

## ANALISA KOMPUTASIONAL TERMAL DAN *STRESS LINEAR* AKTUATOR TELESKOP GALAH KELAP SAWIT

Fausta Nicander Maha<sup>1\*</sup>, Muhammad Sabri<sup>2</sup>, Arif Fadillah Nasution<sup>3</sup>

Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara

Jalan Dr. T. Mansyur No. 9, Padang Bulan, Kec. Medan Baru, Kota Medan, Sumatera Utara 20222, Indonesia

\*Email: [faustanicandermaha@gmail.com](mailto:faustanicandermaha@gmail.com)

### ABSTRAK

*Linear* aktuator merupakan sebuah komponen yang dirancang untuk menggerakkan pisau pada alat pemanen kelapa sawit. Peneliti akan menganalisa *Linear* Aktuator pada alat pemanen buah kelapa sawit yang telah dirancang oleh tim *harvesting palm tool*. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui nilai tegangan, distribusi suhu, dari *Linear* Aktuator. Metode yang digunakan metode komputasional. Prosedur analisa dengan cara melakukan simulasi terhadap beberapa titik pada *Linear* Aktuator menggunakan *software ansys* dan *solidwork*. Dari hasil simulasi didapat perubahan suhu pada aktuator meningkat secara *linear* dimana suhu tertinggi pada *shaft* berada di koil (lokasi 2) dengan suhu 65,63°C dan pada *casing* berada di *casing* yang bersentuhan dengan rumah koil (lokasi 2) dengan suhu sebesar 63,04°C lalu pada analisa tegangan nilai tekanan maksimum pada *1<sup>st</sup> principal stress* sebesar 1.764 MPa dan pada *3<sup>rd</sup> principal stress* nilai tekanan maksimum sebesar 0.609 MPa. Dari hasil simulasi yang dilakukan *Linear* Aktuator aman digunakan pada alat pemanen kelapa sawit.

**Kata kunci:** *Linear* aktuator, *Stress*, Termal, *Ansys*, *Solidwork*

### ABSTRACT

*Linear actuator* is a component that is designed to move the knife on a palm oil harvester. Researchers will analyze the *Linear Actuator* on the oil palm fruit harvesting tool that has been designed by the palm tool harvesting team. The purpose of this study is to determine the value of stress, temperature distribution, of *Linear Actuator*. The method used is the computational method. The analysis procedure is by simulating several points on the *Linear Actuator* using *Ansys* and *Solidwork* software. From the simulation results, the temperature change in the actuator increases linearly where the highest temperature on the shaft is in the coil (location 2) with a temperature of 65.63 ° C and the casing is in the casing in contact with the coil housing (location 2) with a temperature of 63, 04 ° C and then in the stress analysis the maximum pressure value for the *1st principal stress* is 1.764 MPa and for the *3rd principal stress* the maximum pressure value is 0.609 MPa. From the simulation results, the *Linear Actuator* is safe to use in oil palm harvesters.

**Keywords:** *Linear actuator*, *Stress*, Termal, *Ansys*, *Solidwork*

### PENDAHULUAN

Kelapa sawit di Indonesia saat ini merupakan komoditas primadona yang mana luasnya terus berkembang dan tidak hanya merupakan monopoli perkebunan besar negara atau perkebunan besar swasta saja. Saat ini perkebunan rakyat juga sudah berkembang dengan pesat. Salah satu faktor yang paling banyak mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas kelapa sawit ini adalah faktor panen. Untuk memenuhi kebutuhan panen ini dibutuhkan sebuah peralatan sebagai sarana penunjang pekerjaan dalam hal pemanenan buah kelapa sawit, maka perlu adanya suatu alat bantu pemanenan untuk mempermudah pekerjaan yang dilakukan dan tentunya dengan mempertimbangkan masalah kesehatan dan keselamatan

kerja serta ramah terhadap lingkungan. Sebelumnya memang sudah ada inovasi-inovasi mengenai peralatan pemanenan buah kelapa sawit ini tetapi masih banyak terdapat kelemahan-kelemahan.

