

## ESTIMASI UMUR DAN PREDIKSI PERILAKU KELELAHAN POROS BALING-BALING KAPAL LCT ANDROS

Nur Aini<sup>1)</sup>, M. F. Noya<sup>2)</sup>, N. L. T. Thenu<sup>3)</sup>

- <sup>1)</sup>S1 Program Studi TSP Fakultas Teknik, Universitas Pattimura  
Email: [nurayni.na42@gmail.com](mailto:nurayni.na42@gmail.com)
- <sup>2)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura  
Email: [fristnoya@gmail.com](mailto:fristnoya@gmail.com)
- <sup>3)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura  
Email: [novithathenu@gmail.com](mailto:novithathenu@gmail.com)

### ABSTRAK

Poros baling-baling kapal LCT Andros telah direkondisi setelah mengalami keausan. Teknik untuk merekondisi poros melalui tahapan pengelasan dan pembubutan pada area yang mengalami keausan. Teknik pengelasan MMA (Manual Metal Arc) dapat menimbulkan konsentrasi energi spasial yang menghasilkan input panas yang cukup besar dapat menyebabkan distorsi, pengenceran yang signifikan pada zona yang terkena panas dan secara umum terjadi degradasi bahan dasar. Dengan mempertimbangkan resiko dari teknik pengelasan, maka pihak kapal harus memikirkan resiko kegagalan kelelahan pada poros baling-baling yang sudah direkondisi. Dengan demikian kondisi poros harus dapat diprediksi setelah direkondisi. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi umur dan prediksi perilaku kelelahan poros baling-baling kapal LCT Andros dimana estimasi umur poros diperoleh dari perhitungan teoritis dan prediksi kelelahan melalui simulasi numerik. Berdasarkan perhitungan teoritis umur poros setelah direkondisi yaitu 6,34 tahun dalam  $1,29 \times 10^9$  siklus sedangkan perkiraan umur dari hasil simulasi numerik pada software solidworks diketahui dengan jumlah siklus sebesar  $5,18 \times 10^8$  siklus atau 5 Tahun.

**Kata kunci : Umur Poros, Kelelahan, Elemen Hingga**

### 1. PENDAHULUAN

Rekondisi komponen permesinan didefinisikan sebagai langkah-langkah yang dilakukan pada komponen mesin untuk mengembalikannya menjadi komponen yang dimungkinkan dan sesuai dengan kebutuhan. Kejadian umum yang sering terjadi pada komponen mesin di kapal adalah keausan pada permukaan komponen yang disebabkan oleh berbagai mekanisme. Pihak kapal seringkali memilih untuk memperbaiki komponen - komponen yang dapat diperbaiki atau merekondisi komponen untuk memungkinkan penggunaan kembali komponen tersebut. Pilihan ini diambil agar dapat mengurangi biaya operasional kapal atau solusi sementara sambil menunggu pengiriman suku cadang. Masalah yang dijumpai di kapal LCT Andros adalah keausan pada poros dan telah melalui proses reparasi. Posisi keausan terdapat pada area bantalan. Pihak kapal melakukan rekondisi poros setelah proses pengukuran diameter poros dan dilanjutkan dengan pengelasan kemudian pembubutan pada area yang mengalami keausan. Teknik pengelasan yang digunakan adalah MMA (Manual Metal Arc). Menurut Budinski G, penggunaan teknik pengelasan MMA (Manual Metal Arc) menimbulkan konsentrasi energi spasial yang menghasilkan input panas yang cukup besar pada komponen. Input panas yang cukup besar dapat menyebabkan distorsi, pengenceran yang signifikan pada zona yang terkena panas dan secara umum terjadi degradasi bahan dasar. Dengan mempertimbangkan akibat yang dapat ditimbulkan dari teknik pengelasan tersebut, maka

