

Andika Wisnujati¹, Mudjijana², Esron
Fernando Octantha³

¹Program Studi D3 Teknik Mesin,
Program Vokasi, Universitas
Muhammadiyah Yogyakarta
Jalan Brawijaya, Tamantirto, Kasihan,
Bantul, Yogyakarta 55163

^{2,3}Jurusan Teknik Mesin dan Industri,
Fakultas Teknik Universitas Gadjah
Mada

Jl. Grafika, Bulaksumur, Yogyakarta

1Email : andikawisnujati@umy.ac.id

Manufaktur Sampan (Canoe) Dengan Bahan Paduan Aluminium untuk Wisata Sungai

<https://doi.org/10.18196/bdr.429>

ABSTRACT

Specific objectives and targets to be achieved are the new business entrepreneurs in the field of manufacture of canoes (canoe) for water vehicles, especially in the river Winongo and generally in places of tourism in other areas. This new entrepreneur will be made in Kampung Pojok, Sinduadi Urban Village, Mlati Sub-district, Sleman Regency, DIY (Winongo west side bank). Canoe manufacturing starts from the design (design) of construction which in this case ask for help 4 students of Mechanical Engineering Department and Industrial Faculty of Engineering UGM. Based on the design drawings can be calculated the amount of aluminum alloy material in the form of a 2 mm thick plate and pipe $\frac{3}{4}$ inch for the construction of the amplifier. The cutting of the plate is carried out with the betel in accordance with the drawing (the initial stage) and smoothed with hand grinding prior to connection with the electric welding with aluminum alloy electrodes. Similarly, the reinforcing and buoying rods are sawn with a hand saw (initial stage) and connected with an electric weld. In the end the product is tested in the flow of Winongo River, near the canoe production place in the village of Pojok, Sinduadi, Mlati, Sleman. Canoe products are tested by students of the Yogyakarta Maritime Academy. Test results should show no leakage in each canoe connection when in use and on reliable stability conditions.

Keywords: Canoe, Water Vehicle, Winongo River, Reliable, Aluminium

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki garis pantai sepanjang \pm 81.000 km. Banyak kegiatan yang dapat dilakukan masyarakat pesisir, seperti kegiatan eksploitasi sumber daya perikanan, usaha pariwisata, usaha pertambangan, dan sebagainya. Semua kegiatan tersebut dilakukan menggunakan perahu atau kapal sebagai sarana apung atau sarana transportasi. Kapal dalam kegiatan eksploitasi sumberdaya perikanan digunakan nelayan sebagai media transportasi ke fishing ground, selain itu juga digunakan 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 (Yulianto, dkk 2010).

Pada awalnya, bahan yang digunakan untuk pembuatan kapal adalah kayu dan bambu dengan penggerak berupa dayung atau angin dengan bantuan layar. Namun dewasa ini, terdapat pembuatan kapal berbahan dasar logam, seperti besi atau baja karena dibutuhkan kapal yang memiliki kekuatan tinggi dengan penggerak berupa mesin agar lebih efisien. Selain bahan yang kuat dibutuhkan juga bahan yang tipis dan lebih ringan disertai dengan biaya yang terjangkau, baik dalam proses pembuatan maupun produksi. Oleh karena itu, aluminium dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan kapal wisata sederhana dengan penggerak berupa dayung dan angin dengan bantuan layar. Penggunaan aluminium dan logam paduan aluminium di dunia industri terus berkembang. Bahan tersebut termasuk dalam golongan logam ringan yang memiliki kekuatan tinggi, tahan terhadap karat dan merupakan konduktor listrik yang baik. Kelebihan itulah yang menyebabkan aluminium dipilih sebagai salah satu material pokok produksi perkapalan, khususnya untuk kapal-kapal berukuran kecil (di bawah 40 m). Saat ini permintaan terhadap produksi kapal dengan bahan aluminium cenderung mengalami peningkatan. Peningkatan jumlah permintaan kapal aluminium masih bisa dipenuhi oleh para pembuat kapal yang ada. Namun, jika permintaan kapal aluminium semakin bertambah terus menerus, maka akan diperlukan produsen-produsen kapal aluminium yang baru untuk dapat memenuhi kebutuhan kapal tersebut. (Saputro, 2010)

