



## **Analisis Kekuatan Konstruksi Pada Alat Angkat Kapasitas 500 Kg Menggunakan Software Comsol Multiphysics**

Lukas Kano Mangalla<sup>1\*</sup>, Samhuddin<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Jurusan Teknik Mesin Universitas Haluoleo

### **Riwayat Artikel:**

Diajukan: 01/08/2021  
Diterima: 01/11/2021  
Online 01/02/2022  
Terbit: 30/12/2021

### **Kata Kunci:**

Alat angkat,  
Simulasi,  
COMSOL multiphysics  
Kekuatan  
Estetika

### **Keywords:**

Lifting equipment  
Simulation  
COMSOL multiphysics  
Strength  
Aesthetic

### **Abstrak**

Alat angkat merupakan suatu alat yang dapat meringankan pekerjaan manusia dalam hal pemindahan benda yang memiliki bobot di luar kemampuan manusia untuk mengangkat. Di laboratorium teknologi mekanik UHO telah ada alat angkat berkapasitas 500 kg, namun konstruksi dari model alat ini tidak stabil dan goyah ketika mengangkat beban. Penelitian ini bertujuan memperbaiki kemampuan alat tersebut untuk berbagai fungsi agar lebih kuat, ekonomis dan memiliki estetika rancangan yang baik. Penelitian ini merupakan model simulasi beban statis menggunakan software COMSOL Multiphysics. Model yang disimulasikan terbagi dalam tiga variasi model (model 1, model 2 dan model 3) dimana setiap model memiliki bentuk tumpuan dan bentangan yang berbeda untuk beban yang sama (500kg). Distribusi beban pada konstruksi batang dan bentangan merupakan parameter penting dalam melihat kekuatan yang baik. Selain itu estetika rancangan yang baik juga diperhitungkan sebagai faktor pendukung dalam desain alat angkat ini.

### **Abstract**

Lifting equipment is a tool that can alleviate human tasks in terms of the removal objects that have a weight beyond human ability. Mechanical Engineering laboratory of Halu Oleo University (UHO) has lifting equipment with 500 Kg capacity, but construction of this model is not stable and faltered when lifting the weights. This study aim to improve the ability of this equipment for several purposes as well as to produce a draft model of lifting equipment more powerful, economical and has a good aesthetic design. This study was a static load simulation model using COMSOL Multiphysics. Three variations model (model 1, model 2 and model 3) of the construction were simulated with 500 kg of loads. Power stress distributions on the support constructions is the main point in this research for the powerful and useful construction. Furthermore, the good aesthetic designs the important parameter involving on this models. Result of this study shows that the portable crane existing on the Mechanical laboratories needs more improvements on construction, model and aesthetics for 5000kg loads. Model 3 has more powerful and economically construction as well as better aesthetic value than another models investigated.

### **Pendahuluan**

Alat angkat memiliki peranan yang sangat penting pada bidang teknik, khususnya untuk memindahkan material dari suatu tempat ke tempat yang lain. Tanpa menggunakan alat angkat, maka pekerjaan untuk memindahkan material tersebut akan menjadi lebih susah dan akan menghabiskan banyak waktu dan tenaga. Di Laboratorium Teknologi Mekanik Jurusan Teknik Mesin Universitas Halu Oleo (UHO) telah terdapat alat angkat kapasitas 500 kg. Akan tetapi alat tersebut belum memiliki model konstruksi yang efektif dalam hal kekuatan menahan beban 500 kg, panjang bahan keseluruhan yang membentuk struktur pun bisa dikatakan berlebihan dan memiliki bentuk yang belum mempertimbangkan nilai estetika yang baik pada model rancangan. Hal ini dapat dilihat pada saat alat tersebut digunakan untuk memindahkan beban yang memiliki berat kurang lebih 100 kg tampak rangka alat menjadi tak stabil (goyah), dan operator sulit untuk mendorong dan menggerakkan alat untuk memindahkan beban yang diangkat. Model serupa dapat ditemukan pada referensi [1, 2].

Berdasarkan manfaat penggunaan alat angkat tersebut maka, penulis ingin menganalisa tentang mekanika kekuatan material dari alat angkat yang sudah ada, dan membandingkan dengan alat angkat

\*Korespondensi: [lk.mangalla@gmail.com](mailto:lk.mangalla@gmail.com)

©2021 PISTON: Jurnal Teknologi. Diterbitkan: Oleh Program Pendidikan Vokasi Teknik Mesin UHO Kendari

yang akan dirancang ulang untuk memastikan bahwa alat ini memiliki batas kekuatan yang dapat diterima dan aman serta sesuai dengan nilai ekonomis dan estetika rancangan dengan menggunakan aplikasi software comsol multiphysics.

