

# ALE ARCHIPELAGO ENGINEERING 2019

Fakultas Teknik Universitas Pattimura

ISSN: 2620-3995



# PROSIDING

## SEMINAR NASIONAL

FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PATTIMURA  
KAMPUS POKA AMBON  
10 APRIL 2019

*Berbenah dalam Tantangan Revolusi Industri 4.0  
di Bidang Teknologi Kelautan-Kepulauan  
Menuju Tahun Emas 2020*

FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PATTIMURA  
AMBON

2019



**PROSIDING**  
**SEMINAR NASIONAL**

FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PATTIMURA  
KAMPUS POKA AMBON  
10 APRIL 2019

*Berbenah dalam Tantangan Revolusi Industri 4.0  
di Bidang Teknologi Kelautan-Kepulauan  
Menuju Tahun Emas 2020*

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PATTIMURA  
AMBON  
2019**

## SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNPATTI

Assalamualaikum Warohmatullahi Wabarakatuh,  
Salam Sejahtera.

Marilah kita panjatkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya sehingga kegiatan Seminar Nasional ke -2 Archipelago Engineering 2019 dengan tema **“BERBENAH DALAM TANTANGAN REVOLUSI INDUSTRI 4.0 DI BIDANG TEKNOLOGI KELAUTAN KEPULAUAN MENUJU TAHUN EMAS 2020”** dapat terselenggara dengan baik dan lancar.

Atas nama Keluarga Besar Fakultas Teknik Unpatti, perkenankan saya menyampaikan Selamat Datang di Kampus Fakultas Teknik kepada Bapak Prof. Adi Suryosatyo dari Universitas Indonesia, Bapak Dr. I Made Ariana, ST., MT. dari ITS dan dan Ibu Cathy Garden dari Selandia Baru sebagai *Keynote Speakers*, para pemakalah dan peserta dari luar Universitas Pattimura guna mengikuti seminar ini.

Saya menyambut gembira karena kegiatan Seminar ALE 2019 ini mendapatkan perhatian yang besar dari para dosen di lingkup Fakultas Teknik Unpatti sehingga lebih dari 40 makalah akan dipresentasikan dalam seminar ini. Untuk itu, saya menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Bapak dan Ibu para pemakalah. Saya yakin bahwa dari seminar ini akan menghasilkan ide-ide, konsep-konsep, teknik-teknik dan terobosan–terobosan baru yang inovatif dan bersinergi dengan pengembangan pola Ilmiah Pokok Unpatti terutama di bidang Kelautan Kepulauan.

Seminar ini terselenggara dengan baik karena dukungan dari berbagai pihak, khususnya para sponsor dan kontribusi dari pemakalah dan peserta. Untuk itu, saya menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Secara khusus, saya menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Panitia Penyelenggara atas jerih payah, kerja keras, ketekunan dan kesabarannya dalam mempersiapkan dan menyelenggarakan seminar ini sehingga dapat berjalan baik, lancar dan sukses.

Akhirnya, melalui seminar ini, marilah kita senantiasa perkuat dan perluas jejaring serta kerjasama antar sesama dosen sebagai pendidik, peneliti dan pengabdikan kepada masyarakat dalam mewujudkan Tri Dharma Perguruan Tinggi guna membangun bangsa dan negara tercinta.

Ambon, 10 April 2019  
Dekan Fakultas Teknik Unpatti,



**Dr. Ir. W. R. Hetharia, M.App.Sc**

## **SUSUNAN PANITIA PELAKSANA 2019**

Dr. Novitha L. Th. Thenu, ST., MT  
Nikolaus Titahelu, ST, MT  
Dr. Debby R. Lekatompessy, ST., MT  
Ir. W. M. E. Wattimena, MSc  
Danny Pailin Bunga, ST, MT  
Ir. Latuhorte Wattimury, MT  
N. Maruanaya, SH  
Ir. H. C. Ririmasse, MT  
Ir. John Latuny, MT, PhD

## **SEKSI SEMINAR ALE 2019**

W. M. Rumaherang, ST., MSc, PhD  
D. S. Pelupessy, ST, MSc, PhD  
Prayitno Ciptoadi, ST, MT  
Benjamin G. Tentua, ST, MT  
Mercy Pattiapon, ST, MT  
Meidy Kempa, ST, MT

