

ANALISIS KINERJA *MINI FORKLIFT* SEBAGAI ALAT BANTU ANGKAT DAN ANGKUT DENGAN BERBAGAI VARIASI BEBAN 300 – 500 KG PADA LAB TEKNIK MESIN UMT

Ali Rosyidin

Program Studi Teknik mesin, Fakultas teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang,
Jl. Perintis Kemerdekaan I, No.33, Cikokol, Tangerang, Banten 15118, Indonesia
E-mail: rosyidinali90@gmail.com

Abstrak

Pada aktivitas angkat dan angkut termasuk aktivitas yang berat dan cenderung membutuhkan banyak tenaga kerja, selain itu aktivitas angkat dan angkut yang tidak menggunakan alat bantu sering terjadi kecelakaan yang berulang. *MiniForklift* merupakan salah satu alat angkat yang berfungsi sebagai alat bantu kerja proses angkat dan angkut. *Mini Forklift* memiliki beberapa bagian komponen utama antara lain rangka, garpu pengangkat, kait, puli, tali baja dan motor penggerak. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja *MiniForklift* dari hasil perhitungan tali baja dan analisa kekuatan menggunakan aplikasi autodesk inventor. Penelitian ini merupakan penelitian secara teoritis dari berbagai disiplin ilmu dan simulasi *stress analysis* pada inventor untuk mengetahui nilai kekuatan *Mini Forklift* agar terhindar dari kegagalan struktur. Pada hasil perhitungan tali baja nilai tegangan maksimum tali baja yaitu 601,79 kg dengan kekuatan putus tali sebenarnya yaitu 32444,79 N dan pada simulasi *stress analysis* aplikasi autodesk inventor didapatkan hasil tegangan maksimum $\sigma_{\text{vonmises}} = 83,4$ MPa, 1st *principal* = 50,53 MPa, 3rd *principal* = 5,34 MPa, dan defleksi = 1,8 mm. dari hasil tegangan maksimum diatas diperoleh nilai *safetyfactor* 4,19 sehingga dapat disimpulkan *Mini Forklift* aman untuk digunakan karena nilai *safety factor* harus bernilai diatas 1.

Kata kunci : tali baja, tegangan maksimum, simulasi *stress analysis*

PENDAHULUAN

Proses angkat dan angkut merupakan suatu aktivitas yang sering dilakukan saat melakukan berbagai kegiatan. Aktivitas tersebut membutuhkan tenaga yang cukup besar dan mempunyai resiko yang besar pula. Pada umumnya resiko yang sering dialami oleh pekerja angkat angkut adalah cedera tulang belakang. Salah satu konsep yang direncanakan pada alat bantu tersebut adalah *mini forklift* yaitu alat angkat angkut tersebut dapat dengan mudah digerakkan *flexible* sehingga alat tersebut dapat berfungsi secara optimal.

Mesin pemindah bahan (*material handling equipment*) adalah peralatan yang digunakan untuk memindahkan muatan yang berat dari

satu tempat ke tempat lain dalam jarak yang tidak jauh, misalnya pada bagian-bagian atau departemen pabrik, pada tempat-tempat penumpukan bahan, lokasi konstruksi, tempat penyimpanan dan pembongkaran muatan dan sebagainya. Mesin pemindah bahan hanya memindahkan muatan dalam jumlah dan besar tertentu dengan perpindahan bahan ke arah vertikal, dan atau kombinasi keduanya.

Mesin pemindah bahan (*materials handling equipment*) dapat dibagi dalam tiga kelompok, yaitu:

1. Peralatan permukaan dan *overhead*, yaitu peralatan yang ditujukan untuk memindahkan muatan curah dan satuan, baik *batch* maupun kontinu.

2. Peralatan pengangkat, yaitu peralatan yang ditujukan untuk memindahkan muatan satuan dalam satu *batch*. Contohnya : *Crane*.
3. Peralatan pemindahan (*conveyor*), yaitu peralatan yang ditujukan untuk memindahkan muatan curah maupun muatan satuan secara kontinu.

