

**THE FAILURE ANALYSIS AND REPARATION ON CRUDE PALM OIL WORM SCREW PRESS BY GEOMETRIC MODELLING SIMULATION (ANALISA KEGAGALAN DAN PERBAIKAN PADA WORM SCREW PRESS PENGOLAH MINYAK KELAPA SAWIT DENGAN METODE SIMULASI PEMODELAN GEOMETRIK)**

Shandi Prastyo<sup>1</sup>, Syawal<sup>1\*</sup>, Dody Yulianto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Riau

\*Corresponding author: syawal<sup>1</sup>@eng.uir.ac.id

**ABSTRACT**

*Worm screw press is one of the main components of the machine extraction of crude palm oil (CPO) who always wear out. The lifetime of the worm screw press in palm oil mills often do not correspond with the recommendations of the factory time of manufacture. The worm screw usage can interfere with the performance screw press machine and can reduce the capacity of the production. Thus it is necessary to do repairs on the worm screw press. Repair was carried out by welding the back (rebuild) the wear surface with a thickness of about 15 mm, so that worm screw press which had been repaired can survive for periods of about 300-400 hours of usage, Initial analyzes done by calculating the response work on the worm screw press as a result of the conical pressure. From the simulation software inventors found that the greatest wear was located at the end of the worm screw press was under pressure right from the cone. The obtained amount of wear prediction that occurred in one day amounted to 66.8904 mm<sup>3</sup>/day.*

*Keywords: Response, Software inventors, Tear, Wear and Worm screw press.*

**ABSTRAK**

*Worm screw press adalah salah satu komponen utama mesin pengestraksi minyak mentah kelapa sawit (Crude Palm Oil) yang selalu mengalami keausan. Masa pakai worm screw press di pabrik kelapa sawit sering tidak sesuai dengan rekomendasi waktu dari pabrik pembuatannya, keausan yang terjadi ini dapat mengganggu kinerja mesin screw press dan dapat menurunkan kapasitas hasil produksi. Maka perlu dilakukan perbaikan pada worm screw press. Perbaikan yang dilakukan adalah dengan mengelas kembali (rebuild) permukaan yang aus tersebut dengan ketebalan sekitar 15 mm. Sehingga Worm screw press yang telah diperbaiki ini dapat bertahan untuk jangka waktu sekitar 300-400 jam pemakaian. Analisa awal dilakukan dengan menghitung respon yang bekerja pada worm screw press akibat tekanan konus. Dari simulasi software inventor didapat bahwa keausan terbesar terletak pada bagian ujung worm screw press yang mendapat tekanan langsung dari konus. Didapat jumlah prediksi keausan yang terjadi dalam 1 hari sebesar 66,8904 mm<sup>3</sup>/hari.*

*Kata kunci : Keausan, Respon Software inventor dan Worm screw press.*

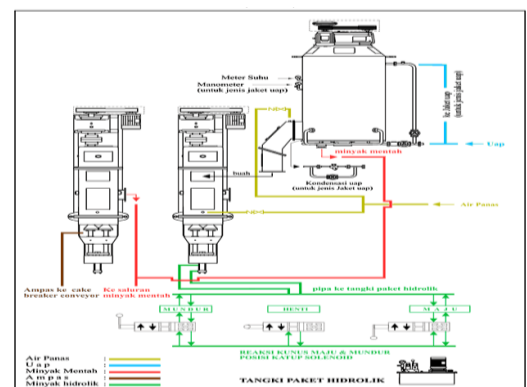
## PENDAHULUAN

*Worm Screw Press* adalah salah satu komponen utama pada mesin pengestraksi Minyak Mentah Kelapa Sawit (*Crude Palm Oil*). PKS pada umumnya mengolah bahan baku berupa Tandan Buah Segar (TBS) menjadi minyak kelapa sawit CPO (*Crude Palm Oil*) dan inti sawit (*Kernel*).