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNPATTI .....	iii
SUSUNAN PANITIA PELAKSANA .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
 <i>Teknik Perkapalan, Teknik Transportasi Laut</i>	
E. R. de FRETES : .....	1
<b>Analisa Parametrik Channel Flow pada Lambung Kapal Cepat untuk Memperoleh Wake Maksimum. Studi Kasus: Kapal Cepat Rute Ambon Wayame</b>	
SONJA TREISJE A. LEKATOMPESSY: .....	6
<b>Pengaruh Variasi Parameter Pengelasan Terhadap Kualitas Hasil Pengelasan</b>	
OBED METEKOHY : .....	9
<b>Analisa Pengaruh Karakteristik Teknis Desain Terhadap Proses <i>Setting</i> Kapal Pukat Cincin di Maluku</b>	
HELLY S. LAINSAMPUTTY : .....	15
<b>Analysis Of Principle Dimension And Shape Of Purse Seiners In Ambon Island</b>	
WOLTER R. HETHARIA, A. FENINLAMBIR, J. MATAKUPAN, F. GASPERSZ: .....	20
<b>Pengaruh Dimensi Terhadap Parameter Stabilitas Kapal-Kapal Penumpang Kecil Material FRP</b>	
LEKATOMPESSY DEBBY R, SOUMOKIL RUTH P, RIRIMASSE HEDY C. : .....	26
<b>Analisa Response Dinamik Pada Sambungan Konstruksi Kapal Kayu Berdasarkan Tipe Mesin Yang Digunakan</b>	
EDWIN MATATULA: .....	31
<b>Studi Pemilihan Jenis Alat Angkut Bahan Bakar Minyak Wilayah Kepulauan</b>	
MONALISA MANUPUTTY : .....	39
<b>Pengaruh Getaran Dan Kebisingan Terhadap Kelelahan Kerja Pada Awak Kapal Ikan Tipe <i>Pole And Line</i></b>	
 <i>Teknik Sistem Perkapalan</i>	
ABDUL HADI, B. G. TENTUA : .....	45
<b>Algoritma Simulasi Numerik Getaran <i>Dirrect Inline Harmonical Cam Follower</i> Pada <i>Valve Train Manifold</i> Motor Diesel</b>	
DANNY S. PELUPESSY : .....	52
<b>Studi Karakteristik Momen Torsi Akumulator Pegas Untuk Penggerak Langkah (Step-Drives)</b>	
JACOB D. C. SIHASALE, JERRY R. LEATEMIA : .....	57
<b>Analisis Penempatan Lokasi Station AIS (Automatic Identification Sistem) Di Ambon Guna Mendukung Monitoring ALKI (Alur Laut Kepulauan Indonesia) III Secara Maksimal</b>	
LATUHORTE WATTIMURY : .....	64
<b>Tinjauan Analisa Kerja Signal AF dan RF Terhadap Kinerja Peralatan Pemancar Dan Penerima Stasiun Radio Pantai Distrik Navigasi Ambon</b>	
MESAK FRITS NOYA, ABDUL HADI : .....	72
<b>Studi Eksperimental Pengaruh Posisi Pengelasan Terhadap Sifat Mekanis Baja Karbon Rendah</b>	

NOVITHA L. TH. THENU : .....	78
<b>Pemisahan Sinyal Bunyi Dari <i>Microphone Array</i> Dengan Menggunakan Metode <i>Blind Source Separation - Independent Component Analysis</i> Untuk Memantau Kondisi Poros Retak</b>	
PRAYITNO CIPTOADI : .....	83
<b>Pengaruh Variasi Diameter Pipa Isap Terhadap Karakteristik Pompa Sentrifugal</b>	
<i>Teknik Mesin, Teknik Informatika, Teknik Elektro</i>	
ANTONI SIMANJUNTAK, JOHANIS LEKALETTE : .....	87
<b>PLTS di Pulau Osi dan Permasalahannya</b>	
BENJAMIN GOLFIN TENTUA, ARTHUR YANNY LEIWAKABESSY : .....	95
<b>Studi Eksperimental Sifat Mekanis Tarik dan Bending Komposit Serat Empulur Sagu</b>	
JANDRI LOUHENAPESY, SEFNAT J. ETWAN SARWUNA : .....	102
<b>Analisa Kinerja Rem Cakera Akibat Modifikasi Kaliper Roda Belakang Terhadap Keselamatan Pengendara Sepeda Motor</b>	
NICOLAS TITAEHELU, CENDY S. E. TUPAMAHU: .....	108
<b>Analisis Pengaruh Masukan Panas pada Oven Pengering Bunga Cengkeh Terhadap Karakteristik Perpindahan Panas Konveksi Paksa</b>	
W. M. RUMAHERANG : .....	115
<b>Evaluasi Karakteristik Energy Torque Converter Berdasarkan Pengaruh Rasio Putaran Terhadap Koefisien Torsi dan Efisiensi</b>	
ELVERY B. JOHANNES : .....	121
<b><i>Indexing</i> pada Sistem Penalaran Berbasis Kasus Menggunakan Metode <i>Complete-Linkage Clustering</i></b>	
SAMY J. LITILOLY, NICOLAS TITAEHELU : .....	128
<b>Laser Semikonduktor GaAs Jenis Double Heterojunction Sebagai Sumber Cahaya dalam Komunikasi Optik</b>	
<i>Teknik Industri</i>	
ALFREDO TUTUHATUNEWA : .....	135
<b>Model Agile Supply Chain Industri Perikanan di Kota Ambon</b>	
AMINAH SOLEMAN : .....	141
<b>Analisis Beban Kerja Mental Dan Fisik Karyawan Pada Lantai Produksi Dengan Metode Nasa-Tlx Dan <i>Cardiovascularload</i></b>	
DANIEL B. PAILLIN, JOHAN M TUPAN, RIZKI ANGGRAENI UTAMI PUTRI : .....	147
<b>Penerapan <i>Algoritma Differential Evolution</i> untuk Penyelesaian Permasalahan <i>Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)</i>. (Studi Kasus: PT. Paris Jaya Mandiri)</b>	
MARCY L. PATTIAPON, NIL EDWIN MAITIMU : .....	154
<b>Perencanaan Produksi Kerajinan Kulit Kerang Mutiara dengan Menggunakan Metode Agregat di Kota Ambon</b>	
J. M. TUPAN : .....	158
<b>Desain Pemasaran Online Berbasis Web untuk Pemasaran Produk Kerajinan Kerang Mutiara di Kota Ambon. (Studi Kasus: Pondok Mutiara)</b>	
NIL EDWIN MAITIMU, MARCY L. PATTIAPON : .....	167
<b>Penerapan <i>Economic Order Quantity (EOQ)</i> Guna Menganalisa Pengendalian Persediaan Bahan Baku Daging Buah Pala pada Usaha Kecil Menengah (UKM) Hunilai di Dusun Toisapu Desa Hutumuri</b>	
RICHARD A. de FRETES : .....	172
<b>Pengembangan Komunitas Pesisir Di Kecamatan Leitimur Selatan dengan Memanfaatkan Kearifan Lokal</b>	

