

## MECHANICAL STRENGTH ANALYSIS OF COPPER MATERIAL AND BRASS MATERIAL ON FISHING VESSEL PROPELLER

(Analisis Kekuatan Mekanik pada Material Propeller Kapal Berbahan Tembaga dan Kuningan)

Hanityo A.N<sup>1\*</sup>, Samsudi S.R<sup>2.</sup>, Rubijanto J.P<sup>3</sup>

### ABSTRACT

*Starting from events that often have an impact on reducing the age of ships as well as cases of fishermen who often replace damaged ship propellers caused by corrosion. Corrosion that occurs in the propeller shaft of the ship results in material damage. Therefore, the author wants to update the ship's propeller by using copper material compared to brass so that a stronger material is used as a propeller. The results of the research on testing copper and brass show a test analysis. The results of the stress and strain tests on brass and copper materials yield almost the same results. With the same material quality, brass material is recommended to be used as a propeller because the price is cheaper compared to copper material.*

*Keywords: Propeller, Copper, Brass, Material Test*

### PENDAHULUAN

Propeller merupakan bagian dari komponen kunci pada propulsi kapal penangkap ikan. Hal tersebut dikarenakan propeller dapat memberikan momentum pada fluida yang dapat menjadi gaya dorong pada kapal. Indonesia merupakan Negara yang memiliki banyak kepulauan dimana untuk menghubungkan antar pulau dan masing-masing daerah membutuhkan sarana transportasi (Andini, 2017).

Kebutuhan akan adanya transportasi ini membantu masyarakat dalam beraktivitas. Transportasi ada juga beragam yakni transportasi darat dimana masyarakat lebih dominan menggunakan transportasi ini untuk melakukan aktivitasnya. Kemudian transportasi udara seperti pesawat yang membantu masyarakat dalam berpergian jauh akan tetapi membutuhkan

---

<sup>1, 2, 3</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang, Indonesia

\*Corresponding author:  
hanityoadin@gmail.com

waktu cepat. Tetapi tidak sedikit pula yang menggunakan transportasi laut, yang digunakan untuk menjangkau daerah terpencil dan susah jika menggunakan transportasi lain. Bisa juga dikatakan bahwa transportasi laut juga penting.

Kapal merupakan kendaraan yang menggunakan laut sebagai media jalan. Kapal sendiri yakni kendaraan besar dibandingkan dengan perahu (Eadiji et al., 2018). Untuk dapat berjalan kapal dibutuhkan sistem penggerak dimana alat penggerak kapal adalah propeller. Propeller sendiri termasuk komponen yang penting dalam konstruksi kapal. Dengan gaya dorong yang dihasilkan, maka kapal akan bergerak maju atau mundur (Febriyanti et al., 2017). Umumnya propeller terbuat dari kuningan atau perunggu, tetapi juga ada yang terbuat dari aluminium, sebab memiliki sifat yang tahan akan korosi. Sesuai fungsi dan letaknya, propeller rentan terhadap korosi. Baling-baling yang berputar di air laut akan mengalami korosi erosi yaitu kondisi dimana logam terserang akibat gerak relatif antara elektrolit dan permukaan logam secara cepat. Selain itu material kecil yang bergerak bersama air juga bisa mengikis permukaan logam (Hendrawan, 2019).

Disini kecepatan dari gerakan air sangat berpengaruh terhadap laju korosi, semakin cepat kecepatan semakin cepat laju korosi pada logam. Pada baling-baling kapal, kerugian teknis yang akan dialami akibat terjadinya korosi adalah berkurangnya kecepatan kapal, menurunnya fatigue life, tensile strength dan berkurangnya sifat mekanis material lainnya (Nova dan Nurul, 2012).

Korosi adalah perusakan atau penurunan mutu dari material akibat bereaksi dengan lingkungan (Rahmi et al., 2018). Penurunan mutu yang diakibatkan interaksi secara fisik bukan disebut korosi, namun biasa dikenal sebagai erosi dan keausan. Korosi erosi adalah jenis korosi yang menggunakan proses mekanik melalui pergerakan relative antara aliran gas atau cairan korosif dengan logam (Noviadam, R., 2017). Korosi erosi juga dapat disebabkan karena impingment corrosion, yaitu akibat fluida sangat deras dan dapat mengikis film pelindung pada logam yang mengakibatkan korosi pada logam (Rizqi, 2022). Penelitian terdahulu yang digunakan Suryani M. (2022), tentang analisis korosi erosi pada material propeller kapal kapal berbahan dasar paduan aluminium. Dari latar belakang dan hasil penelitian terdahulu, penulis melakukan penelitian membandingkan uji mekanik bahan tembaga dibandingkan dengan bahan kuningan pada aplikasi bahan propeller kapal.