pihak kapal seharusnya memikirkan resiko kegagalan akibat kelelahan yang akan terjadi pada poros yang telah direkondisi. Hal penting yang perlu dipikirkan adalah umur poros baling - baling yang akan dipakai setelah direkondisi. Kegagalan poros baling - baling dapat berupa : poros mengalami defleksi melintang dan lendutan akibat gaya-gaya yang dikenakan pada poros, kegagalan permukaan seperti aus yang merupakan mode kegagalan umum dari poros serta kegagalan kelelahan (fatigue failure) karena beban berulang atau kelebihan beban, konsentrasi tegangan pada bagian – bagian poros yang berbeda penampang, clearance yang tidak memadai dan pengaturan bantalan yang tidak tepat sehingga beban yang diterima oleh bantalan dan poros tidak merata. Dengan demikian, umur poros baling-baling perlu diketahui agar dapat memprediksi perilaku kelelahan yang akan terjadi pada poros. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis tertarik untuk mengangkatnya ke dalam penelitian tugas akhir yang berjudul: **“Estimasi Umur Dan Prediksi Perilaku Kelelahan Poros Baling-Baling Kapal LCT Andros”**

## **2. METODE**

### **A. Variabel Penelitian**

Dalam penelitian ini terdapat beberapa jenis variabel penelitian, antara lain:

#### **1. Variabel Bebas**

Variabel bebas (independent variabels) adalah variabel yang menyebabkan atau mempengaruhi, yaitu faktor-faktor yang diukur, dimanipulasi atau dipilih oleh peneliti untuk menentukan hubungan antara fenomena yang diamati. Pada penelitian ini yang dijadikan variabel bebas adalah Momen Torsi.

#### **2. Variabel Terikat**

Variabel terikat (dependent variabel) merupakan faktor-faktor yang diukur untuk menentukan adanya pengaruh variabel bebas yaitu faktor yang muncul, atau tidak muncul, atau berubah sesuai yang dengan yang diperkenalkan peneliti. Pada penelitian ini yang dijadikan variabel terikat adalah Umur Poros.

### **B. Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data pada penelitian yang dilakukan antara lain:

- 1) Observasi, yaitu dengan melaksanakan pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti. Data yang diperoleh tergolong dalam data primer.
- 2) Wawancara, yaitu dengan melaksanakan konsultasi langsung dengan pihak-pihak terkait untuk memperoleh data-data yang berhubungan dengan objek yang diteliti. Data yang diperoleh tergolong dalam data sekunder.
- 3) Kepustakaan, yaitu dengan meneliti dan mempelajari teori-teori yang diperoleh tergolong dalam data sekunder.
- 4) Peletakan alat ukur ke semua titik-titik pengukuran.

### **C. Teknik Analisa Data**

Dari hasil pengolahan data yang diperoleh, maka dapat dilakukan proses estimasi data dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

- 1) Tahap Identifikasi, berupa pengumpulan data yang telah diperoleh di kapal.
- 2) Tahap Analisa, dilakukan perhitungan Analitik Kriteria kegagalan kelelahan poros, umur poros dan perilaku kegagalan poros.
- 3) Tahap Penutup, dilakukan perumusan kesimpulan.

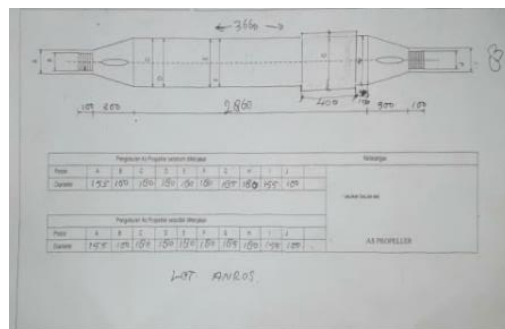
## **3. HASIL**

### **A. Inspeksi Pengukuran Keausan di Kapal LCT Andros**

Kerusakan pada poros baling-baling berpengaruh terhadap performa dari kapal dimana

daya yang ditransferkan dari mesin tidak dapat diserap secara maksimal (dengan kata lain terjadi losses daya pada baling-baling). Proses resparasi poros baling-baling kapal LCT Andros dilakukan ketika kapal berada di dok (proses docking). Pada Kapal LCT Andros, poros mengalami keausan pada bagian bantalan. Proses reparasi pada Kapal LCT Andros menjadi keputusan tindakan untuk merekondisi poros. Berikut proses-proses yang harus dilakukan pada Kapal LCT Andros adalah sebagai berikut:

- 1) Pencabutan poros baling-baling Kapal LCT Andros
- 2) Memindahkan poros baling-baling ke bengkel.
- 3) Membersihkan poros baling-baling
- 4) Pemeriksaan kelurusan poros baling-baling
- 5) Pengujian *Colour Check*/MPT
- 6) Pemandahan poros baling-baling dari bengkel ke kapal.
- 7) Pemasangan poros baling-baling
- 8) Hasil pengukuran keausan poros baling-baling.