MOHAMMAD THEZAR AFIFUDIN, ARIVIANA LIENTJE KAKERISSA : .....	179
<b>Aplikasi Pendekatan N-Stage untuk Masalah Pengrutean dan Penjadwalan Truk-Tunggal di Daerah Kepulauan. (Studi Kasus pada Koperasi Unit Bersama Negeri Booi, Saparua)</b>	
W. LATUNY : .....	186
<b>Memprediksi Harga Jual Rumput Laut Kering Pada Tingkat Petani Dengan Data Mining</b>	
IMELDA CH. POCERATU : .....	200
<b>Implementasi Ekoteologi dalam Pencegahan Pencemaran Lingkungan Laut di Pasar Arumbai Ambon</b>	
 <i>Teknik Sipil, Perencanaan Wilayah &amp; Kota</i>	
A. KALALIMBONG : .....	209
<b>Tinjauan Hasil Peningkatan Saluran Suplesi Geren Meten Pulau Buru</b>	
S. G. M. AMAHEKA, FUAD H. OHORELLA, JESICA NAHUMURY : .....	215
<b>Analisis Biaya Operasnal Kendaraan di Kota Ambon</b>	
MEIDY KEMPA : .....	222
<b>Kajian Tentang Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keterlambatan Proyek Gedung di Kota Ambon : Peringkat Faktor &amp; Solusi Penanggulangannya</b>	
SAMMYLES G. M. AMAHEKA, ARIVIANA L. KAKERISSA: .....	229
<b>Pengaruh Penerapan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Terhadap Biaya Proyek Konstruksi Bangunan Gedung di Kota Ambon</b>	
PIETER TH. BERHITU : .....	236
<b>Model Stuktural Aspek Peran Zonasi dan Masyarakat dalam Pengelolaan Pesisir Kota Ambon Berkelanjutan</b>	
 <i>Tambahan</i>	
RIKHARD UFIE, ROY R. LEKATOMPESSY, ZICO MARLISSA: .....	243
<b>Kaji Kapasitas Pendinginan Ikan dengan Menggunakan Es dalam Kemasan Plastik</b>	
FELLA GASPERSZ, ABDUL DJABAR TIANOTAK, RUTH P. SOUMOKIL: .....	248
<b>Kajian Kualitas Kelas Awet Limbah Batang Kulit Pohon Sagu Sebagai Material Alternatif Bangunan Kapal</b>	
ABDUL DJABAR TIANOTAK, H. C. RIRIMASSE, ELVERY B. JOHANNES: .....	252
<b>Uji Kelayakan Ekonomis Pengembangan Fasilitas Bongkar Muat dan Turun Naiknya Penumpang di Pelabuhan Hurnala Maluku Tengah</b>	
H. C. RIRIMASSE, ABD. DJABAR TIANOTAK, ELVERY B. JOHANNES : .....	257
<b>Penentuan Sistim Trasportasi Unggulan Di Kawasan Pengembangan Ekonomi Terpadu (Kapet) Seram Provinsi Maluku</b>	
BILLY J. CAMERLING : .....	261
<b>Pemilihan Alternatif Bahan Bakar Mesin Pembangkit PLTD Menggunakan Metode Value Engineering</b>	

*Kelompok Bidang Kajian:*

**TEKNIK PERKAPALAN**

**TEKNIK TRANSPORTASI LAUT**

## PENGARUH DIMENSI TERHADAP PARAMETER STABILITAS KAPAL-KAPAL PENUMPANG KECIL MATERIAL FRP

Wolter R. Hetharia<sup>1)</sup>, Amar Feninlambir<sup>2)</sup>, Johana Matakupan<sup>3)</sup>, Fella Gaspersz<sup>4)</sup>

E-mail: <sup>1)</sup>[hethariawr@yahoo.com](mailto:hethariawr@yahoo.com), <sup>2)</sup>[amarfenza@gmail.com](mailto:amarfenza@gmail.com),

