal laut berbentuk lorong antar gedung dengan volume 1000 x 2000 x 5000 mm³. Jenis komponen kapal laut yang sering diperbaiki adalah cylinder head, intercooler, cover cooler dengan maksimal berat spare part 1000 kilogram. Penempatan part-part kapal laut yang terbatas maka diperlukan material handling system dari container di area kedatangan ke area penyimpanan. Jenis material handling system yang digunakan berbentuk troli agar bisa fleksible dalam pemilihan tempat serta perawatan yang mudah. Dimensi troli yang digunakan yaitu 800 x 600 x 500 mm³, berdasarkan perhitungan troli menunjukkan dapat menahan beban sebesar 1000 kilogram dimana kapasitas setiap roda troli 300 kilogram/roda dan massa troli 70 kilogram, setelah di analisa menggunakan software solidwork scissors troli dapat menahan beban 1500 kilogram. Hasil eksperimen yang telah dilakukan troli dapat berfungsi dengan baik dan dapat mengangkat piston seberat 285 kilogram, inter cooler 240 kilogram, silinder head 320 kilogram dan dapat digunakan mengangkat dan memindahkan silinder head dan inter cooler 560 kilogram secara bersamaan.

Kata kunci:

Material handling, troli, spareparts kapal laut

Tentang naskah:

-di terima, 18 Des. 2023
-diterbitkan, 31 Des. 2023

Abstract

To improve performance in marine ship component repair services, an area is needed as a temporary storage place for parts that will be or will be repaired using the first in first out method. The storage area for marine ship parts is in the form of a hallway between buildings with a volume of 1000 x 2000 x 5000 mm³. The types of marine ship components that are often repaired are cylinder heads, intercoolers, cooler covers with a maximum spare part weight of 1000 kilograms. The limited placement of ship parts requires a material handling system from the container in the arrival area to the storage area. The type of material handling system used is in the form of a trolley so that it can be flexible in choosing a location and easy to maintain. The dimensions of the trolley used are 800 x 600 x 500 mm³, based on calculations the trolley shows that it can withstand a load of 1000 kilograms where the capacity of each trolley wheel is 300 kilograms/wheel and the mass of the trolley is 70 kilograms, after analysis using Solidwork Scissors software the trolley can withstand a load of 1500 kilograms. The results of experiments that have been carried out are that the trolley can function well and can lift a piston weighing 285 kilograms, an inter cooler of 240 kilograms, a cylinder head of 320 kilograms and can be used to lift and move the cylinder head and inter cooler of 560 kilograms simultaneously.

Keyword:

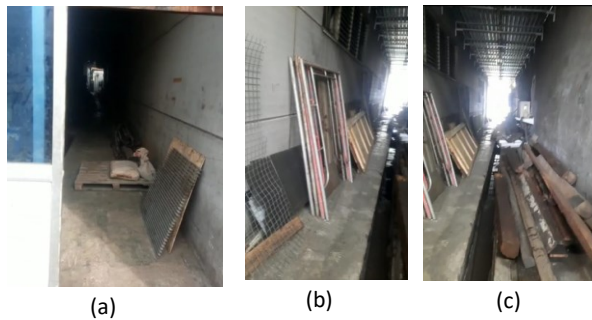
Material handling, trolley, marine ship components

Content : material handling, trolley, marine ship components

1. Pendahuluan

Penggunaan mobil forklift dalam proses pemindahan part-part kapal laut yang rata-rata mempunyai berat 241 kilogram dengan frekuensi 22 kali dalam sebulan dari lokasi loading dock menuju area penyimpanan unit kerja engineering untuk memperbaiki part kapal laut yang rusak,

membutuhkan ruang gerak yang luas dan tidak bisa memasuki area ruang antar gedung yg berdimensi 1000 x 2000 x 5000 mm³ yang bertujuan sebagai lokasi penyimpanan sebelum dan sesudah proses perbaikan part kapal.



