

Rancang Bangun Miniatur Kapal Bentuk V Bottom sebagai Simulator Inclining Test

Egbert Josua Sirait, Yani Nurita Purnawanti

Program Studi Mekanisasi Perikanan Politeknik Kelautan dan Perikanan, Sorong
Corresponding Author: josua.sirait@polikpsorong.ac.id

Received: 1st November 2023; Revised: 21th Desember 2023; Accepted: 22th January 2024;

Available online: 22th January 2024; Published regularly: January 2024

Abstract

Literature studies on the application of the inclining test, in accordance with BKI (Indonesian Classification Bureau) standards, have been widely applied to large ships. But in practice in the field, large ship media is difficult to obtain. In supporting ship building practicum and ship stability, especially in inclining test practicum, a miniature ship is really needed to help students understand ship building, ship stability, and understand the inclining test procedure which is a benchmark for ship stability. So in this study, focusing on ship design, for fabrication of ship buildings and the addition of lubricating media, as well as calculation tables as a guide in carrying out building practicum and ship stability. In the fabrication of miniatures that have been produced, the stability point values are $KG = 3.54$ cm, $KM = 20.17$ cm, $KB = 3.41$ cm, $GM = 16.63$ cm, and $BM = 16.73$ cm where the results are has been obtained in accordance with the theory of stability where the position of each point is in accordance with the top order of K, G. B. and M.

Key Words : Inclining test; Ship building; Ship Stability; V Bottom

Abstrak

Studi literatur penerapan inclining test, sesuai dengan standar BKI (Biro Klasifikasi Indonesia) sudah banyak diterapkan pada kapal kapal besar. Tetapi pada praktik di lapangan, media kapal besar merupakan hal yang sulit untuk didapatkan. Dalam menunjang praktikum bangunan dan stabilitas kapal terutama dalam praktikum inclining test sangat dibutuhkan sebuah miniatur kapal untuk membantu peserta didik dalam memahami bangunan kapal, stabilitas kapal, serta memahami prosedur inclining test yang menjadi tolak ukur kestabilan kapal. Maka dalam penelitian ini, memfokuskan pada rancang bangun kapal, untuk fabrikasi bangunan kapal serta penambahan media bak pelumas, serta tabel perhitungan sebagai panduan dalam melaksanakan praktikum bangunan dan stabilitas kapal. Dalam fabrikasi minaitur yang sudah diproduksi didapatkan nilai nilai titik stabilitas yaitu $KG = 3,54$ cm, $KM = 20,17$ cm, $KB=3,41$ cm, $GM=16,63$ cm, dan $BM=16,73$ cm dimana hasil yang sudah didapatkan sesuai dengan teori stabilitas dimana posisi masing masing titik sudah sesuai dengan urutan teratas K, G. B. dan M.

Kata Kunci : Inclining test; Bangunan Kapal; Stabilitas Kapal; V Bottom

PENDAHULUAN

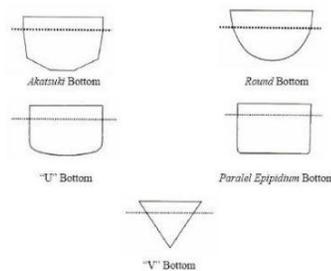
Praktikum adalah bagian dari pembelajaran yang merupakan kegiatan terencana yang memberikan kepada peserta didik untuk mendapatkan ilmu lapangan dalam rangka meningkatkan pemahaman peserta didik tentang teori atau agar peserta didik memahami keterampilan tertentu yang berhubungan dengan suatu pengetahuan atau suatu studi (Hamidah et al., 2014).

Dalam penerapan praktikum mata kuliah bangunan dan stabilitas kapal, sangat memerlukan suatu miniatur kapal untuk membantu peserta didik dalam memahami kapal dari segi bangunan maupun penerapan stabilitas kapal, Berdasarkan observasi lapangan dan kebutuhan di lapangan maka terciptalah ide untuk membuat rancang bangun miniatur kapal, yang berfokus pada rancang bangun kapal. Model

miniature kapal yang akan dibuat merupakan jenis *patrol vessel* yang nantinya akan diterapkan pengujian *inclining test* sebagai metode pengujian untuk praktikum peserta didik.

Rancang Bangun merupakan tahap akhir dari analisis siklus pengembangan sistem dari kebutuhan fungsional, serta perwujudan bagaimana sebuah karya dibentuk yang berupa, penggambaran, perencanaan dan pembuatan desain (Arif, A., & Mukti, 2017). Dalam melaksanakan rancang bangun untuk kapal, hal yang paling utama adalah menentukan bentuk lambung kapal yang akan dibentuk.

