JTT JURNAL TEKNOLOGI TERAPAN
POLITEKNIK NEGERI INDRAMAYU

DOI 10.31884/jtt.v11i1.665
p-ISSN 2477-3506
e-ISSN 2549-1938

Volume 11, Nomor 1, Maret 2025

ANALISIS KEGAGALAN POROS ROLL PADA MESIN PELET KAYU DENGAN METODE REDESIGN IMRC

Riky Adhiharto[1]*, Meri Rahmi[1], Adies Rahman Hakim[1], M. Wildan A. Rafiq[1]

[1]Politeknik Manufaktur Bandung, Bandung, Indonesia, 40135
*Correspondence: riky@de.polman-bandung.ac.id

Abstrak

Mesin pelet kayu merupakan salah satu *Special Purpose Machine* (SPM) yang memiliki elemen penting sebagai penggerak. Salah satu elemen mesin yang rusak adalah patahnya poros *roll* karena pemakaian dalam jangka waktu lama. Poros *roll* berfungsi menahan *roll* sehingga tidak berputar saat proses *pelletizing* kayu. Analisis kegagalan dilakukan pada poros *roll*, diawali dengan perancangan ulang (*redesign*) menggunakan metode IMRC. Tahapan metode ini adalah, tahapan *incremental* (bertahap), *elemental* (dasar) dan *radical* (radikal). Strategi perancangan ulang (*redesign*) yang dipilih yaitu perancangan ulang *incremental*. Perancangan ulang ini merubah *core component* tetapi tidak mengubah mekanisme ataupun fungsi. Hasil yang didapatkan setelah dilakukan perancangan ulang, didapatkan perubahan dimensi pada poros *roll* agar tidak patahan dengan nilai diatas nilai control yang diizinkan. Diameter poros terbesar menjadi 70 mm, diameter pada bagian kritis menjadi 60 mm dan panjang konstruksi *spline* menjadi 50 mm. Dengan perubahan diameter ini didapatkan *safety factor* untuk poros setelah dilakukan rancang ulang dengan nilai 6.83, dan masuk kategori aman.

Kata Kunci: Analisis kegagalan; Poros Roll; Mesin Pelet Kayu; Redesign; Metode IMRC

Abstract

The wood pellet machine is one of the Special Purpose Machines (SPM) that has an important element as a driver. One of the damaged machine elements is the broken roll shaft due to long-term use. The roll shaft functions to hold the roll so that it does not rotate during the wood pelletizing process. Failure analysis was carried out on the roll shaft, starting with a redesign using the IMRC method. The stages of this method are incremental, elemental, and radical stages. The redesign strategy chosen was an incremental redesign. This redesign changes the core component but does not change the mechanism or function. The results obtained after the redesign, obtained changes in the dimensions of the roll shaft so that it does not break with a value above the permitted control value. The largest shaft diameter becomes 70 mm, the diameter at the critical part becomes 60 mm and the length of the spline construction becomes 50 mm. With this change in diameter, a safety factor for the shaft was obtained after the redesign with a value of 6.83 and is categorized as safe.

Keywords: *Failure analysis; Roll Shaft; Wood pellet machine; Redesign; IMRC method*

Received: 28 June 2024
Revised: 04 March 2025
Accepted: 04 March 2025
Published: 26 March 2025

DOI: //doi.org/10.31884/jtt.v11i1.665

Copyright: © 2025 by JTT

1. PENDAHULUAN

Menurut Bakic., dkk (2007), poros merupakan suatu elemen mesin yang memiliki penampang berbentuk lingkaran yang bergerak dengan cara berputar sehingga berfungsi meneruskan daya dari satu tempat ke tempat lainnya. Berbagai mesin produksi seringkali menggunakan poros baik secara kontinu ataupun tidak. Mesin produksi yang menggunakan jenis poros kontinu, maka poros harus mampu dioperasi secara terus menerus. Dengan kondisi yang seperti ini, umur poros dipengaruhi oleh empat faktor yaitu proses desain, proses pembuatan, proses perakitan dan penggunaan poros. Untuk setiap faktor utama memiliki faktor-faktor lebih spesifik, diantara pemilihan material, kondisi lingkungan, shaft balancing, beban kerja, suhu, getaran, dan lain-lain

Kerusakan pada poros bisa disebabkan oleh kerusakan elemen mesin lain yang berkaitan dengan fungsinya, sehingga poros tidak dapat beroperasi dengan baik. Kesalahan pada salah satu faktor tersebut dapat mengakibatkan kerusakan yang lebih awal, tanpa harus mengalami patah, seperti misalnya defleksi, keausan, atau korosi (S. P. Raut dan L. P. Raut, 2014). Jika kerusakan awal tersebut tidak segera ditangani, hal ini dapat mengakibatkan poros patah lebih awal dari yang direncanakan. Patahnya poros secara mendadak akan mengganggu proses produksi dan menimbulkan kerugian, terutama bagi lini produksi yang berjalan secara terus-menerus.