Gambar 1(a-c). Ruang Penyimpanan

Untuk mempermudah perpindahan sparepart maka dibutuhkan sebuah material handling yang bisa fleksible untuk meletakkan sparepart secara rapi dengan sistem first in first out.



Gambar 2. Spare part kapal laut

Material handling didefinisikan sebagai pengendalian material dalam industri manufaktur. Penanganan material handling yang tepat akan memberikan pengaruh pada biaya penanganan material, meningkatkan kapasitas produksi dan mencegah kerusakan pada material. Material handling mencakup line produksi pengepakan, penanganan, pengawasan, pemindahan dan penyimpanan material dengan bentuk yang bervariasi. (Zainuri, 2008)

Untuk mencapai peningkatan efektivitas produksi saat pemilihan material handling sebaiknya mempertimbangkan dari faktor ergonomi dan keselamatan kerja operator. (Kumbarasari, et al., 2021).

Pada rancang bangun saat ini, dimensi ruang penyimpanan dan ruang gerak yang terbatas menjadikan sebuah pertimbangan pemilihan salah satu jenis material handling yang akan dirancang. Agar lebih fleksible dalam penyusunan dan penataan sparepart kapal laut maka

sebagai material handling yang digunakan pada rancang bangun ini yaitu troli.

Troli terbagi menjadi 3 bagian utama yaitu pegangan, tempat serta roda troli. Pegangan troli ditambahkan pengereman sebagai penahan saat dioperasikan pada lintasan menurun atau menaik serta dapat diatur ketinggiannya. Tempat produk pada troli dapat diatur ketinggiannya secara otomatis menggunakan sistem hidrolik manual. Pada roda troli ditambahkan pengunci roda sehingga troli tidak mudah berpindah tempat pada posisi troli tidak dijalankan. Perancangan troli berdasarkan perhitungan antropometri didapatkan dimensi jangkauan tangan kedepan sebagai acuan penentu dimensi lekukan pegangan dan tinggi pengatur tekanan hidrolik. (Nur Iskandar & Janari, 2021)

Pada rancang bangun troli berkapasitas 1 ton ini terdapat penambahan gravity roler agar saat meletakkan dan penyusunan sparepart kapal laut lebih mudah.

2. Kerangka Teori

2.1. Besi Struktural

Besi jenis U (UNP) digunakan untuk struktur rangka pada konstruksi troli.



Gambar 3. Besi UNP
Sumber. PT Kaltim Jaya Makmur

2.2. Plate Structural Steel 400

Plate Structural Steel (SS) 400 merupakan baja karbon (mild steel) dengan proses pembuatan menggunakan hot rolled.



Gambar 4. Plate SS 400
Sumber. Crestworld Steel LTD

2.3. Scissor Jack

Scissor jack berfungsi sebagai penopang produk dengan berat tertentu.



Gambar 5.Scissor Jack
Sumber. Alatproyek.com

Kelebihan penggunaan dari scissor jack secara mekanis yaitu jack dapat bergerak naik dan turun yang dipengaruhi oleh posisi bolt yang melintang dari ujung satu ke ujung lainnya. (Babu, 2015)

2.4. Gravity Roller Conveyor

Gravity roller conveyor adalah rangkaian roller yang ditumpu oleh rangka dan tempat troli.



Gambar 6. Gravity Roller Conveyor
Sumber. Maju Kuat Bersama

Gravity roller conveyor berfungsi untuk meningkatkan kecepatan saat proses pemindahan produk saat proses bongkar muat material.

