

Kesesuaian Ukuran Konstruksi Kapal Kayu Nelayan di Pelabuhan Nelayan (PN) Gresik Menggunakan Aturan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI)

Abdur Rachman, M. Nurul Misbah, dan Mahardjo Wartono

Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: mnmisbah@na.its.ac.id

Abstrak—Sebagian besar kapal kayu di Indonesia dibangun oleh galangan kapal tradisional yang pembangunannya tanpa dilengkapi perencanaan dan perhitungan. Pada umumnya proses pembangunan kapal berdasarkan pada pengetahuan turun-temurun. Artikel ini merupakan hasil penelitian yang dilakukan untuk mengetahui apakah ukuran konstruksi kapal kayu nelayan di Pelabuhan Nelayan Gresik memenuhi peraturan BKI dan berapa tegangan yang terjadi pada konstruksi tersebut. Proses perhitungan menggunakan peraturan BKI Kapal Kayu. Ukuran yang telah didapatkan dari perhitungan BKI dibandingkan dengan ukuran yang ada di lapangan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa modulus kapal di lapangan lebih besar dari modulus perhitungan BKI (Kapal 1), Lunas 22,26%, Kulit Luar 43,17%, Geladak 50,36%, tetapi ada juga yang lebih kecil dari modulus perhitungan BKI seperti, Gading 53,68%, Wrang 18,37%. Tegangan yang terjadi pada konstruksi kapal dihitung dan dibandingkan dengan tegangan ijin kayu (12,75 MPa). Untuk kapal 1, tegangan konstruksi lambung kapal di lapangan 2,02 MPa, tegangan konstruksi lambung kapal perhitungan BKI 2,19 MPa, tegangan konstruksi geladak kapal di Lapangan 35,27 MPa, tegangan konstruksi geladak kapal perhitungan BKI 7,44 Mpa.

Kata Kunci—BKI, kapal nelayan, konstruksi.

I. PENDAHULUAN

Pada umumnya kapal kayu nelayan di Indonesia dibangun oleh galangan kapal tradisional yang pembangunannya tanpa dilengkapi perencanaan dan syarat-syarat umum yang ditentukan. Pembangunan kapal tersebut tanpa menggunakan gambar-gambar desain seperti *general arrangement*, *lines plan*, *midship section*, dan *construction profile* sebagai salah satu syarat teknis yang harus dipenuhi. Hal ini terjadi karena proses pembangunan berdasarkan pada pengetahuan turun-temurun. Kapal tersebut juga tidak dilengkapi dengan perhitungan-perhitungan hidrostatis, stabilitas dan sebagainya[1].

Sebagian besar nelayan di Indonesia menggunakan kapal kayu dalam menangkap ikan. Hal itu dikarenakan biaya produksi dan perawatan kapal kayu lebih murah daripada kapal-kapal dengan bahan baku yang lain, seperti FRP (*Fibre Reinforced Plastic*), GRP (*Glass Reinforced Plastic*) [2]. Alat

tangkapnya pun masih menggunakan jala dan pancing.

Kayu merupakan material komposit yang baik. Kayu berasal dari alam dan ada sejak milyaran tahun yang lalu. Kayu tersusun dari lapisan selulosa yang teratur dan sebagian besar mempunyai berat jenis 24 - 44 lb/cu.ft (384 - 706 kg/m³). Sebagai perbandingan, besi mempunyai berat jenis 500 lb/cu.ft (8000 kg/m³), aluminium 168 lb/cu.ft (2690 kg/m³) [3]. BKI membagi kayu dalam Kelas Kuat dan Kelas Awet [4].

Kapal nelayan adalah kapal yang berfungsi untuk menangkap ikan dari daerah *Base Point* ke daerah penangkapan / *Fising Ground*. [5] Berdasarkan alat tangkapnya, kapal nelayan dapat dibedakan menjadi :

1. Kapal *Long Liner*
2. Kapal *Purse Seiner*
3. Kapal *Pole and Liner*
4. Kapal *Gillnet*
5. Kapal *Trawler*

Konstruksi kapal merupakan rangkaian antara bagian-bagian konstruksi satu dengan lainnya. Bagian-bagian konstruksi kapal tersebut dapat digolongkan menjadi dua kekuatan konstruksi yaitu bagian konstruksi yang merupakan kekuatan memanjang dan bagian konstruksi yang merupakan kekuatan melintang[6].

