

UNIVERSITAS INDONESIA

**PEMBANGUNAN KAPAL INDIA DHOW DENGAN
METODE LAMINASI**

SKRIPSI

**ALYUSRA
0706275246**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN
DEPOK
JANUARI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PEMBANGUNAN KAPAL INDIA DHOW DENGAN
METODE LAMINASI**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

ALYUSRA

0706275246

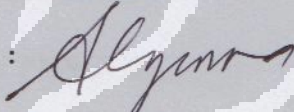
**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN
DEPOK
JANUARI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

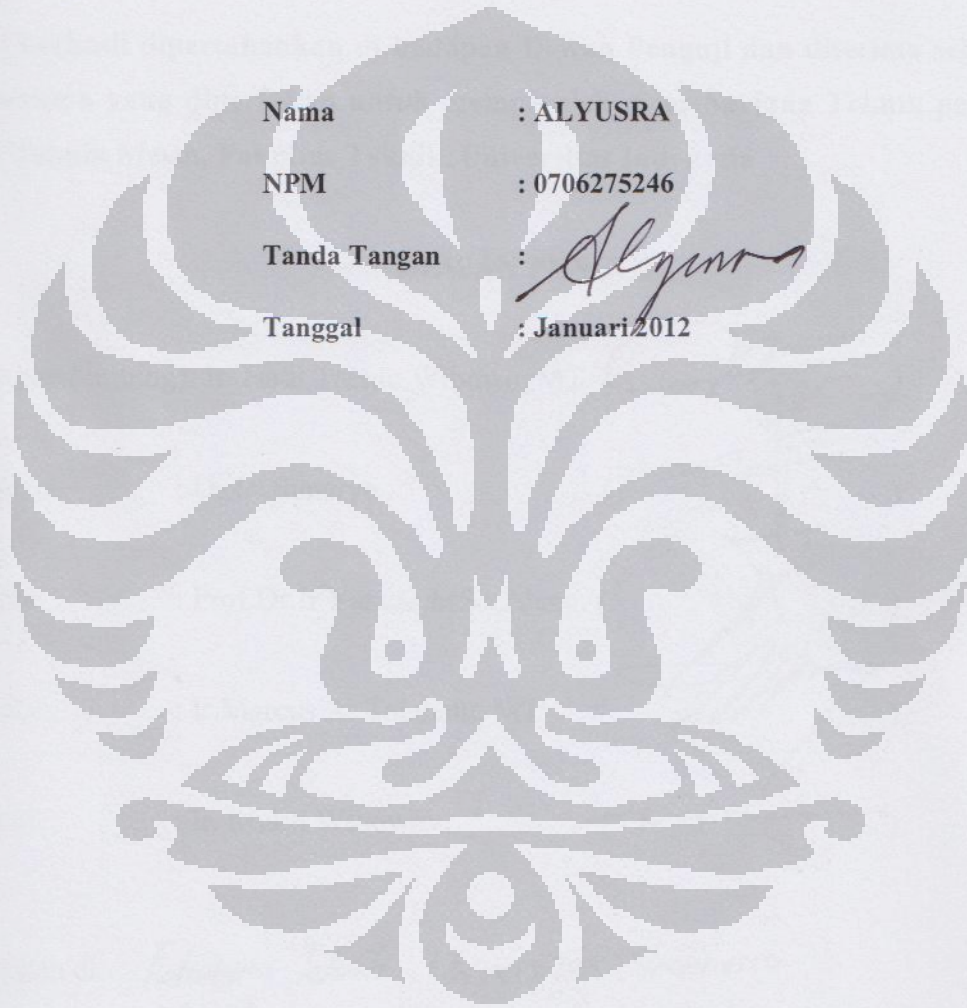
Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : ALYUSRA

NPM : 0706275246

Tanda Tangan : 

Tanggal : Januari 2012

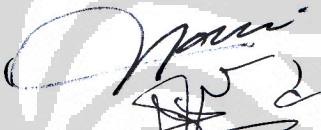



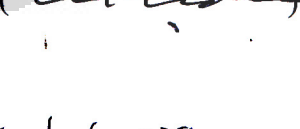


HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : ALYUSRA
NPM : 0706275246
Program Studi : Teknik Perkapalan
Judul Skripsi : Pembangunan Kapal Indian Dhow dengan Metode Laminasi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Ketua(pembimbing): Ir. Hadi Tresno Wibowo, MT ()
Sekretaris : Dr.Ir. Sunaryo ()
Anggota : Prof.Dr.Ir Yanuar, MSc., Meng. ()
Anggota : Ir. Marcus A. Talahatu, MT ()
Anggota : Ir. Mukti Wibowo ()

Ditetapkan di : Fakultas Teknik Universitas Indonesia
Tanggal : 26 Januari 2012

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Perkapalan pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Bpk Hadi Tresno Wibowo, selaku dosen pembimbing serta seluruh dosen teknik perkapalan UI yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) pihak PT. CARITA BOAT INDONESIA yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
- (3) keluarga, serta semua sahabat yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 14 Januari 2012

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ALYUSRA
NPM : 0706275246
Program Studi : Teknik Perkapalan
Departemen : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**PEMBANGUNAN KAPAL INDIAN DHOW DENGAN
METODE LAMINASI**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 14 Januari 2012

Yang menyatakan


(ALYUSRA)

ABSTRAK

Nama : ALYUSRA

Program Studi : Teknik Perkapalan

Judul : Pembangunan Kapal Indian Dhow dengan Metode Laminasi

Dhow merupakan kapal tradisional yang dipergunakan untuk melaut oleh para nelayan di daerah sekitar Samudra Hindia. Pada awal perkembangannya dhow dibuat dengan cara mengikat papan kulit ke gading-gadingnya, dengan menggunakan serat alam seperti serat buah kelapa atau serat cotton, selain itu mereka memanfaatkan getah alam untuk bahan perekat yang juga berguna untuk kedapannya. Seiring perkembangan jaman maka cara pembuatan dhow mulai maju dengan pemakaian paku dan baut, sehingga kapal lebih kuat, namun pemakaian getah alam masih dipergunakan. Setelah penemuan bahan perekat yang berkualitas baik seperti epoxy, maka pemakaian paku dan getah alam dapat ditinggalkan, karena epoxy selain sebagai lem juga memberikan perlindungan terhadap kebocoran, dan akhirnya mempermudah pengerjaan dan menghemat waktu serta pemakaian bahan kayu.

Kata Kunci : Dhow, mengikat papan, paku, getah alam, laminasi

ABSTRACT

Name : ALYUSRA
Major : Naval Architecture
Title : Build an Indian Dhow with Laminating Method

Dhow is a traditional boat used for sailing by the sailor in the area around the Indian Ocean. At the beginning of its development, dhow board is made by stitched the plank together, using natural fiber such as coconut fruit or cotton fiber, except that they take advantage of natural latex for adhesive are also useful for watertight purpose. With changing times the way of making a dhow began to advance with the use of nails and bolts, so the more powerful ship are been make, but the use of natural latex are still utilized. After the discovery of a good adhesive such as epoxy are being fulfilled, then the use of nail and natural latex may be abandoned, because the epoxy provide a good protection against leakage, time-saving in processing and also can reduce the use of wood.

Key word : Dhow, plank stitch, nail, latex, Laminating Method

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 BATASAN MASALAH	4
1.5 METODOLOGI PENELITIAN	4
1.6 SISTEMATIKA PENELITIAN	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Jenis Lambung Kapal	6
2.1.1 Monohull	7
2.1.2 Multihull	7
2.2 Laminasi	8
2.3 Peraturan Det Norske Veritas mengenai kapal kayu yang dilaminasi	11

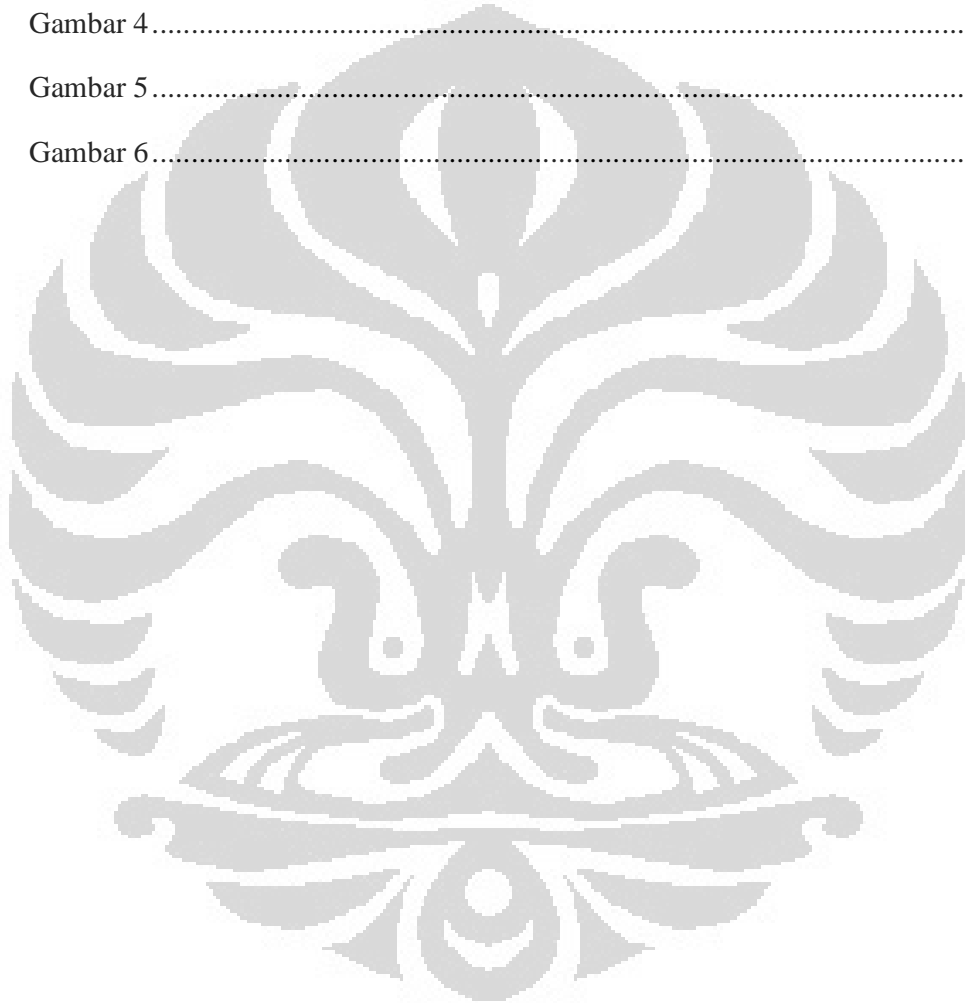
BAB 3. SEJARAH DAN DATA KAPAL.....	22
3.1 Sejarah Indian Dhow	22
3.2 Rancangan Garis.....	23
3.3 Ukuran Utama	24
BAB 4. PEMBANGUNAN KAPAL dan ANALISA KONSTRUKSI KAPAL ..	25
4.1 Proses Laminasi.....	25
4.1.1 Proses laminasi menurut klas	25
4.2 Proses pembuatan kapal	30
4.2.1 Keel.....	30
4.2.2 Pembuatan Gading.....	33
4.2.3 Pemasangan gading	34
4.2.4 Pembuatan Floor.....	36
4.2.5 Pemasangan kulit.....	38
4.2.6 Pemasangan Sentha	43
4.2.7 Pembuatan Deck Beam	46
4.2.8 Pemasangan konstruksi penopang deck.....	49
4.2.9 Pemasangan konstruksi Deck.....	51
4.2.10 Baut dan Paku.....	52
4.2.11 Data Kapal Setelah dilakukan Perhitungan Ulang	53
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	59
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Dhow dengan Lateen Sail	2
Gambar 1.2 Pola jahitan pada haluan kapal	2
Gambar 2.1 Kapal berdasarkan Jenis Lambung	6
Gambar 2.2 Erosin	8
Gambar 2.3 Variasi jumlah campuran erosin	9
Gambar 2.4 Epoxy dan Hardener	9
Gambar 3.1 Early ocean going Dhow	22
Gambar 3.2 Lines Plan Indian Dhow	23
Gambar 3.3 Rancangan Profil Dhow	24
Gambar 4.1 Surface Planning	28
Gambar 4.2 Keel dibagian Haluan	31
Gambar 4.3 Pembuatan cetakan gading	33
Gambar 4.4 Pemasangan gading utama	34
Gambar 4.5 Pemasangan gading-gading kecil	35
Gambar 4.6 Floor	37
Gambar 4.7 Bentuk lapisan kulit bagian dalam	38
Gambar 4.8 Pemasangan kulit jati	39
Gambar 4.9 Cara menutup lobang bekas sekrup dengan pasak	40
Gambar 4.10 Bentuk kulit luar yang telah diampas	42
Gambar 4.11 Sentha terpasang pada gading utama	43
Gambar 4.12 Deck beam	47
Gambar 4.13 Pemasangan deck beam menembus kulit kapal	47
Gambar 4.14 Konstruksi penopang deck	50
Gambar 4.15 Deck	51
Gambar 4.16 Midship	56
Gambar 4.17 Side Planking Skeme	57
Gambar 4.18 Konstruksi Penguat Kapal	57
Gambar 4.19 Stem dan Sternpost	58

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar 1	62
Gambar 2	63
Gambar 3	64
Gambar 4	65
Gambar 5	66
Gambar 6	67



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Sejak awal manusia mengenal lautan dan mengetahui segala sumber daya yang tersimpan didalamnya dan tentu saja keinginan untuk dapat menyeberangi dan menjelajahi negeri yang berada di sisi lainnya, maka ide untuk membangun sebuah alat yang dapat dinaiki atau sebuah alat yang dapat mengapung saat mereka naiki dan diisi beberapa muatan, alamlah yang memberi ide tentang material yang dibutuhkan dan memiliki sifat yang diinginkan yaitu bahan yang dapat mengapung di air, maka kayu muncul menjadi kandidat pertama tanpa saingan karena mengapung di air. Sejak saat itu kayu menjadi bahan utama pembuatan kapal, karena mudah didapat dan dengan sumber yang berlimpah pada masa itu. Dari segi teknik pembuatan sendiri mulai berkembang dari hanya sebuah kayu yang diikat satu sama lain sampai menjadi bentuk yang dapat disaksikan saat sekarang. Metode-metode pembuatan kapal berbeda-beda disetiap tempat, tergantung kondisi perairan, ketersediaan bahan, kemajuan teknologi dan tentu saja kebudayaan yang berkembang di daerah tersebut, dimana kebudayaan memberikan filosofi-filosofi dan kepercayaan-kepercayaan yang mempengaruhi bentuk dan cara pembuatan kapal.

. Dari segi teknik pembuatan sendiri mulai berkembang dari hanya sebuah kayu yang diikat satu sama lain sampai menjadi bentuk yang dapat disaksikan saat sekarang. Metode-metode pembuatan kapal berbeda-beda disetiap tempat, tergantung kondisi perairan, ketersediaan bahan, kemajuan teknologi dan tentu saja kebudayaan yang berkembang di daerah tersebut, dimana kebudayaan memberikan filosofi-filosofi dan kepercayaan-kepercayaan yang mempengaruhi bentuk dan cara pembuatan kapal.

Dhow merupakan kapal yang dipakai oleh para pelaut yang berdomisili didaerah sekitar Samudera India, mulai dari semenajung Arab, India, dan daerah

pantai timur Afrika, ciri khas kapal ini memiliki layar berbentuk triangular, tipe layar ini lebih dikenal dengan nama Lateen Sail.



Gambar 1.1 Dhow dengan Lateen Sail

Seperti disebut diatas bahwa kapal ini dibuat dengan cara menjahit kayu-kayu yang telah dibentuk sebelumnya, mulai dari gading sampai pemasangan kulit.