Berbagai analisis telah dilakukan untuk memahami penyebab kegagalan poros. Sunandrio dan Sutarjo (2014), telah menganalisis patahan pada poros pompa *submersible* yang menyatakan bahwa patahan disebabkan oleh gesekan antara permukaan poros dan bantalan, yang menghasilkan panas. Hal ini menyebabkan poros dan bantalan saling menempel, mengakibatkan deformasi dan berhenti mendadak. Akibatnya berujung pada patahan di daerah dengan perbedaan diameter dan konsentrasi tegangan tinggi.

Kegagalan juga terjadi pada poros roda belakang kendaraan. Menggunakan metode pengamatan visual, didapatakan hasil bahwa permukaan patahan pada poros disebabkan terjadinya deformasi plastis atau masuk kategori dini. Struktur material ini bisa membuat ketahanan terhadap benturan menjadi lebih rendah, terutama di daerah dengan konsentrasi tegangan tinggi. Hal ini menyebabkan saat benturan terjadi, kekuatan komponen poros roda belakang menjadi lebih rendah dibandingkan desain normal (Syahril, 2013).

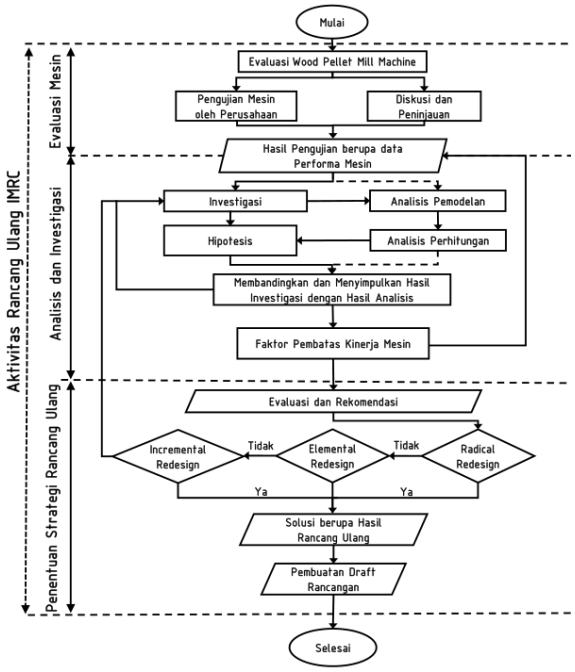
Penelitian Satiti., dkk (2023), menganalisis patahnya poros *track roller bearing* dengan penyebab kegagalan karena faktor pemilihan material dan perlakuan panas yang dilakukan tidak sesuai untuk aplikasi poros track roller bearing pada mesin pembelah bambu. Komponen poros pada pompa industri juga mengalami kegagalan setelah dianalisis, dikarenakan poros mangalami kelelahan karena fluktuasi beban yang berulang-ulang yang ditandai dengan adanya crack , pertumbuhan retak dan lain-lain (Nugroho dan Iswanto, 2021).

Salah satu poros roll yang merupakan dari mesin pelet kayu juga mengalami kegagalan berupa poros *roll* yang patah setelah pemakaian selama kurang lebih seminggu (8 jam sehari, 5 hari kerja). Poros *roll* patah tepat pada bagian dengan perbedaan diameter. Patahnya poros *roll* ini menyebabkan proses pembuatan pelet dari kayu kina (*pelletizing*), berhenti beroperasi sehingga menghambat proses produksi.

Berdasarkan permasalahan diatas maka penelitian ini bertujuan untuk melakukan perancangan ulang (*redesign*) setelah adanya analisis untuk kegagalan pada poros *roll* mesin pelet kayu.

2. METODE

Metode penelitian ini mengacu pada kegiatan perancangan ulang setelah dilakukan tahapan analisis permasalahan yang mengakibatkan poros roll patah pada saat proses *pelletizing*. Metode penelitian ditunjukkan melalui diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 1. Digarma alir ini mengacu kepada metode rancang ulang yang dikembangkan oleh IMRC (*Innovative Manufacturing Research Centres*) dari Departemen Teknik Mesin, Universitas Bath yang telah disesuaikan dengan tujuan penelitian ini.



Gambar 1. Metode Rancang Ulang IMRC.

Metode rancang ulang IMRC ini terbagi kedalam tiga tahapan besar yaitu evaluasi mesin, analisis dan inverstigasi, dan penentuan strategi rancang ulang.

a. Evaluasi Mesin

Pada tahapan ini dilakukan evaluasi terhadap mesin yang memiliki kendala. Pengujian dilakukan untuk mengetahui keadaan mesin yang telah dibuat. Hasil dari pengujian didiskusikan dan hasil keluarannya berupa spesifikasi (kemampuan) mesin yang sekarang.

Mesin pelet kayu ini merupakan mesin pembentuk serbuk dari material kayu. Bahan baku yang diproses adalah serbuk gergaji kayu kina dengan kehalusan 60 dan 80 *mesh*, kemudian diolah pada suhu 180° C. Bentuk mesin pelet kayu akan dianalisis dapat dilihat pada Gambar 2. Sedangkan hasil terhadap evaluasi mesin tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Gambar 2. Mesin pelet kayu.