Crane adalah alat yang digunakan untuk mengangkat dan memindahkan muatan dari satu tempat ketempat lain dengan menggunakan metode katrol dan kait (*hook*) sebagai pengaitnya. *Crane* sendiri banyak digunakan seperti pada bongkar muatan kapal-kapal di pelabuhan dan lainnya. *Crane* dapat diklasifikasikan kedalam beberapa jenis yaitu *crane* putar yang diam, *crane* yang bergerak pada rel, *crane* tanpa lintasan, *crane* yang dipasang pada lokomotif atau traktor rantai dan *crane* jembatan.



Gambar 1 . Hoist Crane

Hoist crane atau biasa disebut *motor winch* adalah salah satu dari

klasifikasi jenis *crane* yang bergerak pada rel. Pesawat pengangkat yang biasanya terdapat pada pergudangan dan perbengkelan. *Hoist crane* ditempatkan pada langit-langit dan berjalan diatas rel khusus yang dipasang pada langit-langit tersebut. Rel-rel tadi juga dapat bergerak secara maju mundur pada satu arah. Gerakan *hoist crane* ini adalah gerakan naik dan turun untuk mengangkat dan menurunkan muatan yang telah dijepit oleh *spreader* yang dikaitkan melalui tali baja yang digulung oleh drum, dimana drum ini digerakan oleh tenaga motor. Apabila posisi pengangkatnya telah disesuaikan seperti yang dikehendaki maka gerakan drum ini dapat dihentikan oleh rem (*brake*) yang dilakukan pada tombol *switch*. Tetapi pada kesempatan ini peneliti menempatkan *hoist crane / motor winch* dibagian belakang rangka pada alat *mini forklift* yang dibuat dengan fungsi yang sama seperti penjelasan diatas.



Gambar 2. Mini Forklift

Kabel baja berfungsi untuk mengangkat dan menurunkan beban serta mengatur kemiringan *boom*. Kabel baja adalah tali yang dikonstruksikan dari kumpulan jalinan serat-serat baja (*steel wire*) dengan kekuatan $\sigma_b = 1300-2000 \text{ N/mm}^2$. Beberapa serat dipintal hingga menjadi satu jalinan (*strand*),

kemudian beberapa *strand* dijalin pula pada suatu inti (*core*) sehingga membentuk tali. Untuk menganalisa tegangan berat muatan yang akan diangkat maksimal harus ditentukan terlebih dahulu. Karena pada pengangkatan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti berat *trolley* dan berat kait (*hook*), sehingga berat muatan yang diangkat dapat dibuat rumus sebagai berikut:

1. Diameter *Rope*
 $435 d^2 \dots\dots\dots(2.1)$

Dimana :
 $435 d^2$: Kekuatan daya tarik tali (N)
W : Kapasitas beban (N)

2. Diameter *Wire*
 $d_w = 0.063d \dots\dots\dots(2.2)$

$A = 0.38 d^2 \dots\dots\dots(2.3)$

Dimana :
 d_w = Diameter *wire* (mm)
 A := Area *wire rope* (mm²)

3. Berat pada tali
 $w = 0.0363 d^2 \dots\dots\dots(2.4)$

Dimana : w : Berat pada tali (N)

4. Nilai Bending *stress*
 $\sigma_b = \frac{Er \times dw}{D} \dots\dots\dots(2.5)$

$w_b = \sigma_b \times A \dots\dots\dots(2.6)$

Dimana :
 σ_b = Nilai bending (N/mm²)
 Er = Modulus elastisitas 84 kN/mm²

w_b : Beban bending pada tali (N)

5. Beban efektif saat tali bekerja normal

Nilai = $W + w + w_b$

6. Berat muatan yang diangkat
 $Q_m = Q_0 + (10\% \times Q_0) \dots\dots(2.7)$

Dimana :
 Q_m = Berat muatan yang diangkat (N)
 Q_0 = Berat muatan yang telah ditentukan (N)

7. Kapasitas total yang diangkat
 $Q = Q_m + Q_{trolley} + Q_{hook} \dots\dots\dots(2.8)$

Dimana :
 Q = Kapasitas total yang

diangkat (kg)

Q_m = Berat muatan yang diangkat (N)

$Q_{trolley}$ = Berat *trolley* (kg)

