

Desain Perahu *Fiberglass* Bantuan LPPM IPB di Desa Cikahuripan, Kecamatan Cisolok, Sukabumi
(*Fiberglass Boat Design LPPM IPB Donation in Cikahuripan Village, Cisolok District, Sukabumi*)

Oleh:

Eko Sulkhani Yulianto^{1*}, Budhi Hascaryo Iskandar², Fis Purwangka²,
Wazir Mawardi²

Diterima: 28 Oktober 2012; Disetujui: 23 Januari 2013

ABSTRACT

Village Cikahuripan predominately, that 1425 of the total population of 2507 souls is a fisherman. As a fisherman, ship / boat is a vital requirement means the unit is used for fishing, namely as a means of transportation from the base to the fishing ground fishing and fish carrier media. The state of the fishing boat Cikahuripan mostly old and not seaworthy, so it needs rejuvenation ship. However, the constraints faced was procuring raw materials of high quality wood in the Cikahuripan very difficult and compounded the issue of rampant illegal logging manambah increasingly difficult in search of raw materials. Thus chosen as an alternative to fiberglass timber ship. Sakarang problems is the absence of testing the feasibility of the boat are manufactured so that researchers feel the need to investigate further. Produced fiberglass boat named the boat "Kahuripan Archipelago". This boat has the following main dimensions; total length (LOA) of 9,56 m, LPP of 8,2 m, in (D) of 73,5 cm and width (B) of 111,6 cm. The main raw material is resin fiberglass manufacturing, catalysts, talc, erosil, meth, roving and wood as a brace frame (truss). Boats are manufactured following the design of the boat from Cilacap. The process of making fiberglass boats still use a simple method that is hand lay-up with the order of execution is gelcoat coating -> meth -> roving -> last meth and gelcoat coating done again. In general, fiberglass boats are manufactured in accordance with ships operating in Indonesia, ranging from major dimension ratio to hidrostatisnya parameter value. In addition, the boat Kahuipan archipelago are also considered to have a fairly good stability.

Keywords: *design boats, fiberglass, general arrangement, lines plan, hydrostatic parameters*

ABSTRAK

Desa Cikahuripan sebagian besar penduduknya, yaitu 1.425 dari total penduduk sebanyak 2.507 jiwa adalah sebagai nelayan. Sebagai nelayan, kapal/perahu merupakan kebutuhan vital yang digunakan untuk sarana unit penangkapan ikan, yaitu sebagai alat transportasi dari *fishing base* ke *fishing ground* dan media pengangkutan ikan. Keadaan dari perahu nelayan Cikahuripan sebagian besar sudah tua dan tidak layak laut, sehingga perlu peremajaan kapal. Namun kendala yang dihadapi adalah pengadaan bahan baku berupa kayu yang berkualitas tinggi di daerah Cikahuripan sangat sulit dan ditambah lagi maraknya isu *illegal logging* yang semakin menambah susah dalam usaha mencari bahan baku. Sehingga

¹ Mahasiswa Program Pascasarjana Teknologi dan Perikanan Laut

² Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, FPIK, IPB

*Korespondensi: ekosulkhani@gmail.com

dipilih bahan *fiberglass* sebagai alternatif pengganti kapal kayu. Permasalahan sakarang ini adalah belum adanya pengujian kelayakan dari perahu yang diproduksi sehingga peneliti merasa perlu meneliti lebih lanjut. Perahu *fiberglass* yang diproduksi diberi nama perahu "Kahuripan Nusantara". Perahu ini mempunyai dimensi utama sebagai berikut; panjang total (LOA) sebesar 9,56 m; LPP sebesar 8,2 m; dalam (D) sebesar 73,5 cm dan lebar (B) sebesar 111,6 cm. Bahan baku utama pembuatan *fiberglass* yaitu resin, katalis, talk, erosil, met, roving dan kayu sebagai penguat rangka (gading-gading). Perahu yang diproduksi mengikuti desain perahu dari Cilacap. Proses pembuatan perahu *fiberglass* masih menggunakan metode sederhana yaitu *hand lay up* dengan urutan pengerjaan yaitu pelapisan gelcoat -> met -> roving -> met dan terakhir dilakukan pelapisan gelcoat kembali. Secara umum perahu *fiberglass* yang diproduksi sesuai dengan kapal-kapal yang beroperasi di Indonesia, mulai dari nilai rasio dimensi utama sampai nilai parameter hidrostatisnya. Selain itu, perahu Kahuripan Nusantara juga tergolong mempunyai kestabilan yang cukup baik.

Kata kunci: desain perahu, *fiberglass*, *general arrangement*, *lines plan*, parameter hidrostatis

PENDAHULUAN

Kapal dalam kegiatan eksploitasi sumberdaya perikanan digunakan nelayan sebagai media transportasi ke *fishing ground*, selain itu digunakan juga sebagai media angkut hasil tangkapan dan alat tangkap. Pada usaha penangkapan ikan, ketiga unsur unit penangkapan ikan yang terdiri dari nelayan, kapal dan alat tangkap sangat terkait satu sama lain dan tidak dapat berdiri sendiri. Kapal/perahu dan alat tangkap merupakan kebutuhan vital dalam upaya penangkapan ikan. Nelayan desa setempat sebagian besar melakukan operasi *one day fishing* dengan alat tangkap pancing ulur dan jaring. Perahu yang digunakan adalah jenis perahu katir/perahu kincang.

Sebagian besar keadaan perahu nelayan di Desa Cikahuripan sudah tidak layak operasi untuk menjangkau *fishing ground* yang jauh. Hal ini dikarenakan perahu yang digunakan masyarakat dalam mencari sumberdaya ikan mempunyai ukuran dimensi utama yang kecil dan cenderung sudah cukup tua. Dinilai perlu ada pengadaan perahu baru yang layak untuk aktivitas penangkapan. Kapal/perahu perikanan memiliki keistimewaan pokok dalam beberapa aspek, antara lain ditinjau dari segi kecepatan (*speed*), olah gerak (*manouverability*), layak laut (*sea worthiness*), luas lingkup area pelayaran (*navigable area*), struktur bangunan kapal (*design and construction*), propulsi mesin (*engine propulsion*), perlengkapan *storage* dan perlengkapan alat tangkap (*fishing equipment*) yang berbeda dengan kapal umum lainnya (Ayodhya, 1972).

Proses pembuatan perahu *fiberglass* di Desa Cikahuripan, Kecamatan Cisolok Kabupaten Sukabumi hanya mengikuti desain yang sudah ada, yaitu menjiplak dari perahu *fiberglass* produksi Cilacap untuk dijadikan *modal*/cetakannya. Perahu *fiberglass* yang selama ini diproduksi belum diteliti mengenai konsep-konsep *naval architect*-nya, seperti *general arrangement*, *lines plan*, *deck profile*, *engine seating*, perhitungan hidrostatis, perhitungan stabilitas dan lain-lain, sehingga belum diketahui apakah sesuai dengan kapal-kapal yang beroperasi di Indonesia atau tidak. Hal ini sangat penting untuk diperhatikan demi keselamatan pelayaran. Fakta menyebutkan bahwa, dari puluhan kejadian yang dibahas dalam sidang-sidang Mahkamah Pelayaran, lebih dari 40% kasus tenggelamnya kapal disebabkan oleh konstruksi yang salah tanpa memperhatikan stabilitasnya (Gaol dan Haryanto, 1993 yang *diacu dalam* Rasdiana, 2004). Oleh karena itu, perlu penelitian mengenai gambar-gambar desain seperti *general arrangement*, *lines plan*, perhitungan hidrostatis, perhitungan stabilitas dalam pembuatan perahu *fiberglass* di Desa Cikahuripan, Kecamatan Cisolok, Kabupaten Sukabumi.

Tujuan dari penelitian ini adalah mendeskripsikan teknik dan tahapan pembangunan perahu *fiberglass* di Desa Cikahuripan, Kecamatan Cisolok, Kabupaten Sukabumi, membuat gambar desain dari perahu yang diteliti (gambar rancangan umum/*general arrangement*, rancangan garis/ *lines plan* dan rencana konstruksi) dan melakukan perhitungan hidrostatis serta stabilitas statis awal dari kapal/ perahu yang diteliti.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2009 sampai dengan Mei 2009. Tempat penelitian dilaksanakan di Palabuhanratu, Sukabumi, Jawa Barat untuk pengukuran kapal *fiberglass* dan menga $mati$ proses kegiatan pembangunan perahu sampai selesai.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif numerik. Metode ini digunakan untuk mendapatkan informasi tentang gambaran desain dan konstruksi dari kapal yang diteliti secara sistemat is dan akurat, serta menghitung nilai parameter-parameter dan nilai hidrostatisnya.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi peralatan yang digunakan dalam pengukuran kapal di lapangan dan peralatan yang digunakan untuk menggambar dan mengolah data.

Jenis dan cara pengambilan data yang dilakukan adalah dengan mencatat dan menga $mati$ seluruh proses kegiatan pembangunan kapal, memasukkan data ke tabel *offset*, memasukkan data ke tabel konstruksi, dan menghitung stabilitas dari perahu yang diteliti.

Pengolahan data dilakukan berdasarkan data pengukuran yang diperoleh melalui pengukuran langsung pada kapal yang diteliti. Data tersebut diolah dengan metode numerik menggunakan formula-formula *naval architect*. Pengolahan data dilakukan untuk mendapatkan nilai parameter hidrostatis dari kapal yang diteliti. Formula yang digunakan untuk perhitungan berdasarkan Fyson (1985).

Analisis desain kapal dilakukan dengan membandingkan nilai parameter-parameter desain kapal berupa nilai koefisien bentuk dan nilai rasio dimensi kapal yang diperoleh dari hasil perhitungan parameter hidrostatis dengan standar nilai acuan koefisien bentuk dan nilai rasio dimensi kapal-kapal di Indonesia.

Tabel 1 berikut menunjukkan nilai koefisien bentuk dan nilai rasio dimensi yang digunakan sebagai pembanding.