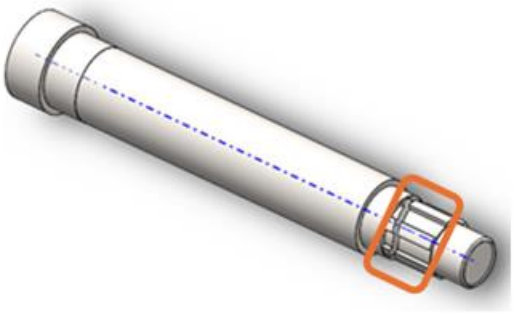
Tabel 1. Spesikasi Mesin Press di PT JMK.

No	Komponen	Spesifikasi	Satuan
1	Actuator (Motor Listrik)	37	kW
2	Rpm Motor	1450	rpm
3	Kapasitas	700	Kg/jam
4	Pulley V Majemuk		
	Diameter Tusuk penggerak:	100	mm
	Jumlah Alur (z):	4	alur
	Rasio	1:2	
5	Feeding Screw (Screw Conveyor)		
	Diameter Pipa	8	inch
6	Roda Gigi Payung Helix (Gardan Mobil Fuso)		
	Rasio	1:5	
	Σ	90	derajat
	Material	VCN	
	Jumlah Gigi RG Penggerak	8	
7	Poros RG Penggerak		
	Diameter	65	mm
	Material	VCN	
8	Poros RG Pengikut		
	Diameter	110	mm
	Material	VCN	
9	*Dies Press*		
	Diameter Dies	460	mm
	Tebal	50	mm
	Diameter Lubang	8	mm
	Jumlah Lubang	630	lubang
	Material	VCN	
10	*Roll Press*		
	Diameter *Roll*	160	mm
	Diameter dalam	100	mm
	Jumlah Alur	20	alur
	Material	VCN	

Hasil didapatkan bahwa pada mesin pelet kayu telah terjadi kegagalan yaitu patahnya poros utama atau poros *roll* ketika proses *pelletizing*. Kegagalan yang terjadi pada saat mesin telah berjalan 1 minggu sejak pemakaian awal dengan jam kerja 8 jam selama 5 hari seminggu.

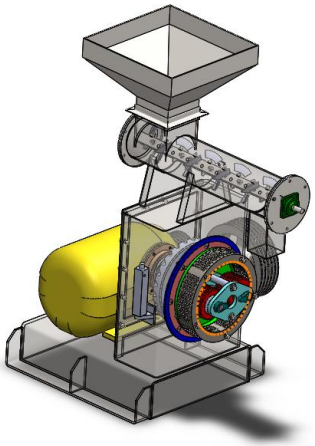
b. Analisis dan Investigasi

Pada tahapan analisis dan investigasi berfokus pada pemecahan masalah. Langkah awal yaitu mempelajari desain mesin yang sudah ada dan menghitung hasil desain tersebut. Setelah itu, diperbandingkan antara hasil hitungan dengan hasil pengujian. Keluaran dari tahap ini merupakan daftar tuntutan baru. Lokasi *crack* atau patahan poros dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Ilustrasi Lokasi patah (*Crack*) Poros.

Berdasarkan proses analisis pemodelan dengan diagram FMS didapat bahwa sumber kegagalan poros kemungkinan terdapat pada konstruksi *dies* dan *roll*. Maka dari itu, dilakukan analisis perhitungan untuk memastikan kemungkinan tersebut. Sedangkan analisis dilakukan pada model 3D menggunakan *software Solidworks* 2024 yang dapat dilihat pada Gambar 4.

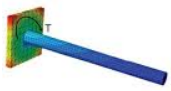
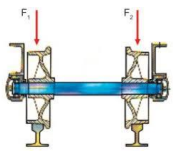
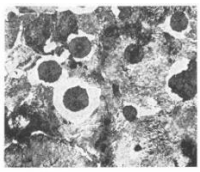


Gambar 4. Model 3D Mesin Pelet Kayu.

Berdasarkan konstruksi perhitungan yang dilakukan yaitu: analisis gaya pembentukan, pembebanan pada *roll*, pembebanan pada poros, kontrol diameter poros, perhitungan *safety factor statis*, perhitungan *safety factor dinamis*, tegangan alternating, defleksi poros akibat beban bengkok, perhitungan putaran kritis akibat bengkok, sudut defleksi akibat puntir, putaran kritis akibat puntir, kontrol tekanan permukaan pada konstruksi *spline*, perhitungan teori kegagalan (Tressca Theory). Selanjutnya dilakukan hipotesis terhadap hasil analisis dan investigasi untuk

melihat dari kendala dari poros *roll* utama yang mengalami kegagalan berupa patah. Kemungkinan terjadinya kegagalan rancangan akibat beban yang diterima oleh poros tersebut. Beberapa kemungkinan dapat terjadi pada kondisi poros utama. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Hipotesis Kondisi Poros Roll.