Lambung kapal merupakan bagian yang terpenting untuk memberikan gaya apung, serta berfungsi untuk menopang muatan yang ada pada kapal. Ada beberapa bentuk lambung kapal (Seperti Gambar 1) yaitu *Akatsuki bottom*, *U bottom*, *round bottom*, *parallel epididium bottom* dan *V bottom* (Satoto, 2019)



Gambar 1. Bentuk Lambung Kapal
Sumber: (Satoto, 2019)

Capaian pembelajaran pada mata kuliah bangunan dan stabilitas adalah mahasiswa mampu memahami terkait bangunan kapal dan konsep dasar stabilitas kapal. Metode yang dapat digunakan yaitu dengan melaksanakan praktikum pembuatan miniatur kapal dan uji stabilitas kapal melalui *inclining test*. *Inclining Test* adalah metode untuk mendapatkan secara akurat berat dan titik berat kapal kosong sebagai bahan rekomendasi (Biro Klasifikasi Indonesia, 2015). Pengujian ini menggunakan berat sebuah benda tertentu sehingga kapal cenderung ke kanan atau kiri untuk mengujinya (Azhar & Kristiyono, 2020).

Studi mengenai rancang bangun kapal alat uji stabilitas kapal telah dilakukan oleh (Gunawan, 2019) dengan objek kapal kargo. Penerapan *inclining test* dimulai dari Tahun 2017 Uji Stabilitas Kapal dengan metode *inclining test* pada kapal patrol 28 meter di Batam (Saputra et al., 2017), serta penelitian dan analisa yang serupa menggunakan objek kapal yang besar baik berbahan besi maupun bahan kayu. Kemudian pada tahun 2018, yaitu Uji Stabilitas Kapal KM Sabuk Nusantara 99 sesuai data teoritis dan hasil *inclining test* sebagai pembanding (Siti Rahayu Ningsih, 2018), tahun 2021 terdapat 2 penerapan *inclining test* yang dipublish yaitu pengujian *inclining test* pada kapal kayu dalam kegiatan pelatihan dan pengabdian masyarakat (Hasbullah et al., 2021) dan pembuatan model alat simulasi *inclining test* yang dilakukan oleh Chandra Kusuma dengan penambahan alat ukur kemiringan secara digital (Chandra Kusuma, 2021).

Melihat dari perkembangan studi literatur dari *inclining test* yang mayoritas dilaksanakan pada objek yang besar, sehingga diperlukan model miniatur kapal untuk mendukung kegiatan praktikum *inclining test* dalam skala kecil agar mahasiswa mampu memahami dengan mudah. Tujuan dari karya tulis ini adalah untuk mengetahui proses produksi miniatur kapal sebagai peraga praktik *inclining test*, menerapkan prosedur *inclining test* pada minatur kapal, serta perhitungan KG kapal melalui hasil dari *inclining test*..

BAHAN DAN METODE

Alat alat yang digunakan pada penelitian ini berupa mesin produksi yaitu, mesin jigsaw (pemotong kayu) merk Krisbow, Gerinda Potong merk Makita, Penggaris Siku 30 cm, Penggaris Ukuran 30 cm, Amplas Susun 240, Mata Gerinda Potong, Lem Pistol, Tali, Pemberat berukuran 500 gram dan 1000 gram.

Sedangkan bahan bahan yang digunakan pada peneitian ini adalah, Triplek berukuran tebal 3mm, PlyWood, Lem Stick, Desain Kapal yang sudah dicetak berukuran A1, pelumas SAE 40 dan lem kayu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

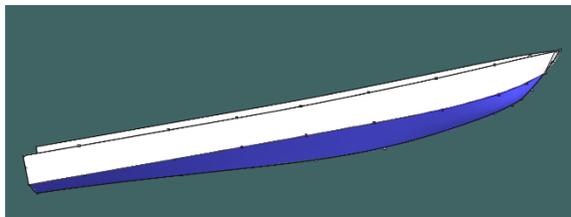
Fabrikasi Miniatur Kapal

Fabrikasi merupakan suatu proses mengolah, memproses, dan menghasilkan suatu produk tertentu (Manalu et al., 2022), dalam hal ini fabrikasi yang dilakukan untuk menghasilkan sebuah miniatur kapal. Fabrikasi miniatur kapal dibuat berdasarkan desain rencana garis (*Lines Plan*) berdasarkan ukuran utama kapal (Utomo, 2012) seperti pada tabel 1. Setelah pembuatan rencana garis, Langkah selanjutnya adalah membuat gambar desain 3D miniatur kapal (Swastitanaya & Kurniawati, 2021). Desain 3D kapal dibentuk seperti pada gambar 2. Miniatur kapal dibuat dengan ukuran panjang keseluruhan 81 cm, lebar 24,5 cm, dan tinggi 10 cm sesuai dengan kebutuhan praktikum. Dimensi utama miniatur kapal dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Dimensi miniatur kapal