Permasalahan pada penelitian ini adalah Bagaimanakah cara menganalisa kekuatan rangka atau kolom baja pada alat angkat untuk kapasitas 500 kg yang sudah ada di laboratorium teknologi mekanik teknik mesin UHO dan Bagaimana cara mendesain ulang alat angkat yang sesuai standar kekuatan beban 500 kg, serta memiliki nilai ekonomis dan estetika rancangan yang baik. Sebuah gedung atau bangunan yang didalamnya panas menyebabkan manusia tidak nyaman dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Alat pemindah bahan merupakan salah satu peralatan atau mesin yang digunakan untuk memindahkan muatan di lokasi pabrik, konstruksi, laboratorium permesinan, tempat penyimpanan, pembongkaran muatan dan sebagainya.

Alat pemindah bahan dalam operasinya dapat diklasifikasikan atas:

1. Pesawat pengangkat di maksudkan untuk mengangkat dan memindahkan dan memindahkan barang dari satu tempat ketempat yang lain yang jangkauanya relative terbatas. Contohnya, crane, elevator, excavator, lift, dan lain-lain.
2. Pesawat pengangkut dapat memindahkan muatan secara berkesinambungan tanpa berhenti dan dapat mengangkut muatan dengan jarak yang relatif jauh .contohnya, conveyor. Karena yang akan di analisa adalah alat angkat atau alat pengangkat maka pembahasan teorinya lebih di titik beratkan ke pesawat penangkat. Menurut dasar rancangannya pesawat angkat dapat di klasifikasikan atas tiga jenis yaitu:
3. Mesin pengangkat (hoisting machine), yaitu mesin yang bekerja secara priodik yang digunakan untuk mengangkat dan memindahkan beban
4. Crane, yaitu kombinasi mesin pengangkat dan rangka yang bekerja secara bersama-sama untuk mengangkat dan memindahkan beban.
5. Elevator, yaitu kelompok mesin yang bekerja secara priodik untuk mengangkut beban pada jalur padu tertentu.

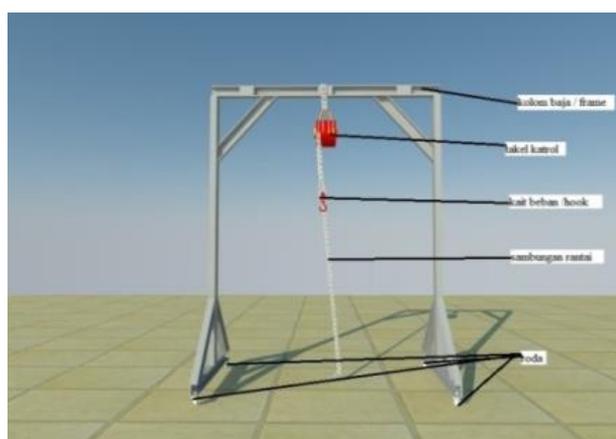
Dasar-dasar pemilihan pesawat angkat

Dalam pemilihan pesawat angkat perlu di perhatikan beberapa factor antara lain

1. Jenis dan ukuran dari beban yang akan diangkat
2. Kapasitas per jam
3. Arah dan panjang lintasan
4. Metode penumpukan muatan

*Komponen-Komponen Utama alat angkat*

Untuk komponen utama alat angkat kapasitas 500 kg pada laboratorium teknologi mekanik teknik mesin Universitas Halu Oleo dapat di lihat pada gambar berikut ini:



**Gambar 1.** Alat angkat kapasitas 500 kg dan bagian-bagiannya

Kolom Baja (Frame) Struktur rangka kaku (rigid frame) adalah struktur yang terdiri dari elemen-elemen linear, umumnya balok dan kolom yang saling dihubungkan ujung-ujungnya oleh joint (titik hubung) yang dapat mencegah rotasi relatif diantara elemen struktur yang dihubungkan. Dengan demikian elemen-elemen struktur itu menerus pada titik hubung tersebut. Seperti halnya pada balok menerus, struktur rangka kaku adalah statis tak tentu. Beberapa parameter di bawah ini dijadikan acuan perancangan dan analisa model simulasi [3].

- a. Untuk menentukan tegangan pada kolom baja dapat digunakan rumus tegangan sebagai berikut.

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

dimana:  $\sigma$  = tegangan ( $N/cm^2$ )  
 $F$  = Gaya Tekan akibat pembebanan (N)  
 $A$  = Luas bidang tekan pada profil ( $cm^2$ )

- b. Menentukan Pemendekan ( $\Delta L$ ) pada kolo baja Untukmenentukan pemendekan pada kolom baja dapat di gunakan formula

$$\Delta L = \frac{F.L}{A.E}$$

dimana  $F$  = Gaya tekan akibat pembebanan (N)  
 $L$  = Panjang awal rangka (cm)  
 $A$  = Luas bidang tekan pada profil baja ( $cm^2$ )  
 $E$  = Modulus Elastisitas Baja ( $200 \text{ GPa}$  ( $200 \times 10^5 \text{ N/cm}^2$ ))