Gambar 1. Hasil pengukuran keausan poros baling-baling kapal LCT Andros.

### B. Data Umum Kapal LCT Andros

LOA : 68.80 meter  
 LBP : 16.20 meter  
 Breadth : 16.2 meter  
 Depth : 3.82 meter  
 Ligh draught : 1.050 meter  
 Full load draught : 2.736 meter

Sehingga:

$$T = \frac{60 \times 350000}{3,14 \times 2 \times 1200} = 2786,62 \text{ Nm}$$

Perhitungan Gaya Poros menggunakan persamaan (2).

$$F_B = \frac{2T}{D}$$

Dimana:

T = 2786,62 Nm ; D = 0,18

$$F_B = \frac{2 \times 2786,62}{0,18} = 300962,5$$

Kemudian, menghitung tegangan von mises menggunakan persamaan (4):

$$\sigma_d = \sqrt{\left(\frac{32 K_{fb} M_b}{\pi d^3}\right)^2 + \left(\frac{16 T_m}{\pi d^3}\right)^2}$$

Dimana:

$M_b = 0,001$  ;  $K_{fb} = 1,653$  ;  $T_m = 3888212$  ;

D,= 0,18

Tegangan Von Mises:

$$\sigma_d = \sqrt{\left(\frac{32 \times 1,653 \times 0,001}{3,14 \times 0,18^3}\right)^2 + \left(\frac{16 \times 3888212}{3,14 \times 0,18^2}\right)^2}$$

$$= 3397213245$$

Menghitung Faktor Konsentrasi Tegangan

Faktor Konsentrasi Tegangan Kelelahan menggunakan persamaan (6):

$$K_{fb} = 1 + q(K_t - 1)$$

Dimana:

$$q = 0,653 ; K_t = 1,5 - 2$$

$$K_{fb} = 1 + 0,653(2 - 1) = 1,653$$

Menghitung Faktor Sensitivitas Takik menggunakan persamaan (7):

$$q = 1 \div (1 + \sqrt{a} / \sqrt{r})$$

Dimana:

$$a = 0,025434 ; r = 0,09$$

$$q = 1 \div (1 + \sqrt{0,025434} / \sqrt{0,09}) = 0,653$$

Menghitung defleksi linear dan kemiringan menggunakan persamaan 8:

$$\text{Momen Function} = \frac{M}{EI} = \frac{2786,62}{187,5 \times 0,025434} = 0.37$$

Dimana:

$$M = 2786,62 ; E = 187,5 \text{ kn/m}^2 ; I = 0,025434$$

Sudut defleksi dihitung berdasarkan persamaan (11);

$$\theta = \frac{TL}{GJ} = 457,74$$

Dimana:

$$L = 3660 \text{ mm} ; G = 8,4 \times 10^{10} \text{ N/m}^2 ; J = 0,377 \text{ T} = 2786,62 \text{ Nm}$$

Untuk memperkirakan kriteria kegagalan fatik dari material poros, batas ketahanan teoritis kelelahan  $S'_e$  dihitung berdasarkan persamaan (12).

$$S'_e = 0,5 \times S_{ut} = 265 \text{ MPa}$$

Dimana :

$$S_{ut} = \text{kekuatan tarik material ST41} = 530 \text{ Mpa}$$

Menghitung Kelelahan/Fatik (Fatigue Failure Criteria) menggunakan persamaan (13):

$$S_e = C_{load} \times C_{size} \times C_{surf} \times C_{temp} \times C_{reliability} \times S'_e$$