Contoh bagian konstruksi yang merupakan kekuatan memanjang adalah lunas, linggi, galar balok, dan kulit luar. Sedangkan bagian konstruksi yang merupakan kekuatan melintang adalah gading, wrang, balok geladak, geladak.

Analisa tegangan suatu balok biasanya dimulai dengan mencai tegangan normal dan geser yang bekerja di penampang. Sebagai contoh, apabila hukum Hooke berlaku, maka kita dapat memperoleh tegangan normal dan geser dari rumus lentur dan geser.

$$\sigma = - \frac{My}{I} \quad \tau = \frac{VQ}{Ib} \quad (1)$$

Di dalam rumus lentur, σ adalah tegangan normal yang bekerja di penampang, M adalah momen lentur, y adalah jarak dari sumbu netral, dan I adalah momen inersia penampang terhadap sumbu netral. Sedangkan τ adalah tegangan geser

disuatu titik pada penampang, V adalah gaya geser, Q adalah momen pertama (*statis momen*) dari luas penampang di luar titik pada penampang dimana tegangan sedang dicari, dan b adalah lebar penampang.

Tegangan normal yang diperoleh dari rumus lentur mempunyai harga maksimum di lokasi terjauh dari sumbu netral, sedangkan tegangan geser yang diperoleh dari rumus geser biasanya mempunyai harga terbesar di sumbu netral. Dalam banyak hal, hanya inilah tegangan-tegangan yang dibutuhkan untuk tujuan desain. Tegangan normal dihitung di penampang yang mengalami momen lentur maksimum, dan tegangan geser dihitung di penampang dengan gaya geser maksimum [7].

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Identifikasi lapangan dan perumusan masalah.

Pada tahap ini dilakukan identifikasi konstruksi kapal nelayan di lapangan. Masalah yang terjadi adalah banyak kapal yang di dalam proses produksinya tanpa menggunakan *rule* sehingga kekuatan kapal masih dipertanyakan. Nelayan terbiasa membangun sebuah kapal dengan menggunakan insting mereka karena sudah beberapa kali membangun kapal. Oleh sebab itu, perlu adanya perhitungan konstruksi dari kapal nelayan.

B. Pengumpulan data

Metode yang dipakai penulis dalam penelitian ini adalah wawancara ke nelayan dan pengukuran bahan baku kayu yang tersedia di galangan sebagai sampel. Data teknis kapal antara lain ukuran utama kapal, ukuran konstruksi kapal dll. Untuk pengukuran panjang konstruksi menggunakan penggaris/meteran, sedangkan untuk pengukuran tebal konstruksi menggunakan jangka sorong.

Adapun data yang dikumpulkan dari lapangan adalah ukuran utama, antara lain, panjang, lebar, tinggi, sarat, dan kecepatan. Sedangkan ukuran konstruksi antara lain ukuran lunas, linggi haluan dan buritan, gading, wrang, galar balok, galar kim, balok geladak, geladak, kulit luar, dan pagar.

C. Perhitungan konstruksi

Tahap selanjutnya adalah perhitungan konstruksi dengan menggunakan Aturan BKI kapal kayu 1996. Perhitungan ini dimulai dengan mencari angka penunjuk[4].

$$L * (B/3 + H) \tag{2}$$

$$(B/3 + H) \tag{3}$$

$$L/H \tag{4}$$

Setelah diketahui nilai petunjuk, perhitungan dilanjutkan dengan menghitung ukuran konstruksi kapal. Berbeda dengan kapal baja, kapal kayu menggunakan tabel untuk menentukan ukuran konstruksi.

D. Analisis data

Pada tahap ini, data perhitungan menurut aturan BKI dibandingkan dengan kondisi di lapangan. Perbandingan ini bertujuan untuk mengetahui ukuran dari kapal yang ada di lapangan lebih kecil atau lebih besar dari kapal BKI. Untuk memvalidasinya, penulis menggunakan metode mekanika teknik yang bertujuan mengetahui nilai tegangan yang dari kapal yang ada di lapangan maupun kapal BKI sudah sesuai dengan tegangan izin dari kayu. Setelah itu dibuat gambar konstruksi yang sesuai dengan aturan BKI

E. Kesimpulan

Kesimpulan dibuat berdasarkan hasil perhitungan konstruksi kapal nelayan yang telah dilakukan sehingga dapat menjadi saran dan bahan pertimbangan untuk nelayan-nelayan di PN Gresik dalam membuat kapal nelayan.