Dimensi Utama	Ukuran (cm)
LOA	
LWL	77,6
LPP	77,6
B	24,5
H	10
Y	6,5
Cb	0,4

Dari data dimensi pada tabel 1, selanjutnya di proyeksikan melalui rencana garis miniature kapal, serta proyeksi 3D miniature secara tampak isometri yang dapat terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Desain miniatur kapal tampak isometri

Lambung miniatur kapal difabrikasi menggunakan bahan triplek. Bangunan atas dirancang dengan sederhana dan memudahkan dalam pengaturan sarat air dan pembebanan. Uji coba lambung kapal di atas air seperti pada gambar 3 diperlukan untuk memastikan tidak ada kebocoran pada lambung.



Gambar 3. Uji Coba Lambung miniatur kapal

Inclining Test pada Miniatur Kapal

Prosedur melakukan inclining test pada miniatur kapal adalah sebagai berikut:

1. Pengaturan sarat air

Pengaturan sarat air diperlukan untuk menentukan volume displasmen dan displasmen. Pada miniatur kapal ini sarat air diatur pada 6,5 cm, sehingga didapatkan Volume displasmen sebesar 5.684 cm^3 .

2. Pengaturan pemindahan beban

Skenario pemindahan beban pada eksperimen inclining test dapat dilihat pada tabel 2. Jarak masing-masing pemindahan beban adalah 9cm di area midship.

Tabel 2. Skenario Pembebanan

Urutan Pemindahan Beban	Jumlah Beban	
	Kiri (kg)	Kanan (kg)
No. 0	0,5	0,5
No. 1	0	1
No. 2	1	0
No. 3	0,5	1,5
No. 4	1,5	0,5
No. 5	1	2
No. 6	2	1

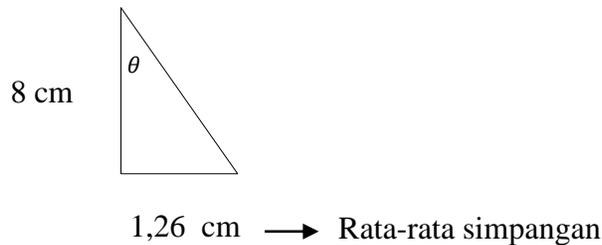
3. Pencatatan hasil pengukuran

Tabel 3. Hasil Pengukuran Eksperimen Inclining Test

Skenario pemindahan beban	Berat Beban (g)	Jarak Pemindahan Beban (cm)	Simpangan Bandul	
			Depan (cm)	Belakang (cm)
No. 0	0	9	0	0
No. 1	1	9	1,2	1,3
No. 2	1	9	1,1	1,2

No. 3	1	9	1,3	1,3
No. 4	1	9	1,4	1,3
No. 5	1	9	1,25	1,2
No. 6	1	9	1,25	1,3

Hasil pengukuran eksperimen inclining test dapat dilihat pada Tabel 3. Pencatatan pengukuran dilakukan pada besar simpangan bandul bagian depan dan bagian belakang untuk masing-masing skenario pemindahan beban. Hasil pengukuran simpangan bandul akan dirata-rata untuk mendapatkan tangen sudut kemiringan dengan panjang tali bandul sebesar 8cm. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Ilustrasi Simpangan Tali

Perhitungan KG dari Data Inclining Test

Perhitungan KG dari data pengujian inclining test dapat mengikuti prosedur sebagai berikut:

a. Perhitungan GM

Dalam perhitungan panjang dari titik G (Gravity) ke titik M (Metacentre) sangat diperlukan pada uji *Inclining Test* (Marcus, 2014). Sehingga persamaan dari GM adalah sebagai berikut:

$$GM = \frac{wxd}{Wx \operatorname{tgn} \theta}$$

Keterangan:

w: berat yang dipindahkan (g)

d: jarak pemindahan (cm)

W: displasmen(g)

Dari hasil rata-rata pengukuran simpangan bandul didapatkan $\operatorname{tgn} \theta$ sebesar 0,157, sehingga didapatkan

$$GM = \frac{1000 \times 9}{5,684 \times 0,157} = 16,63 \text{ cm.}$$

b. Perhitungan BM

Setelah proses perhitungan GM, dilanjutkan dengan perhitungan BM dengan persamaan untuk lambung V bottom. Berdasarkan persamaan yang ada pada modul (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, 2015), BM untuk lambung V bottom dapat dihitung melalui persamaan:

$$BM = \frac{LxB^3}{12V}$$

Keterangan:

L : LWL Kapal (cm)

B: Lebar Kapal (cm)

V: Volumen displasmen (cm³)

$BM = 77,6 \times 24,5^3 / 12 \times 5.684$ (percobaan dilakukan di air tawar dengan massa jenis 1 g/cm³).