Fibreglass Reinforcement Plastic (FRP) atau yang lebih dikenal dengan fibreglass merupakan kombinasi dari dua komponen yang mempunyai karakteristik fisik berbeda, akan tetapi keduanya memiliki sifat saling melengkapi. Dua komponen yang membentuk FRP yaitu resin plastic polyester dan sebuah penguatan serabut gelas. Menurut (Octantha, 2015), pemakaian fibreglass sebagai material bangunan kapal mempunyai beberapa keuntungan yaitu:

- 1) Tidak berkarat dan daya serap air kecil;
- 2) Pemeliharaan dan reparasi mudah serta proses pengerjaannya cepat;
- 3) Tidak memerlukan pengecatan, karena warna/ pigmen telah dicampurkan pada bahan (gelcoat) pada proses laminasi; dan

Resin merupakan material cair sebagai pengikat serat penguat yang mempunyai kekuatan tarik serta kekakuan lebih rendah dibandingkan serat penguatnya. Ada beberapa jenis resin (menurut Octantha, 2015) antara lain:

- 1) Polyester (Orthophthalic), resin jenis ini sangat tahan terhadap proses korosi air laut dan asam encer. Adapun spesifikasi teknisnya adalah sebagai berikut:
 - a) Massa jenis : 1.23 gr / cm³

- b) Modulus Young : 3.2 Gpa
 - c) Angka Poisson : 0.36
 - d) Kekuatan tarik : 65 Mpa
- 2) Polyester (Isophthalic), resin jenis ini tahan terhadap panas dan larutan asam dan kekerasannya lebih tinggi serta kemampuan menahan resapan air (adhesion) yang paling baik dibandingkan dengan resin type ortho. Adapun spesifikasi teknisnya adalah berikut:
- a) Massa jenis : 1.21 gr / cm³
 - b) Modulus young : 3.6 Gpa
 - c) Angka Poisson : 0.36
 - d) Kekuatan tarik : 60 Mpa

Adapun kekurangan dari penggunaan resin dan serat fiberglass sebagai bahan pembuatan kapal atau sampan antara lain:

- 1) Pada saat pengeringan terjadi penyusutan dan terjadi kenaikan temperatur sehingga laminasi menjadi getas. Hal ini biasanya disebabkan oleh penambahan katalis dan accelerator yang berlebih sehingga waktu kering menjadi lebih cepat.
- 2) Mudah terjadi cacat permukaan/goresan.
- 3) Mudah terbakar

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. (Yulianto, 2010).



(a)

(b)

Gambar 2. (a) Home Industry Kapal Aluminium

(b) Bantaran Sungai Wnongo di Sinduadi, Sleman

Permasalahan mitra untuk masyarakat umum adalah kurangnya pengetahuan teknologi desain manufaktur sampan dan proses produksinya, sehingga sangat diperlukan pembuatan desain sampan dan proses produksi secara sederhana yang berikan oleh tim dibantu para mahasiswa Jurusan Teknik Mesin dan Industri Universitas Gadjah Mada. Pada tahun 2013 ini pengusul sudah menyampaikan persoalan ini ke mahasiswa Jurusan Teknik Mesin yang berjumlah 4 (empat) orang, prototype kasar sampan (canoe) yang lambungnya dibuat dari bahan komposit fiberglass dan resin dan selesai pada tahun 2013 serta tahun 2014 sudah dapat diproduksi dengan bahan paduan aluminium dengan dana dari usulan Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi. Disamping itu diperlukan sosialisasi ke masyarakat dan diselipkan nilai-nilai agama serta budaya untuk dapat mendukung program ini. Mutu layanan yang menjadi permasalahan diperlukan pelatihan motivasi untuk bisa membangkitkan semangat bekerja bagi masyarakat di sekitar lokasi produksi.

Tujuan dari pembuatan kapal canoe ini adalah untuk membuat prototipe canoe (sampan) yang handal dari pelat aluminium yang dapat dilengkapi dengan peralatan safety penumpang, alat dayung, dan motor tempel. Selain itu, tujuan yang kedua adalah menghitung tingkat kenyamanan fisik pelat aluminium yaitu dengan menganalisa stabilitas kapal menggunakan pengujian kemiringan (inclining test) berdasarkan International Marittiem Organization (IMO), yang akan digunakan sebagai bahan manufaktur canoe untuk wisata air di aliran sungai Winongo.