Kemungkinan yang Terjadi	Kondisi Hipotesis
Kemungkinan Pertama, konstruksi *roll* yang tidak sesuai. Meskipun terdapat gaya pembentukan dari konstruksi *roll* yang mempunyai parameter nip angle namun konstruksi dari *roll* sudah *fix* dan beban akan mengalir kepada poros utama maka pembebanan akan terjadi pada poros.	Konstruksi *Roll*
Kemungkinan Kedua, konstruksi transmisi yang tidak sesuai dari design awal dengan realisasi di lapangan tidak sesuai maka perlu dikaji dan dihitung ulang.	Elemen Transmisi
Kemungkinan Ketiga, konstruksi dan dimensi poros yang tidak sesuai dengan kekuatan dan beban yang ditopang oleh poros terebut sehingga mengakibatkan *failure* akibat fenomena yang terjadi pada poros dan *dies*.	Kegagalan pada poros
Kemungkinan Keempat, beban yang dihasilkan oleh serbuk material akibat gaya pembentukan terlalu besar dan akan berakibat pada terpuntirnya poros yang akan mengakibatkan Lelah (*fatigue*) dan dari analisa kasus dengan patahnya poros yang sudah berjalan 1 minggu maka ini kemungkinan paling tinggi. Fenomena dari serbuk kayu harus di cari dan di formulasikan dengan beban dari motor untuk m enjadi gaya pembentukan. Maka harus di cari referensi dan diteliti juga dihitung ulang.	 Beban pada Konstruksi 
Kemungkinan Kelima, material dari poros yang tidak sesuai. Material dari poros tersebut adalah VCN dan merupakan material yang sudah cukup kuat namun dalam studi kasus tugas akhir ini penulis tidak	

Kemungkinan yang Terjadi	Kondisi Hipotesis
membahas tentang material dan menjadi batasan masalah.	Struktur mikro Material

Setelah melakukan peninjauan ulang terhadap rancangan pada konstruksi poros maka dapat dilihat perbandingan terhadap kegiatan dan perhitungan yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Studi Perbandingan.

Variabel Kontrol	Nilai Kontrol (Izin)	Nilai Perhitungan Manual (Terjadi)	Satuan	Status Kontrol
Kontrol Diameter Minimum Poros	34.77	42	mm	Aman
Perhitungan *Safety Factor* Statis	1.5	1.94		Aman
Perhitungan *Safety Factor* Dinamis	1.5	0.35		Tidak Aman
Defleksi Poros akibat Beban Bengkok	0.03	0.01	mm	Aman
Putaran Kritis akibat Momen Bengkok	3200	12104.44	min^{-1}	Aman
Defleksi Poros akibat Beban Puntir	0.5	1.99	Degree (°)	Tidak Aman
Putaran Kritis akibat Beban Puntir	3200	26474355	min^{-1}	Aman
Tekanan Permukaan pada Konstruksi *Spline*	266.67	466.40	N/mm^2	Tidak Aman

Proses *pelletizing* di mesin pelet kayu ini, khusus pada konstruksi *roll* dan *dies* terjadi beban pada *roller* yang di akibatkan oleh Gaya Radial (Fr), Gaya Tangensial (Ft), dan Gaya Friksi/Gesek (*Friction*). *Roll* mengakibatkan poros *roll* yang diam pun akan terkena beban. Berdasarkan data perhitungan dapat disimpulkan bahwa poros tersebut patah atau gagal karena, antara lain:

1. *Safety Factor* dinamis < *Safety Factor* dinamis izin, karena konstruksi yang dirancang tidak dapat menahan beban puntir yang sangat besar.
2. Sudut defleksi puntir > Sudut defleksi puntir izin, karena torsi yang dihasilkan oleh pergesekan material dan dies juga *roll* sangat besar sehingga membuat poros terpuntir dan patah.
3. Tekanan permukaan *spline* > tekanan permukaan *spline* izin, karena beban puntir yang sangat besar tidak diimbangi dengan diameter spline yang memadai, maka terdapat tekanan yang akan mengakibatkan kegagalan.

4. Pembebanan yang berulang akibat beban yang berlebih juga akan mengakibatkan *fatigue* dan membuat gagal konstruksi.

c. Penentuan strategi rancang ulang

Pada tahapan penentuan strategi rancang ulang, dipilih strategi yang sesuai dengan desain ulang yang akan dibuat. Terdapat tiga tingkatan yaitu *incremental redesign*, elemental *redesign*, dan *radical redesign*. Pada penelitian ini hanya melakukan pada tingkatan *incremental redesign*. Dimana *incremental redesign* adalah pembelajaran rancang ulang yang berkonsentrasi pada pencarian peningkatan performa/kinerja terhadap desain sebuah benda. Pada dasarnya ini melibatkan spesifikasi ulang dari komponen inti.