Tabel 1 Nilai koefisien bentuk untuk kelompok kapal perikanan dengan metode pengoperasian alat tangkap yang ditarik (*towed/dragged gear*), alat tangkap pasif (*static gear*), dan alat tangkap yang dilingkarkan (*encircling gear*)

Kelompok Kapal	C _b	C _p	C _ø	C _w
Alat tangkap yang ditarik	0,58-0,67	0,66-0,72	0,88-0,93	
Alat tangkap pasif	0,63-0,72	0,83-0,90	0,65-0,75	0,91-0,97
Alat tangkap yang dilingkarkan	0,57-0,68	0,76-0,94	0,67-0,78	0,91-0,95

Sumber: Nomura dan Yamazaki (1977)

Analisis ini meliputi rasio antara panjang dan lebar (L/B), panjang dan dalam (L/D), serta lebar dan dalam (B/D).Nilai beberapa rasio tersebut kemudian dibandingkan dengan nilai pembanding seperti yang terdapat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Nilai rasio dimensi kapal untuk kelompok kapal perikanan dengan metode pengoperasian alat tangkap yang ditarik (*towed/dragged gear*), alat tangkap pasif (*static gear*), dan alat tangkap yang dilingkarkan (*encircling gear*)

Kelompok Kapal	Panjang Kapal (L)	GT	L/B	L/D	B/D
Alat tangkap yang ditarik	<22 m	-	<6,3	<11,5	>1,75
	<20 m	<5	<5,0	>11,0	>2,5
Alat tangkap pasif		5-10	5,0	11,0	2,2
		10-15	5,0	10,5	2,1
		>15	5,0	10,0	2,0
Alat tangkap yang dilingkarkan	<22 m	-	4,3	<10,0	>2,15

Sumber: Ayodhya (1972), Fyson (1985), *diacu dalam* Iskandar dan Pujiati (1995)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pembangunan konstruksi perlu adanya rancangan serta rencana agar pembangunan dapat berjalan dengan baik serta mendapatkan hasil yang optimal. Begitupula dalam pembangunan kapal ikan, perlu ada suatu rancangan agar kapal yang dibuat mempunyai keragaan yang baik dan dapat berfungsi secara optimal dalam usaha penangkapan ikan.

Perlu diketahui untuk membangun kapal yang baik harus memenuhi tiga kriteria sifat fundamental utama yaitu: keapungan, stabilitas, dan kekuatan. Keapungan disini dimaksudkan adalah kemampuan mengapung dalam segala keadaan. Stabilitas merupakan kombinasi antara ukuran yang cocok dan pembagian berat muatan yang akan memungkinkannya untuk mengikuti kekuatan angin dan gelombang serta selalu dapat tegak dan kembali seimbang setelah menjadi miring karena gaya eksternal. Kekuatan adalah kekokohan bangunan kerangka kapal untuk menunjang dirinya sendiri dan segenap isi di dalamnya, tidak peduli betapa pun hebatnya gelombang laut. Untuk memperoleh ketiga kriteria tersebut perlu adanya rancangan desain, rencana konstruksi, rencana bahan baku serta pertimbangan biaya juga perlu diperhatikan apabila tujuan pembuatan ke arah industri seperti pembuatan perahu *fibreglass* di Desa Cikahuripan.

Pembahasan pertama akan mengarah pada bahan baku, kebutuhan bahan baku serta metode pembuatan perahunya. Bahan *fibreglass* dapat menjadi bahan pertimbangan yang baik bagi orang yang ingin membuat kapal. Beberapa hal yang dapat menjadi pertimbangan mengapa memilih bahan fiber antara lain: bahan fiber mudah didapat di berbagai toko kimia dan harganya relatif terjangkau jika dibandingkan dengan bahan kayu yang semakin sulit diperoleh dan harganya semakin melambung tinggi, ditambah lagi dengan semakin gencarnya pihak pemerintah memberantas *illegal logging*, yang menambah semakin sulitnya mencari kayu yang berkualitas super. Selain itu bahan *fiber* lebih tahan lama dan kuat jika dibandingkan dengan kayu yang mudah lapuk, serta perawatan kapal *fiber* lebih mudah daripada kapal kayu. *Fibreglass* atau biasa disebut *glass/carbon fiber reinforment plastic* (GFRP/CFRP) sendiri merupakan istilah dari dua kata yaitu *fiber*/serat dan *glass*/plastik. *Fiber*/serat merupakan penguatnya saja, yang termasuk dalam hal ini juga carbon fiber, atau aramid, dan itu memang yang di gunakan sebagai bodi atau frame pada sebuah kapal atau bisa juga untuk kendaraan seperti spoiler mobil, bumper mobil serta alat-alat rumah tangga seperti tangki air dan sebagainya. *Glass*-nya merupakan bahan *liquid*, yang bermacam-macam jenisnya, hanya yang biasa dipakai adalah *epoxy resin* atau biasa orang menyebutnya resin saja. Resin ini belum berupa *polymer* jadi harus dijadikan *polymer*, biasanya dicampur dengan katalis/*hardener*. *Hardener* ini yang akan membantu resin menjadi *polymer* dan menjadi keras dan untuk memperkuatnya ditambahkan *fiber* (*woven roving* dan atau *mat*) di dalam adonan resin ditambah *hardener* jadilah apa yang bisanya disebut *fibreglass*, meskipun lebih tepatnya

GFRP tadi. Proses pembuatan konstruksi dari *fibreglass* hanya mengandalkan reaksi saja. Reaksi tersebut menghasilkan panas yang cukup tinggi ($\pm 70^\circ$), sehingga persyaratan mutlak utama *material* yang dibutuhkan konstruksi adalah *material* yang tahan panas. Oleh karena itu cetakannya (*mold*) bisa terbuat dari bahan seperti: kayu atau plat, untuk cetakan membuat kapal sebaiknya digunakan dari kayu dengan *triplex glossy*, karena disamping bahannya *fleksible*, murah serta mudah didapat. Namun, bisa juga dibuat cetakan tetap dari *fiber* (untuk kapasitas industri) seperti cetakan yang ada di desa Cikahuripan yang berdasarkan desain perahu asal Cilacap.

Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat kapal *fibreglass* antara lain: 1) Minyak Resin (*polyester orthophthalic*): minyak resin bahan dasarnya terbuat dari minyak bumi dan residu tumbuhan. Resin yang dipakai dalam pembuatan kapal adalah jenis resin yukalak 157 karena biasanya resin jenis ini sudah di tambahkan *accelerator* oleh produsen, seperti yang dijelaskan sebelumnya dalam tinjauan pustaka; 2) Katalis: cairan kimia untuk campuran minyak resin supaya terjadi pengerasan secara kimia atau sering juga di sebut *hardener*; 3) *Talk* (tepung khusus): *talk* digunakan untuk membuat lem fiber (*gelcoat*) dan dempul; 4) *Erosil*: merupakan bahan berbentuk bubuk sangat halus seperti bedak bayi berwarna putih. Berfungsi sebagai perekat *mat* agar *fibreglass* menjadi kuat dan tidak mudah patah/pecah; 5) *Mat/mesh* (serat halus): terbuat dari bahan *polyester*, berguna sebagai media lapisan permukaan sebuah plat *fiber*. Ukuran *mat* bermacam-macam mulai dari *mat* 250 sampai *mat* 600. Biasanya untuk pembuatan kapal digunakan *mat* 250 dan *mat* 400. Arti dari angka 250 adalah berat jenis *mat* tersebut adalah 250 g/m²; 6) *Roving* (serat kasar): terbuat dari bahan *polyester/epoxy*, digunakan sebagai media lapisan tengah dari plat *fibreglass*. Fungsi dari *woven roving* ini adalah sebagai penguat *fibreglass*. Untuk ukuran jenis *roving* juga bermacam-macam dari mulai *roving* 350 sampai *roving* 800. Untuk kapal di laut biasa digunakan *roving* 800 agar bodi *fiber* lebih kuat; 7) *Mirror glaze*: bahan kimia yang digunakan sebagai lapisan pelicin agar *fiber* mudah di lepas dari *mold*-nya setelah proses cetakan selesai; 8) Pigmen: merupakan bahan campuran fiber yang digunakan sebagai pewarna bodi *fiber*; 9) Kayu dan *triplex glossy*: digunakan untuk membuat *mold* (wadah cetakan) bentuknya dibuat sebesar gambar/desain permukaan luar dari lambung kapal; 10) *Gelcoat*: digunakan untuk mewarnai sekaligus menghaluskan permukaan lambung kapal. Pembuatan *gelcoat* terdiri dari adonan erosil dicampur dengan minyak resin hingga menghasilkan kekentalan tertentu. Kemudian ditambah katalis sebagai pengeras ketika akan dipakai/diaplikasikan. Adapun alat-alat yang digunakan pada saat pembuatan adalah kuas *roll* dan kuas biasa, mesin gerinda, mesin *mixer*, mesin serut, mesin bor dan ampelas, palu karet, dan perkakas kayu.

Metode yang digunakan dalam pembuatan perahu *fiber* adalah menggunakan metode cetakan, karena metode yang memungkinkan digunakan memang hanya metode cetakan, hal ini disebabkan bahan baku *fiber* yang berupa cairan yang dikeraskan. Pengerjaan pembuatan *mold*/cetakan yang dilakukan masyarakat Cikahuripan yang bekerjasama dengan pihak LPPM IPB dalam rangka pengembangan masyarakat desa nelayan untuk dijadikan industri bersama milik desa dapat diselesaikan dalam jangka waktu 6 hari (20-25 April 2009) dengan pekerja sebanyak 5 orang. *Mold* di cetak dari kapal yang berasal dari Cilacap yang didapat dari hasil penyewaan dari nelayan untuk jangka waktu 5 hari.