$BM = 16,73$ cm.

c. Perhitungan KB

KB merupakan panjang titik K (Keel) ke titik B (Buoyancy) dimana titik B dapat berganti posisi akibat perubahan sarat kapal (Nur Hasim Alfian et al., 2022). KB untuk lambung V bottom dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} KB &= 0,53 T \\ &= 0,53 \times 6,5 \\ &= 3,41 \text{ cm} \end{aligned}$$

d. Perhitungan KM

Persamaan selanjutnya yaitu perhitungan KM, dimana persamaannya sebagai berikut (Putra et al., 2017):

$$\begin{aligned} KM &= KB + BM \\ &= 3,41 + 16,73 = 20,17 \text{ cm.} \end{aligned}$$

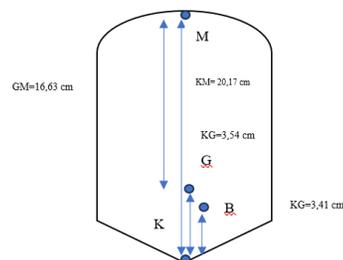
e. Perhitungan KG

$$\begin{aligned} KG &= KM - GM \\ &= 20,17 - 16,63 = 3,54 \text{ cm.} \end{aligned}$$

Validasi

Pada jurnal (Rachman et al., 2014), menjelaskan bahwa ada beberapa titik titik penting dalam stabilitas kapal yaitu titik K (*Keel*), B (*Bouyancy*), G (*Gravity*), dan M (*Metacentre*). Hal yang sama dijelaskan (Santoso et al., 2016) bahwa posisi stabil dari kapal berurutan dari atas yaitu M, G, B, dan K

Setelah proses penghitungan komponen inclining test GM, BM, KB, KM dan KG didapatkan nilai 16,63 cm, 16,73 cm, 3,41 cm, 20,17 cm, dan 3,54 cm dan dilakukan validasi melalui skesta sederhana dari penampang depan kapal, untuk melihat posisi dari titik, K, G, B, dan M. seperti gambar 5 berikut:



Gambar 5 Ilustrasi titik stabilitas miniatur kapal

Pada gambar 5, dapat kita lihat bahwa posisi titik G berada di atas titik B sejauh 0,13 cm yang mana sudah memenuhi syarat bahwa titik G harus berada diatas titik B. Kemudian titik M jauh berada diatas titik G sejauh 16,63 cm yang selanjutnya disebut panjang GM. Dari data dan validasi gambar yang sudah tertera, menunjukkan bahwa hasil perhitungan sesuai dengan yang sudah dijelaskan dalam buku Bangunan dan Stabilitas Kapal.

KESIMPULAN

Proses pembuatan miniatur kapal pengawas perikanan sebagai simulator inclining test dimulai dari desain, kemudian fabrikasi. Fabrikasi dilakukan dengan *framing* desain pada triplek sebagai kerangka dasar, pemotongan, pembentukan lambung, *smoothing* (penghalusan) bagian lambung kapal dan kerangka dasar, *fiberglassing* bagian lambung kapal, serta pembuatan tangki pelumas sebagai wadah dari bandul simpangan tali. Prosedur inclining test pada miniatur kapal yang sudah dibuat dimulai dari pengaturan sarat, pengaturan pemindahan beban, pencatatan simpangan tali bandul, serta analisis data. Rata-rata simpangan tali bandul untuk beban yang dipindahkan sebesar 1000 g adalah 1,26 cm, dengan jarak pemindahan 9 cm, sehingga KG kapal yang didapatkan dari hasil perhitungan sebesar 3,54 cm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua yang terkait dalam proses pembuatan miniatur kepada peserta didik program studi mekanisasi perikanan semester 4 yang telah membantu dalam proses fabrikasi miniatur kapal

