

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Propeller

Propeller adalah salah satu komponen dari sistem propulsi, di mana pemilihan propeller yang efektif sangat mempengaruhi gaya dorong yang akan dihasilkan kapal, dan kecepatan kapal diperoleh dari desain propeller yang baik agar mendapatkan gaya dorong optimal yang dihasilkan gerak propeller (Ayuningtyas Et Al., 2024). Efisiensi propeller sangat dipengaruhi oleh desain geometri seperti diameter, *pitch*, jumlah bilah, serta material pembuatannya (Carlton, 2018).

Material propeller merupakan faktor penting yang menentukan kekuatan, ketahanan korosi, ketahanan aus, serta umur pakai propeller kapal. Material yang digunakan pada propeller harus mampu menahan beban puntir, getaran, benturan, serta gesekan fluida laut selama operasi. Menurut Davis (2001) material propeller yang umum digunakan adalah paduan berbasis tembaga seperti *bronze* dan kuningan karena memiliki ketahanan korosi serta sifat mekanis yang baik di lingkungan laut. Selain itu, aluminium dan paduan aluminium juga semakin banyak digunakan karena memiliki massa jenis yang rendah, sehingga dapat mengurangi berat propeller dan meningkatkan efisiensi putaran mesin (Davis, 1993).

Propeller sebagai komponen utama sistem propulsi kapal tidak hanya ditinjau dari aspek hidrodinamis, tetapi juga dari kualitas material yang digunakan dalam proses pembuatannya. Material propeller harus memiliki sifat mekanis yang memadai, seperti kekuatan tarik, kekerasan, ketangguhan, ketahanan terhadap beban berulang, serta korosi agar mampu menjamin keandalan operasi di lingkungan laut.

2.1.1 Perhitungan Propeller

Perencanaan propeller kapal dilakukan untuk memperoleh desain baling-baling yang mampu menghasilkan efisiensi propulsi optimal sesuai kebutuhan operasional kapal. Dalam proses perancangannya, beberapa parameter utama perlu diperhatikan, yaitu daya mesin, kecepatan kapal, tahanan kapal (*resistance*), diameter propeller, jumlah daun propeller, *pitch*, serta putaran propeller (RPM). Kesalahan dalam menentukan parameter tersebut dapat menyebabkan propeller tidak bekerja secara optimal sehingga performa kapal menurun.

Secara umum, tahapan perencanaan propeller dimulai dengan menentukan kebutuhan daya kapal berdasarkan hambatan total kapal (*total resistance*). Setelah itu dilakukan penentuan diameter propeller, jumlah daun (*blade*), rasio *pitch* terhadap diameter (*P/D ratio*), dan bentuk geometri daun propeller yang disesuaikan dengan karakteristik kapal serta pengecekan kavitas propeller agar propeller yang akan digunakan tidak mengalami kavitas sehingga terbebas dari kerusakan yang ditimbulkan oleh kavitas. Pada kapal nelayan, pemilihan propeller biasanya mempertimbangkan kebutuhan gaya dorong besar pada kecepatan relatif rendah sehingga menghasilkan efisiensi propulsi yang baik selama operasi penangkapan ikan.

2.1.2 Perhitungan Kekuatan Material Propeller

Perhitungan kekuatan material propeller bertujuan untuk menentukan kemampuan material dalam menahan pembebanan kerja selama kapal beroperasi. Propeller menerima beban berupa gaya dorong (*thrust*) dan momen lentur akibat interaksi dengan fluida air, yang kemudian menimbulkan tegangan

kerja pada bagian daun propeller. Nilai tegangan kerja ini selanjutnya dibandingkan dengan kekuatan material yang diperoleh dari hasil pengujian tarik untuk menilai kemampuan material dalam menahan beban tanpa mengalami kegagalan. Dalam perhitungan tersebut, diperlukan data utama kapal sebagai berikut:

2.1.2.1 Perhitungan Tegangan kerja

Dari nilai thrust dilakukan perhitungan tegangan kerja pada daun propeller pada titik 0,6R. menurut Carlton (2018) Pada buku *Marine propellers and propulsion*, perhitungan tegangan kerja menggunakan persamaan:

$$\sigma_{\text{working}} = \frac{M_b}{W} \quad (2.1)$$

Untuk langkah-langkah menghitung nilai tegangan kerja adalah sebagai berikut :