8. Tegangan maksimum dari sistem tali puli

$S = \frac{Q}{n \cdot \eta \cdot \eta_1} \dots\dots\dots(2.9)$

Pemilihan puli yang digunakan adalah puli tetap.

dimana :

S = Tegangan maksimum pada tali (kg)

Q = Kapasitas total yang diangkat (kg)

n = Jumlah puli yang digunakan sebagai penumpu

η = Efisiensi puli = 0,951 (dilihat dari tabel)

η_1 = Efisiensi yang disebabkan kerugian tali akibat kekuatan ketika menggulung pada drum yang diasumsikan 0,98

4. Kekuatan putus tali sebenarnya
 $P = S \cdot k \dots\dots\dots(2.10)$

Dimana :
 P = Kekuatan putus tali (kg)
 S = Tegangan pada tali (kg)
 k = Faktor keamanan (5,5 dilihat dari tabel)

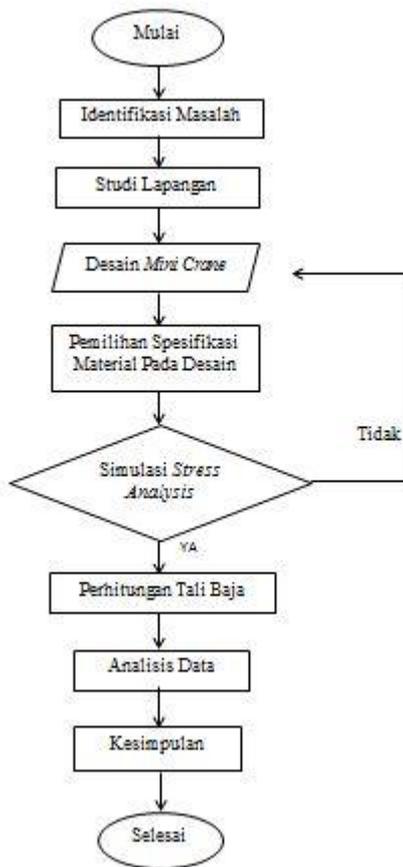
Autodesk Inventor merupakan program yang dirancang khusus untuk keperluan bidang teknik seperti desain produk, desain mesin, desain mold, desain konstruksi, atau keperluan teknik lainnya. Autodesk Inventor juga mampu memberikan simulasi pergerakan dari produk yang didesain serta mempunyai alat untuk menganalisis kekuatan. Alat ini cukup mudah digunakan dan dapat membantu untuk mengurangi kesalahan dalam membuat desain.

Setiap material pasti memiliki beban, dimana beban merupakan salah satu sifat fisik dari material. Sifat fisik dari material ini akan menimbulkan suatu gaya atau berat dari material

tersebut. Beban operasional adalah beban yang timbul akibat adanya gerakan dan operasi dari material tersebut, seperti beban yang timbul akibat putaran yang akan menghasilkan torsi dan lain-lain.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah perhitungan manua tali baja berdasarkan *study literature* dan simulasi *stress analysis* autodesk inventor.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tali baja yang dipilih berbahan *fiber core* / inti serat baja dengan diameter 4,5 mm. Konstruksi tali baja yang digunakan yaitu 6 x 19 Analisa perhitungan akan dilakukan dengan

berbagai variasi kinerja *mini forklift* 300, 400 dan 500 kg.

Tabel 1. Hasil perhitungan tali baja

| Variasi Beban | Kapasitas Beban yang Diangkat | Tegangan Maksimum Tali Puli | Kekuatan Putus Tali Sebenarnya |
|---------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| 300 kg | 341 kg | 365,88 kg | 19721,34 N |
| 400 kg | 451 kg | 483,91 kg | 26083,07 N |
| 500 kg | 561 kg | 601,94 kg | 32444,79 N |

Dari tabel hasil perhitungan tali baja diatas, angka tertinggi terdapat pada variasi beban 500 kg yang menghasilkan tegangan maksimum tali baja 601,94 kg dan kekuatan putus tali sebenarnya 32444,94 N.