2.5. Roda Kastor

Dalam penanganan dan pemindahan material berat beban tertentu, salah satu alternatifnya adalah penggunaan roda castor. (Anderson, et al., 2023)



Gambar 7.Roda Kastor
Sumber.Jaya Sakti Roda

Roda castor dapat menopang beban dari 150 kilogram hingga 500 kilogram. Roda kastor dapat bergerak manuver dan mampu berputar 360°

2.6. Tegangan luluh

Tegangan suatu elemen mesin adalah besarnya gaya yang bekerja pada tiap satu satuan luas penampang elemen tersebut. Gaya per satuan luas penampang menggambarkan kekuatan kemampuan elemen itu sendiri.

$$\sigma_L = \frac{F_L}{A_0} \quad (1)$$

Dimana

σ_L : tegangan luluh (Newton/meter²)

F_L : gaya pembebanan (Newton)

A_0 : luas penampang material (meter²)

Dengan memberikan gaya pada sebuah elemen mesin maka akan diketahui tegangan yang dimiliki elemen tersebut yang dapat memberikan informasi nilai batas kemampuan menahan beban. (Haryadi, 2006)

3. Metodologi Penelitian

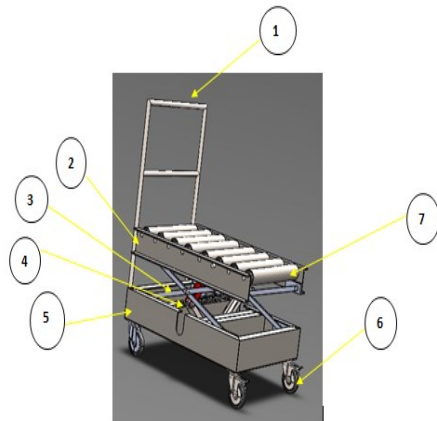
Dalam pelaksanaan penelitian terdapat beberapa tahapan yaitu

3. 1. Perancangan Troli

Pada desain troli terbagi dari beberapa bagian yaitu sebagai berikut :

1. Handle

2. Dudukan gravity gravity roller
3. Struktur troli
4. Penumpu troli
5. Scissor jack
6. Roda castor
7. Gravity gravity roller



Gambar 8. Desain troli

Spesifikasi dan hasil perhitungan dari desain troli adalah

- | | |
|--------------------------|---------------------|
| a. Panjang | : 800 mm |
| b. Lebar | : 600 mm |
| c. Tinggi maksimal | : 500 mm |
| d. Tinggi | : 200 mm |
| e. Massa | : 70 kilogram |
| f. Beban diterima troli | : 1000 kilogram |
| g. Kapasitas roda castor | : 300 kilogram/roda |

3. 2. Analisa Tegangan Luluh Pada Troli

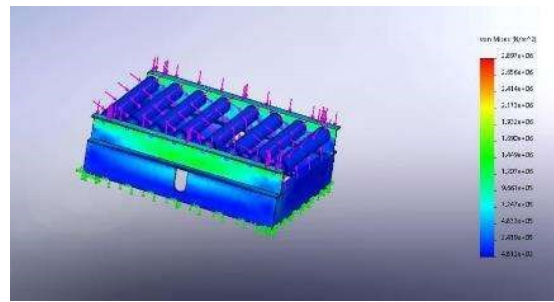
Untuk mengetahui tegangan luluh saat pembebanan pada desain troli maka menggunakan software solidwork 2014.

Pada saat simulasi solidwork, indikator warna pada model sebagai nilai tegangan luluh. Nilai tegangan maksimum ditunjukkan dengan nilai merah serta tegangan minimum diwakilkan oleh warna biru.

Simulasi pembebanan menggunakan 1000 kilogram dan 1500 kilogram yang diletakkan di meja menggunakan gravity roller, meja tanpa gravity roller dan scissor jack.

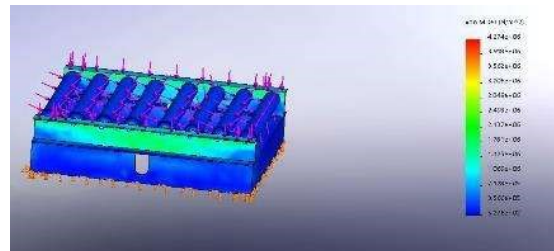
3.2.1. Analisa Tegangan Luluh pada Meja Troli Yang Menggunakan Gravity roller

Peletakan gravity roller pada meja berfungsi untuk memudahkan pemindahan posisi spare part saat diletakkan di troli.