1. Distribusi *thrust* pada daun propeller

Thrust total dibagi pada setiap daun propeller

$$F_b = \frac{T}{Z} \quad (2.2)$$

Keterangan:

F_b = gaya pada satu daun (N)

T = *thrust* total (N)

Z = jumlah blade

2. Momen lentur pangkal daun

Setelah didapatkan nilai thrust atau gaya yang bekerja pada tiap daun propeller, dilakukan perhitungan momen lentur atau gaya yang bekerja pada titik paling efektif pada daun propeller yaitu pada 0,6R.

$$M_b = F_b \times r \quad (2.3)$$

$$M_b = F_b \times 0,6R$$

Keterangan:

M_b = momen lentur (Nmm)

r = jarak titik resultan gaya terhadap daun propeller (mm)

R = jari-jari propeller (mm)

3. Modulus penampang pangkal daun

Modulus penampang aksial pada penampang pangkal daun menggunakan pendekatan empiris yang didemonstrasikan oleh (Carlton, 2018) dalam contoh perhitungan desain propeller, yaitu:

$$W = C_n \times c \times t^2 \quad (2.4)$$

Keterangan:

W = modulus penampang aksial (mm^3)

C_n = koefisien modulus penampang aksial pada geometri profil *aerofoil*

b = lebar pangkal daun (mm)

t = tebal maksimum pangkal daun (mm)

4. Tegangan kerja minimum (σ_{minimum})
Setelah didapatkan nilai momen lentur dan modulus penampang, dilakukan perhitungan tegangan kerja.

$$\sigma_{\text{minimum}} = \frac{M_b}{W} \quad (2.5)$$

Keterangan:

σ_{minimum} = modulus penampang (N/mm²)

M_b = momen lentur pangkal daun (Nmm)

W = modulus pangkal daun (mm³)

5. Interpretasi

Jika,

$$\sigma_{\text{minimum}} < \sigma_{\text{yield}}$$

Maka material masih aman secara elastis.

2.1.2.2 Faktor Safety (*Safety of Factor*)

Menurut Shigley et al. (1985) pada buku *Mechanics of Materials* yang membahas tentang faktor keamanan menjelaskan bahwa,

$$\text{Safety of Factor} = \frac{\text{Actual Strength}}{\text{Required Strength}} \quad (2.6)$$

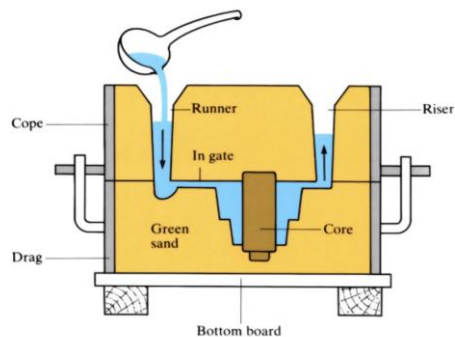
Berdasarkan konsep faktor keamanan (*factor of safety*), suatu struktur atau material harus memiliki kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan beban kerja yang diterima selama pengoperasian guna mencegah terjadinya kegagalan. Faktor keamanan merupakan perbandingan antara kekuatan aktual material terhadap kekuatan minimum yang dibutuhkan. Suatu struktur dinyatakan aman apabila nilai faktor keamanannya lebih besar dari satu. Kegagalan struktur tidak hanya ditandai dengan terjadinya patah atau keruntuhan, tetapi juga dapat berupa deformasi yang berlebihan sehingga struktur tidak mampu berfungsi secara optimal. Oleh sebab itu, pada penelitian ini hasil pengujian tarik material digunakan untuk menilai kelayakan material propeller melalui perbandingan dengan nilai tegangan kerja minimum.

2.2 Pengecoran Logam

Pengecoran logam merupakan salah satu proses manufaktur tertua dan paling mendasar yang hingga saat ini masih banyak diterapkan di berbagai sektor industri. Secara umum, pengecoran logam dapat diartikan sebagai proses ketika logam cair dituangkan ke dalam cetakan yang memiliki rongga sesuai bentuk produk yang diinginkan, kemudian didinginkan hingga membeku dan mengeras menjadi produk jadi (Apriliyanto, 2014). Menurut Bhirawa (2015) pada jurnal teknik industri unsurya, proses pengecoran meliputi pembuatan cetakan, persiapan dan peleburan logam, penuangan logam cair ke dalam cetakan, pembersihan hasil coran, serta proses daur ulang pasir cetak. Berat produk cor dapat bervariasi mulai dari beberapa ratus gram hingga beberapa ton, dan hampir seluruh jenis logam maupun paduan dapat dilebur serta dibentuk melalui proses pengecoran.