Dimana:

$$C_{load}, : 1 \text{ (untuk bending)} ;$$

$$C_{size}, : 1,187 d^{-0,097} \text{ untuk } 8\text{mm} < d \leq 250 \text{ mm}$$

$$: 4.51 \times S_{ut}^{0,625} = 147,4;$$

$$C_{temp} : 1 \times \text{untuk } T \leq 450 \text{ }^\circ\text{C} ;$$

$$C_{reliability} : 0,987 ; C_{surf} : 0,84 ; S'_e : 265.$$

$$S_e = 1 \times 0,83 \times 147,4 \times 1 \times 0,987 \times 265 = 31,99$$

Untuk menghitung nilai kekuatan material digunakan persamaan (14)

$$S_m = 0,9 S_{ut} = 0,9 \times 530 = 450 \text{ MPa}$$

Menghitung Umur Poros menggunakan persamaan (15, 16, 17):

$$\text{Fatigue Life} = \frac{\text{Design Life}}{D_m} \times \text{years} \quad D_m = \frac{N_L}{N_i} ; N_L = \frac{0,85 \times TL}{4 \log L}$$

Dimana :

Design Life, Umur standar dari poros = 25 tahun (sesuai aturan klasifikasi)

$$D_m = 126 ; N_i = 7,96 \times 10^6 ; L = 68,80 \text{ meter}$$

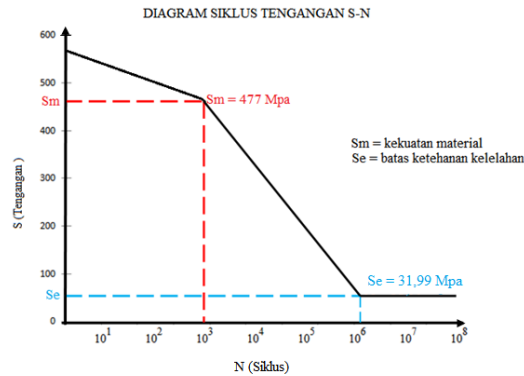
$$N_L = \frac{0,85 \times TL}{4 \log L} = 31,4 \times 10^8$$

$$T_L = \frac{N_L \times 4 \log L}{0,8} = \frac{31,4 \times 10^8 \times 4 \log 68,80}{0,8} = 2,88 \times 10^9$$

$$D_m = \frac{N_L}{N_i} = \frac{31,4 \times 10^8}{7,96 \times 10^6} = 3,94$$

$$\text{Fatigue life} = \frac{\text{Design life}}{D_m} \times \text{years}$$

$$= 6,34 \text{ Tahun}$$



Gambar 4. Diagram Siklus S-N

Untuk memperkirakan umur kelelahan (N) poros dan perilaku kelelahan, maka digunakan diagram tegangan-siklus (S-N).

### C. Perilaku Kelelahan Poros dengan Menggunakan Simulasi Solid Works

#### 1. Proses Pemodelan Poros

Tahap awal sebelum masuk ke dalam simulasi yaitu dengan melakukan pemodelan poros. Pada awal pemodelan, poros digambar dalam bentuk 2D dan kemudian dibuat ke bentuk 3D. Dalam pemodelan 3D poros baling-baling Kapal LCT Andros ini dibuat menjadi satu komponen yang menjadi satu sistem utama. Semua pemodelan 3D dilakukan menggunakan bantuan solidworks 2016.

#### 2. Model Informasi

Tabel 1. Solid Body

Document Name and Reference	Treated As	Volumetric Properties	Document Path/Date Modified
Split1[1]	Solid Body	Mass:39,9516 kg Volume:0,00508938 m <sup>3</sup> Density:7.850 kg/m <sup>3</sup> Weight:391,526 N	C:\Users\masuk\Downloads\aini\3d shaft.SLDPRT Mar 28 19:47:21 2021
Split1[2]	Solid Body	Mass:39,9516 kg Volume:0,00508938 m <sup>3</sup> Density:7.850 kg/m <sup>3</sup> Weight:391,526 N	C:\Users\masuk\Downloads\aini\3d shaft.SLDPRT Mar 28 19:47:21 2021