III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Data yang diambil merupakan data populasi sehingga pengujian secara statistik tidak dilakukan. Penulis mengambil tiga kapal di 2 daerah yang berbeda antara lain; di desa Dalegan, dan desa Campurejo. Kedua tempat tersebut berada dalam wilayah Kecamatan Panceng, Kabupaten Gresik.

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan BKI kapal kayu didapat ukuran konstruksi sebagai berikut:

Tabel 1. Ukuran Konstruksi Kapal 1

Kapal 1	Ukuran Konstruksi [mm]					
	Lebar		Tinggi		Tebal	
	Lap.	BKI	Lap.	BKI	Lap.	BKI
LUNAS	150	140	170	200	-	-
LINGGI HALUAN	120	115	160	180	-	-
LINGGI BURITAN	-	-	-	-	-	-
GADING	-	-	150	86	45	74
WRANG	-	-	300	150	-	-
GALAR BALOK	-	-	80	145	30	35
GALAR KIM	-	-	-	-	-	-
BALOK GELADAK	30	66	60	88	-	-
GELADAK	-	-	-	-	30	60
KULIT LUAR	-	-	-	-	30	69
PAGAR	-	-	220	300	30	49

Tabel 2. Ukuran Konstruksi Kapal 2

Kapal 2	Ukuran Konstruksi [mm]					
	Lebar		Tinggi		Tebal	
	Lap.	BKI	Lap.	BKI	Lap.	BKI
LUNAS	150	145	100	215	-	-
LINGGI HALUAN	120	120	150	185	-	-
LINGGI BURITAN	-	-	-	-	-	-
GADING	-	-	170	85	40	73
WRANG	-	-	350	170	-	-
GALAR BALOK	-	-	100	155	30	41
GALAR KIM	-	-	-	-	-	-
BALOK GELADAK	30	69	65	93	-	-
GELADAK	-	-	-	-	30	58
KULIT LUAR	-	-	-	-	30	68
PAGAR	-	-	220	400	30	48

Tabel 3 Ukuran Konstruksi Kapal 3

Bagian Konstruksi	Ukuran Konstruksi [mm]					
	Lebar		Tinggi		Tebal	
	Lap.	BKI	Lap.	BKI	Lap.	BKI
LUNAS	120	142	140	206	-	-
LINGGI HALUAN	120	117	150	182	-	-
LINGGI BURITAN	-	-	-	-	-	-
GADING	-	-	180	85	40	73
WRANG	-	-	350	170	-	-
GALAR BALOK	-	-	80	149	30	37
GALAR KIM	-	-	-	-	-	-
BALOK GELADAK	35	69	65	93	-	-
GELADAK	-	-	-	-	30	58
KULIT LUAR	-	-	-	-	30	69
PAGAR	-	-	200	400	30	48

Dari kapal yang diteliti, bentuk buritan kapal berbentuk transom sehingga ketiga kapal tidak memiliki linggi buritan dan tidak terdapat galar kim.

Pada tabel 1-3 terdapat perbedaan ukuran konstruksi. Terjadi kompensasi ukuran konstruksi. Ketika ada ukuran yang lebih kecil dari perhitungan BKI, ukuran yang lain lebih besar dari perhitunga BKI. Misal pada lunas, ketika lebar di lapangan lebih besar dari lebar perhitungan BKI, tinggi di lapangan lebih kecil dari tinggi perhitungan BKI.

Tabel 4. Modulus Kapal 1

Kondisi	Modulus [m3] / tebal [mm] *					
	Kapal 1		Kapal 2		Kapal 3	
	Lapangan	BKI	Lapangan	BKI	Lapangan	BKI
lunas	0,00025	0,00112	0,00020	0,00112	0,00039	0,00100
linggi haluan	0,00045	0,00069	0,00045	0,00069	0,00045	0,00065
gading	0,00017	0,00009	0,00019	0,00009	0,000216	0,00009
wrang	0,00061	0,00011	0,00061	0,00014	0,00061	0,00014
balok geladak	0,00002	0,00009	0,00002	0,00010	0,00002	0,00010
galar balok	0,00003	0,00012	0,00005	0,00016	0,00003	0,00014
kulit luar *	30	69	30	68	30	69
geladak *	30	60	30	58	30	58

Keterangan : * mempunyai satuan mm

Tabel 4 menunjukkan nilai modulus konstruksi. Modulus lunas, linggi haluan, balok geladak, dan galar balok perhitungan BKI lebih besar dari modulus di lapangan. Begitu pula dengan tebal kulit luar dan geladak perhitungan BKI lebih besar dari tebal di lapangan. Akan tetapi, modulus gading dan wrang perhitungan BKI lebih kecil dari modulus di lapangan.