Dalam konteks industri perkapalan, pengecoran logam banyak digunakan untuk memproduksi komponen seperti propeller, impeller, dan bagian mesin. Carlton (2018a) menekankan bahwa kualitas propeller hasil cor sangat dipengaruhi oleh kontrol proses solidifikasi, karena struktur mikro yang terbentuk akan menentukan sifat mekanis seperti kekuatan tarik, kekerasan, dan ketahanan terhadap beban siklik.

2.2.1 Metode sand casting



Gambar 2. 1 Pengecoraan Sand Casting
(Sumber : www.zintilon.com, 2024)

Di antara berbagai metode pengecoran yang tersedia, termasuk *centrifugal casting*, *investment casting*, dan *die casting*, metode *sand casting* (pengecoran cetakan pasir) merupakan yang paling banyak digunakan, terutama di industri kecil dan menengah, karena biaya produksinya yang relatif murah dan kemampuannya untuk memproduksi komponen berkapasitas besar dengan bentuk yang rumit (Simanjuntak & Gustianta, 2021).

2.2.2 Proses Sand Casting

Proses sand casting secara umum mencakup tahapan yang sistematis. Menurut Jurnal Teknik Industri Unsurya (2015), tahapan tersebut meliputi:

1. Pembuatan pola sesuai dengan bentuk coran yang dikehendaki
2. Persiapan pasir cetak, di mana pasir silika (SiO_2) paling umum digunakan karena murah dan tahan terhadap temperatur tinggi
3. Pembuatan cetakan
4. Pembuatan inti jika diperlukan
5. Peleburan logam
6. Penuangan logam cair ke dalam cetakan
7. Pendinginan dan pembekuan
8. Pembongkaran cetakan, serta
9. Pembersihan dan pemeriksaan hasil coran.

2.3 Jenis Material

2.4.1 Aluminium (Al)

Aluminium dikenal sebagai material ringan dengan ketahanan korosi yang baik, sehingga banyak digunakan dalam komponen kapal termasuk propeller. Menurut Davis (1993), aluminium memiliki densitas rendah ($2,7 \text{ G/Cm}^3$) sehingga menghasilkan rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi. Jurnal *flywheel* (Ruwana & Sudiasa, 2017) mendeskripsikan aluminium sebagai logam yang relatif lembut, tahan lama, ringan, ulet, tahan terhadap korosi, dan memiliki konduktivitas yang tinggi, paduan aluminium memiliki kekuatan mulai dari 200 Mpa hingga 600 MPa.

Wisnujati & Sepriansyah (2018) menyatakan bahwa paduan aluminium dapat dicor menggunakan berbagai metode termasuk sand casting, dan temperatur cetakan sangat mempengaruhi sifat mekanik serta nilai kekuatan tarik dari produk cor aluminium yang dihasilkan, pada suhu cetakan 450 derajat celcius diperoleh tegangan tarik maksimum rata-rata sebesar $774,74 \text{ N/mm}^2$.

2.4.2 Kuningan (Brass)

Kuningan (*Brass*) adalah paduan logam yang terbentuk dari tembaga (Cu) sebagai komponen utama dan seng (Zn) sebagai komponen tambahan, di mana kandungan tembaga umumnya berkisar antara 60% hingga 96% massa. Widodo (2012) Dari POLMAN Bandung menjelaskan bahwa paduan cuzu dengan kandungan Cu sedikitnya 55% dikenal sebagai kuningan. Kandungan Zn sangat menentukan persentase fasa dalam struktur mikro dan sifat mekaniknya. Sifat mekanik kuningan dapat ditingkatkan dengan penambahan unsur paduan dalam jumlah kecil, seperti Sn untuk meningkatkan ketahanan korosi, Cu untuk menambah kekerasan permukaan dan kekuatan tarik, serta Pb untuk memperbaiki sifat mampu mesin (Hardianto Et Al., 2005). Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa kuningan 60/40 (CuZn) memiliki kekuatan luluh sebesar 186,48 N/mm², kekuatan tarik maksimum sebesar 260,12 N/mm², dan regangan akhir yang sangat tinggi mencapai 80,13%, menjadikan kuningan sebagai material yang sangat ulet dan tangguh (Setiawan, 2021).