#### 2. Study Properties

Tabel 2. Study Properties


Split [5]	Solid Body	Mass: 328,334 kg Volume: 0,041826 m <sup>3</sup> Density: 7.850 kg/m <sup>3</sup> Weight: 3.217,67 N	C:\Users\masuk\Downloads\aini\3d shaft.SLDPRT Mar 28 19:47:21 2021
Split [3]	Solid Body	Mass: 225,727 kg Volume: 0,028755 m <sup>3</sup> Density: 7.850 kg/m <sup>3</sup> Weight: 2.212,12 N	C:\Users\masuk\Downloads\aini\3d shaft.SLDPRT Mar 28 19:47:21 2021
Split [4]	Solid Body	Mass: 58,1549 kg Volume: 0,00740827 m <sup>3</sup> Density: 7.850 kg/m <sup>3</sup> Weight: 569,918 N	C:\Users\masuk\Downloads\aini\3d shaft.SLDPRT Mar 28 19:47:21 2021

<b>Study name</b>	Static 1
<b>Analysis type</b>	Static
<b>Mesh type</b>	Solid Mesh
<b>Thermal Effect:</b>	On
<b>Thermal option</b>	Include temperature loads
<b>Zero strain temperature include fluid pressure effects from</b>	298 Kelvin
<b>Solver type</b>	FFEPlus
<b>Inplane Effect:</b>	Off
<b>Soft Spring:</b>	Off
<b>Inertial Relief:</b>	Off
<b>incompatible bonding</b>	Automatic
<b>Large displacement</b>	Off
<b>Compute free body</b>	On
<b>Friction</b>	Off
<b>Use Adaptive Method:</b>	Off
<b>Result folder</b>	SOLIDWORKS document (C:\Users\masuk\Downloads\aini)

3. Material Propertis

Material poros yang dipilih adalah AISI 1045 Steel Cold Drawn seperti yang ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pemilihan Material

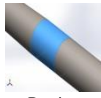
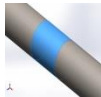
Model Reference	Properties
	Name: AISI 1045 Steel, cold drawn Model type: <b>Linear Elastic Isotropic</b> Default failure criterion: <b>Max von Mises Stress</b> Yield strength: <b>5,3e+08 N/m<sup>2</sup></b> Tensile strength: <b>6,25e+08 N/m<sup>2</sup></b> Elastic modulus: <b>2,05e+11 N/m<sup>2</sup></b> Poisson's ratio: <b>0,29</b> Mass density: <b>7.850 kg/m<sup>3</sup></b> Shear modulus: <b>8e+10 N/m<sup>2</sup></b> Thermal expansion coefficient: <b>1,15e-05 /Kelvin</b>

Analisa yang digunakan menggunakan material AISI 1045.

4. Conector Definition


Pada simulasi ini menggunakan bearing connector.

Tabel 4. Connector Bearing

Model Reference	Connector Details	Strength Details																				
 Bearing Support-1	<b>Entities:</b> 1 face(s) <b>Type:</b> Bearing	No Data																				
<b>Connector Forces</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Type</th> <th>X-Component</th> <th>Y-Component</th> <th>Z-Component</th> <th>Resultant</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Axial Force (N)</td> <td>-0,42023</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0,42023</td> </tr> <tr> <td>Shear Force (N)</td> <td>0</td> <td>4,0831</td> <td>-0,3286</td> <td>4,0963</td> </tr> <tr> <td>Bending moment (N.m)</td> <td>0</td> <td>-0,96317</td> <td>-11,729</td> <td>11,768</td> </tr> </tbody> </table>			Type	X-Component	Y-Component	Z-Component	Resultant	Axial Force (N)	-0,42023	0	0	0,42023	Shear Force (N)	0	4,0831	-0,3286	4,0963	Bending moment (N.m)	0	-0,96317	-11,729	11,768
Type	X-Component	Y-Component	Z-Component	Resultant																		
Axial Force (N)	-0,42023	0	0	0,42023																		
Shear Force (N)	0	4,0831	-0,3286	4,0963																		
Bending moment (N.m)	0	-0,96317	-11,729	11,768																		
 Bearing Support-2	<b>Entities:</b> 1 face(s) <b>Type:</b> Bearing	No Data																				

Connector Forces				
Type	X-Component	Y-Component	Z-Component	Resultant
Axial Force (N)	-0,25698	0	0	0,25698
Shear Force (N)	0	1,0412	2,0247	2,2768
Bending moment (N.m)	0	-1,283	-1,5987	2,0499


