

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Deskripsi *Airboat*

Airboat merupakan sebuah perahu yang memanfaatkan tenaga dorong dari hasil kerja atau putaran *propeller* udara, biasa disebut *airscrew propeller* atau *aircraft propeller*. Reaksi fluida pada *propeller* tersebut berupa gaya dorong, dimana gaya dorong ini menyebabkan *airboat* dapat bergerak maju dengan kecepatan tertentu.

Perkembangan *airboat* sejarahnya dimulai dibuat pada tahun 1905 di Nova Scotia, Kanada dengan nama *The Ugly Duck* yang dibuat oleh Dr. Alexander Graham Bell yang melakukan percobaan dengan berbagai jenis mesin dan tipe *propeller*, kemudian dikembangkan lagi oleh Glen Curtis di Florida, USA pada tahun 1920. Untuk selanjutnya pada tahun-tahun berikutnya mulai banyak mengembangkan kapal yang *flat bottom design* berbahan dasar kayu dengan menggunakan mesin pesawat dan hingga saat ini sudah banyak perubahan-perubahan perkembangan teknologi didalamnya. (<http://wikipedia.org/airboat>)

Airboat memiliki bentuk bagian bawah badan perahu yang *flow-line* dan *flat-bottom*. Tipe lambung *flat bottom* merupakan lambung yang memiliki bagian bawah yang rata atau datar sehingga memiliki olah gerak dan tingkat kestabilan yang baik di air disamping itu *airboat* juga memiliki *draft* yang sangat kecil sehingga dapat dioperasikan pada daerah perairan yang sangat dangkal sekali pun.

Dalam perkembangannya saat ini, *airboat* dijadikan sebagai salah satu sarana alat transportasi air modern yang digunakan di wilayah perairan darat. Selain dari itu, *airboat* dapat dijadikan sebagai sarana wisata atau rekreasi air dan transportasi penanggulangan bencana.

Sebagai contoh, di Indonesia sudah ada beberapa penelitian yang membahas tentang *airboat* diantaranya dari Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) dengan judul Perancangan *Airboat* Untuk Transportasi Perairan Pesisir dan Pulau-pulau Kecil dengan Sistem Propulsi Angin dan dari jurusan Teknik Sistem Perkapalan Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan judul Perancangan *Airscrew Propeller* untuk *Airboat Craft* Kapasitas 2 (Dua) Penumpang Dengan Metode Perhitungan *Blade Element*.

Sementara itu, di beberapa negara yang sudah banyak memanfaatkan *airboat* antara lain Australia dan Amerika. Di Australia, *airboat* digunakan oleh Tim *Rescue* atau *Coast Guard* setempat sebagai alat transportasi penanggulangan bencana banjir mengingat tingkat bencana banjir di negara tersebut relatif tinggi. Sementara itu di Amerika, beberapa warga setempat telah memanfaatkan *airboat* sebagai wahana rekreasi dan alat transportasi di perairan rawa serta oleh *The U.S Coast Guard* memanfaatkannya sebagai alat transportasi navigasi pada saat banjir.



Sumber : <http://www.commons.wikimedia.org/wiki/File:FEMA>

Gambar 1. Search and Rescue The U.S Coast Guard with Airboat



Sumber : <http://www.yellowboat.com>

Gambar 2. Penggunaan Airboat sebagai Wahana Rekreasi

Dari gambar-gambar diatas tersebut menunjukkan bahwa *airboat* mempunyai potensi yang sangat baik terlebih bagi Indonesia yang sebagian wilayahnya merupakan perairan. Sehingga kedepannya Indonesia dapat menjadi salah satu negara berkembang yang memanfaatkan alat transportasi ini.

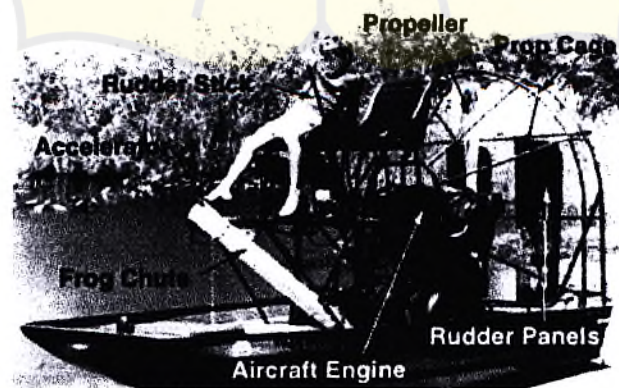
II.2 Komponen *Airboat*

Airboat memiliki beberapa komponen-komponen utama dan pendukung sebagai penunjang pengoperasian *airboat* tersebut. Beberapa komponen-komponen tersebut, antara lain :

- **Komponen Utama**

Merupakan komponen yang berada dalam *Airboat* sebagai komponen utama, yaitu :

- Lambung dengan bahan utama *fiberglass*
- Mesin penggerak (*Aircraft Engine*)
- Baling-baling (*Propeller*)
- Daun kemudi (*Rudder*)
- Sistem kemudi (*Rudder Stick*)
- *Accelerator*
- *Frog Chute*
- Bangku pengemudi dan penumpang
- Tangki bahan bakar
- *Jig safety* baling-baling (*Prop Cage*)
- Bagasi



Sumber : <http://www.yellowboat.com>

Gambar 3. Bagian – bagian Komponen Utama *Airboat*

- **Komponen Pendukung**

Komponen ini merupakan komponen yang dibutuhkan untuk mendukung pengoperasian *airboat*. Adapun komponen-komponen tersebut antara lain:

- *Crane*
- Mobil pengangkut

Beberapa komponen diatas direncanakan akan dibuat sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan pengoperasian. Dalam perencanaannya, komponen diatas akan dibentuk seperti gambar dibawah ini :



Sumber : <http://google.com/image/airboat crane>

Gambar 4. Mobil Crane Pengangkut Airboat

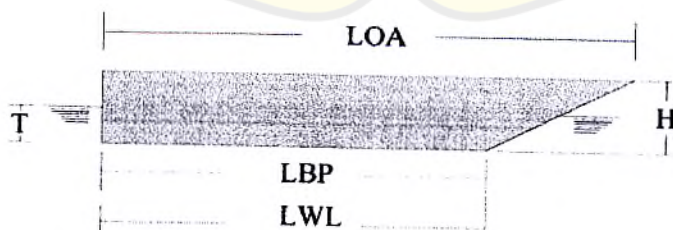
II.3 Dimensi Ukuran Utama *Airboat*

Airboat merupakan salah satu alat transportasi air. Sama halnya dengan sebuah kapal, *Airboat* memiliki dimensi utama sebagai ukuran pokok dalam penentuan kemampuan sebuah *airboat* yang akan diteliti. Menurut Syamsul Arif Muharam dalam tesisnya yang berjudul *Desain dan Konstruksi Kapal Fiberglass Di PT. Carita Boat Indonesia Kecamatan Setu Kota Tangerang Selatan Banten 2011*, beberapa dimensi utama tersebut antara lain :

- Panjang Keseluruhan atau LOA (*Length Over All*)

Merupakan panjang keseluruhan *airboat* yang secara *horizontal* diukur dari ujung terdepan sampai dengan ujung bagian belakang.

- Panjang Garis Air atau LWL (*Length of Water Line*)
Merupakan jarak *horizontal* antara ujung garis muat, yang diukur dari titik perpotongan panjang pada lambung bagian belakang dengan bagian depan *airboat*.
- Panjang Garis Tegak atau LBP (*length Between Perpendicular*)
Merupakan panjang kapal antara *fore perpendicular* (FP) dan *after perpendicular* (AP).
 - a) FP : Garis tegak lurus pada perpotongan antara Lwl dan badan pada bagian depan
 - b) AP : Garis tegak lurus pada perpotongan antara Lwl pada bagian belakang.
- Lebar *Airboat* (B)
Merupakan jarak *horizontal* yang diukur dari salah satu sisi yang terluar lambung *airboat* yang satu ke sisi lainnya yang berhadapan.
Dari data pembandingan lebar *airboat* terdiri dari :
 - Lebar Depan (B1)
Merupakan lebar yang secara *horizontal* diukur pada bagian depan.
 - Lebar Belakang (B2)
Merupakan lebar yang secara *horizontal* diukur pada bagian belakang.
- Tinggi *Airboat* (H)
Merupakan jarak tegak dari garis dasar sampai garis geladak terendah.
- Sarat *Airboat* (T)
Merupakan jarak tegak dari garis dasar sampai pada garis air muat.



Sumber : *design-airboat CAD 2009.Hadi Kiswanto*

Gambar 5. Dimensi Ukuran Utama *Airboat* Rancangan

II.4 Teori Perhitungan Perencanaan Lambung *Airboat*

Dalam perencanaan lambung *airboat* ini digunakan rumus perbandingan dari *airboat* pembanding yang sudah ada dan metode rumus pendekatan. Adapun perhitungan yang akan direncanakan tersebut terdiri dari :

II.4.1 Perhitungan Berat *Airboat*

Untuk perhitungan ini terdiri dari :

A. *Light Weight Ton (LWT)*

LWT pada *airboat* terdiri dari :

1. Berat Lambung
2. Berat Permesinan
3. Berat Perlengkapan

B. *Dead Weight Ton (DWT)*

DWT pada *airboat* terdiri dari :

1. Berat Bahan Bakar
2. Berat Penumpang
3. Berat Barang Bawaan

II.4.2 Perhitungan Ukuran Utama *Airboat*

A. Panjang Keseluruhan atau *LOA (Length Over All)*

Panjang keseluruhan untuk *airboat* rancangan ini direncanakan sesuai kapasitas dan perencanaan ruang muat pada *airboat* yang diperlukan.

B. Panjang Garis Air atau *LWL (Length Water Line)*

Untuk menghitung nilai dari panjang garis air pada *airboat* ini, digunakan rumus pendekatan berdasarkan peraturan klasifikasi yaitu Biro Klasifikasi Indonesia 2009, yaitu :

$$LWL = 96\% \times LOA$$

Dimana LOA = Panjang keseluruhan *airboat*

C. Panjang Garis Tegak atau LBP (*Length Between Perpendicular*)

Untuk menghitung nilai dari panjang garis tegak atau LBP dari *airboat* rancangan ini digunakan rumus perbandingan antara LOA dengan LBP pembanding, dimana koefisien dari perbandingan tersebut selanjutnya digunakan sebagai nilai perbandingan LBP *airboat* rancangan. Rumus tersebut adalah sebagai berikut :

$$C = LOA_p / LBP_p$$

Dimana C = Koefisien pembanding

LOA_p = Panjang keseluruhan *airboat* pembanding

LBP_p = Panjang garis tegak *airboat* pembanding

Maka, LBP *airboat* rancangan :

$$LBP = LOA / C$$

D. Lebar Depan (B1)

Untuk melakukan perhitungan tinggi *airboat* digunakan rumus sebagai berikut :

$$C = LBP_p / B_p$$

Dimana : LBP_p = Panjang *airboat* pembanding

B_p = Lebar depan pembanding

C = koefisien lebar depan

Maka, Lebar rancangan :

$$B2 = LBP / C$$

E. Lebar Belakang (B2)

Untuk melakukan perhitungan tinggi *airboat* digunakan rumus sebagai berikut :

$$C = LBP_p / B_p$$

Dimana : LBP_p = Panjang *airboat* pembanding

B_p = Lebar belakang pembanding

C = koefisien lebar belakang

Maka, Lebar rancangan :

$$B2 = LBP / C$$

F. Tinggi (H)

Untuk melakukan perhitungan tinggi *airboat* digunakan rumus sebagai berikut :

$$C = B p / H p$$

Dimana : H_p = Tinggi *airboat* pembeding
 B_p = Lebar belakang pembeding
 C = koefisien tinggi

Maka, tinggi *airboat* rancangan :

$$H = B / C$$

G. Sarat Air (T)

Untuk melakukan perhitungan sarat air *airboat* digunakan rumus sebagai berikut :

$$T = \frac{\Delta}{L \times B \times c_b \times \gamma}$$

Dimana

Δ = Displacement *airboat*

L = panjang *airboat*

B = Lebar *airboat*

c_b = koefisien blok *airboat*

γ = density of water = 1,0 ton/m³

H. Froude Number (Fn)

Untuk menentukan *froude number* (F_n) *airboat* digunakan rumus Froude yang terdapat dalam buku H. Schneekluth and V. Bertram dengan judul *Ship Design For Efficiency and Economy* dalam *second edition* 1998 halaman 2, yaitu :

$$F_n = \frac{V_s}{\sqrt{g \times LWL}}$$

Dimana: V_s = Kecepatan *airboat* (m/s).
 g = Gravitasi
 LWL = Panjang garis air

I. Angka Reynolds (Rn)

Untuk menentukan nilai dari angka *reynolds* dari *airboat* rancangan ini adalah :

$$Rn = \frac{Vs \times Lwl}{\nu}$$

Dimana : Vs = kecepatan kapal

L = panjang kapal (LWL)

ν = *kinematic viscosity*

$$= 1,188 \times 10^{-6}$$

II.4.3 Perhitungan Koefisien *Airboat*

A. Koefisien Blok (Cb)

Untuk menentukan *coefficient block* (Cb) digunakan rumus dari Prof. Manuel Ventura dalam buku *Estimation Methods for Basic Ship Design* halaman 5, yaitu :

$$Cb = C - 1.68.Fn$$

Dimana : C = faktor koefisien

= (1,08 ~ 1,16) diambil 1,16

Fn = *froude number airboat*

B. Koefisien *Midship* (Cm)

Untuk menentukan *coefficient midship* (Cm) digunakan rumus HSVA yang terdapat dalam buku Prof. Manuel Ventura dengan judul *Estimation Methods for Basic Ship Design* pada halaman 10, yaitu :

$$Cm = \frac{1}{1 + (1 - Cb)^{3,5}}$$

Dimana : Cb = *Coeffisien Block airboat*

C. Koefisien *Prismatic* (C_p)

Untuk menentukan *coefficient prismatic* (C_p) digunakan rumus yang terdapat dalam buku *Principles Of Naval Architecture Volume 1* oleh SNAME 1988 pada halaman 19, yaitu :

$$C_p = \frac{C_b}{C_m}$$

Dimana : C_b = *Coefficient block airboat*

C_m = *Coefficient midship airboat*

D. Koefisien Garis Air / *waterline* (C_w)

Untuk menentukan *coefficient waterline* (C_w) digunakan rumus *Schneekluth* yang terdapat dalam buku Prof. Manuel Ventura dengan judul *Estimation Methods for Basic Ship Design* pada halaman 12, yaitu :

$$C_w = \frac{1}{3} \left(1 + 2 \frac{C_b}{\sqrt{C_m}} \right)$$

II.4.4 Perhitungan *Volume Displacement* dan *Displacement Airboat*

A. *Volume Displacement* (V)

Untuk menentukan *volume displacement* dari *airboat* rancangan ini akan digunakan rumus dari *Simpson I*. Dimana terlebih dahulu dicari nilai luasan dari masing-masing ordinat, kemudian dikalikan dengan faktor simpson. Dari jumlah tersebut diperoleh hasil yang kemudian dihitung dengan rumus dibawah ini :

$$V = L \times h \times \sum \text{total luas}$$

Dimana : h = panjang (L) / 10

L = panjang garis air *airboat*

$\sum \text{total luas}$ = total luas dari faktor simpson

B. Displacement (Δ)

Untuk melakukan perhitungan *displacement airboat* digunakan rumus sebagai berikut :

$$\Delta = V \times \gamma$$

Dimana $\Delta = \text{displacement airboat}$

$V = \text{volume displacement airboat}$

$\gamma = \text{density of water} = 1,000 \text{ ton/m}^3$

II.5 Teori Hambatan Airboat

Hambatan (*resistance*) *airboat* pada suatu kecepatan adalah gaya fluida yang bekerja pada *airboat* sedemikian rupa sehingga melawan gerakan *airboat* tersebut.

Airboat merupakan alat transportasi yang bergerak di atas air dengan kecepatan tertentu yang mana kecepatan ini akan menimbulkan hambatan ketika berlayar. Hambatan tersebut bisa dari air dan atau angin. Gaya hambat dari air dan udara tersebut dapat didorong dengan melakukan perhitungan nilai besarnya hambatan, sehingga dapat menemukan spesifik mesin penggerak yang optimum digunakan untuk *airboat*.

Komponen tahanan yang berlaku pada *airboat* antara lain adalah sebagai berikut :

1. Frictional Resistance (R_F)

Merupakan tahanan gesek yang terjadi akibat adanya gesekan lambung *airboat* terhadap air, sehingga pergerakan lambung tersebut menimbulkan adanya hambatan.

2. Air Resistance (R_A)

Merupakan faktor tahanan yang disebabkan oleh faktor lingkungan, salah satunya adalah karena faktor udara (*air*). Hambatan udara di *airboat* terjadi pada saat *airboat* beroperasi dengan kecepatan tertentu terhadap arah angin dari area yang dilewati *airboat* tersebut.

Metode yang digunakan untuk melakukan perhitungan tahanan pada *airboat* adalah rumus dari :

1. ITTC 1957 (*International Towink Tank Conference 1957*)
2. Taylor Standars Series dalam buku *A Reanalysis of The Original Test Data For The Taylor Standard Series 1954*

Rumus tahanan tersebut adalah :

$$R_T = \frac{1}{2} \times (C_F + C_A) \times \rho \times V_S^2 \times S$$

Dimana :

- R_T = hambatan total
- C_F = koefisien hambatan geresekan (*Frictional*)
- C_A = koefisien hambatan udara (*Air*)
- V_S = kecepatan *airboat*
- S = luas permukaan basah
- ρ = massa jenis air

II.6 Teori Stabilitas *Airboat*

Stabilitas adalah kemampuan suatu benda yang melayang atau mengapung untuk kembali ke posisi semula setelah mendapat pengaruh gaya dari luar.

Menurut Indra Kusna Djaya dalam bukunya yang berjudul Teknik Konstruksi Baja Jilid 2 2008 halaman 370, pada umumnya stabilitas terbagi dalam 2 (dua) kondisi yaitu :

1. Stabilitas Memanjang (*Longitudinal Stability*)

Merupakan keadaan kestabilan yang terjadi dan atau dibutuhkan dalam keadaan *trim* atau salah satu bagian lambung terangkat.

2. Stabilitas Melintang (*Transverse Stability*)

Merupakan keadaan kestabilan yang terjadi dan atau dibutuhkan pada saat terjadi oleng.

Sebelum melakukan perhitungan stabilitas, terlebih dahulu dilakukan perhitungan *longitudinal centre of bouyancy (LCB)* dan *longitudinal centre of floatation (LCF)*.

Lcb (ΦB) adalah jarak titik tekan bouyancy terhadap penampang midship *airboat* untuk setiap sarat *airboat*. Satuannya dalam meter. Tanda negatif (-) dan

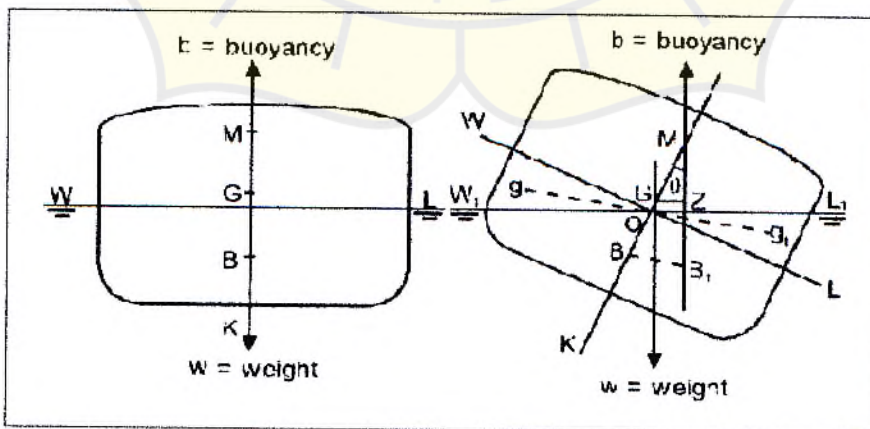
positif (+) menunjukkan letaknya ada di depan midship (+) dan di belakang midship (-).

L_{cf} (ΦF) adalah jarak titik berat garis air terhadap penampang tengah *airboat* untuk setiap sarat *airboat*. Satuannya dalam meter. Seperti juga L_{cb} tanda (-) dan (+) menunjukkan bahwa titik L_{cf} terletak didepan dan di belakang midship.

Selanjutnya, beberapa kondisi keseimbangan dalam stabilitas dibagi ke dalam stabilitas statis dan stabilitas dinamis. Stabilitas statis (*initial stability*) adalah stabilitas kapal yang diukur pada kondisi air tenang dengan beberapa sudut keolengan pada nilai ton *displacement* yang berbeda.

Sedangkan faktor utama yang berpengaruh terhadap stabilitas :

1. Titik berat (*Center of Gravity, G*), yaitu titik yang merupakan titik pusat dari gaya berat kapal yang bekerja ke arah bawah.
2. Titik apung (*Center of Bouyancy, B*), yaitu merupakan pusat dari *volume displacement* dan posisi dari titik apung tergantung hanya pada geometri dari badan kapal dibawah air dan kapal akan mengapung tegak jika *buoyancy* terletak pada *centerline*.
3. Titik metasentra (*Metacentra, M*) yaitu merupakan titik semu dari batas dimana titik G tidak boleh melewati titik M sehingga stabilitas kapal bisa stabil.



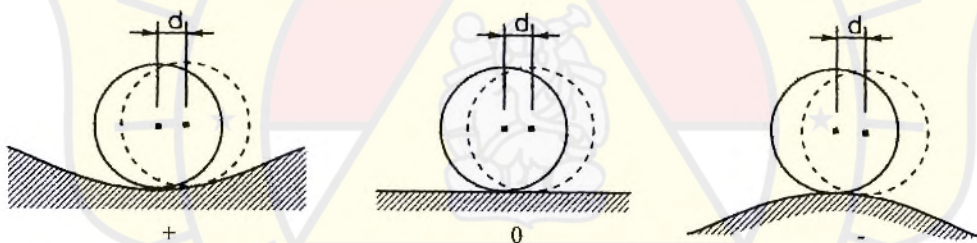
Sumber : <http://www.google.com/image/intact.stability>

Gambar 6. Titik Stabilitas

Dari titik-titik tersebut, untuk sebuah *airboat* yang terapung di atas air mempunyai beberapa kemungkinan keadaan stabilitas. Ada 3 kemungkinan keadaan tersebut, antara lain :

- Keseimbangan disebut **stabil** jika setelah pengaruh luar hilang/tidak ada, benda bergerak kembali ke kedudukan semula.
- Keseimbangan disebut **indiferen** atau **netral** jika setelah pengaruh luar hilang/tidak ada, benda tidak kembali ke kedudukan semula, tetapi tetap diam pada kedudukannya yang baru.
- Keseimbangan disebut **labil** jika setelah pengaruh luar hilang/tidak ada, benda tidak kembali ke kedudukan semula, tetapi bergerak terus menjauhi kedudukan semula.

Sebagai sebuah gambaran dari keadaan titik keseimbangan tersebut, dapat dianalogikan dalam bentuk gambar dibawah ini :



Sumber : <http://www.google.com/image/keseimbangankapal>

Gambar 7. Macam-macam Kondisi Keseimbangan atau Stabilitas

Untuk melakukan analisis stabilitas *airboat* diatas tersebut, akan dilakukan perhitungan dalam beberapa kondisi *displacement* antara lain :

1. Kondisi I, 30% dari *displacement airboat*
2. Kondisi II, 50% dari *displacement airboat*
3. Kondisi III, 75% dari *displacement airboat*
4. Kondisi IV, 100% dari *displacement airboat*

Adapun teori perhitungan stabilitas tersebut digunakan rumus yang terdapat dalam buku Lars Larsson dan Rolf E. Eliasson dengan judul *Principles For Yacht Design Second Edition* 2000 halaman 19, yaitu sebagai berikut :

$$GZ = (GM \cdot \sin\phi) + MS$$

Dimana :

GZ = *Righting arm (stability)*

GM = *Metacentric Height*

$$= KB + BM - KG$$

KB = *Keel Bouyancy*

BM = *Bouyancy Metacentric* (jarak titi apung ke metasentris)

KG = *center of gravity* (titik pusat gravitasi)

Perhitungan stabilitas ini dilakukan dengan beberapa sudut kemiringan (*Righting arm angle in degrees*) yaitu pada sudut 0° sampai dengan 90°.

II.7 Teori Konstruksi dan Kekuatan *Airboat*

Sesuai dengan standar Biro Klasifikasi Indonesia yang terdapat dalam *Rules For Non Metallic Materials Part 1 Fibre Reinforced Plastic And Bondings Edition 2006*, untuk pembuatan alat transportasi laut dengan menggunakan bahan *fiberglass* harus disesuaikan dengan baik proses pembuatannya, agar tercapai *airboat* yang baik dalam konstruksi.

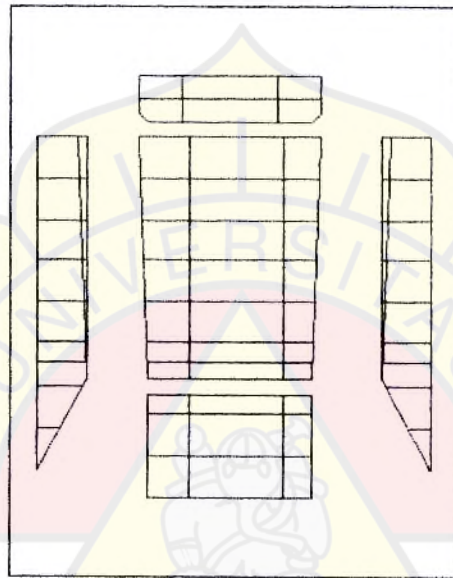
Dalam peraturan klasifikasi telah diatur mengenai standar material, jenis material dan nilai standar dari pembuatan dan ukuran konstruksi *airboat*. Hal tersebut menjadi sangat penting dilakukan untuk menjaga keamanan dan keselamatan penggunaannya.

Beberapa peraturan tersebut antara lain mengenai ukuran *frame* dan tebal laminasi atau lapisan lambung seperti yang terdapat dibawah ini :

✚ *Frame*

Untuk memberikan kekuatan pada *airboat* tersebut penulis menambahkan gading-gading dalam konstruksi dengan jarak per-0,5 m dengan pemasangan gading dari tiap ujung lambung yaitu tidak lebih 0,55 m.

Dalam perencanaan *frame* pada *airboat* rancangan ini dapat dilihat pada gambar 8 dibawah ini :



Sumber : *cad.design/hadi kiswanto*

Gambar 8. Perencanaan *frame* pada *airboat*

Dari gambar tersebut dapat dijelaskan bahwa posisi dan ukuran *airboat* rancangan ini dilakukan secara melintang dan memanjang (kombinasi) dengan tujuan dapat memberikan kekuatan pada lambung *airboat* secara optimal.

✚ *Ketebalan*

Dalam melakukan proses pelapisan lambung telah diatur dalam klas. Untuk itu digunakan standar Biro Klasifikasi Indonesia dalam *Rules For Non Metalic Materials Part 1 Fibre Reinforced Plastic And Bondings Edition 2006*.

Secara umum ketentuan lapisan pun telah diatur dimana proses pelapisan pada *fiberglass* minimum dilakukan dengan urutan *Mat – Roving – Mat*, untuk selanjutnya dilakukan pemeriksaan terhadap kekuatan dan ketebalan laminasi dari lambung yang dibuat.