

Analisis Perbandingan Hasil Pengujian *Hose Test* Menggunakan *Jet Cleaner* dan Pompa Truk Air pada Bukaannya *Deckhouse* kapal *Tugboat*

Muhammad Refy Hidayat^{*1}, Nurman Pamungkas^{1*} and Tiwi Gustria Ningsih^{2*}

^{*} Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

¹E-mail: refyhidayat7@gmail.com

Abstrak

Pengujian *hose test* merupakan salah satu metode untuk memastikan kedapannya bukaan *deckhouse* kapal *tugboat* terhadap masuknya air. Pada penelitian ini digunakan dua alat pengujian, yaitu *Jet Cleaner* dan Pompa Truk Air, yang memiliki karakteristik tekanan dan debit aliran berbeda. *Jet Cleaner* memiliki tekanan 25 bar dengan debit aliran 8 liter/menit, sedangkan Pompa Truk Air memiliki tekanan 2 bar dengan debit aliran 400 liter/menit. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan hasil pengujian *hose test* dengan mempertimbangkan perbedaan karakteristik tekanan dan debit aliran masing-masing alat dalam mendeteksi kebocoran. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif komparatif dengan objek penelitian berupa jendela navigasi, pintu navigasi, jendela akomodasi, pintu akomodasi, serta *engine casing*. Pengujian dilakukan pada 36 objek bukaan *deckhouse* kapal *tugboat*, kemudian dianalisis data menggunakan statistik deskriptif, uji normalitas Shapiro–Wilk, dan uji *Wilcoxon Signed Rank Test* dengan bantuan SPSS. Hasil analisis menunjukkan bahwa *Jet Cleaner* mendeteksi 3 titik kebocoran sedangkan Pompa Truk Air mendeteksi 10 titik kebocoran. Hasil uji normalitas Shapiro–Wilk menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,001 ($<0,05$), sehingga data tidak berdistribusi normal dan pengujian hipotesis dilanjutkan menggunakan *Wilcoxon Signed Rank Test*. Hasil pengujian memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,038 ($<0,05$), yang menunjukkan Pompa Truk Air memiliki kemampuan deteksi kebocoran lebih tinggi yang dipengaruhi oleh debit aliran air lebih besar. Meskipun demikian, *Jet Cleaner* tetap memiliki keunggulan berupa tekanan semprotan yang lebih tinggi dan fleksibilitas penggunaan. Oleh karena itu, Pompa Truk Air dapat dipertimbangkan sebagai alternatif alat pelaksanaan *hose test* pada bukaan *deckhouse* kapal *tugboat*.

Kata kunci : *Hose test, Jet cleaner, Pompa truk air, Deteksi kebocoran, Bukaannya deckhouse, kapal tunda*

Abstract

Hose testing is one of the methods used to ensure the watertightness of tugboat deckhouse openings against water ingress. This study used two testing tools, namely Jet Cleaner and Water Truck Pump, which have different pressure and flow rate characteristics. The Jet Cleaner operates at a pressure of 25 bar with a flow rate of 8 liters/minute, while the Water Truck Pump operates at a pressure of 2 bar with a flow rate of 400 liters/minute. This study aims to analyze the differences in hose test results by considering the differences in pressure and flow rate characteristics of each tool in detecting leakage points. The research method used was quantitative comparative analysis with research objects consisting of navigation windows, navigation doors, accommodation windows, accommodation doors, and engine casing. Testing was conducted on 36 deckhouse openings of a tugboat, and the data were analyzed using descriptive statistics, the Shapiro–Wilk normality test, and the Wilcoxon Signed Rank Test with the assistance of SPSS. The results showed that the Jet Cleaner detected 3 leakage points, while the Water Truck Pump detected 10 leakage points. The Shapiro–Wilk normality test obtained a significance value of 0.001 (<0.05), indicating that the data were not normally distributed; therefore, hypothesis testing was continued using the Wilcoxon Signed Rank Test. The test results obtained a significance value of 0.038 (<0.05), indicating that the Water Truck Pump had a higher leak detection capability, which was influenced by its higher water flow rate. Nevertheless, the Jet Cleaner still has advantages in terms of higher spray pressure and usage flexibility. Therefore, the Water Truck Pump can be considered as an alternative tool for conducting hose tests on tugboat deckhouse openings.

Keywords : *Hose test, Jet cleaner, Truck water pump, leak detection, Deck house opening, tugboat ship*

1 Pendahuluan

Kapal tunda atau *tugboat* merupakan jenis kapal khusus yang digunakan untuk membantu proses manuver kapal, baik dalam kegiatan menarik maupun mendorong kapal lain. Kapal ini banyak digunakan di area pelabuhan, perairan terbuka, maupun sungai. Keberadaan kapal tunda memiliki peran penting dalam kegiatan pelabuhan, terutama untuk membantu kapal berukuran besar saat melakukan proses sandar maupun lepas sandar. [1]. Untuk mendukung fungsi tersebut, kapal tunda harus memiliki struktur yang kuat dan memenuhi standar keselamatan, terutama pada bagian atas kapal yang berhadapan langsung dengan kondisi lingkungan luar. Pada kapal *tugboat*, *deckhouse* terdiri dari dua tingkat bangunan dengan fungsi yang berbeda. Tingkat pertama digunakan sebagai area akomodasi kru yang dilengkapi dengan fasilitas seperti dapur, *messroom*, toilet, dan ruang istirahat. Selain itu, pada area ini terdapat beberapa bukaan, seperti *side scuttle* atau jendela bundar yang berfungsi sebagai sumber pencahayaan alami dan pintu akses sebagai jalur keluar masuk kru.

Sementara itu, pada tingkat kedua terdapat ruang navigasi yang dilengkapi dengan berbagai peralatan seperti radar, kompas, sistem komunikasi, dan kemudi kapal, yang berfungsi sebagai pusat pengendalian kapal [2], pada ruang navigasi tersebut terdapat jendela navigasi dan pintu akses masuk ke ruang navigasi, menurut peraturan *American Bureau of Shipping* dalam *Rules for Building and Classing Steel Vessels, Part 3 Chapter 2 Section 9*, semua pintu kedap air wajib menjalani *hose test* setelah dipasang di kapal, pengujian dilakukan pada salah satu sisi, yaitu sisi luar pintu dengan mempertimbangkan kondisi apabila terjadi genangan atau banjir, tekanan air hanya terjadi pada satu sisi pintu. [3]. Karena kedua area tersebut memiliki fungsi penting di atas kapal, maka kekedapan pada bagian bukaan *deckhouse* perlu dijaga dengan baik untuk mencegah terjadinya kebocoran. Kebocoran yang terjadi dapat mengganggu kenyamanan kru serta berpotensi menyebabkan kerusakan pada peralatan navigasi kapal. Selain itu, *engine casing* yang berada di bagian belakang ruang navigasi berfungsi sebagai akses keluar masuknya mesin utama dan generator. Setelah pemasangan komponen ruang mesin selesai, bagian tersebut ditutup kembali menggunakan *engine casing* yang berfungsi sebagai pelindung untuk menjaga area mesin dari pengaruh lingkungan luar, termasuk paparan air laut. Keberadaan *engine casing* harus dipastikan memiliki tingkat kekedapan yang baik agar dapat mencegah masuknya air ke dalam ruang mesin. Oleh karena itu, selama proses pembangunan dan pemeriksaan kapal, pengujian kekedapan menjadi salah satu tahapan penting untuk memastikan struktur kapal memenuhi standar keselamatan yang berlaku. Salah satu metode yang digunakan dalam pemeriksaan tersebut adalah *hose test*, yaitu pengujian dengan cara menyembrotkan air bertekanan pada area yang akan diperiksa untuk mengetahui adanya potensi kebocoran.