Dalam proses kerjanya permasalahan yang sering terjadi pada *screw press* ini biasanya berupa keausan pada permukaan *worm screw*, tekanan kempa yang semakin tinggi akan mengurangi umur pemakaian *screw press*. Dengan adanya masalah dan kerusakan ini maka dapat menyebabkan penurunan kapasitas hasil produksi sehingga menyebabkan kerugian pada perusahaan. Karena seringnya permasalahan yang terjadi pada *worm screw press*, dan membutuhkan biaya serta kerumitan dalam menganalisanya maka dari itu digunakan *software Inventor*. *Software Inventor* akan membantu kita dalam memvisualisasikan, mensimulasikan dan menganalisis suatu produk sebelum dibuat atau dengan kata lain purwarupa secara virtual. Dengan *Software Inventor* ini diharapkan dapat mempermudah dalam menganalisa dan mempercepat proses visualisasi alat sebelum dibuat secara nyata dibandingkan dengan membuat prototype-nya yang membutuhkan banyak waktu dan biaya.

Motor listrik sebagai sumber gerakan yang berfungsi untuk

menggerakkan mesin *double screw press*. *Screw press* dihidupkan melalui panel kendali sekaligus sistem hidroliknya, lalu dimasukkan air panas dengan suhu 90°C melalui pipa masuk (*pipe inlet*). Motor listrik hidup memutar *pulli* melalui poros motor dengan daya 30 HP. *Pulli* menggerakkan sabuk menghantarkan putaran ke *pulli* yang terpasang pada poros yang menghubungkan ke *gear reduser* dan *gear reduser* digerakkan poros utama yang dihubungkan dengan kopleng. Poros utama menggerakkan roda gigi perantara yang mengakibatkan kedua poros berulir akan bergerak berlawanan arah dengan putaran yang sama.



Gambar 1 Skema Kerja Mesin *Screw Press*

Pada bagian akhir ulir terdapat dua buah konus yang digerakkan dengan bantuan sistem hidrolik dengan gerakan maju mundur sesuai dengan tekanan yang dibutuhkan yang bertujuan untuk meningkatkan hasil pengepresan dan tekanannya sebesar 30-50 bar. Minyak yang dihasilkan oleh mesin *press* dialirkan ke *oil*

*vibrating scren* dan kemudian dialirkan ke *crude oil tank* untuk diproses lebih lanjut, sedangkan serabut dan biji buah sawit yang masih mengandung 4% minyak dialirkan ke *cake breaker conveyor* untuk proses selanjutnya. Motor listrik memutar poros *screw press* yang direduksi (dikurangkan) putarannya dari 1475 menjadi 12 rpm melalui *speed reduser*.

Kegagalan (*failure*) suatu komponen mesin dapat didefinisikan sebagai ketidakmampuan komponen mesin untuk melakukan fungsinya. Komponen mesin merupakan salah satu dari suatu system komponen. Komponen mesin yang membentuk sebuah mesin atau peralatan sehingga jika satu komponen mesin tersebut mengalami kegagalan, maka akan terjadi :

1. Mesin atau peralatan tersebut tidak dapat dioperasikan sama sekali.
2. Mesin atau peralatan dapat dioperasikan, tetapi tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya.
3. Mesin atau peralatan tidak aman bila dioperasikan.
4. Adapun jenis kegagalan yang terjadi pada *worm screw press* yaitu kerusakan pada permukaan *worm screw press* (aus).



Gambar 2 Kerusakan pada *worm screw press*.

**Autodesk Inventor Professional (AIP)** adalah salah satu perangkat lunak (*software*) jenis *Computer Aided Drawing (CAD)* yang lebih menekankan pada pemodelan solid. Perangkat lunak ini adalah salah satu produk dari Autodesk Inc. USA yang dahulu lebih dikenal karena produk AutoCAD. AIP lebih ditujukan untuk penggambaran teknik pemesinan (*Mechanical Engineering*) yang menyediakan secara lengkap fasilitas untuk memvisualisasikan model dalam 3D, gambar rakitan (*assembly*), gambar kerja (*drawing*), animasi dari benda yang akan dibuat secara digital. Dokumen digital ini akan membantu kita memvisualisasikan, mensimulasikan dan menganalisis suatu produk. Dengan *Software Inventor* ini diharapkan dapat mempermudah dalam menganalisa produk yang akan dianalisa.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Tegangan pada *screw press*

Ada dua tegangan yang terjadi pada *screw*, yaitu tegangan lentur dan

tegangan geser. Besarnya masing-masing tegangan akan diperoleh berdasarkan perhitungan berikut.