METODE PELAKSANAAN

A. Alat dan Bahan

Alat yang akan digunakan dalam pembuatan kapal canoe diantaranya sebagai berikut:

1. Alat las TIG
2. Software Autodesk Inventor
3. Digital Inclinator

Digital Inclinator adalah salah satu bentuk dari alat ukur yang mampu mengukur suatu kemiringan bidang. Digital Inclinator ini dapat digunakan untuk keperluan sipil seperti mengukur kemiringan jalan, keperluan arsitektur untuk mengukur kemiringan suatu bangunan dan lainlain. Alat uji ini memiliki tingkat ketelitian hingga 0,1 derajat.

4. Sikat kawat (wire brush)
5. Palu Las (chipping hammer)

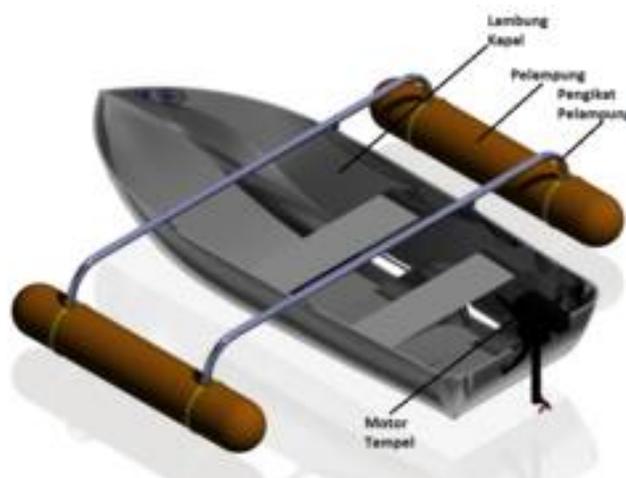
6. Tang jepit
7. Mesin gerinda tangan
8. Alat pelindung diri

Sedangkan Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelat Aluminium seri 5 dan profil paduan aluminium yang akan digunakan untuk merakit pelampung (cadik) penyeimbang canoe.

Pelaksanaan pembuatan bahan (specimen) pengecoran dilakukan di laboratorium proses produksi D3 Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Pengujian bahan dilakukan di laboratorium bahan, Departemen Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

B. Mekanisme Perancangan

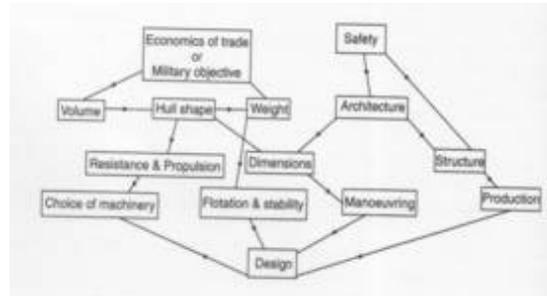
Menggambar canoe bermuatan 4 (empat) orang, selanjutnya ditambahkan gambar sarana penyeimbang kapal (pelampung) ditunjukkan pada gambar 3. Berdasarkan gambar dibuatlah canoe dari pelat aluminium tebal 3 mm dan pelampung (cadik) dari pralon yang kedua ujung sisinya ditutup sehingga kedap terhadap air. Proses perakitan dari pelat yang sudah dipotong-potong membentuk canoe dilakukan dengan pengelasan TIG pada kondisi kecepatan pengelasan yang optimal.



Gambar 3. Canoe

Pengujian canoe ini dilakukan di kolam berukuran 3500mm x 5000mm di pinggir sungai Winongo desa Jatimulyo, Kricak, Tegalrejo, Yogyakarta. Setelah pelampung diselesaikan diikat dengan batang profil dari paduan aluminium menggunakan las atau baut pengikat. Penempatan posisi pelampung dilakukan dengan trial and error sehingga

