

TENTANG PELAPUKAN KAPAL KAYU

Muchtar Ahmad* dan Nofrizal**

*Lab. Kapal Perikanan, **Lab. Bahan dan Alat Penangkapan Ikan, Fak. Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau, Pekanbaru

Diterima : 1 Agustus 2009 Disetujui : 27 Agustus 2009

ABSTRACT

A survey and experiment have conducted on fishing boat materials of just constructed, 10 years and 15 years old. Materials were sampled and its strength was tested in order to understand the fatigue and its cause. The fatigue of materials is in regression linear but depending on the kind of wood, its processing, and the place used in the boat construction. Those of materials use to be submerged in the water will be fatigue faster compare to those used in the dry place. The fatigue caused by marine organism such sea worm holed into or some mollusks and microbe meshes attach to the surface of wood. Proper processing and well maintenance during operation of the boat will makes it be last longer.

Keywords: *Age, sea worm, processing, maintenance, marine organism,*

PENDAHULUAN

Semakin sulitnya mendapatkan bahan kapal kayu (Kompas 16 Juni 2006) menuntut dikajinya tentang bahan kapal secara mendalam. Kajian tentang bahan kapal masih amat terbatas dilakukan – terutama bahan kapal perikanan – baru mulai diteliti di Riau pada tahun 2002 oleh gagasan Muchtar Ahmad di Balai Kelautan Purnama, Fak. Perikanan dan Ilmu Kelautan, Univ. Riau, dan dilaksanakan oleh Nasution 2003, Zein 2005, dan Indra 2006. Kajian yang adapun masih belum menurut kaedah kajian ilmu bahan juga tidak sistemik dan berkelanjutan. Bahkan belum

menghasilkan suatu temuan yang bermakna secara akademis, atau adanya gagasan pemecahan masalah bahan yang ada maupun pelapukannya.

Makalah ini bertujuan untuk memahami pelapukan yang terjadi pada bahan kapal kayu dan penyebabnya, sedangkan tentang pengawetan bahan kayu kapal dan perawatannya karena terbatasnya ruang dilaporkan pada makalah lain (Ahmad, 2006), namun agar mendapat gambaran yang lebih jelas, maka jenis, sifat dan kekuatan bahan kayu kapal perikanan itu juga dikemukakan.

METODE PENELITIAN

Survei dilakukan di galangan kapal kayu Abu Talib, Dumai, bulan November dan Desember 2005. Sampel kayu bahan kapal diambil berukuran 3cmx3cmx12,5cm dari bagian kapal (lunas, linggi, gading-gading, dan dinding tubuh kapal) untuk enam ulangan. Tiga kapal, yaitu yang sedang dibuat dan dua yang

sedang diperbaiki (umur 10 dan 15 tahun) dijadikan sumber bahan yang diuji. Setiap sampel diuji-tekan (Gambar 1) di Laboratorium Uji Bahan, Fakultas Teknik Universitas Riau menurut standard pengujian ASTM E9 Montgomery-Temphin (General Use). Data uji digunakan untuk menghitung kekuatan bahan.



Gambar 1. Sampel kayu (kiri) yang diuji kekuatan tekannya (kanan) .

Berat jenis bahan dihitung dengan memakai persamaan:

$$g = \frac{M}{V} \quad \dots(1)$$

g = berat jenis bahan (gr/cm^3)

M = berat bahan (gr)

V = volume bahan (cm^3)

Sedangkan kekuatan bahan diperoleh melalui pengolahan data hasil pengujian dengan menggunakan persamaan:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad \dots(2)$$

σ = kekuatan material (kN/m^2)

P = besar gaya tekan (kN)

A = luas penampang (m^2)

Dari nilai perhitungan di atas diperoleh kekuatan setiap jenis bahan yang digunakan. Data hasil perhitungan ditabulasi dan digambar

grafis dengan regresi linear hubungan kekuatan dan umur bahan.