Dalam pelaksanaan *hose test* di lapangan, alat pengujian yang digunakan dapat bervariasi sesuai dengan ketersediaan peralatan dan kondisi di galangan, di antaranya menggunakan *Jet Cleaner* dan Pompa Truk Air. *Jet Cleaner* merupakan alat penyemprot air bertekanan tinggi yang menghasilkan aliran air bertekanan dan umumnya digunakan untuk kegiatan pencucian kendaraan seperti motor dan mobil. Sementara itu, Pompa Truk Air merupakan unit kendaraan tangki pemasok air yang berfungsi menyalurkan air melalui selang dengan debit aliran besar untuk kebutuhan industri. Kedua alat tersebut memiliki karakteristik alat yang berbeda, terutama dari segi tekanan dan debit aliran yang dihasilkan. Menurut ketentuan dari Biro Klasifikasi Indonesia dalam *Rules for Classification and Surveys, Part 1 Seagoing Ships, Volume I*, pengujian ini harus dilakukan dengan tekanan air minimum 2 bar selama proses pengujian. Lubang pada selang penyemprot yang digunakan harus memiliki diameter dalam minimal 12 mm, dan semburan air harus diarahkan tegak lurus ke permukaan objek uji pada jarak penyemprotan tidak melebihi 1,5 meter [4]. Persyaratan tersebut bertujuan untuk memastikan proses pengujian dilakukan sesuai dengan kondisi yang telah ditetapkan, sehingga tekanan dan distribusi air yang diberikan dapat menggambarkan kondisi sebenarnya yang dapat terjadi selama kapal beroperasi.

Penelitian sebelumnya lebih banyak membahas metode pengujian kebocoran pada komponen tertentu menggunakan metode seperti *hydrotest*. Metode ini dilakukan dengan memberikan tekanan fluida berupa air ke dalam bagian yang diuji untuk memastikan kemampuan komponen dalam menahan tekanan fluida [5]. Selain itu, penelitian lain juga membahas pengujian kebocoran dengan membandingkan metode *chalk test* dan *air pressure test*. Pada metode *chalk test*, kebocoran dideteksi melalui adanya jejak atau perubahan pada permukaan kapur akibat fluida yang melewati celah atau sambungan. Sementara itu, metode *air pressure test* memanfaatkan tekanan udara sebagai media pengujian, dengan bantuan larutan busa sabun untuk mendeteksi kebocoran melalui terbentuknya gelembung pada area yang mengalami kebocoran [6]. Namun, penelitian tersebut hanya membandingkan hasil pengujian berdasarkan pengamatan secara deskriptif tanpa melakukan pengujian statistik untuk membuktikan apakah terdapat perbedaan yang signifikan. Selain itu, penelitian tersebut berfokus pada pemeriksaan hasil pengelasan pelat kapal, sehingga belum membahas pengujian kebocoran pada bukaan *deckhouse*. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji lebih lanjut perbedaan hasil pengujian *hose test* menggunakan *Jet Cleaner* dan Pompa Truk Air melalui pendekatan statistik agar dapat diketahui secara objektif berdasarkan data yang diperoleh.

Batasan masalah dalam penelitian ini mencakup pengujian menggunakan dua alat, yaitu *Jet Cleaner* dan Pompa Truk Air pada kapal *tugboat*. Pengujian dilakukan pada objek yang sama dengan menggunakan kedua alat secara bergantian, sehingga hasil pengujian yang diperoleh dapat dibandingkan. Ruang lingkup pengujian dibatasi pada bukaan *deckhouse*, yang meliputi jendela navigasi, pintu navigasi, jendela akomodasi, pintu akomodasi, serta *engine casing* sebagai bagian yang berpotensi mengalami kebocoran akibat paparan langsung terhadap kondisi lingkungan laut. Berdasarkan batasan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan hasil pengujian *hose test* menggunakan *Jet Cleaner* dan Pompa Truk Air dengan mempertimbangkan perbedaan karakteristik tekanan dan debit aliran masing-masing alat dalam mendeteksi titik kebocoran pada bukaan *deckhouse* kapal *tugboat*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan bahan pertimbangan bagi PT Bahtera Bahari Shipyard dalam menentukan alat pengujian yang sesuai untuk pelaksanaan *hose test*.

2 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif komparatif dengan tujuan untuk menganalisis dan membandingkan hasil pengujian menggunakan dua alat, yaitu *Jet Cleaner* dan Pompa Truk Air, berdasarkan data kuantitatif berupa jumlah titik kebocoran yang terdeteksi pada bukaan *deckhouse* kapal *tugboat*.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1 Identifikasi Masalah

Pada pelaksanaan *hose test* di PT Bahtera Bahari Shipyard yang dilakukan bersama pihak *Quality Control* (QC) dan *Class Surveyor*, pengujian dilakukan menggunakan dua alat, yaitu *Jet Cleaner* sebagai metode pengujian awal dan Pompa Truk Air sebagai pengujian kedua untuk mendeteksi kebocoran pada bukaan *deckhouse* kapal *tugboat*, pengujian dilakukan pada objek yang sama dengan menggunakan kedua alat secara bergantian. Menurut hipotesis awal, diduga terdapat perbedaan hasil pengujian kebocoran antara penggunaan *Jet Cleaner* dan Pompa Truk Air. Oleh karena itu, diperlukan analisis lebih lanjut untuk mengetahui perbedaan hasil pengujian kebocoran yang dihasilkan oleh kedua alat tersebut.

Hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pengujian kebocoran menggunakan *Jet Cleaner* dan Pompa Truk Air.
- H_1 : Terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pengujian kebocoran menggunakan *Jet Cleaner* dan Pompa Truk Air.

Kriteria pengambilan keputusan pada uji *Wilcoxon Signed Rank Test* adalah sebagai berikut.