Pada pembuatan alat pemanen kelapa sawit ini, penulis merancang alat ini dengan memanfaatkan sistem *linear actuator* yang merupakan rancangan sebuah alat yang sederhana dan sangat bermanfaat bagi perusahaan maupun perorangan pada sektor perkebunan kelapa sawit dengan perancangan desain yang ringan. Perancangan produk alat pemanen TBS ini masih dalam skala kecil dengan kemampuan kerja yang ringan dengan konsep yang sangat sederhana

## TEORI DASAR

### 2.1 Motor Listrik

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Perubahan ini dilakukan dengan mengubah tenaga listrik menjadi magnet yang disebut sebagai elektro magnet. Mekanisme kerja motor listrik untuk seluruh jenis motor secara umum sama <sup>[1]</sup>. Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya, jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran / *loop*, maka kedua sisi *loop*, yaitu pada sudut kanan dari medan magnet, akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan, pasangan gaya menghasilkan tenaga putar / *torque* untuk memutar kumparan, Motor-motor memiliki beberapa *loop* pada dinamonya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih beragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan.

### 2.2 Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah salah satu disiplin ilmu teknik termal yang mempelajari cara menghasilkan panas, menggunakan panas, mengubah panas, dan menularkan panas di antara sistem fisik. Dengan kata lain perpindahan panas didefinisikan sebagai berpindahnya energi dari satu daerah ke daerah lainnya sebagai akibat dari beda temperatur antara daerah-daerah tersebut. Energi tersebut berpindah dari sistem yang bertemperatur tinggi ke sistem bertemperatur rendah. Perbedaan temperatur ini mutlak diperlukan sebagai syarat terjadinya perpindahan panas. Selama ada perbedaan temperatur antara dua sistem maka akan terjadi perpindahan panas. Mekanisme perpindahan panas yang terjadi dapat dikategorikan atas 3 jenis yaitu: konduksi, konveksi dan radiasi.

#### 2.2.1 Perpindahan Panas Konduksi

Perpindahan kalor secara konduksi adalah perpindahan panas melalui zat padat yang tidak ikut atau tidak disertai dengan perpindahan partikel-partikelnya. Peristiwa konduksi sangat erat kaitannya dengan daya hantar kalor suatu zat. Daya hantar kalor suatu zat adalah kemampuan zat untuk menghantarkan panas (kalor). Artinya suatu zat yang daya hantar kalornya tinggi lebih cepat menghantarkan panas. Perpindahan panas secara konduksi pada umumnya terjadi pada benda padat berbahan logam <sup>[2]</sup>.

#### 2.2.2 Perpindahan Panas Konveksi

Perpindahan panas konveksi adalah perpindahan kalor atau panas yang disertai dengan perpindahan zat perantaranya. Konveksi sedikit mirip dengan konduksi, bedanya konduksi merupakan perpindahan panas tanpa disertai zat perantara sedangkan konveksi merupakan perpindahan panas yang diikuti zat perantaranya. Syarat utama mekanisme perpindahan panas konveksi adalah adanya aliran fluida <sup>[2]</sup>.

#### 2.2.3 Perpindahan Panas Radiasi

Perpindahan panas radiasi adalah perpindahan panas yang tidak membutuhkan media perantara baik itu *solid* ataupun fluida.

Energi yang *ditransfer* dengan radiasi adalah yang tercepat (secepat kecepatan cahaya) dan dapat terjadi di ruangan vakum <sup>[2]</sup>.

### 2.3 Tegangan (*Stress*)

Tegangan dalam suatu elemen mesin adalah besarnya gaya yang bekerja tiap satuan luas penampang. Pada umumnya tegangan adalah gaya dalam yang bekerja pada luasan yang kecil tak hingga pada sebuah potongan dan terdiri dari bermacam-macam besaran dan arah <sup>[3]</sup>. Tegangan dapat diketahui dengan melakukan pengujian, dan besarnya kekuatan sangat tergantung pada jenis material yang diuji.

#### 2.3.1 Tegangan Normal

Tegangan normal adalah intensitas gaya yang bekerja normal (tegak lurus) terhadap irisan yang mengalami tegangan <sup>[4]</sup>. Bila gaya gaya luar yang bekerja pada suatu batang yang sejajar terhadap sumbu

utamanya dan potongan batang penampang tersebut konstan, tegangan internal yang dihasilkan adalah sejajar pada sumbu-sumbu tersebut.

Kekuatan dari gaya tarik dapat diperoleh dengan melakukan percobaan uji tarik terhadap spesimen yang mempunyai luas penampang A dan panjang L, seperti Spesimen dijepit pada mesin uji, lalu diberikan gaya tarik berlawanan arah, hingga spesimen tersebut putus. Spesimen tersebut akan mengalami yang disebut pertambahan panjang ( $\Delta L$ ) dan pengecilan luas penampang pada bagian yang memiliki kekuatan yang lebih besar.