1. Luas penampang sebuah *screw*

$$A = \pi d b n$$

Dimana

$d$  = diameter

$b$  = lebar *screw*

$n$  = jumlah *screw* yang mengalami tekanan

dengan  $\tan \lambda = \frac{p}{\pi dm}$  →

$$\lambda = 16,56^\circ$$

$\lambda$  = sudut maju dari ulir

$p$  = jarak puncak

$dm$  = diameter rata-rata

2. Tekanan pada konus ( $P_k$ )

$P_k = 40 \text{ Bar}$  (diambil tekanan maksimal)

$$P_k = 40 \times 10^5 \text{ N/m}^2 = 4 \text{ Mpa}$$

3. Beban ( $W_k$ ) yang terjadi pada *screw*

$$W_k = P_k \times A$$

dimana :

$P_k$  = Tekanan pada konus

$A$  = luas penampang *screw* tegak lurus terhadap poros (tekanan hidrolis dibagi oleh 2 konus sehingga harga

$$P_k = 4 \times 10^6 / 2 = 2 \times 10^6$$

4. Torsi ( $T$ ) *screw press*

Dengan demikian harga torsi ( $T$ ) dapat diperoleh dengan  $F = W_k$ :

$$T = \frac{F \cdot d_m}{2} \left( \frac{p + \pi \cdot \mu \cdot d_m}{\pi \cdot d_m - \mu \cdot p} \right)$$

Dimana :

$T$  = Torsi yang bekerja pada *screw* (N.mm)

$F$  = Gaya aksial yang bekerja pada *screw* (N)

$\mu$  = Koefisien gesek *sliding* kering antara

material dengan *screw* koefisien gesekan antara Besi Tuang dengan kayu *Oak*

$p$  = *Pitch screw* (mm)

$d_m$  = Harga radius area rata-rata

$$d_m = \frac{d + d_r}{2}$$

5. Tegangan geser nominal ( $\tau$ ) dimana torsi bekerja pada dasar *screw*

$$\tau_{nom} = \frac{16TD}{\pi(D_r^4 - d_r^4)}$$

Dimana:

$\tau_{nom}$  = Tegangan geser nominal (N/mm<sup>2</sup>)

$T$  = Torsi

$D$  = Diameter poros (mm)

$d_r$  = Diameter dalam poros (mm)

6. Tegangan aksial ( $\sigma$ ) pada dasar *screw*

akibat beban  $F$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{4F}{\pi(D_r^2 - d_r^2)}$$

Dimana:

$\sigma$  = Tegangan (N/mm<sup>2</sup>)

$F$  = Gaya (N)

$A$  = Luas permukaan (mm<sup>2</sup>)

7. Tegangan lentur ( $\sigma_b$ )

$$\sigma_b = \frac{3Fh}{\pi \Delta D_r \cdot n \cdot b^2}$$

Dimana:

$\Delta D_r$  =  $D_r - d_r$

$F$  = Gaya (N)

h = tinggi screw  
 b = lebar *screw*  
 n = jumlah *screw* yang mengalami tekanan (1)

8. Tegangan geser ( $\tau$ ) yang bekerja pada dasar *screw*

$$\tau = \frac{3V}{2A} = \frac{3}{2} \frac{F}{2 \pi \Delta D \cdot b \cdot n}$$

$$= \frac{3F}{2(D_r - d_r) \cdot n \cdot b \pi}$$

Dimana:

F = Gaya (N)  
 D = Diameter poros (mm)  
 $d_r$  = Diameter dalam poros (mm)  
 b = lebar *screw*  
 n = jumlah *screw* yang mengalami tekanan

### Laju Volume Keausan pada *Worm Screw Press*.

Untuk memprediksi terjadinya aus pada permukaan *screw press* dapat digunakan persamaan hukum keausan *Archard*, yaitu:

$$V = K L \frac{W}{H}$$

Dimana :

V = Volume keausan ( $m^3$ )  
 L = Jarak lintas meluncur  
 W = Beban  
 K = Koefisien keausan  
 H = Kekerasan material

## ANALISA DAN PEMBAHASAN

### Perbaikan Pada Permukaan *Worm Screw Press*

Adapun perbaikan yang harus dilakukan adalah mengelas (menambah ketebalan/ *Rebuild*) yang dilakukan pada permukaan *worm screw press* yang mengalami keausan dengan menggunakan las listrik.

Perbaikan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3 Perbaikan Yang Dilakukan Dengan Cara Pengelasan. (sumber: PT.SSA)

Penambahan ketebalan *worm screw press* berkisar 15 mm. Setelah perbaikan penambahan ketebalan dengan pengelasan listrik ini *worm screw press* sudah dapat digunakan di stasiun pengepressan. *Worm screw press* yang telah mengalami perbaikan ini dapat bertahan untuk jangka waktu hampir setengah dari masa pakai *worm screw press* baru dari pabrikan pembuatan *screw press* atau sekitar 300-400 jam pemakaian. Hasil *worm screw press* setelah mengalami perbaikan penambahan.

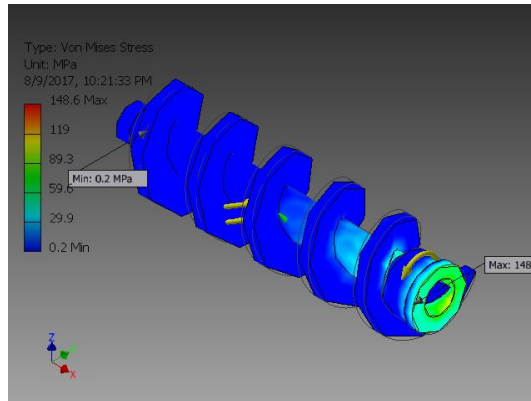
### Simulasi pada *worm screw press*

*Stress* adalah kumpulan gaya pada suatu permukaan benda, semakin sempit luasannya permukaan namun gaya tetap, maka tegangan semakin besar. Tegangan terbesar ditunjukkan dengan degradasi warna paling merah, terkecil adalah paling biru, tegangan sedang dengan warna kuning, hijau dan biru muda.

#### 1. *Von mises stress*

Tegangan yang ditampilkan adalah hasil perhitungan hubungan tegangan-regangan pada model benda, tegangan diperoleh dari deformasi yang dialami model,

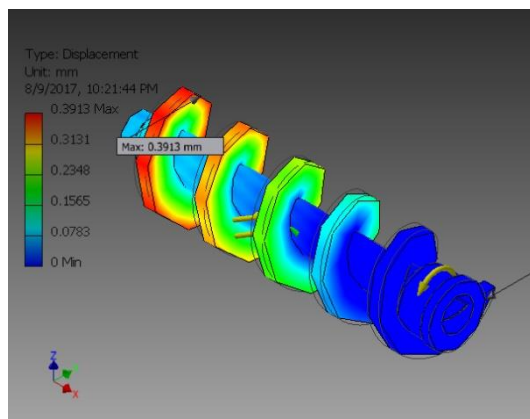
tegangan ekuvalen yang digunakan adalah *Von Mises Stress*.