- $\text{Sig.} \geq 0,05 \rightarrow H_0$ diterima dan H_1 ditolak, sehingga tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pengujian menggunakan *Jet Cleaner* dan Pompa Truk Air.
- $\text{Sig.} < 0,05 \rightarrow H_0$ ditolak dan H_1 diterima, sehingga terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pengujian menggunakan *Jet Cleaner* dan Pompa Truk Air.

2.2 Studi Literatur

Tahap awal penelitian diawali dengan studi literatur untuk memperoleh pemahaman mengenai teori, standar, dan referensi yang berkaitan dengan penelitian. Sumber literatur yang digunakan meliputi jurnal ilmiah dan peraturan klasifikasi. Landasan teori tersebut menjadi dasar dalam proses pengolahan serta analisis data penelitian, yang mencakup:

- Rules BKI (Biro Klasifikasi Indonesia) 2026
- Rules ABS (*American Bureau of Shipping*) 2025
- Teori statistik

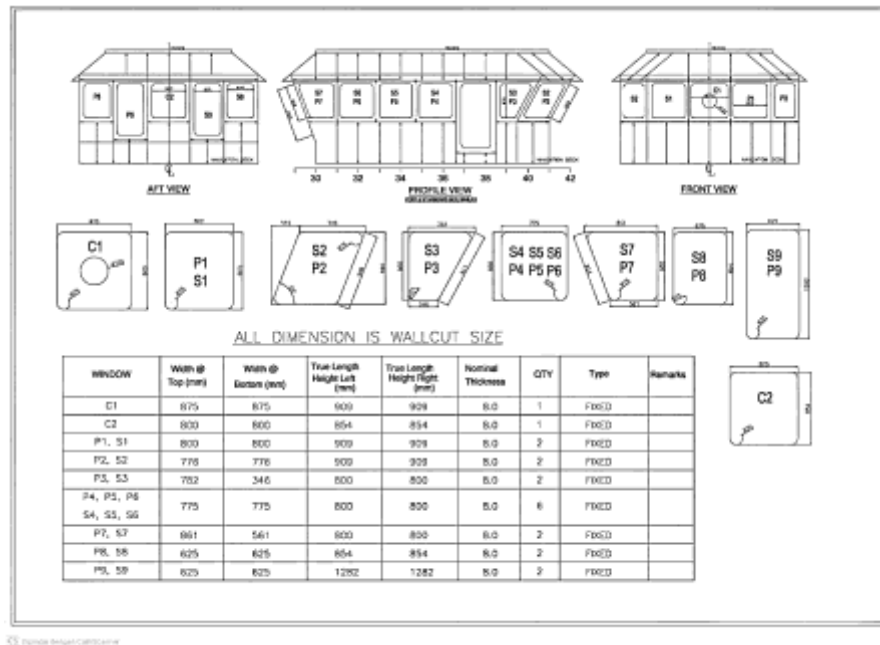
2.3 Pengumpulan Data

Berikut ini adalah dimensi jendela navigasi yang digunakan sebagai acuan selama pengujian untuk memastikan bahwa spesimen uji sesuai dengan kondisi lapangan, sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Dimensi Jendela navigasi

<i>Windows</i>	<i>Wall Cut Size</i>					<i>Nominal THK</i>	<i>QTY</i>	<i>Type</i>	<i>Location</i>
	<i>Width At Top</i>	<i>Width At Bottom</i>	<i>True Height Left</i>	<i>True Height Right</i>	<i>Radius</i>				
<i>C1</i>	875	875	909	909	75	8	1	<i>Fixed</i>	<i>Wheel House</i>
<i>C2</i>	800	800	854	854	75	8	1	<i>Fixed</i>	<i>Wheel House</i>
<i>P1, S1</i>	800	800	909	909	75	8	2	<i>Fixed</i>	<i>Wheel House</i>
<i>P2, S2</i>	776	776	909	909	75	8	2	<i>Fixed</i>	<i>Wheel House</i>
<i>P3, S3</i>	782	346	800	800	75	8	2	<i>Fixed</i>	<i>Wheel House</i>
<i>P4, P5, P6, S4, S5, S6</i>	775	775	800	800	75	8	6	<i>Fixed</i>	<i>Wheel House</i>
<i>P7, S7</i>	861	561	800	800	75	8	2	<i>Fixed</i>	<i>Wheel House</i>
<i>P8, S8</i>	625	625	854	854	75	8	2	<i>Fixed</i>	<i>Wheel House</i>
<i>P9, S9</i>	625	625	1282	1282	75	8	2	<i>Fixed</i>	<i>Wheel House</i>

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai bentuk dan ukuran jendela navigasi sebagai objek uji, ditampilkan dokumentasi spesimen sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



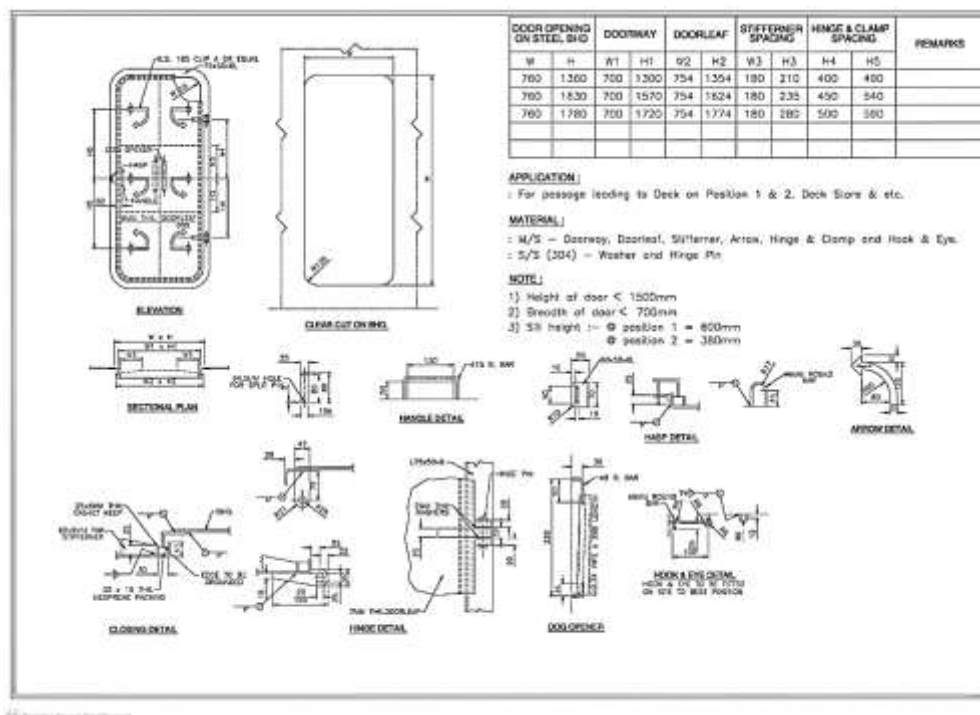
Gambar 2. Detail Jendela navigasi

Berikut ini adalah dimensi pintu navigasi yang digunakan sebagai acuan selama pengujian untuk memastikan bahwa spesimen uji sesuai dengan kondisi di lapangan, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Dimensi Pintu navigasi

Door Opening On Steel BHD		Doorway		Doorleaf		Stiffener Spacing		Hinge & Clamp Spacing	
W	H	W1	H1	W2	H2	W3	H3	H4	H5
760	1780	700	1720	754	1774	180	280	500	590

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai bentuk dan ukuran pintu navigasi sebagai objek uji, ditampilkan dokumentasi spesimen sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.