**2.3.2 Tegangan Geser**

Tegangan geser adalah tegangan yang bekerja sejajar dengan bidang pembebanan <sup>[4]</sup>. Tegangan geser terjadi jika suatu benda bekerja dengan dua gaya yang berlawanan arah, tegak lurus sumbu batang, tidak segaris gaya namun pada penampangnya tidak terjadi momen. Tegangan ini banyak terjadi pada konstruksi.

**2.3.3 Tegangan Ijin**

Tegangan ijin adalah tegangan yang terjadi akibat pembebanan yang berlangsung tak terbatas lamanya pada elemen mesin tanpa mengakibatkan terjadinya kepatahan maupun perubahan bentuk yang menuju ke kerusakan. Pemilihan tegangan ijin sangat menentukan untuk menghitung dan memeriksa kembali ukuran dari elemen mesin.

Untuk menghitung tegangan ijin dapat digunakan persamaan berikut :

$$Tegangan\ ijin\ (\sigma_{ijin}) = \frac{Tegangan\ maksimum\ (\sigma_{maks})}{faktor\ keamanan\ (n)} \dots\dots(2.1)$$

**2.4 Faktor Keamanan (Safety factor)**

*Safety factor* adalah faktor yang menunjukkan tingkat kemampuan suatu bahan teknik menerima beban dari luar, yaitu beban tekan maupun tarik. Gaya yang diperlukan agar terjadi tingkat optimal bahan di dalam menahan beban dari luar sampai akhirnya menjadi pecah disebut dengan beban *ultimate (ultimate load)*. Dengan membagi beban ultimate ini dengan luas penampang, kita akan memperoleh kekuatan *ultimate (ultimate strength)* atau tegangan *ultimate (ultimate stress)* dari suatu bahan. Untuk desain bagian-bagian struktur tingkat tegangan disebut tegangan ijin (*allowable stress*) dibuat benar – benar lebih rendah dari pada *kekuatan ultimate* yang diperoleh dari pengujian “statis”. Hal ini penting untuk berbagai pertimbangan. Karena tegangan dikalikan luas sama dengan gaya, maka tegangan ijin dari *ultimate* dapat diubah dalam bentuk gaya atau beban yang diijinkan dan *ultimate* yang dapat ditahan. Tingkat ketidakpastian juga merupakan hal penting yang menentukan nilai faktor keamanan yang digunakan. Ada beberapa tingkat ketidakpastian yang harus dipertimbangkan untuk elemen yang mendapatkan beban statis yaitu tingkat ketidak pastian beban, tingkat ketidakpastian kekuatan material, tingkat ketidakpastian desain dan analisis, konsekuensi kegagalan keamanan manusia dan ekonomi. Selain itu faktor ekonomi atau biaya yang dibutuhkan juga merupakan pertimbangan utama dalam menentukan faktor keamanan. Angka numerik faktor keamanan yang disarankan sesuai dengan beberapa parameter dan tingkat ketidakpastian akan ditunjukkan pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Faktor Keamanan Yang Disarankan Dalam Perancangan <sup>[3]</sup>**

No	Faktor Keamanan disarankan	Parameter dan tingkat ketidakpastian
1	Sf=1,25-1,5	Kondisi terkontrol dan tegangan yang bekerja dapat ditentukan dengan pasti.
2	Sf=1,5-2,0	Bahan yang sudah diketahui, kondisi lingkungan beban dan tegangan yang tetap dan dapat ditentukan dengan mudah.
3	Sf=2,0-2,5	Bahan yang beroperasi secara

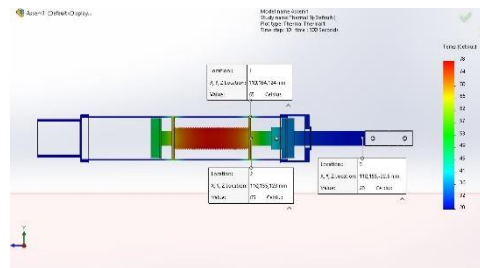
		rata-rata dengan Batasan beban yang diketahui.
4	Sf=2,5-3,0	Bahan yang diketahui tanpa mengalami tes. Pada kondisi beban dan tegangan rata-rata.
5	Sf=3,0-4,5	Bahan yang sudah diketahui. Kondisi beban, tegangan dan lingkungan yang tidak pasti.
6	Beban berulang: angka angka yang disarankan diatas dapat digunakan tetapi dengan endurance limit sebagai significant strength.	
7	Beban dampak: angka-angka yang disarankan di atas dapat digunakan tetapi factor dampak harus dimasukkan.	
8	Materia getas: angka-angka yang disarankan di atas dikalikan dua untuk material getas, dimana faktor keamanan dihitung terhadap ultimate strength.	
9	SF=1,25-2	Beban statis
10	SF=2-3	Beban dinamis
11	SF=3-5	Beban kejut