Gambar 4 *Von Mises Stress*

## 2. Perubahan bentuk (*Displacement*)

Hasil simulasi menunjukkan bahwa total *displacement* maksimum terjadi pada bagian pertama ulir *worm screw* dan selanjutnya ulir ke dua dan ke tiga. Dapat dilihat dari degradasi warna yang terjadi, dimana aliran perubahan dimulai dari ulir *worm screw* yang beban langsung dari *hydraulic* dan berkontak langsung dengan buah sawit. Perubahan bentuk terkecil terjadi pada daerah ulir *worm screw* paling terakhir.



Gambar 5 *displacement worm screw*  
Tabel 1 Variasi Beban pada *Worm Screw*

Hasil Simulasi		Beban pada <i>Worm Screw Press</i>			
		25000 N	50100 N	75100 N	100100 N
<i>Von mises</i>	<i>Maximum</i>	107,5 MPa	110,5 MPa	148,6 MPa	201 MPa
	<i>Minimum</i>	0,3 MPa	0,3 MPa	0,2 MPa	0,2 MPa
<i>Displacement</i>	<i>Maximum</i>	0,4429 mm	0,4172 mm	0,3913 mm	0,3657 mm
	<i>Minimum</i>	0	0	0	0
<i>Principal stress</i>	<i>Maximum</i>	61,06 MPa	89,17 MPa	138,8 MPa	188,1 MPa
	<i>Minimum</i>	-15,47 MPa	-14,7 MPa	-13,9 MPa	-13,1 MPa
<i>Shear Stress</i>	<i>Maximum</i>	12,3 MPa	13,3 MPa	17,2 MPa	20,9 MPa
	<i>Minimum</i>	-97,96 MPa	-102,1 MPa	-132,6 MPa	-184,5 MPa
<i>Safety Factor</i>	<i>Maximum</i>	15	15	15	15
	<i>Minimum</i>	2,33	2,26	1,68	1,24

Dari tabel 1 terlihat hasil simulasi pada pembebanan 75100 N menunjukkan bahwa *total displacement* maksimum berada pada ulir bagian depan dari *worm screw*, yaitu sebesar 0,3913 mm, dan *total displacement* terkecil ada pada bagian ujung *worm screw* yaitu sebesar 0 mm. Tegangan salah satu *post-processor* adalah hasil perhitungan hubungan tegangan-regangan pada model benda, regangan diperoleh dari deformasi yang dialami model. Tegangan ekuvalen yang digunakan adalah *von-mises*. Besar tegangan maksimum yang terjadi sebesar 148,6 MPa dan tegangan minimum yang terjadi sebesar 0,2 MPa pada pembebanan 75100 N. Dari tabel 4.3 ini dapat dilihat bahwa semakin besar beban yang diterima *worm screw* maka semakin besar pula *displacement* dan tegangan yang terjadi. Pada tabel 4.3 juga menjelaskan bahwa semakin meningkatnya beban yang diterima maka akan menurunkan nilai *safety factor*.

Kegagalan (*failure*) produk tidak harus berupa musibah, atau melibatkan perpatahan, kebocoran, atau keausan berlebihan. Kegagalan tidak lain adalah titik dimana produk tidak lagi mampu memenuhi tujuan

pemakaiannya (Laurence H. Van Vlack, 1989).

### 1. Faktor Penyebab Kegagalan Worm Screw Press

Berdasarkan perhitungan pada *worm screw press* kegagalan terjadi karena adanya respon tahanan-tahanan, beban berlebih serta gesekan pada permukaan *worm screw* yang terjadi, sehingga berpengaruh terhadap laju keausan *worm screw press* tersebut. Pada kondisi lapangan keausan yang terjadi bukan hanya karena masalah diatas saja, namun keausan ini juga dapat terjadi karena faktor kebersihan dan *maintenance* pabrik yang kurang baik, serta adanya benda asing seperti patahan pisau *digester* dan material lain selain buah sawit yang ikut masuk ke dalam proses kerja mesin *screw press*.