Hal pertama yang dilakukan adalah membalikkan perahu yang akan di cetak untuk membuat cetakan. Selanjutnya dilakukan pendempulan untuk menutup permukaan model yang berlubang, seperti lubang bekas baut dan saluran pembuangan air. Tujuan dari pendempulan ini adalah untuk mencegah adanya cairan resin yang masuk ke dalam lubang, yang dikhawatirkan setelah resin itu mengeras cetakan menjadi susah diangkat/dilepas setelah proses pencetakan selesai. Dempul yang digunakan bermerk sampolak, dikarenakan komposisi

dempul tersebut terbuat dari minyak *epoxy* sehingga ketika digunakan akan lebih kuat dan bersenyawa dengan bahan *fibreglass*.

Setelah proses pendempulan selesai, dilakukan pengampelasan dan pembersihan perahu. Pengampelasan dilakukan pada bagian yang didempul, hal ini bertujuan untuk menghaluskan bagian bekas pendempulan. Pembersihan kapal dilakukan bertujuan untuk menghindari adanya debu dan atau kotoran bekas pengampelasan yang dikhawatirkan ketika proses pencetakan ada debu yang menempel mengakibatkan cetakan tidak mulus. Pembersihan kapal menggunakan sabun cuci pakaian.

Proses selanjutnya yaitu pelapisan *polish*/pelicin. *Polish* yang digunakan bermerk *mirror glaze*. Tujuan dari pelapisan ini adalah agar *mold* mudah dilepas dari modelnya. Pelapisan harus benar-benar merata tidak boleh ada bagian yang tidak terkena *mirror glaze*, pelapisan *mirror* sampai 3 kali pelapisan. Jumlah *mirror glaze* yang dibutuhkan untuk pengerjaan ini sebanyak satu kaleng.

Setelah dipastikan benar-benar merata tahapan pencetakan sudah bisa dimulai, tahapan yang pertama yaitu pen-*gelcoat*-an. *Gelcoat* merupakan adonan yang terbuat dari campuran resin, *erosil*, *talk*, pigmen dan *cobalt*. Semua bahan tersebut diaduk dengan menggunakan *mixer* (garpu yang terbuat dari besi dengan pemutar mesin bor) sampai rata hingga kekentalan yang diinginkan. Pelapisan *gelcoat* dengan menggunakan kuas ukuran 3 *inch*, caranya hampir sama seperti orang mengecat. Banyak pelapisan adalah 3 kali lapis agar *gelcoat* benar-benar rata dan tebal. Tujuan pen-*gelcoat*-an yaitu agar lapisan terluar dari cetakan mempunyai permukaan yang halus. Tidak ada ukuran pasti penggunaan *erosil* dan *talk*, penggunaan dikira-kira sampai kekentalan yang diinginkan tercapai. Demikian juga dengan penambahan pigmen, penggunaan tergantung kekontrasan warna yang ingin diperoleh.

Tahapan selanjutnya adalah pemasangan lapisan *mat*, dilakukan setelah pen-*gelcoat*-an selesai. *Mat* yang digunakan untuk *marine vehicle* biasa menggunakan ukuran *mat* 300. Sebelum *mat* dipasang dipastikan terlebih dahulu lapisan *gelcoat* telah kering, hal ini dikarenakan jika pemasangan sebelum lapisan *gelcoat* kering, *mat* akan menembus *gelcoat* dan ini dapat menyebabkan lapisan terluar akan kasar. Dalam pengerjaannya *mat* dipotong sesuai ukuran bodi cetakan, kemudian dipasang secara merata dan dibagian sambungan, *mat* ditumpuk dengan panjang antar tumpukan kira-kira 5 cm. *Mat* yang sudah dipasang dibaluri/dicor dengan cairan resin yang sudah dicampur dengan katalis. Percampuran resin dengan katalis kira-kira 150:1 (300 ml resin dicampur dengan 2 ml katalis), perbandingan ini untuk lama pengeringan kira-kira 1 jam. Cepat lambatnya pengeringan tergantung perbandingan katalis, semakin banyak katalis semakin cepat kering namun sisi negatifnya terlalu banyak katalis menyebabkan fiber mudah retak. Pengerjaan menggunakan kuas roll ukuran kecil dan dalam pengerjaan harus benar-benar rata, tidak boleh ada rongga/udara didalamnya.

Perlu diketahui, pada setiap tahapan pengerjaan tidak boleh berhenti ditengah jalan tetapi harus diselesaikan dalam satu waktu. Sebagai contoh, tahapan pelapisan *mat*, maka pelapisan harus diselesaikan dalam satu tahapan langsung tidak boleh setengah-setengah atau setengah tahapan dikerjakan esok hari, karena *mat* yang dicor resin telah kering tidak bisa menyatu dengan cairan resin yang baru.

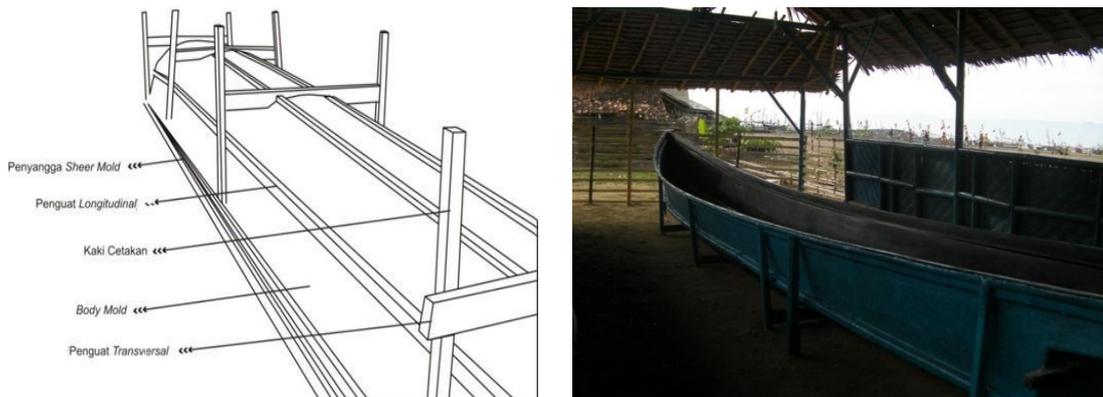
Tahapan selanjutnya adalah pelapisan *roving*, pelapisan dilakukan setelah pelapisan *mat* kering. Ukuran yang biasa dipakai yaitu *roving* 600. Pengerjaannya sama dengan pengerjaan lapisan *mat*. Sebenarnya fungsi dari *mat* dan *roving* hampir sama yaitu sebagai penguat bodi cetakan. Hanya *roving* mempunyai bahan yang lebih tebal dan kasar sehingga lebih kuat.

Setelah pelapisan *roving* dilanjutkan pelapisan *mat* kembali. Pengerjaan sama dengan pengerjaan sebelumnya. Begitu seterusnya, tergantung ketebalan *fiber* yang diinginkan.

Apabila ingin memperoleh *body fiber* yang lebih tebal maka dilanjutkan proses pelapisan *roving* kembali. Secara umum urutan pengerjaan fiber adalah pelapisan *mat* → *roving* → *mat*. Dan terakhir dilakukan pen-*gelcoat*-an kembali agar *body fiber* pada lapisan permukaan lebih halus.

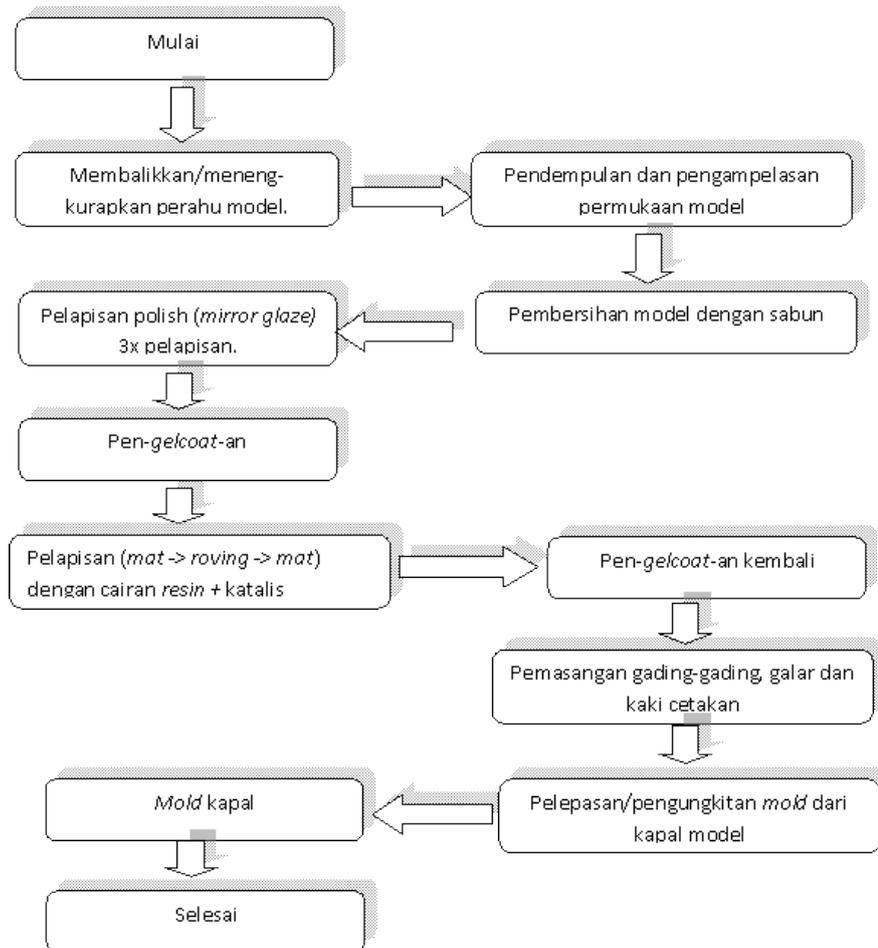
Langkah terakhir dalam pembuatan cetakan yaitu pemasangan gading-gading yang berfungsi sebagai dudukan cetakan/bodi cetakan sekaligus penguat bodi cetakan secara longitudinal dan transversal. Kayu yang digunakan untuk tulang tulang ada 3 macam yaitu kayu reng sebagai penguat longitudinal (bawah *sheer*), kayu kaso sebagai penguat longitudinal dan kaki cetakan (penguat transversal) dan kayu galar sebagai dudukan kaki (penguat transversal). Jumlah pemasangan kayu reng berjumlah empat buah yang masing-masing sisi sebanyak dua buah di pasang pada bagian atas dan bawah *body fiber*, sedangkan untuk kayu kaso sebanyak empat buah juga, kayu kaso dibentuk melengkung mengikuti *body fiber*. Semua kayu tersebut dibungkus dengan *mat* kembali dan dicor dengan cairan resin. Dudukan kaki mengikuti banyaknya tulang kayu kaso, masing-masing empat pada setiap sisi.