- c. Menentukan Regangan

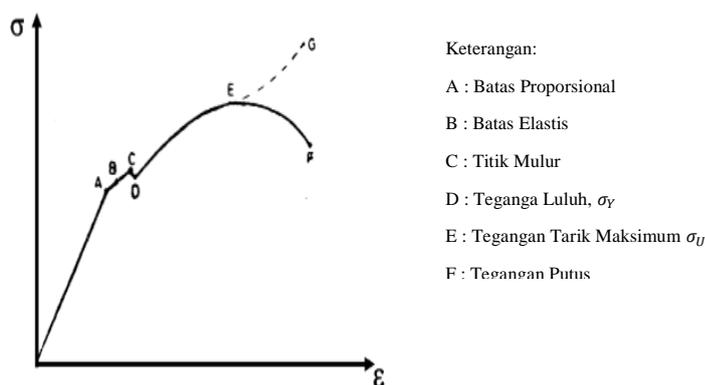
Menentukan regangan pada rangka alat angkat dpat digunakan formula sebagai berikut

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

dimana  $\varepsilon$  = regangan  
 $\Delta L$  = pemendekan akibat pembebanan (cm)  
 $L$  = panjang mula mula (cm)

- d. Hubungan antara tegangan dan regangan

Secara umum hubungan antara tegangan dan regangan dapat dilihat pada diagram tegangan regangan berikut ini.



Gambar 2. Diagram Tegangan Regangan

Dari diagram tegangan regangan pada gambar diatas, terdapat daerah kerja sebagai berikut:

- Daerah elastis, merupakan daerah yang digunakan dalam desain konstruksi mesin
- Dearah plastis, merupakan daerah yang digunakan untuk proses pembentukan material
- Titik mulur, titik dimana bahan memanjang mulur tanpa penambahan beban
- Kekuatan maksimum, titik ini merupakan kordinat tertinggi pda diagram tegangan regangan yang menunjukkan kekuatan tarik suatu material.
- Kekuatan patah, bertambahnya beban yang mencapai kekuatan bahan yang menyebabkan patahnya material. Dalam desain komponen mesin yang membutuhkan kondisi konstruksi yang kuat dan kaku, maka perlu dipertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

Daerah kerja: daerah elastis atau daerah kerja konstruksi mesin. Beban yang terjadi atau tegangan kerja yang timbul harus lebih kecil dari tegangan yang diizinkan. Konstruksi harus kuat dan kaku, sehingga diperlukan deformasi yang elastic yaitu kemampuan material untuk kembali ke bentuk semula jika beban dilepaskan. Perlu safety factor (SF) atau factor keamanan sesuai dengan kondisi kerja dan jenis material yang digunakan. Faktor keamanan dalam hal ini dapat didefinisikan sebagai berikut:

1. Merupakan perbandingan antara tegangan maksimum dan tegangan kerja actual atau tegangan izin.
2. Merupakan perbandingan tegangan luluh dengan tegangan kerja atau tegangan izin
3. Merupakan perbandingan tegangan ultimate dengan tegangan kerja atau tegangan izin

Semakin besar kemungkinan adanya kerusakan pada komponen mesin, maka angka keamanan diambil semakin besar. Angka keamanan beberapa material dengan berbagai beban dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 1.** Faktor Keamanan beberapa material

No.	Material	Steady Load	Live Load	Shock Load
1.	Cast iron	5-6	8-12	16-20
2.	Wrought iron	4	7	10-15
3.	Steel	4	8	12-16
4.	Soft material & alloys	6	9	15
5.	Leather	9	12	15
6.	Timber	7	10-15	20

1. Kait Beban (*Hook*), Kait yang umum digunakan pada proses pengangkatan dan penurunan beban adalah jenis kait tunggal dan kait ganda. Secara fisik, pada ujung tangkai kait, baik kait tunggal maupun kait ganda, terdapat ulir yang digunakan untuk mengikat bantalan aksial agar kait tersebut dapat dengan leluasa berputar. Kait beban yang digunakan pada alat angkat ini memiliki kapasitas pengangkat 3 ton, sehingga aman dalam mengangkat beban yang di tuntut pada kapasitas alat secara umum yang hanya memiliki batas 500 kg.
2. Katrol/ *Takel*. Jenis katrol yang umum digunakan dalam proses pemindah bahan ini adalah jenis planetary geared hoist (alat angkat dengan roda gigi planet). Pada jenis ini digunakan perbandingan reduksi transmisi hingga tiga tingkat untuk memperoleh gaya tarik rantai yang lebih ringan bagi sang operator jika dibandingkan dengan besar beban sesungguhnya. Takel yang digunakan pada alat angkat memiliki kapasitas 3 ton.
3. Sambungan Rantai, Sambungan rantai ini digunakan pada rantai penarik dan rantai beban pada alat angkat ini. Rantai ini akan mengait gerigi pada pulley sehingga dapat memutar pulley tersebut sehingga mirip dengan peranan tali penarik atau tali beban pada sebuah pulley biasa. Sambungan rantai juga perlu diperhitungkan kekuatannya agar alat angkat dapat berfungsi dengan baik dan aman bagi operatornya. Akan tetapi dari jenis rantai ini juga memiliki daya angkat atau kapasitas 3 ton sehingga dapat dikatakan aman pada penggunaannya untuk mengangkat beban 500 kg.
4. Roda Penumpu Kolom Baja. Jenis roda yang digunakan pada alat angkat ini ialah tipe ZS20-S20 yang memiliki kapasitas angkat 2 ton setiap rodanya. Roda ini berfungsi sebagai komponen penunjang pergerakan alat angkat dalam arah horizontal diatas permukaan lantai. Roda juga menahan beban yang diterima oleh struktur rangka dan perlu memiliki kekuatan yang memadai untuk keperluan tersebut. Beban yang diterima oleh struktur rangka alat angkat ini akan terbagi menjadi empat bagian dan sesuai dengan jumlah roda yang akan digunakan sebagai penumpu.