Seperti halnya kapal baja, kapal kayu perlu adanya perencanaan beban. Di dalam Peraturan Biro Klasifikasi Indonesia, Peraturan Kapal Kayu tidak membahasnya. Oleh karena itu, penulis mencoba pendekatan dengan memakai rumus perencanaan beban yang ada di Peraturan Biro Klasifikasi Indonesia Kapal Baja vol. II. Dari sana, didapat beberapa beban yang akan dipakai dalam pengecekan tegangan, antara lain : beban dasar P_o , beban sisi P_s , beban struktur bow P_e , dan beban alas P_B . untuk beban geladak memakai beban yang ada dalam Peraturan Biro Klasifikasi Indonesia, Peraturan Kapal Kayu.

Setelah mendapatkan beban yang diperkirakan terjadi di kapal nelayan, selanjutnya dilakukan perhitungan tegangan. Tegangan disini berguna untuk mengetahui apakah konstruksi

tersebut masih kuat jika mendapat beban yang ada. Perhitungan tegangan menggunakan pendekatan mekanika teknik yang mana konstruksi kapal nelayan diibaratkan balok kayu panjang yang ditumpu di ujung-ujungnya dan mendapatkan beban dari luar.

Tabel 5. Rekapitulasi tegangan

Kondisi	Tegangan [MPa]					
	Kapal 1		Kapal 2		Kapal 3	
	Lapangan	BKI	Lapangan	BKI	Lapangan	BKI
lunas	1,38	0,31	1,53	0,27	0,78	0,31
linggi haluan	1,35	0,89	1,57	1,03	1,53	1,06
gading	2,02	2,19	2,30	3,09	1,62	2,43
wrang	5,38	17,46	6,15	17,27	6,02	16,85
balok gelada	35,27	7,44	36,75	8,08	32,35	8,10

Berdasarkan tabel 5, dapat diketahui bahwa ketiga kapal yang diambil di Pelabuhan Nelayan Gresik ada bagian konstruksi yang memiliki tegangan lebih besar daripada tegangan perhitungan BKI seperti tegangan pada balok geladak, lunas, dan linggi haluan, tetapi ada bagian konstruksi yang memiliki tegangan lebih kecil daripada tegangan perhitungan BKI antara lain, tegangan pada gading dan wrang. Perbedaan itu terjadi karena konstruksi kapal nelayan di lapangan tidak dilakukan perhitungan. Para pembuat kapal hanya melakukan perkiraan ukuran sesuai dengan pengalaman mereka dan ketersediaan bahan baku kayu. Sedangkan tegangan pada BKI didapatkan dari perhitungan empiris dan pengujian-pengujian yang berulang-ulang. Karena ada nilai tegangan konstruksi kapal nelayan yang kurang dari tegangan kapal perhitungan BKI, maka dapat disimpulkan bahwa kapal yang ada di Pelabuhan Nelayan Gresik tidak memenuhi tegangan perhitungan BKI.

Tabel 6. Tegangan konstruksi vs tegangan ijin

Kondisi	Tegangan Konstruksi vs Tegangan ijin					
	Kapal 1		Kapal 2		Kapal 3	
	Lapangan	BKI	Lapangan	BKI	Lapangan	BKI
lunas	< Teg. Izin	< Teg. Izin	< Teg. Izin	< Teg. Izin	< Teg. Izin	< Teg. Izin
linggi haluan	< Teg. Izin	< Teg. Izin	< Teg. Izin	< Teg. Izin	< Teg. Izin	< Teg. Izin
gading	< Teg. Izin	< Teg. Izin	< Teg. Izin	< Teg. Izin	< Teg. Izin	< Teg. Izin
wrang	< Teg. Izin	> Teg. Izin	< Teg. Izin	> Teg. Izin	< Teg. Izin	> Teg. Izin
balok gelada	> Teg. Izin	< Teg. Izin	> Teg. Izin	< Teg. Izin	> Teg. Izin	< Teg. Izin