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Hasil Pengujian dan Analisis**

**3.1.1 Termal**

**3.1.1.1 Simulasi Termal Pada Shaft**



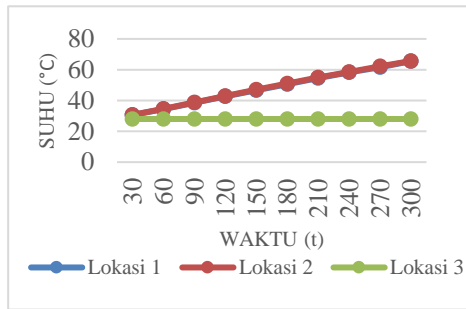
**Gambar 3.1 Simulasi Panas Pada Shaft**

Gambar 3.1 merupakan pengukuran termal pada Shaft disimulasikan pada 3 titik dengan waktu 300 detik dengan interval waktu 30 detik yang di bagi pada 10 step.

**Tabel 3.1 Suhu Vs Waktu Pada Shaft**

Time	Temperature on Shaft		
	Location 1	Location 2	Location 3
30	30.68	30.69	28.00
60	34.46	34.49	28.00
90	38.55	38.65	28.00

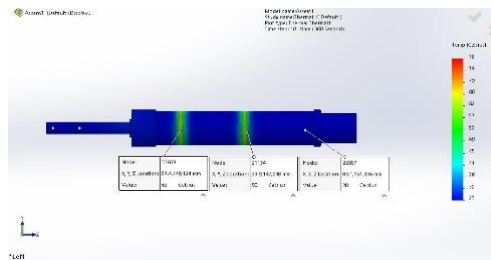
120	42.67	42.86	28.00
150	46.71	46.99	28.00
180	50.66	50.99	28.00
210	54.51	54.85	28.00
240	58.27	58.57	28.00
270	61.50	62.16	28.00
300	65.57	65.63	28.00



**Gambar 3.2 Grafik Suhu Vs Waktu Pada Shaft**

Pada Gambar 3.2 menunjukkan suhu pada *shaft* meningkat secara *linear* dan suhu tertinggi berada di lokasi 2 dengan nilai 65.63°C.

**3.1.1.2 Simulasi Termal Pada Casing**



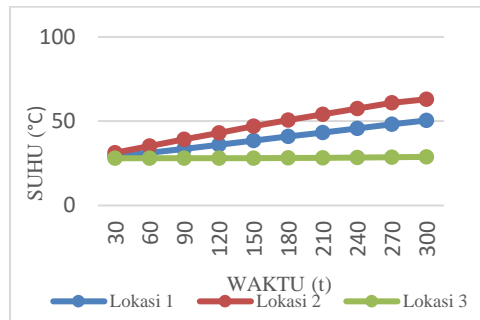
**Gambar 3.3 Simulasi Panas Pada Casing**

Gambar 3.3 merupakan pengukuran termal pada *Casing* disimulasikan pada 3 titik dengan waktu 300 detik dengan *interval* waktu 30 detik yang di bagi pada 10 *step*.

**Tabel 3.2 Suhu vs Waktu Pada Casing**

Time	Temperatur on Casing		
	Location 1	Location 2	Location 3
30	29.29	31.32	28.00
60	31.28	35.24	28.30
90	33.57	39.23	28.50
120	35.98	43.15	28.70
150	38.43	46.96	28.11
180	40.88	50.62	28.19
210	43.31	54.15	28.30
240	45.73	57.56	28.44
270	48.11	60.85	28.62

300	50.47	64.04	28.84
-----	-------	-------	-------

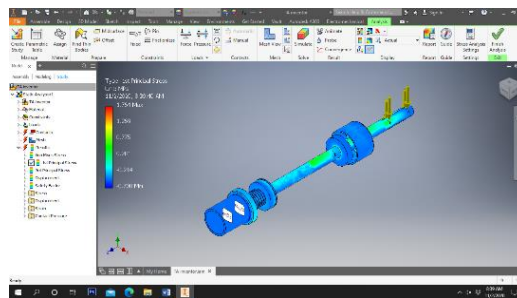


Gambar 3.4 Grafik Suhu Vs Waktu Pada Casing

Pada Gambar 3.4 menunjukkan suhu pada *shaft* meningkat secara *linear* dan suhu tertinggi berada di lokasi 2 dengan nilai 64.04°C.