Gambar 9. Pengujian Analisa Troley Beban 1000 Kilogram

Pembebanan sebesar 1000 kilogram pada meja yang dilengkapi gravity roller menunjukkan batas maksimal dengan diwakilkan warna biru bernilai $4,812.102 \text{ N/m}^2$ dan batas minimal berwarna hijau muda $1,932.106 \text{ N/m}^2$

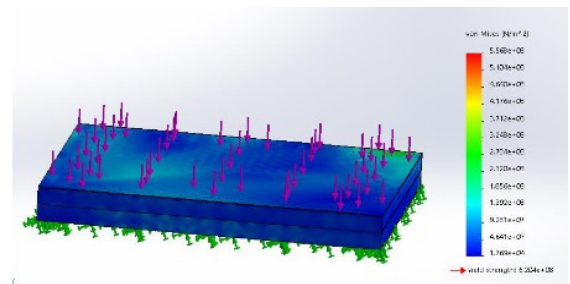


Gambar 10. Pengujian Troli Beban 1500 Kilogram

Ketika diberikan beban 1500 kilogram, maka meja yang dilengkapi gravity roller mempunyai batas minimal $1,781.106 \text{ N/m}^2$ dengan indikasi berwarna biru dan batas maksimal sebesar $5,276.102 \text{ N/m}^2$ berwarna hijau muda ke biru muda.

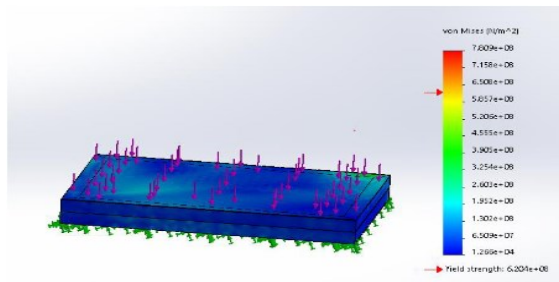
3.2.2. Analisa Tegangan Luluh Pada Meja Troli Tanpa Gravity roller

Untuk meja tanpa gravity roller diberikan beban sebesar 1000 kilogram serta 1500 kilogram.



Gambar 11. Pengujian troli tanpa gravity roller 1000 Kilogram

Setelah meja tanpa gravity roller dengan pembebanan 1000 kilogram, hasil analisa menunjukkan batas minimal 1,769.104 N/m² dengan warna biru. Batas maksimal dengan indikasi warna hijau muda 3,712.108 N/m².

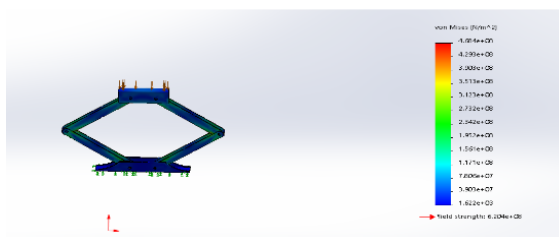


Gambar 12. Pengujian troli tanpa gravity roller 1500 kilogram

Pengujian beban pada meja tanpa gravity roller sebesar 1500 kilogram memberikan indikator batas minimal (berwarna biru) 1,266.104 N/m² dan batas maksimal 5,206.108 N/m² berwarna hijau muda ke biru muda.

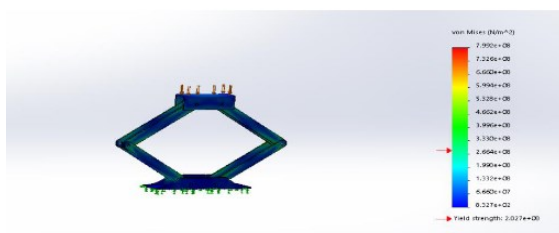
3.2.3. Analisa Tegangan Luluh pada Scissor Jack

Scissor jack digunakan untuk menaikkan dan menurunkan beban sesuai dengan ketinggian lokasi penempatan produk.