#### Perancangan Teknik dan simulasi pemodelan

- a. Perancangan Teknik. Perancangan (desain) menurut accreditation board for engineering and technology (ABET), perencanaan teknik (*engineering design*) adalah proses menyintesa system, komponen atau proses untuk memenuhi haraopanyang diinginkan. elemen dasar perencanaan adalah menentukan tujuan, dan criteria, sitesis, analisis, konstruksi, uji dan evaluasi.
- b. Simulasi dan pemodelan. Simulasi adalah peniruan operasi, menurut waktu, sebuah proses atau sistem dunia nyata. Dapat dilakukan secara manual maupun dengan bantuan komputer. Menyertakan pembentukan data dan sejarah buatan dari sebuah sistem, pengamatan data dan sejarah, dan kesimpulan yang terkait dengan karakteristik sistem-sistem. Untuk mempelajari sebuah sistem, biasanya kita harus membuat asumsi-asumsi tentang operasi sistem tersebut. Model Simulasi adalah Suatu representasi sederhana dari sebuah sistem (atau proses atau teori), bukan sistem itu sendiri. Model-model tidak harus memiliki seluruh atribut mereka disederhanakan, dikontrol, digeneralisasi, atau diidealkan. Untuk sebuah model yang akan digunakan, seluruh sifat-sifat relevannya harus ditetapkan dalam suatu cara yang praktis, dinyatakan dalam suatu set deksripsi terbatas yang masuk akal (*reasonably*). Sebuah model harus divalidasi. Setelah divalidasi, sebuah model dapat digunakan untuk menyelidiki dan memprediksi perilaku-perilaku (sifat) sistem, atau menjawab "*whatif questions*" untuk mempertajam pemahaman, pelatihan, prediksi, dan evaluasi alternatif.
  - a. Tujuan simulasi. Mempelajari interaksi internal (sub)-sistem yang kompleks. Mengamati sifat model dan hasil keluaran akibat perubahan lingkungan Luar atau variabel internal. Meningkatkan kinerja sistem melalui pembangunan/pembentukan model. Eksperimen desain dan aturan baru sebelum diimplementasikan. Memahami dan memverifikasi solusi analitik Mengidentifikasi dan menetapkan persyaratan-persyaratan.
    1. Alat bantu pelatihan dan pembelajaran dengan biaya lebih rendah. Visualisasi operasi melalui animasi. Masalahnya sulit, memakan waktu, atau tidak mungkin diselesaikan melalui metode analitik atau numerik konvensional.
    - b. Kelebihan simulasi model ialah Menghemat waktu Dapat mengawasi dan melihat sumber yang bervariasi Mengoreksi kesalahan-kesalahan perhitungan Dapat dihentikan dan dilanjutkan kembali Besarnya konstanta sistem dapat di ubah-ubah untuk melihat pengaruhnya. Jauh lebih murah dibandingkan pengujian sistem yang sebenarnya (kikay:2004) Kekurangan simulasi model Hasil simulasi boleh jadi tidak persis sama dengan dunia nyata karna banyak mengandung distorsi Simulasi bukan merupakan

proses optimasi dan tidak menghasilkan jawaban, tetapi hanya memberikan suatu kumpulan tanggapan sistem atas berbagai kondisi operasi dan kelemahan yang sulit diukur. Simulasi yang sangat bagus mungkin sangat mahal dan dibutuhkan waktu bertahun-tahun untuk mengembangkannya

#### *Pengenalan aplikasi comsol multiphysics.*

*Comsol multiphysics* adalah aplikasi software komputer untuk keperluan umum, berdasarkan metode numerik canggih, untuk pemodelan dan simulasi masalah fisika. Dengan *comsol multiphysics*, dapat menjelaskan penggabungan atau fenomena fisika yang kompleks. Aplikasi ini dapat melakukan simulasi untuk listrik, mekanik, aliran fluida, dan aplikasi kimia. Aplikasi ini juga menghubungkan simulasi dengan komputasi teknis, CAD, dan perangkat lunak ECAD. pada saat membuka aplikasi *comsol multiphysics* dengan bagian dan fungsinya secara umum sebagai berikut:

1. *quick access toolbar*, digunakan untuk akses ke fungsi seperti membuka *file / save, undo / redo, copy / paste*, dan menghapus.
2. *Model builder toolbar*, memiliki tombol dan daftar *drop-down* untuk mengendalikan semua langkah dari proses modeling.
3. *Modeling tree*, atau pohon Model memberikan gambaran model dan semua fungsi dan operasi yang diperlukan untuk membangun dan memecahkan model serta pengolahan hasil.
4. *Toolbar information windows*, ialah Jendela Informasi akan menampilkan informasi penting Model selama simulasi, seperti waktu solusi, kemajuan solusi, statistik mesh, dan, bila tersedia, Hasil Tabel.
5. *Model builder window*, Jendela Model Builder dengan model pohon dan tombol toolbar yang terkait memberikan Anda gambaran model. Proses pemodelan dapat dikendalikan dari menu konteks-sensitif diakses dengan mengklik kanan node.
6. *Plot window* ini adalah jendela utama untuk memasukkan semua spesifikasi model termasuk dimensi geometri, sifat bahan, kondisi batas dan kondisi awal, dan informasi penting lainnya saat melakukan simulasi. *Plot windows* Ini adalah jendela untuk output grafis. Selain jendela Graphics, Plot jendela digunakan untuk Hasil visualisasi. Beberapa jendela Plot dapat digunakan untuk menampilkan beberapa hasil secara bersamaan. Sebuah kasus khusus adalah *Konvergensi Plot* jendela, dihasilkan secara otomatis Plot jendela yang menampilkan indikasi grafis dari konvergensi proses solusi sementara model sedang berjalan. *informasi Windows* Ini adalah jendela informasi non-grafis.

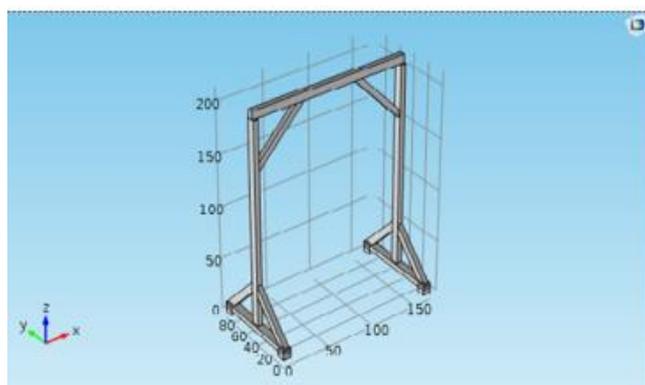
*Information windows* ialah kolom informasi yang berisikan:

1. Massage berisikan berbagai informasi tentang peristiwa sesi COMSOL saat ini ditampilkan dalam jendela ini.
2. progres: Kemajuan informasi dari solver selain untuk berhenti tombol.
3. log: Informasi dari solver seperti jumlah derajat kebebasan, waktu solusi dan data iterasi solver.
4. table : Data numerik dalam format tabel sebagaimana di definisikan dalam cabang Hasil.
5. External proses: Menyediakan panel kontrol untuk cluster, awan dan bets pekerjaan.
6. otherwindows atau Windows lainnya.
7. add materials and material browser: Akses perpustakaan properti material. Browser Bahan memungkinkan editing sifat material.
8. Selection list: Daftar geometri objek, domain, batas-batas, tepi dan poin yang saat ini tersedia untuk seleksi [4].

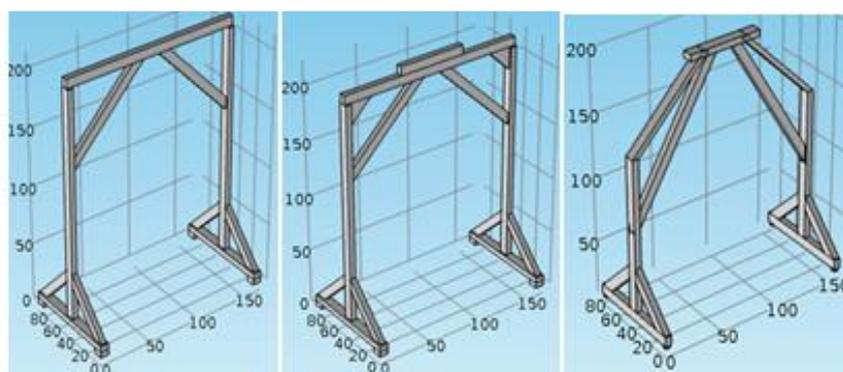
#### **Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan menggunakan jenis penelitian kuantitatif deskriptif yang mengukur secara langsung objek yang diteliti yaitu alat angkat yang ada di laboratorium teknologi UHO. Kemudian mensimulasikan menggunakan software *comsol multiphysics* untuk mengidentifikasi penyebab masalah yang terjadi merancang ulang dan membandingkan hasil simulasi untuk menarik kesimpulan. penelitian ini dilakukan di laboratorium teknologi mekanik UHO, laboratorium komputasi dari bulan juni s/d desember 2020.