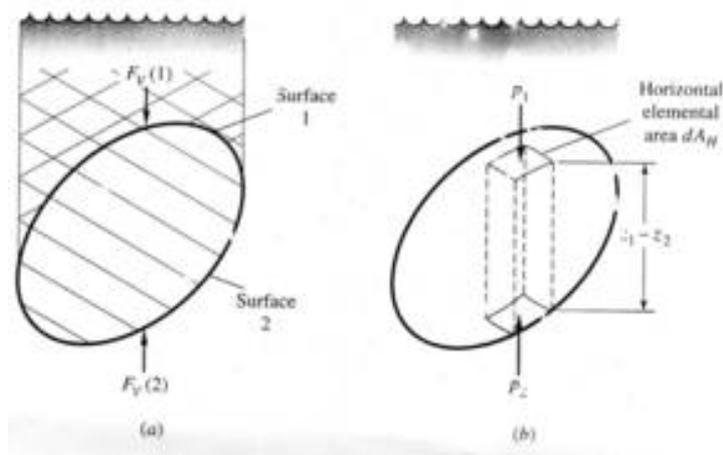
diperoleh posisi yang paling tepat yang memberikan kestabilan canoe saat digunakan. Tempat kedudukan mesin tempel pada bagian belakang kapal dibuat sesuai dengan mesin yang ada di pasaran.



Gambar 4. Inovasi Perancangan Kapal

Secara garis besar proses inovasi perancangan kapal ditunjukkan pada gambar 4 (Rawson and Tupper, 2001). Tegangan dan regangan utama pada pembebanan statik canoe dapat di analisis menggunakan metode elemen hingga, sehingga dapat menentukan optimasi tebal lambung, pinggiran lambung (gunwale), dan penguat-penguatnya (Paradis and Gendrom, 2006).

C. Pengujian



Gambar 1. Dua pendekatan untuk gaya pengapungan pada benda sembarang yang dicelupkan di dalam fluida : (a) gaya-gaya pada permukaan kurva atas dan bawah; (b) jumlah elemen gaya-gaya vertikal yaitu gaya vertikal benda yang dicelupkan di dalam fluida.

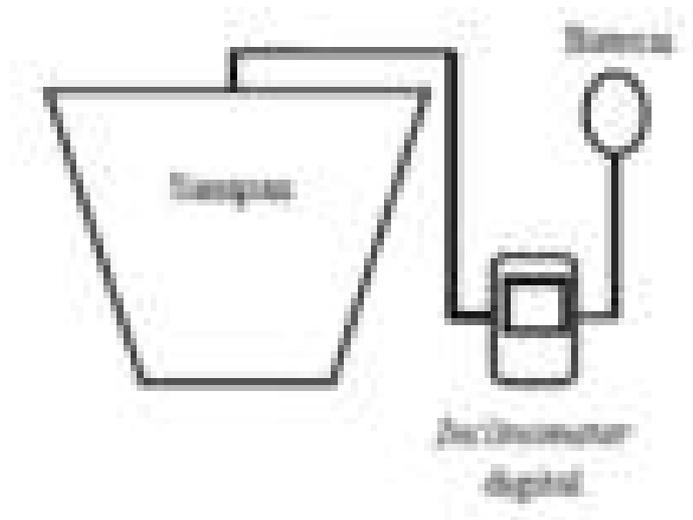
$$\begin{aligned}
 FB &= F_y(2) - F_y(1) & (1) \\
 &= (\text{berat fluida di atas 2}) - (\text{berat fluida di atas 1}) \\
 &= \text{berat fluida ekuivalen dengan volume benda}
 \end{aligned}$$

Gambar diatas menjelaskan bahwa dalam menghitung gaya-gaya hidrostatis pada permukaan dapat dipakai juga untuk menentukan gaya tekanan total pada benda yang mengapung atau tercelup sempurna (White, 2011). Hal ini dikemukakan oleh Archimedes pada abad ke-3 sebelum masehi sebagai berikut : (1) Sebuah benda yang dicelupkan di dalam fluida, gaya pengapungan vertikal sama dengan berat fluida yang dipindahkan; (2) Sebuah benda mengapung memindahkan fluida sesuai dengan berat benda yang mengapung.