Gambar 13. Pengujian Analisa Scissor jack Beban 1000 Kilogram

Hasil dari pembebanan 1000 kilogram pada scissor jack memberikan hasil berwarna biru dimana memperlihatkan scissor jack mempunyai batas minimal 1,622.103 N/m² dan batas maksimal 3,123.108 N/m² dengan indikator warna hijau muda.



Gambar 13. Pengujian Analisa Scissor Jack Beban 1500 Kilogram

Apabila scissor diberikan pengujian beban sebesar 1500 kilogram, didapatkan hasil pengujian batas maksimal 8,327.102 N/m² (berwarna biru) dan batas minimal 5,328.108 N/m² (berwarna hijau muda ke arah biru muda)

3.2. Troli

Setelah melalui proses perancangan dan permesinan maka didapatkan troli berkapasitas 1000 kilogram.



Gambar 15. Troli berkapasitas 1000 kilogram

Agar mengetahui kapasitas troli maka troli digunakan untuk pemindahan dari area loading dock ke area penyimpanan workshop unit kerja engineering sepanjang 5 kilometer dengan pembebanan part kapal laut dengan varian silinder head (320 kilogram), piston (285 kilogram) dan intercooler (240 kilogram).

3.3. Eksperimen Penggunaan Troli

Pembebanan pada troli dengan menggunakan sebuah silinder head berdimensi 300 x 400 x 150 mm³, yang memiliki 320 kilogram.



Gambar. 16. Silinder head

Troli dapat berjalan dengan baik dari area *loading dock* menuju ruangan penyimpanan.

Ketika troli diberi beban piston berdimensi diameter 650 dan panjang 300 mm, seberat 285 kilogram dipindahkan dari *loading dock* menuju area penyimpanan unit kerja engineering.



Gambar 17. Piston

Kondisi troli saat intercooler, berdimensi 400x 700x 500 mm³ dengan berat 240 kilogram dipindahkan dari area *loading dock* menuju area penyimpanan dapat berjalan secara optimal.



Gambar 18. Intercooler

Pengujian pemindahan silinder head dan intercooler yang mempunyai beban 560 dipindahkan dari area *loading dock* menuju penyimpanan.



Gambar 19. Silinder head dan intercooler

4. Hasil dan Pembahasan

Setelah melakukan analisa pengujian luluh dengan menggunakan software solidwork, pada saat pembebanan 1000 kilogram (1 ton) didapatkan tegangan luluh maksimal 4,812.102 N/mm² pada bagian meja troli yang terdapat gravity

roller dan tegangan luluh minimal sebesar 1,622,103 N/mm² pada bagian scissor jack troli.

Untuk pembebanan 1500 kilogram diperoleh batas maksimal tegangan luluh pada bagian scissor jack sebesar 8,327.102 N/mm² serta tegangan luluh minimal sebesar 1,266.104 N/mm² di bagian meja trolley tanpa gravity roller.

Berdasarkan pengujian analisis tegangan luluh bagian scissor jack, tempat troli dengan gravity roller dan tanpa gravity roller dapat menahan beban 1000 kilogram dan 1500 kilogram. Pada simulasi tegangan luluh menunjukkan indikasi warna biru pada benda uji dengan nilai batas luluh minimal pengujian sehingga troli aman digunakan.

Penggunaan gravity roller pada tempat troli dapat mengurangi penanganan dan kerusakan ,meminimalkan penggunaan tenaga kerja saat pemindahan produk. (Nalgeshi, 2016)

Setelah melakukan eksperimen dan pengamatan selama 1 (satu) bulan pemindahan sparepart kapal laut dari *loading dock* ke ruangan penyimpanan dengan data pemindahan yaitu sebagai berikut

- Intercooler 6 kali pemindahan
- Silinder head sebanyak 8 kali pemindahan
- Piston, 3 kali pemindahan

Pada saat proses pemindahan, gravity roller dan roda castor dapat berfungsi dengan baik. Scissor jack mampu mengangkat dua part kapal laut yaitu silinder head dan inter cooler secara bersamaan dengan berat total 560 kilogram.