Kemudian diuraikan dan dibahas secara deskriptif menuju ke arah kesimpulan dengan merujuk kepada tujuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kayu bahan kapal banyak macam ragam jenis maupun sifatnya. Hal ini tergantung dari keadaan anatomi yang menyusunnya maupun susunan kimiawinya yang mempengaruhi sifat mekanikanya. Kayu tersusun dari sel-sel selulosa yang disatukan oleh lignin. Akan tetapi baik susunan selulosa sebagai suatu jaringan serat maupun lignin antara

satu jenis kayu berbeda dengan kayu lainnya. Perbedaan tersebut menyebabkan terjadinya perbedaan ketahanan awet dan kekuatan kayu.

a. Jenis kayu bahan kapal, sifat dan kekuatannya

Empat jenis kayu digunakan sebagai bahan kapal yang diteliti yaitu: kayu malas (*Parastemonurophyllum*), kompas (*Compassia sp*), loban (*Vitex pubercens Vahl*), dan meranti (*Shorea sp*). Jenis dan sifat kayu (awet dan kuat) serta tempat pemakaiannya sebagai bahan pada pembuatan kapal adalah seperti yang diterakan dengan rinci pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Jenis kayu kelas awet dan kuat serta pemakaiannya pada kapal

No	Nama dagang	Nama Latin	Kelas		Pemakaian
			Awet	Kuat	
1	Kompas	<i>Compassia malacensis</i>	III-IV	I-II	Lunas
2	Malas	<i>Parastemon sp.</i>	II-III	I	Lunas luas Dasar mesin Linggi haluan Linggi dalam Casco
3	Loban	<i>Vitex pubercens Vahl</i>	I	I-II	Tiang as Tiang utama Dasar mesin Balok geladak Gading-gading
4.	Meranti	<i>Shorea platiclados</i>	II-III	II-IV	Dinding lambung Papan geladak Pisang-pisang Dek kapal Dinding angin Transom Papan tenda

Sumber: BKI (1989) untuk standar kelas awet dan kuat.

Lazimnya pemilihan jenis kayu kapal berdasarkan sifat awet dan kuatnya, serta cocok dipasang pada bagian tertentu suatu kapal kayu. Secara umum bahan kayu tersebut haruslah memiliki daya tahan cukup lama dan kuat (kelas I), serta tahan terhadap serangan hewan laut seperti kapang dan teritip, terutama kayu yang dipasang pada bagian yang selalu terendam dalam air, seperti lunas dan bagian bawah dinding tubuh kapal. Persyaratan itu terpenuhi oleh jenis kayu malas dan Kompas. Kayu ini memiliki serat yang halus dengan warna coklat hingga merah tua. Kayu malas tergolong ke dalam kelas kuat I dan kelas awet II-III. Sedangkan kayu Kompas masuk kelas kuat I-II dan kelas awet III-IV. Ciri-khas kayu ini ialah seratnya agak kasar dengan warna kuning kemerah-merahan. Pada kapal perikanan, kayu ini sering digunakan pada lunas, linggi, galar gading dan juga pondasi mesin.

Sungguhpun demikian untuk bagian tertentu seperti gading-gading atau tulang, maka kayu loban, yang bersifat liat, cocok sebagai tempat menempelkan dinding kapal, sehingga tidak mudah lepas. Loban tergolong famili *Verbenaceae*. Biasanya sebutan untuk kayu ini bervariasi seperti : *Alaban*, *Lobana*, *Aloban*, dan sebagainya. Kayu ini memiliki berat jenis kering udara rata-rata 0,88 dengan kelas kuat I-II dan kelas awet I (BKI 1989). Sebagian besar loban dipakai untuk bangunan, perkakas,

pekerjaan bangunan yang perlu kayu liat. Kayu loban pada bagian teras berwarna kuning kecoklat-coklatan atau ada yang agak kemerahan.