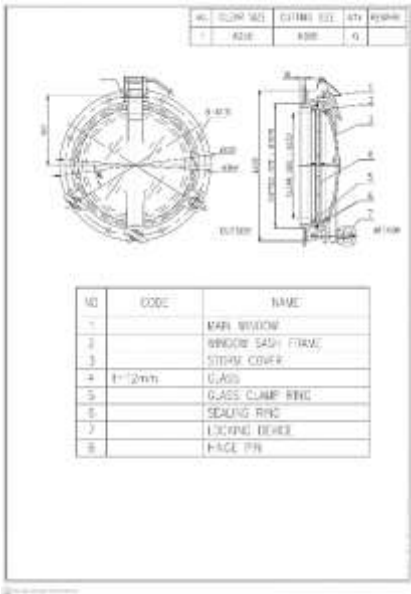
Gambar 3. Detail Pintu navigasi

Berikut ini disajikan dimensi *side scuttle* atau jendela bundar yang digunakan sebagai acuan selama pengujian, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Dimensi jendela bundar

No	Clear Size	Cutting Size	QTY
1	Ø250 mm	Ø308 mm	11

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai bentuk dan ukuran *side scuttle* atau jendela bundar pada *deck house*, ditampilkan dokumentasi spesimen sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.



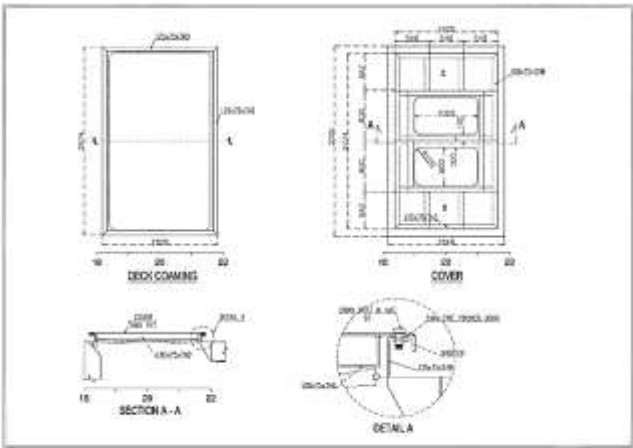
Gambar 4. Detail Jendela bundar

Berikut ini disajikan data dimensi *engine casing* yang digunakan sebagai acuan selama pengujian untuk memastikan kesesuaian spesimen uji dengan kondisi di lapangan, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Dimensi Engine Casing

Cover Pelat Engine Casing		Angle Bar Engine Casing			Ukuran Casing		THK	QTY Casing
L	W	H	W	T	L	W		
3000	1260	100	75	7	1000	600	8	2

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai bentuk dan ukuran *engine casing* sebagai objek uji, ditampilkan dokumentasi spesimen sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Detail Engine Casing

Berikut ini data spesifikasi mesin yang digunakan pada *Jet Cleaner*, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Spesifikasi *Jet Cleaner*

Spesifikasi	<i>BLACKFOOT Adjustable High Pressure Jet Cleaner</i>
Merk	<i>BLACKFOOT</i>
Jenis alat	<i>High Pressure Jet Cleaner</i>
Fungsi	Penyemprotan air bertekanan tinggi
Motor	<i>Induction Motor</i>
Tegangan	220 V / 50 Hz
Daya Listrik	400 Watt
Tekanan Maksimum	120 bar
Debit aliran	8 L/menit
Panjang selang <i>input</i>	15 meter
Panjang selang <i>output</i>	6 meter

Berikut ini adalah data spesifikasi mesin pompa yang digunakan pada pompa truk air, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Spesifikasi Mesin Pompa Truk Air

Parameter	Spesifikasi
Model pompa	DESMI
Jenis pompa	<i>Centrifugal, Self-Priming</i>
Seri pompa	DESMI SA-50T
Kapasitas Aliran	400 L/menit
Diameter <i>inlet</i>	2 inci (50 mm)
Diameter <i>outlet</i>	2 inci (50 mm)
Material Casing	Alumunium tahan air laut
Material Impeler	<i>Stainless Steel</i>
Mesin penggerak	Hatz 1B20 Engine
Jenis bahan Bakar	Diesel
Daya Mesin	3,4 kw
Putaran Maximum	3600 rpm
Sistem Starter	<i>Recoil Start</i>

Berikut ini tabel menunjukkan karakteristik alat yang digunakan pada proses pengujian, meliputi jenis alat, debit aliran, dan tekanan kerja masing-masing alat yang digunakan dalam penelitian.

Tabel 7. Karakteristik Alat Pengujian

No	Alat	Debit Aliran	Tekanan
1	<i>Jet Cleaner</i>	8 liter/menit	25 bar
2	Pompa Truk Air	400 liter/menit	2 bar

2.4 Persiapan Alat Pengujian

2.4.1 Peralatan Pengujian Menggunakan *Jet Cleaner*

Pelaksanaan pengujian menggunakan *Jet Cleaner* dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut.

Tabel 8. Peralatan *Jet Cleaner*

No	Nama	Gambar	Kegunaan
1	Mesin <i>Jet Cleaner</i>		Mesin penyemprot air bertekanan tinggi yang digunakan sebagai alat utama dalam pelaksanaan pengujian awal <i>hose test</i> .
2	Selang <i>Input</i>		Selang <i>input</i> ini berdiameter 12 mm digunakan untuk mengalirkan air dari sumber air menuju mesin <i>Jet Cleaner</i> sebagai media yang akan diproses dan diberikan tekanan.
3	Selang <i>Output</i> dan <i>Water Gun</i>		Selang <i>output</i> berfungsi menyalurkan air bertekanan dari mesin menuju <i>water gun</i> . <i>Water gun</i> memiliki diameter 13 mm digunakan untuk mengarahkan dan menyembrotkan air bertekanan ke area pengujian.
4	Kabel Stop Kontak		Kabel stop kontak digunakan sebagai media penyalur sumber daya listrik untuk mengoperasikan mesin <i>Jet Cleaner</i> .
5	<i>Pressure gauge</i>		<i>Pressure gauge</i> digunakan untuk mengukur dan memantau besar tekanan air yang dihasilkan selama proses pengujian berlangsung. Alat ini memiliki rentang pengukuran tekanan sebesar 0-75 bar.
6	Bak Penampung Air		Air di dalam bak kemudian dialirkan melalui selang <i>input</i> menuju mesin <i>Jet Cleaner</i> untuk diproses menjadi aliran air bertekanan tinggi.