Fungsi bearing yaitu menopang beban shaft, menahan radial load dan thrust load. Penggunaan bearing dapat mengurangi gesekan roda troli (Sayuti & Septian, 2022). Maka pada rancang bangun troli ini dipasang dua (2) bearing yang diletakkan sebelah kanan kiri pada system penahan menjadikan sistem naik turunnya scissor jack dapat berjalan lebih lancar sehingga keamanan penggunaan troli lebih optimal dalam penanganan material handling spare part kapal laut.

5. Simpulan

Troli berdimensi 800 x 600 x 200 mm dengan tinggi maksimal 500 mm saat digunakan, merupakan material handling dapat menjadi sebuah alternatif sebagai

alat pemindah sparepart kapal laut dari loading dock ke area penyimpanan berdimensi 1000 x 2000 x 5000 mm³ yang terletak pada unit kerja engineering. Perawatan troli sangat mudah, troli dapat digunakan oleh siapapun tanpa membutuhkan ketrampilan khusus dan kapan pun dapat digunakan tanpa menunggu driver dan ketersediaan forklift. Penggunaan troli dapat memudahkan akses penyimpanan dan fleksible dalam pengaturan dan penyimpanan spare part kapal laut.

Daftar Pustaka

- Anderson, K. F., Hanggara, F. D. & Nugroho, A., 2023. Desain Perancangan Troli Ergonomi Bagi Pekerja Material Handling UMKM Sigma Motor.. *Journal Of Green Engineering For Sustainability*, Volume 01, pp. 31-41.
- Babu, S., 2015. Fabrication Of An Innovative Scissor Jack. *Indian Streams International Multidisciplinary Reseach Journal*, 5 (4).
- Eli Mas'idah, W. F. L. A., 2009. Analisa Manual Material Handling (Mmh) Dengan Menggunakan Metode Biomekanika Untuk Mengidentifikasi Resiko Cidera Tulang Belakang(Musculoskeletal Disorder)(Studi Kasus Pada Buruh Pengangkat Beras Di Pasar Jebor Demak). *Majalah Ilmiah Sultan Agung. Vol 45 no 119* .
- Haryadi, G. D., 2006. Pengaruh Suhu Tempering Terhadap Kekerasan, Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Pada Baja K-460. *Rotasi* , 8 (2).
- Kumbarasari, S., Khresna Phalosa, A., Ardzi, I. N. & Yusti, R. R., 2021. Perancangan Material Handling Otomatis Dengan Sistem Vacuum Pada Mesin Press. *Teknobiz* , 11 (3), pp. 186-191.
- Nalgeshi, S. K., 2016. Design And Weight Optimization Of Gravity Roller Conveyor. *Novateur Publication Journal Of Innovations In Engineering Research And Technology (IJIERT)*, 3(8).
- Nur Iskandar, M. & Janari, D., 2021. Usulan Desain Troli Barang Menggunakan Pendekatan Antropometri Dan Ergonomi Partisipatori. *Jurnal Industry Xplore* , 6 (2).
- Sayuti, S. & Septian, D. Y., 2022. *Perancangan Pembuatan Dan Pengujian Troli Pemindah Kendaraan (Alat Parkir Kendaraan)*. Jawa Barat, Jurusan Teknik Mesin ITENAS.
- Wijaya, A. P. & Setijono, B., 2018. *Rancang Bangun Scissor Jack Electric Dalam Mempermudah Proses Pembelajaran Di Hangar*. Surabaya, Politeknik Penerbangan Surabaya.
- Zainuri, A. M., 2008. *Mesin Pemindah Bahan (Material Handling Equipment)*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.