

Perancangan *Motorize Movable Scissor Table Lifter* Kapasitas 5 Ton untuk Pengangkatan dan Pemasangan Mesin Kereta Api

Muhammad Khoirul Mustofa Aris¹, Wahyudi², Budianto³

¹Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, ^{2,3}Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya 60111.

Email : aris.khoirulmustofa@gmail.com

Abstrak

Pemasangan mesin kereta api merupakan kegiatan penting dalam industri perkereta api-an. Di PT. INKA proses pemasangan mesin kereta api masih menggunakan cara dan peralatan manual. Selain membutuhkan banyak personil dan alat angkat, dalam pemasangan mesin kereta api juga dibutuhkan kepresisian agar posisi mesin kereta api tepat dengan gerbong kereta api, yang seringkali membutuhkan banyak waktu dalam setiap prosesnya. Hal tersebut akan berpengaruh pada biaya dan waktu operasional perusahaan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah perancangan dan analisis. Penelitian ini bertujuan untuk mendesain dan menganalisis alat angkat yang khusus digunakan dalam penanganan pemasangan dan pelepasan mesin kereta api dari dalam gerbong kereta api. Dengan spesifikasi berat pengangkatan mesin sesuai dengan letak yang telah direncanakan. Analisis akan dilakukan dengan Metode Elemen Hingga yang dibantu dengan software berbasis FEM sesuai dengan pembebanan yang ditentukan. Untuk kemudian akan dilakukan Validasi dengan membandingkan hasil tegangan model dengan kalkulasi manual. Dari penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan perancangan alat tepat dan sesuai perhitungan serta sesuai dengan analisa metode elemen hingga yang memberikan solusi dan inovasi baru bagi perusahaan untuk mengefisienkan waktu dan biaya dalam proses kerja di perusahaan. Sehingga mampu menekan biaya produksi dan mempertinggi proses produksi perusahaan.

Kata kunci : *Hydraulic lift, Scissor Lift, Metode Elemen Hingga, Kereta Api.*

1. PENDAHULUAN

Pada era moden ini, banyak aktifitas sehari-hari manusia dibantu dengan menggunakan teknologi. Tujuan diptakan teknologi adalah untuk menghasilkan profit atau keuntungan, baik dari segi finansial ataupun dalam segi waktu serta untuk mempermudah kerja dan aktifitas manusia. Salah satu jenis teknologi tersebut adalah dalam bidang alat bantu angkat (lifting). Terutama dalam mengangkat ataupun dalam pemindahan barang, seringkali memerlukan alat bantu untuk menunjang berjalannya aktifitas suatu perusahaan, seperti scissor lift table. Scissor lift pada umumnya dipergunakan hanya untuk pengangkatan material beban dan posisinya statis, namun ada pula jenis lain yang dapat melakukan pengangkatan sekaligus pemindahan barang secara bersamaan atau dinamis, namun masih memiliki kekurangan yaitu pergerakan yang hanya terbatas pada 2 sumbu axis yaitu sumbu x dan z atau sumbu y dan z. Kendala lain yang terdapat pada Scissor lift adalah kapasitas yang rendah apabila scissor tersebut digunakan untuk aktifitas pengangkatan dinamis.

Di Indonesia yaitu perusahaan perkereta api-an, proses pemasangan mesin kereta api masih menggunakan cara manual yaitu menggunakan alat angkut dan didorong menggunakan alat *lifting* manual, untuk proses selanjutnya gerbong kereta yang telah dinaikkan akan diturunkan kembali untuk dipasangkan dengan mesin kereta api yang sebelumnya telah ditempatkan di posisi yang telah ditentukan. Dimana setiap kali pengangkatan satu buah gerbong kereta api membutuhkan 2 hingga 4 *car lifting* dan juga 6 hingga 8 orang operator, dikarenakan berat gerbong kereta api yang mencapai 8 hingga 10 ton. Selain membutuhkan banyak personil dan alat angkat, dalam pengangkatan gerbong kereta api juga dibutuhkan ketelitian dan kepresisian dalam menurunkan gerbong kereta api agar tepat dengan posisi mesin kereta api. Sehingga dapat dipastikan akan menyita banyak waktu hanya untuk pemasangan mesin kereta api pada gerbongnya. Tentu hal tersebut akan berpengaruh pada biaya dan waktu operasional perusahaan, yang mana semakin lama pemasangan tentu semakin banyak waktu dan biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan. Dengan spesifikasi motor 5 HP

hingga 7 HP pada setiap unit *car lifter* tentu bukan merupakan hal yang kecil dalam pembiayaan dan perawatan. Selain itu pergerakan car lifter yang terbatas yaitu hanya dapat melakukan pergerakan 2 sumbu ketika melakukan pengangkatan maka dibutuhkan ketepatan ketika melakukan pemasangan mesin kereta, untuk meminimalkan proses *lifting* yang berulang-ulang.