Kayu meranti (*Shorea sp.*) cocok dipakai sebagai dinding lambung kapal, karena sifatnya lentur sehingga mudah dibentuk sesuai dengan keadaan konstruksi kapal yang dibangun. Meranti adalah famili *Dipterocarpaceae* dengan nama lainnya Abang Gunung, Awak, Lanah Merah dan sebagainya. Kayu ini tergolong ke dalam kelas kuat II-IV dan kelas awet II-III dengan berat jenis udara rata-rata 0,55. Warna kayu ini pada bagian teras agak beragam. Yaitu ada yang hampir putih, coklat pucat, merah jambu, merah muda, merah kelabu dengan kulit luar berwarna kelabu atau coklat. Pada umumnya kayu meranti mudah dipaku, termasuk tahan lama, di samping itu juga lentur dan mudah dibentuk. Oleh sebab itu dipakai pada bagian lambung tubuh kapal. Dengan cirikhas masing-masing jenis kayu yang beragam itu, pengetahuan bahan kayu untuk kapal diperlukan dalam kaitannya dengan persyaratan bagian kapal yang dibangun.

Ahmad (1978) menyatakan bahwa kekuatan bangunan kapal dipengaruhi bukan saja oleh konstruksi dan bentuk bangunan, tetapi dipengaruhi oleh bahan-bahan pembuat kapal yang dipakai, dan tergantung juga pada jenis usaha dan kebiasaan daerah setempat. Dalam

pembuatan sebuah kapal perikanan, harus senantiasa memilih jenis-jenis kayu, yang memenuhi persyaratan teknis seperti: kuat, liat, tidak mudah retak/patah dan tahan dari serangan binatang laut, terutama bahan kayu yang digunakan pada bagian lunas kapal perikanan. Dengan demikian kajian tentang bahan baik mengenai keunggulan maupun menemukan bahan baru dan cara pengawetannya adalah hal yang amat penting. Karena permasalahan dalam perancangan struktur kapal jenis bahan, jarak gading, ukuran gading dan penegar, dlsb. secara gabungan sebagai konfigurasi geometrik memungkinkan kapal berfungsi secara efisien selama masa operasinya (Rasyid dan Setyawan 2000). Oleh sebab itu, dalam membuat sebuah kapal perikanan amat diperhatikan jenis kayu yang digunakan, terutama untuk bagian-bagian yang terendam oleh air seperti: lunas dan dinding kapal. Jenis kayu yang lazim digunakan di Riau daratan ialah: kayu kempas, malas, meranti, loban, kulim, resak dll., yang semakin sulit didapatkan oleh galangan kapal, sebab merajalelanya penebangan liar (Kompas 15 Juni 2006).

Sebenarnya tidak ada jenis kayu yang unggul dalam segala hal untuk bahan kapal, melainkan masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangan tersendiri yang harus dipertimbangkan dalam membangun kapal (Fyson 1985). Atas keunggulan yang berbeda itulah maka kayu

tertentu lebih sesuai dipakai pada bagian tertentu pula. Pada setiap bagian kapal berbeda-beda bahan yang dipakai, karena kebutuhan kekuatan pada masing-masing bagian itu berbeda pula. Pada umumnya bagian yang berbeda pada kapal perikanan yang memerlukan bahan khusus itu ialah: lunas (bawah dan depan), tulang/gading, kulit, bangunan atas, dudukan mesin, baling-baling (bos tumber) dan lain-lain masing-masing memerlukan persyaratan bahan kayu tertentu (DIRJEN Perikanan, 1981).

Secara ultrastruktur sel kayu terutama terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Selain itu ada ekstraktif yang terdapat pada teras kayu dan kulit kayu. Selama penyimpanan kayu reaksi autoksidatif dan enzimatis sangat dipengaruhi oleh keadaan umumnya. Hidrolisis trigliserida menghasilkan asam lemak bebas, yang berlangsung lebih cepat bila pada penyimpanan kayu dalam keadaan basah dibandingkan dengan keadaan kering.

