

## ANALISIS GETARAN LATERAL PADA POROS *PROPELLER* BERBAHAN DASAR *STAINLESS STEEL 316L*

Saul Brian Litualy<sup>1)</sup>, Novitha Thenu<sup>2)</sup>, Gertruida Norimarna<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Pattimura  
Email : [brianlitualy@gmail.com](mailto:brianlitualy@gmail.com)

<sup>2)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura  
Email : [novithathenu@gmail.com](mailto:novithathenu@gmail.com)

<sup>3)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura  
Email : [gertruidanorimarna@gmail.com](mailto:gertruidanorimarna@gmail.com)

**Abstrak** KN. Ular Laut 405 adalah salah satu jenis kapal patroli yang dimiliki oleh Badan Keamanan Laut Republik Indonesia (Bakamla RI), yang beroperasi di wilayah zona timur Indonesia. Kecepatan maksimal dirancang 22 knot untuk kapal ini dengan putaran mesin 2300 rpm. Kapal ini dalam pengoperasiannya, mengalami getaran berlebih ketika putaran mesin induk mencapai 1800 rpm. Diduga sumber getaran terbesar berasal dari poros *propeller*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai frekuensi natural dan putaran kritis pada poros *propeller*, pengaruh variasi rasio gearbox terhadap nilai putaran kritis pada poros *propeller* serta mengetahui tingkat getaran lateral yang terjadi pada poros propeler dengan menggunakan bantuan perangkat lunak Ansys® Workbench 18.0. Penelitian ini, melakukan simulasi getaran lateral pada poros baling-baling dengan tahapan-tahapan pengumpulan data lapangan seperti data kapal, data manual book mesin induk, data propulsi kapal, tahap pembuatan model berdasarkan bentuk dan ukuran sebenarnya, tahap selanjutnya melakukan simulasi metode elemen hingga (FEM) untuk mengetahui nilai frekuensi natural poros *propeller* kapal. Hasil penelitian ini memberikan gambaran bahwa: frekuensi natural yang dimiliki oleh poros *propeller* pada 5 mode pertama antara lain : 104,18 Hertz; 104,21 Hertz; 207,05 Hertz; 207,17 Hertz; dan 283,12 Hertz., putaran kritis yang dimiliki berdasarkan 5 mode pertama frekuensi natural poros *propeller* dengan rasio gearbox sebenarnya (1:2,5) adalah 2500,32 RPM; 2501,04 RPM; 4969,2 RPM; 4972,08 RPM; dan 6794,88 RPM. Berdasarkan hasil analisa maka 1800 RPM bukan merupakan putaran kritis pada poros propeler. Namun, jika 1800 RPM menjadi putaran kritis pada poros *propeller*, maka rasio gearbox adalah 1:3,472.

**Kata kunci** : Getaran lateral, Frekuensi natural, Putaran kritis

### 1. PENDAHULUAN

KN. Ular Laut 405 adalah salah satu jenis kapal patroli yang dimiliki oleh Badan Keamanan Laut Republik Indonesia (Bakamla RI), yang beroperasi di wilayah zona timur Indonesia. Kecepatan maksimal 22 knot dirancang untuk kapal ini dengan putaran mesin 2300 rpm. Kapal ini dalam pengoperasiannya, mengalami getaran berlebih ketika putaran mesin induk mencapai 1800 rpm.

Sistem penggerak utama kapal terdiri atas mesin induk, *gearbox*, poros *propeller*, dan *propeller*. Dugaan penulis adalah poros *propeller* beresonansi pada putaran 1800 rpm meskipun pada awalnya tidak memiliki putaran kritis yang jelas, resonansi dapat terjadi akibat perubahan rasio gearbox karena keausan. Resonansi terjadi ketika frekuensi eksitasi mendekati atau sama dengan frekuensi natural sistem, sedangkan putaran kritis terjadi dimana poros *propeller* berputar pada frekuensi naturalnya. Dalam kondisi normal, poros *propeller* mungkin tidak mengalami putaran kritis yang terdefinisi dengan jelas, tetapi dengan adanya

perubahan rasio gearbox, frekuensi putaran propeller dapat berubah, mendekati atau bahkan sama dengan frekuensi natural sistem propulsi.