	<b>Entities:</b> 1 face(s) <b>Type:</b> Bearing	No Data
---	--	---------

Connector Forces				
Type	X-Component	Y-Component	Z-Component	Resultant
Axial Force (N)	41,022	-0	-0	-41,022
Shear Force (N)	0	-7,4822	25,927	26,985
Bending moment (N.m)	0	-9,7144	-6,5913	11,74

### 5. Loads and Fixtures


Tahapan selanjutnya adalah tahapan analisis yaitu menentukan boundary conditions (kondisi batas). Pada analisis ini digunakan penumpu (Fixed Geometry) yang diletakkan pada virtual bearing yang dikunci sebagai acuan.

Fixture name	Fixture Image	Fixture Details
Fixed-1		<b>Entities :</b> 2 face(s) <b>Type :</b> Fixed Geometry

Gambar 5. Fixture

Setelah menentukan tumpuan, langkah selanjutnya adalah input gaya.

Tabel 5. Load Details

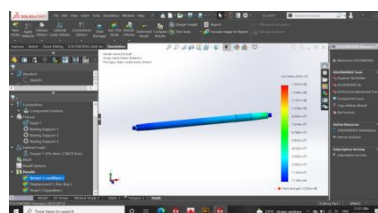
Load name	Load Image	Load Details								
Torque-1		<table border="1"> <tr> <td><b>Entities</b></td> <td>:10 face(s)</td> </tr> <tr> <td><b>Reference</b></td> <td>: Axis1</td> </tr> <tr> <td><b>Type</b></td> <td>: Apply torque</td> </tr> <tr> <td><b>Value</b></td> <td>: 2.786,62 N.m</td> </tr> </table>	<b>Entities</b>	:10 face(s)	<b>Reference</b>	: Axis1	<b>Type</b>	: Apply torque	<b>Value</b>	: 2.786,62 N.m
<b>Entities</b>	:10 face(s)									
<b>Reference</b>	: Axis1									
<b>Type</b>	: Apply torque									
<b>Value</b>	: 2.786,62 N.m									

### 6. Meshing

Untuk menganalisa suatu pemodelan metode Finite Element adalah dengan melakukan diskritisasi (meshing). Pada analisis ini digunakan standard mesh yang mempunyai ukuran elemen 28,3761 mm.

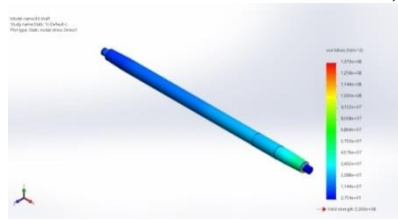
### 7. Tegangan Von Mises

Setelah dilakukan *meshing* selanjutnya adalah proses *running*. Simulasi yang digunakan adalah statis (*static study*). Hasil yang diperoleh dari proses running ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Tegangan Von Mises

Gambar 7 menunjukkan nilai tegangan Von mises stress. Besaran tegangan yang terjadi pada poros baling-baling Kapal LCT Andros adalah sebesar  $1,373e+08$  N/m<sup>2</sup>.



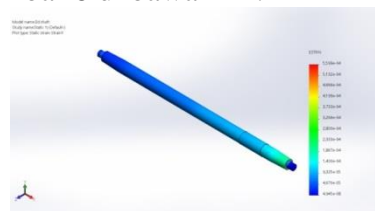
Gambar 7. Von Mises Stress

8. Displacement

Nilai displacement yang didapat adalah sebesar  $5,296e-01$  mm.

9. Von Mises Equivalent

Nilai equivalent yang didapat adalah sebesar  $5,599e-04$ . Hasil yang diperoleh dari proses equivalent ditunjukkan pada Gambar 8 di bawah ini.