## METODE

### **Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini menggunakan eksperimen yang berguna untuk mengetahui nilai uji mekanik (stress dan strain) pada hasil bahan tembaga dan kuningan.

### **Tempat Penelitian**

Pembuatan material dilakukan pengecoran propeller di Pabrik Cor Prima Logam Jl. Perintis Kemerdekaan, Tegal, Jawa Tengah, Indonesia. Penimbangan berat material dilakukan Laboratorium Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Semarang.

### **Variabel Penelitian**

#### Variabel Bebas

Variabel bebas penelitian ini dilakukan dengan menggunakan variasi bahan material propeller yaitu tembaga dan kuningan

#### Variabel Terikat

Variabel terikat penelitian ini adalah uji mekanik material dari hasil spesimen yang telah dibuat dengan ukuran yang sudah ditentukan.

#### Variabel Kontrol

Variabel kontrol yang ditetapkan adalah menggunakan massa spesimen bahan sama.

### **Bahan, Peralatan dan Instrumen Penelitian**

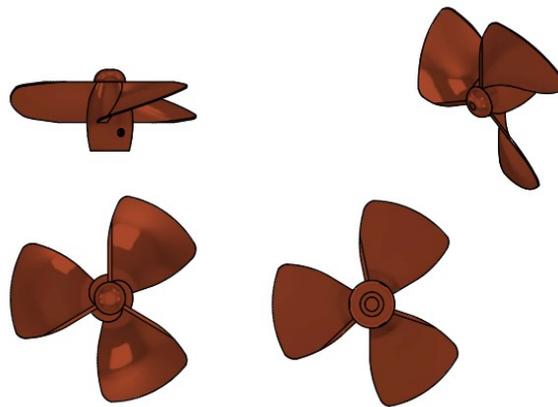
Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah :

1. Tembaga
2. Kuningan
3. Alat yang digunakan adalah :
4. Ragum
5. Gerinda tangan
6. Kertas Abrasif
7. Kikir
8. Jerrycan

9. Motor
10. Dimmer Switch
11. Bejana Uji
12. Wadah Plastik
13. Stopwatch

Instrumen yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Timbangan Analitik
2. Jangka Sorong
3. Micrometer Sekrup
4. Alat pengukur strain test
5. Alat pengukur stress test



Gambar 1. Propeller

### ***Teknik Pengumpulan Data***

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah mengumpulkan data dilakukan dengan menguji atau mengukur spesimen yang diujikan kemudian data hasil pengujian diolah dan disajikan dalam bentuk tabel.

### **Uji Tarik (Stress Analysis)**

Uji tarik adalah ukuran kuat beton yang diakibatkan oleh suatu gaya yang cenderung untuk memisahkan sebagian beton akibat tarikan. Uji kuat tarik langsung dilakukan dengan membuat benda uji dalam bentuk seperti tulang anjing (Dog Bone Specimen), nilai kuat tarik yang diperoleh dihitung dari besar beban tarik maksimum (N) dibagi dengan luas

penampang yang terkecil (mm<sup>2</sup>). Pengujian kuat tarik langsung, bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik suatu benda uji pada perbandingan sesuai rencana, pengujian dilakukan menurut ASTM. Nilai kuat tarik langsung beton dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

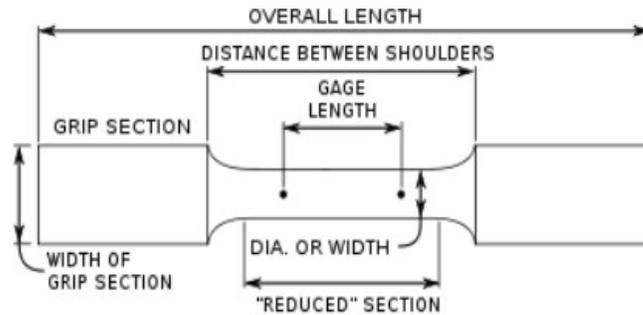
$$F = \frac{P}{A} \tag{1}$$

Keterangan:

F : Kuat Tarik (MPa)

P : beban tekan (N)

A : luas bidang tekan (mm<sup>2</sup>)