Perubahan susunan ekstraktif lipofil misalnya terjadi selama penyimpanan kayu gelondong di dalam air laut. Penyimpanan kayu yang lama menyebabkan pengaruh negatif, seperti penurunan terpenin dan minyak tall sebagai hasil sampingan pembuatan bubur kayu. Terpenoid rendah, asam resin, dan senyawa fenol melindungi kayu terhadap kerusakan secara mikrobiologi atau oleh serangan

serangga (Sjostrom 1993). Sedangkan susunan kimiawinya menurut Dumanauw (1990) terdiri dari karbon 50 %, hidrogen 6 %, nitrogen 0,04-0,10, abu 0,20 %-0,50 % dan sisanya oksigen. Susunan kimiawi kayu menentukan kegunaan setiap jenis kayu dan dapat dijadikan sebagai pengenalan ketahanan kayu terhadap serangan hewan perusak. Bahkan susunan itu juga menentukan pengerjaan dan pengolahan kayu sehingga diperoleh hasil yang maksimal. Pada umumnya susunan kimiawi kayu terdiri dari tiga unsur, yakni: 1) Unsur karbohidrat terdiri dari selulosa. 2) Unsur non-karbohidrat terdiri dari lignin. 3) Unsur yang diendapkan dalam kayu selama proses pertumbuhan berupa zat ekstraktif.

Penyebaran susunan kimiawi dalam dinding sel kayu tidak merata. Kadar selulosa dan hemiselulosa banyak terdapat dalam dinding sekunder. Lignin banyak terdapat dalam dinding primer dan lamela tengah, sedangkan zat ekstraktif terdapat pada teras dan kulit kayu.

Setiap jenis kayu mempunyai karakteristik tertentu baik dari segi maupun kekuatannya tergantung pada susunan serat yang terdapat pada kayu tersebut. Selain itu juga, kekuatan kayu juga ditentukan oleh berat jenisnya. Apabila semakin padat dan berat suatu jenis kayu, maka kekuatannya juga semakin besar. Untuk lebih jelas tentang berat jenis kayu dapat dilihat pada Tabel 7 berikut:

Tabel 1. Berat Jenis bahan dan perbandingan kekuatan terhadapnya

Jenis Kayu	Volume (cm ³)	Massa (gr)	Berat Jenis	Kuat tekan	Kuat bahan	Kt/BJ	Kb/BJ
Kempas	112,5	130,66	1,16	63.28	703,11		
Laban	112,5	101,80	0,90	52.71	585,82		
Malas	112,5	115,80	1,03	63.28	703,11		
Meranti	112,5	91,27	0,81	31.96	355,11		

Dari Tabel 1. terlihat bahwa kayu kempas memiliki berat jenis tertinggi yaitu 1,16 gr/cm³. Kayu ini mempunyai serat kasar yang padat dan keras, termasuk kelas kuat I. Dengan sifatnya yang demikian itu, kayu kempas digunakan sebagai lunas pada kapal perikanan. Meranti

memiliki berat jenis terendah yaitu 0,81 gr/cm³ tidak digunakan sebagai kerangka kapal. Lagipula kayu meranti mudah diserang hewan laut seperti kapang, teritip dan juga jamur sebagai perusak kayu. Tetapi meranti cocok digunakan sebagai dinding kapal.

Kekuatan dan ketahanan terhadap perubahan bentuk suatu bahan adalah merupakan sifat mekaniknya. Kekuatan adalah kemampuan suatu bahan untuk memikul beban atau gaya yang mengenainya. Kekuatan suatu jenis kayu sangat tergantung pada tingkat kerapatan sel-sel atau serat-serat kayu sebagai penyusunnya. Artinya, semakin banyak dan padat susunan seratnya maka jenis kayu tersebut akan lebih kuat, seperti halnya kayu kempas dan malas. Selain itu juga berat jenis juga sangat berpengaruh terhadap kekuatan kayu tersebut.