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa tegangan yang terjadi pada gading ketiga kapal baik di lapangan maupun perhitungan BKI masih dibawah tegangan ijin dari kayu jati sehingga ukuran konstruksi gading diterima. Tegangan yang terjadi pada balok geladak ketiga kapal di lapangan berada diatas tegangan ijin dari kayu jati sehingga tegangan balok geladak di lapangan tidak diterima, akan tetapi tegangan balok geladak perhitungan BKI masih dibawah tegangan ijin kayu jati sehingga konstruksi balok geladak perhitungan BKI diterima. Tegangan Lunas baik di lapangan maupun perhitungan BKI masih dibawah tegangan ijin kayu jati, sehingga ukuran konstruksi lunas diterima. Tegangan Linggi haluan baik di lapangan maupun perhitungan BKI masih dibawah tegangan ijin kayu jati, sehingga ukuran konstruksi linggi haluan diterima. Tegangan yang terjadi pada wrang ketiga kapal di lapangan berada dibawah tegangan ijin dari kayu jati sehingga tegangan balok geladak di lapangan

diterima, akan tetapi tegangan balok geladak perhitungan BKI masih diatas tegangan ijin kayu jati sehingga konstruksi balok geladak perhitungan BKI diterima.

IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Ukuran konstruksi kapal nelayan di pelabuhan nelayan Gresik dihitung kembali dengan menggunakan peraturan Biro Klasifikasi Indonesia, Peraturan Kapal Kayu. Adapun ukurannya sebagai berikut (kapal 1)
 - Ukuran lunas 140x200 (lebih besar 22,26% dari ukuran di lapangan)
 - Ukuran linggi haluan 115x180 (lebih besar 65,55% dari ukuran di lapangan)
 - Ukuran gading 86x74 (lebih kecil 53,68% dari ukuran di lapangan)
 - Tinggi wrang 150 mm (lebih kecil 18,37 % dari ukuran di lapangan)
 - Ukuran galar balok 145x35 (lebih besar 47,29% dari ukuran di lapangan)
 - Ukuran balok geladak 66x88 (lebih besar 20,94% dari ukuran di lapangan)
 - Tebal geladak 60 mm (lebih besar 50,36% dari ukuran di lapangan)
 - Tebal kulit luar sebesar 69 mm (lebih besar 43,17% dari ukuran di lapangan), dan
 - Ukuran pagar 300x49 (lebih besar 45,22% dari ukuran di lapangan).
2. Tegangan yang terjadi pada konstruksi kapal nelayan di lapangan lebih besar daripada tegangan yang terjadi pada konstruksi kapal nelayan perhitungan BKI seperti, tegangan yang terjadi pada balok geladak, lunas, dan linggi haluan. Sedangkan tegangan pada gading dan wrang lebih kecil daripada tegangan perhitungan BKI
3. Tegangan yang terjadi pada gading dan kulit luar, lunas, dan linggi haluan baik di lapangan maupun perhitungan BKI masih di bawah tegangan ijin kayu jati. Tegangan yang terjadi pada balok geladak dan geladak di lapangan di atas tegangan ijin kayu jati, tetapi tegangan balok geladak dan geladak perhitungan BKI di bawah tegangan ijin kayu jati.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang turut serta dalam membantu dan mendukung penelitian baik berupa moril maupun materiil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Febriayansyah, Bramantyas dkk. *Kesesuaian ukuran beberapa bagian konstruksi kapal ikan di PPI Muara Angke Jakarta Utara dengan aturan Biro Klasifikasi Indonesia*. Buletin PSP vol. XVIII. Jakarta, (2009).
- [2] Anonim. 2005. *Design, Construction and Equipment of Small Fishing Vessels of less than 15 m Length overall, Code of Practice*.

- [3] Gerr, Dave, *The Element of Boat Strength for builder, designers, and owners*. International Marine. United States of America, (2000).
- [4] Biro Klasifikasi Indonesia. *Buku Peraturan Klasifikasi dan konstruksi kapal laut, Peraturan Kapal Kayu*. Jakarta, (1998).
- [5] Traung, Jan-Olof. *Fishing Boats of The World : 2*. Food and Agriculture Organization of The United Nations. England, (1967).
- [6] <http://anchordoank.blogspot.com/2009/12/identifikasi-struktur-dan-bagian-bagian>. Diakses pada 16 Januari 2012.
- [7] Biro Klasifikasi Indonesia. Gere & Timoshenko, *Mekanika Bahan Jilid 2 Edisi IV*. Jakarta. Erlangga, (2000).