Frekuensi natural dapat diketahui dengan menggunakan beberapa metode, salah satunya adalah menggunakan metode elemen hingga (FEM). Metode elemen hingga adalah teknik komputasi untuk menganalisis struktur dengan membaginya menjadi bagian-bagian kecil yang disebut elemen. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai frekuensi natural dari poros propeller KN.Ular Laut 405, menggunakan FEM dengan bantuan perangkat lunak Ansys® Workbench 18.0., dan untuk mengetahui putaran kritis berdasarkan frekuensi natural tersebut.

## 2. METODE

### A. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan Fakultas Teknik Universitas Pattimura.

### B. Objek Penelitian

Adapun objek pada penelitian ini adalah poros propeller pada KN. Ular Laut 405.

### C. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode simulasi computer berbasis FEM (*Finite Element Method*).

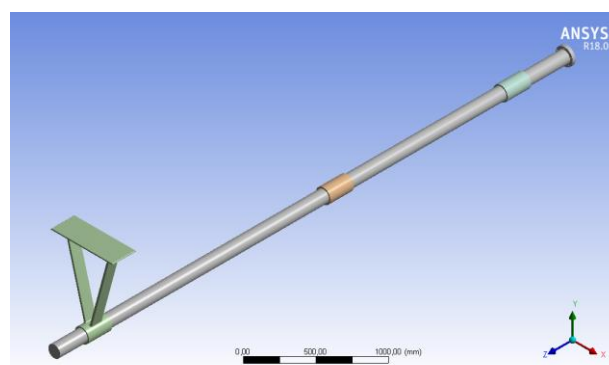
### D. Variabel Penelitian

- Variabel bebas : Rasio *gearbox*.
- Variabel terikat : Putaran kritis poros propeller.

### E. Pengolahan Data

#### a. *Geometry Design*

Desain geometri untuk penelitian ini menggunakan software AutoCAD, Model dibuat menggunakan skala 1:1 Diameter poros propeller bernilai 114,3 mm sedangkan diameter dalam bantalan belakang adalah 114,4 mm, sehingga clearance antara poros dan bantalan belakang adalah 0,1 mm. Sedangkan untuk diameter dalam bantalan depan bernilai 114,31 mm maka clearance antara poros propeller dan bantalan depan adalah 0,01 mm. Part-part yang telah dibuat, kemudian digabungkan menjadi satu kemudian di import ke *ansys@spaceclaim*.



Gambar 1. desain poros propeller KN. Ular laut 405.

Tabel 1. Volume dan massa poros propeller dan bantalan poros propeller

No	Nama bagian	Volume (mm <sup>3</sup> )	Massa (Kg)
1	Poros Propeller	51.614.000	412,91

3	Bantalan belakang	53.00.000	41,605
4	Bantalan Tengah	1156800	9,0812
5	Bantalan depan	1156800	9,0812
<b>Total</b>		<b>80.935.000</b>	<b>643,08</b>

b. Penetapan material

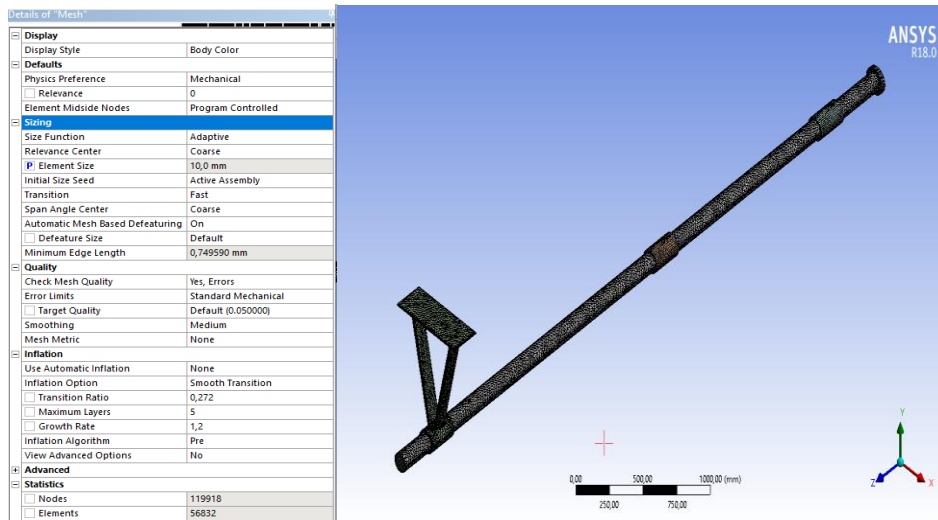
Material yang digunakan pada poros propeller adalah Stainless stell 316L. Ansys® Workbench tidak menyediakan Material SS 316L, untuk itu ditambahkan material SS 316L pada *Engineering data*.