Perancangan ulang mesin press *pellet mill* berfokus pada permasalahan kegagalan pada bagian poros *roller fix*. Ada beberapa hal yang dilakukan dalam proses *incremental design* yaitu:

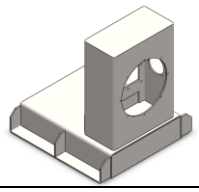
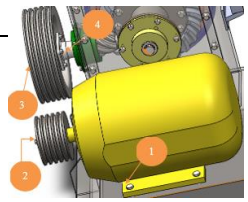
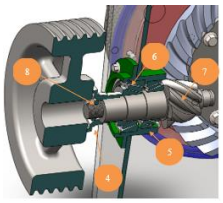
1. Pergantian poros karena gagal
2. Transmisi puli
3. Motor penggerak diganti

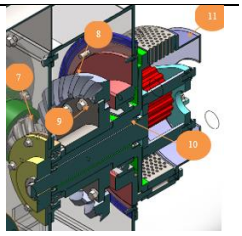
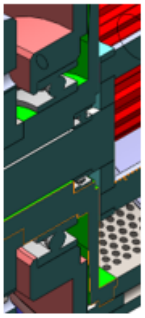
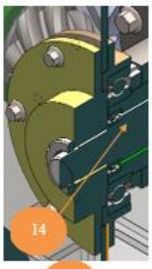
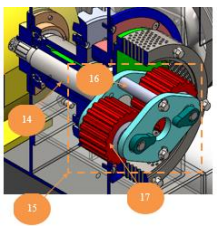
Hasil akhir dari incremental design berupa draft dan gambar kerja poros.

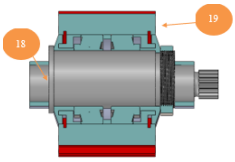
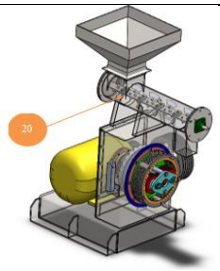
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan proses analisis pemodelan dengan diagram FMS (Fungsi, Mekanisme dan Struktur) dapat dilihat pada Tabel 4 didapat bahwa sumber kegagalan poros kemungkinan terdapat pada konstruksi *dies* dan *roll* yang duduk pada poros *roll*. Untuk memastikan hasil analisis ini, maka dilakukan analisis perhitungan.

Tabel 4. Digram FMS.

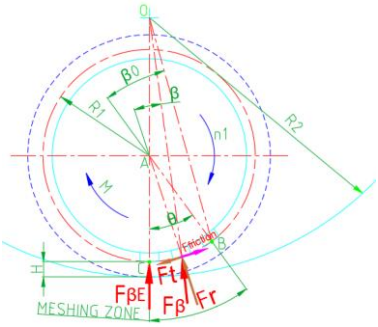
Fungsi	Mekanisme	Struktur
Body utama, Penahan beban Rangka tempat duduknya motor juga housing housing bearing yang menerima beban	Plat tebal 20 mm di bending dan di las menjadi rangka dengan konstruksi seperti di samping	
Penggerak, motor listrik yang memiliki daya 37 kW	Motor (1) diikat dengan baut pada *body* utama	
Pasangan puli dan sabuk V majemuk rasio 1: 2, penerus putaran	Puli 1 (2) merupakan puli penggerak di ikat pada motor dengan plat dan baut untuk pengencangannya, sedangkan Puli 2 (3) yang merupakan puli pengikut diikat pada bushing adaptor (4)	
Housing Bearing 1 Assy, Dudukan Bantalan Poros 1	*Housing Bearing* (5) ini akan diikat kepada *body* menggunakan baut dan di dalam housing bearing ini akan dimasukkan 2 taper roller bearing (6) akan menumpu poros terpadu Roda Gigi Payung *Helix* (7). Bushing Adaptor (4) akan berpasangan pada Poros dengan	

Fungsi	Mekanisme	Struktur
	Hub. Spline dan dikunci oleh Round Nut (8)	
Pasangan Roda Gigi Payung *Helix* Rasio 1 : 5, Penerus Putaran	Dari Poros Roda Gigi Terpadu penggerak (7) akan meneruskan putaran ke roda gigi payung *helix* pengikut (8). RG pengikut akan diikat pada *housing gear* (9) dengan baut maka *housing gear* akan ikut berputar.	
Shaft Dies Assy, Komponen Utama	Lalu *Housing Gear* yang terikat pada *shaft dies* (10) menggunakan Pasak Sejajar juga akan ikut berputar. *shaft dies* ini akan berhubungan langsung dengan *dies* (11) yang diikat oleh baut dan akan ikut berputar.	
Housing Bearing Dies 2 *Assy*, Dudukan Bantalan Poros	*Housing Bearing pada Dies Assy* ini dibagi menjadi 2 tumpuan yaitu *Housing Bearing Body* depan (12) dan *housing bearing body* belakang (13). Dan keduanya diikat menggunakan Baut ke *Body. 0* di *Housing* Belakang diikat juga pada *bushing gear* belakang yang memiliki konstruksi *Spline* yang akan menghentikan putaran pada poros *roller shaft fix* (14) akibat gaya pembentukan proses	 
Shaft Fix Assy, terdapat komponen utama penelitian. komponen fix yang tidak berputar untuk menimbulkan gaya pembentukan	Dalam Konstruksi *shaft fix assy* ini, terdapat Komponen Utama yaitu *roller shaft fix* (14) yang berada dalam Komponen shaft *dies* dan tidak ikut berputar karena dalam konstruksi shaft dies terdapat bantalan yang membuat. Shaft ini memiliki bagian ujung silindrical yang di las pada *hanger roller assy* (15) dalam *hanger roller assy* yang di arah kan oleh 2 poros pengarah	

