

## Peran Surveyor dalam Mendukung Program Zero Accident pada Industri Maritim

Fajar Nugraha\* , Djoko Setyanto

Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Biosains, Teknologi, dan Inovasi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jalan Sudirman 51 Jakarta 12930

Article Info	Abstract
<i>Article history:</i>	<i>The maritime industry demands a high level of safety to achieve a Zero Accident condition, particularly in relation to the structural integrity of vessels. Classification surveyors play a strategic role in ensuring that ships comply with the applicable technical and regulatory standards of classification societies. This study describes the role of surveyors in supporting the Zero Accident program through technical verification, structural inspection, regulatory compliance assessment, and engineering-based recommendations. A case study of bottom plate Ultrasonic Thickness Measurement (UT) is presented to illustrate the application of engineering judgement within the classification survey process. The results show that surveyors ensure that inspection procedures are conducted in accordance with established standards, verify structural conditions against the minimum requirements of BKI Rules and provide technical recommendations whenever non-conformities are detected. Therefore, the role of surveyors directly contributes to achieving a Zero Accident environment in the maritime industry through the implementation of accountable and evidence-based engineering principles.</i>
Received November 19, 2025	
Accepted Desember 18, 2025	

Info Artikel	Abstrak
<i>Histori Artikel:</i>	Industri maritim menuntut tingkat keselamatan yang tinggi untuk mewujudkan kondisi Zero Accident, khususnya pada aspek integritas struktur kapal. Surveyor klasifikasi memiliki peran strategis dalam memastikan bahwa kapal berada dalam kondisi yang memenuhi ketentuan teknis dan regulatif sesuai standar klasifikasi yang berlaku. Penelitian ini menguraikan peran surveyor dalam mendukung program Zero Accident melalui verifikasi teknis, pemeriksaan struktur, kesesuaian regulatif dan rekomendasi berbasis engineering judgement. Studi kasus pemeriksaan ketebalan pelat alas (Ultrasonic Thickness Measurement/UT) digunakan sebagai contoh penerapan tugas keinsinyuran dalam proses klasifikasi. Hasil menunjukkan bahwa surveyor memastikan prosedur inspeksi berjalan sesuai standar, memverifikasi kondisi struktur berdasarkan aturan BKI dan memberikan rekomendasi teknis apabila ditemukan ketidaksesuaian terhadap batas ketebalan minimum. Dengan demikian, peran surveyor berkontribusi langsung dalam mendukung tercapainya kondisi tanpa kecelakaan (Zero Accident) di industri maritim melalui penerapan prinsip-prinsip keinsinyuran yang akuntabel dan berbasis bukti.
Diserahkan: 19 November 2025	
Diterima: 18 Desember 2025	

\*Corresponding author. Fajar Nugraha  
Email address: fajar14nugraha@gmail.com

## 1. PENDAHULUAN

Keselamatan pada industri maritim merupakan aspek yang sangat kritis mengingat tingginya risiko kegagalan struktur kapal, terutama akibat korosi dan penipisan pelat yang terjadi secara progresif. Penelitian menunjukkan bahwa korosi lambung kapal merupakan salah satu penyebab dominan melemahnya integritas struktural, khususnya pada kapal yang telah beroperasi dalam jangka waktu lama (Salgueiro dkk, 2024). Penurunan ketebalan pelat yang tidak terdeteksi dapat meningkatkan risiko terjadinya buckling, kebocoran lambung dan insiden keselamatan lainnya yang membahayakan awak kapal maupun lingkungan laut.

Dalam beberapa tahun terakhir, berbagai organisasi mulai mendorong penerapan Zero Accident sebagai target keselamatan. Pendekatan ini menekankan perlunya implementasi sistem keselamatan berbasis rekayasa, manajemen risiko dan kepatuhan ketat terhadap prosedur teknis. Studi oleh Blanco-Juárez dan Buele (2025) menegaskan bahwa implementasi Zero Accident dalam industri berisiko tinggi membutuhkan harmonisasi antara budaya keselamatan, prosedur teknis dan pengawasan yang terstruktur pada setiap proses kerja.

Surveyor klasifikasi memiliki peran strategis dalam memastikan bahwa kapal memenuhi standar teknis yang dipersyaratkan oleh badan klasifikasi. Peran surveyor berfokus pada verifikasi kesesuaian kondisi kapal terhadap aturan teknis, bukan memberikan jaminan atas keselamatan operasional kapal. Tanggung jawab tersebut dijalankan melalui proses inspeksi dan verifikasi teknis yang mencakup pemeriksaan visual, evaluasi struktur, penelaahan dokumen teknis dan witnessing pengujian nondestruktif seperti Ultrasonic Thickness Measurement (UT). Interaksi teknis antara surveyor dan pemangku kepentingan lain terbukti berkontribusi pada penguatan perilaku dan budaya keselamatan di sektor maritim (Fulconis & Lissillour, 2021).

Metode UT merupakan salah satu teknik utama dalam inspeksi nondestruktif yang digunakan untuk menilai penurunan ketebalan pelat akibat korosi. Teknologi UT memungkinkan identifikasi kerusakan secara akurat tanpa merusak struktur kapal. Menurut Tian dkk (2024), metode UT modern memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi dalam mendeteksi pengurangan ketebalan bahkan pada area yang sulit diakses. Data hasil UT inilah yang kemudian digunakan oleh surveyor sebagai dasar engineering judgement dalam menentukan apakah suatu pelat masih memenuhi batas minimum ketebalan atau perlu direkomendasikan untuk penggantian (renewal).

Penelitian-penelitian sebelumnya belum mengkaji secara spesifik bagaimana surveyor klasifikasi menerapkan engineering judgement berbasis hasil Pengukuran Ketebalan Ultrasonik (UT) dalam memastikan integritas struktur kapal. Kajian terdahulu hanya berfokus pada korosi, teknologi UT atau strategi keselamatan secara umum, tetapi belum mengintegrasikan hasil UT, persyaratan ketebalan minimum menurut BKI dan implikasinya terhadap pencegahan kegagalan struktur dalam satu analisis keinsinyuran yang komprehensif. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kekosongan penelitian mengenai peran teknis surveyor dalam mendukung tercapainya operasi tanpa kecelakaan melalui proses verifikasi struktural berbasis data.

Dengan demikian, peran surveyor dalam mendukung Zero Accident tidak hanya berkaitan dengan inspeksi rutin, tetapi juga penerapan prinsip keinsinyuran yang akuntabel, evaluasi berbasis data dan rekomendasi teknis yang berorientasi pada pencegahan kecelakaan. Artikel ini bertujuan untuk menganalisis peran strategis surveyor dalam mendukung keselamatan maritim melalui studi kasus pemeriksaan ketebalan pelat alas kapal dalam proses klasifikasi.

## 2. METODE PELAKSANAAN

Metode pelaksanaan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif berbasis praktik keinsinyuran yang dilakukan oleh surveyor klasifikasi pada saat pemeriksaan struktur kapal. Proses ini disusun berdasarkan alur nyata pekerjaan surveyor class di lapangan, yang meliputi tahap persiapan, koordinasi awal, pemeriksaan langsung di lokasi, evaluasi hasil pengukuran hingga penarikan rekomendasi teknis. Pendekatan serupa digunakan dalam penelitian-penelitian keselamatan maritim yang menitikberatkan pada proses inspeksi teknis dan koordinasi multi stakeholder (Blanco-Juárez & Buele, 2025).

### 2.1 Tahap Persiapan Pemeriksaan

Tahap awal pemeriksaan dimulai dari persiapan internal di kantor surveyor. Pada tahap ini, surveyor memastikan bahwa seluruh dokumen pendukung tersedia dan valid, seperti aturan teknis Biro Klasifikasi Indonesia (BKI), data ketebalan rancangan pelat (*thickness requirement*) dan prosedur keselamatan kerja (K3). Selain itu, surveyor menjalani pemeriksaan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) untuk memastikan keamanan selama kegiatan inspeksi berlangsung.

Persiapan teknis juga mencakup verifikasi terhadap perusahaan pengujian nondestruktif yang akan melakukan *Ultrasonic Thickness Measurement* (UT), termasuk kredensial operator dan masa berlaku kalibrasi peralatan. Praktik verifikasi ini sesuai dengan standar inspeksi nondestruktif modern yang menekankan pentingnya reliabilitas alat dan kompetensi operator (Tian dkk., 2024).

### 2.2 Tahap Koordinasi Awal (*Kick-Off Meeting*)

Setibanya di galangan, surveyor melakukan *kick-off meeting* yang dihadiri oleh *Owner Surveyor*, *Quality Control* (QC) galangan, petugas K3 galangan dan operator UT. Pada tahap koordinasi ini, surveyor menjelaskan ruang lingkup pemeriksaan, area pelat yang akan diuji, metode pengujian dan rencana keselamatan kerja.

Selain itu, surveyor memverifikasi sertifikat perusahaan UT, kompetensi operator dan sertifikasi kalibrasi alat. Langkah ini merupakan bagian dari proses verifikasi teknis yang bertujuan memastikan bahwa seluruh pihak yang terlibat memahami standar dan persyaratan pemeriksaan (Fulconis & Lissillour, 2021).

### 2.3 Tahap Pemeriksaan Lapangan

Setelah proses koordinasi, pemeriksaan lapangan dilakukan di area kapal yang berada di atas dok galangan. Surveyor memastikan bahwa area pelat alas yang akan diuji telah dibersihkan dari teritip atau kotoran lain yang dapat memengaruhi keakuratan UT.

Pengukuran UT dilakukan oleh operator yang kompeten, sementara surveyor melakukan *witnessing* untuk memastikan metode, titik uji dan proses pencatatan hasil dilakukan sesuai standar. Pemeriksaan UT menjadi metode sentral untuk mendeteksi penipisan pelat akibat korosi karena sifatnya yang akurat dan *non-destructive* (Salgueiro et al., 2024).

Seluruh hasil UT dicatat oleh operator pada lembar data resmi kemudian diverifikasi secara langsung oleh surveyor. Setelah itu, hasil tersebut diparaf oleh pihak terkait, termasuk surveyor class, QC galangan dan *owner surveyor* sebagai tanda validasi teknis.

### 2.4 Tahap Evaluasi Hasil Pengukuran

Setelah seluruh titik pengukuran selesai diuji, surveyor melakukan evaluasi ketebalan aktual dengan membandingkan hasil UT terhadap ketebalan minimum yang dipersyaratkan

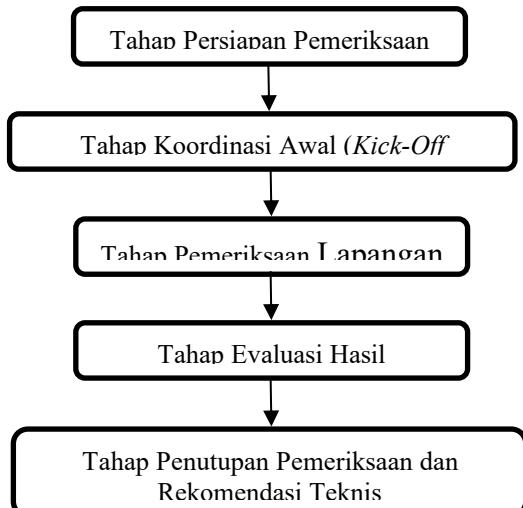
oleh BKI. Evaluasi ini melibatkan analisis teknis untuk menentukan apakah ketebalan pelat masih memenuhi persyaratan klasifikasi atau berada di bawah batas minimum ( $t_{\min}$ ).

Tahap ini merupakan bagian dari *engineering judgement* yang mengacu pada standar klasifikasi dan data teknis kapal. Penilaian berbasis data ini sejalan dengan pendekatan keselamatan berbasis rekayasa yang direkomendasikan dalam penelitian keselamatan maritim modern (Blanco-Juárez & Buele, 2025).

## 2.5 Tahap Penutupan Pemeriksaan dan Rekomendasi Teknis

Tahap terakhir adalah penyusunan laporan dan penyampaian hasil pemeriksaan. Surveyor mengadakan diskusi penutupan (*closing meeting*) dengan seluruh pihak terkait untuk menjelaskan area yang memenuhi ketentuan, area yang perlu pemantauan dan area yang wajib dilakukan *renewal*.

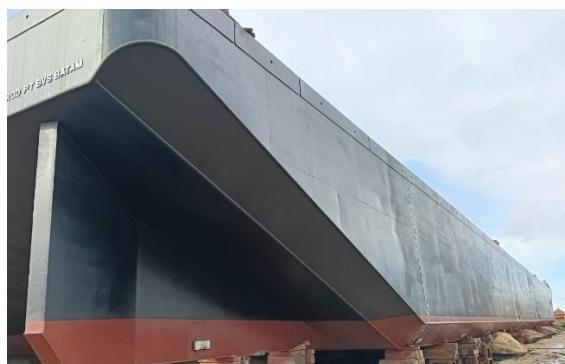
Rekomendasi teknis ini disampaikan secara formal dalam laporan survei klasifikasi sebagai dasar keputusan tindakan lebih lanjut oleh pemilik kapal. Praktik ini bertujuan memastikan bahwa setiap risiko struktural dapat ditangani sebelum kapal kembali beroperasi.



**Gambar 1.**  
Alur Metode Pelaksanaan

## 3. RESULT AND DISCUSSION

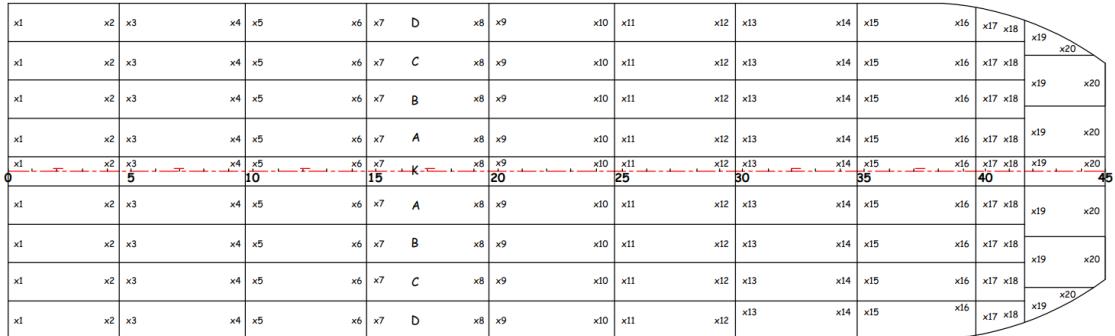
### 3.1 Overview of FEED–EPCI Transition Challenges



**Gambar 2.**  
Tampak Umum Tongkang Geladak yang Menjadi Objek Pemeriksaan  
(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Pemeriksaan ketebalan pelat alas dilakukan pada tongkang geladak dengan dimensi utama: panjang 82.30 m, lebar 21.34 m dan tinggi 4.88 m. Pemeriksaan dilakukan menggunakan metode *Ultrasonic Thickness Measurement (UT)* pada seluruh lajur pelat alas yaitu *Keel*, A, B, C dan D, sebagaimana ditunjukkan dalam sketsa bukaan kulit alas gambar 2. Setiap lajur memiliki 20 titik pengukuran sehingga total pemeriksaan ketebalan dilakukan pada lebih dari seratus titik. Pengukuran UT dilaksanakan oleh operator bersertifikat dan disaksikan (*witnessed*) oleh surveyor klasifikasi untuk memastikan kesesuaian prosedur pengujian, ketepatan titik uji dan validitas perekaman data sesuai standar keinsinyuran dan persyaratan klasifikasi.

STARBOARD SIDE



PORT SIDE

AFT  FWD**Gambar 3.**

Sketsa Bukaan Kulit Alas Tongkang Geladak

Dalam evaluasi ketebalan pelat alas digunakan empat parameter utama, yaitu  $t$  (ketebalan *requirement* hasil rancangan awal kapal),  $t_{actual}$  (ketebalan aktual hasil pengukuran UT),  $t_k$  (nilai maksimum penurunan ketebalan yang diizinkan sesuai *Annex A Section 1–3 A.3 Rules BKI*), dan  $t_{min}$  (ketebalan minimum yang dipersyaratkan).

#### Penentuan Ketebalan Minimum ( $t_{min}$ )

Penilaian ketebalan pelat mengacu pada *Rules for the Classification and Construction of Sea-Going Steel Ships – Volume I: General Requirements, Annex A to Section 1–3 A.3 (BKI, 2025)*. Dalam aturan tersebut, batas penurunan ketebalan pelat ditetapkan melalui nilai  $t_k$  dengan ketentuan:

$$t \leq 11.5 \text{ mm} \rightarrow t_k = 1.5 \text{ mm}$$

$$t > 11.5 \text{ mm} \rightarrow t_k = 0.09t + 0.45 \text{ (maks. 3.0 mm)}$$

Informasi ketebalan *requirement* ( $t$ ) konstruksi awal diperoleh dari Divisi Rancang Bangun BKI Pusat Jakarta, yaitu:

$$\text{Lajur Keel (K)} = 11.03 \text{ mm}$$

$$\text{Lajur A, B, C, D} = 9.03 \text{ mm}$$

Karena ketebalan *requirement* ( $t$ ) seluruh lajur pelat alas pada kapal ini berada di bawah 11.5 mm, maka persamaan yang digunakan adalah:

$$t_{min} = t - t_k = t - 1.5 \text{ mm}$$

Dengan demikian didapatkan:

$$t_{min} \text{ Keel} = 11.03 - 1.5 = 9.53 \text{ mm}$$

$$t_{min} \text{ Lajur A/B/C/D} = 9.03 - 1.5 = 7.53 \text{ mm}$$

### Hasil Pemeriksaan UT

Hasil UT menunjukkan bahwa seluruh titik pengukuran pada setiap lajur berada di atas nilai  $t_{min}$ , baik pada lajur pusat (*Keel*) maupun lajur samping (A, B, C, D). Tidak ditemukan adanya pelat yang mengalami penipisan melebihi batas yang diizinkan (*excessive diminution*), sehingga pelat alas masih memenuhi persyaratan klasifikasi.

Karena jumlah titik pengukuran sangat banyak, maka untuk kepentingan penyajian dalam jurnal ilmiah, hanya ditampilkan dua lajur sebagai representatif, yaitu:

- Lajur *Keel* (K) → mewakili lajur pusat yang memiliki peran struktural paling kritis.
- Lajur A → mewakili lajur sisi yang memiliki tebal *requirement* 9.03 mm, sehingga dapat mewakili lajur A–D.

**Tabel 1.**

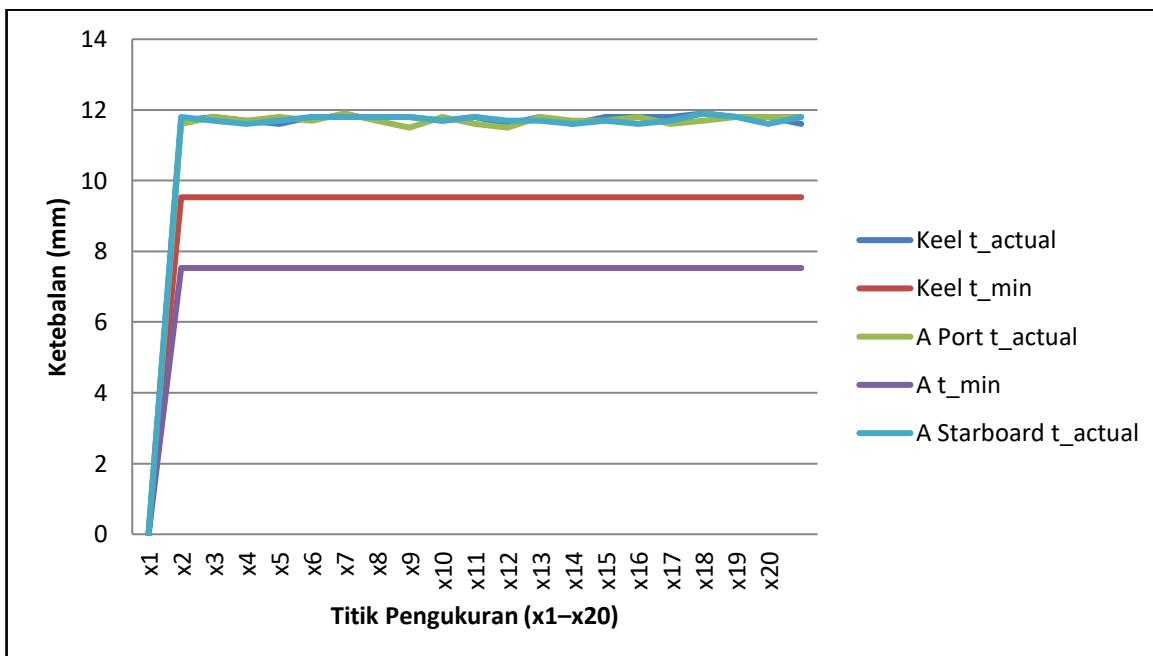
Hasil UT Lajur *Keel*

Titik	t (mm)	t_min (mm)	t_actual (mm)	Status
x1	11.03	9.53	11.70	Memenuhi
x2	11.03	9.53	11.80	Memenuhi
x3	11.03	9.53	11.70	Memenuhi
x4	11.03	9.53	11.60	Memenuhi
x5	11.03	9.53	11.80	Memenuhi
x6	11.03	9.53	11.80	Memenuhi
x7	11.03	9.53	11.80	Memenuhi
x8	11.03	9.53	11.80	Memenuhi
x9	11.03	9.53	11.70	Memenuhi
x10	11.03	9.53	11.80	Memenuhi
x11	11.03	9.53	11.60	Memenuhi
x12	11.03	9.53	11.80	Memenuhi
x13	11.03	9.53	11.60	Memenuhi
x14	11.03	9.53	11.80	Memenuhi
x15	11.03	9.53	11.80	Memenuhi
x16	11.03	9.53	11.80	Memenuhi
x17	11.03	9.53	11.90	Memenuhi
x18	11.03	9.53	11.80	Memenuhi
x19	11.03	9.53	11.80	Memenuhi
x20	11.03	9.53	11.60	Memenuhi

**Tabel 2.**

Hasil UT Lajur A (*Port & Starboard*)

Titik	t (mm)	t_min (mm)	t_actual Port (mm)	t_actual Starboard (mm)	Status
x1	9.03	7.53	11.60	11.80	Memenuhi
x2	9.03	7.53	11.80	11.70	Memenuhi
x3	9.03	7.53	11.70	11.60	Memenuhi
x4	9.03	7.53	11.80	11.70	Memenuhi
x5	9.03	7.53	11.70	11.80	Memenuhi
x6	9.03	7.53	11.90	11.80	Memenuhi
x7	9.03	7.53	11.70	11.80	Memenuhi
x8	9.03	7.53	11.50	11.80	Memenuhi
x9	9.03	7.53	11.80	11.70	Memenuhi
x10	9.03	7.53	11.60	11.80	Memenuhi
x11	9.03	7.53	11.50	11.70	Memenuhi
x12	9.03	7.53	11.80	11.70	Memenuhi
x13	9.03	7.53	11.70	11.60	Memenuhi
x14	9.03	7.53	11.70	11.70	Memenuhi
x15	9.03	7.53	11.80	11.60	Memenuhi
x16	9.03	7.53	11.60	11.70	Memenuhi
x17	9.03	7.53	11.70	11.90	Memenuhi
x18	9.03	7.53	11.80	11.80	Memenuhi
x19	9.03	7.53	11.80	11.60	Memenuhi
x20	9.03	7.53	11.80	11.80	Memenuhi

**Gambar 4.**

Distribusi Ketebalan Pelat Alas terhadap nilai  $t_{min}$  pada Lajur *Keel* dan *A*

Sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1, Tabel 2 dan Gambar 4, seluruh nilai ketebalan aktual ( $t_{actual}$ ) pada lajur *Keel* maupun lajur *A* secara konsisten berada di atas nilai ketebalan minimum ( $t_{min}$ ) yang dipersyaratkan. Distribusi ketebalan yang stabil tanpa titik yang mendekati batas minimum menunjukkan bahwa tidak terdapat indikasi penipisan pelat yang signifikan maupun pola korosi yang berpotensi menurunkan integritas struktur. Temuan ini mengonfirmasi bahwa kondisi pelat alas masih berada dalam kategori aman.

Dengan terpenuhinya seluruh nilai ketebalan minimum pada pelat alas, hasil UT ini menunjukkan bahwa surveyor klasifikasi berkontribusi langsung terhadap keselamatan kapal. Pemastian kondisi struktur melalui proses pengukuran yang akurat dan berbasis standar BKI menjadi langkah penting dalam mendukung terwujudnya *Zero Accident* di industri maritim.

### 3.2 Evaluasi Ketebalan Berdasarkan Persyaratan Klasifikasi

Evaluasi ketebalan pelat alas dilakukan dengan mengacu pada *Rules for the Classification and Construction of Sea-Going Steel Ships – Volume I: General Requirements* (BKI, 2025), di mana nilai ketebalan aktual ( $t_{actual}$ ) pada setiap titik dibandingkan dengan minimum *allowable thickness* ( $t_{min}$ ) yang dihitung berdasarkan karakteristik pelat dan nilai penurunan ketebalan yang diizinkan ( $t_k$ ). Seluruh hasil pengukuran menunjukkan bahwa:

- $t_{actual} > t_{min}$  pada seluruh titik
- Tidak ditemukan indikasi *excessive diminution*
- Tidak diperlukan tindakan perbaikan struktural seperti *insert plate* atau *renewal*.

Dengan demikian, surveyor klasifikasi memastikan bahwa kondisi pelat alas masih memenuhi kelayakan teknis untuk melanjutkan proses klasifikasi kapal. Evaluasi berbasis data terukur ini merupakan bagian dari praktik keinsinyuran yang menjadi fondasi pengambilan keputusan teknis dalam menjaga integritas struktur kapal (Tian dkk, 2024).

### 3.3 Implementation of Management of Change (MOC)

#### 3.3.1 Penguatan Integritas Struktural Kapal

Hasil UT yang berada di atas batas minimum ( $t_{\min}$ ) menunjukkan bahwa pelat alas tongkang geladak masih berada dalam kondisi struktural yang aman dan mampu menahan beban operasi kapal seperti tekanan hidrostatik, beban gelombang dan gaya lokal akibat muatan. Evaluasi semacam ini sangat penting untuk mencegah risiko kegagalan struktural, termasuk *buckling*, deformasi lokal hingga kebocoran lambung. Temuan ini sejalan dengan studi korosi struktural yang menegaskan bahwa penurunan ketebalan pelat yang tidak terkendali merupakan penyebab utama penurunan integritas kapal dalam jangka panjang (Salgueiro dkk, 2024).

#### 3.3.2 Peran Surveyor dalam Proses Verifikasi Keselamatan

Meskipun hasil UT tidak menunjukkan masalah, peran surveyor klasifikasi tetap sangat krusial dalam keseluruhan proses verifikasi. Sebagai pihak independen, surveyor bertanggung jawab untuk:

- Memastikan pengujian UT dilakukan sesuai standar keinsinyuran dan prosedur klasifikasi.
- Memverifikasi validitas sertifikat operator UT, alat ukur dan kalibrasi
- Menyampaikan temuan secara objektif kepada pemilik kapal
- Memberikan rekomendasi lanjutan apabila diperlukan pemeriksaan ulang atau pemantauan berkala.

Sebagaimana diuraikan oleh Fulconis & Lissillour (2021), interaksi teknis antara surveyor, galangan, operator NDT dan *owner surveyor* berkontribusi langsung terhadap penguatan budaya keselamatan melalui proses inspeksi yang disiplin, transparan dan akuntabel.

#### 3.3.3 Keterkaitan dengan Program *Zero Accident*

Walaupun hasil UT tidak menunjukkan ketidaksesuaian, pemeriksaan ini tetap menjadi bagian penting dalam mendukung terwujudnya *Zero Accident* dalam industri maritim. Pemeriksaan UT memberikan kontribusi nyata melalui:

- Identifikasi dini terhadap potensi risiko korosi dan penipisan pelat.
- Penyediaan data teknis yang akurat sebagai dasar pengambilan keputusan keselamatan.
- Penguatan budaya keselamatan melalui proses inspeksi yang transparan dan terdokumentasi.
- Pencegahan kecelakaan melalui pengawasan integritas struktur secara berkelanjutan.

Pendekatan ini sejalan dengan temuan Blanco-Juárez & Buele (2025) yang menegaskan bahwa *Zero Accident* hanya dapat tercapai melalui sistem keselamatan berbasis data, audit teknis ketat dan kerja sama efektif antara seluruh pemangku kepentingan, seluruhnya merupakan inti dari pekerjaan surveyor klasifikasi.

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

Hasil pemeriksaan ketebalan pelat alas menggunakan metode *Ultrasonic Thickness Measurement* (UT) menunjukkan bahwa seluruh nilai ketebalan aktual berada di atas batas minimum ( $t_{\min}$ ) yang ditetapkan oleh Biro Klasifikasi Indonesia (BKI). Evaluasi teknis ini menegaskan bahwa pelat alas tongkang geladak masih memenuhi persyaratan klasifikasi,

tidak ditemukan indikasi *excessive diminution* dan tidak diperlukan tindakan perbaikan struktural seperti *insert plate* atau *renewal*. Data UT yang konsisten di seluruh lajur pelat memperlihatkan bahwa kondisi struktur masih aman dan layak untuk dipertahankan klasnya.

Peran surveyor dalam proses inspeksi berkontribusi langsung terhadap akurasi dan akuntabilitas hasil pemeriksaan. Surveyor memastikan bahwa metode UT dilaksanakan sesuai standar keinsinyuran, memverifikasi keabsahan sertifikat operator dan kalibrasi alat serta mengawasi titik uji dan pencatatan data selama proses pengukuran berlangsung. Surveyor juga melakukan evaluasi teknis berdasarkan aturan BKI dan memberikan rekomendasi apabila ditemukan potensi ketidaksesuaian. Fungsi verifikasi independen ini menjadi bagian penting dalam menjaga integritas struktur kapal dan mendukung upaya penerapan keselamatan kerja yang efektif menuju tercapainya kondisi *Zero Accident* di industri maritim.

#### 4.2 Saran

Berdasarkan hasil pemeriksaan dan analisis teknis, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

- a. Pemilik kapal disarankan untuk melaksanakan pengukuran UT secara berkala pada area-area kritis untuk memastikan tren penipisan pelat dapat dipantau sejak dini. Pemantauan periodik meningkatkan kemampuan deteksi korosi progresif sebelum mencapai tingkat yang membahayakan.
- b. Perusahaan UT perlu mempertahankan validitas sertifikasi operator dan peralatan UT, dan memastikan bahwa metode pengujian dipatuhi sesuai standar agar data yang dihasilkan tetap akurat dan dapat dipertanggungjawabkan.
- c. Surveyor klasifikasi hendaknya terus mengembangkan kompetensi teknis melalui pelatihan keinsinyuran terkait pemeriksaan nondestruktif, evaluasi struktur dan penerapan teknik perhitungan ketebalan minimum sesuai Rule terbaru. Peningkatan kompetensi surveyor akan memperkuat akurasi *engineering judgement* dalam proses klasifikasi
- d. Untuk mendukung *Zero Accident*, seluruh pemangku kepentingan perlu memperkuat budaya keselamatan melalui komunikasi terbuka, transparansi temuan teknis dan komitmen untuk melaksanakan tindakan korektif apabila ditemukan indikasi penurunan kondisi struktural.
- e. Untuk pemeriksaan ke depan, interval pelaksanaan UT dapat diselaraskan dengan jadwal docking kapal. Pemeriksaan UT pada setiap periode docking memberikan kesempatan inspeksi yang lebih menyeluruh sehingga potensi penipisan pelat dapat terdeteksi lebih awal dan membantu menjaga integritas struktur secara berkelanjutan.

Dengan penerapan rekomendasi tersebut, pemeriksaan struktural berbasis UT dapat terus memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan keselamatan operasi kapal dan mendukung tercapainya visi *Zero Accident* pada industri maritim.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

1. Biro Klasifikasi Indonesia (BKI). (2025). *Rules for the Classification and Construction of Sea-Going Steel Ships – Volume I: General Requirements*. Jakarta: BKI Publications.
2. Blanco-Juárez, F., & Buele, C. (2025). Maritime safety and accident prevention: A structural reliability approach. *Journal of Marine Structures*, 89(1), 102–115.
3. Fulconis, F., & Lissillour, R. (2021). Collaborative systems and risk management in maritime logistics. *Maritime Business Review*, 6(4), 315–330.

4. Salgueiro, J., Mendes, M., & Azevedo, V. (2024). Corrosion allowance assessment for bottom plating structures under operational loads. *Ocean Engineering*, 292, 115–134.
5. Tian, Y., Zhang, P., & Liu, H. (2024). Ultrasonic thickness measurement accuracy and structural integrity evaluation for aging steel vessels. *Journal of Nondestructive Evaluation*, 43(2), 1–14.