### 3.2 Stress Analysis

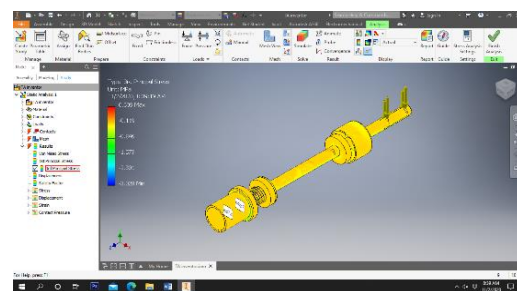
#### 3.2.1 1<sup>st</sup> Principal Stress



Gambar 3.5 1<sup>st</sup> Principal Stress

Gambar 3.5 menunjukkan tampilan dari 1<sup>st</sup> *principal stress* yang disimulasikan dan mendapatkan tegangan maksimal sebesar 1.764 MPa.

#### 3.2.2 3<sup>rd</sup> Principal Stress

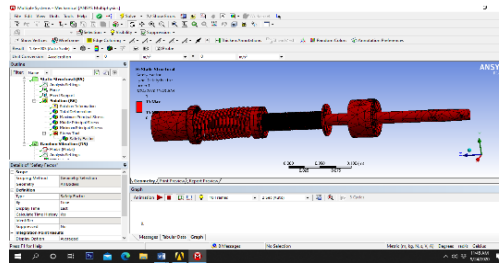


Gambar 3.6 3<sup>rd</sup> Principal Stress

Gambar 3.6 menunjukkan tampilan dari nilai 3<sup>rd</sup> *principal stress* yang disimulasikan dan mendapatkan tegangan maksimal sebesar 0.609 MPa.

### 3.3 Safety factor

Dengan mendapatkan nilai *safety factor* dari *linear* aktuator kita dapat mengetahui tingkat keamanan dari benda tersebut. *Safety factor* dinilai dari 0-15 dengan 0 nilai terendah dan 15 nilai tertinggi.



**Gambar 3.7 Safety Factor**

Gambar 3.7 menunjukkan nilai *safety factor* ini maksimal yaitu 15 dengan skala nilai 0 sampai 15 yang berarti aman.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

1. Perubahan suhu pada aktuator selama pemotongan meningkat secara *linear* yang dimana suhu tertinggi pada *shaft* berada di di koil (lokasi 2) dengan suhu sebesar 65,63°C dan pada *casing* berada di *casing* yang bersentuhan dengan rumah koil (lokasi 2) dengan suhu sebesar 63,04°C.
2. Nilai tegangan terbesar yang dihasilkan dari *1<sup>st</sup> principal stress* adalah 1.764 MPa, dan pada *3<sup>rd</sup> principal stress* nilai tegangan terbesar adalah 0.609 MPa sedangkan tegangan ijin nya 80 Mpa sehingga masih aman.
3. Nilai *safety factor* dari *Linear actuator* tetap berada pada nilai maksimum sehingga masih dalam keadaan aman.

### 4.2 Saran

Dalam suatu penelitian pasti mengalami kendala dalam pengerjaannya, Adapun saran untuk penelitian yaitu:

1. Dalam menggambar usahakan ukuran sedetail mungkin dengan benda.
2. Dalam melakukan simulasi usahakan agar *load* yang diinput dapat semaksimal mungkin agar hasil yang didapatkan lebih baik.
3. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hasil simulasi dan eksperimental berbeda, diantaranya ialah cuaca, maupun proses mate. Hal tersebut perlu diperhatikan dalam pengujian untuk mendapat hasil yang maksimal.

## REFERENSI

- [1] C.R. Nave, *Department of Physics and Astronomy, Georgia State University. How does an electric motor work? In: Hyperphysics, Electricity and Magnetism.* 2005
- [2] Incropera, F. P., and Dewitt. D. P. 1196. *Fundamentals of Heat and Mass Transfer.* Fourth Edition. John Wiley & Sons. New York.
- [3] Jatmiko, S., Saptadi 2011. *Analisa Kekuatan Deck Tongkang Muatan Tiang Pancang 750 DWT Dengan Software Berbasis Metode Elemen Hingga.* Fakultas Teknik Perkapalan, Universitas Diponegoro. Semarang.
- [3] Satria, Dhimas. 2014. *Dasar-Dasar Perancangan Mesin.* Terbita: Untirta Press.