Adapun alat yang digunakan adalah perlengkapan pengukuran dimensi alat kamera digital, dan computer dgn aplikasi *comsol multiphysics*. Mula- mula alat melakukan pengukuran terhadap alat angkat yang sudah ada kemudian menggambar geometri yang sesuai ukuran kedalam aplikasi C.M dan melakukan simulasi setelah itu menggambar model konstruksi alat angkat lain yang memungkinkan memecahkan masalah pada alat angkat.



Geometri alat yang ada



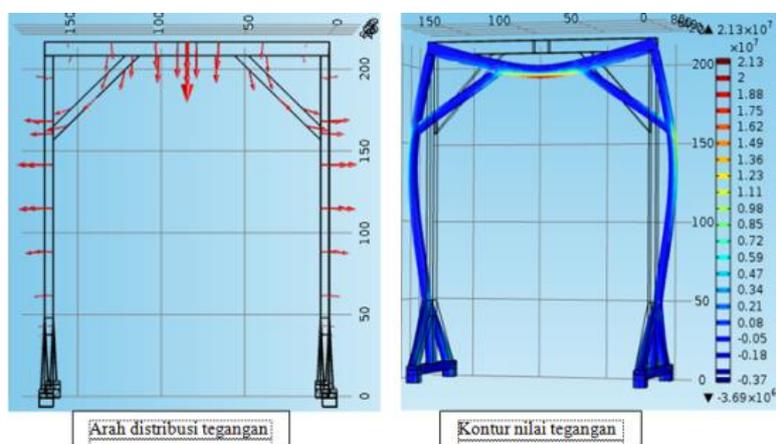
Geometri model 1, model 2 dan model 3

Mengacu pada beban yang digunakan oleh alat angkat yang ada maka simulasi menggunakan beban sebesar 500 kg pada setiap model alat, dari hasil akan di bandingkan untuk menyimpulkan alat yang paling baik dari segi kekuatan, nilai ekonomis dan estetika yang baik. Model rancangan mengacu pada model referensi yang ada seperti pada refensi [4]

## Hasil dan Pembahasan

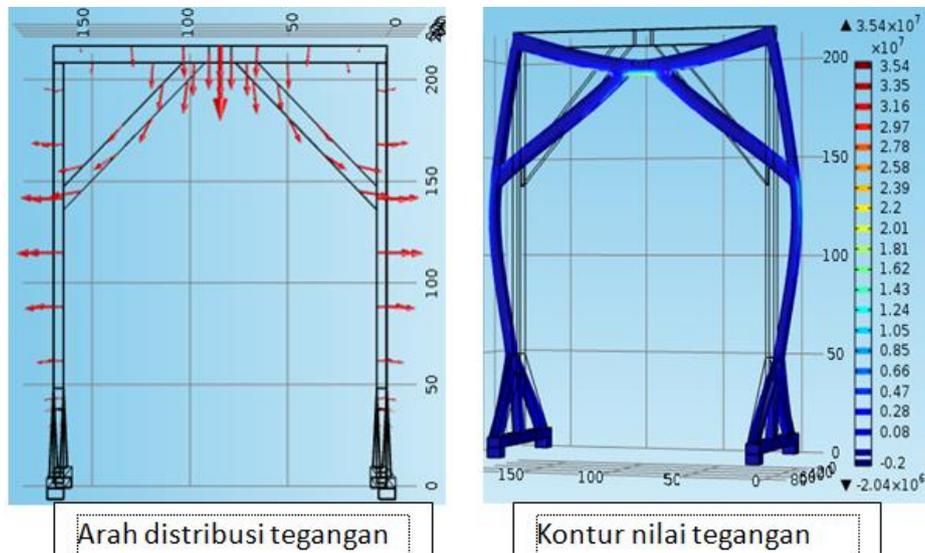
### Hasil simulasi Alat angkat

Dari hasil simulasi di ketahui nilai tegangan maksimum pada tiang penyangga beban adalah sebesar  $1.1056E7$  N/m<sup>2</sup> dan pada titik aplikasi beban yaitu sebesar  $2.20656E7$  N/m<sup>2</sup>.sedangkan untuk hasil yang ditunjukkan untuk perubahan bentuk pada tiang penyangga yaitu sebesar 0.041017 cm dan pada titik aplikasi beban yaitu sebesar 0.046791 cm, sementara nilai regangan yang di tunjukkan untuk nilai regangan yang terjadi pada tiang penyangga yaitu  $5.791E+5$  dan pada titik aplikasi beban sebesar  $1.0676E+4$ . Berikut adalah gambar dari distribusi tegangan pada alat angkat yang ada di laboratorium teknologi mekanik UHO.