Gambar 8. Von Mises Equivalent

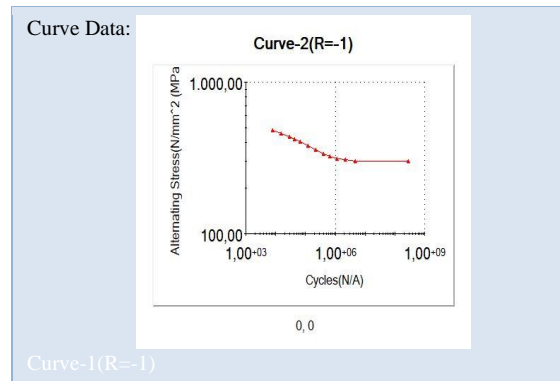
10. Safety Factor

Tahap safety factor yakni menentukan kekuatan poros baling-baling dengan melihat faktor keamanan yang sesuai.

**Fatigue Simulation**

Tabel 6. Fatigue Properties

<b>Study name</b>	Fatigue
<b>Analysis type</b>	Fatigue(Constant Amplitude)
<b>Event Interaction</b>	Random
<b>Computing alternating stress using</b>	Stress intensity (P1-P3)
<b>Shell face</b>	Top Face
<b>Mean stress correction</b>	None
<b>Fatigue strength reduction factor</b>	1
<b>Infinite life</b>	Off
Model Reference	Properties
	Name: AISI 1045 Steel, cold drawn Model type: <b>Linear Elastic Isotropic</b> Default failure criterion: <b>Max von Mises Stress</b>



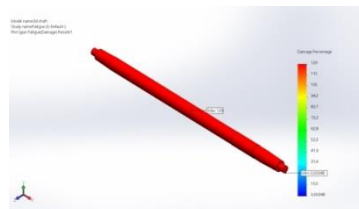
Kurva S-N diatas menunjukkan hubungan antara kegagalan terhadap siklus, sampai pada siklus ke berapa material mengalami kerusakan. Pada kurva S-N dapat dilihat bahwa hasil simulasi pengujian menunjukan tinggi kegalan terjadi pada siklus 1,00+09 siklus.

Tabel 7. Loading Option

Event Name	No. of cycles	Loading Type	Study Association		
Event-1	10000	Fully Reversed (LR=-1)	Study name	Scale Factor	Step
			Static 1	1	0

### Damage Plot

Dari simulasi didapatkan hasil bahwa seluruh bagian poros berwarna merah dengan nilai damage min 0,00348 sedangkan nilai max 126 pada bagian tengah poros seperti yang ditunjukkan pada gambar 9 dibawah ini.



Gambar 9. Damage Plot

### Life Plot

Dari simulasi didapatkan hasil bahwa seluruh daerah poros berwarna merah dengan nilai life yaitu 287,710,176,000 cycle dan ada juga titik minimum life terdapat pada daerah poros bagian tengah yang tampak pada gambar 10 dibawah ini dengan nilai life yaitu 7,963,000 cycle.



Gambar 10. Life Plot

Gambar 10 menunjukkan bahwa nilai siklus terpendek hasil analisis ( $N_i$ ) dari hot spot stress pada poros baling-baling sebesar  $7,96 \times (10)^6$  siklus. Nilai siklus terpendek hasil running pada software dapat digunakan untuk menentukan umur material poros baling-baling dengan menggunakan persamaan first - order fatigue cycle. Berikut perhitungan persamaan

first - order fatigue cycle ( Ridho dkk., 2015) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{first - order fatigue cycle} &= \text{rpm} \times 60 \text{ minutes} \times 24 \text{ hours} \times \text{operating days in a year} \\ &= 1200 \times 60 \times 24 \times 300 \\ &= [5.18 \times 10]^8 \text{ cycle atau 5 Tahun} \end{aligned}$$

Nilai siklus beban yang dialami oleh poros baling-baling kapal lct Andros selama 1 tahun didapatkan sebesar  $[5.18 \times 10]^8$  cycle. Lalu dilakukan perhitungan jumlah siklus hingga 25 tahun, sehingga didapatkan nilai siklus yang dialami oleh poros baling-baling ditunjukkan pada tabel 8 sebagai berikut:

Tabel 8. Hubungan siklus dan waktu

Time	Number of cycles
1 <sup>st</sup> year	$1,29 \times 10^8$
5 <sup>th</sup> year	$6,48 \times 10^8$
10 <sup>th</sup> year	$1,29 \times 10^9$
25 <sup>th</sup> year	$3,24 \times 10^9$

### 3. PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis numerik menggunakan software solidworks yang telah dilakukan terhadap poros baling-baling kapal LCT Andros maka didapatkan hasil tegangan von mises, displacement dan von mises equivalen. Tegangan von mises ditunjukkan pada gambar 7 yang menunjukkan bahwa nilai tegangan von mises yang terjadi pada poros baling-baling kapal Lct Andros sebesar 1,372 MPa sedangkan nilai tegangan von mises equivalen adalah sebesar 5,599 MPa yang ditunjukkan pada gambar 8.