Ketahanan akan perubahan bentuk menentukan banyaknya bahan yang dapat dimanfaatkan, atau terpatah, atau terlenkung oleh suatu beban yang mengenainya (Haygreen and Bowyer 1996). Kekuatan dan ketahanan bahan kapal

perikanan terhadap perubahan berkaitan-kelindah dengan pelapukan bahan. Pelapukan adalah merupakan suatu proses dan mekanisma terjadinya lapuk pada suatu bahan sehingga kekuatan dan ketahannya berkurang atau semakin menurun.

Sifat mekanik atau kekuatan kayu merupakan pertimbangan utama dalam pemilihan kayu yang digunakan untuk bahan bangunan struktural, seperti halnya pada kapal perikanan. Sifat mekanik diuji berdasarkan kuat tekan sejajar serat bahan kapal. Untuk mengetahui perbandingan kekuatan bahan kapal umur setahun, umur 10 tahun dan kapal berumur 15 tahun dilakukan pengujian kekuatan kayu masing-masing umur. Adapun hasil pengukuran kekuatan uji tekan kayu bahan yang diamati ialah seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan kekuatan bahan kapal umur 1, 10 dan 15 tahun.

Jenis Kayu	Kuat Tekan (kN) bahan			Penampang (A)	Kekuatan Bahan (kN/m ²)			Pema-kaian
	1 tahun	10 tahun	15 tahun		1 tahun	10 tahun	15 tahun	
Kempas	63.28	35.88	23.29	0.0009	703,11	398,67	258,78	Lunas
Loban	53.52	42.37	41.27	0.0009	594,57	470,78	458,56	Linggi depan
Loban	51.80	43.31	40.97	0.0009	575,56	481,22	455,22	Linggi buritan
Loban	52.86	42.57	41.56	0.0009	587,33	473,00	461,78	Gading-gading
Meranti	31.96	31.11	30.29	0.0009	355,11	345,67	336,56	Dinding

Dari Tabel 2 diketahui hasil uji tekan bahan kayu masing-masing kapal, adalah bahan berumur pakai

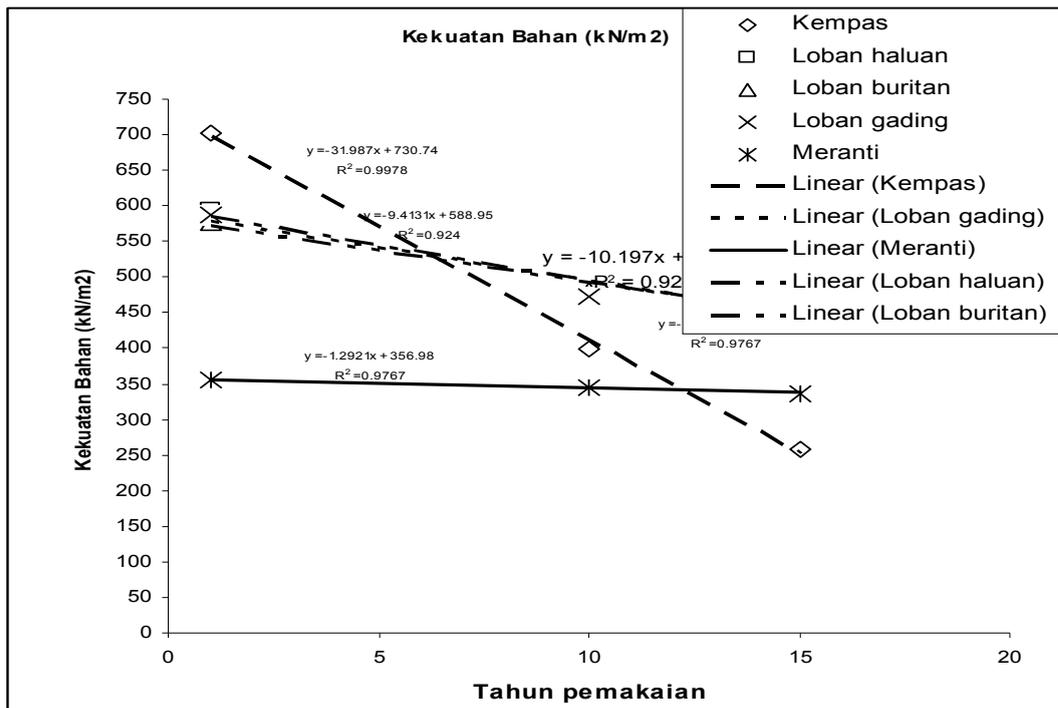
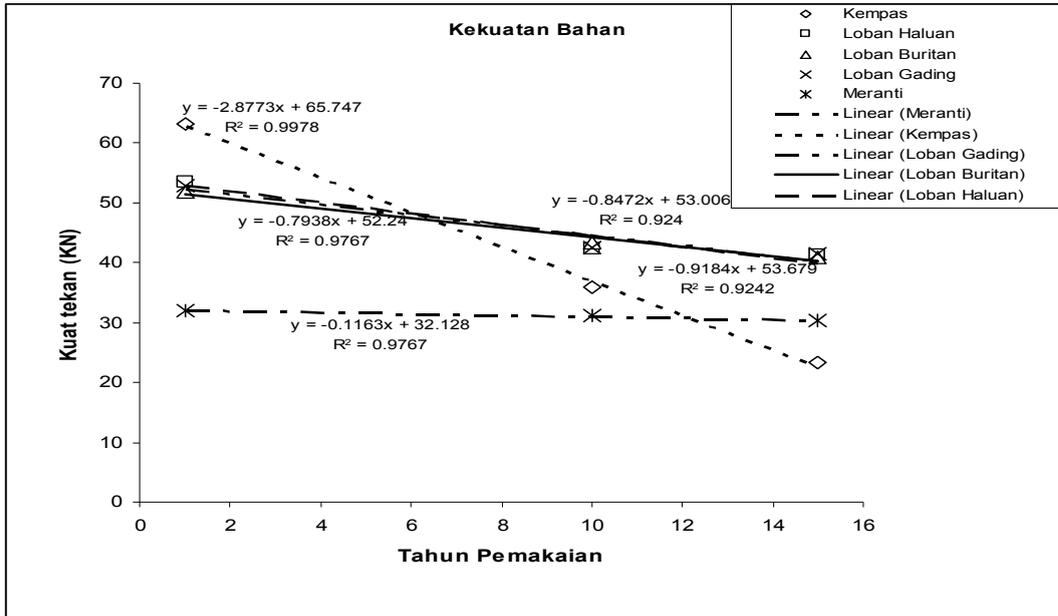
satu tahun untuk kayu kempas bernilai 63,28 kN merupakan yang tertinggi kekuatannya. Sedangkan nilai terendah

ialah kayu meranti dengan nilai 31,96 kN. Untuk kapal berumur 10 tahun nilai kekuatan tertinggi ialah loban dengan nilai 43,31 kN dan nilai terendah ialah kayu meranti sebesar 31,11 kN. Untuk kapal berumur 15 tahun nilai kekuatan tertinggi ialah kayu loban sebesar 41,56 kN. Sedangkan nilai kekuatan tekan terendah ialah kayu malas dengan nilai 23,29 kN. Kayu yang kuat belum tentu bisa bertahan lama atau awet.

b. Pelapukan

Dari Tabel 2 di atas juga dapat diketahui kekuatan bahan kayu berdasarkan kuat tekan, yakni kayu kompas berkekuatan 703,11 kN/m² tertinggi di antara jenis kayu yang dipakai. Oleh sebab itu kayu kempas dipakai sebagai lunas yang sering berhadapan dengan berbagai

gaya, terendam di dalam air dan merupakan tumpuan dasar kekuatan seluruh kapal. Setelah dipakai sepuluh tahun kekuatannya menjadi 398,67 kN/m² artinya berkurang sebesar 304,44 kN/m² atau terjadi pelapukan sekitar 43 % dan setelah 15 tahun kekuatannya menjadi 258,78 kN/m². Sedangkan kayu loban mempunyai kekuatan sebesar 461,78 kN/m² untuk yang berumur setahun sebagai bahan kapal. Setelah 10 tahun menjadi atau menurun kekuatannya % 15 tahun kemudian kekuatan kayu loban tinggal sebesar atau menurun % dari umur setahun. Keadaan itu ada kaitannya dengan kedudukan kayu loban sebagai gading-gading dan linggi, yang relatif tidak selalu terendam di dalam air, kecuali ujung bawahnya yang berada di bagian dasar kapal.



Kekuatan kayu meranti adalah sebesar $355,11 \text{ kN/m}^2$. Setelah dipakai 10 tahun kekuatannya berkurang menjadi $345,67 \text{ kN/m}^2$. Ini berarti terjadi pelapukan dengan penyusutan kekuatan sebesar $9,44 \text{ kN/m}^2$ atau sekitar 2,7 %. 15 tahun kemudian kekuatan kayu meranti menjadi $336,56 \text{ kN/m}^2$ atau menyusut % dari yang berumur 10 tahun dan % dari berumur setahun pakai. Kelapukan ini terjadi disebabkan oleh serangan hewan laut seperti kapang yang menggerak kayu dan teritip yang menempel pada dinding kapal, sehingga kayu tersebut menjadi keropos. Bila dilihat dari segi kekuatannya kayu ini tidak sekuat kayu Kempas, namun demikian meranti mempunyai keistimewaan yaitu memiliki sifat yang lentur dan mudah dibentuk sesuai dengan yang lekuk tubuh kapal sehingga meranti digunakan pada dinding kapal dan bagian tidak terendam lainnya, seperti geladak dan rumah kapal.

Dari grafik garis liner Gambar 1 dan 2; yaitu hubungan antara kekuatan tekan dan kekuatan bahan dengan lamanya dipakai, ternyata seluruh jenis kayu terjadi pelapukan secara regresi liner (garis lurus menurun). Akan tetapi kayu kompas dan loban nyata sekali penurunan kekuatan seiring dengan bertambah umur pakainya di kapal, walaupun kayu kompas paling tajam sudut penurunan kekuatannya dibandingkan dengan kayu loban. Sedangkan kayu meranti relatif lebih stabil atau

penyusutan kekuatannya tidak berapa nyata. Kenyataan demikian tidak dapat dikatakan bahwa kayu meranti dan loban lebih baik untuk lunas, karena kekuatannya tetap lebih tinggi dari yang lainnya setelah 10 tahun, kecuali terhadap loban. Namun loban amat jarang yang lurus dalam rentang panjangnya, sedangkan meranti dari awalnya sudah rendah kekuatannya untuk dijadikan lunas.

Terjadinya penyusutan kekuatan kayu ini selain disebabkan oleh proses alamiah kayu sendiri, juga karena adanya serangan kapang dan berhubungan pula dengan lamanya kapal terendam di dalam air, yang pada gilirannya terjadi pelapukan. Lamanya terendam di perairan sebagai lunas kapal menyebabkan mudah diserang oleh kapang yang menggerak kayu tersebut hingga menjadi keropos. Kandungan air yang terdapat di dalam kayu yang terendam juga mempengaruhi kekuatannya. Hal ini menurut Soehendrodjati (1990) karena kekuatan, keawetan serat dan peranan lignin sebagai zat perekat dipengaruhi oleh kandungan air dalam kayu. Jika kandungan air dalam kayu terlalu banyak akan terjadi percepatan pelapukan serat-serat kayu dan turunnya kuat lekat lignin sehingga kekuatan kayu akan menurun.

KESIMPULAN

Bahan kayu kapal perikanan yang umum digunakan ialah kayu kompas (*Compassia sp*), paling kuat

dan tahan dengan kekuatan 703,11 kN/m² yang digunakan sebagai lunas kapal. Sedangkan kayu loban (*Vitex pubercens Vahl*) berkekuatan 481,22 kN/m² dengan sifat liat tapi jarang yang lurus-panjang dan digunakan sebagai gading-gading kerangka kapal. Kayu meranti (*Shorea sp.*) digunakan sebagai dinding tubuh kapal dengan kekuatan 345,67 kN/m². Kekuatan kayu tersebut menurun secara regresi liner atau terjadi pelapukan searah dengan lamanya dipakai, walaupun tergantung pula pada jenis, sifat dan tempat di mana kayu itu digunakan pada kapal.

Pelapukan kayu terjadi selain oleh proses alamiah kayu sendiri, juga disebabkan oleh hewan laut perusak seperti kapang dan teritip melekat pada tubuh kapal serta mikroba berupa jamur dan lumut. Kuat dan tahannya bahan kapal tergantung pada: proses pengeringan dan pengawetan, tempat dipakainya bahan apakah berhubungan dengan air, dan pemeliharaan dan perawatannya. Selama ini proses pengeringan/pengawetan bahan yang dilakukan di Galangan Kapal Pangkalan Sesai dilakukan secara alami dan memerlukan waktu hingga satu bulan, sehingga hal ini akan berpengaruh terhadap kekuatan kapal perikanan.

Oleh karena itu disarankan penelitian lanjutan tentang pengaruh lamanya waktu pengeringan, jenis bahan pengawetan dan teknik

pengawetan bahan kapal terhadap kekuatan kapal perikanan.

Ucapan Terimakasih

Para penulis sangat berterimakasih khusus kepada Bapak Abu Talib pemilik galangan kapal kayu di Pangkalan Sesai, Dumai, yang telah bersedia melayani dengan ramah dan memberikan informasi yang diperlukan. Juga kepada Indra yang pada waktu masih mahasiswa jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau, telah bersusah payah mengumpulkan informasi dan data tentang kekuatan tekan dan kerusakan bahan kapal perikanan di Pangkalan Sesai, Dumai.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M. 1978. Bunga Rampai Kapal Perikanan. Lembaga Penelitian Fakultas Perikanan Universitas Riau, Pekanbaru. 50 hal.
- 2004. Pengelolaan Galangan Kapal Skala Menengah di Dumai. Jurnal Ilmu Administrasi "Publik dan Bisnis" 2(2): 120—128.
- BKI (Biro Klasifikasi Indonesia) 1989. Peraturan Konstruksi Kapal Kayu. Jakarta. 107hal.

- Dumanaw, J.F. 1990. Mengenal Kayu. Penerbit Kanisius, Yogyakarta. 107 hal.
- Fyson, John 1985. Design of Small Fishing Vessels. Fishing News Books Ltd. Farnham England (U.K.). 320 hal.
- Indra 2006. Kajian Tentang Bahan Kayu Kapal Perikanan di Galangan Kapal Pangkalan Sesai Kota Dumai. Skripsi pada Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fak. Perikanan dan Ilmu Kelautan, Univ. Riau, Pekanbaru: 48 hal (Tidak diterbitkan).
- Nasution, F. 2003. Studi material pembautan kapal purse seine di galangan kapal kota Sibolga, Provinsi Sumatera Utara. Karya Ilmiah/Skripsi pada Lab. Kapal Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau (tidak diterbitkan).
- KOMPAS, Jumat 15 Juni 2006. Industri Kapal Kayu Tradisional Mandek.
- Rosyid, D.M. dan Dony Setyawan 2000. Kekuatan Struktur Kapal. Pradnya Paramita. Jakarta. 127 hal.
- Sjostrom, Eero. 1993. Wood Chemistry, Fundamental and Applications, 2nd ed. Academic Press, Orlando/USA. 389hal.
- Zein, Jonny. 2005. Studi Tentang Bahan dan Konstruksi Kapal Perikanan Jaring Insang di Kota Dumai, Propinsi Riau. Laporan penelitian. Lembaga Penelitian, Universitas Riau, Pekanbaru: 56hal. (Tidak diterbitkan).