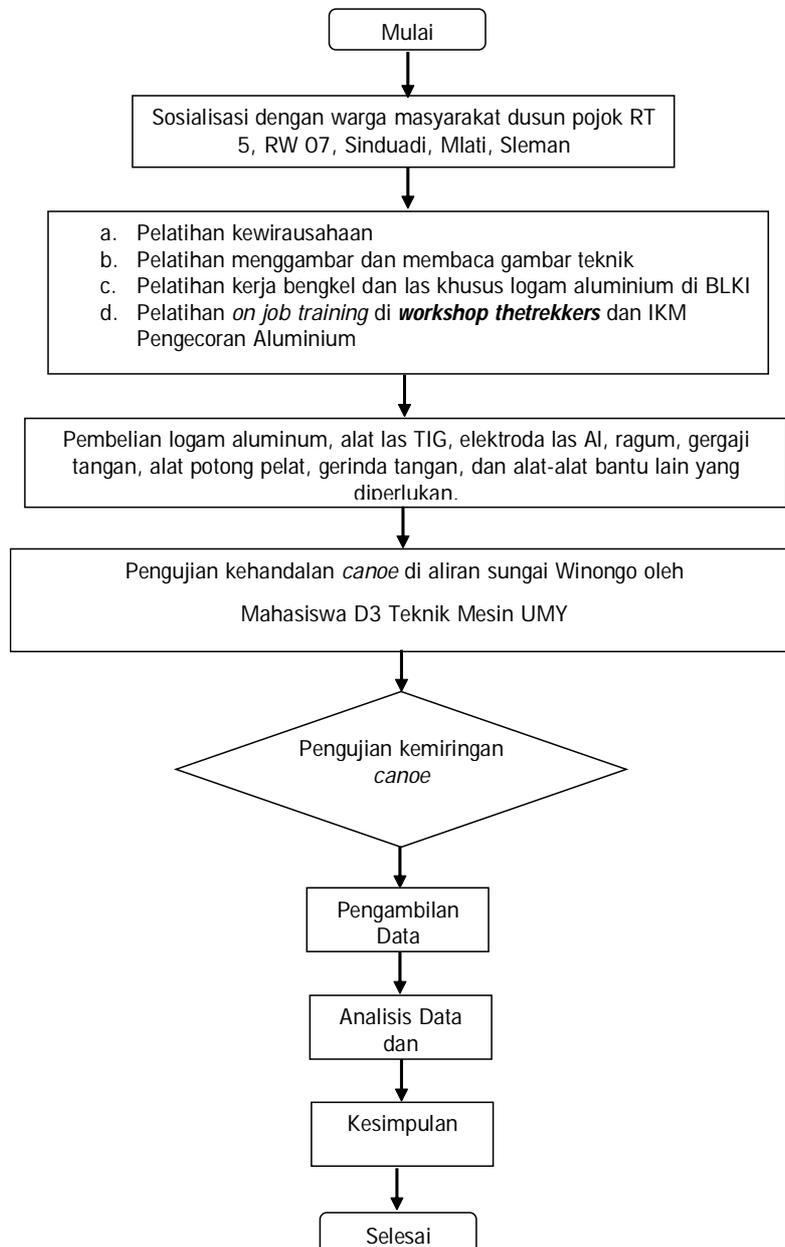


Gambar 5. Kolam Pengujian

Kolam yang digunakan dalam pengujian berukuran 5000 mm x 5000 mm x 1500 mm yang berada di Ruang Terbuka Hijau (RTH) Becak Maju, Desa Jatimulyo, Kelurahan Bener-Kricak, Kecamatan Tegalrejo, Yogyakarta.



Gambar 6. Skema Instalasi Pengujian Canoe (Octantha, 2015)



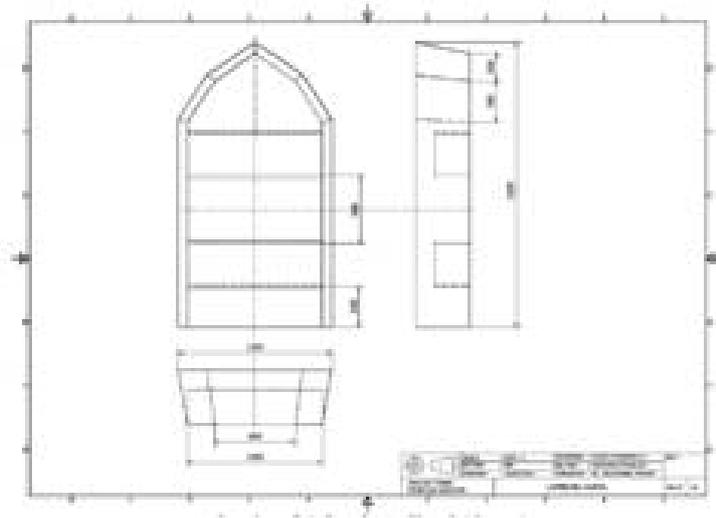
Gambar 7. Diagram Alir Pelaksanaan

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Komponen Kapal (Canoe) Bercadik