Gambar 1.2 Pola jahitan pada haluan kapal

Seiring berkembangnya peradaban manusia, maka peralatan yang dipakai juga semakin berkembang dan lebih canggih dari pada awal masa perkembangannya, perkembangan ini sejalan dengan dituntutnya efisiensi dalam waktu dan tentu saja efisiensi dalam pemakaian bahan dasarnya yaitu kayu, karena untuk masa sekarang, untuk mendapatkan kayu yang berkualitas serta memiliki ukuran yang sesuai dengan kebutuhan sangat sulit, dan juga harga kayu yang berkualitas tersebut tentu saja mahal, terlepas dari penemuan baja sebagai bahan pembuatan kapal, namun kayu memiliki tempat tersendiri dari segi filosofi, purpose dan keindahan suatu kapal, terutama kapal-kapal yang memiliki nilai sejarah atau kapal-kapal yang menjadi ciri khas suatu kebudayaan, maka sedapat mungkin keotentikannya harus terjaga baik dari segi desain dan tentu saja bahan yang dipakai, yaitu kayu!

Maka untuk menutupi masalah bahan baku kayu yang dihadapi dewasa ini, cara pembanguana kapal dengan metode laminasi merupakan salah satu solusi terbaik.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan penjabaran diatas maka permasalahan yang diambil adalah:

- a. Apa yang dimaksud dengan laminasi, dan apa saja bahan yang diperlukan supaya proses pembangunan dengan metode ini berjalan dengan baik.
- b. Bagaimana cara pembuatan kapal kayu dengan menggunakan metode laminasi.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Maka tujuan penelitian ini adalah:

- a. Untuk memperdalam dan memahami cara kerja dari metode laminasi.
- b. Menjabarkan cara pembuatan kapal dengan metode laminasi.
- c. Menganalisa proses laminasi dan kontruksi kapal berdasarkan peraturan klas
- d. Untuk memenuhi syarat kelulusan dan mendapatkan gelar Sarjana Teknik Universitas Indonesia.

1.4 BATASAN MASALAH

- a. Focus penelitian ini adalah untuk mengetahui apa yang dimaksud dengan metode laminasi
- b. Analisa yang dilakukan hanya mencakup lambung kapal yang dibuat dengan metode laminasi, jadi bagian lain yang tidak menggunakan metode laminasi tidak dibahas

1.5 METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan cara studi literatur dan observasi dan analisa data dari hasil observasi

1. Pengidentifikasian permasalahan
2. Studi literatur dan pengambilan data (observasi) dengan bentuk foto-foto proses pembuatan kapal
3. Penjabaran hasil pengamatan
4. Kesimpulan

1.6 SISTEMATIKA PENELITIAN

Sistematika laporan tugas akhir adalah sebagai berikut :

BAB 1. PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penelitian.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi kajian literature yang dapat dijadikan acuan dalam penulisan hasil penelitian.

BAB 3. SEJARAH DAN DATA KAPAL

Bab ini berisi tentang sejarah Dhow dan data kapal yang akan dibangun dengan metode laminasi.

BAB 4. PEMBANGUNAN KAPAL dan ANALISA KONSTRUKSI KAPAL

Bab ini berisi penjabaran cara pembuatan Dhow dengan metode laminasi, serta analisa berdasarkan peraturan klas.

BAB 5. PENUTUP

Bab ini berisi mengenai kesimpulan dari pengamatan yang telah dilakukan dan saran dari penulis.

DAFTAR PUSTAKA

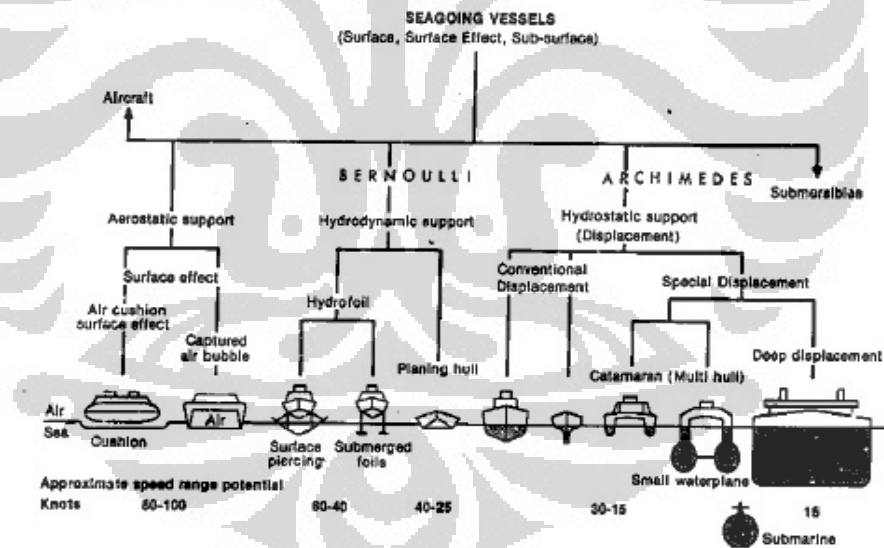
Bagian ini memuat sumber data dan referensi yang digunakan sebagai acuan pembuatan skripsi ini.



BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jenis Lambung Kapal

Lambung kapal merupakan badan dari perahu atau kapal. Lambung kapal menyediakan daya apung yang mencegah kapal dari tenggelam. Rancang bangun lambung kapal merupakan hal yang penting dalam membuat kapal karena akan memengaruhi stabilitas kapal, kecepatan rencana kapal, konsumsi bahan bakar, draft/kedalaman yang diperlukan dalam kaitannya dengan kolam pelabuhan yang akan disinggahi serta kedalaman alur pelayaran yang dilalui oleh kapal tersebut. Sudah banyak terobosan optimasi lambung demi mengurangi hambatan akibat gesekan dengan air untuk mereduksi cost akibat bahan bakar. Berdasarkan jumlah lambungnya kapal dibagi menjadi dua kelompok besar, yaitu *monohull* dan *multihull*.



Gambar 2.1 Kapal berdasarkan jenis lambung
Buku *Practical Ship Design*

2.1.1. Monohull

Monohull atau dikenal dengan *single hull* merupakan jenis konvensional dari lambung pada kapal. Kapal *monohull* biasa juga disebut sebagai *displacement hull*, karena muatan pada kapal ini sebagian besar berada di dalam lambungnya. Kapal *monohull* memiliki lambung yang sangat besar sehingga membuatnya dapat mengangkut muatan barang, penumpang, atau cairan dalam jumlah besar. Modifikasi terkini dari *monohull* ialah *deep keel* dan *planning hull*. *Deep keel* biasanya dipakai pada kapal layar. Sedangkan *planning hull* merupakan posisi dimana lambung kapal terangkat sepenuhnya untuk mencapai kecepatan tinggi.

2.1.2. Multihull

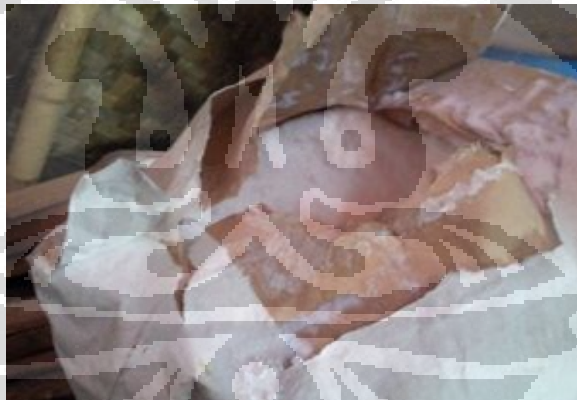
Multihull merupakan jenis kapal yang memiliki lebih dari satu lambung. Jenis *multihull* yang sudah lazim dipakai yaitu jenis *Catamaran* (Lambung Kembar) dan *Trimaran* (lambung tiga). Namun penelitian tentang *multihull* masih berlanjut tentang *Pentamaran*. Jarak antar lambung pada catamaran biasanya ialah sebesar 1,25 kali lebar lambungnya. Biasanya kapal jenis *multihull* menggunakan aluminium sebagai materialnya untuk mengurangi berat structural. Kelebihan dari jenis *multihull* dibandingkan *monohull* antara lain:

- a. Stabilitas yang lebih baik, karena dapat mengurangi dampak akibat *rolling* (hanya 5 %, dimana *Multi Hull* bisa sampai 15%), *pitching*, dan *longitudinal motion*. Hal ini memberikan kenyamanan dan keselamatan pada penumpang.
- b. Deck *Superstructure* menyediakan luas area yang jauh lebih besar untuk fasilitas penumpang.
- c. Daya *Manuver* yang lebih baik.
- d. Luas bidang basah lebih sedikit, sehingga mengurangi hambatan.

- e. Dengan hambatan yang lebih kecil, efisiensi bahan bakar juga meningkat untuk mencapai kecepatan yang diinginkan.
- f. Dengan luas bidang basah yang sedikit, kapal ini mampu masuk ke perairan dangkal. Resiko tabrakan di dalam air dengan karang pun berkurang.¹

2.2 Laminasi

Laminasi adalah sebuah proses membuat suatu profil dengan jalan menyusun papan-papan yang berukuran lebih kecil secara berlapis-lapis sampai ukuran yang diinginkan, setiap lapisan dilapisi dengan lem sehingga nantinya akan membentuk sebuah profil yang rigid sehingga dapat dikatakan sebuah kesatuan yang utuh seperti satu balok yang terdiri dari satu batang kayu. Lem yang dipakai dalam proses laminasi juga bermacam-macam, tergantung tujuan penggunaannya. Untuk pembangunan kapal ini, jenis lem yang dipakai adalah epoxy resin, merupakan campuran antar Epoxy dan Hardener, untuk selanjutnya campuran ini ditambah bahan lain untuk meningkatkan kekentalannya.







Gambar 2.2 Erosin

Epoxy merupakan Kopolimer, yang berarti epoxy terdiri dari dua zat kimia berbeda. Bahan ini yaitu epoxy sendiri yang terdiri dari Poliuretan, acrylic, epoxy kemudian dicampur dengan hardener sebagai katalis, sehingga lem epoxy akan mengeras. Epoxy bersifat tahan air dan memiliki ketahanan sampai 177 derajat

¹ LeSueur, G. (2006). *Multihull Seamanship*. John Wiley & Sons.

celcius. Sebagai bahan pengental, ditambahkan bahan lain yaitu Erosin, erosin berwarna putih.

CONSISTENCY	Unthickened mixture.	Slightly thickened.	Moderately thickened.	Maximum thickness.
	SYRUP	CATSUP	MAYONNAISE	PEANUT BUTTER
GENERAL APPEARANCE				
CHARACTERISTICS	Drips off vertical surfaces.	Sags down vertical surfaces.	Clings to vertical surfaces, peaks fall over.	Clings to vertical surfaces, peaks stand up.
USES	Coating, "wetting-out" before bonding, applying fiberglass, graphite and other fabrics.	Laminating/bonding flat panels with large surface areas, injecting with a syringe.	General bonding, filleting, hardware bonding.	Gap filling, filleting, fairing, bonding uneven surfaces.

Gambar 2.3 Variasi jumlah campuran erosin

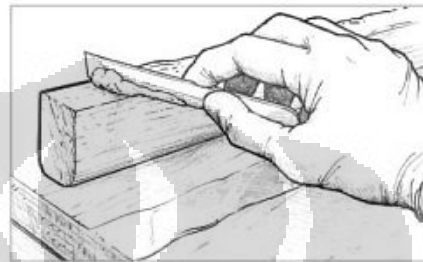
Campuran	
Epoxy	Hardener
	
20 gram	16 gram
11 gram	9 gram
5.5 gram	4.5 gram

Gambar 2.4 Product epoxy dan hardener yang dipakai

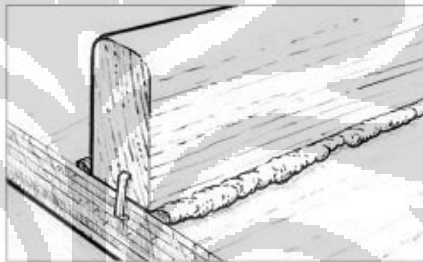
Cara Perekatan dengan cara laminasi ialah sebagai berikut:



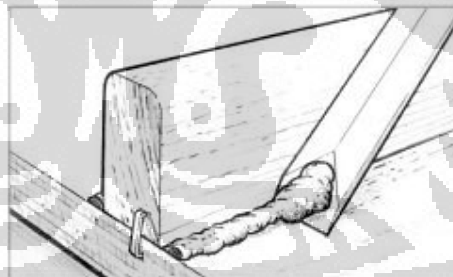
1.



2.

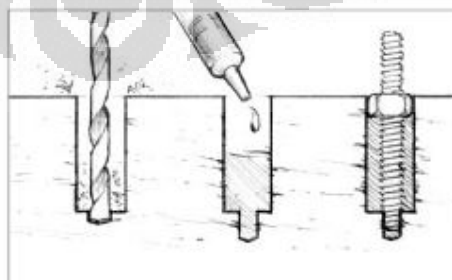


3.



4.

Sedangkan untuk perekatan kombinasi dengan baut ialah sebagai berikut:



2.3 Peraturan Det Norske Veritas Mengenai Kapal Kayu yang Dilaminasi

Section 2 MATERIAL

A 31 Wooden material must be dried immediately after sawing (to a moisture content less than 20%), and must be kept dry both during transport and storing.

A 32 Impregnating media must be approved by Det norske Veritas. They must not cause fretting or corrosion on steel or metal parts and must have no adverse effect on the glue or the gluing process when using laminated materials. (**)

In order to have laminated parts approved as being pressure-impregnated, the impregnation must be carried out before gluing. A declaration which indicates impregnating medium and method, must be submitted with the materials.

Section 3 LAMINATED STRUCTURE

A. GLUE. WORKS FOR PRODUCING LAMINATED PARTS.

A 10 General.

- 11** Production of laminated parts must be carried out at works which have been approved by Det Norske Veritas or in factories which are subject to public control.
- 12** The glue must be approved by Det norske Veritas. Storing, mixing and application of the glue must be carried out in accordance with instructions from the manufacturers.
- 13** Books must be kept of the gluing procedure and, on request, the books must be shown to the surveyor .

B. PRODUCTION OF LAMINAE.

B 10 Thickness of laminae.

- 11** After drying and possible joining of parts for the individual laminae, these must, just before the gluing, be planed smooth on both sides.
- 12** The thickness t in cm. of the laminae must not be greater than indicated in the following table, dependent on the bending radius (R) in cm :

- 13 Each laminae must not have greater variation in thickness than 0.25 mm. The laminae must, before gluing, be absolutely clean without any grease, oil, pencil marks, or anything else which may prevent a good adhesion.

B 20 Joining of parts for individual laminae.

- 21 Possible joining of the various laminae must be carried out before gluing to other laminae. A scarphed joint must be used or else a finger joint with a glued area at least 12 times the cross section of the laminae. The finger jointing must be tested before it is allowed to be used.
- 22 For strength members or part of strength member with a bending radius less than 5 m. the distance between the joints must be at least 0.8 m. 0.6 m. and 0.4 m. for joints in laminae which are positioned next to each other, or with one or two laminae between them, respectively. When the bending radius is greater than 5 m. the distance between joints in two laminae next to each other must be at least 24 times the thickness of the laminae.

C. GLUE AND HARDENING.

C 10 Requirements for environments.

- 11 The temperatures in the gluing shop and in the material and glue must during the whole of the gluing, hardening and after hardening processes, be at least 15°C. Relative moisture content in the shop must not be less than 65%. There must not be unnecessary draughts in the shop.

C 20 Moisture in the laminae.

- 21 The laminae must have a moisture content between 8 and 15 %. however, there must be less than 5 % difference in moisture between laminae in the same strength member. From each drying load moisture test must be taken from at least 5 boards. The tests are to be taken at least 60 cm. from the end of the boards.

C 30 Gluing and hardening.

- 31 The glue should be mixed in a mixing machine. It should be applied to each side of the laminae with an arrangement which ensures an even

application. The applied amount of glue must be checked with regular intervals.