Maka didapatkan ide untuk merancang dan menganalisis struktur Scissor Lift table yang dapat bergerak secara tiga axis (x, y, dan z) sekaligus melakukan pengangkatan benda dengan mempertimbangkan kekuatan struktur yang akan dibuktikan dengan analisis melalui Metode Elemen Hingga yang dibandingkan dengan perhitungan manual dan efektifitasnya dalam melakukan pengangkatan sekaligus pemasangan mesin kereta di dalam gerbong kereta. Yaitu dengan penelitian berjudul “PERANCANGAN *MOTORIZED MOVABLE SCISSOR TABLE LIFTER* KAPASITAS 5 TON UNTUK PENGANGKATAN DAN PEMASANGAN MESIN KERETA API”. Sehingga diharapkan penelitian ini dapat menghasilkan desain *scissor table lifter* yang layak dan sesuai dengan analisis melalui Metode Elemen Hingga serta dapat memberikan solusi dan inovasi baru bagi perusahaan untuk mengoptimalkan waktu dan biaya dalam proses kerja di perusahaan. Dengan latar belakang yang telah dipaparkan oleh peneliti maka, didapatkan rumusan masalah bagaimana perancangan alat angkat yang tepat untuk melakukan pengangkatan, pemindahan dan pemasangan mesin kereta api yang memiliki kemampuan dalam pengangkatan beban 5 ton, dan telah sesuai dengan perhitungan manual dan metode elemen hingga?. Dalam penelitian, peneliti ini bertujuan untuk merancang dan membuat mekanisme *motorized movable scissor table lifter* kapasitas 5 ton yang dapat bergerak dalam 3 sumbu axis yang didesain khusus untuk efisiensi pemasangan mesin kereta api dan telah dianalisis dengan metode elemen hingga. Sehingga dapat memberikan manfaat dalam menghasilkan desain alat yang tepat dan sesuai dengan analisis metode elemen hingga dengan beban *lifting* sebesar 5 ton serta mempermudah pekerjaan operator pemasangan mesin kereta dalam melakukan pengangkatan dan pemasangan mesin di dalam gerbong kereta. Adapun peneliti mengambil batasan masalah untuk penelitian yaitu, kapasitas pengangkatan *motorized movable scissor table lifter* adalah 5 ton, tinggi maksimum pengangkatan *motorized movable scissor table lifter* adalah 1000 mm, ketinggian minimum pengangkatan *motorized movable scissor table lifter* adalah 500 mm, menggunakan 2 buah Hydraulic sebagai Lifter/pengangkatnya searah sumbu z dan y, sedangkan untuk pergerakan sumbu x menggunakan motor AC, ukuran meja/table untuk pengangkatan adalah 2500mm untuk ukuran panjang, sedangkan ukuran lebar meja adalah 1700mm, dan pengelasan pada struktur diabaikan.

2. METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam perancangan *motorized movable scissor table lifter* kapasitas 5 ton untuk pengangkatan dan pemasangan mesin kereta api meliputi : Identifikasi dan penyusunan daftar kebutuhan, pembuatan konsep desain, perhitungan kekuatan dan spesifikasi, perhitungan flans, perhitungan batang penumpu, perhitungan poros utama dan roda, dan analisis dengan menggunakan software *solidwork 2017*.