<sup>3)</sup>[matakupanjohanna@gmail.com](mailto:matakupanjohanna@gmail.com), <sup>4)</sup>[fella.gsp73@gmail.com](mailto:fella.gsp73@gmail.com)

Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Pattimura - Ambon

### ABSTRAK

Kontribusi kapal-kapal penumpang kecil kecepatan tinggi (speed-boats) dalam menunjang transportasi penumpang di wilayah kepulauan sangat dibutuhkan. Hal ini terkait dengan kebutuhan penumpang untuk menempuh waktu pelayaran yang pendek serta input penumpang yang sedikit untuk jarak pelayaran pendek. Namun seringkali terjadi berbagai kecelakaan yang diakibatkan oleh berbagai faktor internal dan external dari kapal yang berdampak pada hilangnya harta dan jiwa manusia di laut. Salah satu faktor internal yang berpengaruh terhadap kecelakaan kapal ialah parameter stabilitas yang ditinjau pada kondisi awal maupun sudut kemiringan besar (large angle of inclinations). Parameter stabilitas sangat tergantung dari dimensi kapal, terutama lebar dan tinggi kapal. Speed-boat yang beroperasi di Perairan Maluku dan sekitarnya kebanyakan tanpa dibekali dengan kajian teknis. Hasil kajian riset ini dimaksudkan untuk memberikan pertimbangan tentang pengaruh dimensi terhadap parameter stabilitas speed-boat. Riset diawali dengan pengambilan database kapal serta pengembangan bentuk geometri dan rencana umum dilanjutkan dengan komputasi parameter kapal serta variasi lebar serta tinggi kapal. Tiap konfigurasi kapal menghasilkan parameter stabilitas tersendiri. Selanjutnya hasil variasi terhadap dimensi kapal dinyatakan dalam bentuk model regresi. Model regresi yang dikembangkan adalah valid dan dapat digunakan selanjutnya. Parameter stabilitas adalah merupakan variabel dependent (Y) sedangkan dimensi lebar ( $X_1$ ) dan tinggi ( $X_2$ ) adalah merupakan variabel independent. Semua parameter stabilitas dinyatakan dalam bentuk persamaan sebagai fungsi dimensi lebar dan tinggi kapal. Selanjutnya para pengguna (users) dapat mengevaluasi pengaruh dimensi terhadap parameter stabilitas kapal pada tahapan awal desain. Hasil akhir dari riset ini dapat dijadikan referensi untuk pengembangan riset lanjutan tentang pengembangan stabilitas kapal.

**Kata kunci:** variasi dimensi, model regresi, parameter stabilitas

### 1. PENDAHULUAN

Sarana transportasi penumpang di wilayah kepulauan adalah mutlak diperlukan. Dalam kasus ini, transportasi penumpang dengan kapal kecil kecepatan tinggi (speed-boat) adalah jenis alat transportasi laut yang sangat dibutuhkan, terutama di Propinsi Maluku. Input penumpang dengan jumlah kecil adalah sesuai dengan kondisi pulau-pulau kecil. Selain itu, kecepatan kapal yang tinggi memungkinkan waktu pelayaran yang pendek sangat diminati oleh penumpang. Sayangnya operasional kapal-kapal tersebut belum sepenuhnya didukung oleh kajian aspek teknis perkapalan. Berbagai kekurangan yang berada pada jenis kapal ini, mulai dari aspek stabilitas, perlengkapan, kualitas operator dan lainnya.

Kenyataannya bahwa sering terjadi kecelakaan di laut untuk type kapal kecil ini yang diakibatkan oleh kondisi cuaca buruk dan faktor kegagalan operator kapal (human error) dimana hal ini berdampak pada korban jiwa manusia di laut. Kecelakaan kapal-kapal tersebut diakibatkan oleh

cuaca laut buruk, performance kapal serta kualitas operator kapal. Salah satu faktor internal yang berpengaruh terhadap kecelakaan kapal ialah parameter stabilitas. Parameter stabilitas dapat ditinjau dari kondisi posisi tegak maupun sudut kemiringan besar (large angle of inclinations). Parameter stabilitas ini mempunyai nilai minimal atau maximal yang diisyaratkan oleh rules terkait, akan tetapi hal ini belum berlaku untuk speed-boat dimaksud.

Salah satu faktor yang berpengaruh langsung terhadap parameter stabilitas ialah dimensi kapal. Pemilihan dimensi kapal akan mempengaruhi stabilitas sekaligus hambatan atau daya dorong kapal. Studi ini mengkaji pengaruh dimensi (lebar dan tinggi) terhadap parameter stabilitas kapal. Hasil studi ditampilkan dalam bentuk persamaan serta grafik dua dimensi sehingga pengguna dapat memperoleh nilai stabilitas sebagai fungsi dari lebar dan tinggi kapal. Studi ini merupakan kajian awal dimana hasil studi merupakan suatu referensi untuk digunakan pada studi lanjut di masa depan.