Setelah semua proses selesai, selanjutnya pelepasan *mold* dari perahu model dilakukan. Langkah pertama yang dilakukan yaitu pemukulan *mold* dengan palu karet. Hal ini dilakukan agar *mold* lepas dari kapal model. Selanjutnya dilakukan pengungkitan pada sisi-sisi cetakan untuk memastikan *mold* sudah lepas. pengungkitan dilakukan diantara *sheer mold* dan *sheer model*/perahu yang digunakan sebagai media cetak. Setelah dipastikan *mold* benar-benar lepas dari perahu model, *mold* diangkat. Hasil terlihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1 *Mold* perahu *fiberglass*

Tahapan terakhir dari pembuatan *mold* adalah *finishing*. Tahapan ini meliputi penghalusan sisi *sheer mold* dan pengecatan sisi luar *mold* dan kaki-kakinya, penghalusan dilakukan dengan mesin gerinda. Keseluruhan proses dijelaskan dalam diagram alir pembuatan cetakan (Gambar 2).



Gambar 2 Diagram alir pembuatan *mold* perahu

Pembuatan cetakan yang telah selesai dibuat merupakan cetakan mempunyai umur teknis yang lama dan dapat digunakan untuk mencetak berulang-ulang, karena ada juga cetakan yang hanya sekali pakai seperti cetakan yang dibuat dari *tripleks glossi* dimana *tripleks* dibuat menjadi sebuah lambung kapal. Cetakan yang terbuat dari *tripleks glossi* biasanya hanya untuk sekali pakai. Jika dibandingkan dengan jenis cetakan yang terbuat dari *tripleks glossi*, cetakan jenis ini sangat cocok untuk kegiatan industri karena dapat menekan biaya produksi.

Penjelasan berikutnya adalah penjelasan tentang langkah-langkah pembuatan perahu. Pembuatan perahu *fibreglass* pengerjaan serta tahapan-tahapannya secara umum sama dengan pembuatan *mold*.

Pembuatan perahu *fiber* melalui beberapa langkah. Pertama, permukaan dalam *mold* (cetakan) dibersihkan dari kotoran/debu yang menempel, kemudian dilapisi dengan *polish/mirror glaze*. Pelapisan tersebut dilakukan untuk memudahkan pembukaan *mold* setelah proses pembuatan perahu selesai. Proses tersebut terlihat pada Gambar 3. Langkah kedua adalah melakukan pengecatan *gelcoat* seperti terlihat pada Gambar 3 dan Gambar 4. Pengecatan menggunakan kuas *roll* sebagai proses pewarnaan lambung kapal. Warna cat dapat disesuaikan dengan keinginan, yaitu dengan menggunakan pigmen warna. Cat *gelcoat* dihasilkan dari campuran *erosil*, pigmen (kali ini digunakan pigmen biru), serta minyak resin. Pencampuran katalis dilakukan pada saat adonan *gelcoat* telah siap digunakan. Hal tersebut untuk menghindari adonan *gelcoat* berubah menjadi kering. Perbandingan pemakaian katalis

terhadap *gelcoat* sebesar 1:150. Ketebalan *gelcoat* minimal menurut standar BKI sebesar 0,5 mm, sedangkan pada pembuatan perahu yang diteliti digunakan ketebalan *gelcoat* sekitar 1 mm.



Gambar 3 Pelapisan mirror *glaze/polish*



Gambar 4 Pelapisan *gelcoat*

Setelah lapisan *gelcoat* kering, proses pembuatan lambung kapal siap dimulai. Proses pembuatan lambung kapal terdiri dari 4 lapisan. Lapisan pertama dan kedua berupa balutan *mat* (serat halus), lapisan ketiga menggunakan *roving* (serat kasar), sedangkan lapisan terakhir menggunakan *mat* kembali. Lapisan pertama dan terakhir menggunakan ukuran *mat* yang lebih kecil yaitu *mat* 300 dan untuk lapisan kedua menggunakan *mat* 400. *Roving* yang digunakan adalah *roving* 800. Semua lapisan serat tersebut dilumuri/dicor dengan minyak resin yang telah dicampur katalis dengan menggunakan kuas *roll*. Perbandingan pemakaian katalis 1:150. Campuran tersebut bukan merupakan ketetapan yang pasti, namun tergantung pada kecepatan kekeringan yang ingin diperoleh. Sebagai contoh, lama pengeringan pada pemakaian 1 ml katalis pada 150 ml resin yaitu sebesar kurang lebih 60 menit. Penambahan katalis yang terlalu banyak dapat mengakibatkan *fibreglass* mudah pecah/retak. Ketebalan lambung kapal tergantung dari besar kecilnya ukuran kapal yang dibuat. Semakin besar kapal, maka semakin tebal pula lambung kapalnya. Spesifikasi lapisan lambung kapal adalah *mat-roving-mat*. Tiap proses pelapisan pada pembuatan lambung kapal harus dikerjakan secara kontinyu dan langsung jadi. Maksudnya, dalam satu proses kegiatan pelapisan pengerjaan tidak boleh berhenti untuk dilanjutkan lain waktu namun harus diselesaikan pada satu kali pengerjaan. Proses kegiatan disampaikan pada Gambar 5.

Tahapan selanjutnya adalah pengangkatan/pelepasan lambung kapal dari cetaknya. Setelah diangkat lambung kapal diberi gading-gading (Gambar 6) dan galar *fiber* untuk memberi kekuatan pada lambung kapal dan diberi ruangan *ballast* atau penyeimbang (Gambar 7). Gading-gading terbuat dari kayu yang dibentuk sesuai lambung kapal yang dilapisi dengan *fiber*. Gading-gading yang dipasang berjumlah 8 buah dan jarak antar gading-gading sepanjang 60 cm. Kayu yang digunakan sebagai gading-gading dalam pembuatan kapal ini adalah kayu bayur.

Gambar 5 Pelapisan *mat* dan *roving*

Gambar 6 Pengerjaan gading-gading

Setelah pemasangan gading-gading perahu selesai, dilanjutkan dengan pemasangan *sheer*, dek haluan, tempat mesin, daun kemudi serta tempat pemasangan baruyungan (Gambar 8).

Gambar 7 Pembuatan *ballast*Gambar 8 Pemasangan *sheer* dan tempat baruyungan

Proses terakhir yaitu *finishing body* perahu (pendempulan dan pengecatan nama perahu). Adanya nama perahu dimaksudkan untuk menandai kepemilikan perahu. Perahu yang diproduksi beri nama perahu "Kahuripan Nusantara" (Gambar 9).

Gambar 9 *Finishing*

Kebutuhan jumlah bahan pembuatan perahu *fibreglass* yang diproduksi (disampaikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Daftar kebutuhan pembuatan perahu *fiberglass* "Kahuripan Nusantara"

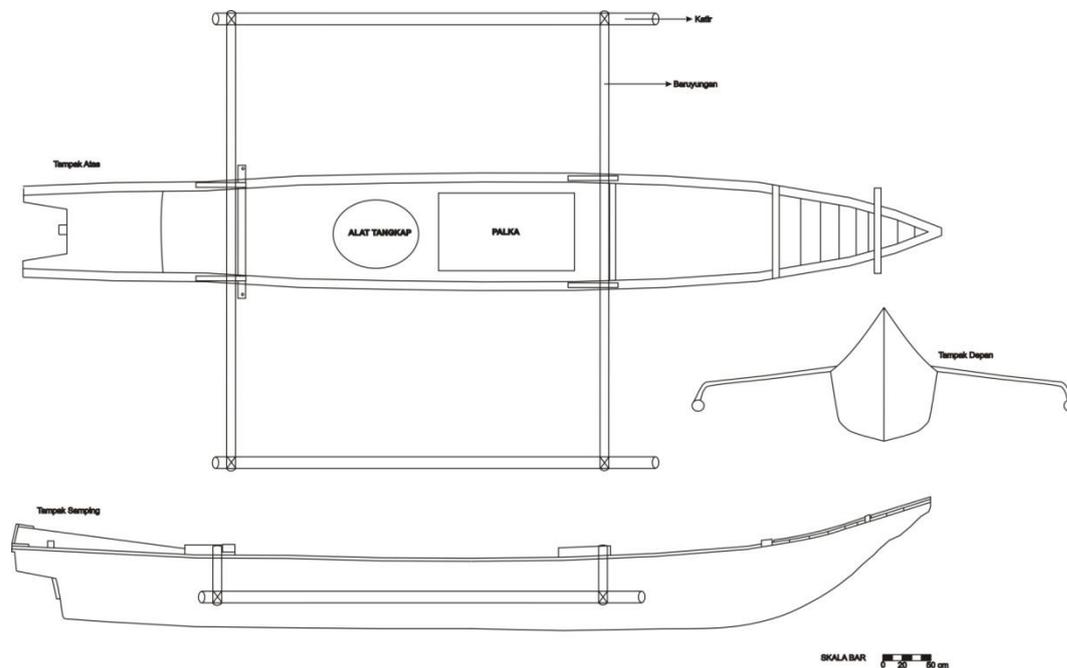
No	Jenis bahan	Banyak	Satuan
1	Resin 157	185	Kg
2	<i>Mat</i> 300	20	Kg
3	<i>Mat</i> 400	15	Kg
4	<i>Roving</i> 800	20	Kg
5	Katalis	0,75	Liter
6	Kobal	0,2	Liter
7	<i>Mirror Glaze</i>	2	Kaleng
8	Pigmen Biru	0,3	Kg
9	<i>Erosil</i>	1,5	Kg
10	<i>Talk</i>	0,5	Sak
11	Kuas <i>Roll</i>	4	Buah
12	Kuas 2,5"	4	Buah
13	Kompon	2	Pak
14	Tripleks	1	Lembar
15	Kayu Papan 4mx15cmx3cm	9	Lembar
16	Kayu Papan 4mx10cmx1cm	6	Lembar
17	Kayu Reng 4 m	10	Batang
18	Kayu pasagian 8m 8/10	8	Batang
19	Kayu Pasagian 5/10	1	Batang
20	Bangkok	4	Buah
21	Baruyungan	2	Batang
22	Otel kemudi	1	Set
23	Kincang	2	Batang
24	Cat Kayu	2	Kaleng
25	Tiner	1	Kaleng
26	Tali Baruyungan	3	Kg
27	Baut 12	45	Biji
28	Baut 18/20	4	Biji
29	Baut 14/15	8	Biji

Gambar rencana umum merupakan gambar yang memperlihatkan secara umum kelengkapan serta tata letak peralatan dalam kapal. Tata letak tersebut adalah letak alat tangkap, mesin, palka ikan dan lainnya. Gambar rencana umum ditinjau dari sudut pandang atas dan samping (Gambar 10).