Fungsi	Mekanisme	Struktur
	(16) Terdapat dua buah *roller assy* (17)	
Roller Assy, *Roller* sebagai Komponen Pengepress continues material yang terus mengisi lubang pada *dies*	Konstruksi Roller yang memiliki Alur untuk mengepress serbuk material, sedangkan fungsi poros eksentrik untuk mengatur jarak *clearance* terhadap dies. *Poros roll* (18) diam sedangkan *roller press* (19) dapat bergerak bebas	
Dies, Fungsi Pencetak	Dies (20) Memiliki bentukan hollow yang akan terus berputar dan di supply aliran material pada seluruh permukaan bagian dalam. Serbuk kayu ini akan sedikit demi sedikit masuk ke setiap lubang dies dan di press oleh roller pada setiap putarannya dan akan keluar berupa pellet dengan dimensi lubang sesuai dies dan panjang sesuai lebar pellet. Dies dipasang pada *shaft dies* dengan baut	
Screw Feeding, Komponen Penyuplai material secara continues	*Screw Conveyor Feeding* (21) ini memiliki *hopper* tempat material serbuk kayu masuk. Dan akan mengalirkan material yang dapat pula di campur oleh binder didalamnya. Screw ini akan diikat pada body *pellet mill* dengan cara di baut. *screw conveyor* ini tidak menjadi fokus teliti dan dapat dibeli standar di pasaran	

Hasil Analisis Pembentukan

Pada proses pembentukan pelet *(pelletizing)*, material yang masuk akan mengisi *dies* bagian dalam yang memiliki putaran (n). Dan material yang masuk akan ikut berputar akibat putaran dies. Material yang ikut berputar akan memasuki proses press saat bersentuhan dengan *roller*. *Roller* yang berputar pada sumbunya akan mendorong material masuk menuju lubang-lubang pada *dies*. Proses tersebut akan menghasilkan beban pada *roller* Gaya Radial (Fr), Gaya Tangensial (Ft), dan Gaya Friksi/Gesek.



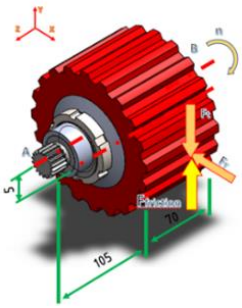
Gambar 5. Gaya yang Terjadi pada Proses Pembentukan.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Gaya Pembentukan Pelet.

Pembebanan	Simbol	Rumus	Hasil	Satuan
Gaya radial maksimum	FβE	$F_{\beta E} = P_0 \frac{\pi D^2}{4}$	1802.86	N
Sudut maksimum	β_0	$\beta_0 = \cos^{-1} \frac{R_2^2 + (R_1 + H)^2 - OA^2}{2R_2(R_1 + H)}$	15.76	°
Gaya pada sudut β	Fβ	$F_\beta = F_{\beta E} - \frac{F_{\beta E}}{\beta_0}\beta$	-253.11	N
Gaya tangensial roll	Ft	$F_t = \sin\beta F_\beta$	489.70	N
Gaya radial roll	Fr	$F_a = \cos\beta F_\beta$	1735.07	N
Torsi akibat gaya tangensial	T	$T = \sum_{\beta=\beta_0}^{0} F_t \cdot (R_1 + H) = (R_1 + H)\sum_{\beta=\beta_0}^{0} \sin\beta\left(F_{\beta E} - \frac{F_{\beta E}}{\beta_0}\beta\right) = (R_1 + H)F_{\beta E}\left(\frac{\sin\beta_0}{\beta_0} - 1\right)$	-1.95	N.m
Gaya radial resultan	Ra	$R_a = \sum_{\beta=\beta_0}^{0} F_a = \sum_{\beta=\beta_0}^{0} \cos\beta F_\beta = F_{\beta E}\left(\frac{\cos\beta_0 - 1}{\beta_0}\right)$	-246.41	N
Sudut proses meshing	Θ	$\theta = \cos^{-1} \frac{OA^2 + (R_1 + H)^2 - R_2^2}{2OA \cdot (R_1 + H)}$	36.84	°
Faktor sudut meshing	ω	$\omega = \frac{\theta}{2\pi / N_1}$	2.05	
Torsi total	T_{total}	$T^{total} = \omega Ts$	-3.99	N.m
Gaya radial total	R_{total}	$R_a^{Total} = \omega R_a$	-504.37	N
Gaya gesek material	F_f	$P_r = \varepsilon P$, $dF_f = fP_r ds = 2\pi Df\varepsilon P dx$, $F_f = \int_0^H dF_f = 2\pi f\varepsilon D\int_0^H P dx = \pi Df\varepsilon P_0 H$	3785.97	N
Gaya gesek material total	F_{total}	$F_f^{total} = \omega F_f = \omega\pi Df\varepsilon P_0 H$	7749.50	N

Hasil Pembebanan pada *Roll*

Beban material pada *roller* akan mengalir menuju beban pada poros yang diteliti. Beban pada *roller* yang dicari yaitu beban pada tumpuan B yang akan dipasangkan pada pelat penyambung yang berfungsi menyambungkan dua roller pada poros *fix* yang dapat dilihat pada Gambar 6.