Dari hasil perhitungan teoritis diketahui umur poros setelah direkondisi yaitu 6,34 tahun dalam siklus  $1,29 \times [10]^9$ . Perkiraan umur dari hasil analisis numerik pada software solidworks diketahui dengan jumlah siklus sebesar  $[5.18 \times 10]^8$  siklus atau 5 Tahun. Berdasarkan hasil simulasi numerik menggunakan software solidworks maka diketahui perilaku kegagalan pada poros dengan nilai tegangan von mises adalah  $1,373e+08 \text{ N/m}^2$  dan damage plotnya sebesar 126.

### 4. KESIMPULAN

Dari hasil simulasi didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan teoritis dan analisis dengan solidworks maka didapatkan umur poros sebagai berikut:
2. Dari hasil perhitungan teoritis diketahui umur poros setelah direkondisi yaitu 6,34 tahun dalam siklus  $1,29 \times [10]^9$ .
3. Perkiraan umur dari hasil analisis pada software solidworks diketahui dengan jumlah siklus sebesar  $[5.18 \times 10]^8$  siklus atau 5 Tahun.
4. Berdasarkan hasil simulasi numerik menggunakan software solidworks maka diketahui perilaku kegagalan pada poros dengan nilai tegangan von mises adalah  $1,373e+08 \text{ N/m}^2$  dan damage plotnya sebesar 126.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Armah K. Stephen, (2018), *Preliminary Design of A Power Transmission Shaft Under Fatigue Loading Using ASME*, Departement of Mechanical Engineering, North Carolina A&T State University, Greensboro, NC, USA.
- [2] Anky Fitriyan Wibowo, Ma Irfan Purbawanto Hidayat Dan Rochman Rochien, (2019), Analisis Faktor Intensitas Tegangan Dan Usia Siklus Pada Simulasi Perambatan Retak Komponen Poros Menggunakan Metode *Smart Crack Growth*, Institut Teknologi

Sepuluh November.

- [3] Budinski G. Kenneth. Budinski K. Michael, (2002), *Engineering Materials Properties and Selection*, Prentice Hall, New Jersey.
- [4] Djaprie, Sriati, (1993), *Metalurgi Mekanik Edisi ketiga*, Jakarta, Erlangga
- [5] Engel B, Sara Salman Hassan Al-Maeeni. (2017), *Failure Analysis and Fatigue Life Estimation of a Shaft of a Rotary Draw Bending Machine*, World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Mechanical and Mechatronics Engineering, Vol:11, No:11.
- [6] Harris Muhammad, Hartono Yudo. (2017). *Strength Analysis of Propeller Shafting on Orca class Fisheries Inspection Boat Using Finite Element Method*. (2017), Semarang.
- [7] Hariom<sup>1</sup>, Vijai kumar<sup>2</sup>, Chandrababu D.<sup>3</sup> (2016). *A Review of Fundamental Shaft Failure Analysis*, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) Volume:03.
- [8] Nofri Media<sup>1</sup>, Taryana Acang<sup>2</sup>, (2017), *Analisis Sifat Mekanik Baja SKD 61 Dengan Baja ST41 Dilakukan Hardening Dengan Variasi Temperatur*, Jakarta.
- [9] Suandi Andi<sup>1</sup>, Abdul Rauf Fentje<sup>2</sup>, Lumintang Romels<sup>3</sup>, *Tinjauan Berbagai Keretakan Pada Poros Propeller Baling-Baling Kapal Dengan Menggunakan Proses Non Destructive Testing*, Jurnal Online Poros Teknik Mesin Volume 5 Nomor 2.