Perahu *fiberglass* yang diproduksi oleh Desa Cikahuripan tidak memiliki dek. Dek hanya terletak di bagian haluan perahu. Tata letak peralatan diatur sesuai kebutuhan /keperluan nelayan, tidak berdasarkan pengaturan di atas maupun di bawah dek sebagaimana pengaturan kapal ikan pada umumnya. Pertimbangan pengaturan tata letak lebih kepada bagaimana kemudahan pengambilan alat tangkap ataupun penempatan ikan hasil tangkapan dengan mempertimbangkan keseimbangannya.

Ada beberapa kelengkapan pada perahu *fiberglass* yang di produksi yaitu diantaranya; ruang *balast*, tempat alat tangkap, dek haluan, tempat mesin, papan pengikat katir, papan tempat tali jangkar. Selain itu ada kelengkapan tambahan yang dimiliki perahu Kahuripan

Nusantara diantaranya: papan dan lubang untuk tempat menancapkan tiang, papan tempat mengikat tali jangkar, serta lubang pada bagian *sheer* untuk mengikat bambu.



Gambar 10 Rancangan umum perahu Kahuripan Nusantara

Ruang *ballast* merupakan ruang di bagian haluan dan buritan kapal yang berfungsi sebagai tempat keseimbangan. Selain itu, ruangan ballast juga berfungsi sebagai penambah keapungan perahu. Alat tangkap dan tempat menyimpan hasil tangkapan (palka ikan) ditempatkan pada bagian tengah kapal, hal ini dikarenakan ruangan pada bagian tengah kapal cukup luas. Mesin yang digunakan pada kapal ditempatkan di bagian belakang buruyungan buritan sebelah kanan kapal agar mempermudah dalam pengoperasiannya, dan jenis mesin yang digunakan adalah mesin ketinting yang merupakan mesin darat hasil modifikasi. Agar dapat digunakan, mesin ini dilengkapi dengan pipa poros panjang yang berfungsi untuk menghubungkan mesin dengan *propeller*-nya. Papan tempat katir di pasang berada di tengah-tengah kapal, yang terdiri dari dua papan. Fungsi dari papan ini sebagai tempat mengikat katir, terutama bagian buruyungan agar cadik terpasang dengan baik. Pemasangan buruyungan diikatkan pada papan di bagian tengah depan (haluan) dan bagian tengah belakang (buritan). Perencanaan awal pembuatan kapal penting diperhatikan, karena akan menentukan performa kapal itu sendiri, hal yang penting diperhatikan terutama ukuran dimensi utama kapal, yang meliputi ukuran panjang (L); lebar (B); dan dalam (D). Perahu yang direncanakan, memiliki LOA 956 cm, LPP 820 cm, D 73,5 cm dan B 111,6 cm.

Performa dari suatu kapal salah satunya ditentukan dengan menggunakan nilai rasio dimensi. Rasio dimensi yang perlu diketahui meliputi rasio panjang dan lebar (L/B), rasio panjang dan dalam (L/D) serta rasio lebar dan dalam (B/D), akan tetapi untuk mengetahui performa kapal secara lebih akurat, tidak hanya berpatok pada nilai rasio dimensi namun diperlukan juga analisis tambahan melalui perhitungan hidrostatis pada tahapan selanjutnya. Pada umumnya nilai rasio dimensi utama setiap kapal akan berbeda satu sama lainnya, nilai ini tergantung kepada metode pengoperasiannya. Berdasarkan hasil pengukuran yang dibandingkan dengan tinjauan pustaka, nilai rasio dimensi utama kapal yang diproduksi berada dalam rentang nilai acuan ketiga kelompok kapal. Dalam perencanaannya perahu Kahuripan

Nusantara akan menggunakan alat tangkap *static gear*, namun untuk beberapa alat tangkap. Hal ini terkait dengan efektivitas dan produktivitas kapal sehingga kapal tidak mengganggu pada musim-musim tertentu.

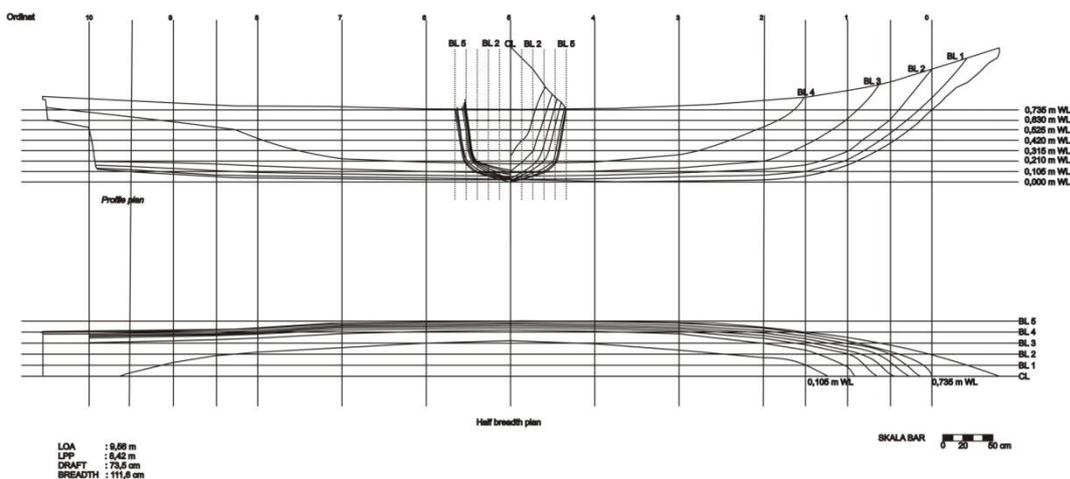
Nilai rasio L/B digunakan untuk menganalisis tahanan gerak dan kecepatan suatu kapal. Semakin kecil nilai rasio L/B, maka akan memperbesar tahanan gerak kapal yang akhirnya memperburuk terhadap kecepatan kapal. Hasil perhitungan, nilai rasio L/B sebesar 7,25. Nilai L/B yang tergolong besar ini menunjukkan perahu Kahuripan Nusantara cenderung ramping/luas area gesekan airnya kecil sehingga menghasilkan tahanan gerak yang kecil. Nilai rasio L/D digunakan untuk menganalisis kekuatan memanjang suatu kapal. Semakin besar nilai rasio L/D, maka akan mengakibatkan kekuatan memanjang kapal melemah. Sebagai peruntukkan *static gear* seperti tujuan awal pembuatannya, nilai rasio L/D sebesar 11,6 dapat digolongkan kecil karena masih dibawah nilai tengah dari selang nilai acuan. Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan memanjang dari perahu Kahuripan Nusantara bisa dikatakan cukup baik.

Nilai rasio B/D digunakan untuk menganalisis stabilitas dan kemampuan olah gerak kapal. Semakin besar nilai rasio B/D, maka stabilitas suatu kapal akan meningkat akan tetapi kemampuan olah geraknya akan berkurang. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai rasio B/D sebesar 1,6. Nilai ini terlampaui sangat kecil, jauh dari nilai tengah selang nilai acuan. Nilai rasio B/D yang kecil ini menunjukkan bahwa perahu Kahuripan mempunyai kemampuan olah gerak yang cukup baik dari uji *sea trial* kemampuan *turningcircle* menunjukkan bahwa diameter lingkaran dari perahu hanya 2 kali dari panjangnya. Namun dari stabilitas agak kurang baik, sehingga digunakan katir untuk menambah kestabilan perahu. Tabel *offset* merupakan sebuah tabel yang berisikan data hasil pengukuran badan kapal. Data pada tabel *offset* merupakan data dasar pembuatan gambar rencana garis dan perhitungan parameter hidrostatis. Tabel ini terdiri dari dua bagian yaitu bagian *half breadth plan* kapal dengan *water line* dan *height above base line* dengan *buttock line*. Bagian pertama memuat data ukuran-ukuran utama perahu dengan ordinat sesuai yang ada pada standar *line* (0-10). Nilai masing-masing ordinat akan berbeda tiap *water line*. Bagian yang kedua memuat data mengenai jarak dari *base line* ke badan perahu. Jumlah ordinat yang diukur dari perahu yang diteliti sebanyak 15 ordinat yaitu 0, ½, 1, 1 ½, 2 – 8, 8 ½, 9, 9 ½ dan 10 dengan *water line* sebanyak 7 dan 1 *base line*. Dari tabel *offset* ini kemudian diplotkan ke dalam sebuah garis sehingga terbentuk gambar *body plan* dan *half breadt hplan*. Setelah terbentuk *body plan* kemudian *body plan* dibagi menjadi 5 bagian pada sebelah kanan *centre line* 5 bagian sebelah kiri *centre line*, dari situ kemudian diplotkan kembali menjadi yang disebut *buttock line*.