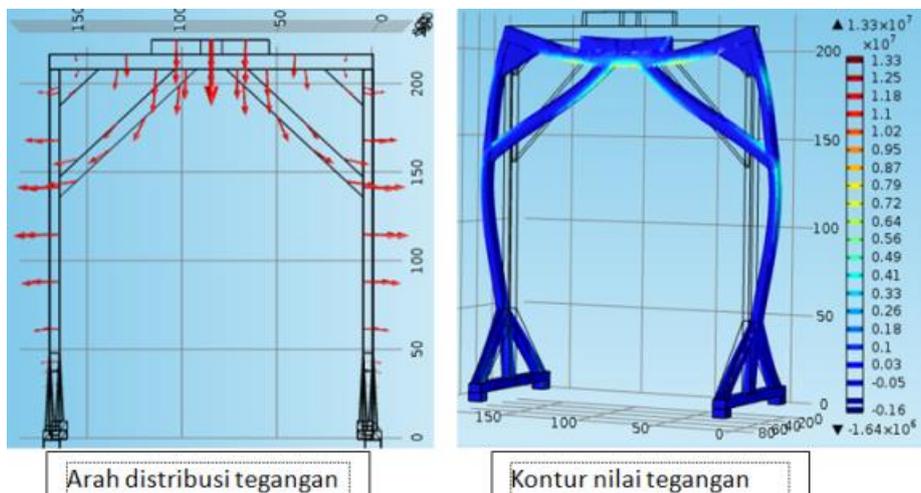
a. Hasil simulasi model satu

Dari hasil simulasi di ketahui nilai tegangan maksimum pada tiang penyangga beban adalah sebesar  $8.5310E6$  N/m<sup>2</sup> dan pada titik aplikasi beban yaitu sebesar  $1.3142E+7$  N/m<sup>2</sup>.sedangkan untuk hasil yang ditunjukkan untuk perubahan bentuk pada tiang penyangga yaitu sebesar  $0.0131108$  cm dan pada titik aplikasi beban yaitu sebesar  $0.03278$  cm, sementara nilai regangan yang di tunjukkan untuk nilai regangan yang terjadi pada tiang penyangga yaitu  $9.5896E-6$  dan pada titik aplikasi beban sebesar  $1.20088E+4$  Berikut adalah gambar dari distribusi tegangan pada alat angkat model 1.



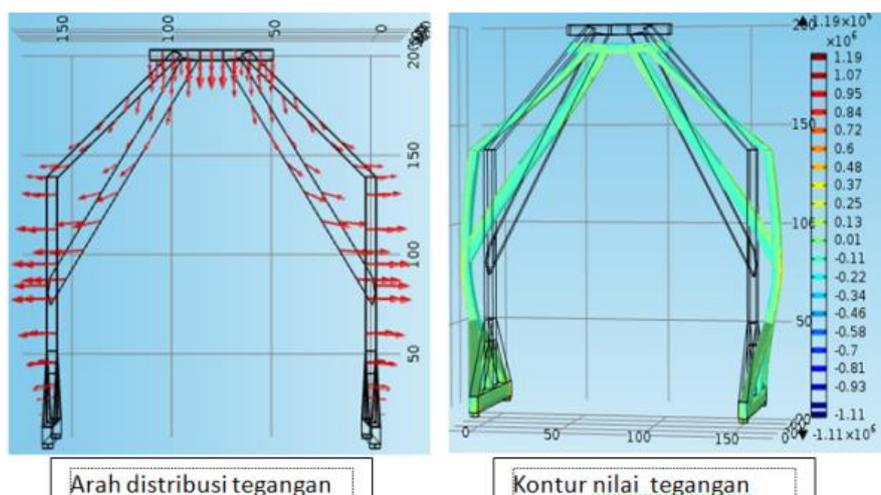
b. Hasil simulasi model dua

Dari hasil simulasi di ketahui nilai tegangan maksimum pada tiang penyangga beban adalah sebesar  $1.37207E7$  N/m<sup>2</sup> dan pada titik aplikasi beban yaitu sebesar  $4.1067E+6$  N/m<sup>2</sup>.sedangkan untuk hasil yang ditunjukkan untuk perubahan bentuk pada tiang penyangga yaitu sebesar  $0.0046682$  cm dan pada titik aplikasi beban yaitu sebesar  $0.015702$  cm, sementara nilai regangan yang di tunjukkan untuk nilai regangan yang terjadi pada tiang penyangga yaitu  $4.2991E+6$  dan pada titik aplikasi beban sebesar  $3.3439E-5$ . Berikut adalah gambar dari distribusi tegangan pada alat angkat model 2.



c. Hasil simulasi model tiga

Dari hasil simulasi di ketahui nilai tegangan maksimum pada tiang penyangga beban adalah sebesar  $0.5004E6$  N/m<sup>2</sup> dan pada titik aplikasi beban yaitu sebesar  $1.1232E6$  N/m<sup>2</sup>.sedangkan untuk hasil yang ditunjukkan untuk perubahan bentuk pada tiang penyangga yaitu sebesar  $0.0008824$  cm dan pada titik aplikasi beban yaitu sebesar  $0.0005942$  cm, sementara nilai regangan yang di tunjukkan untuk nilai regangan yang terjadi pada tiang penyangga yaitu  $1.6512E-6$  dan pada titik aplikasi beban sebesar  $1.3502E-6$  Berikut adalah gambar dari distribusi tegangan pada alat angkat model 3.