## 2. KAJIAN TEORI DAN METODE

### 2.1. Kajian Teori

Kebutuhan transportasi penumpang dengan speed-boat tersedia di berbagai jalur transportasi antar pulau terutama di wilayah kepulauan. Dalam praktiknya sering terjadi kecelakaan speed-boats yang berdampak pada kehilangan jiwa dan harta benda di laut [1]. Berbagai penyebab kecelakaan speed-boat berhubungan dengan kondisi laut buruk, beban kelebihan, skill operator kapal, peralatan kapal, kesiapan operator, kewenangan pihak otoritas pelabuhan serta kelayakan kapal tersebut [2]. Kejadian tenggelam dan terbaliknya speed-boat di Perairan Maluku dan beberapa perairan lainnya di Indonesia sering terjadi hampir setiap tahunnya. Selain itu, upaya untuk mengatasi masalah ini seperti menghentikan operasional kapal sewaktu cuaca buruk, evaluasi kelayakan kapal dan inovasi kapal anti-tenggelam masih perlu dikaji lanjut [2].

Suatu kapal yang terapung di air memenuhi hukum Archimedes dimana secara singkat dalam teknik perkapalan dinyatakan sebagai: Jumlah berat air dari bagian kapal yang tercelup (displasemen) adalah sama dengan berat total kapal tersebut atau dengan rumus [3, 4, 5, 6]:

$$\Delta = W_{total} = LWT + DWT \quad (1)$$

dimana:

$\Delta$  = displasemen berat

$W_{total}$  = Berat total kapal

$LWT$  = berat kapal kosong

$DWT$  = bobot mati kapal

Berat kapal kosong selanjutnya dibagi atas:

$$LWT = W_S + W_M + W_O \quad (2)$$

dimana:

$W_S$  = berat struktur kapal

$W_M$  = berat mesin propulsi

$W_O$  = berat perlengkapan

Bobot mati kapal selanjutnya terdiri dari:

$$DWT = W_{pass} + W_{FO} + W_C + W_{PR} \quad (3)$$

dimana:

$W_{pass}$  = berat penumpang dan bagasi

$W_{FO}$  = berat bahan bakar dan air

$W_C$  = berat ABK dan bagasi

$W_{PR}$  = berat provisi

Sedangkan displasemen berat  $\Delta$  dihitung sebagai

$$\Delta = V \times \dots = C_B \times L \times B \times T \times \dots \quad (4)$$

dimana:

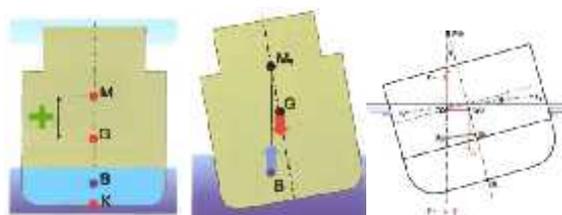
$L$  = panjang kapal     $B$  = lebar kapal

$T$  = tinggi sarat kapal     $V$  = Displasemen Volume

$C_B$  = Koefisien block

$\dots$  = berat jenis air (= 1,025 ton/m<sup>3</sup> untuk air laut)

Stabilitas suatu kapal dapat dijelaskan secara sederhana terlihat pada gambar berikut ini [7, 8].



Gambar 1. Komponen Stabilitas Kapal

Pada gambar di atas terlihat komponen stabilitas kapal yang terdiri dari:

- Jarak vertikal titik tekan kapal =  $KB$
- Jarak Titik berat vertikal kapal =  $KG$ .
- Radius metasenter melintang kapal =  $BM$
- Tinggi metasenter kapal =  $GM_T$
- Lengan stabilitas kapal =  $GZ$

Kriteria stabilitas suatu kapal ditentukan melalui komponen stabilitas "GM" dimana:

$$GM_T = KB + BM - KG \quad (5)$$

$$KB = (0,5 \text{ sd } 0,66) T \quad (6)$$

$$BM = (L \times B^3) / (12 V) \quad (7)$$

$KG$  sangat tergantung pada kondisi pemuatan kapal, termasuk tinggi geladak atau tinggi tempat duduk di kapal. Stabilitas suatu kapal akan layak jika " $GM_T$  bernilai +" atau " $GM_T > 0$ " dan akan tidak layak jika " $GM_T$  bernilai -" atau " $GM_T < 0$ ". Ketika terjadi sedikit kemiringan pada kapal dengan sudut kemiringan  $\phi$  maka titik tekan berpindah ke samping sehingga membentuk momen kopel dengan lengan stabilitas:

$$GZ = GM_T \cdot \sin \phi \quad (8)$$

Kondisi ini membuat adanya momen balik dari kapal untuk menegakan kapal ke posisi awal dengan momen balik sebesar

$$M_{balik} = \Delta \times GZ \quad (9)$$

Konsep dasar untuk kapal tidak terbalik adalah "nilai  $GM_T$  yang besar". Hal ini dapat dicapai dengan memperbesar lebar kapal untuk menaikkan nilai  $BM$  atau menempatkan muatan agak ke dasar kapal untuk menurunkan nilai  $KG$ . Untuk memperbesar lebar kapal agak menyulitkan dimana kapal-kapal kecil kecepatan tinggi ini akan mengalami hambatan yang besar sehingga kecepatan kapal menurun. Pada prinsipnya dalam mendesain suatu kapal haruslah ada keseimbangan antara komponen stabilitas tersebut.