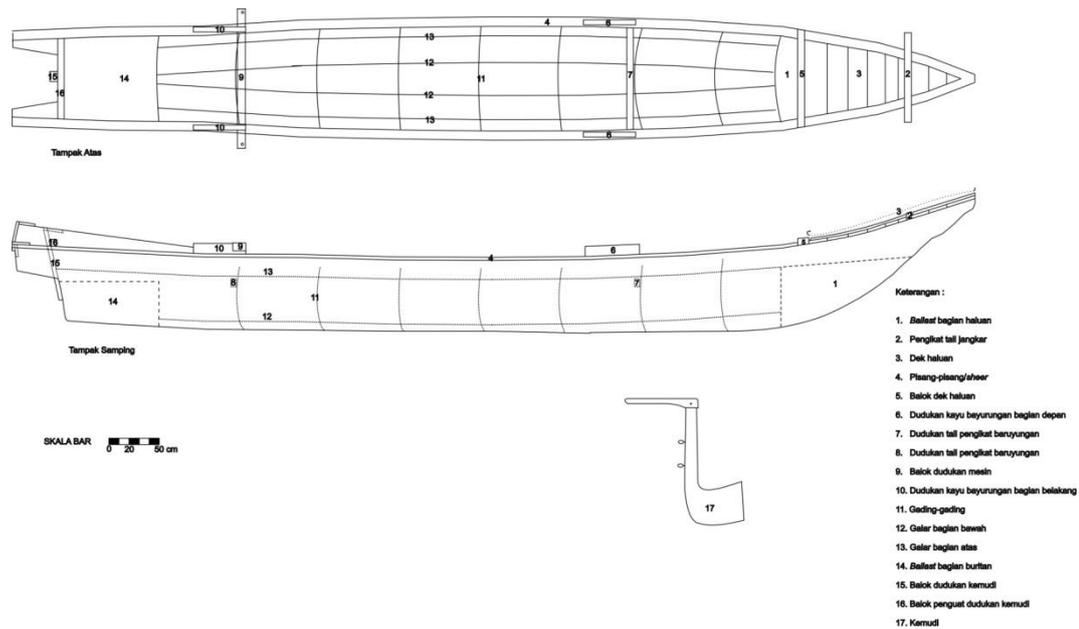
Proses pembuatan perahu Kahuripan Nusantara hanya mengacu pada perahu sebelumnya yaitu menggunakan cetakan yang dibuat dari hasil duplikasi perahu asal Cilacap sehingga proses gambar-gambar perencanaan tidak digunakan, termasuk gambar rencana garis (*lines plan*). Gambar rencana garis diperoleh setelah perahu selesai diproduksi dengan melakukan pengukuran langsung terhadap perahu tersebut (Gambar 11 dan 12). Hasil pengukuran selanjutnya dimasukkan ke dalam tabel *offset* sementara. Gambar rencana garis yang dibuat dengan menggunakan nilai-nilai dari hasil pengukuran yang ada pada tabel *offset* sementara selanjutnya digunakan untuk melakukan perhitungan hidrostatis. Gambar rencana garis menggambarkan bentuk khayal kapal pada setiap garis air dari ordinat yang ditunjukkan melalui 3 buah gambar, yaitu: gambar irisan perahu tampak samping (*profil plan*), gambar irisan perahu tampak atas (*half breadth plan*), dan gambar irisan perahu tampak depan (*body plan*). *Profile plan* menunjukkan gambar rencana garis dari irisan perahu Kahuripan Nusantara tampak samping. Gambar ini memperlihatkan 7 urutan garis horizontal yang merupakan garis *water line*. Garis horizontal pertama dari bawah (0,0 m WL) adalah sebagai awal *water line* atau disebut juga *base line*. Garis selanjutnya merupakan 7 *water line* lainnya, yaitu 0,105 m

WL; 0,210 m WL; 0,315 m WL; 0,420 m WL; 0,525 m WL; 0,630 m WL dan 0,735 m WL. *Water line* terakhir (0,735 m WL) sebagai *draft* (d) perahu pada keadaan penuh atau disebut juga *load of water line* (Lwl). *Water line* menunjukkan posisi perahu terhadap berbagai permukaan air. Sepanjang *water line* tertinggi (Lwl) dibuat garis tegak yang membagi garis tersebut menjadi 10 bagian. Garis ini terdiri dari 11 ordinat yang diberi nomor ordinat 0-10. Garis tegak yang dibuat nantinya digunakan untuk pembuatan gambar irisan perahu tampak atas (*half breadth plan*) dan gambar irisan perahu tampak depan (*body plan*). *Half breadth plan* merupakan gambar irisan setengah lebar kapal tampak atas yang menunjukkan posisi *water line* pada masing-masing kedalaman (0,105 m WL – 0,735 m WL), *Buttock line* digambarkan sebagai garis lurus yang memotong *water line* dan dibuat sejajar dengan *centre line*. Pada gambar rencana garis perahu Kahuripan Nusanantara terdapat 5 garis *buttock line* dengan jarak antar garis adalah 9,251 cm. *Water line* yang diperlihatkan pada gambar ini menunjukkan lebar badan perahu secara keseluruhan ditinjau dari sudut pandang atas. Gambar *body plan* menggambarkan gambar irisan kapal tampak depan yang menunjukkan bentuk badan kapal pada masing-masing ordinat. Bentuk gambar yang ditampilkan adalah setengah dari bentuk keseluruhan badan kapal. Pada perahu Kahuripan Nusanantara ordinat 0-5 menunjukkan bentuk badan perahu dari *fore perpendicular* (FP) atau bagian haluan perahu hingga *midship*. Bagian haluan digambar mulai ordinat 0 (*Fore perpendicular*), $\frac{1}{2}$, 1, $1 \frac{1}{2}$, 2, 3, 4, dan 5. *Fore perpendicular* digambarkan pada sisi sebelah kanan *centreline*. *After perpendicular* (AP) atau dari buritan kapal sampai dengan *midship* (tengah kapal) ditunjukkan dari ordinat 5 -10 yang meliputi ordinat 5, 6, 7, 8, $8 \frac{1}{2}$, 9, $9 \frac{1}{2}$, dan 10. *After perpendicular* digambarkan pada sisi sebelah kiri dari *centreline*. *Afterperpendicular* terletak pada ordinat 10.

Konstruksi perahu Kahuripan Nusanantara berbeda dengan kapal kayu pada umumnya yang mempunyai sambungan-sambungan pada bagian-bagiannya, untuk perahu Kahuripan Nusanantara tidak mempunyai sambungan-sambungan. Hal ini karena memang bahan utama kapal dibuat dari bahan *fibreglass*, dimana proses pembuatannya melalui metode cetakan (*mold*). Konstruksi perahu didukung oleh kayu dan *tripleks/plywood*. Kayu digunakan untuk membantu kekuatan galar dan gading-gading, sedangkan *tripleks* digunakan untuk melapisi ballast bagian haluan maupun buritan yaitu sebagai penyeimbang sekaligus penambah keapungan perahu.



Gambar 11 Rencana garis perahu Kahuripan Nusanantara



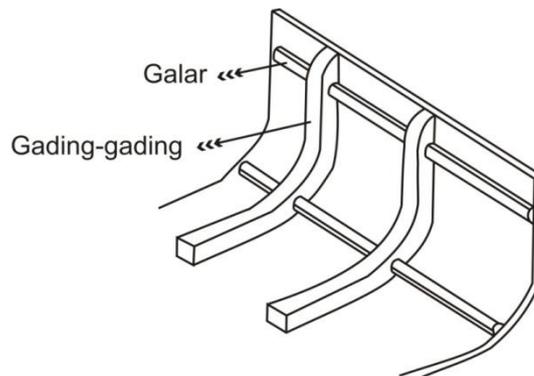
Gambar 12 Rencana konstruksi perahu Kahuripan Nusantara

Galar merupakan salah satu bagian konstruksi yang berfungsi sebagai penunjang kekuatan kapal secara memanjang. Sesuai fungsinya galar sebagai penunjang kekuatan kapal secara longitudinal, maka bentuk galar memanjang dari bagian haluan sampai buritan. Pada perahu Kahuripan Nusantara galar diperkuat dengan kayu yang telah dilapisi oleh bahan *fibreglass*. Adapun kayu yang digunakan adalah kayu reng dengan dimensi 4 m x 3 cm x 3 cm. Kayu yang digunakan untuk sebanyak 10 buah yang dibagi menjadi 4 galar. Dalam pengerjaannya, kayu ditempelkan pada bodi perahu kemudian dilapisi dengan *mat* yang di cor dengan resin. Pelapisan kayu dengan *fibreglass* bertujuan untuk menjaga kekuatan kayu agar tahan lama.

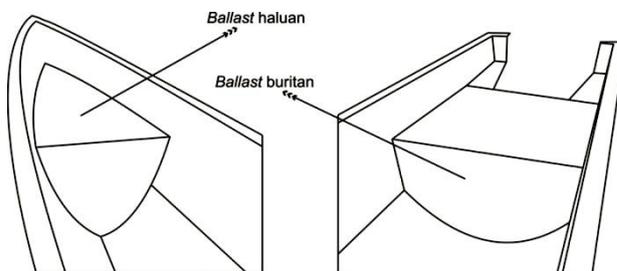
Kekuatan melintang kapal ditunjang oleh gading-gading (Gambar 13). Gading-gading terbuat dari kayu yang dibentuk seperti huruf "U", mengikuti bodi perahu. Sama seperti galar, penempelan bahan kayu untuk gading-gading juga oleh bahan *fibreglass*. Fungsi *fibreglass* sebagai bahan pelapis layu yaitu agar gading-gading tahan lama dan kuat. Pada perahu Kahuripan Nusantara gading-gading berjumlah 8 buah, dengan jarak pemasangan antar gading sejauh 60 cm. Pada bagian gading-gading paling depan (ruang *ballast* di bagian haluan) sampai belakang (ruang *ballast* di bagian buritan) terdapat lubang yang berfungsi sebagai tempat membuang air. Menurut standar BKI jarak panjang antar gading dari ujung haluan sebesar 0,2 L dan di buritan puncak tidak melebihi 50 cm. Sehingga perahu yang diproduksi masih memenuhi standar BKI.