2.4.2 Peralatan Pengujian Menggunakan Pompa Truk Air

Pelaksanaan uji menggunakan Pompa Truk Air dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut.

Tabel 9. Peralatan Pompa Truk Air

No	Nama	Gambar	Kegunaan
1	Truk Tangki Air		Truk tangki air digunakan sebagai media penyimpanan dan penyuplai air yang akan digunakan selama proses pengujian berlangsung.

2	Mesin Pompa		Mesin berfungsi sebagai sumber tenaga penggerak yang memutar pompa, kemudian pompa akan menghisap air dari dalam tangki dan mendorongnya menuju selang penyemprotan.
3	Selang Penyemprot		Selang penyemprot ini memiliki diameter 2 inci digunakan untuk menyalurkan air bertekanan dari pompa menuju alat penyemprot.
4	Alat Penyemprot		Alat penyemprot ini memiliki diameter lubang 14 mm yang digunakan untuk mengarahkan dan menyemprotkan air ke area pengujian sesuai kebutuhan pengujian kebocoran.
5	Pressure Gauge		Digunakan untuk mengukur tekanan air yang digunakan selama pengujian, dengan kapasitas (7,0 kgf/cm ² atau 100 psi), buatan WIKA, dengan rentang pengukuran 0–7 bar.

2.5 Pelaksanaan pengujian

2.5.1 Pelaksanaan Pengujian Menggunakan *Jet Cleaner*

a. Persiapan Peralatan

Menyiapkan seluruh peralatan yang digunakan, meliputi mesin *Jet Cleaner*, selang *input*, selang *output* dan *water gun*, kabel stop kontak, *pressure gauge*, serta bak penampung air. Seluruh peralatan diperiksa terlebih dahulu untuk memastikan kondisinya layak digunakan.

b. Pemasangan Peralatan

Selang *input* dihubungkan dari bak penampung air ke mesin *Jet Cleaner*, sedangkan selang *output* dipasang pada sisi keluaran mesin dan dihubungkan dengan *water gun*. *Pressure gauge* di cek untuk memantau tekanan air selama proses pengujian.

c. Penyambungan Sumber Listrik

Mesin *Jet Cleaner* dihubungkan ke sumber listrik menggunakan kabel stop kontak, kemudian mesin dinyalakan sesuai prosedur pengoperasian.

d. Pengaturan Tekanan Air

Mesin dijalankan hingga menghasilkan tekanan kerja yang diinginkan. Tekanan air dipantau menggunakan *pressure gauge* agar tetap berada pada nilai yang telah ditentukan selama pengujian berlangsung.

e. Pelaksanaan *Hose Test*

Air bertekanan tinggi disemprotkan menggunakan *water gun* ke seluruh bagian bukaan *deckhouse* yang diuji, seperti jendela navigasi, pintu navigasi, jendela akomodasi, pintu akomodasi, dan *engine casing*. Penyemprotan dilakukan secara merata dengan memperhatikan jarak dan arah semprotan sesuai prosedur pengujian.

f. Pemeriksaan Kebocoran

Selama penyemprotan berlangsung, bagian dalam bukaan diamati untuk mengetahui ada atau tidaknya rembesan atau kebocoran air. Pemeriksaan dilakukan bersama pihak *Quality Control* (QC) dan *Class Surveyor*.

g. Dokumentansi dan Pengumpulan Data

Titik kebocoran ditandai menggunakan spidol berwarna kuning, kemudian didokumentasikan melalui foto atau video. Data tersebut selanjutnya digunakan sebagai bahan analisis dan dibandingkan dengan hasil pengujian menggunakan Pompa Truk Air.

2.5.2 Pelaksanaan Pengujian Menggunakan Pompa Truk Air

a. Persiapan Peralatan

Menyiapkan seluruh peralatan yang digunakan, meliputi truk tangki air, mesin pompa, selang penyemprot, alat penyemprot, dan *pressure gauge*. Seluruh peralatan diperiksa terlebih dahulu untuk memastikan kondisinya layak digunakan.

b. Pemasangan Peralatan

Selang penyemprot dihubungkan pada keluaran pompa dan dipasang alat penyemprot pada ujung selang. *Pressure gauge* dipasang untuk memantau tekanan air selama proses pengujian berlangsung.

c. Pengoperasian Mesin Pompa

Mesin pompa dihidupkan dengan cara menarik tali starter secara manual untuk menghisap air dari dalam tangki truk dan mengalirkannya menuju selang penyemprot hingga sistem bekerja dengan normal.

d. Pengaturan Tekanan Air

Tekanan air diatur sesuai ketentuan pengujian dan dipantau menggunakan *pressure gauge* agar tetap berada pada tekanan yang telah ditentukan selama pengujian berlangsung.

e. Pelaksanaan *Hose Test*

Air disemprotkan menggunakan alat penyemprot ke seluruh bagian bukaan *deckhouse* yang diuji, seperti jendela navigasi, pintu navigasi, jendela akomodasi, pintu akomodasi, dan *engine casing*. Penyemprotan dilakukan secara merata dengan memperhatikan jarak dan arah semprotan sesuai prosedur pengujian.

f. Pemeriksaan Kebocoran

Bagian dalam bukaan diamati selama proses penyemprotan untuk mengetahui adanya rembesan atau kebocoran air. Pemeriksaan dilakukan bersama pihak *Quality Control* (QC) dan *Class Surveyor*.

g. Dokumentasi dan Pengumpulan Data

Titik kebocoran ditandai menggunakan spidol berwarna biru, kemudian didokumentasikan melalui foto atau video. Data tersebut selanjutnya digunakan sebagai bahan analisis dan dibandingkan menggunakan *Jet Cleaner*.

2.6 Teknik Analisis Data

Pengolahan dan analisis data pada penelitian ini dilakukan menggunakan software SPSS (*Statistical Product and Service Solutions*). Data hasil pengujian *hose test* berupa jumlah titik kebocoran yang terdeteksi oleh *Jet Cleaner* dan Pompa Truk Air pada setiap sampel terlebih dahulu direkap dan disusun dalam bentuk tabel menggunakan Microsoft Excel. Selanjutnya, data diimpor ke dalam SPSS untuk dianalisis. Analisis data meliputi analisis statistik deskriptif dilanjutkan dengan uji normalitas Shapiro–Wilk untuk mengetahui distribusi data. Apabila hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data berdistribusi tidak normal, maka pengujian hipotesis dilanjutkan menggunakan uji *Wilcoxon Signed Rank Test* untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pengujian *hose test* menggunakan *Jet Cleaner* dan Pompa Truk Air.