Identifikasi dan Penyusunan Daftar Kebutuhan

Penyusunan daftar kebutuhan merupakan data primer yang diperlukan untuk perancangan konsep desain produk yang akan dibuat. Berdasarkan data yang diperoleh dari Perusahaan, diperoleh dimensi dan ukuran utama produk yang akan didesain sebagai berikut:

Type	:	Hydraulic Scissor Type
SWL	:	5 Ton
Panjang	:	2500 mm
Lebar	:	1700 mm
Tinggi Minimal	:	500 mm
Lifting Stroke	:	1000 mm
Source power	:	AC Motor Source

Konsep Desain

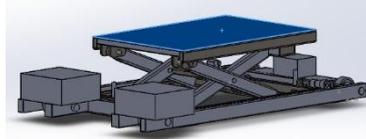
Desain konsep dari perancangan *motorized movable scissor table lifter* kapasitas 5 ton untuk pengangkatan dan pemasangan mesin kereta api ini adalah merupakan garis besar konsep yang akan dibuat, untuk mempermudah dalam perhitungan teknik seperti penentuan dimensi minimum dari komponen, peletakan komponen yang mempengaruhi kesetimbangan dan merupakan bentuk awal dari *motorized movable scissor table lifter* itu sendiri. Untuk lebih jelasnya penjabaran desain konsep telah ditampilkan pada tabel dibawah ini:

No.	Fitur	Penjabaran
1	Panjang: 2500mm	Dimensi panjang <i>motorize movable scissor table lifter</i> berdasarkan kebutuhan panjang mesin kereta dengan panjang mencapai 2000mm. Sehingga diambil dimensi panjang 2500mm dengan pertimbangan keamanan mesin kereta api, agar sebagian besar badan mesin kereta api berada di dalam area kerja <i>motorize movable scissor table lifter</i> .
2	Lebar: 1700mm	Dimensi panjang <i>motorize movable scissor table lifter</i> berdasarkan kebutuhan panjang mesin kereta dengan panjang mencapai 1000mm. Sehingga diambil dimensi panjang 1700mm dengan pertimbangan keamanan mesin kereta api, agar sebagian besar badan mesin kereta api berada di dalam area kerja <i>motorize movable scissor table lifter</i> .
3	Jangkauan Tinggi maksimal (<i>Lifting Stroke</i>) : 1000mm	Jangkauan tinggi maksimal diperoleh untuk memenuhi kebutuhan mekanik untuk memposisikan mesin kereta api yang akan dipasang, yaitu ketika melakukan proses pengerjaan menyangkut bagian bawah gerbong
4	Penggerak <i>Lifting</i> : Dongkrak Hidrolik	Sistem Hidraulik menjawab akan kebutuhan sistem kerja <i>adjustable</i> , karena mampu mempertahankan posisi dalam keadaan mengunci sendiri. Dengan gaya input kecil dapat menghasilkan gaya output besar.
5	Sistem gerak <i>Table</i> : X-bar (<i>Scissor</i>)	Penggunaan sistem penggerak X-bar atau scissors ini bertujuan agar ketika <i>motorize movable scissor table lifter</i> bergerak ke atas akan dapat bergerak langsung ke atas secara vertikal, sehingga akan menghemat pemakaian tempat. Jika menggunakan <i>twin bar</i> maka akan membutuhkan manuver gerak diagonal dan mengakibatkan membutuhkan banyak tempat.
6	Roda dan Poros	Dipergunakan untuk memindahkan <i>motorize movable scissor table lifter</i>
7	Sistem gerak <i>table</i> : Y-bar samping kanan dan kiri (100 mm) Hidrolik	Penggunaan sistem penggerak Y-bar scissors ini bertujuan agar ketika <i>motorize movable scissor table lifter</i> dapat bergerak bergeser ke arah kanan kiri, untuk memposisikan mesin kereta api yang dipasang agar tepat dengan posisi mur dan baut yang berada pada palka mesin di gerbong. Dengan menggunakan kekuatan hidrolik untuk pergeseran Meja, namun posisi <i>motorize movable scissor table lifter</i> tetap pada tempatnya.
8	Sistem gerak Motor Ac pada <i>motorize movable scissor table lifter</i> :	<i>motorize movable scissor table lifter</i> , disebut <i>movable</i> untuk memenuhi kebutuhan ketika pemindahan mesin kereta, sehingga <i>motorize movable scissor table lifter</i> dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain.
9	Plat Alas (<i>board Dies</i>)	Menggunakan bahan plat yang nantinya akan bersinggungan langsung dengan Mesin kereta api. Sehingga dibutuhkan material yang kokoh untuk menopang.
10	Material rangka berprofil <i>Tube</i>	aterial degan profil <i>tube</i> jika dibandingkan dengan profil pejal memiliki keunggulan berat yang jauh lebih ringan, tetapi dari segi nilai kekuatan hanya sedikit di bawah profil pejal. Selain itu material pejal banyak dijual di pasaran.