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, A., & Mukti, Y. (2017). Rancang Bangun Website Sekolah Menengah Pertama (Smp) Negeri 8 Kota Pagar Alam. *Jurnal Ilmiah Betrik*, 08(03), 156–166.
- Biro Klasifikasi Indonesia. (2015). Petunjuk Pengujian Kemiringan edisi 2015 Biro Klasifikasi Indonesia. In *Petunjuk Pengujian Kemiringan Edisi 2015 Biro Klasifikasi Indonesia: Vol. C* (2015th ed., p. 18). Biro Klasifikasi Indonesia.
- Chandra Kusuma. (2021). Rancang Bangun Model ALat Simulasi Inclining Test. In *Repository Politeknik Negeri Bengkalis*.
- Hamidah, A., Sari, E. N., & Budianingsih, R. S. (2014). Persepsi Siswa tentang Kegiatan Praktikum Biologi di Laboratorium SMA Negeri Se-Kota Jambi. *Jurnal Sainmatika*, 8(1), 49–59.
- Hasbullah, M., Baso, S., Bochari, L., -, R., Sitepu, G., Asri, S., Djafar, W., Anggriani, A. D. E., Ardianti, A., & Asis, M. A. (2021). Pelatihan Pengujian Inclining (Inclining Test) Kapal Kayu dengan Adanya Penambahan Panjang Kapal dan Berlunas Baja Bagi Pengrajin Kapal di Kabupaten Takalar. *JURNAL TEPAT: Teknologi Terapan Untuk Pengabdian Masyarakat*, 4(2), 271–282. https://eng.unhas.ac.id/tepat/index.php/Jurnal_Tepat/article/view/217
- Manalu, L. B. B., Umar, U. H., & Savitri, A. (2022). Analisis Faktor Penyebab Pemborosan. *Rekayasa Jurnal Teknik Sipil Universitas Madura*, 7(2), 1–6.
- Marcus A.T. *Prinsip merancang kapal*. Depok, Indonesia : Teknik Perkapalan Universitas Indonesia, 2014.
- Nur Hasim Alfian, A., Winarno, A., Studi Teknik Sistem Perkapalan, P., Teknik dan Ilmu Kelautan, F., Hang Tuah Surabaya Jl Arief Rahman Hakim, U., Sukolilo, K., Surabaya, K., & Timur, J. (2022). *Analisa Stabilitas Kapal Rescue Craft Yang Telah Dimodifikasi Menjadi Kapal Rigid Hulled Inflatable Boat. (Studi Kasus Kapal Velocean Di Pt. Avenir)*. 12(1).
- Putra, G. L., Wibowo, H. T., & Agusta, F. (2017). Stability analysis of semi-trimaran flat hull ship for a sea transportation model. *Communications in Science and Technology*, 2(2), 42–46. <https://doi.org/10.21924/cst.2.2.2017.52>
- Rachman, I., Subiyanto, L., Suhardjito, G., & Indartono, A. (2014). Identifikasi Garis Stabilitas Melintang

- Kapal Melalui Percobaan Kemiringan Menggunakan Delphi Berbasis Arduino. *Ilmiah Teknik Elektro*, 16, 122.
- Santoso, B., Abdurrahman, N., & Sarwoko. (2016). Analisis Teknis Stabilitas Kapal LCT 200 GT. *Jurnal Rekayasa Mesin, Politeknik Negeri Semarang*, 11(1), 26–31.
- Saputra, H., Yuniarsih, N., & Rianto, D. (2017). Analisa pengaruh Beban Terhadap Stabilitas Statis Kapal Patroli 28 Meter Untuk Pengawasan Perairan di Kepulauan Riau. *Jurnal Integrasi*, 9(2), 149. <https://doi.org/10.30871/ji.v9i2.519>
- Satoto, S. W. (2019). Perancangan Lambung Kapal Tanpa Awak Sebagai Alat Bantu Survei Di Kepulauan Riau. *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Kelautan*, 16(1), 9–15. <https://doi.org/10.14710/kapal.v16i1.21917>
- Siti Rahayu Ningsih. (2018). *Analisa Stabilitas Berdasarkan Data Teoretis Dan Hasil Inclining Test Untuk Stability Analysis Based on Theoretical Data and Inclining Test Result for Km* .
- Swastitanaya, V. P., & Kurniawati, H. A. (2021). Desain Kapal Pengangkut dan Pengolah Sampah Plastik untuk Kepulauan Seribu. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i2.54191>
- Utomo, B. (2012). Pengaruh Ukuran Utama Kapal Terhadap Displacement Kapal. *Ilmiah Bidang Ilmu Kerekayasaan*, 31(1), 84–89.