2.6.1 Analisis Statistik deskriptif

Statistik deskriptif merupakan metode statistik yang digunakan untuk merangkum dan menyajikan data melalui ukuran pemusatan dan penyebaran data [7]. Ukuran pemusatan meliputi nilai rata-rata, nilai minimum, nilai maksimum, dan jumlah data, serta ukuran penyebaran berupa standar deviasi. *Mean* merupakan nilai rata-rata dari seluruh data pengamatan.

Nilai rata-rata dihitung menggunakan rumus:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \dots\dots\dots [8]$$

Keterangan:

- a. $\bar{x}$ = nilai rata-rata
- b. $\sum x$ = jumlah seluruh data
- c. n = jumlah sampel

Standar deviasi digunakan untuk menunjukkan seberapa jauh nilai pengamatan menyimpang dari nilai rata-rata sehingga dapat menggambarkan variasi data yang dimiliki. standar deviasi dihitung menggunakan rumus:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots [8]$$

Keterangan:

- a. $\bar{x}$ = rata-rata data
- b. x_i = nilai pengamatan
- c. n = jumlah sampel
- d. s = standar deviasi

2.6.2 Uji Normalitas Shapiro–Wilk

Pada penelitian ini, uji normalitas dilakukan menggunakan metode Shapiro–Wilk karena jumlah sampel penelitian kurang dari 50. Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak. Apabila hasil pengujian menunjukkan bahwa data tidak berdistribusi normal, maka pengujian hipotesis dilanjutkan menggunakan metode non-parametrik.

Hipotesis pada pengujian ini yaitu:

- a. H_0 : data berdistribusi normal
- b. H_1 : data tidak berdistribusi normal

Statistik Shapiro–Wilk dapat dinyatakan dengan rumus:

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i x_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \dots\dots\dots [9]$$

Keterangan:

- a. W = keputusan Shapiro–Wilk
- b. a_i = konstanta Shapiro–Wilk
- c. $x_{(i)}$ = data yang diurutkan
- d. $\bar{x}$ = rata-rata data
- e. n = jumlah sampel

Kriteria pengambilan keputusan:

- a. Sig. > 0,05 → data berdistribusi normal
- b. Sig. < 0,05 → data tidak berdistribusi normal

2.6.3 Uji Wilcoxon Signed Rank Test

Apabila hasil uji normalitas menunjukkan data tidak berdistribusi normal, maka pengujian hipotesis dilakukan menggunakan *Wilcoxon Signed Rank Test*. Metode ini digunakan untuk menguji perbedaan dua kelompok data berpasangan dengan menggunakan sistem peringkat (*ranking*) berdasarkan selisih antar pasangan data. *Wilcoxon* dihitung berdasarkan jumlah peringkat dari selisih data pasangan dengan rumus:

$$Z = \frac{T - \frac{n(n+1)}{4}}{\sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}}} \dots \dots \dots [10]$$

Keterangan:

- Z = nilai statistik uji *Wilcoxon*.
- T = nilai statistik *Wilcoxon*, yaitu nilai terkecil antara jumlah peringkat positif (T^+) dan jumlah peringkat negatif (T^-).
- n = jumlah pasangan data yang memiliki selisih tidak sama dengan nol (ties tidak dihitung).
- $\frac{n(n+1)}{4}$ = nilai rata-rata distribusi T .
- $\sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}}$ = standar deviasi distribusi T .

Kriteria pengambilan keputusan:

- Sig. < 0,05 $\rightarrow$ H_0 ditolak dan H_1 diterima (terdapat perbedaan signifikan)
- Sig. > 0,05 $\rightarrow$ H_0 diterima dan H_1 ditolak (tidak terdapat perbedaan signifikan)

3 Analisis Data dan Pembahasan

3.1 Tabel Hasil Kebocoran

Pengujian *hose test* dilakukan pada 36 objek bukaan *deckhouse* kapal *tugboat* menggunakan dua metode pengujian, yaitu *Jet Cleaner* dan Pompa Truk Air. Untuk penyajian hasil pengujian, objek pengujian dibagi menjadi dua bagian, yaitu sebanyak 18 objek pengujian menggunakan *Jet Cleaner* pada sisi *starboard* dan 18 objek pengujian menggunakan Pompa Truk Air pada sisi *port*. Kedua metode pengujian dilakukan pada kondisi yang sama, yaitu sebelum proses repair dilakukan. Hasil pengujian dari kedua metode tersebut kemudian dibandingkan untuk mengetahui perbedaan kemampuan masing-masing alat dalam mendeteksi titik kebocoran pada bukaan *deckhouse* kapal *tugboat*.

Tabel 10. Hasil Kebocoran

No	Sampel	Jet Cleaner	Sampel	Pompa Truk Air
1	Jendela navigasi 1 aft center	0	Jendela navigasi 1 forward center	0
2	Jendela navigasi 1 starboard	0	Jendela navigasi 1 port	0
3	Jendela navigasi 2 starboard	0	Jendela navigasi 2 port	0
4	Jendela navigasi 3 starboard	1	Jendela navigasi 3 port	1
5	Jendela navigasi 4 starboard	1	Jendela navigasi 4 port	1
6	Jendela navigasi 5 starboard	1	Jendela navigasi 5 port	1
7	Jendela navigasi 6 starboard	0	Jendela navigasi 6 port	1
8	Jendela navigasi 7 starboard	0	Jendela navigasi 7 port	2
9	Jendela navigasi 8 starboard	0	Jendela navigasi 8 port	1
10	Jendela navigasi 9 starboard	0	Jendela navigasi 9 port	0
11	Pintu navigasi 1 starboard	0	Pintu navigasi 1 port	0
12	Pintu akomodasi 1 starboard	0	Pintu akomodasi 1 port	0
13	Jendela akomodasi 1 starboard	0	Jendela akomodasi 1 port	0
14	Jendela akomodasi 2 starboard	0	Jendela akomodasi 2 port	0
15	Jendela akomodasi 3 starboard	0	Jendela akomodasi 3 port	0
16	Jendela akomodasi 4 starboard	0	Jendela akomodasi 4 port	1

17	Jendela akomodasi 5 starboard	0	Jendela akomodasi 5 port	0
18	Engine casing 1 Starboard	0	Engine casing 1 port	2

3.2 Analisis Statistik Deskriptif

Tabel 11. Hasil Statistik Deskriptif

Statistik Deskriptif						
	Sampel	Minimum	Maksimum	Jumlah	Rata-rata	Standar Deviasi
Jet Cleaner	18	0	1	3	.17	.383
Pompa Truk Air	18	1	2	10	.56	.705
Valid N (listwise)	18					

Berdasarkan hasil analisis statistik deskriptif, jumlah data yang dianalisis pada masing-masing metode pengujian sebanyak 18 sampel. Pada metode *Jet Cleaner* diperoleh jumlah total kebocoran sebesar 3 titik dengan nilai minimum 0 titik dan maksimum 1 titik. Nilai rata-rata sebesar 0,17 menunjukkan bahwa jumlah kebocoran yang terdeteksi menggunakan *Jet Cleaner* relatif rendah pada seluruh sampel pengujian. Nilai standar deviasi sebesar 0,383 menunjukkan adanya variasi data antar sampel, namun penyebaran data masih tergolong rendah karena sebagian besar hasil pengujian menunjukkan tidak ditemukan kebocoran. Sementara itu, metode Pompa Truk Air menghasilkan jumlah total kebocoran sebesar 10 titik dengan nilai minimum 1 titik dan maksimum 2 titik. Nilai rata-rata sebesar 0,56 menunjukkan bahwa jumlah kebocoran yang terdeteksi menggunakan Pompa Truk Air lebih tinggi dibandingkan dengan *Jet Cleaner* pada jumlah sampel yang sama. Nilai standar deviasi sebesar 0,705 menunjukkan adanya variasi hasil deteksi kebocoran antar sampel yang lebih besar dibandingkan *Jet Cleaner*, namun metode ini tetap menunjukkan kemampuan deteksi yang lebih tinggi dalam menemukan titik kebocoran.

Berdasarkan perbandingan hasil statistik deskriptif tersebut, metode Pompa Truk Air mampu mendeteksi jumlah kebocoran lebih banyak dibandingkan *Jet Cleaner*, dengan selisih total deteksi sebanyak 7 titik kebocoran. Hasil ini menunjukkan bahwa pada pengujian hose test terhadap bukaan *deckhouse* kapal *tugboat*, penggunaan Pompa Truk Air memberikan hasil deteksi kebocoran yang lebih tinggi dibandingkan *Jet Cleaner*.

3.3 Uji Normalitas Shapiro–Wilk

Tabel 12. Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Hasil Uji Normalitas			
	Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.
Selisih Jet Cleaner dan Pompa Truk Air	.609	18	.001
a. Lilliefors Significance Correction			

Berdasarkan hasil uji normalitas, karena jumlah data pasangan yang dianalisis pada penelitian ini sebanyak 18 sampel ($n < 50$), maka acuan pengambilan keputusan menggunakan hasil uji Shapiro–Wilk. Hasil pengujian menunjukkan nilai statistik Shapiro–Wilk sebesar 0,609 dengan nilai signifikansi (Sig.) sebesar 0,001. Karena nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05 ($0,001 < 0,05$), maka H_0 ditolak. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data selisih hasil pengujian antara *Jet Cleaner* dan Pompa Truk Air tidak berdistribusi normal. Oleh karena itu, pengujian hipotesis selanjutnya dilakukan menggunakan metode non-parametrik, yaitu *Wilcoxon Signed Rank Test*, karena data berasal dari objek pengujian yang sama dengan dua metode pengujian yang berbeda.

3.4 Uji Wilcoxon Signed Rank Test

Tabel 13. Hasil Ranks Uji Wilcoxon

Ranks			
	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Negative Ranks	0 ^a	.00	.00

Pompa Truk Air - Jet Cleaner	Positive Ranks	5 ^b	3.00	15.00
	Ties	13 ^c		
	Total	18		
a. Pompa Truk Air < Jet Cleaner				
b. Pompa Truk Air > Jet Cleaner				
c. Pompa Truk Air = Jet Cleaner				

Berdasarkan hasil *Ranks* pada uji *Wilcoxon Signed Rank Test*, perbandingan hasil pengujian Pompa Truk Air - *Jet Cleaner* menunjukkan bahwa terdapat 0 sampel pada *Negative Ranks* dengan nilai Mean Rank sebesar 0,00 dan *Sum of Ranks* sebesar 0,00. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat sampel dimana jumlah kebocoran yang terdeteksi menggunakan Pompa Truk Air lebih rendah dibandingkan *Jet Cleaner*. Selanjutnya, terdapat 5 sampel pada *Positive Ranks* dengan nilai Mean Rank sebesar 3,00 dan *Sum of Ranks* sebesar 15,00. Hal ini menunjukkan bahwa pada 5 sampel, jumlah kebocoran yang terdeteksi menggunakan Pompa Truk Air lebih tinggi dibandingkan *Jet Cleaner*. Selain itu, terdapat 13 sampel pada *Ties* yang menunjukkan bahwa hasil pengujian menggunakan Pompa Truk Air dan *Jet Cleaner* memiliki jumlah kebocoran yang sama pada 13 sampel pengujian.

Secara keseluruhan, dari 18 sampel yang diuji, sebagian besar hasil pengujian menunjukkan nilai yang sama antara kedua metode, yaitu sebanyak 13 sampel. Namun, pada 5 sampel lainnya, Pompa Truk Air mampu mendeteksi jumlah kebocoran lebih banyak dibandingkan *Jet Cleaner*, serta tidak terdapat sampel dimana *Jet Cleaner* mendeteksi kebocoran lebih banyak dibandingkan Pompa Truk Air. Namun, untuk mengetahui perbedaan tersebut perlu dilakukan pengujian berdasarkan nilai Asymp. Sig. (2-tailed) pada tabel Test Statistics.

Tabel 14. Hasil Uji Wilcoxon Signed Rank Test

Test Statistics ^a	
	Pompa Truk Air - Jet Cleaner
Z	-2.070 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.038
a. Wilcoxon Signed Ranks Test	
b. Based on negative ranks.	

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis menggunakan *Wilcoxon Signed Rank Test*, diperoleh nilai Z sebesar -2,070 dengan nilai signifikansi *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar 0,038. Pengambilan keputusan dilakukan berdasarkan nilai signifikansi dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Karena nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05 (0,038 < 0,05), maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pengujian menggunakan Pompa Truk Air dan *Jet Cleaner* dalam mendeteksi jumlah titik kebocoran pada bukaan *deckhouse* kapal *tugboat*.

Nilai Z yang bernilai negatif menunjukkan arah perbedaan berdasarkan perhitungan selisih Pompa Truk Air - *Jet Cleaner*. Berdasarkan hasil *Ranks*, terdapat 5 sampel dimana Pompa Truk Air mendeteksi kebocoran lebih banyak dibandingkan *Jet Cleaner*, 13 sampel menunjukkan hasil yang sama, dan tidak terdapat sampel dimana *Jet Cleaner* mendeteksi kebocoran lebih banyak. Hal ini menunjukkan bahwa Pompa Truk Air memiliki kemampuan deteksi kebocoran yang lebih tinggi dibandingkan *Jet Cleaner* pada pengujian *hose test*.