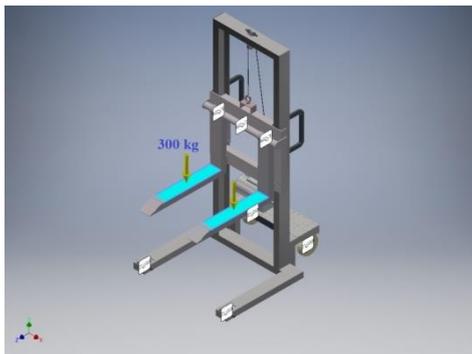
Kemungkinan terjadinya kegagalan struktur pada *mini forklift* pada saat mengangkat beban maka dilakukan analisa menggunakan simulasi *stress analysis* yang ada pada autodesk inventor. Simulasi *stress analysis* akan dilakukan dengan berbagai variasi beban kinerja *mini forklift* 300, 400 dan 500 kg. Hasil dari simulasi *stress analysis* akan didapatkan hasil tegangan *von misses*, tegangan 1st *principal*, tegangan 3rd *principal*, defleksi dan *safety factor*.

Kemudian memilih spesifikasi material sesuai desain yang dibuat sebelum memulai simulasi *stress analysis*. Berikut spesifikasi material yang digunakan :

Tabel 2. Spesifikasi material

| Nama | | <i>Steel Carbon</i> | <i>Iron Cast</i> |
|----------|-------------------|------------------------|------------------------|
| General | Massa Jenis | 7,85 g/cm ³ | 7,15 g/cm ³ |
| | Tegangan Luluh | 350 MPa | 758 MPa |
| | Kekuatan Tarik | 420 MPa | 884 MPa |
| Tegangan | Modulus Elastis | 200 GPa | 120,5 GPa |
| | Konstanta Elastis | 0,29 ul | 0,3 ul |
| | Modulus Geser | 77,5194 GPa | 46,3461 GPa |

Pada *stress analysis* ditentukan kondisi operasi dengan simulasi beban sebesar 300 – 500 kg pada garpu pengangkat dan memberi *fixed constraint* sebagai titik pegangan atau tumpuan beban.



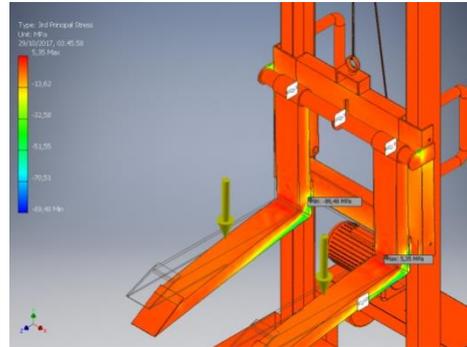
Gambar 4. Simulasi beban

Tabel 3. Hasil analisa *stress analysis*

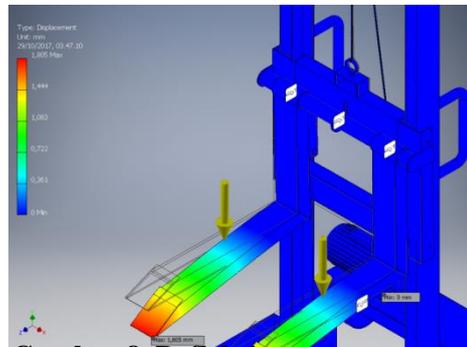
| Nama | Minimum | Maksimum |
|--------|--------------------------|----------|
| Volume | 20090500 mm ³ | |

| | | |
|------------------------|---------------|---------------|
| Massa | 116,08 kg kg | |
| Tegangan Von Mises | 0 MPa | 83,4179 MPa |
| Tegangan 1st Principal | -32,1522 MPa | 50,5324 MPa |
| Tegangan 3rd Principal | -89,4805 MPa | 5,34816 MPa |
| Defleksi | 0 mm | 1,80537 mm |
| Faktor Keamanan | 4,19574 | 15 |
| Tegangan XX | -33,4832 MPa | 12,6702 MPa |
| Tegangan XY | -26,5449 MPa | 20,1841 MPa |
| Tegangan XZ | -15,6276 MPa | 16,6878 MPa |
| Tegangan YY | -84,9013 MPa | 39,8658 MPa |
| Tegangan YZ | -28,0873 MPa | 24,2664 MPa |
| Tegangan ZZ | -81,4098 MPa | 35,1618 MPa |
| Defleksi X | -0,0940202 mm | 0,0901765 mm |
| Defleksi Y | -1,78075 mm | 0,069489 mm |
| Defleksi Z | -0,294013 mm | 0,0768733 mm |
| Regangan Equivalen | 0 | 0,000373049 |
| Regangan 1st Principal | -0,0000017680 | 0,000267872 |
| Regangan 3rd Principal | -0,000427047 | 0,00000452295 |
| Regangan | -0,000142412 | 0,000148003 |