2.4 Pengujian Tarik

Pengujian tarik (*Tensile Test*) merupakan salah satu metode pengujian mekanik yang paling fundamental dan banyak digunakan untuk menentukan karakteristik serta sifat mekanik suatu material. Melalui uji tarik dapat ditentukan berbagai parameter penting yang menggambarkan perilaku material ketika diberikan pembebanan (Putra Et Al., 2025). Prinsip dasar pengujian tarik adalah memberikan gaya tarik aksial secara bertahap pada spesimen hingga mengalami patah, sambil merekam hubungan antara gaya yang diberikan dan perubahan panjang yang terjadi. Dari data tersebut kemudian diplotkan kurva tegangan-regangan (*Stress-Strain Curve*) yang menjadi sumber informasi sifat mekanik material secara komprehensif, meliputi tegangan luluh, kekuatan tarik maksimum, regangan, dan modulus elastisitas (Adoe Et Al., 2020).

2.4.1 Parameter Uji Tarik

Hasil pengujian tarik menghasilkan beberapa parameter mekanik yang digunakan untuk mengevaluasi karakteristik material. Parameter utama pada pengujian tarik meliputi kekuatan tarik maksimum (*ultimate tensile strength*), tegangan luluh (*yield strength*), dan regangan (*elongation*).

1. Kekuatan Tarik Maksimum (*Ultimate Tensile Strength*)

Kekuatan tarik maksimum merupakan nilai tegangan tertinggi yang mampu diterima material sebelum mengalami patah. Nilai ini menunjukkan kemampuan material dalam menerima pembebanan tarik terbesar selama pengujian. Menurut ASTM E8/E8M, kekuatan tarik maksimum dihitung berdasarkan perbandingan antara beban maksimum terhadap luas penampang awal spesimen.

Secara matematis dinyatakan dengan persamaan:

$$\sigma_{max} = \frac{P_{max}}{A_0} \quad (2.7)$$

dengan:

σ_{max} = kekuatan tarik maksimum (MPa)

P_{max} = beban maksimum (N)

A_0 = luas penampang awal spesimen (mm²)

2. Tegangan Luluh (*Yield Strength*)

Tegangan luluh merupakan batas tegangan ketika material mulai mengalami deformasi plastis permanen. Pada kondisi ini, material tidak dapat kembali ke bentuk awal setelah beban dilepaskan. Menurut Callister Jr & Rethwisch (2020), tegangan luluh digunakan sebagai parameter utama dalam perancangan komponen teknik karena menunjukkan batas aman material terhadap pembebanan kerja.

$$\sigma_{yield} = \frac{P_{yield}}{A_0} \quad (2.8)$$

dengan:

σ_{yield} = regangan luluh (MPa)

P_{yield} = tegangan luluh (N)

A_0 = luas penampang awal spesimen (mm^2)

3. Regangan (*Elongation*)

Regangan merupakan perubahan panjang material akibat pembebanan tarik dibandingkan dengan panjang awal spesimen. Nilai regangan menunjukkan tingkat keuletan (*ductility*) material sebelum mengalami patah.

Persamaan regangan dinyatakan sebagai berikut:

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L_0} \times 100\% \quad (2.9)$$

dengan:

ε = regangan (%)

L_i = panjang akhir spesimen (mm)

δ = Displacement saat load max (mm)

2.4.2 Standar Uji Tarik ASTM E8/E8M

	Dimensions		
	Standard Specimens		Subsize Specimen
	Plate-Type, 40 mm [1.500 in.] Wide	Sheet-Type, 12.5 mm [0.500 in.] Wide	6 mm [0.250 in.] Wide
	mm [in.]	mm [in.]	mm [in.]
G—Gauge length (Note 1 and Note 2)	200.0 ± 0.2 [8.00 ± 0.01]	50.0 ± 0.1 [2.000 ± 0.005]	25.0 ± 0.1 [1.000 ± 0.003]
W—Width (Note 3 and Note 4)	40.0 ± 2.0 [1.500 ± 0.125, -0.250]	12.5 ± 0.2 [0.500 ± 0.010]	6.0 ± 0.1 [0.250 ± 0.005]
T—Thickness (Note 5)		thickness of material	
R—Radius of fillet, min (Note 6)	25 [1]	12.5 [0.500]	6 [0.250]
L—Overall length, min (Note 2, Note 7, and Note 8)	450 [18]	200 [8]	100 [4]
A—Length of reduced section, min	225 [9]	57 [2.25]	32 [1.25]
B—Length of grip section, min (Note 9)	75 [3]	50 [2]	30 [1.25]
C—Width of grip section, approximate (Note 4 and Note 9)	50 [2]	20 [0.750]	10 [0.375]