Gambar 2. Benda uji Tarik

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Stress Analysis

#### Sifat fisik material kuningan

Material	Brass, Soft Yellow
Density	8,47 g/cm <sup>3</sup>
Mass	134,553 kg
Area	1408710 mm <sup>2</sup>
Volume	15885800 mm <sup>3</sup>
Center of Gravity	x=-0,00445656 mm y=264,994 mm z=-0,00625687 mm

**General objective and settings:**

Design Objective	Single Point
Study Type	Static Analysis
Last Modification Date	17/01/2023, 22:16
Detect and Eliminate Rigid Body Modes	No

**Mesh settings:**

Avg. Element Size (fraction of model diameter)	0,1
Min. Element Size (fraction of avg. size)	0,2
Grading Factor	1,5
Max. Turn Angle	60 deg
Create Curved Mesh Elements	Yes

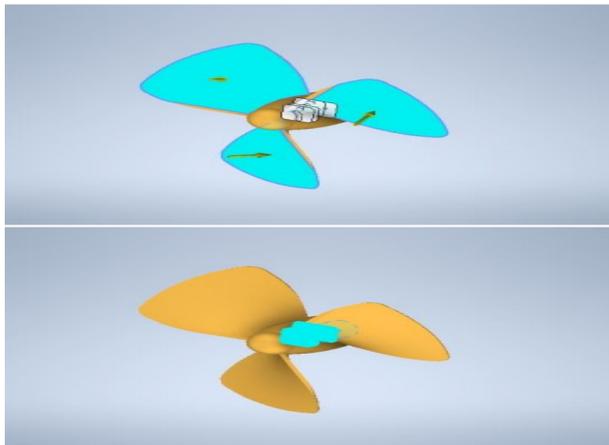
**Material(s)**

Name	Brass, Soft Yellow	
General	Mass Density	8,47 g/cm <sup>3</sup>
	Yield Strength	103,4 MPa
	Ultimate Tensile Strength	275 MPa
	Young's Modulus	109,6 GPa
Stress	Poisson's Ratio	0,331 ul
	Shear Modulus	41,1721 GPa
Part Name(s)	Propeiler.ipt	

**Operating conditions**

**Force:1**

Load Type	Force
Magnitude	10000,000 N



*Sifat fisik tembaga*

**Physical**

Material	Copper, Alloy
Density	8,92 g/cm <sup>3</sup>
Mass	141,702 kg
Area	1408710 mm <sup>2</sup>
Volume	15885800 mm <sup>3</sup>
Center of Gravity	x=-0,00445656 mm y=264,994 mm z=-0,00625687 mm

**General objective and settings:**

Design Objective	Single Point
Study Type	Static Analysis
Last Modification Date	17/01/2023, 22:16
Detect and Eliminate Rigid Body Modes	No

**Mesh settings:**

Avg. Element Size (fraction of model diameter)	0,1
Min. Element Size (fraction of avg. size)	0,2
Grading Factor	1,5
Max. Turn Angle	60 deg
Create Curved Mesh Elements	Yes

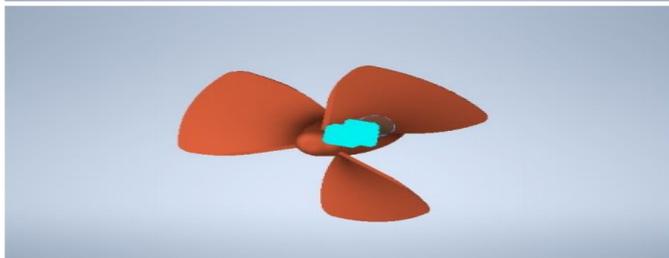
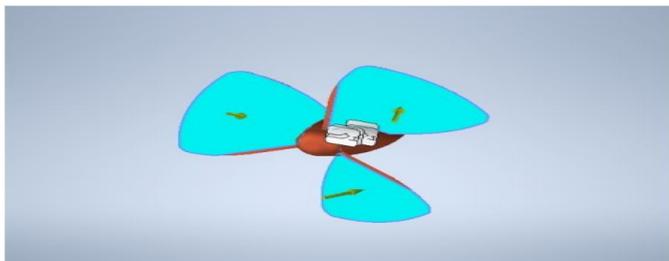
**Material(s)**

Name	Brass, Soft Yellow	
General	Mass Density	8,47 g/cm <sup>3</sup>
	Yield Strength	103,4 MPa
	Ultimate Tensile Strength	275 MPa
	Young's Modulus	109,6 GPa
Stress	Poisson's Ratio	0,331 ul
	Shear Modulus	41,1721 GPa
Part Name(s)	Propeiler.ipt	

**Operating conditions**

**Force:1**

Load Type	Force
Magnitude	10000,000 N



## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil stress analysis propeller kuningan

#### Reaction Force and Moment on Constraints

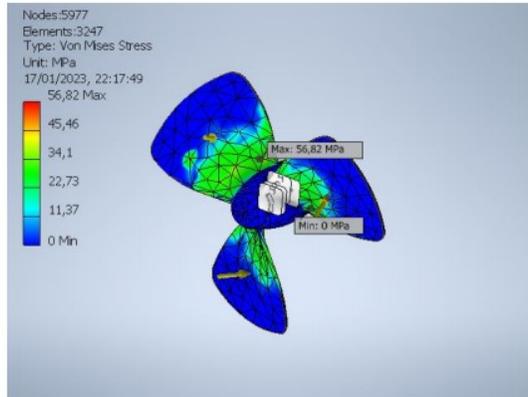
Constraint Name	Reaction Force		Reaction Moment	
	Magnitude	Component (X,Y,Z)	Magnitude	Component (X,Y,Z)
Fixed Constraint:1	8698,22 N	0 N	1384,41 N m	0 N m
		8698,22 N		-1384,41 N m
		0 N		0 N m

#### Result Summary

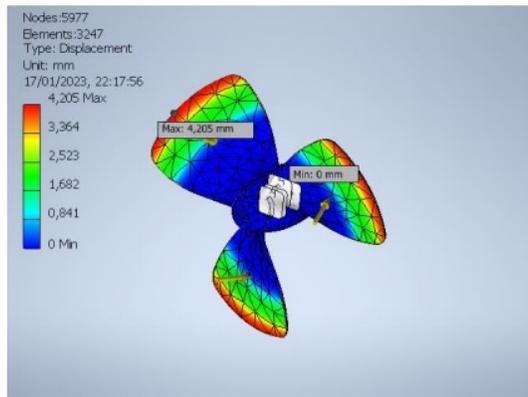
Name	Minimum	Maximum
Volume	15886100 mm <sup>3</sup>	
Mass	134,555 kg	
Von Mises Stress	0,00416474 MPa	56,8248 MPa
1st Principal Stress	-11,4964 MPa	50,2595 MPa
3rd Principal Stress	-72,8811 MPa	13,0757 MPa
Displacement	0 mm	4,20453 mm
Safety Factor	1,81963 ul	15 ul
Stress XX	-60,4568 MPa	43,5733 MPa
Stress XY	-12,6167 MPa	12,1503 MPa
Stress XZ	-19,555 MPa	26,9559 MPa
Stress YY	-45,9739 MPa	16,336 MPa
Stress YZ	-12,5189 MPa	12,1513 MPa
Stress ZZ	-60,7156 MPa	42,2816 MPa
X Displacement	-2,47499 mm	2,45868 mm
Y Displacement	-3,32839 mm	0,00274946 mm
Z Displacement	-2,16972 mm	2,49252 mm
Equivalent Strain	0,000000353281 ul	0,000485708 ul
1st Principal Strain	-0,0000130991 ul	0,000415812 ul
3rd Principal Strain	-0,000546683 ul	0,00000567252 ul
Strain XX	-0,000446297 ul	0,000346904 ul
Strain XY	-0,000153219 ul	0,000147555 ul
Strain XZ	-0,00023748 ul	0,000327357 ul
Strain YY	-0,000385669 ul	0,000161184 ul
Strain YZ	-0,000152031 ul	0,000147567 ul
Strain ZZ	-0,000468374 ul	0,000341728 ul

**Figures**

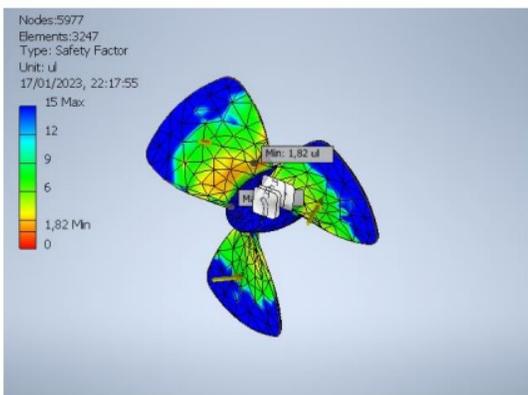
**Von Mises Stress**



**Displacement**



**Safety Factor**



### 3.2 Hasil stress analysis propeller tembaga

#### Reaction Force and Moment on Constraints

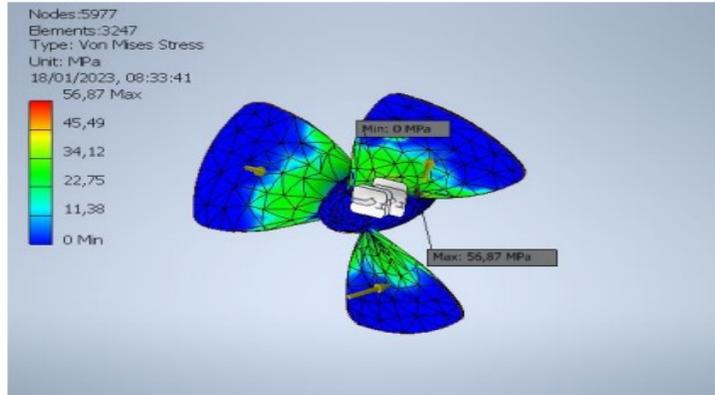
Constraint Name	Reaction Force		Reaction Moment	
	Magnitude	Component (X,Y,Z)	Magnitude	Component (X,Y,Z)
Fixed Constraint:1	8698,51 N	0 N	1384,09 N m	0 N m
		8698,51 N		-1384,09 N m
		0 N		0 N m

#### Result Summary

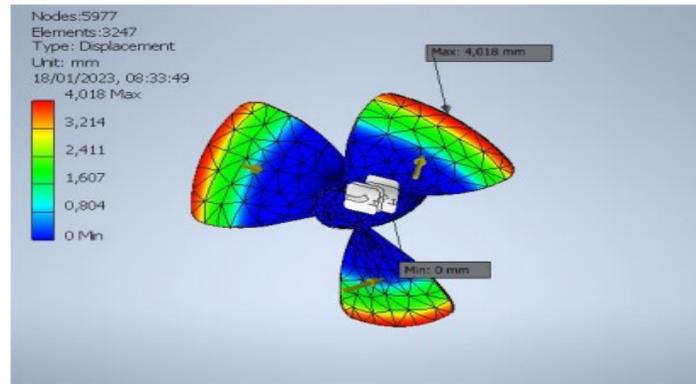
Name	Minimum	Maximum
Volume	15886100 mm <sup>3</sup>	
Mass	141,704 kg	
Von Mises Stress	0,00399767 MPa	56,8662 MPa
1st Principal Stress	-11,5123 MPa	50,2665 MPa
3rd Principal Stress	-72,8763 MPa	13,0572 MPa
Displacement	0 mm	4,0175 mm
Safety Factor	2,28607 ul	15 ul
Stress XX	-60,4683 MPa	43,5812 MPa
Stress XY	-12,6085 MPa	12,1474 MPa
Stress XZ	-19,576 MPa	26,9813 MPa
Stress YY	-28,299 MPa	16,3037 MPa
Stress YZ	-12,4998 MPa	12,142 MPa
Stress ZZ	-60,7121 MPa	42,2149 MPa
X Displacement	-2,36532 mm	2,34852 mm
Y Displacement	-3,18087 mm	0,0025209 mm
Z Displacement	-2,07347 mm	2,37969 mm
Equivalent Strain	0,0000000310731 ul	0,000463119 ul
1st Principal Strain	-0,0000127244 ul	0,000396841 ul
3rd Principal Strain	-0,000521632 ul	0,00000562241 ul
Strain XX	-0,000425965 ul	0,000331106 ul
Strain XY	-0,00014582 ul	0,000140488 ul
Strain XZ	-0,000226401 ul	0,000312044 ul
Strain YY	-0,000261651 ul	0,00015294 ul
Strain YZ	-0,000144562 ul	0,000140425 ul
Strain ZZ	-0,000446454 ul	0,00033104 ul

**Figures**

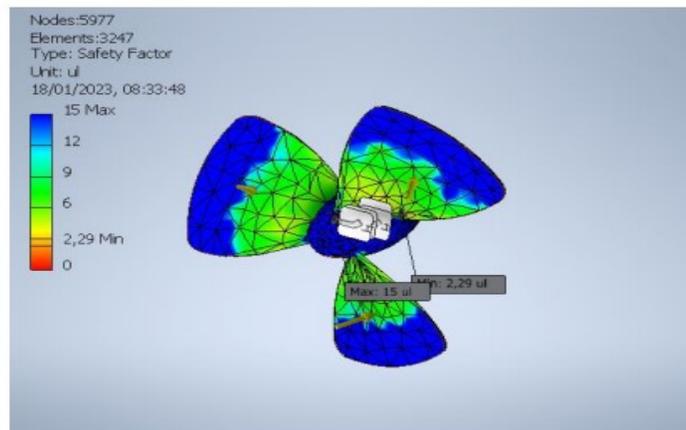
**Von Mises Stress**



**Displacement**



**Safety Factor**



Hasil pengujian stres dan strain test pada tembaga dan kuningan menunjukkan hasil yang sama. Secara harga tembaga lebih mahal dibandingkan dengan kuningan. Secara kimiawi kuningan lebih tahan terhadap korosi dibandingkan dengan tembaga, karena kuningan merupakan paduan logam antara tembaga dan senk. Sehingga material yang digunakan sebagai propeller kapal di rekomendasikan yang terbuat dari kuningan.

### **Simpulan**

Simpulan dalam penelitian ini adalah....

1. Hasil pengujian stres dan strain pada material kuningan dan tembaga menghasilkan hasil yang hampir sama.
2. Dengan kualitas material yang sama, bahan kuningan lebih di rekomendasikan digunakan sebagai propeller karena harganya yang lebih murah dibandingkan dengan bahan tembaga.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Andini, May Rista. 2017. Analisis Laju Korosi Logam Kuningan (Brass) sebagai Aplikasi Bahan Propeller Kapal. Surabaya. Universitas Negeri Surabaya
- Fadji, T., Coetzee, C. J., Berry, T. M., Ambaw, A., & Opara, U. L. (2018). The Efficacy of Finite Element Analysis (FEA) as A Design Tool for Food Packaging: A Review. *Biosystems Engineering*, 174, 20–40.
- Febriyanti, Eka, dkk. 2017. Pengaruh Waktu Peredamandan Penambahan Konsentrasi NaCl (ppm) terhadap Laju Korosi Baja Latelit. *Jurnal Mesin Teknologi (SINTEK Jurnal)* Volume 11 No. 2 (Desember, 2017). ISSN: 2549-9645
- Hendrawan, A. (2019). Analisa Indikator Keselamatan Pelayaran Pada Kapal Niaga Andi. *Jurnal Sainara*, 3(2)
- Hendrawan, A. 2019. Analisa Pengebab Keausan Poros Baling Baling Kapal. *Jurnal Sainara* Vol 4 No. 1 September 2019
- Hendrawan, A. 2019. Analisa Pengebab Keausan Poros Baling Baling Kapal. *Jurnal Sainara* Vol 4 No. 1 September 2019

- Nova, Satria dan Nurul Misbah M. 2012. Analisis Pengaruh Sanilitas dan Suhu Air Laut Terhadap Laju Korosi Baja A36 pada Pengelasan SMAW. *Jurnal Teknik ITS* Vol. 1, (September, 2012). ISSN: 2301-9271.
- Noviadam, Riki. 2017. Analisis Laju Korosi Erosi Pada Baja St 60 Dalam Berbagai Medium Air Laut. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Rahmi, M., Canra, D., & Suliono, S. (2018). Analisis Kekuatan Ball Valve Akibat Tekanan Fluida Menggunakan Finite Element Analysis. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 4(2), 79–84.
- Rizqi I. Y., Juniawan P. S., Sigiet H. P., 2019. Analisis Tegangan Propeller Kapal Penangkap Ikan Di Kota Dumai Menggunakan Finite Element Analysis. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan) | Volume 5, Nomor 2, September 2019*
- Suryani M. 2022. Analisis Korosi Erosi Pada Material Propeller Kapal Berbahan Dasar Paduan Alumunium Dan Aluminium Komersil Dengan Penambahan NaCl. *JTM. Volume 10 Nomor 02 Tahun 2022, Hal 123-128*
- Tan, Y., Li, J., Li, Y., & Liu, C. (2019). Improved Performance Prediction of Marine Propeller: Numerical Investigation and Experimental Verification. *Mathematical Problems in Engineering*, 2019.
- Yaqin R. I., Angger B. P., Pristiansyah, Muhammad H. A. Binsar M. T. P., 2020. Studi Numerik Umur Kelelahan (Fatigue Life) Pada Propeller Kapal Penangkap Ikan Dengan Kapasitas Mesin 24 HP. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, Volume 6, Nomor 1, Maret 2020.