- 32 During compression there must be used compression boards for even distribution of the load with a thickness at least equal to that of the laminae. If this thickness is less than 19 mm. two boards for distribution of load should be used on either side. The boards for distribution of load must have at least the same width as the laminae. Other methods which will give equally good distribution of the loads may be used. When curved parts are to be glued, the compression should start at the middle and be worked gradually out to the ends.
- 33 The pressure during hardening should be from 8 to 10 kp/cm² for laminated parts from fir or other loose types of wood and from 12 to 16 kp/cm² for laminated parts from oak or other hard woods. The pressure must be checked and adjusted 30 to 45 minutes after the initial compression.
- 34 The hardening temperature must be minimum 40⁰ C.

C 40 After-hardening.

- 41 After the parts have been removed from the press, they must be stored indoors during at least 7 days at 150 C. The time for after-hardening may be reduced somewhat if the temperature is increased accordingly. Other combinations of hardening temperatures and hardening pressure than those indicated above and which give equally good results, may be used after consulting Det norske Veritas.

SECTION 4. FRAMES AND FLOORS. BULWARK STANCHIONS.

A. FRAME SPACE.

A 10 Rule frame space.

- 11 The Rule frame space for laminated frames is :

$$\text{Frame space} : \frac{L}{100} + 0.3m$$

L = the ship's length in metres.

12 For double built timber frames the Rule frame space is 5 cm. greater than indicated in 11.

13 Forward of 0.2 L from forward perpendicular the frame space should not exceed 3/4 of the frame space in the ship otherwise.

14 For ships with restricted service K or I the frame space may be increased by 5 or 10 cm. respectively.

B. LAMINATED FRAMES, FLOORS.

B 10 Frames within 0.4 L amidships.

11 Frame must have a minimum section modulus:

$$W = 45.h.s.l^2 \text{ cm}^3$$

$$h = ((L/100)+0.5). 2.5+ D_1$$

l = the length for the determination of scantlings in metres and is to be measured on the midship section as indicated in 12 or 13.

L = length of the ship in metres.

D_1 = depth of ship at B/4 not to be taken less than $0.05 L + 1.6$ metres.

s = frame space in metres, from middle to middle of frame.

B 30 Floors on laminated frames.

31 If the frames continue across the keel, the height over keel must be 1.5 times the height of the frames otherwise.

32 Every half frame must be connected across the keel by floors. The floors in the fore and after body of the ship may be combined with fore and after breasthooks.

33 Floors from solid timber shall have a section modulus which is 2.25 times that of the frame calculated in accordance with B 10.

34 Floors made from plywood should have a section modulus 3.25 times that of the frame calculated according to B 10.

35 Floors from steel shall have a section modulus which equals at least 1/3rd of the section modulus of the frame calculated according to B 10.

36 The length of the floor from centre of keel to the outermost bolt in the arm shall not be less than:

$$L = B/10 + 0.2 \text{ metres.}$$

B = the ship's breadth in metres.

SECTION 5. KEEL AND KEELSON.

A. LAMINATED KEEL.

A 10 Scantlings.

- 11 The keel must not have a section modulus less than :

$$W = 0.5(D1/D) \times L (W_{\text{frame}}/s) \text{ cm}^3$$

W_{frame} : section modulus of midship frame determined in accordance with B11.

S : frame spacing in metres.

L : ship's length in metres.

D1 : ship's depth at the quarter breadth.

D : ship's depth at centreline.

- 12 The keel's height/breadth relation (h/b) must not be greater than 3.

When L/D is greater than 7, the Rule requirements for the section modulus of the keel is to be multiplied by the factor f:

$$F = ((L/D) - 2)/5$$

SECTION 6. STEM, STERNPOST AND SOLE PIECE.

A 10 Stem and Sternpost of Wood.

- A 11 The stem and sternpost must have a breadth b and thickness t no less than the breadth of the keel. Forward of the rabbet the thickness of the stem may be reduced.

- A 12 Stems from solid timbers must not be made in more than 2 lengths. The scarphs must not be shorter than 3.5 times the thickness of the stem measured fore and aft (t). An apron must be fitted with the same scantlings as the stem.

SECTION 7. STRINGERS.

A. STRINGERS ON GLUED, LAMINATED FRAMES.

A 10 Number off and placing.

- 11 On S-shaped frames with length exceeding 1.5 metres stringers must be arranged in accordance with the following list

Leng of frame(m)	no.of stringer
1.5-2.5	1
1.5-4.0	2
>4.0	3

The length l of the frame is measured along the inner edge of the frame from the underside of the deck beam to the lower end of the frame. As the lower end of the frame" is taken the middle of the bolt connection between frame and floor. If the frame extends continually across the keel, the upper edge of the frame in the ship's centreline is taken as "the lower end of the frame." For S-shaped frames in the fore end of the ship where the midship frame is not S-form,

- 12 The stringers are placed in accordance with the following table :

no	Distance from lower end of frame to :		
	stringer 1	stringer 2	stringer 3
1	0.4 l		
2	0.25 l	0.55 l	
3	0.2 l	0.4 l	0.7 l

- 13 The stringer shall as far as possible, follow the run of the planks in the outer skin.

A 20 Scantlings.

- 21 Laminated stringers must not have a less transverse area than indicated in Table 2, Column 9. When several stringers are fitted and all are laminated,

the area of the second and third stringer counted from bottom, may be reduced with 20 and 40 per cent respectively, in accordance with the Table values.

- 22 If the stringers are not of a laminated design, the transverse area must be increased by 50% in relation to the values in 21. The planks in the stringers must be scarphed and no scarph must be less than 0.2 L (min. 4 metres) from stem and sternpost. The scarphs must be horizontal with a length at least equal to 3.5 times the breadth of the timber.
- 23 Stringers must extend to the stem and sternpost. In two frame spaces nearest the stem and stern filling timbers must be fitted between stringers and skin planking. The filling timbers must be well fitted.
- 24 If filling pieces are glued into each frame space along the stringers the transverse area of the stringers may be reduced by 30%.

SECTION 9. BEAMS, GIRDERS AND STANCHIONS.

A. BEAMS.

A 10 PLACING

- 11 When laminated glued frames and beams are fitted, there must be a beam for each frame. Frame and beam must be in the same plane (not alongside each other) and be connected with hanging knees.

A 20 SCANTLING

- 21 Laminated deck beams must have a section modulus no less than:

$$W = 60 S \times H \times L^2$$

S = beam space in metres, measured from centre to centre.

H = 0,175 B metres, minimum 0.5 metres.

B = ship's breadth in metres.

L = the beam span in metres, measured from the inner edge of frame to inner edge of frame, from inner edge of frame to centre of girder, or from centre to centre of girders. L is not to be taken less than 0,3 B.

- 22 Halfbeams may be given scantlings in accordance with the formula above when the span of the beams in the formula is given the value:

$$L=(L_0 + B/2)/2 \text{ metres}$$

L_0 = length of the halfbeam in metres.

D. BOLTING AND NAILING OF OUTER SKIN AND DECK.

D 20 Outer Skin on Laminated Frames.

- 21 On laminated frames, all planks must at each end have 1 through bolt and 2 nails when the butt is on a frame. When the butt is on filling pieces between the frames there must be 2 bolts for plank breadth up to and including 15 cm. For greater breadth the number of bolts is increased by 1 bolt for each commenced 7 cm breadth.
- 22 On each frame the planks must be nailed with 1 nail for each commenced 7 cm. breadth of plank.
- 23 In every third frame a through bolt should be substituted for one of the nails. The bolt must have the same dimensions as the end bolt.

SECTION 11 OUTER PLANKING AND DECK.

A. OUTER PLANKING.

A 10 Thickness of Planks.

- 11 Planks in outer skin shall have a thickness not less than given in Table 2.
- 12 For ships with $L \times B \times D$ in excess of 400, thickness of the uppermost strakes should be increased by **5mm**. Over light waterline the planks should be as broad as possible, but normally not broader than:
- $$15 + (t/2) \text{ cm.}$$
- where t = thickness of the plank according to Table 2.
- 13 The planks should be fastened with the pith side towards the frame. Planks which are subject to bending, should be steamed before fitting.

A 20 Butts in Outer Planking.

- 21** Distance between butts, should be no less than 3 frame spaces (See fig.5)
 With 1 strake between - a distance of 2 frame spaces will be accepted.
 With 2 strakes between, the distance between butts may be 1 frame space.
 There must be at least 3 strakes between two butts on the same frame.
 Minor discrepancies may be accepted towards the ship's ends. Butts in garboard strakes must not be nearer a keel scarph than 3 frame spaces.
- 22** For frames with breadth less than 100 mm. outer planking should have their butts over filling pieces between the frames. The filling pieces must have thickness at least equal to the thickness of the outer planking. Length of filling pieces should equal the clear opening between frames.

B .DECK

B 10 Thickness of Planks.

- 11** Deck planking, waterway and gunwhale should have minimum thickness as in
 Table 2(lampiran tabel 2)
- 12** The planks are to be laid with pith side down towards the beams and should have a milled – or planed-in stopper for oakum.

B 20 Butts in Deck Planking.

- 21** Spacing between butts must be minimum 2 beam spaces. When there is one strake between the butts, spacing may be 1 beam space.

Butts on same beam, must be separated by 3 strakes.

B. HANGING KNEES AND RIDERS.

B 10 Knees and Riders on Double Built Timber Frames.

- 11** Ships with a depth D equal to 3 metres or less must have one knee for each beam. Ships with D greater than 3 metres, must have alternatively one knee and one rider for each beam.
- 12** Knees and riders are to be fitted vertically over the middle length of the ship. Towards the ships ends they must be fitted slanting with the lower

part pointing forward in the fore end of the ship and aft in the after part of the ship.

- 13 Knees and riders must be made of steel with dimensions at least 65 x 19 mm with a welded-in late bracket. The plate bracket must be at least 10 mm thick and have at least 300 mm arm lengths. The brackets may have a rounded inner edge.
- 14 The arm length of the knees must be at least 500 mm to the beams and 1000 mm to the frame. Arm length of the ridels must be at least 600 mm to the beam. Along the frame, arm length must be sufficient to allow the lower end of the rider to be attached with at least one bolt to the floor.

B 20 Hanging Knees on Laminated Frames.

- 21 There must be hanging knees on each beam. Riders are not required. The plate bracket must have dimensions as given in B 13 and with arm length minimum 300 mm.
- 22 other knee plate connections on laminated frames may be accepted provided they have equal strength.

SECTION 17. BOLTING AND NAILING.

A. GENERAL

A 10 Dimenions and Execution.

- 11 The bolt dimensions are indicated in Table 3 and 4. The diameter of the bolt head or the washer, must be at least to 2.5 times the bolt diameter.
- 12 The bolts must as far as possible be through bolts.
- 13 Screwed bolts with nuts must as far as possible be used. The bolts must be warm galvanised.
- 14 Nails must be at least twice as long as the thickness of the plank in which they are used.
- 15 For bolts or nails which are entered from the outside, a grummet of oakum must be fitted under the head.
- 16 When connectors for tim~s are used the dimenions of the bolt may be reduced. The reduction in size will be estimated in each individual case.

B. BOLTING OF KEEL, FRAMES,SHELF, KNEES, Etc.

- B 42** On laminated frames the stringers must have 1 through bolt in each frame.
- B 52** On laminated frames there must be at least 3 bolts in each arm of the beam knee.

D. BOLTING AND NAILING or OUTER SKIN AND DECK

D 20 Outer Skin on Laminated Frames.

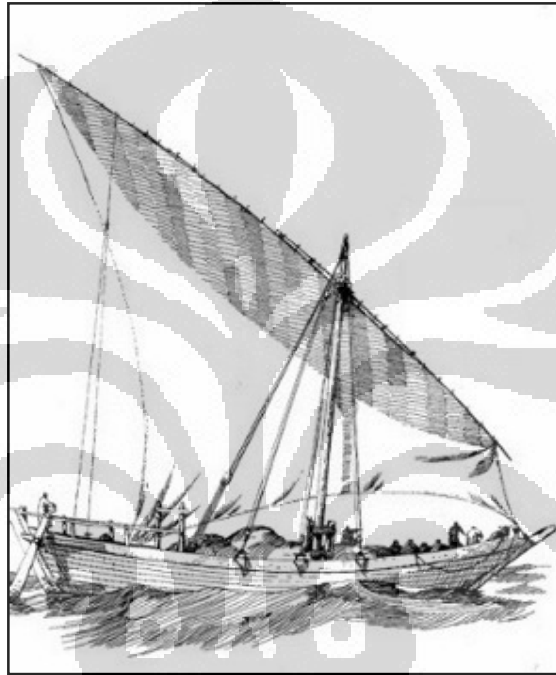
- D 21** On laminated frames, all planks must at each end have 1 through bolt and 2 nails when the butt is on a frame. When the butt is on filling pieces between the frames there must be 2 bolts for plank breadth up to and including 15 cm. For greater breadth the number of bolts is increased by 1 bolt for each commenced 7 cm. breadth.
- D 22** On each frame the planks must be nailed with 1 nail for each commenced 7 cm. breadth of plank.
- D 23** In every third frame a through bolt should be substituted for one of the nails. The bolt must have the same dimensions as the end bolt.

D 40 Deck Planking

- D 41** Deck planks are to be nailed with 2 nails in each beam and 2 nails at each butt. If the plank breadth is greater than 12.5 cm. there should be 3 nails at each butt.

BAB 3
SEJARAH DAN
DATA KAPAL

3.1 Sejarah Indian Dhow.



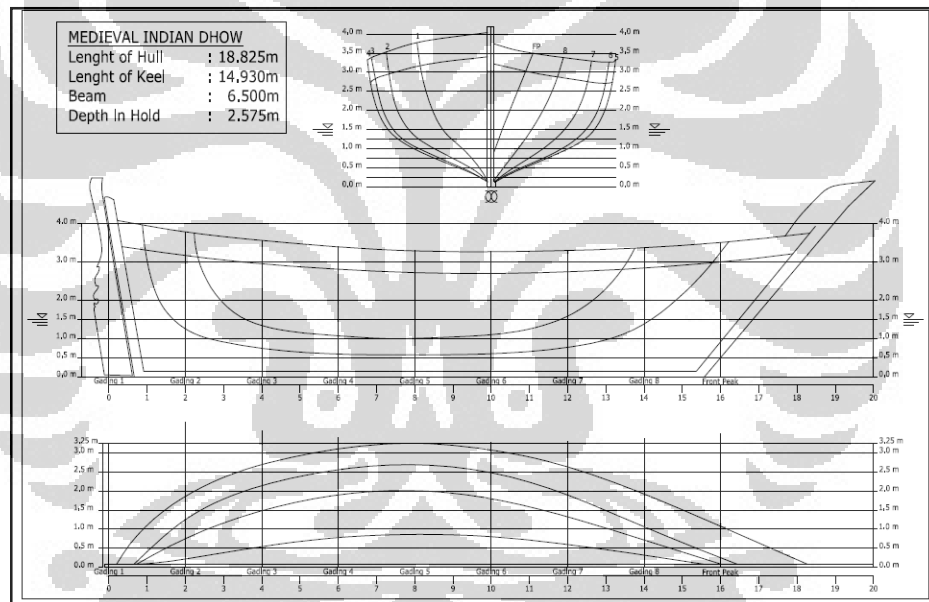
Gambar 3.1 Dhow yang diyakini sebagai model awal dhow untuk ocean going

Catatan mengenai awal dan kapan dhow mulia dikenal tidak terlalu jelas dan terjadi kesimpangsiuran mengenai di wilayah mana dhow mulai berkembang. Tetapi satu hal yang jelas bahwa dhow dipakai oleh nelayan yang berlayar di perairan Samudra Hindia. Kata dhow sendiri merupakan hasil peralihan dari bahasa Swahili yaitu Daw yang kemudian menjadi Dhow setelah bangsa Eropa mengenal kapal ini dan menuliskannya dalam abjadnya. Dhow berperan dalam perdagangan di sekitar samudra hindia, komoditi seperti kurma yang diangkut dari Persia ke Afrika dan kayu bakau yang banyak tumbuh di daerah tropis Afrika yang menjadi bahan pembuatan kapal dijual ke Persia. Terkadang Dhow berlayar

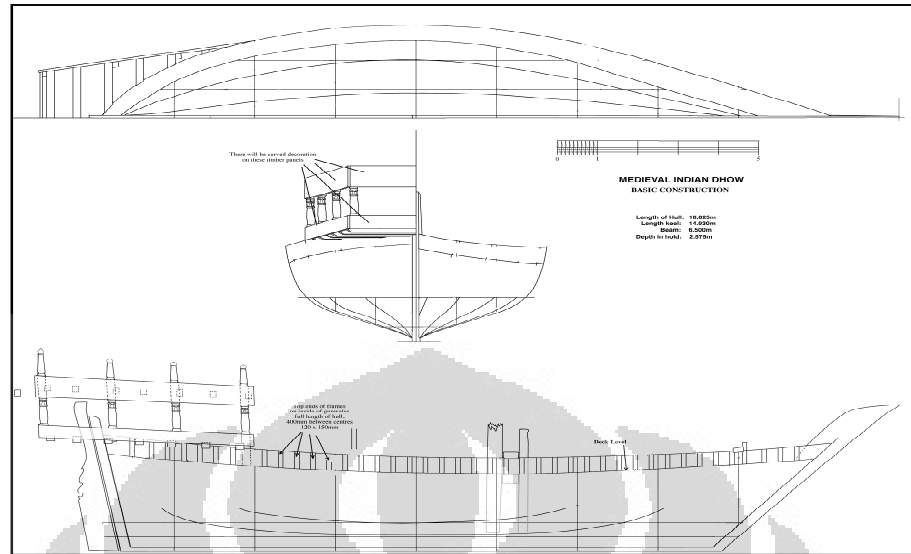
ke selatan selama monsoon musim dingin atau awal musim semi dan kembali ke semenanjung Arab diakhir musim semi atau awal musim panas.

Salah satu penemuan tertua yaitu dhow yang ditemukan di dekat Piramida Giza, mesir, menyebutkan bahwa kapal tersebut berasal dari tahun 2600 sebelum masehi, dari fosil ini ditemukan bahwa papan kulit, lunas dan gading-gading diikat satu sama lain dengan serat alam yang diyakini terbuat dari serat kelapa, tanpa dipaku sama sekali. Jenis kayu yang dipergunakan sebagian besar diyakini adalah kayu jati.

3.2 Rancangan Garis.



Gambar 3.2 Lines Plane India Dhow



gambar 3.3 Rancangan Profil Dhow

3.3 Ukuran Utama

LOA : 18.825

LPP : 14.930

Lebar : 6.5

Deep in hold : 2.575

Draft : 1.5

BAB 4
PEMBANGUNAN KAPAL DAN ANALISA
KONSTRUKSI KAPAL

4.1 Proses Laminasi

4.1.1 Menurut KLas

Section 2 MATERIAL

A 31

Wooden material must be dried immediately after sawing (to a moisture content less than 20%), and must be kept dry both during transport and storing.

A 32

Impregnating media must be approved by Det norske Veritas. They must not cause fretting or corrosion on steel or metal parts and must have no adverse effect on the glue or the gluing process when using laminated materials. **)

In order to have laminated parts approved as being pressure-impregnated, the impregnation must be carried out before gluing. A declaration which indicates impregnating medium and method, must be submitted with the materials.

Section 3 LAMINATED STRUCTURE

A. GLUE. WORKS FOR PRODUCING LAMINATED PARTS.

A 10 General.

- 11** Production of laminated parts must be carried out at works which have been approved by Det Norske Veritas or in factories which are subject to public control.
- 12** The glue must be approved by Det norske Veritas. Storing, mixing and application of the glue must be carried out in accordance with instructions from the manufacturers.
- 13** Books must be kept of the gluing procedure and, on request, the books must be shown to the surveyor .

B. PRODUCTION OF LAMINAE.

B 10 Thickness of laminae.

- 11 After drying and possible joining of parts for the individual laminae, these must, just before the gluing, be planed smooth on both sides.
- 12 The thickness t in cm. of the laminae must not be greater than indicated in the following table, dependent on the bending radius (R) in cm :
- 13 Each laminae must not have greater variation in thickness than 0.25 mm. The laminae must, before gluing, be absolutely clean without any grease, oil, pencil marks, or anything else which may prevent a good adhesion.

B 20 Joining of parts for individual laminae.

- 21 Possible joining of the various laminae must be carried out before gluing to other laminae. A scarphed joint must be used or else a finger joint with a glued area at least 12 times the cross section of the laminae. The finger jointing must be tested before it is allowed to be used.
- 22 For strength members or part of strength member with a bending radius less than 5 m. the distance between the joints must be at least 0.8 m. 0.6 m. and 0.4 m. for joints in laminae which are positioned next to each other, or with one or two laminae between them, respectively. When the bending radius is greater than 5 m. the distance between joints in two laminae next to each other must be at least 24 times the thickness of the laminae.

C. GLUE AND HARDENING.

C 10 Requirements for environments.

- 11 The temperatures in the gluing shop and in the material and glue must during the whole of the gluing, hardening and after hardening processes, be at least 15°C . Relative moisture content in the shop must not be less than 65%. There must not be unnecessary draughts in the shop.

C 20 Moisture in the laminae.

- 21 The laminae must have a moisture content between 8 and 15 %. however. there must be less than 5 % difference in moisture between laminae in the same strength member. From each drying load moisture test must be taken

from at least 5 boards. The tests are to be taken at least 60 cm. from the end of the boards.

C 30 Gluing and hardening.

- 31 The glue should be mixed in a mixing machine. It should be applied to each side of the laminae with an arrangement which ensures an even application. The applied amount of glue must be checked with regular intervals.
- 32 During compression there must be used compression boards for even distribution of the load with a thickness at least equal to that of the laminae. If this thickness is less than 19 mm. two boards for distribution of load should be used on either side. The boards for distribution of load must have at least the same width as the laminae. Other methods which will give equally good distribution of the loads may be used. When curved parts are to be glued, the compression should start at the middle and be worked gradually out to the ends.
- 33 The pressure during hardening should be from 8 to 10 kp/cm² for laminated parts from fir or other loose types of wood and from 12 to 16 kp/cm² for laminated parts from oak or other hard woods. The pressure must be checked and adjusted 30 to 45 minutes after the initial compression.
- 34 The hardening temperature must be minimum 40⁰ C.

C 40 After-hardening.

- 41 After the parts have been removed from the press, they must be stored indoors during at least 7 days at 15⁰ C. The time for after-hardening may be reduced somewhat if the temperature is increased accordingly. Other combinations of hardening temperatures and hardening pressure than those indicated above and which give equally good results, may be used after consulting Det norske Veritas.

4.1.2 Analisa Dari Hasil Pengamatan Dilapangan

1. Menurut klas Pada **Section 2 MATERIAL** bagian **A 31**

Menyatakan bahwa material harus secepatnya dikeringkan setelah pemotongan, dan harus tetap dijaga tetap kering saat pengangkutan dan penyimpanan. Tetapi dari hasil pengamatan dilapangan ditemukan bahwa perlakuan terhadap material tidak memenuhi peraturan klas tersebut, dimana kayu yang telah dipotong tidak langsung dikeringkan dan pada saat pengangkutan dan penyimpanan tidak diperhatikan kadar kelembapannya.

2. Menurut klas Pada **Section 2 MATERIAL** bagian **A 32**

Menyatakan bahwa bahan yang digunakan (kayu dan epoxy) tidak menyebabkan karat, tapi hal ini tidak dapat dihindari karena kapal adalah kapal kayu, namun untuk mencegah terjadinya karat maka bahan untuk *Impregnation* (sekrup, baut,dll) harus bahan yang tahan karat. Dilapangan ditemukan bahwa bahan yang dipakai(sekrup, baut, dll) bukanlah bahan yang tahan karat.

3. Menurut Peraturan **Section 3 LAMINATED STRUCTURE**
B 10 Thickness of laminae.



Gambar 4.1 surface planning

Bagian B 11 menyatakan bahwa kayu yang digunakan harus memiliki permukaan yang halus supaya lem dapat merekat dengan baik, dilapangan ditemukan bahwa sebelum dilem, kayu yang akan digunakan telah diproses terlebih dahulu sehingga permukaannya halus dan rata.

4. Menurut bagian B 13 variasi dari ketebalan kayu untuk profil yang sama tidak lebih dari 0.25mm, hal ini telah dipenuhi.
5. Menurut Klass pada bagian **GLUE AND HARDENING**.(masih dalam section 3):

C 10 Requirements for environments.

Bagian C11, menyatakan bahwa suhu dan kelembapan saat proses laminasi harus dijaga setidaknya 15°C dan kelembapan tidak kurang dari 65%, dilapangan hal ini tidak diperhitungkan karena proses laminasi dilakukan di ruangan yang terbuka dan dapat menerima langsung pengaruh dari luar seperti angin dan bahkan rembesan hujan.

C 20 Moisture in the laminae.

Bagian ini menyatakan bahwa bahan kayu untuk laminasi memiliki kelembapan antara 8 sampai 15% dan setiap bahan untuk profil yang sama tidak boleh memiliki variasi kelembapan lebih dari 5 %. Proses pengetesan kelembapan dilakukan pada jarak setidaknya 60cm dari masing-masing ujung kayu. Dari pengamatan yang dilakukan, sama sekali tidak dilakukan pengecekan.

C 30 Gluing and hardening.

Bagian C 31 mengatur tentang pembuatan dan cara pemakaian lem epoxy, dimana epoxy harus di oleskan pada setiap permukaan kayu yang akan ditempelkan, hal ini telah dipenuhi pada saat proses laminasi di lapangan.

Bagian C 32 mengatur tentang penggunaan papan kompresi, papan kompresi adalah papan yang digunakan untuk menyalurkan tekanan secara merata yang diberikan oleh alat kompresi yaitu klem, dimana ketebalan papan ini paling tidak sama dengan kayu yang dilaminasi. Jika ketebalan papan kurang dari 19mm maka papan kompresi harus diberikan pada kedua sisi papan yang dilaminasi, dilapangan ditemukan bahwa walaupun papan kompresi digunakan namun ukurannya tidak memenuhi peraturan diatas.

Bagian C 32 mengatur tentang tekanan yang diberikan pada papam laminasi harus berkisar antara 8 sampai 10 kp/cm^2 , dalam prakteknya dilapangan, tekanan pada papan yang dilaminasi tidak diukur, dan menurut bagian ini, tekanan laminasi harus dicek setiap 30 atau 45 menit, dan hal ini jugatidak dilakukan.

C 40 After-hardening.

Bagian C 41 menyatakan bahwa hasil laminasi yang telah mengeras harus disimpan didalam ruangan selama 7 hari jika suhunya 15°C , jika suhu ruangan lebih dari 15°C maka waktu penyimpanan dapat dipersingkat, pada pengamatan ditemukan bahwa setelah papan yang dilaminasi mengeras maka profil ini langsung dipasang di kapal.

4.2 Proses Pembuatan Kapal

4.2.1 Keel

Pembuatan keel diawali dengan penempatan dudukan kapal, dudukan ini akan menjadi dudukan utama kapal, jadi posisi dan kekuatannya harus diperkirakan mampu menahan beban kapal, penumpu dipasang setiap 2 meter mulai dari ujungburitan sampai dengan haluan, dengan posisinya bertepatan dengan posisi gading yang nantinya akan dipasang diatas keel.



gambar 4.2 keel di bagian haluan

Keel dibuat dengan cara menumpuk lapisan kayu secara horizontal sampai mencapai tebal yang diinginkan, pertama-tama dipasang empat lapis kayu, dengan ketebalan masing 3(tiga) Centimeter, dengan setiap lapisan telah terlebih dahulu dilapisi lem, setelah semua lapisan kayu selesai dan panjang yang dibutuhkan telah diperoleh, maka kayu dipres satu sama lain memakai klem, sehingga daya rekat akan semakin bagus. Setelah itu tinggal menunggu lem mengering dan profil gading dapat dipasang di atas keel.

Peraturan pembuatan Keel Berdasarkan Klas:

SECTION 5. KEEL AND KEELSON.

A. LAMINATED KEEL.

A 10 Scantlings.

- 11 The keel must not have a section modulus less than :

$$W = 0.5(D1/D) \times L (W_{\text{frame}/s}) \text{ cm}^3$$

W_{frame} : section modulus of midship frame determined in accordance with B11.

S : frame spacing in metres.

- L : ship's length in metres.
 D1 : ship's depth at the quarter breadth.
 D : ship's depth at centreline.

12 The keel's height/breadth relation (h/b) must not be greater than 3.

When L/D is greater than 7, the Rule requirements for the section modulus of the keel is to be multiplied by the factor f:

$$F = ((L/D) - 2) / 5$$

Data dari lapangan:

$$W_{\text{frame}} = 45 \cdot h \cdot s \cdot l^2 \text{ cm}^3$$

$$h = ((L/100) + 0.5) \cdot 2.5 + D_1$$

$$h = ((15/100) + 0.5) \cdot 2.5 + 2$$

$$= 3.625$$

$$s = 15/100 + 0.3 \text{ m}$$

$$= 0.45$$

$$l = l_0 - 3f + 0.3r$$

$$= 2.2 + 0.3(1.2)$$

$$= 2.56$$

$$W_{\text{frame}} = 45 \times 3.625 \times 0.45 \times (2.56)^2$$

$$= 481.1 \text{ cm}^3$$

Maka modulus keel :

$$W = 0.5(2/2.75) \times 15(481.1/0.45)$$

$$= 5801.5 \text{ cm}^3$$

Jika lebar keel adalah 25 cm maka dari diagram didapat tinggi keel adalah 38cm diambil 40 cm. (lihat lampiran Gambar 2)

Analisa hasil penganmatan

Dari hasil pengamatan ditemukan bahwa keel memiliki lebar 25 cm dengan memiliki ketinggian 33cm karena keel tersusun dari 11 lapis kayu dengan ketebalan masing-masing 3 cm. maka dari itu djika ditinjau dari hasil perhitungan berdasarkan klas maka ukuran keel masih kurang.

4.2.2 Pembuatan Gading

Pembuatan gading utama diawali dengan pembuatan cetakan atau lofting, lofting dibuat berdasarkan gambar konstruksi kapal, setelah cetakan selesai, maka papan yang telah dipotong dan dibelah sesuai dengan lebar dan tebal gading dibentuk pada cetakan menggunakan klem dan lem.



Gambar 4.3 Pembuatan cetakan gading

Cara penyusunan papan yang akan dijadikan profil gading, deck beam atau profil lain, memakai cara yang sama, yaitu dengan menyusun kayu-kayu yang akan dijadikan profil tertentu yang telah dipotong sesuai dengan ukuran profil tersebut yang kemudian dilem dan bila perlu disekrup supaya bentuk papan tidak berubah, dan juga dapat memperkuat profil itu sendiri. susunan papan ini juga dikenal dengan Sandwich metode, karena setiap lapisan ini akan disisi lem epoxy. Setelah gading-gading ini mengering, maka proses pemasangan gading dapat dilakukan.

Peraturan Klas Mengenai Frame:

SECTION 4. FRAMES AND FLOORS. BULWARK STANCHIONS.

B. LAMINATED FRAMES, FLOORS.

B 10 Frames within 0.4 L amidships.

11 Frame must have a minimum section modulus:

$$W = 45.h.s.l^2 \text{ cm}^3$$

$$h = ((L/100)+0.5). 2.5+ D_1$$

l = the length for the determination of scantlings in metres and is to be measured on the midship section as indicated in 12 or 13.

L = length of the ship in metres.

D_1 = depth of ship at B/4 not to be taken less than $0.05 L + 1.6$ metres.

s = frame space in metres, from middle to middle of frame.

Dari perhitungan didapat modulus gading sebesar : 481.1 cm^3 , lalu dari diagram didapat dimensi gading : **jika lebar 10 cm maka tinggi gading 17 cm.** (lihat lampiran Gambar 1)

Analisa : Dari hasil pengamatan, ukuran gading tidak memenuhi hasil perhitungan diatas, karena awalnya gading ini memang tidak dihitung, dan hanya diperkirakan cukup kuat untuk menopang kapal. Dimana gading memiliki lebar 10cm tetapi dengan tinggi yang tidak seragam kebanyakan kurang dari 17 cm.

4.2.3 Pemasangan Gading



Gambar 4.4 Pemasangan gading utama

Gading dipasang pada posisi yang telah ditentukan sebelumnya dalam gambar rancangan, saat pemasangan gading dibantu oleh beberapa konstruksi yang akan menahan gading pada posisinya sampai lem mengering. Pada bagian atas gading ini kemudian ditutup lagi dengan papan yang memanjang sejajar keel kapal, sehingga ketebalan keel kapal juga bertambah, kemudian gading diperkuat dengan penambahan kayu yang juga berfungsi sebagai floor kapal.



Gambar 4.5 Pemasangan gading-gading kecil

SECTION 4. FRAMES AND FLOORS. BULWARK STANCHIONS.

A. FRAME SPACE.

A 10 Rule frame space.

11 The Rule frame space for laminated frames is :

$$\text{Frame space} : \frac{L}{100} + 0.3m$$

L = the ship's length in metres.

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan diatas didapat bahwa jarak maksimum dari gading-gading adalah 0.45 m.

Analisa hasil pengamatan:

Dilapangan didapat bahwa jarak pemasangan gading adalah 0.55 sampai 0.6 m, dan gading-gading yang dipakai tidak memiliki ukuran yang sama karena memakai sistim gading utama dan gading kecil, namun walaupun demikian ukuran gading-gading tidak memenuhi standar yang ditetapkan oleh klas untuk kapal kayu yang dilaminasi

4.2.4 Pembuatan Floor

Peraturan klas untuk floor :

B 30 Floors on laminated frames.

- 31 If the frames continue across the keel, the height over keel must be 1.5 times the height of the frames otherwise.
- 32 Every half frame must be connected across the keel by floors. The floors in the fore and after body of the ship may be combined with fore and after breasthooks.
- 33 Floors from solid timber shall have a section modulus which is 2.25 times that of the frame calculated in accordance with B 10.
- 34 Floors made from plywood should have a section modulus 3.25 times that of the frame calculated according to B 10.
- 35 Floors from steel shall have a section modulus which equals at least 1/3rd of the section modulus of the frame calculated according to B 10.
- 36 The length of the floor from centre of keel to the outermost bolt in the arm shall not be less than:

$$L = B/10 + 0.2 \text{ metres.}$$
 B = the ship's breadth in metres.

Analisa hasil pengamatan:

Bagian B 31 yang mengatur tentang frame yang dipasang melewati bagian atas keel, tidak dipakai karena frame dipasang tidak melewati keel.

Bagian B 32 menerangkan bahwa frame harus dihubungkan dengan floor jika frame tidak melintang keel. Peraturan ini telah dipenuhi karena pada pembuatan kapal floor juga telah dibangun.

Bagian B 36 mengatur tentang jarak antara center keel dengan baut terluar yang mengikat floor ke gading. Dalam hal ini, kapal yang dibangun tidak memenuhi klas karena baut ditempatkan dengan jarak yang tidak sesuai dengan jarak yang ditentukan klas yaitu $L = 6.5/10 + 0.2 \text{ m} = 0.85$. sedangkan floor yang terpasang hanya dibaut pada bagian tengah floor di atas keel.



Gambar 4.6 Floor

4.2.5 Pemasangan Kulit

1. Pengamatan di lapangan



Gambar 4.7 Proses pemasangan kulit bagian dalam

Pemasangan kulit dimulai sesudah seluruh gading terpasang kokoh, pemasangan kulit dimulai pada bagian bawah, yaitu dari keel dan pada bagian teratas, pada bagian tersebut pemasangan kulit lebih mudah dilakukan karena bentuk lengkungan kapal tidak terlalu rumit, yang kemudian pemasangan kulit akan bertemu pada bagian tengah dinding kapal. Pemasang kulit juga dibantu dengan klem yang menahan kulit saat dilem, selain dengan klem, sekrup juga dipergunakan untuk menahan kulit kapal yang nantinya akan dicabut lagi, namun pada kulit kapal yang tepat berada pada gading kapal, sekrup yang dipakai berukuran lebih besar dan tidak akan dicabut. Pada saat pemasangan kulit ini diusahakan agar tidak ada kayu yang terbuang, karena keterbatasan bahan.

Berikut perbedaan yang ditemui dilapangan dengan materi yang didapat di bangku perkuliahan

1. Sambungan kulit tajam.

Seperti yang diajarkan dibangku perkuliahan bahwa sambungan dua

buah plat tidak boleh berbetuk sudut yang tajam, namun hal ini tidak berlaku pada pembuatan kapal dengan sistim laminasi, karena pada saat pemasangannya papan akan direkatkan dengan lem, yang tentu saja memiliki cara pemaikaian yang berbeda dengan las, dan bentuk kayu yang lancip ini malah lebih mudah di pasang dang dilengkungkan.



Gambar 4.8 Pemasangan kulit jati

2. Letak sambungan tidak diperhitungkan apakah berada pada titik tengah jarak antar kedua gading .

Pada gambar rancangan yang disediakan tidak ditemui adanya gambar bukaan kulit, sehingga pada saat pemasangan, tidak dapat diperkirakan posisi pertemuan kayu, dan bentuk dari potongan kayu tersebut.

Kulit kapal ini terdiri dari dua lapis, lapisan dalam dan lapisan luar terbuat dari dua kayu yang berbeda, bagian dalam adalah kayu kamper dan bagian luar adalah kayu jati, hal ini dilakukan untuk menekan biaya pembelian kayu jati, dengan demikian pemakaian kayu jati untuk kulit dapat dikurangi menjadi setengahnya.

Setelah lapisan dalam selesai lalu kulit lapisan luar dapat dipasang, pemasangan lapisan kulit terluar ini lebih sulit karena klem tidak dapat dipakai lagi, sehingga sekrup menjadi satu-satunya sarana yang dapat dipergunakan sebagai alat bantu, dan tentu saja lem merupakan bahan perekat utamanya, dimana lem akan merekatkan lapisan luar dengan lapisan dalam. sekrup nantinya akan dicabut kembali setelah lem mengering. namun pemakaian sekrup meninggalkan lobang-lobang kecil setelah sekrup dicabut. Untuk menutupi lobang ini maka buat pasak dengan ukuran sama dengan lobang sekrup.



Gambar 4.9 Cara menutup lobang bekas sekrup dengan pasak

Pasak dipasang setelah diolesi lem, sehingga kebocoran dapat dihindari, setelah lem mengering maka pasak dipotong serata permukaan kulit dan diamplas sehingga bekas pasak dan bekas lem dapat diperhalus.

2. Peraturan klas mengenai kulit luar

SECTION 11 OUTER PLANKING AND DECK.

A. OUTER PLANKING.

A 10 Thickness of Planks.

- 11 Planks in outer skin shall have a thickness not less than given in Table 2.
- 12 For ships with L x B x D in excess of 400, thickness of the uppermost strakes should be increased by 5mm. Over light waterline the planks should be as broad as possible, but normally not broader than:
- $$15 + (t/2) \text{ cm.}$$
- where t = thickness of the plank according to Table 2.
- 13 The planks should be fastened with the pith side towards the frame. Planks which are subject to bending, should be steamed before fitting.

Maka :

Tebal kulit berdasarkan table 1 (lampiran tabel 1) :

$L \times B \times D = 15 \times 6.5 \times 2.75 = 268.125$ maka tebal papan kulit **5- 5.5 cm**, namun ketebalan ini dipakai pada kulit yang tidak dilaminasi jadi hanya terdiri dari selembar papan saja, sementara untuk papan yang dilaminasi maka papan harus memiliki ketebalan, jenis, densitas serta kelembapan sesuai dengan peraturan berikut:

B 10 Thickness of laminae.

- 11 After drying and possible joining of parts for the individual laminae, these must, just before the gluing, be planed smooth on both sides.
- 12 The thickness t in cm. of the laminae must not be greater than indicated in the following table, dependent on the bending radius (R) in cm :
- 13 Each laminae must not have greater variation in thickness than 0.25 mm. The laminae must, before gluing, be absolutely clean without any grease, oil, pencil marks, or anything else which may prevent a good adhesion.

C 20 Moisture in the laminae.

- 21 The laminae must have a moisture content between 8 and 15 %. however. there must be less than 5 % difference in moisture between laminae in the same strength member. From each drying load moisture test must be taken from at least 5 boards. The tests are to be taken at least 60 cm. from the end of the boards.

Maka berdasarkan peraturan tersebut, proses laminasi yang diterapkan dilapangan tidak memenuhi persyaratan klas karena jenis kayu yang dipakai tidak sama dan juga jenis kayu ini tidak bisa dipakai untuk bagian yang menopang kekuatan kapal.

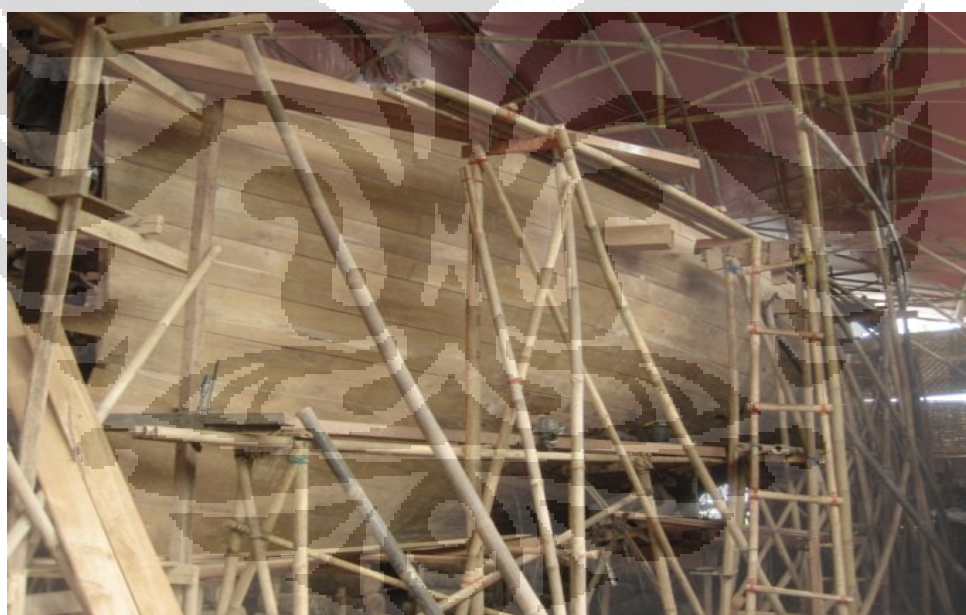
Pada section 11 OUTER PLANKING AND DECK.

A. OUTER PLANKING.

A 13 The planks should be fastened with the pith side towards the frame.

Planks which are subject to bending, should be steamed before fitting.

Dari peraturan ini, pemasangan kulit dilapangan juga tidak memenuhi persyaratan klas karena pada saat pemasangan kulit yang dibending(bengkokkan), tidak dilakukan pemanasan terlebih dahulu, tetapi langsung di bengkokkan dengan mengandalkan klem dan sekrup.



Gambar 4.10 Bentuk kulit luar yang telah diampelas

A 20 Butts in Outer Planking.

- 21** Distance between butts, should be no less than 3 frame spaces (See fig.5)
 With 1 strake between - a distance of 2 frame spaces will be accepted.
 With 2 strakes between, the distance between butts may be 1 frame space.
 There must be at least 3 strakes between two butts on the same frame.

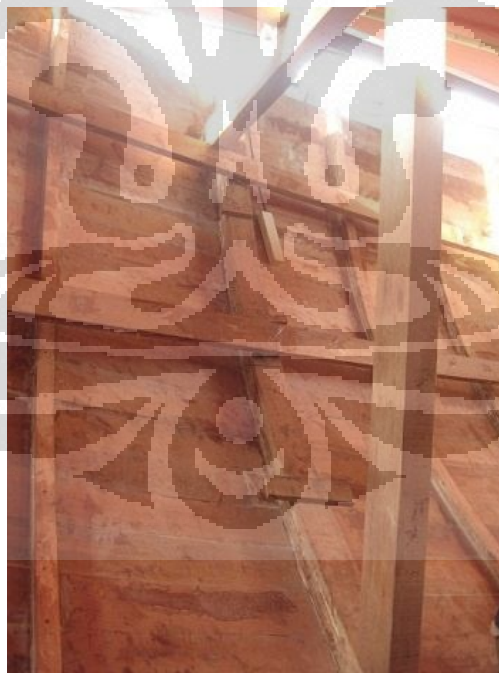
Minor discrepancies may be accepted towards the ship's ends. Butts in garboard strakes must not be nearer a keel scarph than 3 frame spaces.

- 22 For frames with breadth less than 100 mm. outer planking should have their butts over filling pieces between the frames. The filling pieces must have thickness at least equal to the thickness of the outer planking. Length of filling pieces should equal the clear opening between frames.

Peraturan diatas merupakan tambahan untuk sambungan pada kulit.

4.2.6 Pemasangan Senta

Senta merupakan sebuah konstruksi yang berfungsi sebagai penguat memanjang kapal yang terpasang memanjang dari haluan sampai buritan kapal, atau dapat dianggap sebagai longitudinal frame kapal, senta tidak langsung menempel pada kulit kapal, tetapi hanya menempel pada gading-gading utama kapal.



Gambar 4.11 Senta terpasang pada gading utama kapal

Sentha terdiri dari dua lapis kayu yang di laminasi, terpasang kegading dengan lem dan di baut menembus gading sampai lapisan kulit pertama

Sentha (stringer) menurut klas

SECTION 7. STRINGERS.

A. STRINGERS ON GLUED, LAMINATED FRAMES.

A 10 Number off and placing.

- 11 On S-shaped frames with length exceeding 1.5 metres stringers must be arranged in accordance with the following list

Leng of frame(m)	no.of stringer
1.5-2.5	1
1.5-4.0	2
>4.0	3

The length l of the frame is measured along the inner edge of the frame from the underside of the deck beam to the lower end of the frame. As lithe lower end of the frame" is taken the middle ofthe bolt connection between frame and floor. If the frame extends continually across the keel, the upper edge of the frame in the ship's centreline is taken as "the lower end of the frame." For S-shaped frames in the fore end of the ship where the midship frame is not S-form,

- 12 The stringers are placed in accordance with the following table :

no	Distance from lower end of frame to :		
	stringer 1	stringer 2	stringer 3
1	0.4 l		
2	0.25 l	0.55 l	
3	0.2 l	0.4 l	0.7 l

- 13 The stringer shall as far as possible, follow the run of the planks in the outer skin.
- A 20 Scantlings.**
- 21 Laminated stringers must not have a less transverse area than indicated in Table 2, Column 9. When several stringers are fitted and all are laminated, the area of the second and third stringer counted from bottom, may be reduced with 20 and 40 per cent respectively, in accordance with the Table values.
- 23 Stringers must extend to the stem and sternpost. In two frame spaces nearest the stem and stern filling timbers must be fitted between stringers and skin planking. The filling timbers must be well fitted.
- 24 If filling pieces are glued into each frame space along the stringers the transverse area of the stringers may be reduced by 30%.

Analisa :

Bagian A 11, menyatakan jumlah stringer yang dipakai berdasarkan panjang gading, pada kapal ini panjang gading berada antar 1.5-4.0 m, maka jumlah stringer yang dipasang adalah 3 buah. Namun pada kenyataanya jumlah stringer yang dipasang cumin dua buah.

Bagian A 12 mengatur tentang jarak pemasangan stringer dari titik terbawah, dengan jumlah 3 dan panjang gading 3.5 m, jadi jarak stringer:

$$\text{Stringer 1} = 0.2 \times 3.5 = 0.7 \text{ m}$$

$$\text{Stringer 2} = 0.4 \times 3.5 = 1.4 \text{ m}$$

$$\text{Stringer 3} = 0.7 \times 3.5 = 2.45 \text{ m}$$

Karena jumlah stringer yang terpasang cumin dua buah dan jaraknya juga tidak diukur dengan tepat maka stringer ini tidak memenuhi peraturan.

Bagian A 13 mengatur tentang cara pemasangan stringer yang harus sejajar dengan arah papan kulit(memanjang kapal).

Bagian A 23 dan A 24 menyatakan bahwa pada dua frame dari stem dan sternpost, stringer harus diisi sampai ke kulit kapal, atau jika seluruh stringer diisi sampai kulit kapal maka modulus stringer dikurangi 30 % .

Dimensi Stringer :

Dimensi stringer diambil berdasarkan Gambar 1 (lihat lampiran) dimana nilai LxBxD adalah 265 maka modulus dari stringer adalah 130 cm^3 .

Berdasarkan peraturan bagian A23 dan A24 maka terdapat dua pilhan :

1. Pada dua frame dari stem dan sternpost, stringer diisi sampai kulit kapal.
2. Stringer dari buritan sampai haluan diisi penuh hingga kulit namun dengan modulus $30\% \times 130 \text{ cm}^3 = 39 \text{ cm}^3$, jadi dimensi stringer :

Breadth : 10 cm dan tebal awal sebelum diisi : 5 cm.

4.2.7 Pemasangan Deck Beam

Deck beam dipasang melintang kapal dengan profil yang melengkung sehinggalantinya bentuk deck akan memudahkan pembuangan air yang masuk ke atas kapal, fungsi utama deck beam adalah sebagai konstruksi dasar deck dan juga sebagai penguat yang memperkokoh struktur kapal secara keseluruhan, karena deck beam menyatu dengan kulit dan gading-gading utama kapal. Pemasangan deck beam tepat berada diatas sentha, dan dibaut kegading sebelahnya, deck beam terpasang menembus kulit kapal, ini merupakan salah satu ciri khas dari kapal Dhow.

Deck beam yang menembus kulit kapal ini akan dipotong 20 cm dari kulit terluar kapal, setelah dipotong lalu dilapis dengan lapisan kayu jati. Bagian yang menonjol keluar ini dapat berfungsi sebagai tempat untuk mengikat tali-temali layar atau tali pengikat tutup deck.



Gambar 4.12 Deck beam



Gambar 4.13 Pemasangan deck beam yang menembus kulit kapal

Pemasangan Deck Beam menurut klas:

SECTION 9. BEAMS, GIRDERS AND STANCHIONS.

A. BEAMS.

A 10 PLACING

- 11 When laminated glued frames and beams are fitted, there must be a beam for each frame. Frame and beam must be in the same plane (not alongside each other) and be connected with hanging knees.

A 20 SCANTLING

- 21 Laminated deck beams must have a section modulus no less than:

$$W = 60 S \times H \times L^2$$

S = beam space in metres, measured from centre to centre.

H = 0,175 B metres, minimum 0.5 metres.

B = ship's breadth in metres.

L = the beam span in metres, measured from the inner edge of frame to inner edge of frame, from inner edge of frame to centre of girder, or from centre to centre of girders. L is not to be taken less than 0,3 B.

- 22 Halfbeams may be given scantlings in accordance with the formula above when the span of the beams in the formula is given the value:

$$L = (L_0 + B/2)/2 \text{ metres}$$

L₀ = length of the halfbeam in metres.

Analisa hasil observasi:

Bagian A 11 mengenai penempatan deck beam, dimana deck beam harus ditempatkan pada setiap gading dan dihubungkan dengan *hanging knees*, namun dalam pemasangan dilapangan, deck beam hanya terpasang pada gading-gading yang berukuran besar saja, dan tidak dipasang tepat pada gading melainkan berada disamping gading dan juga menembus kulit kapal. Gading dengan deck beam dihubungkan dengan pemakaian baut, namun baut yang dipakai tidak sesuai dengan peraturan klas, karena baut yang dipakai tidak tahan karat, tetapi cuma baut yang galvanis.

Sedangkan deck beam yang menembus deck, seperti dikatakan sebelumnya bahwa hal ini merupakan cirri khas dari kapal Indian Dhow, dan tidak ada dalam peraturan klas.

Bagian A 21 mengenai modulus deck beam yang harus dipasang, dimana modulus deck beam tidak boleh kurang dari :

$W = 60 S \times H \times L^2$, jadi dengan demikian :

$L =$ karena deck beam ditopang oleh dua buah girder yang membagi 3 panjang deck beam pada midship kapal maka $L = 2.2$ m

$$\begin{aligned} W_{\text{deck beam}} &= 60 \times 0.45 \times (0.175 \times 6.5) \times 2.2^2 \\ &= 148.65 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan tersebut, karena lebar deck beam adalah 9cm maka berdasarkan diagram(lihat lampiran Gambar 1) didapat tebal deck beam 10 cm.

Deck beam yang terpasang pada kapal berukuran **10x12.5 cm**, berarti deck beam telah memenuhi peraturan, karena angka hasil perhitungan diatas merupakan nilai minimum yang harus dipenuhi.

4.2.8 Pemasangan Konstruksi Penopang Deck

Struktur untuk dudukan deck dibuat sedemikian rupa sehingga mempermudah pemasangan deck, kontruksi ini terbuat dari kayu yang dilaminasi dengan ukuran 5x5 centimeter, dipasang memanjang kapal.

B. DECK GIRDERS.

B 10 Laminated Deck Girders.

- 11 The girders must have a section modulus no less than:

$$W = 70 \times b \times h \times l^2 \text{ cm}^3$$

$b =$ the breadth in metres of the supported deck area. The breadth is measured from middle to middle of beamspan on either side of the girders.

$h = 0,175 B$ metre, minimum 0,5 metre.

B = ship's breadth in metres.

l = the span of the girder's in metres, measured from centre to centre of the supports.

Maka :

$$b = 0.6 \text{ m}; h = 1.14; l = 0.45$$

$$W = 70 \times 0.6 \times 1.14 \times 0.45^2$$

$$= 10 \text{ cm}^3$$

Dari gambar 1(lampiran) didapat ukuran girder 5x5 cm, jarak pemasangan 60 cm.



Gambar 4.14 Konstruksi Penopang Deck

4.2.9 Pemasangan Deck

Deck kapal terdiri dari dua bagian, bagian pertama yaitu lapisan bawah yang dibuat dengan memakai plywood, plywood dipakai karena lebih murah dan juga mudah dalam pemasangannya, deck kapal harus kedap air untuk menghindari masuknya air ke lambung kapal yang nantinya akan merusak bagian dalam kapal, karena kapal ini tidak dilengkapi dengan pompa pengeluaran air.



Gambar 4.15 Deck

Untuk bagian sepanjang 4 meter dari haluan kapal, triplek yang terpasang akan dilapisi kayu jati dengan cara laminasi, sementara sisa bagian deck lain yang terbuat dari plywood yang memiliki lapisan film, nantinya akan dipasang lapisan lain yang terbuat dari susunan bambu memanjang kapal, bambu ini dibagi menjadi beberapa bagian dengan panjang sesuai dengan jarak antara deck beam dibawahnya, jadi pada setiap bagian akan dipasang batas-batas yang sejajar deck beam.

SECTION 11 OUTER PLANKING AND DECK.

B .DECK

B 10 Thickness of Planks.

- 11 Deck planking, waterway and gunwhale should have minimum thickness as in

Table 2(lampiran tabel 2)

- 12 The planks are to be laid with pith side down towards the beams and should have a milled – or planed-in stopper for oakum.

B 20 Butts in Deck Planking.

- 21 Spacing between butts must be minimum 2 beam spaces. When there is one strake between the butts, spacing may be 1 beam space.

Butts on same beam, must be separated by 3 strakes.

Berdasarkan peraturan diatas, maka deck kapal memakai papan kayu, bukanya Plywood, karena deck juga memegang peranan dalam kekuatan memanjang kapal, dan dimensi papan deck berdasarkan klas adalah : 5,5 cm, dengan lebar minimal 15cm.

4.2.10 BAUT dan PAKU

Peraturan klas mengenai Baut dan Paku :

SECTION 17. BOLTING AND NAILING.

A. GENERAL

A 10 Dimenions and Execution.

- 11 The bolt dimensions are indicated in Table 3 and 4. The diameter of the bolt head or the washer, must be at least to 2.5 times the bolt diameter.
- 12 The bolts must as far as possible be through bolts.
- 13 Screwed bolts with nuts must as far as possible be used. The bolts must be warm galvanised.
- 14 Nails must be at least twice as long as the thickness of the plank in which they are used.
- 15 For bolts or nails which are entered from the outside, a grummet of oakum must be fitted under the head.
- 16 When connectors for tim~s are used the dimenions of the bolt may be reduced. The reduction in size will be estimated in each individual case.

B. BOLTING OF KEEL, FRAMES,SHELF, KNEES, Etc.

- B 42** On laminated frames the stringers must have 1 through bolt in each frame.

B 52 On laminated frames there must be at least 3 bolts in each arm of the beam knee.

D. BOLTING AND NAILING or OUTER SKIN AND DECK

D 20 Outer Skin on Laminated Frames.

D 21 On laminated frames, all planks must at each end have 1 through bolt and 2 nails when the butt is on a frame. When the butt is on filling pieces between the frames there must be 2 bolts for plank breadth up to and including 15 cm. For greater breadth the number of bolts is increased by 1 bolt for each commenced 7 cm. breadth.

D 22 On each frame the planks must be nailed with 1 nail for each commenced 7 cm. breadth of plank.

D 23 In every third frame a through bolt should be substituted for one of the nails. The bolt must have the same dimensions as the end bolt.

D 40 Deck Planking

D 41 Deck planks are to be nailed with 2 nails in each beam and 2 nails at each butt. If the plank breadth is greater than 12.5 cm. there should be 3 nails at each butt.

Maka berdasarkan peraturan (table 3, lihat lampiran) :

Diameter Baut untuk Floor-keel atau Floor-Frame : 18 mm

Diameter baut untuk frame-stringer : 15 mm

Diameter baut untuk skin plank-frame : 12 mm

Baut untuk knee (table 4, lihat lampiran) : Diameter : 19 mm

4.2.11 Data Kapal Setelah Dilakukan Perhitungan ulang

1. Keel

Panjang : 15000 mm

Lebar : 250 mm

Tinggi : 40 mm

2. Stem dan Sternpost

Lebar : 250 mm

Tebal : 400 mm

3. Frame

Lebar : 100 mm

Tinggi : 170 mm

Frame space : 450 mm

4. Deck Beam

Lebar : 90 mm

Tinggi : 100 mm

Beam Space : sama dengan frame space

5. Longitudinal frame

Lebar : 150 mm

Tebal : 50 mm

Frame space : 300 mm

6. Deck Frame(Longitudinal deck Frame)

Dimensi : 50x50 mm

Space : 600 mm

7. Planking

- Side Planking

Lebar : 150 mm

Tebal : 50 mm

- Deck Planking

Lebar : 200 mm

Tebal : 50 mm

8. Knee

Beam hanging knee

Panjang Lengan : min 300 mm

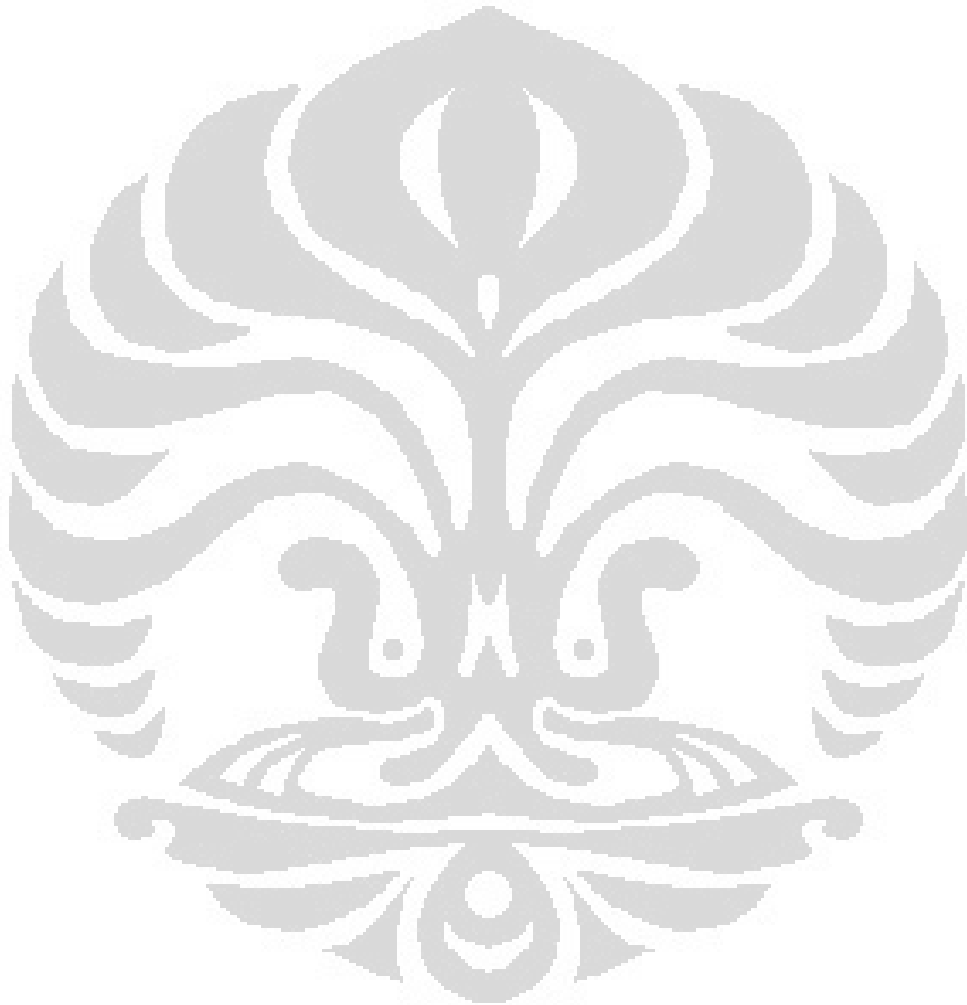
Lebar : min 90 mm

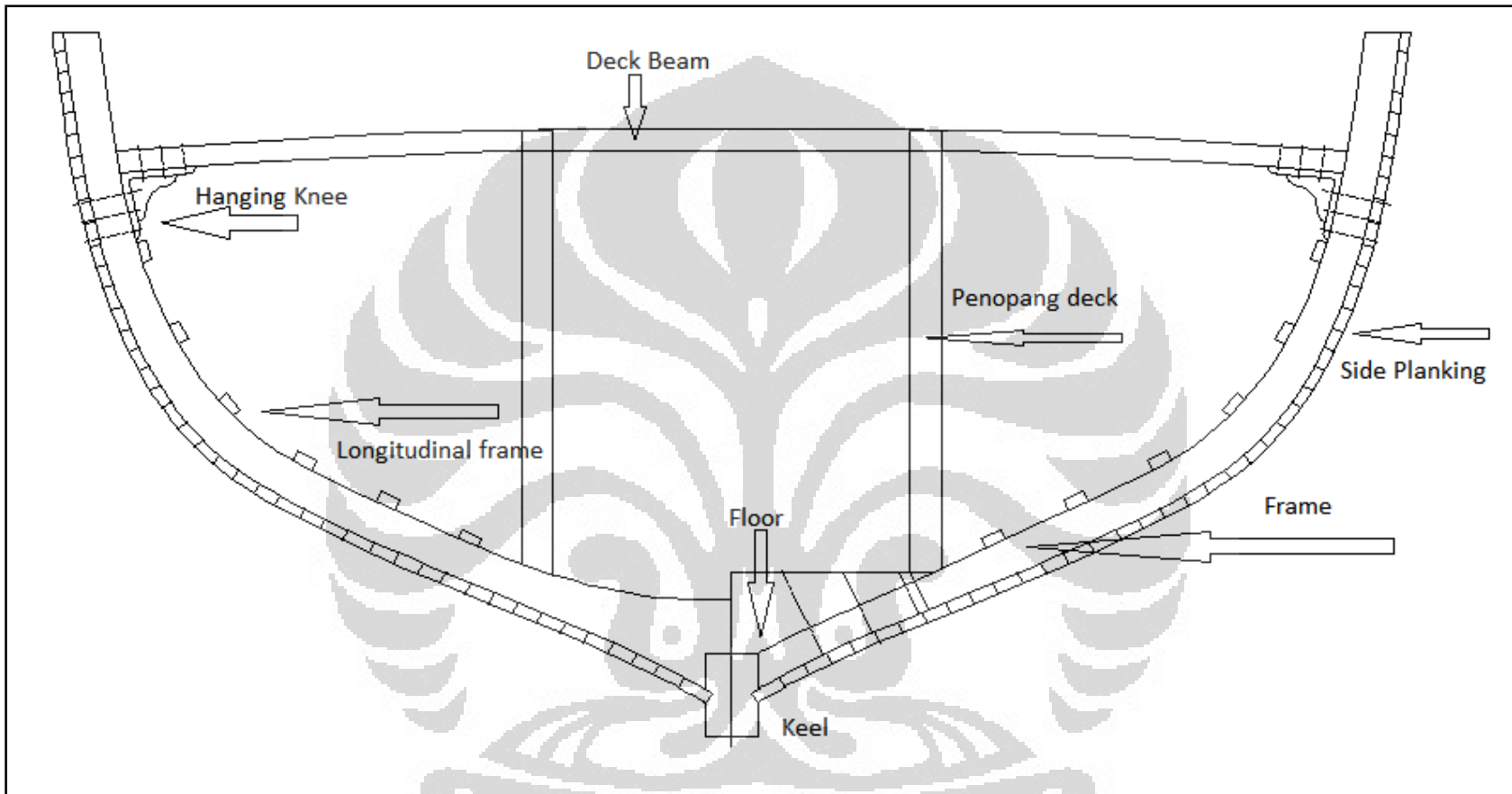
Stem dan Sternpost

Wooden Knee

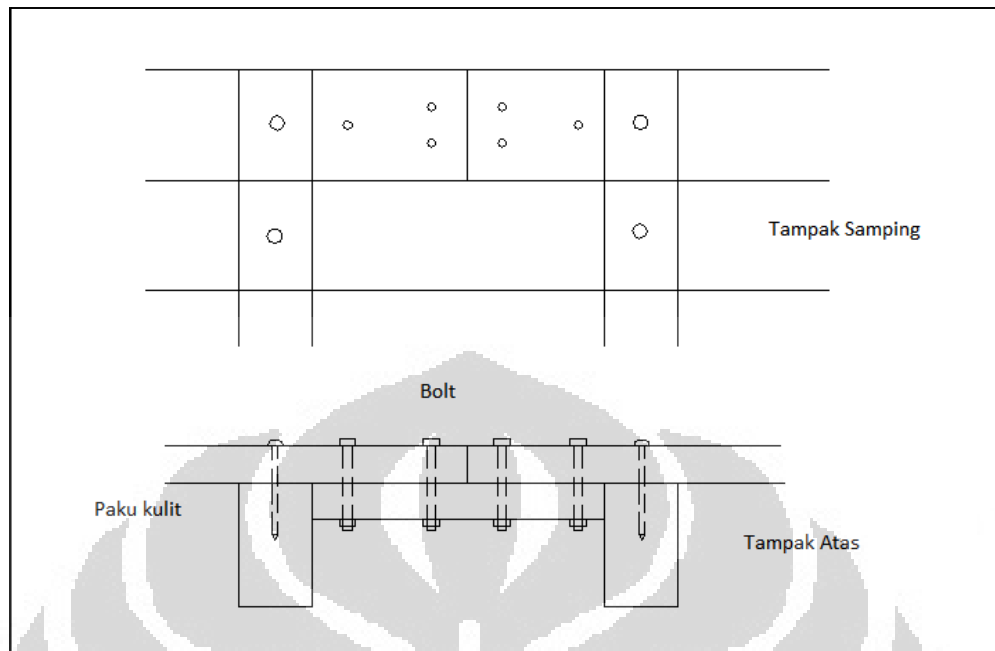
Panjang lengan : min 3x tebal keel : $3 \times 25 = 75$

Diambil 1 m

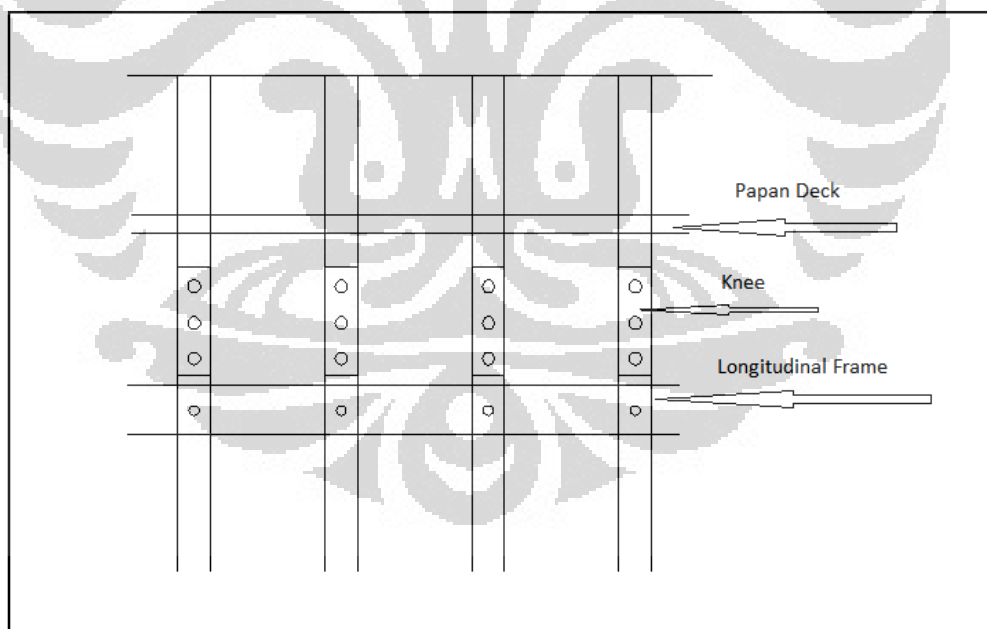




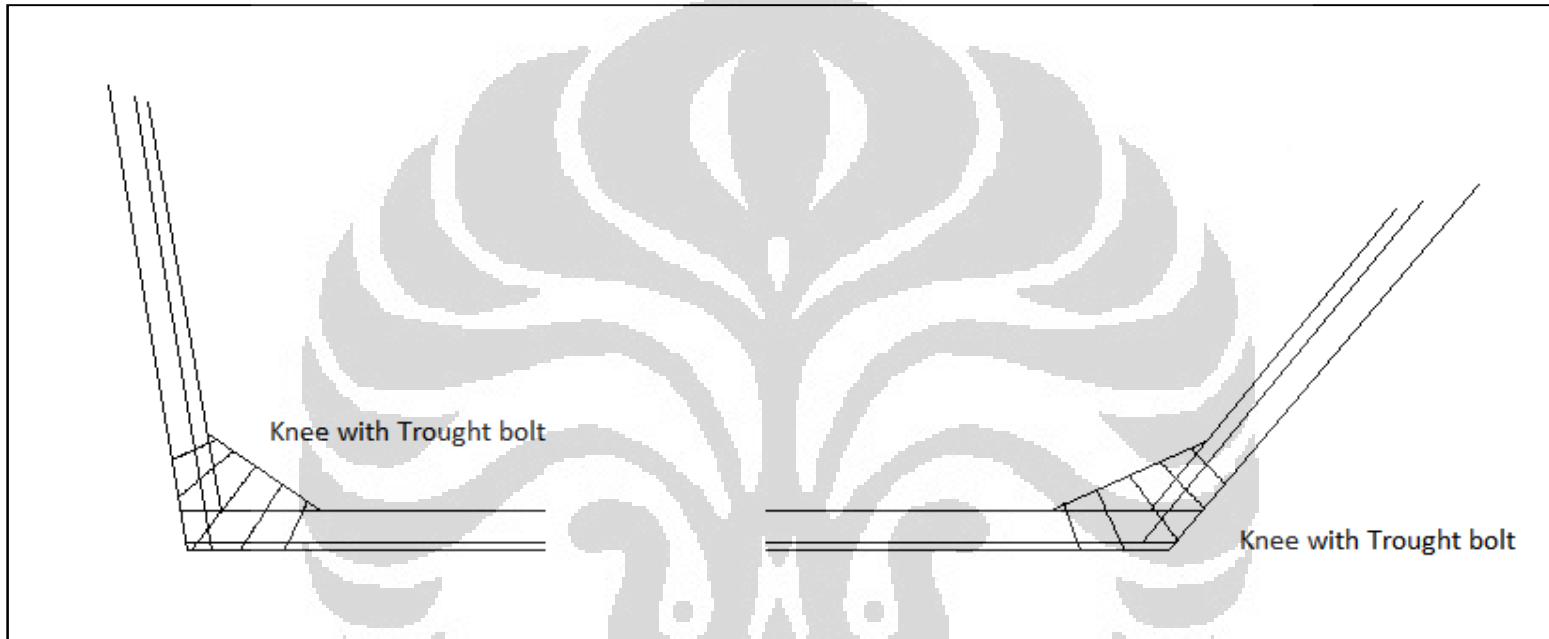
Gambar 4.16 Midship



Gambar 4.17 Side Planking Skene



Gambar 4.18 Konstruksi Penguat Kapal



Gambar 4.19 Stem and Sternpost

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

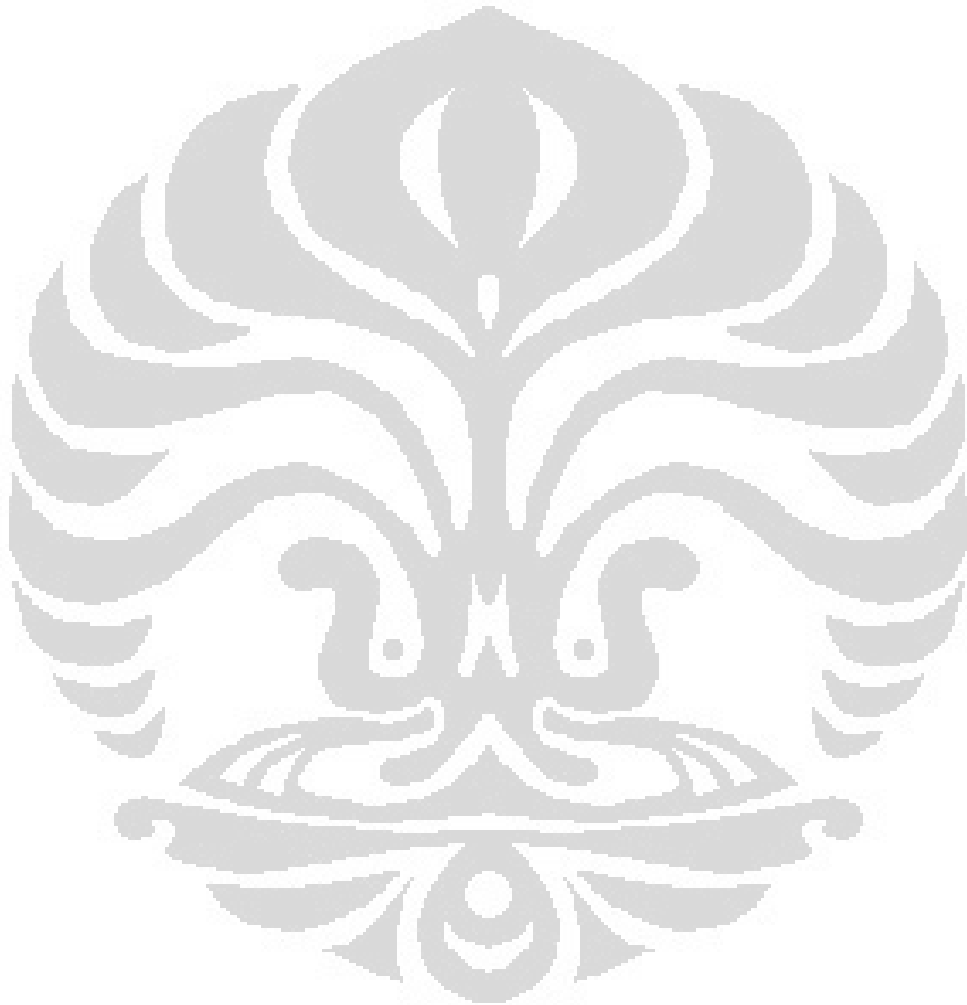
5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil analisa dengan menggunakan peraturan klas, maka dapat dikatakan kapal ini tidak memenuhi klas sama sekali, namun karena kapal ini tidak akan digunakan untuk berlayar maka hal ini dibolehkan.
2. Pembuatan Dhow secara tradisional untuk ukuran yang sama dengan kapal yang dibuat dengan metode laminasi ini menghabiskan waktu delapan bulan hingga satu tahun, sementara dengan laminasi memakan waktu enam bulan, yang menunjukkan metode laminasi dapat menghemat waktu pembuatan.
3. Dari segi bahan baku kayu yang dibutuhkan, metode laminasi lebih menguntungkan karena dengan metode ini, untuk profil-profil seperti lunas, gading dan beam kapal yang biasanya membutuhkan kayu yang berukuran besar, tetapi dengan metode laminasi, cukup dengan lembaran papan atau dengan balok-balok kayu dengan ukuran kecil, maka profil yang dibutuhkan dapat dibuat. Dan dengan demikian dana yang dikeluarkan dapat diminimalisir.
4. Karena proses yang cukup mudah dan kebutuhan akan kayu-kayu yang berukuran besar, maka hal ini memungkinkan proses laminasi dipakai oleh para nelayan.

5.2 Saran

1. Seharusnya dalam pembuatan kapal, terlebih dahulu dihitung scantling dari semua struktur yang menunjang kekuatan kapal berdasarkan peraturan klas.
2. Dalam proses pembangunan ini, ketersediaan bahan baku kayu menjadi kendala utama yang menyebabkan keterlambatan selesainya pembangunan kapal, jadi sebaiknya dari awal proses pembangunan telah diperhitungkan dengan matang jumlah bahan yang dibutuhkan paling tidak hasil perhitungan ini mencakup 80 persen dari keseluruhan bahan baku yang dibutuhkan.

3. Untuk hasil yang lebih baik tentunya pekerja yang dipakai merupakan pekerja yang telah berpengalaman dalam bidang laminasi, hal ini juga akan mempersingkat waktu yang dibutuhkan.



DAFTAR PUSTAKA

Det Norske Veritas, Rules for Woodenship

May, Clayton A. (1987-12-23). *Epoxy Resins: Chemistry and Technology* (Second ed.). New York: Marcel Dekker Inc. p. 794. ISBN 0824776909.

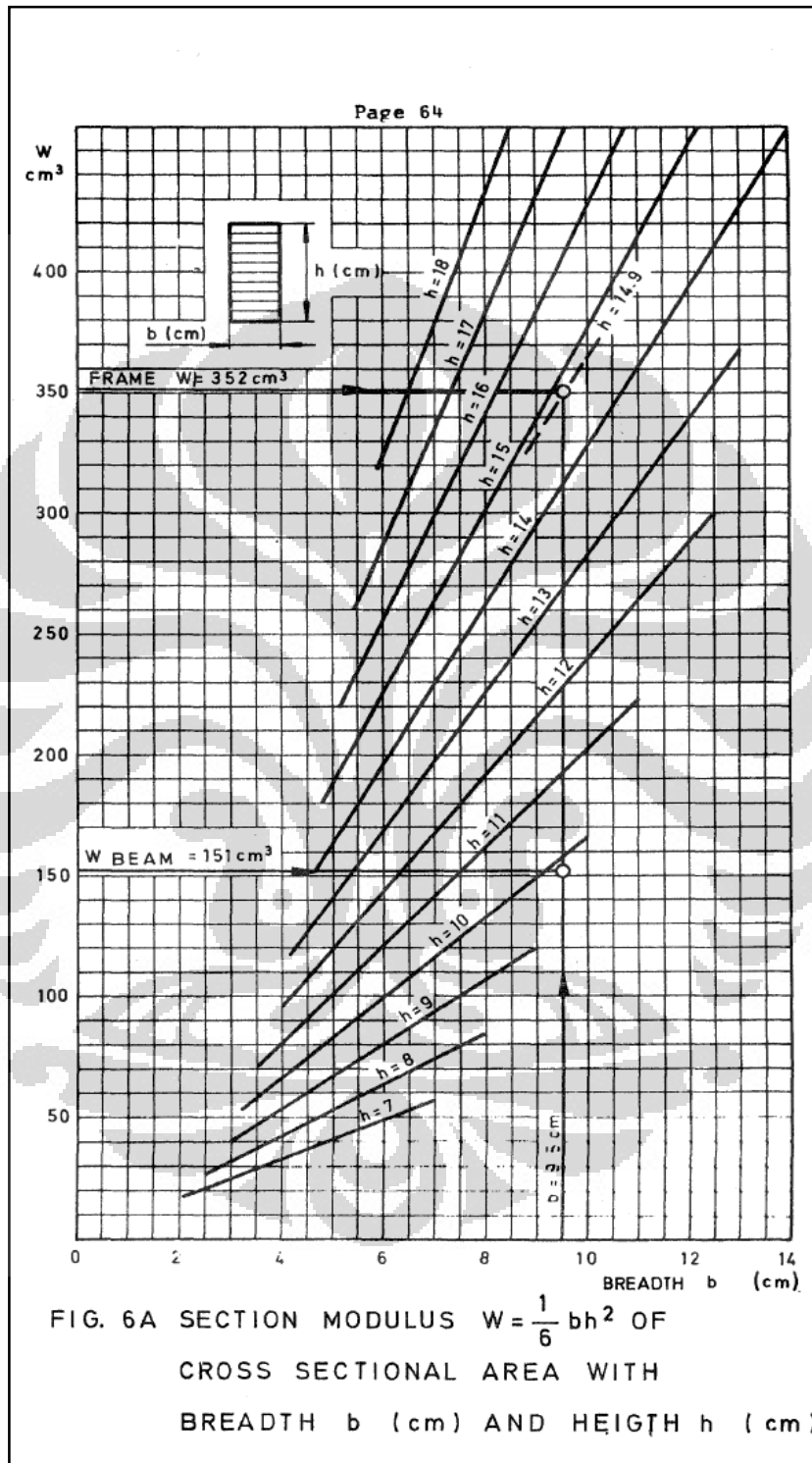
McGrail S. and Kentley, E., 1985. Sewn plank boats: Archaeological and Ethnographic papers based on those presented to a conferences at Greenwich in November 1984. National Maritime Museum, Greenwich

Flecker, Michael, *A ninth-century AD Arab or Indian shipwreck in Indonesia: first evidence for direct trade with China*. World Archaeology, Volume 32(3): 335-354 Shipwrecks, Taylor & Francis Ltd, 2001

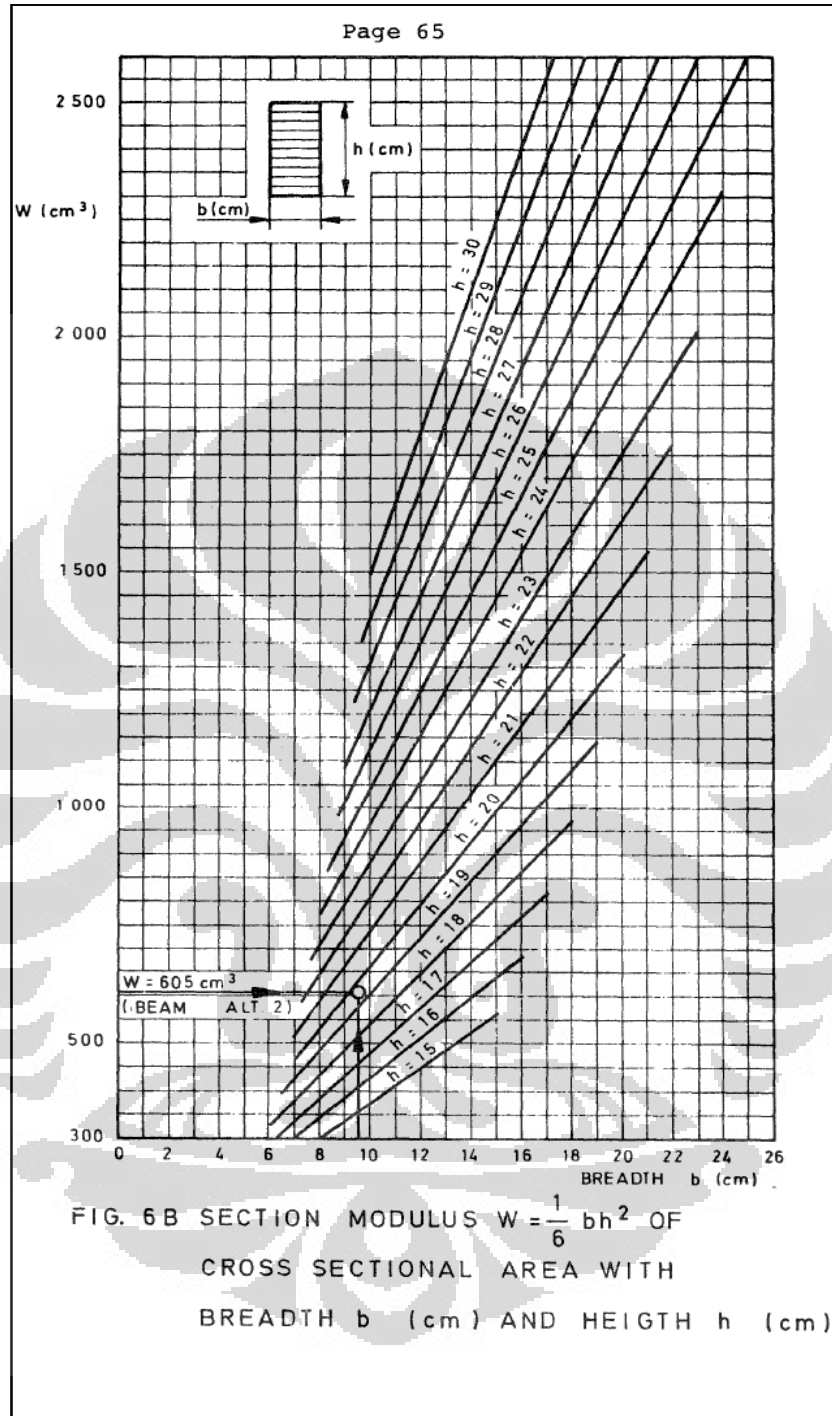
Ray, H. P. and Salles J. F., *Tradition and Archaeology: Early Maritime Contacts in the Indian Ocean*, State Publishers, New Delhi, 1996

Universitas Indonesia (2004). Pengantar penulisan ilmiah.

LAMPIRAN



Gambar 1



Gambar 2

TABLE 2. LONGITUDINAL MATERIAL FROM SCANDINAVIAN FIR.

L X B X D	KEEL.		KEELSON.		SKIN THICKN. Garb., Lower to Part of Deck Bilge		SPRINGER. On Double Built Frames.		BEAM CLAMP. Collect. Thickn. Height.		SHELF. Height and Breadth		WATERWAY. Collect. Thickn. Breadth.		Ceiling or Inner Skin Thick.	Deck and Gun-Whale Thick.
	Height	Breadth	Height	Breadth	Lower Bilge	Upper Bilge	Thickn.	Breadth	Sect. Area Lower Str.	Thickn.	Height	Height	Breadth	Thickn.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	
Under 60	15	13.5	15	15	4.5	5.5	23	90	17.5	7	10	15	7.5	3.5	4.5	
60 - 80	16	14.5	16	16	4.5	5.5	25	93	18	7	10	16	8	4	4.5	
80-100	17	15.5	17	17	4.5	6	27	95	18	7	10.5	16	8	4.5	5	
100 - 120	18	16.5	18	18	4.5	6	29	98	19	7	10.5	17	8.5	4.5	5	
120- 140	19	17.5	18.5	18.5	4.5	6.5	31	101	19.5	7.5	11	17	8.5	5	5	
140 - 160	20	18	19.5	19.5	4.5	6.5	33	104	20	7.5	11	18	9	5	5	
160 - 185	21	19	21	20.5	5	7	37	107	20.5	7.5	11.5	18	9	5.5	5	
185 - 210	22	20	22.5	21.5	5	7	40	110	21	7.5	11.5	19	9.5	5.5	5	
210 - 235	23	21	24	22.5	5	7.5	44	115	21.5	8	12	19	9.5	5.5	5	
235 - 260	24	21.5	25.5	23.5	5	7.5	47	122	22	8	12.5	20	10	5.5	5	
260 - 290	25	22	26.5	24.5	5	7.5	51	130	23	8	12.5	21	10.5	5.5	5.5	
290 - 325	26	23	28	25	5.5	8	54	140	23.5	8.5	13	21	10.5	6	5.5	
325 - 360	27	24	30	26	5.5	8	59	152	24	8.5	13.5	22	11	6	5.5	
360 - 405	27.5	24.5	31.5	27	5.5	8	64	165	25	9	14	23	11.5	6	5.5	
405 - 450	28.5	25.5	33	28	6	8.5	69	182	26	9	14.5	24	12	6	6	
450 - 500	29	26	34.5	29	6	8.5	74	200	26.5	9.5	15	24	12	6.5	6	
500 - 550	30	27	36	30	6	9	79	215	27.5	9.5	15.5	25	12.5	6.5	6	
550 - 600	31	27.5	38	31	6.5	9	84	230	28	10	16	26	13	6.5	6	
600 - 660	31.5	28	39.5	32	6.5	9	89	250	29	10	16.5	27	13.5	6.5	6	
660 - 720	32.5	28.5	41	33	6.5	9.5	94	270	29.5	10.5	17	28	14	6.5	6.5	
720 - 790	33	29.5	42.5	34	7	9.5	100	295	30.5	11	17.5	29	14.5	6.5	6.5	

gambar 3

Table 3. Bolts in Strength Members. Page 70

L x B x D	mm	Keel bolts where two in each floor, Bolts in deckboard, strake - keelson, in Deck Beam Shelf and in Waterways. Frame Bolts.	mm	Bolts in Stringers, and in Clamps for main deck, raiood for hold-beams. Horizontal bolts in keelsons and in Waterways.	mm	Scarp bolts in keel, keelson and outer skin. Bolts in Clamps and Waterways in Super-structures.	Spacing of bolts in each plank in Stringers.									
							Less than 15		17.5		20		22.5		25	
							cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
Under 50	18		14		11		15	17.5	20	22.5	25	27.5				
50- 75	15		14		11		15	17.5	20	22.5	25	27.5				
75-100	18		16		11		15	17.5	20	22.5	25	27.5				
100- 175	18		16		11		15	17.5	20	22.5	25	27.5				
175- 215	19		17		11		15	17.5	20	22.5	25	27.5				
215- 285	20		18		12		15	17.5	20	22.5	25	27.5				
285- 360	21		19		12		15	17.5	20	22.5	25	27.5				
360- 455	22		19		13		15	17.5	20	22.5	25	27.5				
455- 580	23		20		13		16	17.5	20	22.5	25	27.5				
580- 730	24		21		14		17	17.5	20	22.5	25	27.5				
730- 910	25		21		14		17	17.5	20	22.5	25	27.5				
910-1130	26		22		15		18	17.5	20	22.5	25	27.5				

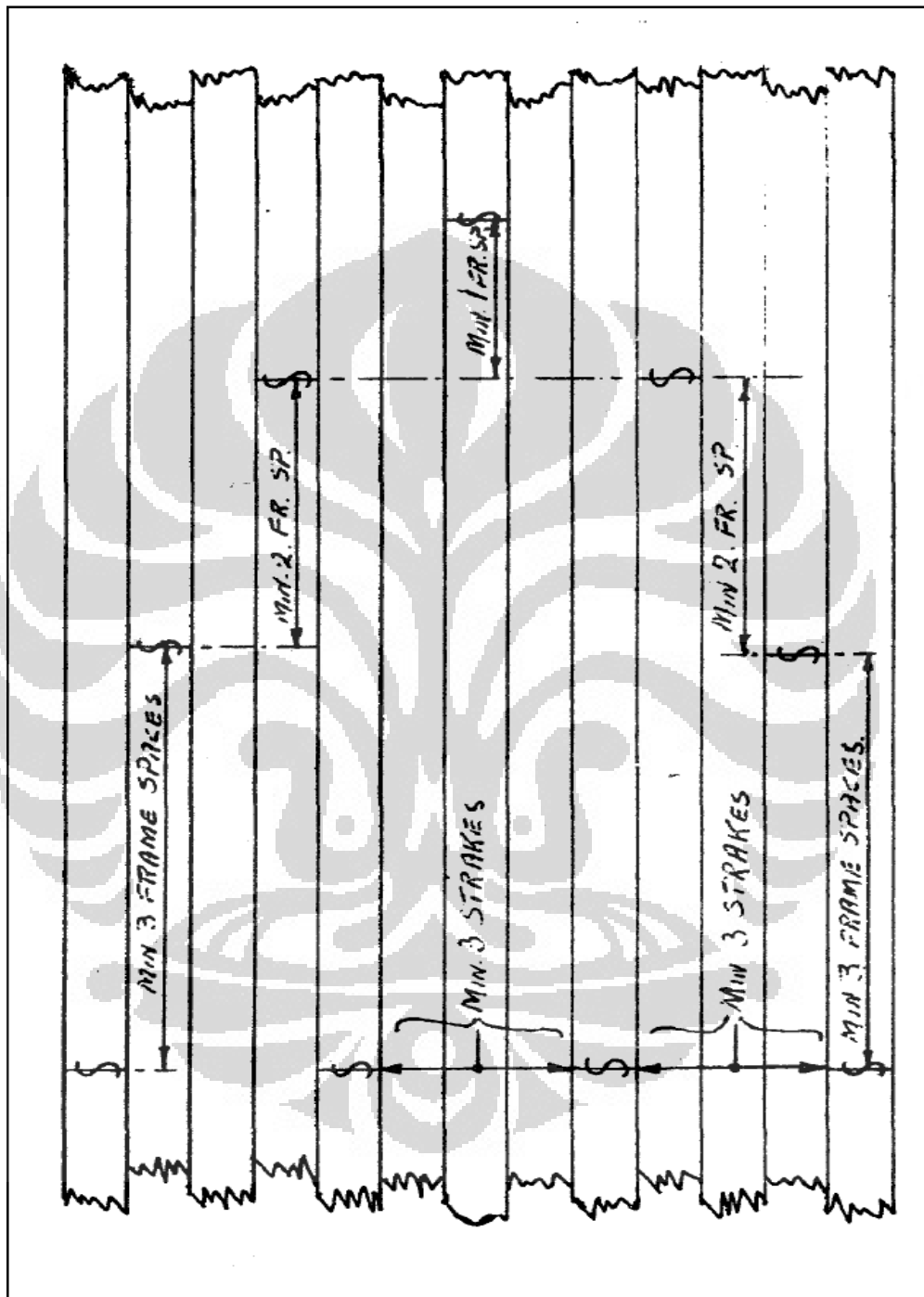
gambar 4

TABLE 4
Bolts in Knees, Riders and in Fore-and After Breasthooks.

*) B + 2D	Bolts in Knees and Riders.	Bolts in Forward and After Breasthooks.
4.5 - 6.8	13mm	16mm
6.8 - 8.8	16mm	19mm
8.8 - 10.8	19mm	22mm
10.8 - 13.0	22mm	25mm

*) B = Ships breadth in metres.
D = Ships depth in metres.

gambar 5



Gambar 6