Speed-boat penumpang yang ditinjau ini diklasifikasikan dalam "High-Speed Craft (HSC)". Akan tetapi sampai saat ini belum ada rules yang mengatur tentang syarat teknis speed-boat. Parameter stabilitas awal yang harus dipertimbangkan mencakup: vertical centre of buoyancy ( $KB$ ), transverse radius of metacentric  $BM_T$  dan initial metacentric height  $GM_T$ . Parameter kapal tersebut dapat diperoleh di referensi [3, 9]. Akan tetapi untuk kapal-kapal kecil tipe speed-boat ini parameter stabilitasnya harus dikaji lebih dalam untuk stabilitas pada sudut kemiringan besar (large angle of inclination). Sementara itu, untuk beberapa parameter

stabilitas pada sudut kemiringan besar dapat diperoleh dari referensi tentang stabilitas kapal [9, 10, 11, 12] sebagai berikut: Luas daerah di bawah kurva lengan balik ( $GZ$  curve), Lengan balik  $GZ$ , Maximum lengan balik harus terjadi pada suatu sudut kemiringan, Tinggi metasenter awal  $GM_T$  Parameter stabilitas untuk speed-boat perlu dikaji lebih mendalam sehingga menghasilkan suatu kriteria standart yang dapat ditetapkan di kemudian hari.

Dari rumusan di atas terlihat bahwa pengaruh dimensi terhadap parameter stabilitas adalah cukup besar. Tinggi metasenter  $GM_T$  tergantung pada  $KB$ ,  $BM$  dan  $KG$ . Parameter  $KB$  tergantung dari tinggi sarat. Sementara itu,  $BM$  sangat tergantung pada lebar kapal  $B$ . Sebagai tambahan,  $KG$  tergantung dari kondisi tempat duduk di speed boat dan kondisi speed boat ketika penumpang dalam posisi berdiri. Tinggi kapal sangat berpengaruh terhadap stabilitas pada sudut kemiringan besar (large angle of inclinations). Dalam hal ini sangat berpengaruh terhadap nilai  $GZ$  dan parameter desain lainnya.

Oleh sebab itu dalam penelitian ini dilakukan variasi dimensi kapal, yaitu lebar kapal  $B$  dan tinggi kapal  $H$  untuk memperoleh gambaran tentang hasil yang diperoleh dari variasi tersebut. Hasil variasi ini akan dianalisa dan dijadikan referensi terhadap parameter stabilitas untuk pertimbangan desain di masa depan.

## 2.2. Metode

Penelitian ini menghasilkan: Parameter stabilitas kapal-kapal kecil akibat variasi dimensi lebar dan tinggi kapal. Produk ini dicapai melalui langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pengembangan rencana garis dan bentuk geometri lambung dari kapal contoh (parent boat) untuk memperoleh bentuk geometri lambung, parameter hidrostatik dan stabilitas kapal contoh.
2. Komputasi parameter hidrostatik dan stabilitas kapal induk untuk memperoleh parameter hidrostatik dan stabilitas kapal induk (Laboratorium Desain Kapal Fakultas Teknik).
3. Perlakuan variasi dimensi lebar kapal untuk memperoleh hasil yang diharapkan.
4. Perlakuan variasi dimensi tinggi kapal untuk memperoleh hasil yang diharapkan.
5. Komputasi parameter hidrostatik dan stabilitas dari variasi kapal: untuk memperoleh parameter hidrostatik dan stabilitas dari variasi kapal.
6. Presentasi hasil parameter stabilitas dari variasi dimensi, untuk presentasi hasil perhitungan serta proses evaluasi parameter stabilitas kapal.
7. Evaluasi parameter stabilitas kapal untuk memperoleh hasil parameter stabilitas akibat variasi dimensi kapal.

Jalannya penelitian ini didahului dengan beberapa kegiatan riset yang dilakukan sebelumnya oleh penulis [13, 14]. Pengembangan bentuk

geometri lambung kapal dilakukan dengan bantuan software Maxsurf. Selain itu, dengan bantuan software Maxsurf ini dapat dihitung komponen parameter hidrostatik dan stabilitas speed-boat.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Kapal Contoh

Data kapal induk (parent boat) diperoleh dari hasil penelitian sebelumnya [13]. Profil speed-boat yang diambil terlihat pada Gambar 2 sedangkan dimensi speed-boat terlihat pada Tabel 1.