A.1. Lambung Kapal (Canoe)

Lambung kapal (canoe) terbuat dari plat aluminium dengan tebal 3 mm. Perancangan ukuran dan bentuk lambung kapal (canoe) dibuat dengan menggunakan software Autodesk Inventor 2013, seperti yang disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Lambung Kapal Canoe

Keterangan :

Panjang (L) = 2100 mm

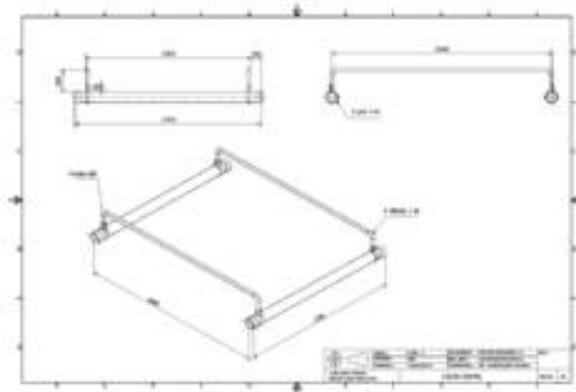
Lebar (B) = 1000 mm

Tinggi berdasarkan garis tengah (H) = 400 mm

Jarak tegak dari garis dasar kapal (canoe) sampai garis air (T) = 100 mm

A.2 Cadik Kapal (Canoe)

Dasar utama dalam perancangan cadik yaitu melalui referensi bentuk dan ukuran dari cadik yang digunakan oleh beberapa sampel kapal (canoe) bercadik yang ada. Lalu membuat bentuk yang baru yaitu menggunakan pipa prolone sebagai lambung cadik. Bahan yang digunakan sebagai penyangga adalah pipa aluminium. Rancangan cadik kapal (canoe) dibuat dengan software Autodesk Inventor 2013 yang dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Cadik Kapal Canoe



Gambar 10. Canoe Bercadik

B. Perhitungan Berat Kapal (Canoe)

Berat kapal (canoe) yang dihitung merupakan berat kapal (canoe) pada kondisi akhir, yang terdiri dari perhitungan berat lambung, kursi penumpang dan cadik. Perhitungan menggunakan metode lapangan. Bentuk kolam yang dipakai adalah balok. Itu juga berlaku untuk kolam sebagai tempat perpindahan air akibat berat kapal (canoe). Untuk mencari volume air yang dipindahkan maka menggunakan rumus volume balok. Diketahui dimensi air yang dipindahkan adalah :

$$p = 3000 \text{ mm}$$

$$l = 1200 \text{ mm}$$

$$t = 100 \text{ mm}$$

Maka untuk mencari volume air yang dipindahkan adalah :

$$V = p \times l \times t$$

$$= 3000 \text{ mm} \times 1200 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$$

$$= 46000000 \text{ mm}^3$$

$$= 0,046 \text{ m}^3$$

Setelah volume air yang dipindahkan diketahui, maka perhitungan berat kapal (canoe) dapat dilakukan dengan pengaruh dari nilai massa jenis air (?). Perhitungan berat kapal (canoe) adalah sebagai berikut :

$$W = V \times \rho$$

$$= 0,046 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$= 46 \text{ kg}$$

C. Perhitungan Jumlah Penumpang

Perhitungan jumlah penumpang maksimum adalah sebagai berikut :

Hasil perhitungan jumlah penumpang diatas dibulatkan, sehingga dapat diketahui bahwa kapal (*canoe*) dapat menampung penumpang sebanyak 2 orang Warga Negara Indonesia (WNI) dengan kondisi yang nyaman dan aman.