Ballast merupakan ruangan kosong di bagian haluan dan buritan kapal yang berfungsi sebagai tempat keseimbangan (Gambar 14). Ruangan *ballast* terbuat dari bahan tripleks yang sisinya di beri penguat kayu reng dan kemudian di lapisi dengan *fibreglass*. *Mat* yang digunakan adalah *mat* 400 dengan pengerjaan dua kali pelapisan dan dilanjutkan dengan *pen-gelcoat-an*.

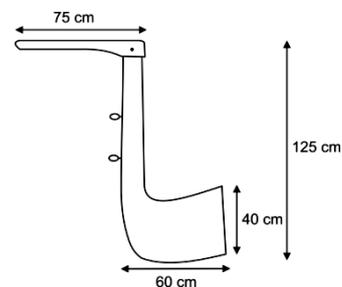
Kemudi merupakan bagian dari konstruksi kapal dimana fungsi dari kemudi adalah untuk mengarahkan gerakan kapal ketika kapal bergerak (*manouver*) (Gambar 15). Perahu Kahuripan Nusantara menggunakan kemudi kayu albasia yang di bentuk seperti papan. Adapun dimensi dari kemudi dapat dilihat dalam gambar di bawah ini. Sistem kemudi yang digunakan tidak dihubungkan dengan jantra sebagai alat penggeraknya, namun menggunakan balok yang ditempelkan langsung pada kemudi.



Gambar 13 Gading-gading dan galar



Gambar 14 Ballast



Gambar 15 Kemudi

Parameter hidrostatis merupakan parameter yang dapat memberikan petunjuk tentang kelaiklautan suatu kapal yang dibangun. Nilai dari parameter hidrostatis memperlihatkan keragaan kapal secara statis pada setiap perubahan tinggi garis kapal. Data untuk parameter hidrostatis diperoleh dari hasil pengolahan pada tabel *offset* melalui perhitungan parameter hidrostatis (lampiran 4 dan 5). Dalam perhitungan, jumlah *water line* perahu Kahuripan Nusantara terdiri dari 4 kolom *water line* yaitu 0,105 m WL; 0,315 m WL; 0,525 m WL; dan 0,735 m WL. Jumlah *water line* ini disesuaikan dengan jumlah *water line* pada gambar rencana garis (*lines plan*). Data *water line* yang digunakan yaitu *water line* ke-1, 3 dan ke-7. Nilai dari parameter hidrostatis disajikan dalam bentuk tabel dan kurva. Kurva hidrostatis kapal digambarkan sebagai fungsi dari *draft* kapal dengan menggunakan skala tertentu. Hasil dari kurva ini memperlihatkan aspek-aspek dasar yang mempengaruhi stabilitas dan trim kapal berdasarkan volume dan bentuk geometri kapal yang terendam air. Kurva hidrostatis merupakan hasil dari pengeplotan tabel hidrostatis, garis longitudinal menggambarkan besarnya nilai parameter hidrostatis dalam skala tertentu dan garis vertikal menggambarkan *draft* pada kapal. Nilai parameter hidrostatis disampaikan pada Tabel 4.

Secara umum nilai-nilai dari parameter hidrostatis cenderung meningkat seiring dengan pertambahan *draft*, kecuali nilai LCB, BM, KM, BML, KML, dan KG yang nilainya menurun seiring pertambahan *draft* kapal. Hal ini terjadi karena dengan bertambahnya *draft* kapal, semakin banyak muatan di atas kapal, maka luas area kapal yang terendam air semakin besar sehingga menyebabkan nilai-nilai parameter hidrostatis semakin besar. *Volume displacement* merupakan nilai yang menunjukkan volume badan kapal yang nilainya sama dengan volume

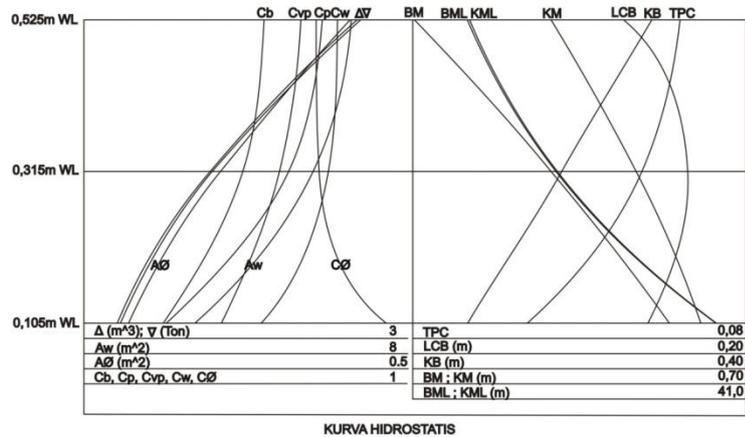
Tabel 4 Nilai parameter hidrostatis perahu Kahuripan Nusantara

No	Parameter	0,105m WL	0,315m WL	0,525m WL	0,735m WL
1	<i>Volume Displacement (m³)</i>	0,1359	1,2268	2,6362	4,2118
2	<i>Ton Displacement (m²)</i>	0,1393	1,2575	2,7021	4,3171
3	<i>Water Area (Aw)(m²)</i>	2,8851	6,0670	7,0531	7,8265
4	<i>Midship Area (A\otimes) (m²)</i>	0,0733	0,2341	0,4143	0,6094
5	<i>Ton Per Centimeter (TPC)</i>	0,0296	0,0622	0,0723	0,0802
6	<i>Coefficient block (Cb)</i>	0,2615	0,5163	0,5924	0,6177
7	<i>Coefficient prismatic (Cp)</i>	0,2650	0,6689	0,7762	0,8208
8	<i>Coefficient Vertical Prismatic (Cvp)</i>	0,4485	0,6419	0,7119	0,7322
9	<i>Coefficient Waterplane(Cw)</i>	0,5832	0,8043	0,8320	0,8437
10	<i>Coefficient Midship (C\otimes)</i>	0,9868	0,7719	0,7631	0,7526
11	<i>Longitudinal Centre Buoyancy (LCB)(m)</i>	0,1541	0,1796	0,1378	0,0913
12	Jarak KB (m)	0,0718	0,1951	0,3129	0,2581
13	Jarak BM (m)	0,5884	0,3172	0,0044	0,0137
14	Jarak KM (m)	0,6602	0,5123	0,3173	0,2719
15	Jarak BML (m)	40,6944	19,2242	7,3249	53,7429
16	Jarak KML (m)	40,7662	19,4193	7,6378	54,0010
17	Jarak KG (m)	0,5741	0,3095	0,0043	0,0134
18	Jarak KG/D (m)	0,7811	0,4211	0,0059	0,0182
19	Jarak GM (m)	0,0862	0,2028	0,3130	0,2585

air laut yang dipindahkan saat kapal terendam pada kondisi *water line* tertentu. Nilai *Volume displacement* perahu Kahuripan Nusantara pada kondisi *draft* maksimal yaitu sebesar 4,2118 m³. Besarnya nilai dari informasi ini dapat digunakan oleh nelayan untuk memperkirakan volume muatan yang dapat ditampung oleh perahu/kapal. *Tondisplacement* kapal (Δ) merupakan nilai yang menunjukkan berat badan kapal di bawah *water line* tertentu. Berat badan perahu Kahuripan Nusantara pada kondisi *draft* maksimal yaitu sebesar 4,3171 ton. *Waterplan area* kapal (*Aw*) merupakan nilai yang menunjukkan luas area kapal pada *water line* tertentu secara horizontal-longitudinal. Luas area Perahu Kahuripan Nusantara pada kondisi *draft* maksimal yaitu sebesar 7,8265 m². Nilai *waterplan area* meningkat seiring dengan pertambahan tinggi *draft*, hal ini menjadi informasi bagi nelayan dalam menempatkan muatannya secara horizontal. *Midship area* kapal (*A \square*) merupakan nilai yang menunjukkan luas irisan melintang bagian tengah kapal pada *water line* tertentu. Luas perahu Kahuripan Nusantara di bagian tengah secara melintang pada kondisi *draft* penuh yaitu sebesar 0,6094 m². Hal ini dapat menjadi informasi bagi nelayan bahwa penempatan alat tangkap dan palkah ikan di bagian tengah perahu merupakan hal yang tepat, karena pada bagian tengah kapal ini dapat menampung muatan yang maksimal. *Tonpercentimeter immersion* kapal (TPC) merupakan nilai yang menunjukkan jumlah beban yang dibutuhkan oleh kapal untuk merubah *draft* sebesar 1 cm. Dengan mengetahui informasi nilai TPC nelayan dapat menentukan jumlah muatan ke dalam kapal untuk perubahan *draft* tertentu. Perahu Kahuripan Nusantara membutuhkan berat sebesar 0,0802 ton untuk merubah tinggi *draft* setinggi 1 cm pada kondisi *draft* maksimal.

Nilai *coefficient of fineness* atau koefisien kegemukan kapal menggambarkan bentuk badan kapal. Parameter hidrostatis yang dapat menunjukkan bentuk badan ini meliputi *coefficient of block* (*Cb*), *coefficient of prismatic* (*Cp*), *coefficient of vertical prismatic* (*Cvp*), *coefficient of waterplan* (*Cw*), dan *coefficient of midship* (*C*). Nilai dari koefisien cenderung bertambah sejalan bertambahnya *draft* dengan kisaran 0–1. Apabila nilainya semakin mendekati 1 menunjukkan kapal semakin gemuk, begitu pula sebaliknya nilai koefisien mendekati 0 menunjukkan kapal semakin ramping dan jika nilai koefisien 1, maka bentuk

kapal kotak. Kurva hidrostatik dari perahu Kahuripan Nusantara secara lebih lengkap disajikan pada Gambar 16.



