

Analisa Uji Kekedapan *Fresh Water Tank* Pada Kapal Tugboat 26 M Dengan Membandingkan Metode *Air Pressure Test* Dan *Penetrant Test*

Muhammad Rizqy Alfajri^{*1}, Nurman Pemungkas 1^{*} and Adi Syahputra Purba 2^{*}

^{*} Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan
Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

¹E-mail: alfajrizqy17@gmail.com

Abstrak

Pada pengerjaan terhadap bangunan baru atau perbaikan pada kapal itu berkaitan dengan proses perencanaan, fabrikasi, perakitan dan juga peluncuran. Metode air pressure test yang digunakan oleh Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) adalah bagian dari prosedur inspeksi dan sertifikasi untuk memastikan integritas dan keamanan struktur kapal. Pada penelitian ini akan lebih dalam membahas suatu dari proses fabrikasi yaitu pengelasan, yang dimana dari proses pengelasan ini juga termasuk dalam hal penting pada proses pembangunan kapal. Oleh karena itu untuk mencegah dari hal yang tidak diinginkan yaitu perhatian terhadap kekuatan pada struktural kapal dan keselamatan dari tidak adanya kebocoran pada tangki maupun badan kapal dari air maupun bahan berbahaya. Salah satu aspek krusial dalam desain dan konstruksi kapal adalah kedapn watertight floor. Pengujian kedapn *Fresh Water Tank* pada kapal tugboat berukuran 26 meter yaitu dengan 2 metode pengujian yaitu (air pressure test dan penetrant test). Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif yaitu dengan melakukan eksperimen langsung dilapangan, mulai dari awal persiapan alat dan bahan dan juga tenaga. Kemudian menuju lokasi pengecekan dan pengujian kedapn terhadap sambungan pengelasan di dalam tangki kapal tugboat. Dan dilanjutkan dengan pengambilan data dan memberi tanda agar diperbaiki jika terdapat kebocoran pada sambungan las. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui metode kedapn pengelasan yang dapat memberikan hasil pembacaan titik kebocoran yang paling akurat dan mengetahui waktu proses pengujian di setiap metodenya.

Kata kunci: Air pressure test, Penetrant Test, Fresh Water Tank

Abstract

Work on new buildings or repairs to ships is related to the planning, fabrication, assembly and launching processes. The air pressure test method used by the Indonesian Classification Bureau (BKI) is part of the inspection and certification procedure to ensure the integrity and safety of the ship's structure. In this research, we will discuss one of the fabrication processes, namely welding, which is also an important part of the ship building process. Therefore, to prevent undesirable things, namely paying attention to the structural strength of the ship and safety from the absence of leaks in the tanks or ship body from water or dangerous materials. One of the crucial aspects in ship design and construction is the watertight floor tightness. Testing the fresh water tank on a 26 meter tugboat uses 2 test methods, namely (air pressure test and penetrant test). The research method used is a quantitative method, namely by conducting direct experiments in the field, starting from the initial preparation of tools and materials and also personnel. Then go to the location for checking and testing the tightness of the welding joints in the tugboat tank. And continue with collecting data and giving a sign to repair if there is a leak in the welded joint. The aim of this research is to find out the welding tightness method which can provide the most accurate leak point reading results and find out the testing process time for each method.

Keywords : Air pressure test, Penetrant Test, Fresh Water Tank

1. Pendahuluan

Kota Batam merupakan salah satu kota industri perkapalan terbesar di Indonesia. Lebih dari 80 perusahaan galangankapal di kota Batam. Pembangunan dan perkembangan industri perkapalan yang cukup besar untuk memenuhi akan kebutuhan negara. Berbagai macam pekerjaan dalam industri perkapalan, seperti bangunan baru, kebutuhan docking dan juga sebagai tempat reparasi pada kapal. Dalam pengerjaan terhadap bangunan baru atau perbaikan pada kapal itu berkaitan dengan proses perencanaan, fabrikasi, perakitan dan juga peluncuran. Pada penelitian ini akan lebih dalam membahas suatu dari proses fabrikasi yaitu pengelasan, yang dimana dari proses pengelasan ini juga termasuk dalam hal penting pada proses pembangunan kapal.