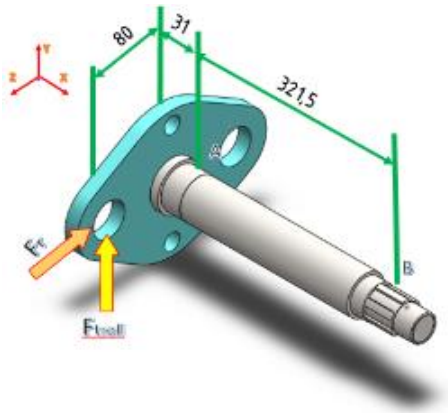
Gambar 6. Diagram Bebas Benda pada *Roll.*

Tabel 6. Hasil Perhitungan Gaya pada Tumpuan B.

Parameter	Rumus	Hasil	Satuan
Gaya Tumpuan B pada bidang X-Z(F_{Brollx})	$\Sigma M_{Ax} := 0$ $Fr_{roll} \cdot 105\ mm - F_{Brollx} \cdot (105+70)\ mm = 0$ $F_{Brollx} := \frac{Fr_{roll} \cdot 105\ mm}{(105+70)\ mm} =$	1041.04	Newton (N)
Gaya Tumpuan B pada bidang Y-Z(F_{Brolly})	$\Sigma M_{Ay} := 0$ $F_{ftotal} \cdot 105\ mm - Ft_{roll} \cdot 105\ mm - F_{Brolly} \cdot (105+70)\ mm = 0$ $F_{Brolly} := \frac{(F_{ftotal} \cdot 105\ mm - Ft_{roll} \cdot 105\ mm)}{(105+70)\ mm} =$	4355.87	Newton (N)

Hasil Pembebanan pada Roll

Hasil beban tumpuan yang terjadi pada *roll*, yang didapatkan akibat sambungan dengan sistem las, maka didapatkan beban tumpuan yang terjadi pada poros *roll*. Bentuk Diagram Benda Bebas (DBB) dapat dilihat pada Gambar 7. Sedangkan hasil perhitungan gaya tumpuan pada poros dapat dilihat pada Tabel 7.



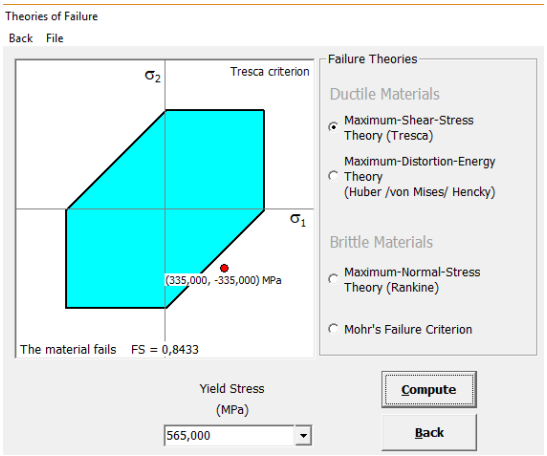
Gambar 7. Diagram Bebas Benda pada Poros.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Gaya pada Poros.

Parameter	Rumus	Hasil	Satuan
Gaya Tumpuan B pada bidang X-Z(F_{Brollx})	$\Sigma M_{Ax} := 0$ $F_{Brollx} \cdot 31\ mm - F_B \cdot 321.5\ mm = 0$ $F_{Bx} := \frac{F_{Brollx} \cdot 31\ mm}{321.5\ mm} =$	100.38	Newton (N)
Gaya Tumpuan B pada bidang X-Y(F_{Brolly})	$\Sigma M_{Ay} := 0$ $F_{Brolly} \cdot 31\ mm - F_{By} \cdot 321.5\ mm = 0$ $F_{By} := \frac{F_{Brolly} \cdot 31\ mm}{321.5\ mm} =$	420.01	Newton (N)

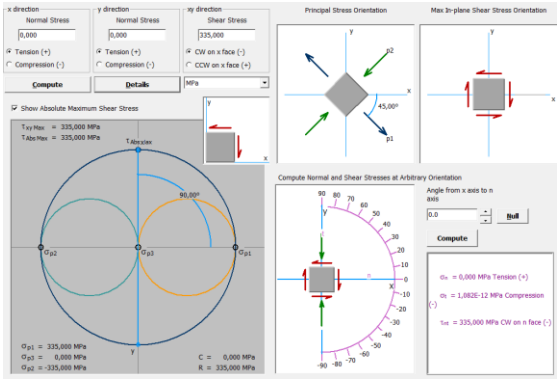
Hasil Pembebanan Teori Kegagalan (*Tressca Theory*)

Hasil didapatkan terhadap kegagalan yang terjadi akibat beban yang dialami oleh poros dominan torsi berdasarkan *Tressca Theory* dimana didapatkan bahwa tegangan yang terjadi lebih besar dari kemampuan bahan, maka komponen akan gagal. Nilai yang didapatkan yaitu 200 N/mm^2. Perhitungan teori kegagalan ini, dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. *Tressca* Diagram.