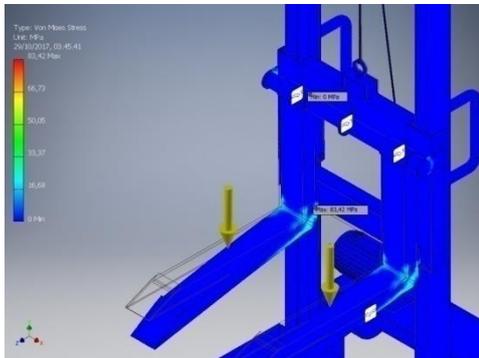
| | | |
|----------------|--------------|-------------|
| n XX | | |
| Regangan XY | -0,000171215 | 0,000130187 |
| Regangan XZ | -0,000100798 | 0,000107636 |
| Regangan YY | -0,000401494 | 0,000188202 |
| Regangan YZ | -0,000181163 | 0,000156518 |
| Regangan ZZ | -0,000291434 | 0,000167092 |
| Kontak Tekan | 0 MPa | 226,513 MPa |
| Kontak Tekan X | -28,0748 MPa | 37,6056 MPa |
| Kontak Tekan Y | -134,154 MPa | 169,164 MPa |
| Kontak Tekan Z | -152,236 MPa | 114,969 MPa |



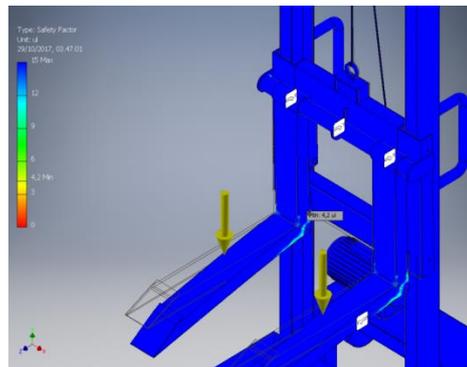
Gambar 7. Tegangan 3rd Principal



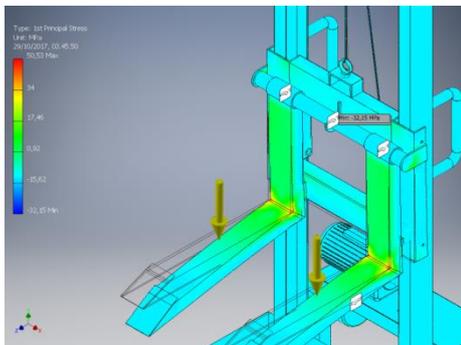
Gambar 8. Defleksi



Gambar 5. Tegangan von mises



Gambar 9. Safety Factor



Gambar 6. Tegangan 1st Principal

Material dikatakan mulai luluh ketika tegangan *VonMises* atau tegangan luluh mencapai nilai kritis yang diketahui sebagai *yield strength*. Tegangan maksimum 1st *Principal* yang menunjukkan secara spesifik bagian

yang paling tegang, warna merah merupakan bagian yang paling tegang. Nilai tegangan 3rd *Principal* yang menunjukkan secara spesifik bagian yang paling rileks, warna kuning merupakan bagian yang paling rileks. Hasil analisa simulasi *stress analysis* menghasilkan nilai *safety factor* yang menunjukkan bagian yang aman ketika diberi gaya, bagian yang paling aman adalah bagian yang berwarna biru tua.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kinerja *miniforklift* dengan berbagai variasi beban 300, 400 dan 500 kg maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Dari analisis perhitungan tali baja dengan variasi beban 300 s/d 500 kg didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut :
 - 1). Pada saat beban 300 kg, tegangan maksimum tali puli = 365,88 kg dan kekuatan tali putus sebenarnya = 19721,34 N.
 - 2). Pada saat beban 400 kg, tegangan maksimum tali puli = 483,91 kg dan kekuatan tali putus sebenarnya = 26083,07 N.
 - 3). Pada saat beban 500 kg, tegangan maksimum tali puli = 601,94 kg dan kekuatan tali putus sebenarnya = 32444,79 N.
 - 4). Setelah diketahui hasil perhitungan tali baja, maka dapat disimpulkan tali baja aman untuk digunakan karena beban yang diangkat masih dalam batas standar spesifikasi tali baja pada *mini forklift* yang diizinkan.
2. Dari simulasi *stress analysis mini forklift* yang dilakukan dengan setiap variasi beban 300 s/d 500 kg didapatkan nilai hasil tegangan maksimum *von mises* (tegangan

luluh), 1st *principal*, 3rd *principal*, defleksi dan *safety factor* sebagai berikut :

- 1). Hasil tegangan maksimum *von mises* dengan beban 300 kg = 50,2 MPa, 400 kg = 66,7 MPa dan 500 kg = 83,4 MPa.
- 2). Hasil tegangan maksimum 1st *Principal* dengan beban 300 kg = 30,28 MPa, 400 kg = 40,42 MPa dan 500 kg = 50,53 MPa.
- 3). Hasil tegangan maksimum 3rd *Principal* dengan beban 300 kg = 3,21 MPa, 400 kg = 4,28 MPa dan 500 kg = 5,34 MPa.
- 4). Hasil tegangan maksimum defleksi dengan beban 300 kg = 1,08 mm, 400 kg = 1,44 mm dan 500 kg = 1,8 mm.
- 5). Nilai *safety factor* pada saat beban 300 kg = 6,97 , 400 kg = 4,24 dan 500 kg = 4,19.
- 6). Setelah diketahui nilai *safety factor* tersebut, maka dapat disimpulkan *mini forklift* aman untuk digunakan karena nilai *safety factor* yang dianjurkan harus bernilai diatas 1.

DAFTAR PUSTAKA

1. Achmad Zainun., “*Elemen Mesin I*”, Yogyakarta : Penerbit Refika Aditama, 2013.
2. Asroni., “*Stress Analysis Pada Stand Shock Absorber Sepeda Motor dengan Menggunakan Software Inventor 2015*”, Jurnal teknik mesin, Lampung, 2015, hal 23-27, Volume 4 Nomor 1.
3. Endi Sutanto dan Soeharsono, “*Prancangan Gantry Crane Kapasitas 10 Ton Dengan Bantuan Software*”, Poros,

- Jakarta, Mei 2014, hal 80-86,
Volume 2 Nomor 1.
4. Huda F Yon., "*Autodesk Inventor Professional 2011 Panduan Mudah Merancang Mesin*", Yogyakarta : Penerbit Andi,2012.
 5. Hutahaean Yohanes Ramses. "*Mekanika Kekuatan Materia*"l Tingkat lanjut, Yogyakarta : Graha ilmu 2014.
 6. Hutahaean Yohanes Ramses., "*Mekanisme dan Dinamika Mesin*", Edisi Revisi, Yogyakarta : Penerbit Andi, 2010.
 7. Ngadiyono,Yatin, "*Pembelajaran Autodesk Inventor*", Yogyakarta, Indonesia : Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
 8. Riski Setiawan et al.], "*Perancangan Portable Crane Kapasitas Angkat Maksimal 500 kg*", *E-Jurnal Teknik Mesin*, Yogyakarta,Juni 2014, hal 27-32, Volume 2 Nomor 1.
 9. Rudenko, N., "*Mesin Pemindah Bahan*", Terjemahan Foad, Nazar, Jakarta, Indonesia : Penerbit Erlangga,1992.
 10. Scribd – Modul Training Inventor – 2011
 11. <https://pt.scribd.com/mobile/doc/125897598/Modul-Training-Inventor>
 12. Slide Share – Tutorial Inventor 2009 : Stress Analysis
 13. <https://www.slideshare.net/mobile/zulfabidin9/tutorial-inventor-2009-stress-analysis-17198555>
 14. Zainuri Muhib Ach., "*Mesin Pemindah Bahan*", Yogyakarta: Penerbit Andi, 2010.