Dari hasil yang di dapatkan setelah melakukan imulasi pada ke model alat angkat menggunakan aplikasi comsol multiphysics dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 1.** Hasil simulasi Model

No	Alat Angkat	Tegangan maksimum struktur (N/m <sup>2</sup> )	Tegangan pada tiang penyangga (N/m <sup>2</sup> )	Tegangan m. pada titik aplikasi beban (N/m <sup>2</sup> )	Perubahan (displesmen) pada tiang penyangga (cm)	Perubahan (displesmen) pada titik beban (cm)	Regangan pada tiang penyangga (%)	Regangan pada titik beban (%)	Panjang Bahan (cm)
1	sudah ada (existing)	2.20656E7	1.1056E7	2.20656E7	0.041017	0.046791	5.791E-5	1.0676E-4	1220
2	model satu	3.67345E7	8.5310E6	1.8142E7	0.031108	0.03278	9.5896E-5	1.2088E-4	1320
3	model dua	1.37207E7	4.1067E6	6.4040E6	0.0046682	0.015702	4.2991E-5	3.3439E-5	1420
4	model tiga	1.2828E6	0.5004E6	0.1232E6	0.0008824	0.0005942	1.6512E-6	1.3502E-6	1030

Nilai tegangan relative jauh di bandingkan nilai regangan maksimum proposional bahan baja yaitu 1,6512E+6 Kemudian dari sisi penggunaan bahan alat angkat rancangan tiga menggunakan bahan yang panjang keseluruhan lebih sedikit dari alat angkat yang sudah ada, model satu, dan model dua. Dimana alat angkat tiga yaitu 1070 cm (10,7 m) sementara alat yang sudah ada menggunakan keseluruhan 1220 cm (12,2 m) dan alat angkat model satu dan dua memiliki panjang keseluruhan material lebih banyak yaitu masing-masing 1320 cm dan 1420 cm. secara kuantitatif rancangan alat angkat model tiga adalah yang memiliki nilai ekonomis paling baik. Dapat di simpulkan perancangan alat tiga yang paling baik jika di aplikasikan kedalam perancangan alat angkat kapasitas 500kg pada laboratorium teknologi mekanik UHO. Sementara perbandingan kekuatan berpatokan pada kekuatan maksimum material pada saat menerima beban yaitu melalui asumsi sebagai berikut:

Tegangan izin struktur, dengan persamaan:

$$SF = \frac{\sigma_u}{\sigma}$$

dimana, SF = faktor keamanan / *safety faktor*

$\sigma_u$  = tegangan ultimate bahan (asumsi baja struktur BJ37 = 370 Mpa = 370000000 N/m<sup>2</sup>)

$\sigma$  = tegangan izin bahan (N/m<sup>2</sup>)

Harga SF untuk pembebanan dengan sedikit kejutan diambil dari sebesar 8 sehingga dari persamaan dapat di peroleh tegangan izin bahan sebesar:

$$\bar{\sigma} = \frac{\sigma u}{SF}$$

$$= \frac{370000000}{8} = 46250000 \text{ N/m}^2 = 4.625\text{E}7 \text{ N/m}^2$$

Berikut adalah perbandingan kekuatan maksimum saat menerima beban data kekuatan maksimum masing masing alat angkat.

No	Alat angkat	Tegangan maksimum saat 500 kg (N/m <sup>2</sup> )	Tegangan izin bahan (N/m <sup>2</sup> )
1	<i>Existing model</i>	2.2065E7	4.625E7
2	Model 1	3.6754E7	4.625E7
3	Model 2	1.37207E7	4.625E7
4	Model 3	1.2828E6	4.625E7

### Daftar Pustaka

- [1] S. Bakri, "PERANCANGAN PORTABLE CRANE KAPASITAS ANGKAT 500 KG". Undergraduate (S1) thesis, University of Muhammadiyah Malang, 2018.
- [2] R. Setiawan, Sudarsono, Sugiarto, "PERANCANGAN PORTABLE CRANE KAPASITAS ANGKAT MAKSIMAL 500 KG", E-Jurnal Teknik Mesin, Vol.1 No.2, Juni 2014.
- [3] Rudenko N., *Mesin Pemindah Bahan*, Cet.1, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1992.
- [4] Comsol Multiphysic, "Reference manual", [www.comsol.com](http://www.comsol.com), diakses 28 Oktober 2020
- [5] A. Rahim dan Jamaludin, "Rancang bangun alat angkat kapasitas 500kg", Tugas Akhir DIII teknik mesin UHO, Kendari, 2015