### 2. Daerah Keausan pada Worm Screw Press

Dari hasil simulasi pada gambar 5 dapat dilihat daerah *worm screw* yang mengalami *displacement* yaitu ulir bagian depan dan selanjutnya ulir kedua dan ketiga dengan degradasi warna merah, oranye dan kuning. Tampilan pada gambar 4.7 sesuai dengan keadaan yang terjadi pada *worm screw* di lapangan. Dari tabel 4.3 juga dapat dilihat bahwa semakin besar beban yang diberikan pada *worm screw* maka semakin besar pula *displacement* dan tegangan yang terjadi.

### 3. Langkah Perbaikan pada Worm Screw Press

Keausan pada permukaan *worm screw* ini dapat berpengaruh pada menurunnya hasil produksi pabrik karena kapasitas produksi tidak dapat

tercapai (*loosis*). dengan demikian perlu adanya perbaikan yang dilakukan pada permukaan *worm screw* yaitu dengan cara pengelasan pada permukaan yang mengalami keausan, ketebalan lasan ini sekitar 15 mm dengan menggunakan las listrik.

## KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisa yang penulis lakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Didapatkan respon yang terjadi pada *worm screw press*, yaitu tegangan geser 30,61 MPa. Tegangan aksial sebesar 10,7 MPa. Tegangan lentur 61,55 MPa. Tahanan geser pada dasar *screw* 14,38 MPa. Semua respon tersebut berpengaruh terhadap ketahanan *worm screw press*.
2. Laju keausan pada permukaan *worm screw press* sebesar 66,8904 mm<sup>3</sup>/hari.
3. Total *displacement* maksimum terjadi pada bagian pertama ulir *worm screw* dan selanjutnya ulir ke dua dan ke tiga.
4. Penambahan ketebalan *worm screw press* menggunakan las listrik, ketebalan berkisar 15 mm pada permukaan *worm screw press* yang mengalami keausan.
5. *Worm screw press* yang telah mengalami perbaikan dapat bertahan 300-400 jam pemakaian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Setyono., 2015.  
 “Perancangan Dan Analisa Chassis Mobil

- Listrik “Semut Abang” Menggunakan Software Autodesk Inventor Pro 2013”.
- Edo Bramantyo., 2012. “*Finite Elemen Method (FEM)*”.<http://www.repasrepost.com/2012/04/finite-element-method-fem.html>
- Geovani, Orlando., 2012. ”Mesin *Screw press* pada pabrik kelapa sawit”.<http://geovaniorlando.blogspot.co.id/2012/12/mesin-screw-press-pada-pabrik-kelapa.html>
- Joseph E, Shigley dan Larry D, Mitchell ., 1983. “Perencanaan Teknik Mesin”, Edisi ke empat, Diterjemahkan oleh Gandhi Harahap. Jakarta : Erlangga
- Laurence H. Van Vlack., 1989. “Elemen- Elemen Ilmu Dan Rekayasa Material”, Edisi keenam. Diterjemahkan oleh Ir. Sriati Djaprie, M.Met. Fakultas Teknik Indonesia.
- Mustazama., 2010. “Sifat- Sifat Mekanika Bahan”.<http://mustamaza.wordpress.com/2010/04/15/sifat-sifat-mekanika-bahan/amp>
- Palm Oil., 2012. “Cara kerja screw press”.[http://intisawit.blogspot.com.2012/08/cara-kerja-screw-press\\_3.html](http://intisawit.blogspot.com.2012/08/cara-kerja-screw-press_3.html)
- Rachmad Syafikri., 2012. “Mengenal *autodesk inventor*”.<http://vikryuniv.ersity.blogspot.co.id/2012/10/mengenal-autodesk-inventor.html>
- Tekad Sitepu., 2010. “Analisa Umur Pemakaian Screw Press Pada Mesin Pengekstraksi Minyak Mentah Kelapa Sawit” Jurnal Dinamis Vol. I, No. 7, Juni 2010.
- Teknik Mesin., 2016. “Skema nyala las busur”.<http://teknikmesin.org/skema-nyala-las-busur/>
- Ucok Damanik., 2012. “Mesin Pengempa”.<http://surgapetani.blogspot.co.id/2012/11/screw-press-mesin-pengempa.html>