D. Pengujian Trial and Error Posisi Cadik

Pengujian trial and error posisi cadik dilakukan sebanyak 6 kali percobaan, seperti yang disajikan pada Tabel 1

Tabel 1. Pengujian Trial and Error Penempatan Posisi Cadik

No. Trial and Error	Jarak Pemegang Cadik dari Sisi Belakang <i>Canoe</i> (cm)	Sudut Kemiringan Garis Sumbu <i>Canoe</i> (°)
1	10	4,2
2	12	3,5
3	14	2,9
4	16	2,3
5	18	1,8
6	20	0,8

Dari data yang diperoleh, diketahui hasil uji trial and error pada penempatan cadik berdasarkan jarak dari sisi belakang. Jarak penempatan cadik agar memperoleh kestabilan maksimal adalah 20 cm dari sisi belakang kapal (*canoe*) yang memberikan sudut kemiringan (*pitch*) terkecil yaitu 0,8°.

E. Pengujian Kemiringan (Inclining Test)

Hasil dari pengujian kemiringan (*inclining test*) dilakukan dengan analisis data *pitch* (*Pi*) dan *roll* (*Ro*).



Gambar 11. Digital Inclinometer

Pitch adalah kemiringan kapal (*canoe*) dengan garis sumbu pusat oleng depan dan belakang (melintang), sedangkan *roll* adalah kemiringan kapal (*canoe*) dengan sumbu pusat oleng kanan dan kiri (membujur) ditunjukkan pada Gambar 10. Uji kemiringan kapal (*canoe*) kondisi awal dilakukan dengan dua jarak (*d*) yang berbeda yaitu 0,4 m dan 0,2 m, seperti yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Kemiringan Kapal Canoe Kondisi Awal

Gerakan ke -	d = 0,4 m		d = 0,2 m	
	θ Ro ($^{\circ}$)	θ Pl ($^{\circ}$)	θ Ro ($^{\circ}$)	θ Pl ($^{\circ}$)
1	22	2,0	15	1,8
2	14	1,9	10	1,7
3	21	1,9	14	1,6
4	15	1,9	11	1,7
5	19	1,9	13	1,6
6	16	1,9	11	1,6
7	17	2,0	12	1,7
8	17	1,9	11	1,7
9	17	1,9	11	1,7
10	17	1,9	11	1,6
Rata - rata ($^{\circ}$)	17,5	1,92	11,9	1,67

Uji kemiringan kapal (canoe) kondisi modifikasi dilakukan dengan dua jarak (d) yang berbeda yaitu 0,4 m dan 0,2 m, seperti yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Kemiringan Kapal Canoe Kondisi Modifikasi

Gerakan ke -	d = 0,4 m		d = 0,2 m	
	θ Ro ($^{\circ}$)	θ Pl ($^{\circ}$)	θ Ro ($^{\circ}$)	θ Pl ($^{\circ}$)
1	17	1,4	11	0,9
2	16	1,4	9	0,8
3	17	1,4	11	0,9
4	16	1,4	10	0,9
5	16	1,3	11	0,9
6	16	1,4	10	0,8
7	16	1,4	11	0,9
8	16	1,3	11	0,9
9	16	1,3	11	0,8
10	16	1,3	11	0,9
Rata - rata ($^{\circ}$)	16,2	1,36	10,6	0,87

Uji kemiringan kapal (canoe) kondisi akhir dilakukan dengan dua jarak (d) yang berbeda yaitu 0,4m dan 0,2 m, seperti yang disajikan pada Tabel 4

Tabel 4. Pengujian Kemiringan Kapal Canoe Kondisi Akhir

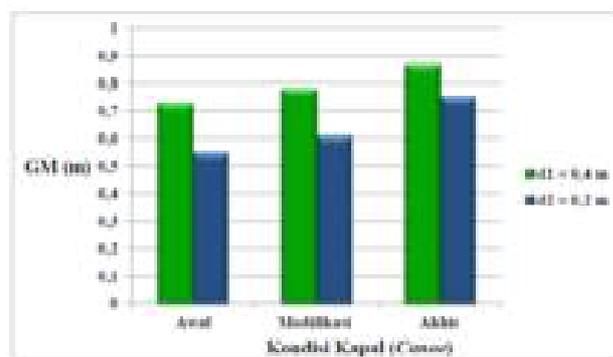
Gerakan	d = 0,4m		d = 0,2m	
	θ Ro ($^{\circ}$)	θ Pl ($^{\circ}$)	θ Ro ($^{\circ}$)	θ Pl ($^{\circ}$)
1	9,4	1,1	5,7	0,6
2	9,3	0,9	5,5	0,5
3	9,4	1,0	5,6	0,5
4	9,3	1,0	5,5	0,6
5	9,4	1,1	5,6	0,6
6	9,3	1,0	5,5	0,6
7	9,4	1,0	5,5	0,4
8	9,4	1,1	5,5	0,4
9	9,4	1,0	5,5	0,4
10	9,4	1,0	5,5	0,4
Rata - rata ($^{\circ}$)	9,37	1,02	5,54	0,5