	A	B	C	D	E
1	Property	Value	Unit		
2	Material Field Variables	Table			
3	Density	8	g cm <sup>-3</sup>		
4	Isotropic Elasticity				
5	Derive from	Young's Mod...			
6	Young's Modulus	1,93E+11	Pa		
7	Poisson's Ratio	0,3			
8	Bulk Modulus	1,6083E+11	Pa		
9	Shear Modulus	7,4231E+10	Pa		

Gambar 2. Penetapan material Stainless steel 316L

c. Diskritisasi

Proses meshing menggunakan Tetrahedron Method, untuk ukuran elemen sebesar 10 mm, dengan hasil sebagai berikut:



Gambar 3. Hasil diskritisasi pada model poros propeller

Jumlah keseluruhan elemen meshing adalah 56.832 dengan 119.918 nodes. Berikut ini adalah detail data meshing:

Tabel 2. Jumlah node dan elemen hasil diskritisasi

No	Nama bagian	Jumlah node	Jumlah elemen
1	Poros Propeller	54.184	30.040
3	Bantalan belakang	43.902	22.744

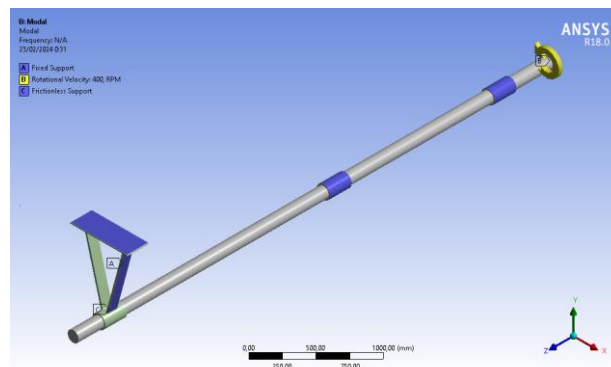
4	Bantalan Tengah	10.916	2.024
5	Bantalan depan	10.916	2.024
<b>Total</b>		<b>119.918</b>	<b>56.832</b>

d. *Boundary Condition*

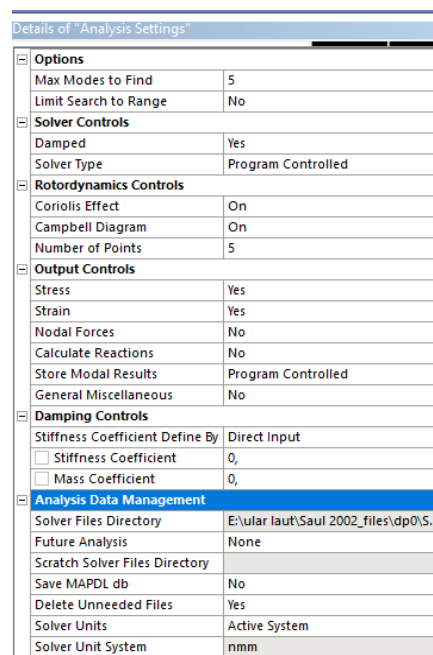
Boundary condition yang ditetapkan antara lain; fixed support, dan rotational velocity, dan frictionless support. Berikut merupakan detail penetapan boundary condition:

Tabel 3. Penetapan boundary condition pada model

No	Boundary Condition	Posisi	Magnitude
1	<i>fixed support</i>	Bantalan, dan V bracket	-
2	<i>rotational velocity</i>	Poros propeller	1. 400 RPM 2. 600 RPM 3. 1200 RPM 4. 2000 RPM 5. 2300 RPM
3	<i>frictionless support</i>	Clearance antara poros dan bantalan	-



Gambar 4. Posisi penempatan boundary condition pada model



Gambar 5. detail analysis settings pada workbench

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Frekuensi natural poros propeller KN. Ular Laut 405

Tabel 4. Frekuensi natural poros propeller

No (mode)	Frekuensi Natural	Gambar
1	104,18 Hz	
2	104,21 Hz	
3	207,05 Hz	
4	207,17 Hz	
5	283,12 Hz	

## B. Frekuensi natural poros propeller KN. Ular Laut 405

Setelah diperoleh frekuensi natural, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk memperoleh putaran kritis dengan beberapa rasio gearbox berbeda. Putaran kritis dapat diperoleh menggunakan rumus sebagai berikut:

$$N_{kritis} = \omega \times 60$$

Dengan memperhatikan bahwa putaran dari mesin induk ke poros propeller dipengaruhi oleh rasio gearbox (n), maka:

$$N_{kritis} = \frac{\omega \times 60}{n}$$

Tabel 5. Perbandingan frekuensi natural dengan putaran kritis

No	Frekuensi natural (Hz)	Putaran kritis (RPM) dengan rasio gearbox (1 : n)					
		1 : 2,5	1 : 2,6	1 : 2,75	1 : 2,9	1 : 3	1 : 3472
1	104,18	2500,3	2404,1	2273	2155,4	2083,6	1800,3
2	104,21	2501,0	2404,8	2273,6	2156	2084,2	1800,8
3	207,05	4969,2	4778,1	4517,4	4283,7	4141	3578
4	207,17	4972,1	4780,8	4520	4286,2	4143,4	3580,1
5	283,12	6794,9	6529,7	6177	5857,6	5662,4	4892,6

## 4. SIMPULAN

Frekuensi natural yang dimiliki oleh poros propeller KN.Ular Laut 405 berdasarkan hasil analisa menggunakan Ansys® Workbench pada 5 mode pertama antara lain : 104,18 Hertz; 104,21 Hertz; 207,05 Hertz; 207,17 Hertz; dan 283,12 Hertz.

Putaran kritis yang dimiliki oleh KN.Ular Laut 405 untuk 5 mode pertama frekuensi natural poros propeller dengan rasio gearbox sebenarnya (1:2,5) adalah 2500,32 RPM; 2501,04 RPM; 4969,2 RPM; 4972,08 RPM; dan 6794,88 RPM.

Putaran kritis yang dimiliki oleh KN.Ular Laut 405 untuk 2 mode pertama frekuensi natural poros propeller dengan beberapa variasi rasio gearbox yaitu variasi pertama (1:2,6) adalah 2404,15 RPM dan 2404,84 RPM; variasi kedua (1:2,75) adalah 2273,01 RPM dan 2273,67 RPM; variasi ketiga (1:2,9) adalah 2273,01 RPM dan 2273,67 RPM; variasi keempat (1:3) adalah 2083,6 RPM dan 2084,2 RPM; dan variasi kelima (1:3,472) adalah 1800,34 RPM dan 1800,86 RPM

Berdasarkan hasil analisa menggunakan Ansys®Workbench 18.0; maka 1800 RPM bukan merupakan putaran kritis pada poros propeller KN. Ular Laut 405. Namun, rasio gearbox untuk putaran kritis poros propeller mencapai 1800 RPM pada mesin induk adalah 1:3,472.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adams M. L. (2010). "Rotating Machinery Vibration: from Analysis to Troubleshooting". ISBN: 978-1-4398-0717-0. Taylor and Francis Group. USA.
- ANSYS Inc.(2009). "ANSYS® Workbench User's Guide", USA
- Bathe K. J. (1996). "Finite Element Procedures". ISBN:0-13-301458-4. Prentice Hall, Upper Saddle River, New jersey.
- Blake R. E.(2009). "Basic Vibration Theory". ISBN:9780071508193. McGraw-Hill, New York.
- Karyasa T. B. (2011). "Dasar-Dasar Getaran Mekanis", ISBN: 978-979-29-1683-6, CV.Andi Offset, Jogjakarta.
- Madokuboye A, Ogbonnaya A. E. ( 2019). "Vibration Analysis of A 3-Bladed Marine Propeller Shaft for 35000DWT Bulk Carrier". EJERS, European Journal of Engineering Research and Science Vol. 4, No. 10.
- Nirbito W, Januar T. R (2016). "analisa respon harmonik struktur poros propeller kapal menggunakan

- Ansys Workbench 14.5". Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok.
- Priatmoko D, Nugroho T. F. (2013). "Analisa getaran dan sistem perporosan pada *reduction gear* KM.Kumala". Skripsi, Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Putranto T, Imron A, Yulianto T(2018). "Kajian Penentuan Getaran Sistem Propulsi Kapal Patroli Dengan Metode Elemen Hingga". Artikel, Jurnal Kelautan Nasional.
- Rao S. S. (2000) "Mechanical Vibration-second edition". ISBN: 978-0-13-212819-3. Addison-Wesley in Reading, Massachusetts, USA.