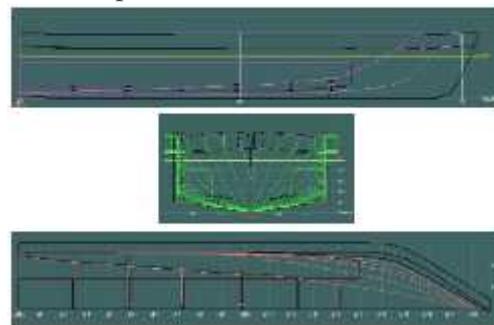


Gambar 2. Profil Speed-Boat Penumpang

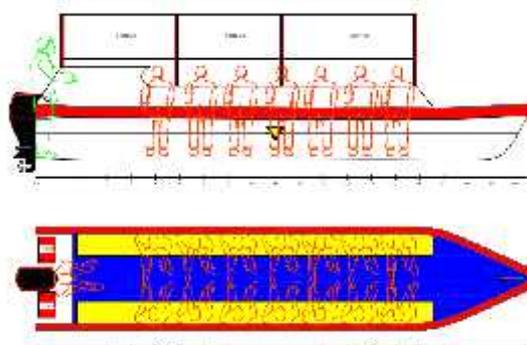
Tabel 1. Dimensi Speed-Boat Penumpang

No	Parameter Speed Boat	Simbol	Nilai	Unit
1	Panjang Seluruh	$L_{OA}$	6,61	m
2	Panjang Garis Air	$L_{WL}$	6,35	m
3	Lebar Kapal	$B$	1,40	m
4	Tinggi Sarat	$T$	0,40	m
5	Tinggi Kapal	$H$	0,65	m
6	Kecepatan	$V_s$	13	knot

Beberapa data tambahan speed-boat adalah sebagai berikut: penumpang 14 orang, operator 1 orang, material Fibreglass Reinforced Plastic (FRP), engine power 40 hp (outboard), berat total 2,28 ton dan jarak tempuh bervariasi. Gambar rencana garis dan rencana umum terlihat pada Gambar 3 dan 4 berikut ini.



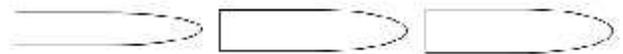
Gambar 3. Rencana garis speed boat



Gambar 4. Rencana umum speed-boat

Variasi dimensi speed-boat dilakukan untuk lebar dan tinggi kapal. Hal ini dilakukan dengan variasi penambahan beberapa lebar kapal dan tinggi kapal terhadap kapal contoh (parent boat). Pada proses variasi dimensi ini terdapat beberapa parameter kapal yang ditetapkan konstan yaitu: panjang kapal, payload, mesin dan perlengkapan.

$$H = 0,66 - 0,71 - 0,76 - 0,81 \text{ dan } 0,86 \text{ m}$$



Gambar 5. Variasi lebar speed-boat

### 3.2. Skenario Variasi Dimensi Kapal

Variasi lebar kapal dilakukan dengan menambahkan ukuran lebar terhadap lebar (waterline) speed-boat contoh (Gambar 5). Ukuran lebar waterline speed-boat awal ialah  $B_{WL} = 1,20$  m. Variasi lebar speed boat ialah sebagai berikut:

$$B_{WL} = 1,20 - 1,25 - 1,30 - 1,35 \text{ dan } 1,40 \text{ m}$$

Sebagai tambahan maka pada proses variasi lebar dan tinggi ini maka terdapat beberapa perubahan, yaitu: sedikit penambahan berat lambung, tinggi sarat berkurang (untuk lebar) dan bertambah (untuk tinggi) untuk mendapatkan payload yang constant. Tinggi sarat ditentukan secara trial and error untuk mendapatkan displasemen yang tepat.

Variasi tinggi kapal dilakukan dengan menambahkan ukuran tinggi terhadap tinggi speed-boat contoh induk (Gambar 6). Ukuran tinggi speed-boat awal ialah  $H = 0,65$  m. Variasi tinggi speed boat ialah sebagai berikut:



Gambar 6. Variasi tinggi speed-boat

### 3.3. Hasil dan Pembahasan

Parameter stabilitas yang dievaluasi ialah KB, BM, KG,  $GM_T$ , GZ (m), Area 0-30, Area 30-40 (m.rad), righting moment RM (t.m). Sebagai contoh, nilai dari parameter BM dan  $GM_T$  sebagai fungsi dari B dan H ditampilkan pada Tabel 2.

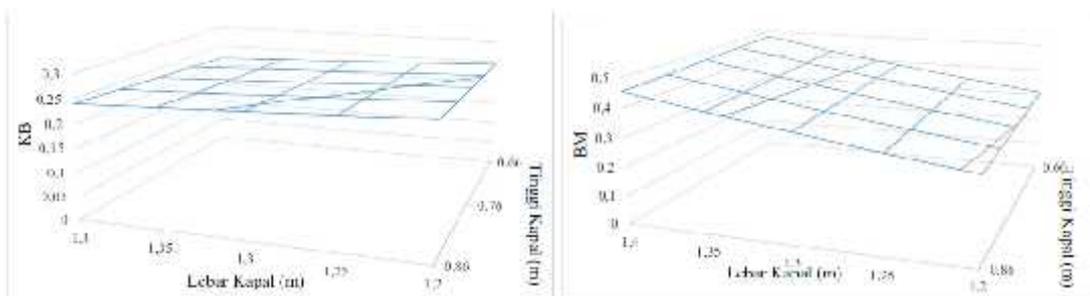
Beberapa grafik nilai parameter stabilitas sebagai fungsi terhadap lebar dan tinggi speed boat (Grafik 2-D) dipresentasikan pada Gambar 7 s/d 9. Pada gambar tersebut terlihat Sumbu-Z merupakan variabel terikat (parameter stabilitas) sedangkan Sumbu-X merupakan lebar speed-boat dan Sumbu-Y merupakan tinggi speed-boat. Contoh hasil regressi persamaan nilai parameter stabilitas  $GM_T$  ditampilkan presentasikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Nilai BM dan  $GM_T$  fungsi dari B dan H