Jika dibandingkan dengan perhitungan berdasarkan *software* MD Solid, hasil yang didapakan berupa data dan pengambaran *Mohr Circle* yang dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Proses Perhitungan *Mohr Circle.*

Hasil Validasi Menggunakan *Solidworks*

Hasil dari perhitungan dengan teori kegagalan dan MD Solid, dilakukan validasi dengan *software Solidworks*. Hasil dari validasi dengan dua tahapan, yaitu sebelum dilakukan rancang ulang dan setelah dilakukan rancang ulang. Data yang didapatkan bahwa validasi yang dilakukan terhadap sebeum dirancang ulang, tegangan dan *safety factor* menunjukkan kondisi tidak aman. Dimana *safety factor* nilainya dibawah dari 1. Hasil validasi dapat dilihat dapat dilihat pada Tabel 8. Sedangkan setelah dilakukan rancang ulang didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 9. Berdasar hasil validasi semua parameter yang dicari masuk kategori aman dengan nilai *safety factor* 6.83.

Tabel 8. Hasil Validasi Sebelum Rancang Ulang.

Parameter	Manual	Solid works	Tegangan Izin	Satuan
Tegangan (Von Misses)	871.71	724.81	400	MPA
Defleksi	0.001	0.008	0.03	mm
Safety Factor	0.35	0.51	1.5	-

Tabel 9. Hasil Validasi Setelah Rancang Ulang.

Parameter	Manual	Solid works	Tegangan Izin	Satuan
Tegangan (Von Misses)	298.99	395	400	MPA
Defleksi	0.006	0.004	0.03	mm
Safety Factor	2.44	6.83	1.5	-

PENUTUP

Kesimpulan

Hasil dari analisis dan pembahasan terhadap kegagalan poros *roll* pada mesin pelet kayu mengalami kegagalan yaitu terjadinya *crack* atau patah pada bagian kritis. Hal ini disebabkan akarena adanya beban berlebih yang ditahan oleh poros roll pada saat proses *pelletizing* kayu kina untuk ukuran tertentu. Hasil analisis menunjukkan perlu dilakukan perhitungan ulang untuk mendapatkan dimensi sebagai acuan perancangan ulang untuk poros *roll* mesin pelet kayu.

Hasil perhitungan divalidasi dengan Thesca Theory dan perhitungan *Mohr Circle*, didapatkan dimensi poros roll yang baru yaitu diameter poos terbesar menjadi 70 mm, dimeter bagian kritis menjadi 60 mm dan panjang konstruksi *spline* menjadi 50 mm, sehingga didapatkan nilai *safety factor* menjadi 6.83. Semua nilai yang didapatkan melebihi batas nilai yang diizinkan.

DAFTAR PUSTAKA

ASM Handbook Committee. 2002. ASM Metals Handbook Vol. 11: Failure Analysis and Prevention. United States of America: ASM International

Bakic, Gordana M. dkk. 2007. New Methodology for Monitoring and Prevention of Rotating Parts Failure, 35, 195-200

Hakim, A R. 2005. Kekuatan Bahan Dasar. Politeknik Manufaktur Bandung,

Jatmiko, S. dan S. Jokosisworo. 2012. Analisa Kekuatan Puntir dan Kekuatan Lentur Putar Poros Baja ST 60 Sebagai Aplikasi Perancangan Bahan Poros Baling-Baling Kapal, 5, 42-51

Proceedings of Smart Advancement on Engineering and Applied Science (pp. 61-66). Purwokerto: Universitas Muhammadiyah Purwokerto.

Raut, Sumit P. and Laukik P. Raut. 2014. A Review of Various Techniques Used for Shaft Failure Analysis, 2, 159-171

Satiti, N. N., Krisnaputra, R., Sugiyanto, Hendaryanto, I. A., Irawati, I. S., Darmo, S., & Setiawan, W. (2023). Analisis Kegagalan Poros Track Roller Bearing pada Mesin Pembelah Bambu. Jurnal Rekayasa Mesin, 223-228.

Sunandrio, Hadi dan Sutarjo. 2014. Analisis Kegagalan Shaft Pompa Submersible pada Unit Pengeboran Minyak Bumi, 14, 37-45

Syahril, M. (2013). Analisa Kegagalan Poros Roda Belakang Kendaraan. Mahalah Metalurgi, (pp. 139-148). Retrieved from Majalah Metalurgi.

Wittel, H., Muhs, D., Jannasch, D., Voiek, J., 2007. Roloff/Matek Maschinen-elemente: Normung, Berechnung, Gestaltung 21. Auflage. Springer Vieweg. Deutschland.

Xiaolei, Xu and Yu Zhiwei. 2008. Failure Analysis of A Locomotive Turbocharger Main Shaft, 16, 495-502