Gambar 16 Kurva hidrostatik perahu Kahuripan Nusantara

Nilai *coefficient of block* (C_b) menunjukkan perbandingan bentuk badan kapal dengan balok, yang memiliki panjang, lebar serta tinggi. Nilai C_b kapal pada kondisi draft maksimal sebesar 0,6177. Berdasarkan Tabel 13, nilai C_b kapal berada pada selang nilai acuan, maka dengan demikian kapal sesuai dengan kapal-kapal sejenisnya yang beroperasi di Indonesia pada umumnya. Nilai *coefficient of prismatic* (C_p) menunjukkan perbandingan antara *volume displacement* kapal dengan volume yang dibentuk oleh luas area penampang melintang tengah kapal dengan panjang kapal pada *draft* tertentu. Nilai C_p perahu Kahuripan Nusantara pada kondisi draft maksimal sebesar 0,8208. Berdasarkan tabel, nilai C_p masih berada pada rentang nilai acuan, sehingga dapat dikatakan perahu sesuai dengan kapal-kapal sejenisnya yang beroperasi di Indonesia pada umumnya, kecuali untuk kelompok kapal dengan metode pengoperasian alat tangkap yang ditarik.

Nilai *coefficient of vertical prismatic* (C_{vp}) menunjukkan perbandingan antara *volume displacement* kapal dengan volume yang dibentuk oleh luas area penampang horizontal-longitudinal kapal dengan tinggi draft tertentu. Nilai C_{vp} perahu Kahuripan Nusantara pada kondisi draft maksimal sebesar 0,7322. *Coefficient of waterplane* (C_w) menunjukkan perbandingan luas area penampang membujur tengah kapal dengan bidang empat persegi panjang yang mengelilingi luas area tersebut. Dengan mengetahui nilai C_w nelayan dapat mengatur penempatan muatan dan kenyamanan dalam bekerja. Nilai C_w perahu Kahuripan Nusantara pada kondisi *draft* maksimal yaitu sebesar 0,8437. Berdasarkan tabel, nilai C_w kapal berada pada bawah nilai rentang acuan, sehingga dengan demikian dalam penempatan muatan harus benar-benar diperhatikan. Namun jika merujuk pada tinjauan pustaka yang lain yaitu pada Iskandar dan Pujiati (1995), nilai C_w yang dimiliki perahu Kahuripan Nusantara masih dalam rentang acuan. Menurut Iskandar dan Pujiati (1995), nilai C_w kapal-kapal yang beroperasi di Indonesia antara selang 0,78-0,88 untuk *encircling gear* dan 0,65-0,86 untuk *static gear*. Kesimpulannya nilai C_w yang dimiliki masih dalam ambang yang wajar dan dapat ditelorir. *Coefficient of midship* (C) menunjukkan perbandingan luas area melintang kapal secara vertikal dengan bidang empat persegi panjang yang mengelilingi area tersebut. Nilai C perahu Kahuripan Nusantara pada kondisi *draft* maksimal adalah sebesar 0,7526, sehingga dapat dikatakan luas area untuk penempatan muatan secara vertikal di bagian tengah kapal cukup luas. Berdasarkan tabel, Nilai C kapal masih berada pada nilai rentang acuan, maka dengan demikian kapal sesuai dengan kapal-kapal sejenisnya yang beroperasi di Indonesia pada umumnya. Kapasitas kapal/perahu diukur dengan nilai *GT (gross tonnage)* kapal/perahu. *Gross tonnage* kapal adalah jumlah seluruh volume ruangan tertutup di atas maupun di bawah dek.

Perahu Kahuripan Nusantara yang diteliti tidak memiliki *gross tonnage*, karena perahu tersebut tidak memiliki ruangan tertutup di atas maupun di bawah dek.

Semakin besar kapasitas kapal, maka semakin besar pula kekuatan tenaga penggerak kapal yang diperlukan. Tenaga penggerak perahu Kahuripan Nusantara berupa mesin tempel merk Yamaha ukuran 9 PK yang berbahan bakar bensin. Mesin tersebut merupakan modifikasi dari mesin darat, yang dilengkapi dengan pipa poros panjang/*shaft propeller* dan biasa disebut dengan mesin ketinting. Kecepatan kapal dipengaruhi oleh kekuatan tenaga penggerak. Semakin besar tenaga penggerak, maka kecepatan kapal akan lebih baik. Kecepatan kapal pada kondisi *ton displacement* tertentu dapat dihitung melalui persamaan:

$$V = \sqrt[3]{IHP \times C / \Delta^{2/3}}$$

dengan IHP = *indicate horse power*; C = *Admiralty Coefficient*; Δ = *ton displacement*. Hasil perhitungan kecepatan maksimal perahu yang diteliti pada kondisi *draft* 0,105 m WL sebesar 6 *knot* dan kecepatan maksimal pada kondisi *draft* 0,525 m WL sebesar 0,8 *knot*. Stabilitas kapal dihitung dari tiga titik konsentrasi yang bekerja pada kapal tersebut. Ketiga titik itu adalah: *centre of gravity* (G) yang merupakan letak titik berat kapal, *centre of bouyancy* (B) yang merupakan letak titik apung, serta *metacentre* (M) yang merupakan titik potong antar garis vertikal yang melalui *centre of bouyancy* saat kapal dalam posisi miring. Besaran yang diukur yaitu dari titik keel (K), meliputi nilai KG, KB, dan KM, selain itu dilihat juga dari nilai *coefficient of block* (Cb) kapal, serta nilai LCB (letak titik apung longitudinal dihitung dari *midship* kapal). Kapal dikatakan seimbang jika titik beratnya (G) dan titik apungnya (B) berada pada satu garis tegak. Adapun letak M terhadap titik G mempunyai tiga kemungkinan yaitu titik M berada di atas G, titik M berada di bawah titik G, atau titik M berhimpit dengan titik G. Letak titik M di atas titik G menunjukkan kapal tersebut stabil/seimbang. Hal ini disebabkan gaya apung ke atas dan gaya berat merupakan kopel yang menyebabkan kapal tegak kembali, sehingga stabilitasnya positif. Apabila M berhimpit dengan G, kapal tidak dapat kembali ke posisi semula, hal ini disebabkan garis gaya apung dan garis gaya berat tidak membentuk momen kapal karena letaknya berhimpitan, sehingga stabilitasnya sama dengan nol. Nilai KG, KB, dan KM perahu Kahuripan Nusantara pada kondisi *draft* maksimal secara berurutan yaitu sebesar 0,0134 m; 0,2581 m; dan 0,2719m, selanjutnya nilai BM, GM, KG/ D, dan LCB adalah 0,0137; 0,2585; 0,0182; dan 0,0913. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai GM kapal positif. Hal tersebut menunjukkan letak titik G berada di bawah M. Dari kondisi tersebut dapat disimpulkan keseimbangan kapal stabil, momen kapal positif yang dapat mengembalikan kapal ke posisi semula setelah mendapat gaya dari luar.

Selain nilai GM, nilai KG, nilai Cb serta LCB juga dapat menunjukkan kestabilan dari kapal. Semakin kecil nilai KG dan rasio KG/D maka kestabilannya akan lebih baik. Semakin besar nilai Cb suatu kapal, maka stabilitasnya akan lebih baik. Nilai longitudinal *centre of bouyancy* (LCB) menunjukkan letak titik apung dari *midship* kapalnya, jika nilai LCB positif menunjukkan letak titik apung berada dari *midship* ke arah haluan begitu sebaliknya, jika nilai LCB bertanda negatif menunjukkan bahwa letak titik apung kapal berada di belakang *midship* arah buritan. Dari hasil perhitungan nilai KG dan nilai rasio KG/D cenderung mengecil seiring peningkatan *draft* perahu yaitu secara berurutan pada 0,105 m WL sebesar 0.5741 m dan 0,7811 m; 0,315 m WL sebesar 0.3095 m dan 0,4211 m; 0,515 m WL sebesar 0.0043 m dan 0,0059 m; serta pada *draft* maksimum sebesar 0,0134 dan 0,0182. Hal ini menunjukkan perahu masih tergolong masih mempunyai kestabilan yang baik. Nilai LCB pada masing-masing *draft* tetap menunjukkan nilai positif seiring perubahan *draft*, dimana masing-masing pada 0,105 m WL sebesar 0,1541 m; 0,315 m WL sebesar 0,1796 m; 0,525 m WL sebesar 0,1378 m; dan pada 0,735 m WL sebesar 0,0913, hal ini menunjukkan bahwa letak titik apung berada di antara

midship ke arah haluan kapal. Apabila ada penambahan muatan dapat ditempatkan pada bagian *midship* ke arah haluan.

KESIMPULAN

Desain perahu hanya berpedoman pada cetakan (*mold*) yang mengikuti desain perahu yang berasal dari Cilacap dengan dimensi utama: Panjang (LOA), lebar (B) dan tinggi (D) secara berurutan yaitu sebesar 9,56 m; 1,116 m; dan 0,735 m. Adapun kelengkapan dari perahu berupa ruang ballast, tempat alat tangkap, dek haluan, tempat mesin, papan pengikat katir, papan tempat tali jangkar. Desain perahu yang dibuat secara umum sesuai dengan perahu-perahu yang beroperasi di Indonesia, mulai dari nilai rasio dimensi utama sampai nilai-nilai parameter hidrostatisnya, dan ditinjau dari nilai parameter hidrostatis perahu Kahuripan Nusantara termasuk kapal yang mempunyai kestabilan yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayodhya. 1972. Suatu Pengenalan Fishing Gear. Bogor : Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor.
- Fyson J. 1985. *Design of Small Fishing Vessels. England: Fishing News Book.*
- Iskandar BH, S Pujiati. 1995. Keragaan Teknis Kapal Perikanan di Beberapa Wilayah Indonesia (laporan penelitian). Bogor: Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor.
- Nomura M, T Yamazaki. 1977. *Fishing Techniques. Tokyo: Japan Internasional Cooperation Agency (JICA).*
- Rasdiana H. 2004. Kajian Teoritis Stabilitas Kapal Payang Ketika Bergerak Melingkar: Kasus Pada Salah Satu Kapal Payang di Palabuhanratu, Jawa Barat [Skripsi]. Bogor: Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.