Gambar 2. 2 Standar ukuran spesimen ASTM E8/E8M
(sumber : ASTM E8/E8M)

Standar pengujian tarik logam yang digunakan pada penelitian ini adalah ASTM International ASTM E8/E8M, yaitu standar internasional untuk pengujian

tarik material logam. Standar ini mengatur bentuk dan dimensi spesimen, prosedur pengujian, kecepatan pembebanan, serta metode perhitungan parameter mekanik material. Menurut ASTM E8/E8M, tujuan utama standar ini adalah memperoleh data mekanik material secara seragam dan akurat sehingga hasil pengujian dapat dibandingkan secara ilmiah. Standar ini banyak digunakan dalam penelitian material hasil pengecoran karena mampu memberikan hasil pengujian yang konsisten terhadap sifat mekanik logam.

2.5 Pengujian Bending

Pengujian tekuk atau bend test merupakan salah satu metode pengujian mekanik yang digunakan untuk mengevaluasi keuletan (*ductility*) suatu material logam ketika mengalami pembebanan lentur. Berbeda dengan pengujian tarik yang menghasilkan data kuantitatif berupa kurva tegangan-regangan, pengujian bending menurut standar ASTM E290 bersifat non-kuantitatif (*non-quantitative*) dan dievaluasi berdasarkan kemampuan material menahan deformasi lentur hingga sudut tertentu tanpa menunjukkan retak pada permukaan tarik (ASTM E290 - *Standard Test Methods for Bend Testing of Material for Ductility*, 2022).

Dalam pengujian tekuk, spesimen dilenturkan melalui kontak dengan penekan (*plunger*) di antara dua tumpuan (*support*) hingga terjadi deformasi lentur, kemudian permukaan spesimen pada sisi cembung (bagian yang mengalami tegangan tarik) diperiksa secara visual untuk mendeteksi ada atau tidaknya retak (Davis, 2004).

2.5.1 Parameter Uji Bending

Berdasarkan ketentuan pelaporan hasil pengujian bending pada ASTM E290, parameter yang dievaluasi dalam penelitian ini meliputi:

1. Hubungan Load-Displacement

Grafik yang menggambarkan hubungan antara besarnya gaya tekan (*load*) yang diberikan dengan perpindahan/defleksi (*displacement*) yang terjadi pada spesimen selama proses pembebanan lentur, sebagai data pendukung yang direkam langsung dari mesin uji (*Universal Testing Machine*) untuk mengamati perilaku material secara umum selama pembebanan.

2. Sudut Lentur (*Angle of Bend*)

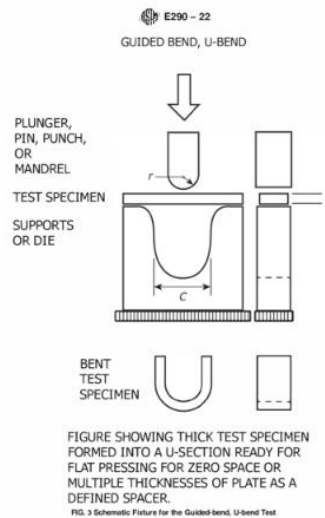
Sudut yang terbentuk antara proyeksi garis permukaan datar spesimen di luar area lengkungan, diukur pada saat spesimen masih berada di bawah gaya pembebanan, sesuai ketentuan pengukuran untuk *guided-bend test*.

3. Kondisi Permukaan (Ada/Tidaknya Retak)

Hasil pemeriksaan visual dengan mata telanjang terhadap permukaan cembung spesimen setelah pengujian, untuk menentukan ada tidaknya retak atau ketidakrataan permukaan (*surface irregularity*) yang terbentuk akibat pembebanan lentur.

Ketiga parameter tersebut saling melengkapi: kurva load-displacement menggambarkan perilaku mekanik material secara deskriptif selama pembebanan, sedangkan sudut lentur dan kondisi retak menjadi indikator utama tingkat keuletan material sesuai kriteria evaluasi dalam ASTM E290. Material dinyatakan memenuhi kriteria keuletan apabila mampu mencapai sudut lentur tertentu tanpa menunjukkan retak yang signifikan pada permukaan tarik.