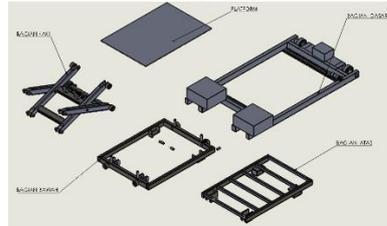
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemetaan Komponen Utama *Motorize Movable Scissor Table Lifter*

Pemetaan komponen utama penyusun motorize movable scissor table lifter diperlukan untuk penentuan perhitungan teknik yang akan dikerjakan peneliti. Rancangan *motorize movable scissor table lifter* terdiri dari 4 komponen utama yaitu, bagian atas dengan platform, bagian kaki, bagian bawah, dan bagian dasar.



Gambar 1. *Motorize Movable Scissor Table Lifter*



Gambar 2. Komponen Utama *Motorize Movable Scissor Table Lifter*

Perhitungan Kekuatan

Perhitungan Kekuatan dan Spesifikasi sangat dibutuhkan dalam sebuah perancangan. Perhitungan Kekuatan dan Spesifikasi meliputi perhitungan beban, dan konstruksi. Profil pada kerangka konsep ini adalah profil dengan material *Stainless Steel Grade 301 (ASTM A36)* dengan data material sebagai berikut :

Tensile = 550 Mpa

Yield = 250 Mpa

Elastisitas Modulus = 200 Gpa

Densitas = 7850 Kg/m³

Sf = 1,5 (Lingkungan normal, tegangan dan beban dapat dihitung berdasarkan data material)

K = 1 (Faktor koreksi, beban perlahan ataupun tetap)

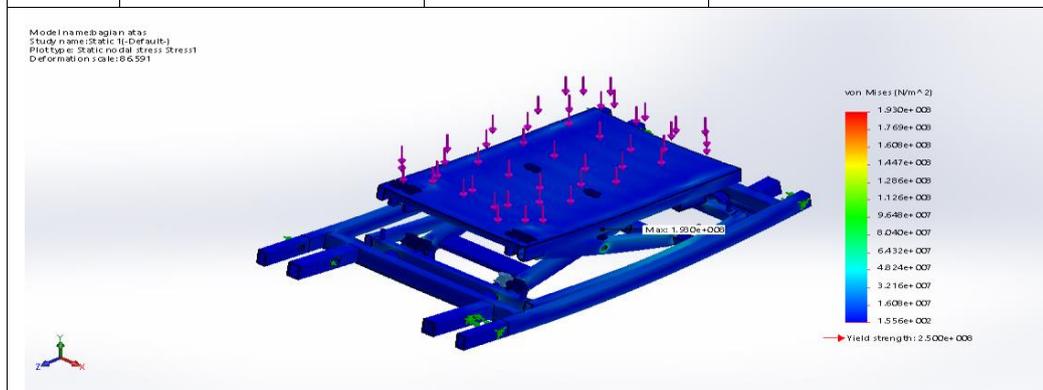
$$\sigma_{ijjin} = \frac{\sigma_y}{Sf \times k} = \frac{250}{1,5 \times 1} = 166,67 \text{ N/mm}^2$$

Hasil Analisis dengan *Software Solidwork 2017*

Analisis yang dilakukan adalah analisis struktur material yang dilakukan ketika benda melakukan pengangkatan maksimal. Maka didapatkan hasil antara lain analisis *stress*, dan *displacement*.

Tabel 1. Hasil Analisis Stress

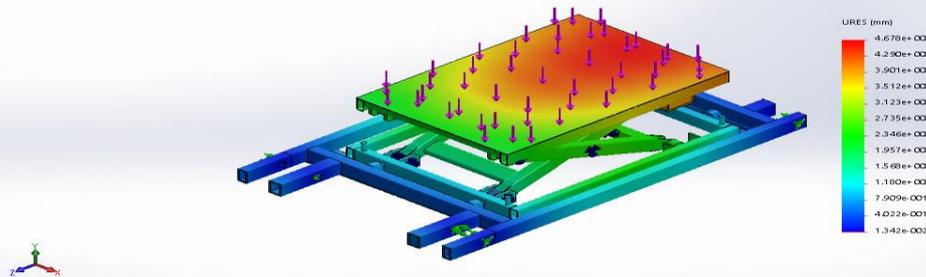
Name	Type	Min	Max
Stress1	VON: von Mises Stress	1.556e+002N/m ² Node: 7146	1.930e+008N/m ² Node: 29974



Tabel 2. Analisis Displacement

Name	Type	Min	Max
Displacement1	URES: Resultant Displacement	1.342e-002mm Node: 18962	4.678e+000mm Node: 60247

Model name: bagian_1.stp
Study name: Static 1 (Default)
Plot type: Static Displacement (Displacement)
Deformation scale: 1



4. KESIMPULAN

Kesimpulan

Dengan melakukan penelitian melalui tahap perhitungan untuk merancang alat Motorize Movable Scissor Table Lifter kapasitas 5 ton, didapatkan 4 komponen penyusun utama alat, antara lain :

1. Bagian atas
2. Bagian kaki
3. Bagian bawah
4. Bagian dasar.

Adapun spesifikasi Motorize Movable Scissor Table Lifter adalah sebagai berikut :

1. Kapasitas pengangkatan 5 ton
2. Material ASTM A 36
3. Pergerakan 3 axis, yaitu vertikal dan horizontal. Vertikal setinggi 1000 mm, sedangkan horizontal sejauh 100 mm.
4. Pergerakan horizontal serta vertikal ditumpu oleh Hidrolik piston, sedangkan untuk pergerakan

alat secara keseluruhan ditopang oleh motor ac.

Sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan, spesifikasi yang telah didapatkan adalah memenuhi standar minimal untuk tidak melebihi tegangan maksimum yaitu 250 Mpa= 250 N/mm². Analisis menunjukkan bahwa pada ketinggian 1000 mm dan menggunakan safety faktor 1,5 untuk pemilihan material, tegangan/ stress maksimum yang dicapai adalah 193 N/mm² dari tegangan maksimum material ASTM A 36 yaitu sebesar 250 N/mm². Sehingga dianggap produk yang telah dihasilkan telah memenuhi faktor keselamatan.

5. DAFTAR PUSTAKA

Aminy Yusran A.. 2011. *Disain Pengangkat Motor Sebagai Alat Bantu Pengerjaan Servis*. PROSIDING 2011.(Universitas Teknik Hasanuddin)

Budianto, Ali Imron. 2016. *Strength of Ramp Door Deck for LCT Carter Requirement Information* . SENTA

Haik, Y. and Shahin, T.. 2011. *Engineering Design Process second Edition*. Stamford:Global Engineering

<http://www.railway-technical.com/train-maint.html> diakses pada tanggal 06 Januari pukul 08.15 WIB

Kiran K. M., C.J., Manda M., V.Kumar D., 2016. *Design & Analysis of Hydraulic Scissor Lift*.(International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET))

Manoharrao, S.A., Prof. R.S Jamgekar, 2016. *Analysis & Optimization of Hydraulic Scissor Lift*(International Journal of Engineering Development and Research, Bharat Ratna Indira Gandhi College of Engineering Solapour)

- Momin, G.G., Hatti, R., Dalvi, K., Bargi, F. and Devare, R., 2015. Design, Manufacturing & Analysis of Hydraulic Scissor Lift. *International Journal Of Engineering Research And General Science*, 3(2 Part 2).
- Narasaiah, G.L., 2008. *Finite element analysis*. BS Publications.
- Nurchahyo, G.W., 2010. *Perancangan Motorcycle Lift Sebagai Alat Bantu Mekanik Pada Pengerjaan Servis Motor (Studi Kasus: Bengkel Loh Jinawi Motor, Jaten)* (Doctoral dissertation, Universitas Sebelas Maret).
- Vidosic, J. P.. 1957. *Machine design projects*. New York: Ronald Press Co.
- Zhang, W., Zhang, C., Zhao, J. and Du, C., 2015. A Study on the Static Stability of Scissor Lift. *Open Mechanical Engineering Journal*, 9, pp.954-960.