Kapal didefinisikan sebagai kendaraan air yang dirancang untuk menavigasi perairan seperti lautan, sungai, dan danau. Kapal biasanya memiliki lambung dan konstruksi yang besar dan berat yang memungkinkannya mengapung di atas air. Kapal biasanya digunakan untuk berbagai tujuan, seperti transportasi penumpang dan kargo, keperluan militer, dan bahan tambang di wilayah perairan tertentu. Kapal bervariasi dalam ukuran, bentuk dan fungsi, dari kapal yang lebih kecil seperti perahu dayung hingga kapal yang lebih besar seperti kapal pesiar dan kapal kargo[1]. Oleh karena itu untuk mencegah dari hal yang tidak diinginkan yaitu perhatian terhadap kekuatan pada struktur kapal dan keselamatan dari tidak adanya kebocoran pada tangki maupun badan kapal dari air maupun bahan berbahaya. Salah satu aspek krusial dalam desain dan konstruksi kapal adalah kedap udara watertight floor.

Pada kapal yang sering beroperasi seperti kapal tugboat, tanker, dan kapal penumpang, dalam produksinya harus mendapat perhatian yang besar karena berkaitan dengan keselamatan dan kenyamanan penumpang dan awak kapal. Kapal tugboat sendiri merupakan kapal yang digunakan untuk membantu manuver kapal, seperti menarik atau mendorong kapal berukuran besar untuk perpindahan dari pelabuhan satu ke pelabuhan lainnya atau perairan sempit. Karena kapal tugboat beroperasi dalam berbagai kondisi, termasuk cuaca buruk, keandalan sistem kedap udara menjadi faktor kunci dalam menjamin keselamatan kapal saat beroperasi[2].

Pengujian kedap udara atau kebocoran pada tangki dilakukan dalam rangkaian pemeriksaan terhadap sambungan las, dan memastikan kekuatan pengelasan pada sambungan las tersebut aman ketika dilakukan pemeriksaan. Ada beberapa metode pengujian, dan di antara pengujian adalah metode uji kedap udara dengan menggunakan udara bertekanan tinggi dan penetrant test[3]. Aturan yang dibahas dalam penelitian ini adalah Biro Klasifikasi Indonesia (BKI). Pengujian kedap udara watertight floor pada kapal tugboat berukuran 26 meter yaitu dengan 2 metode pengujian yaitu (air pressure test dan penetrant test). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui metode kedap udara pengelasan yang dapat memberikan hasil pembacaan titik kebocoran yang paling akurat dan mengetahui waktu proses pengujian di setiap metodenya.

2. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif yaitu dengan melakukan eksperimen langsung dilapangan, mulai dari awal persiapan alat dan bahan dan juga tenaga. Kemudian menuju lokasi pengecekan dan pengujian kedap udara terhadap sambungan pengelasan di dalam tangki kapal tugboat. Dan dilanjutkan dengan pengambilan data dan memberi tanda agar diperbaiki jika terdapat kebocoran pada sambungan las. Tempat penelitian dan proses analisa teknis perbandingan metode pengujian kedap udara pengelasan tangki pada kapal tugboat di PT. Patria Maritim Perkasa. Adapun alat & bahan menggunakan fasilitas yang ada di perusahaan meliputi compressor, selang nozzle, pipa- pipa, penetrant spray, developer, cleaner, pressure gauge serta data maupun gambar[3]. Material yang digunakan pada kulit lambung kapal adalah menggunakan material pelat baja yang mensyaratkan adanya kedap udara, contoh bagian kapal dimana diharuskan untuk memiliki sambungan yang kedap antara lain, tangki air bersih, tangki bahan bakar kapal, tangki minyak kotor kapal, dll. Kemudian pada sekat melintang yang diharuskan untuk memiliki pengelasan yang kedap antara lain, sekat melintang dan sekat memanjang yang biasanya penghubung antara tangki satu dengan tangki lainnya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan 2 metode Air Pressure Test yaitu metode uji kedap udara pada tangki kapal dengan menggunakan udara dan menggunakan sabun untuk deteksi kejelasan ketika terjadi bocor pada tangki dan badan kapal, kedap udara di setiap sambungan pengelasan pada udara bertekanan tinggi yaitu berkisar 0.2 bar dan dan Penetrant Test adalah salah satu jenis pengujian tidak merusak (non-destructive testing, NDT) yang bertujuan untuk memeriksa apakah terdapat cacat las pada permukaan material atau tidak[5]. Dasar pengujian dengan tekanan yaitu sebesar 0,2 bar berdasarkan ketentuan Biro Klasifikasi Indonesia pada Rules For The Classification and Construction For Seagoing Ships Vol.I section 3 Mengenai Thickness test[6]. Adapun dasar pengujian dengan penetrant test untuk memverifikasi bahwa tidak ada indikasi penetrasi pewarna visual potensi kebocoran terus menerus terdapat pada batas kompartemen ataupun sekat dan kulit kapal melalui cairan tegangan permukaan pada kapal berdasarkan ketentuan Class NK section 14 mengenai *Testing Procedure of Watertight Compartments*[9].

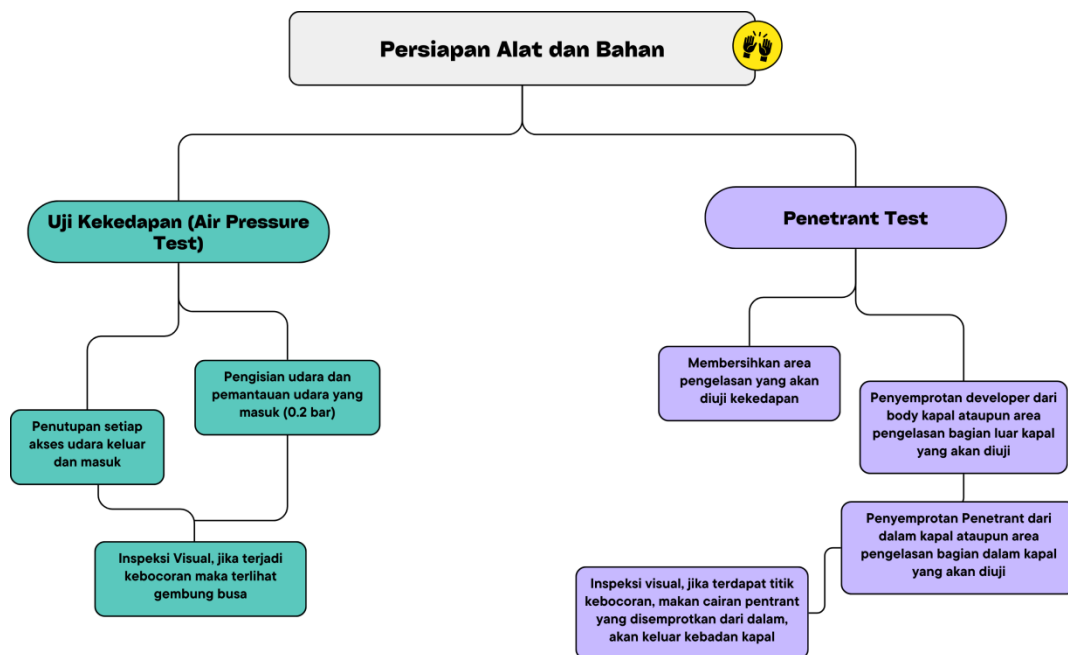
Metode Air Pressure Test memerlukan alat dan bahan sebagai berikut:

1. Compressor
2. Selang kompresor
3. Pipa input maupun output
4. Selang spiral
5. Meteran
6. Air sabun,
7. Botol semprot dan
8. Kapur

Metode Penetrant Test memerlukan alat dan bahan sebagai berikut:

1. Penetrant spray
2. Developer
3. Cleaner
4. Sarung tangan
5. Majun
6. Senter
7. Kapur

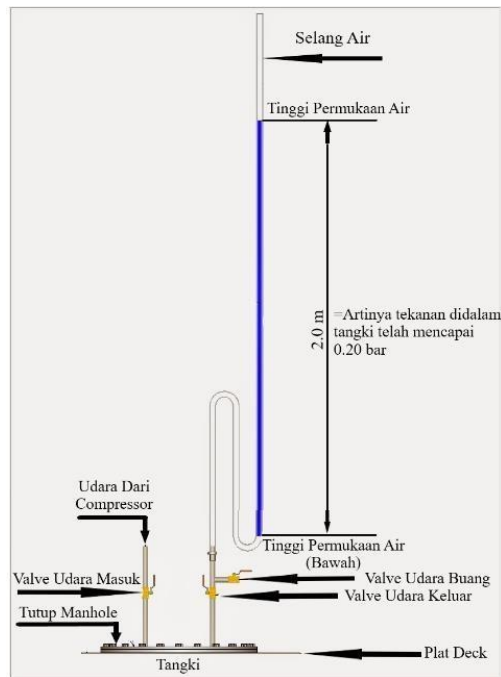
Prosedur ini mencakup langkah-langkah penelitian yang disebutkan diagram alir air pressure test pada Gambar 1.1 dibawah ini:



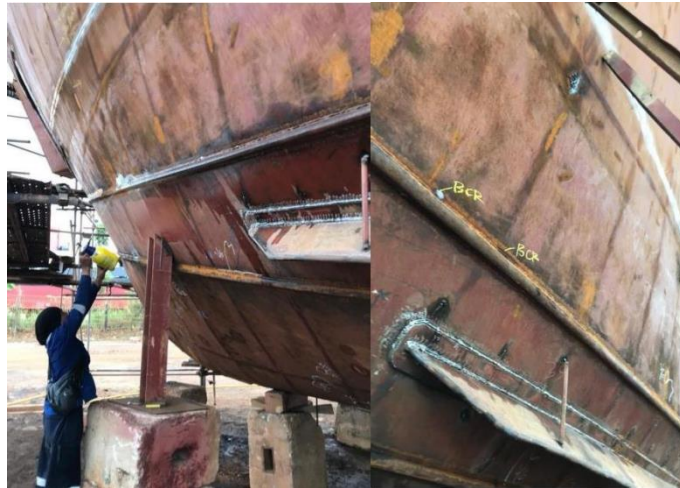
Gambar 1.1 Langkah Langkah pengujian kekedapan Air Pressure Test

Tahapan dari pengujian dari *air pressure test* adalah sebagai berikut[3]:

1. Penutupan setiap akses area yang akan diuji seperti *manhole* dan jalur pipa yang terdapat pada area yang akan diuji.
2. Pengisian udara bertekanan dan akan ditutup di area yang akan diuji.
3. Pemantauan tekanan udara yang masuk pada area yang akan diuji, dan memastikan tidak menurunnya tekanan udara yang menandakan kebocoran.
4. Inspeksi visual pada area yang telah diuji dan memberi tanda jika terdapat kebocoran pada area yang telah diuji.
5. Perbaikan di area pengujian jika terdapat kebocoran.
6. Pengulangan tes setelah perbaikan selesai hingga area tersebut dinyatakan kedap udara.



Gambar 1.2 Air Pressure Test Menggunakan Selang Air Sebagai Alat Ukur



Gambar 1.3 Air Pressure Test Pada Fresh Water Tank Kapal Tugboat 26 Meter



Gambar 1.4 Penetrant Test Pada Fresh Water Tank Kapal Tugboat 26 Meter

Tahapan dari pengujian dari *penetrant test* adalah sebagai berikut[7]:

1. Area yang akan diuji harus dibersihkan dengan baik, dengan cara brush area pengelasan menggunakan gerinda.
2. Penyemprotan developer area pengelasan dari luar tangki ataupun badan kapal area pengujian.
3. Penyemprotan penetrant area pengelasan dari dalam tangki kapal.
4. Menunggu selama 10 menit hingga terlihat tanda merah dari bagian luar tangki kapal jika terjadi kebocoran.
5. Perbaiki area pengujian jika terjadi kebocoran.

3. Analisa data dan Pembahasan

Pada penelitian ini menggunakan 2 perbandingan metode uji kedapatan tangki kapal tugboat. Berikut adalah beberapa poin penting yang dapat diambil dari analisa teknis ini:

1. Metode Air Pressure Test: Metode ini menggunakan prinsip udara bertekanan untuk menguji kedapatan pengelasan padatan tangki kapal tugboat.
2. Metode Penetrant Test: Metode ini menggunakan zat penetrant (cairan berwarna merah) yang akan meresap ke dalam retakan atau kebocoran pada permukaan pengelasan.

Aspek teknis

1. Pengujian Pertama

Tabel 1. Waktu Pengujian

No	Metode Pengujian	Area Pengujian	Panjang Area Pengujian (M) Port/Starboard	Waktu Pengujian (Menit)
1	Air Pressure Test	Fresh Water Tank	6 Meter/6 Meter	30 Menit
2	Penetrant Test	Fresh Water Tank	6 Meter/6 Meter	60 Menit

Tabel 2. Hasil Pengujian

No	Hasil Pengujian	Metode Pengujian Yang Digunakan	
		Air Pressure Test	Penetrant Test
1	Jumlah Kebocoran Yang Dibaca	5	3
2	Indikasi Yang Timbul Dari Pengujian	Gelembung sabun	Cairan Penetrant berwarna merah

Pada pengujian awal di area tangki air bersih dengan posisi horizontal, terdapat dua metode pengujian yang digunakan. Metode yang paling cepat dalam menguji kebocoran dan waktu pembacaan hasilnya adalah metode air pressure test, sementara metode yang memerlukan waktu lebih lama untuk membaca titik kebocoran adalah metode penetrant test. Oleh karena itu, akan dilakukan pengujian lanjutan atau perbaikan pada titik yang mengalami kebocoran.

Pada pengujian pertama di area fresh water tank dengan posisi horizontal dari kedua metode pengujian tersebut metode yang paling banyak membaca titik kebocoran adalah metode air pressure test.

2. Pengujian Kedua (Repairing Test)

Tabel 3. Waktu Pengujian

No	Metode Pengujian	Area Pengujian	Panjang Area Pengujian (M) Port/Starboard	Waktu Pengujian (Menit)
1	Air Pressure Test	Fresh Water Tank	6 Meter/6 Meter	20 Menit
2	Penetrant Test	Fresh Water Tank	6 Meter/6 Meter	40 Menit

Tabel 4. Hasil Pengujian

No	Hasil Pengujian	Metode Pengujian Yang Digunakan	
		Air Pressure Test	Penetrant Test
1	Jumlah Kebocoran Yang Dibaca	1	0
2	Indikasi Yang Timbul Dari Pengujian	Gelembung sabun	Cairan Penetrant berwarna merah

Pada pengujian kedua di area *fresh water tank* (Tangki air bersih) dengan posisi horizontal dari kedua metode pengujian tersebut metode paling cepat metode pengujiannya dan waktu pembacaan hasil kebocoran adalah metode air pressure test, sedangkan metode yang paling lama membaca titik kebocoran adalah metode penetrant test. Maka akan dilakukan pengujian lanjutan atau perbaikan pada titik yang terdapat kebocoran. Pada pengujian kedua di area *fresh water tank* dengan posisi horizontal dari kedua metode pengujian tersebut metode yang paling banyak membaca titik kebocoran adalah metode air pressure test.

Ada beberapa *defect* pengelasan yang sering terjadi saat tes kebocoran pada bangunan kapal baru beserta penyebabnya dan cara mengatasinya yaitu[8]:

1. **Undercut** yaitu *defect* yang terjadi di bagian permukaan pengelasan. Penyebabnya bisa berupa arus pengelasan yang terlalu besar, kecepatan las yang terlalu tinggi, panjang busur las yang terlalu tinggi, atau posisi elektroda yang kurang tepat. Untuk mencegahnya yaitu dengan cara menyesuaikan arus pengelasan, turunkan kecepatan las, dan perpendek panjang busur.
2. **Porosity** yaitu lubang-lubang kecil pada logam las/jalur las. Penyebabnya bisa elektroda yang lembab atau terkena air, busur las terlalu panjang, atau arus pengelasan terlalu rendah. Untuk pencegahannya bisa dengan cara memastikan elektroda kering dan sesuaikan parameter pengelasan.
3. **Slag Inclusion** yaitu cacat ini berupa slag (flux yang mencair) yang terperangkap dalam hasil lasan. Slag inclusion sering terjadi pada daerah stop-and-run (awal dan berhenti proses pengelasan). Pengujian radiografi atau bending diperlukan untuk mendeteksi cacat ini.
4. **Cold Cracking** yaitu keretakan yang terjadi pada daerah HAZ (Heat-Affected Zone) akibat pendinginan cepat. Untuk cara mengatasinya yaitu dengan cara menghindari pengelasan pada sambungan yang menopang beban berat untuk mencegah cold cracking.

4. Kesimpulan

Penelitian ini membandingkan dua metode uji kedapatan tangki kapal tugboat yaitu *Air Pressure Test* dan *Penetrant Test*. Dalam Proses pengujian kedapatan pengelasan pada tangki *fresh water* metode yang paling akurat dalam membaca titik kebocoran pada sambungan las adalah metode *air pressure test* (Metode tekanan udara), dan metode yang membutuhkan waktu paling sedikit dalam melakukan pengujian yaitu metode *air pressure test* (Metode tekanan udara), dan metode yang memerlukan waktu yang banyak yaitu metode penetrant test, untuk waktu penelitian pada metode air pressure test yaitu hanya membutuhkan waktu selama ± 30 menit, dan untuk metode penetrant test membutuhkan waktu selama ± 60 menit. Maka dari itu, metode *Air Pressure Test* dianggap lebih efektif dan membutuhkan waktu singkat untuk menguji kedapatan pengelasan pada tangki kapal tugboat.

5. Daftar Pustaka

- [1]. Naufan, BK. (2008). Latar Belakang Kapal. Semarang: Repository PIP Semarang.
- [2]. WKM, Cahyo Prakoso. (2020). Pengembangan Anjungan Kapal Tugboat Penarik Tongkang Batubara Berbasis Ergonomi. Bandung: Media Neliti.
- [3]. Syaifullah, A., Muh., Jalil, dan Taufiqur Rachman. (2024). EVALUASI PENGUJIAN HASIL WELDING PELAT DENGAN METODE CHALK TEST DAN AIR PRESSURE TEST. Makassar: Journal Unhas.
- [4]. Riyanto, PA. (2022). Analisa Kekedapan Sambungan Papan Laminasi Komposit Berpenguat Serat Bambu Apus Dengan Matrik Resin Epoxy. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [5]. R.I., KEMENTERIAN KETENAGAKERJAAN. (2018). MELAKUKAN PENETRANT TEST. Jakarta Selatan: DIREKTORAT JENDERAL PEMBINAAN PELATIHAN DAN PRODUKTIVITAS.
- [6]. Indonesia, Biro Klasifikasi. (2024). Rules for Classification and Construction, Section 3 Thickness Measurement. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia.
- [7]. Administrator. (2023, March 9). Pemeriksaan NDT dengan Dye Penetrant Test. Krakatau Jasa Industri.
- [8]. Achmadi, . (2024). 18 Macam Cacat Las dan Penyebabnya Serta Cara Mengatasi. Surabaya: Pengelasan.net.
- [9]. https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/info_service/iacs_ur_and_ui/ur_s14_rev.7_dec_2022ul.pdf