2.5.2 Standar Uji Bending ASTM E290



Gambar 2. 3 Guided Bend, U-Bend ASTM E-290
(Sumber: ASTM E-290)

Pengujian bending pada penelitian ini mengacu pada standar ASTM International ASTM E290, yaitu *Standard Test Methods for Bend Testing of Material for Ductility*. Standar ini digunakan untuk mengevaluasi sifat keuletan (*ductility*) material logam melalui proses pembebanan lentur dengan metode tertentu hingga spesimen mengalami deformasi plastis atau menunjukkan indikasi retak (ASTM E290 - Standard Test Methods for Bend Testing of Material for Ductility, 2022).

Pada ASTM E290, parameter pengujian yang diperhatikan meliputi dimensi spesimen, metode pembebanan, diameter penekan (*former*), jarak antar tumpuan (*span*), ketebalan spesimen, dan kondisi permukaan spesimen setelah pengujian selesai. Evaluasi hasil pengujian dilakukan berdasarkan kemampuan material menahan deformasi lentur tanpa mengalami keretakan yang signifikan.

2.6 Penelitian Terdahulu

Kajian penelitian terdahulu dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh perbandingan serta acuan bagi penelitian yang sedang dilakukan. Selain itu, kajian ini juga dimaksudkan untuk menghindari adanya kesamaan dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Berdasarkan hal tersebut, berikut disajikan beberapa hasil penelitian terdahulu yang menjadi rujukan dalam penelitian ini:

Nyangsang (2019) meneliti pengecoran propeller kapal nelayan berbahan paduan aluminium dengan penambahan Cu dan Mg. Hasilnya, Mg meningkatkan kekerasan namun menurunkan kekuatan tarik dan keuletan, sedangkan Cu membantu mengurangi porositas. Komposisi 70% Al-10% Cu-20% Mg memberikan kekerasan tertinggi, sementara 80% Al-10% Cu-10% Mg memberikan kekuatan tarik dan ketangguhan impak terbaik. Penelitian ini belum disertai perhitungan kekuatan struktur untuk validasi terhadap nilai aktual eksperimen.

Penelitian lain mengkaji pengaruh Mg pada paduan Al6061 terhadap sifat mekanis baling-baling perahu ketek. Kekuatan impak meningkat seiring bertambahnya Mg, namun kekerasan justru menurun. Penelitian ini tidak disertai pengujian tarik maupun perhitungan kekuatan struktur.

Ramadhani et al. (2022) meneliti pengaruh komposisi Cu-Zn terhadap kekerasan dan struktur mikro aluminium die casting (ADC) 12 sebagai bahan propeller. Penambahan Cu-Zn meningkatkan kekerasan hingga 72,6 HRC, dua kali lipat ADC 12 murni, dengan struktur mikro yang menunjukkan batas butir lebih banyak sehingga ketahanan terhadap retakan meningkat. Produk propeller 6,5 inci berhasil dibuat, namun uji tarik dan analisis kekuatan struktur belum dilakukan.

Rahayu (2018) meneliti pengaruh komposisi kuningan (CuZn) terhadap kekuatan impak, kekerasan, dan struktur mikro hasil pengecoran aluminium. Hasilnya serupa, kekerasan meningkat signifikan hingga 72,6 HRC dengan struktur mikro yang lebih tahan retak, namun tanpa pengujian tarik maupun analisis kekuatan struktur material.

Manik et al. (2022) meneliti sifat mekanis paduan aluminium A356 dengan penambahan Cu melalui gravity casting. Komposisi optimum 2% Cu menghasilkan kekuatan tarik 228,22 MPa, elongasi 5,7%, dan impak 6,18 J/cm², namun penambahan Cu lebih tinggi membuat material lebih getas. Penelitian ini menggunakan metode gravity casting, bukan sand casting, dan tanpa analisis kekuatan struktur.

Penelitian-penelitian terdahulu masih terbatas pada karakterisasi material eksisting atau variasi unsur Mg dan Cu, dengan pengujian yang didominasi kekerasan, struktur mikro, dan impak, sementara pengujian tarik dan validasi antara hasil teoritis dengan eksperimen pada propeller hasil sand casting belum banyak dikaji. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengkaji kesesuaian hasil perhitungan teoritis dengan karakteristik kekuatan mekanis berdasarkan pengujian tarik pada propeller kapal berbahan aluminium dan paduan aluminium-kuningan.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan