

Calculation of Thickness of Midship Construction Plates According to the Ship Classification Board

Andi Ana Humaerah Amran^{1*}, Shidik Burhani², Nur Aulia³

Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan

Corresponding Author: Andi Ana Humaerah Amran

andianahumaerah@polipangkep.ac.id

ARTICLE INFO

Keywords: Ship Classification Board, Plate Thickness, Midship Construction

Received : 5 December

Revised : 17 December

Accepted: 30 January

©2024 Amran, Burhani, Aulia: This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



ABSTRACT

This research aims to find similarities in principles, basic calculations and construction calculation results according to the DNV, RINA and BKI classification bodies, so that the research results can be used by ship owners in choosing the appropriate classification body for their ships. Comparisons were made on Midship construction using the method of tabulating formulas for determining structural dimensions by each classification. In terms of the conditions for using the rules, they are differentiated based on the conditions of the water object, the length of the ship and the construction system object used. The calculation results show that BKI tends to have a larger plate thickness but a smaller modulus, while DNV tends to have a thinner plate but a larger modulus. Ease of reading the rules, in this case DNV has rules that are more "User Friendly" than the other two classification bodies

Perhitungan Ketebalan Plat Konstruksi Tengah Kapal Menurut Badan Kalasifikasi Kapal

Andi Ana Humaerah Amran^{1*}, Shidik Burhani², Nur Aulia³

Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan

Corresponding Author: Andi Ana Humaerah Amran

andianahumaerah@polipangkep.ac.id

ARTICLE INFO

Kata Kunci: Badan Klasifikasi Kapal, Ketebalan Plat, Konstruksi Midship

Received : 5 December

Revised : 17 December

Accepted: 30 January

©2024 Amran, Burhani, Aulia: This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menemukan persamaan prinsip, dasar perhitungan, dan hasil perhitungan konstruksi menurut badan klasifikasi DNV, RINA, dan BKI, sehingga hasil penelitian dapat dimanfaatkan oleh pemilik kapal dalam memilih badan klasifikasi yang sesuai bagi kapalnya. Perbandingan dilakukan pada konstruksi Midship dengan metode penyusunan tabulasi formula penentuan dimensi struktur oleh masing – masing klasifikasi. Dalam hal kondisi penggunaan aturan, dibedakan berdasarkan kondisi objek perairan, objek panjang kapal maupun objek sistem konstuksi yang digunakan. Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa BKI cenderung memiliki ketebalan pelat yang lebih besar namun modulus yang kecil, sedangkan DNV cenderung memiliki pelat lebih tipis namun modulus yang lebih besar. Kemudahan untuk membaca aturan, dalam hal ini DNV memiliki aturan yang lebih “User Friendly” dibandingkan dua badan klasifikasi lainnya

PENDAHULUAN

IACS (International Association of Classification Societies) adalah suatu organisasi asosiasi yang beranggotakan badan-badan klasifikasi dunia yang dibentuk pada tahun 1968, yang secara obyektif mengutamakan standar tertinggi dalam keamanan kapal dan pencegahan terhadap pencemaran laut. Asosiasi mempunyai peranan penting dalam memberikan saran-saran dalam dunia perkapalan. Lebih dari 90% jumlah tonnage dari kapal-kapal niaga seluruh dunia dikelaskan kepada asosiasi. Dalam pengertian terhadap konstruksi lambungnya, mesin-mesin dan sistem utamanya yang selalu diperiksa dan dimonitor secara terus menerus (Wilastari, 2020).

Tercatat setidaknya terdapat sekitar 41 Badan Klasifikasi di dunia. 12 di antaranya tergabung dalam International Association of Classification Societies (IACS) dan 5 di antaranya tergabung dalam Association of Asian Classification Societies (ACS) termasuk di dalamnya Biro Klasifikasi Indonesia. (Biro Klasifikasi Indonesia, 2014). Dengan banyaknya jumlah badan klasifikasi yang ada, persaingan pasar di bidang industry perkapalan menjadi semakin ketat. Dalam persaingan ini, badan klasifikasi berlomba-lomba dalam menciptakan aturan yang efektif dan efisien dalam segi teknis maupun segi ekonomis namun tetap mempertimbangkan aspek keselamatan. Demi menciptakan aturan yang efektif dan efisien, badan-badan klasifikasi memiliki berbagai macam pendekatan dalam penentuan dimensi struktur yang akan didesain nantinya. Perbedaan-perbedaan dalam pendekatan tersebutlah yang akan membedakan hasil dari dimensi struktur yang akan didesain. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pendekatan dari setiap Badan Klasifikasi dalam menentukan besaran angka pembebanan, ketebalan pada pelat, serta besaran penampang modulus pada konstruksi Midship

TINJAUAN PUSTAKA

A. Beban Desain Struktur Kapal

Dalam banyak hal, perhitungan kekuatan bagian konstruksi kapal didasarkan seluruhnya pada beban statis, seolah-oleh kapal terapung diam di air tenang. Bahkan banyak biro klasifikasi mendasarkan peraturannya pada perhitungan untuk kapal di air tenang semacam itu dengan tambahan yang ditentukan sebarang untuk beban-beban di laut bergelombang, atau meminta perhitungan momen lengkung kapal di atas gelombang tetapi dalam keadaan diam. Cara-cara di atas biasanya dimaksudkan sebagai patokan atau syarat minimum dan biasanya terbukti cukup untuk menghindari kerusakan kerusakan berat akibat kurang kuatnya konstruksi (IACS. 1999).

Ketika mempertimbangkan fitur pembebanan di mana beban disebarkan secara bertahap dan terus menerus dari struktur lokal hingga menuju struktur – struktur pendukung lainnya yang berdekatan, cara terbaik untuk mengkategorikan beban pada struktur lambung adalah Beban Kekuatan Memanjang (Longitudinal Strength Loads), Beban Kekuatan Melintang (Transverse Strength Loads), dan Beban Kekuatan Lokal (Local Strength Loads) (IACS. 1999).

B. Longitudinal Strength Loads

Beban kekuatan memanjang dapat dibagi menjadi dua kategori: beban memanjang statis dan beban memanjang dinamis. Beban memanjang statis yang disebabkan oleh ketidaksetaraan lokal dari berat kapal dan daya apung dalam kondisi air tenang. Misalnya, perbedaan antara berat kapal dan daya apung di arah memanjang menyebabkan momen lentur statis dan gaya geser statis, dan pemuatan kargo asimetris menyebabkan momen torsi statis. Beban memanjang dinamis disebabkan oleh gelombang. Ketika kapal berada di atas puncak gelombang dalam kondisi gelombang menyongsong ke arah kapal, hal ini menyebabkan kondisi "hogging" momen lentur dan gaya geser (Okumoto, Yasuhisa. et al. 2009).

C. Transverse Strength Loads

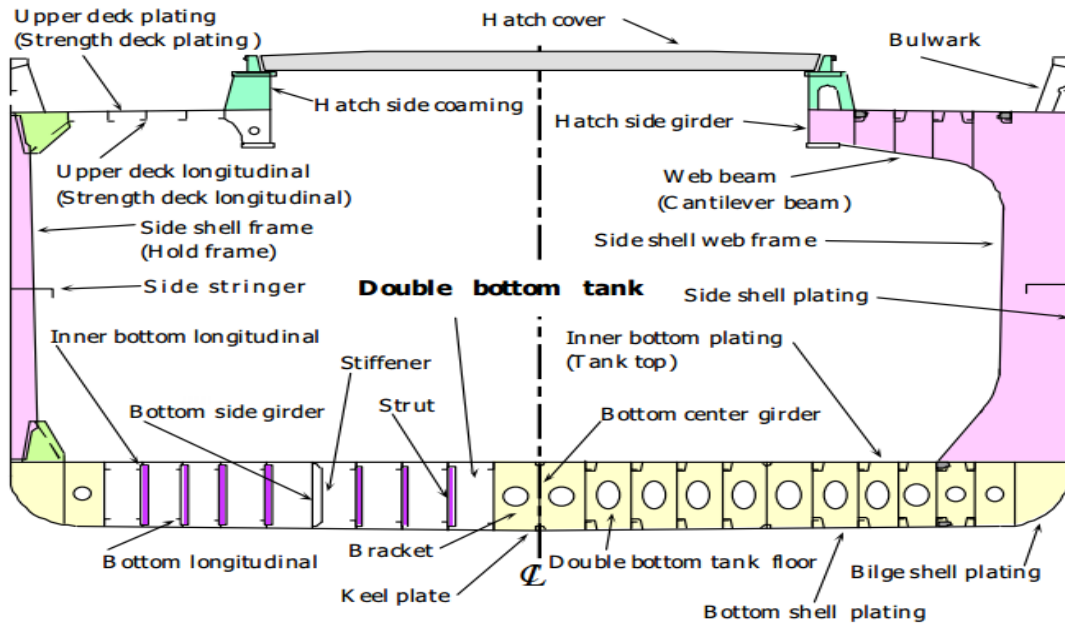
Beban kekuatan melintang mewakili beban yang bereaksi pada bagian melintang kapal dan menyebabkan distorsi struktural penampang. Beban kekuatan melintang termasuk tekanan hidrostatis pada kulit luar kapal, berat beban kargo yang bekerja pada struktur bawah kapal, tekanan air ballast menyebabkan deformasi pada tangki ballast, dan lain – lain (Okumoto, Yasuhisa. et al. 2009).

D. Local Strength Loads

Beban kekuatan lokal termasuk beban yang mempengaruhi bagian kekuatan lokal seperti shell panels, stiffeners dan konstruksi penghubung antara stiffeners (Ship Structure Committee. 2007)

E. Konstruksi Melintang Kapal

Konstruksi Midship adalah konstruksi penampang melintang bagian tengah kapal seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1, dimana didalamnya menunjukkan beberapa komponen konstruksi yang terpasang pada kapal, diantaranya Wrang, Man hole, Lightning hole, Centre girder, Side girder, Bottom frame, Inner bottom frame, Web frame, Main frame, Side stringer, Tween deck, Deck beam, Girder deck beam, Bracket, Shell plating, Keel, Bilge keel, Bulwark, Stay, Hatch coaming, dan lain – lain (Biro Klasifikasi Indonesia. 2014)



Gambar 1. Konstruksi

METODOLOGI

Penelitian dilakukan di Jurusan Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, dengan sumber data yang diperoleh dari data desain rancangan kapal penulis dan file yang ada di dalam website dari masing masing badan klasifikasi.

Dalam menganalisa perbandingan desain konstruksi midship dengan 3 aturan klasifikasi yang berbeda, dilakukan pembahasan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) Membandingkan pendekatan dalam penentuan pembebanan yang terjadi pada kapal
- 2) Membandingkan pendekatan dalam penentuan dimensi struktur alas kapal
- 3) Membandingkan pendekatan dalam penentuan dimensi struktur sisi kapal
- 4) Membandingkan pendekatan dalam penentuan dimensi struktur Geladak kapal
- 5) Membandingkan hasil perhitungan masing - masing aturan klasifikasi pada struktur alas, sisi, dan geladak kapal

Hasil yang diperoleh dibuat dalam bentuk tabel dan grafik yang meliputi hasil dari identifikasi faktor - faktor penentu desain konstruksi midship dengan 3 aturan klasifikasi yang berbeda untuk mempermudah dalam proses perbandingan.

HASIL PENELITIAN

Perhitungan angka pembebanan yang terjadi pada kapal merupakan hal yang penting untuk dilakukan, karena hasil perhitungan yang didapatkan dari setiap item pembebanan yang ada pada kapal akan menjadi dasar perhitungan bagi badan klasifikasi dalam menentukan besaran dimensi struktur pada konstruksi kapal termasuk BKI, DNV dan RINA.

Perbandingan Pendekatan dalam Menentukan Aturan yang Ditetapkan

DNV dan RINA dalam beberapa pendekatannya untuk menentukan besaran angka pembebanan ataupun dimensi struktur melakukannya dengan cara mengklasifikasikan pendekatannya berdasarkan panjang kapal tertentu, berbeda dengan aturan yang ditetapkan oleh BKI yang menggunakan satu pendekatan, namun menambahkan koefisien yang memiliki nilai tertentu yang bergantung pada panjang objek kapal yang dihitung.

RINA melakukan pendekatan dalam menentukan besaran angka pembebanannya dengan mengklasifikasikan kondisi kapal berdasarkan kondisi saat kapal dalam tekanan gelombang dan dalam kondisi saat kapal dalam air yang tenang. Hal ini berbeda dengan yang diterapkan oleh BKI dan DNV yang mengklasifikasikan pendekatannya dengan mengkolaborasikan unsur statis dan unsur dinamis didalam satu formula yang sama. Dalam menentukan besaran beban luar sisi dan beban luar alas kapal, BKI dan DNV menambahkan faktor angka 10 yang merupakan hasil pembulatan dari unsur beban statis $\rho \times g = 1,025 \times 9,81 = 10,05$. Hal ini berbeda dengan pendekatan yang dilakukan oleh RINA.

Dalam penentuan dimensi ketebalan pelat lunas, pelat alas, pelat sisi, pelat shear, dan pelat geladak, RINA menambahkan faktor "s" yang memiliki arti sisi pelat terpendek (m) pada item pelat yang dihitung, yang tidak diadopsi dalam aturan BKI dan DNV. Hal ini menyimpulkan bahwa dalam penentuan ketebalan pelat dengan menggunakan aturan RINA, sang desainer terlebih dahulu harus mengetahui dimensi pelat, serta lajur posisi dimana pelat akan ditempatkan. Dalam penentuan dimensi ketebalan pelat, RINA mengklasifikasikan pendekatannya berdasarkan sistem konstruksi yang digunakan yaitu *Transverse Framing* dan *Longitudinal Framing*. BKI juga melakukan hal yang sama dengan RINA. Hanya saja BKI melakukannya dengan menggunakan faktor "NF" dalam aturannya yang memiliki nilai 1 untuk *Transverse Framing* dan 0,83 untuk *Longitudinal Framing*.

BKI dan DNV memiliki konsep pendekatan yang hampir sama dalam menentukan beberapa item konstruksi seperti dalam menentukan angka pembebanan, dimensi ketebalan pelat serta dimensi modulus.

PEMBAHASAN

Berdasarkan pendekatan yang bervariasi yang dilakukan oleh masing – masing klasifikasi maka dilakukan perbandingan perhitungan dalam penentuan beberapa item konstruksi pada konstruksi geladak, konstruksi sisi dan konstruksi bottom kapal seperti besaran angka pembebanan, ketebalan pelat , serta besaran modulus balok dan gading pada kapal. Perbandingan hasil perhitungan dilakukan dengan menggunakan objek kapal dengan jenis dan ukuran utama yang sama. Data objek kapal yang dibandingkan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Objek Kapal Pemanding

Objek Kapal Pemanding	
Jenis Kapal	General Cargo
Length Between Perpendicular (LBP)	61,899 m
Breadth (B)	11.012 m
Draught (T)	4.715 m
Depth (D)	6.107 m
Double Bottom Height (Hdb)	0.85 m
Vessel Speed (Vs)	11.4 Knot
Dead Weight Tonnage (DWT)	1350 Ton
Block Coefficient (Cb)	0.64
Midship Coefficient (Cm)	0.98
Coefficient Waterline (Cwl)	0.775
Horizontal Prismatic Coefficient (Cp)	0.652
Vertical Prismatic Coefficient (Cp)	0.826
Jarak antar main frame	0.60 m
Jarak antar Web Frame	1.8 m

Sumber: Desain Rancangan Kapal Penulis

Perbandingan hasil perhitungan yang telah dilakukan pada beberapa item konstruksi pada konstruksi geladak kapal, konstruksi sisi kapal, dan konstruksi alas kapal memiliki pendekatan serta hasil yang bervariasi. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa terdapat sedikit perbedaan hasil perhitungan antara satu aturan dengan yang lainnya. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2, 3 dan 4.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Perhitungan Dimensi Struktur Bottom Kapal

Item	BKI	DnV	RINA
			16,62 kN/m ²
Beban luar alas Kapal (kN/m ²)	58,66 kN/m ²	63,78 kN/m ²	<i>(Wave Pressure)</i> 47,41 kN/m ² <i>(Still Water)</i>
Beban alas dalam kapal (kN/m ²)	41,98 kN/m ²	43,16 kN/m ²	36,28 kN/m ²
Tebal Pelat Lunas Kapal (mm)	12,29 mm	11,09 mm	11,70 mm
Tebal Pelat Bottom Kapal (mm)	10,29 mm	8,48 mm	10,21 mm
Tebal Pelat Bilga Kapal (mm)	10,29 mm	8,48 mm	10,21 mm
Tebal Inner Bottom Plate Kapal (mm)	7,32 mm	8,86 mm	7,39 mm
Dimensi Center Girder (mm)	9,5 mm	9,48 mm	10,10 mm
Dimensi Side Girder (mm)	7,1 mm	8,24 mm	9,10 mm
Dimensi Wrang pelat (mm)	7,5 mm	8,24 mm	7,10 mm
Dimensi Bracket Floor (Cm ³) <i>(Bottom Frame)</i>	66,80 Cm ³	73,72 Cm ³	102,28 Cm ³
Dimensi Bracket Floor (Cm ³) <i>(Inner Bottom Frame)</i>	37,56 Cm ³	73,72 Cm ³	89,49 Cm ³

Sumber: Hasil analisa

Tabel 3. Perbandingan Hasil Perhitungan Dimensi Struktur Geladak

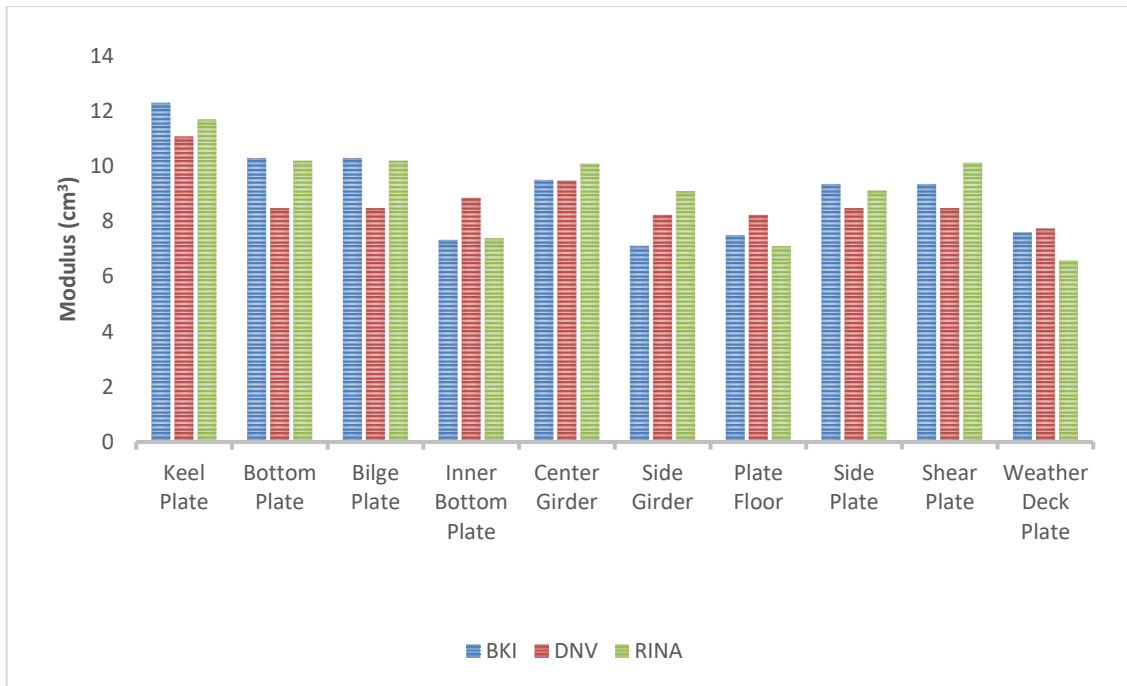
Item	BKI	DnV	RINA
			17,07 kN/m ²
Beban Geladak cuaca (kN/m ²)	15,45 kN/m ²	12,26 kN/m ²	<i>(Wave Pressure)</i> 10 kN/m ² <i>(Still Water)</i>
Tebal Pelat Geladak (mm)	7,59 mm	7,74 mm	6,58 mm
Modulus Transverse Deck Beam (Cm ³)	53,03 Cm ³	35,35 Cm ³	41,81 Cm ³
Modulus Girder Transverse Deck Beam (Cm ³)	159,1 Cm ³	138,43 Cm ³	111,48 Cm ³

Sumber: Hasil analisa

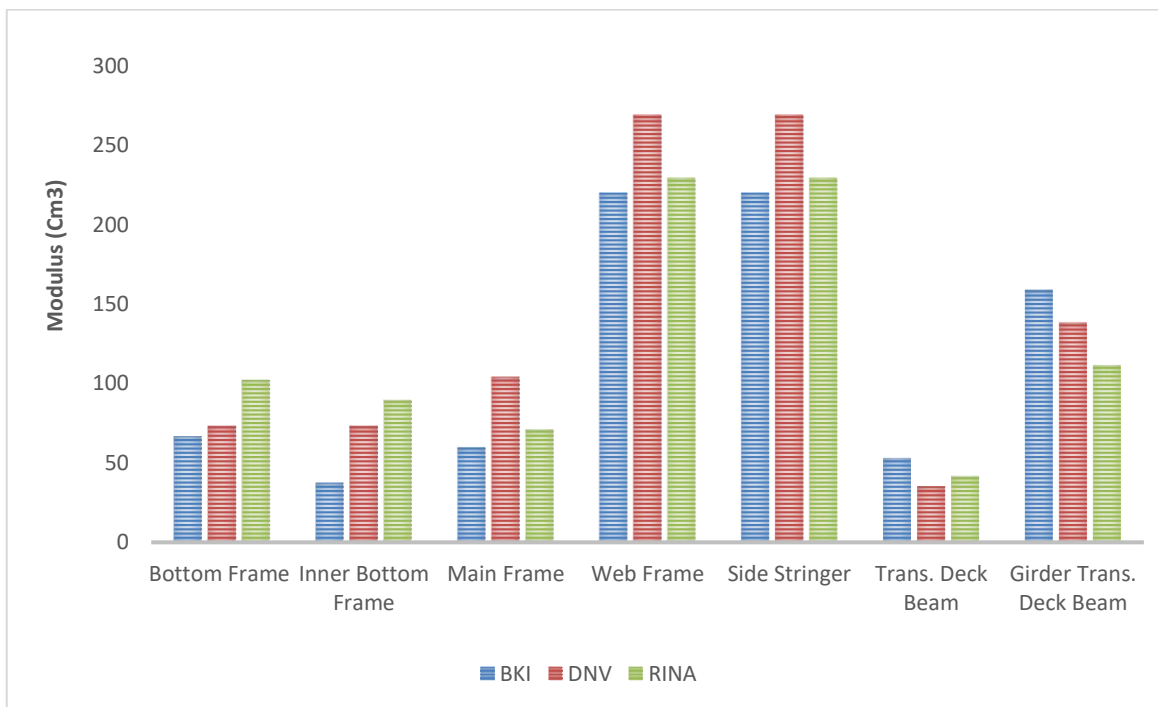
Tabel 4. Perbandingan Hasil Perhitungan Dimensi Struktur Sisi Kapal

Item	BKI	DnV	RINA
			19,49 kN/m ² <i>(Wave Pressure)</i>
			31,61 kN/m ² <i>(Still Water)</i>
Beban luar sisi Kapal (kN/m ²)	46,78 kN/m ² (Dibawah Garis air)	49,95 kN/m ² (Dibawah Garis air)	(Dibawah Garis air)
	21,52 kN/m ² (Diatas Garis air)	20,07 kN/m ² (Diatas Garis air)	19,82 kN/m ² <i>(Wave Pressure)</i>
			0 kN/m ² <i>(Still Water)</i>
			(Diatas Garis air)
Tebal Pelat Sisi Kapal (mm)	9,35 mm	8,48 mm	9,13 mm
Tebal Pelat Shear Kapal (mm)	9,35 mm	8,48 mm	10,13 mm
Dimensi Main Frame (Cm ³)	60,02 Cm ³	104,22 Cm ³	71,12 Cm ³
Dimensi Web Frame (Cm ³)	220,1 Cm ³	269,3 Cm ³	229,43 Cm ³
Dimensi Side Stringer (Cm ³)	220,1 Cm ³	269,3 Cm ³	229,43 Cm ³

Sumber: Hasil analisa



Gambar 2. Grafik Perbandingan Ketebalan Pelat dan Penumpu
Sumber: Hasil Analisa



Gambar 3. Grafik Perbandingan Modulus Penampang
Sumber: Hasil Analisa

Dalam hal ketebalan pelat dan penumpu yang dihasilkan oleh masing masing aturan klasifikasi, dari Gambar 2. dapat dilihat bahwa DNV memiliki ketebalan pelat yang cenderung lebih kecil dibandingkan aturan lainnya, sedangkan BKI dan RINA memiliki ketetapan ketebalan pelat yang hampir sama.

Namun dalam beberapa lokasi pelat, BKI terlihat memiliki ketebalan pelat yang sedikit lebih besar dibandingkan RINA.

Pada penentuan besaran modulus pada beberapa item konstruksi tertentu, masing masing aturan klasifikasi memiliki hasil perhitungan yang bervariasi. Dari Gambar 3. dapat dilihat bahwa BKI memiliki besaran modulus yang sedikit lebih kecil dibandingkan aturan lainnya, namun BKI memiliki besaran modulus terbesar pada item konstruksi transverse deck beam dan girder transverse deck beam. Sedangkan DNV yang cenderung memiliki ketebalan pelat lebih rendah dibandingkan aturan lainnya, pada penentuan modulus penampang, DNV memiliki besaran modulus yang cenderung lebih besar. RINA dalam hal penentuan ketebalan pelat dan besaran modulus penampang, memiliki ketebalan pelat dan besar modulus penampang yang cenderung tidak lebih kecil namun tidak juga lebih besar dibandingkan dengan yang ditetapkan oleh dua aturan lainnya.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

1. BKI, DNV dan RINA masing – masing memiliki pendekatan yang bervariasi yang dalam penerapan aturan nya digolongkan berdasarkan panjang kapal, kondisi perairan, dan sistem konstruksi yang digunakan. Namun BKI dan DNV memiliki konsep pendekatan yang hampir sama dalam menentukan beberapa item konstruksi.
2. Terdapat sedikit perbedaan dari hasil perhitungan yang dihasilkan oleh masing masing aturan klasifikasi, BKI memiliki ketebalan pelat yang lebih besar dibandingkan aturan DNV dan RINA, namun memiliki besaran modulus yang cenderung lebih kecil. Berbeda dengan DNV yang memiliki ketebalan pelat yang lebih kecil dari BKI dan RINA, namun didukung dengan besaran modulus penampang yang lebih besar dibandingkan dua aturan lainnya.
3. BKI, DNV, dan RINA masing – masing memiliki cara yang bervariasi dalam menentukan besaran angka pembebanan dan dimensi struktur pada kapal, namun dalam hal kemudahan untuk membaca aturan yang diterapkan oleh masing masing klasifikasi, DNV memiliki aturan yang lebih “User Friendly” dibandingkan dua badan klasifikasi lainnya.

PENELITIAN LANJUTAN

Dalam penelitian ini objek yang dipilih hanya berfokus pada tiga klasifikasi yaitu BKI, DNV, dan RINA, sehingga untuk penelitian selanjutnya diharapkan bisa menambahkan objek yang lebih banyak sehingga hasil penelitian lebih luas dan mendalam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktur Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan, Ketua Jurusan Teknologi Kemaritiman, Bapak/ Ibu Dosen Homebase Prodi Pengelolaan Pelabuhan Perikanan dan rekan-rekan sejawat di Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan yang telah memberi dukungan dan bantuan sehingga artikel ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- BKI. 2014. Rules Vol. 2 Hull and Machinery. Biro Klasifikasi Indonesia. Jakarta
- DNV. 2016. Part 3 Hull and Equipment – Main Class. Det Norske Veritas. Norway
- International Association of Classification Societies, 2011, Classification Societies – What, Why, and How?. London
- IACS. 1999. Recommendation 55 – General Cargo Ships. International Association of Classification Societies. London.
- Okumoto, Yasuhisa. et al. 2009. Design of Ship Hull Structures a Practical Guide For Engineers. Tokyo.
- Registro Italiano Navale. 2016. Rules Part B Hull and Stability. Genoa.
- Santosa, Budie. 2013. Diktat Kekuatan Kapal. Fakultas Teknolog Kelautan ITS. September. Surabaya.
- Ship Structure Committee. 2007. Comparative Study of Ship Structure Design Standards. May.
- Wilastari, S. 2020. Pentingnya Badan Klasifikasi Kapal Dalam Industri Maritim. *Dinamika Bahari Jurnal* (Vol.1 No.1 Edisi Mei 2022:27-30)