Berdasarkan perhitungan nilai panjang titik pusat ke titik metasentra (GM) pada kapal (canoe) pada kondisi awal, kondisi modifikasi dan kondisi akhir, maka dapat diperoleh variasi nilai GM yang dihasilkan. Variasi tersebut dibandingkan untuk mengetahui

penyebab variasi nilai dari hasil perhitungan pengujian kemiringan (inclining test) yang telah dilakukan sebelumnya, seperti yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Variasi Nilai Metasentra (GM)

No	Kondisi Kapal (<i>Canoe</i>)	Nilai GM (m)	
		d = 0,4 m	d = 0,2 m
1	Awal	0,73	0,55
2	Modifikasi	0,78	0,61
3	Akhir	0,87	0,75



Gambar 12. Grafik Variasi Nilai GM pada Pengujian Kemiringan

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari uraian sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Dimensi kapal (*canoe*) yang handal yaitu memiliki tingkat kenyamanan fisik yang baik beserta cadik adalah 2100 mm x 2000 mm x 400 mm.
2. Dalam analisis stabilitas kapal (*canoe*) bercadik berdasarkan IMO dengan menggunakan inclining test diketahui bahwa kapal (*canoe*) tersebut memiliki stabilitas yang baik dan direkomendasikan penumpang maksimum 2 orang.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan diatas maka penulis mengajukan beberapa saran sebagai berikut :

1. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan agar menambah gaya apung cadik diharapkan memberi plat datar pada bagian bawah tabung.
2. Sebagai inovasi pada kapal (*canoe*) diharapkan penambahan motor sebagai penggerak di bagian belakang.

3. Demi kenyamanan disarankan untuk membuat atap untuk melindungi dari panas dan hujan.

UCAPAN TERIMA KASIH

1. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Gadjah Mada Yogyakarta atas dukungan pembiayaan pada skema Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Nomor: 031/Sp/Lppm Dit.Keu/Dipa/UGM/2014 Tanggal 5 Mei 2014.
2. Pemerintah Kelurahan Kricak, Tegalrejo, Yogyakarta khususnya desa Jatimulyo yang telah membantu dalam pengujian canoe di sungai winongo.

DAFTAR PUSTAKA

- Handbook ASM Internasional The Materials, Vol 1 : 329, Jakarta, 1995.
- Irman Azis Wilopo, Budi Harjanto, dan Yuyun estriyanto 2013., Studi kualitas repair welding menggunakan metode oxy acetylene dengan PWHT pada cast wheel alumunium. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Nofriandy Handra & Peri Indra Yudi 2011. Jurnal Teknik Mesin Vol. 1, No. 1, Oktober 2011: 1-8. Institut Teknologi Padang.
- Octantha F.E, (2015). Manufaktur Canoe untuk Kendaraan Air Menggunakan Plat Aluminium AA 5083 H112. Skripsi Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Surdia,T. dan Shinroku, (1982), Pengetahuan Bahan Teknik, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Smith, F. William. (1995), Material Science and engineering. (second edition). New York: McGrawHill inc.
- Saputro, Dian Retno. 2010. "Studi Kebutuhan Fasilitas Produksi untuk Galangan Kapal Kecil Aluminium". Jurnal Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- Wahyuni, Ika, dkk (2017). Uji Kekerasan Material dengan Metode Rockwell. Jurusan Fisika, Faklultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga. Surabaya.
- Yulianto, dkk (2010), Desain Perahu Fiberglass Bantuan LPPM IPB di Desa Cikahuripan, Kecamatan Cisolok, Sukabumi. Institut Pertanian Bogor <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/62582>