4 Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil pengujian *hose test* pada bukaan *deckhouse* kapal *tugboat*, metode Pompa Truk Air mendeteksi jumlah kebocoran yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Jet Cleaner*. Hasil statistik deskriptif menunjukkan bahwa Pompa Truk Air mendeteksi total 10 titik kebocoran dengan nilai rata-rata sebesar 0,56, sedangkan *Jet Cleaner* mendeteksi total 3 titik kebocoran dengan nilai rata-rata sebesar 0,17. Hasil uji normalitas Shapiro-Wilk menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,001 (<0,05), sehingga data hasil pengujian antara kedua metode tidak berdistribusi normal. Oleh karena itu, pengujian hipotesis dilanjutkan menggunakan metode non-

parametrik, yaitu *Wilcoxon Signed Rank Test*. Hasil pengujian *Wilcoxon Signed Rank Test* memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,038 ($<0,05$), sehingga H_0 ditolak. Dengan demikian, menunjukkan perbedaan hasil yang signifikan secara statistik antara penggunaan *Jet Cleaner* dan Pompa Truk Air. Berdasarkan hasil pengujian, terdapat 5 sampel dimana Pompa Truk Air mampu mendeteksi jumlah kebocoran lebih banyak dibandingkan *Jet Cleaner*; sedangkan 13 sampel menunjukkan hasil deteksi yang sama, ini menunjukkan bahwa penggunaan Pompa Truk Air memberikan hasil deteksi kebocoran yang lebih optimal pada pengujian *hose test* bukaan *deckhouse* kapal *tugboat*. Perbedaan kemampuan deteksi tersebut dipengaruhi oleh karakteristik aliran dari masing-masing alat, di mana *Jet Cleaner* memiliki tekanan sekitar 25 bar dengan debit aliran 8 liter/menit, sedangkan Pompa Truk Air memiliki tekanan sekitar 2 bar dengan debit aliran yang lebih besar, yaitu sekitar 400 liter/menit. Debit aliran yang lebih besar memungkinkan penyebaran air pada area pengujian menjadi lebih stabil dan merata, sehingga mampu meningkatkan kemampuan dalam mendeteksi titik kebocoran pada bukaan *deckhouse* kapal *tugboat*.

Meskipun demikian, *Jet Cleaner* tetap memiliki beberapa keunggulan, yaitu tekanan semprotan yang lebih tinggi dan fleksibilitas penggunaan yang lebih baik. *Jet Cleaner* dapat digunakan secara langsung kapan saja sesuai kebutuhan pengujian tanpa bergantung pada ketersediaan unit, berbeda dengan Pompa Truk Air yang umumnya memerlukan penjadwalan atau pemesanan terlebih dahulu. Berdasarkan keunggulan tersebut, *Jet Cleaner* tetap dapat digunakan sebagai alat pelaksanaan *hose test*, terutama pada kondisi pengujian yang memerlukan tekanan semprotan tinggi, kemudahan penempatan alat, serta fleksibilitas waktu pelaksanaan pengujian. Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan Pompa Truk Air dapat dipertimbangkan sebagai alternatif alat pelaksanaan *hose test*, karena memiliki kemampuan deteksi kebocoran yang lebih tinggi dibandingkan *Jet Cleaner*. Penelitian ini memiliki keterbatasan pada kondisi pengujian, yaitu Kedua alat memiliki nilai tekanan dan debit aliran yang berbeda, sehingga pengujian tidak dilakukan pada kondisi tekanan maupun debit aliran yang setara. Perbedaan tersebut berpotensi memengaruhi hasil deteksi kebocoran yang diperoleh. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan peralatan dengan variasi tekanan dan debit aliran yang dapat dikontrol atau disamakan, sehingga pengaruh masing-masing parameter terhadap kemampuan deteksi kebocoran dapat dianalisis secara lebih akurat.

5 Daftar Pustaka

- [1] R. Susanto, "Peran Kapal Tunda Dalam Menyandarkan Kapal MV. Meita Maru di Pelabuhan," *J. Venus*, vol. Volume 12, no. No. 2, pp. 30–38, Mei 2025, doi: <https://doi.org/10.48192/vns.v12i2.733>.
- [2] Yasin Muhammad Syibli and Dedi Nuryaman, "Peranan Alat Navigasi Di Kapal Untuk Meningkatkan Keselamatan Pelayaran Di Atas Kapal," *Din. Bahari*, vol. 2, no. 1, pp. 39–48, Mei 2021, doi: [10.46484/db.v2i1.250](https://doi.org/10.46484/db.v2i1.250).
- [3] American Bureau of Shipping, "Rules for Building and Classing Steel Vessels, Part 3 Hull Construction and Equipment, Chapter 2 Section 9," American Bureau of Shipping, Houston, Texas, USA, Part 3 – Hull Construction and Equipment, Jul. 2025.
- [4] Biro Klasifikasi Indonesia, "Rules for Classification and Surveys, Part 1 Seagoing Ships, Volume I," Biro Klasifikasi Indonesia, Jakarta, Indonesia, Part 1, Volume I, 2026. [Online]. Available: <https://www.bkinusantara.co.id/rule-0-1.html>
- [5] D. N. I. Prahesti, I. M. Arsana, and Yunus, "Pengujian Hydrottest untuk Mencegah Kebocoran pada Tube Bundle Pertamina RU III Plaju Palembang di PT. PAL Indonesia," *J. Mesin Nusantara*, vol. 6, no. 1, pp. 54–62, Jul. 2023, doi: [10.29407/jmn.v6i1.18217](https://doi.org/10.29407/jmn.v6i1.18217).

- [6] M. Syaifullah, Jalil, and T. Rachman, "Evaluasi Pengujian Hasil Welding Pelat dengan Metode Chalk Test dan Air pressure Test," *Ris. Sains Dan Teknol. Kelaut.*, vol. 6, no. 1, pp. 9–12, Mei 2023 2023, doi: <https://doi.org/10.62012/sensistek.v6i1.23946>.
- [7] P. Mishra, C. M. Pandey, U. Singh, A. Gupta, C. Sahu, and A. Keshri, "Descriptive Statistics and Normality Tests for Statistical Data," *Ann. Card. Anaesth.*, vol. 22, no. 1, pp. 67–72, 2019, doi: 10.4103/aca.ACA_157_18.
- [8] M. Tarigan and D. F. Silaban, "Statistika Deskriptif," vol. 4, no. 2, pp. 187–195, Jul. 2024, doi: 10.51771/jintan.v4i2.859.
- [9] R. Sianturi, "Uji Normalitas sebagai Syarat Pengujian Hipotesis," vol. 11, no. 1, pp. 1–14, doi: 10.36987/jpms.v10i2.5881.
- [10] Rasmuin, Rahmatia, D. Lestari, Sardiana, and N. Syafitri, "Bimbingan Teknis Penggunaan Aplikasi Analisis Data Penelitian Menggunakan Uji Beda Rerata (Statistik Parametrik & Nonparametrik)," vol. 2, no. 1, pp. 4–13, 2024, doi: 10.55340/kambampu.v2i1.1641.