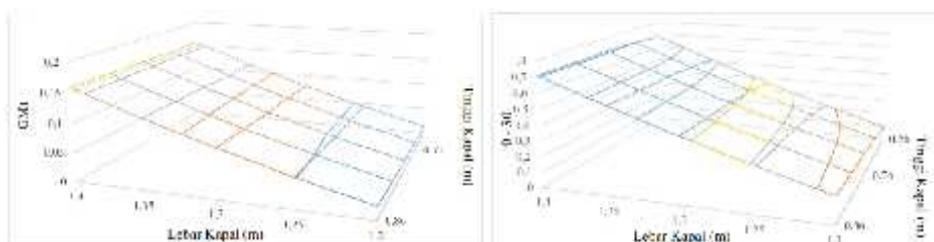
		B				
		1.4	1.35	1.3	1.25	1.2
H	0.86	0.454	0.409	0.368	0.328	0.292
	0.81	0.459	0.415	0.371	0.333	0.296
	0.76	0.466	0.42	0.377	0.336	0.299
	0.71	0.471	0.425	0.382	0.342	0.304
	0.66	0.478	0.43	0.387	0.347	0.309

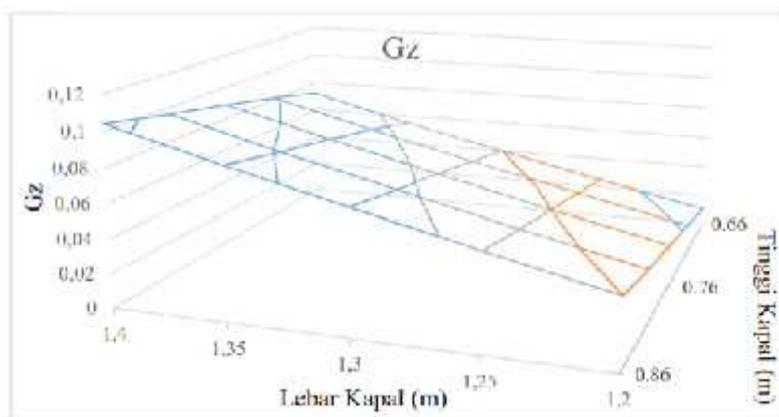
		B				
		1.4	1.35	1.3	1.25	1.2
H	0.86	0.158	0.119	0.084	0.051	0.022
	0.81	0.157	0.118	0.081	0.049	0.019
	0.76	0.157	0.117	0.08	0.046	0.016
	0.71	0.156	0.116	0.079	0.045	0.014
	0.66	0.157	0.115	0.078	0.044	0.013



Gambar 7. KB dan BM sebagai fungsi dari B & H



Gambar 8.  $GM_T$  dan Area 0-30 sebagai fungsi dari B & H



Gambar 9. Nilai GZ sebagai fungsi dari B dan H

Tabel 3. Hasil regresi parameter  $GM_T$ 

## SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.99810183
R Square	0.99620726
Adjusted R Square	0.99584605
Standard Error	0.00317848
Observations	24

## ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	2	0.0557258	0.0278629	2757.94881	3.79319E-26
Residual	21	0.000212158	1.0103E-05		
Total	23	0.055937958			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-0.8449364	0.014708135	-57.446876	1.4019E-24	-0.87552364	-0.81434916	-0.87552364	-0.81434916
X Variable 1	0.69924	0.009428908	74.1591715	6.7434E-27	0.679631513	0.718848487	0.679631513	0.718848487
X Variable 2	0.02564	0.009428908	2.71929689	0.01284763	0.006031513	0.045248487	0.006031513	0.045248487

$$Y = -0.8449364 + 0.69924 X_1 + 0.02564 X_2$$

$$\text{Tes Y} \quad X_1 \quad 1.4 \quad X_2 \quad 0.86 \quad Y \quad 0.158$$

$$\text{Validasi Y} \quad Y \quad 0.15605$$

Hasil-hasil dari parameter stabilitas yang merupakan fungsi dari dimensi lebar dan tinggi kapal kemudian diolah lebih lanjut dengan program Excel. Parameter stabilitas diseleksi untuk mengembangkan model-model parameter. Titik-titik data diolah melalui minimum least squares error curve. Kemudian kurva-kurva menghasilkan model yang menyatakan hubungan antara variabel-variabel terikat dan bebas.

Hasil-hasil model regresi memberikan nilai yang baik untuk koefisien-koefisien  $R$ ,  $R^2$  dan  $SE$ . Koefisien determinasi  $R^2$  mendekati 1 (variasi dari 0,911 s/d 0,999) berarti bahwa data sesuai dengan model regresi. Dalam mengembangkan model regresi, "coefficient of significance level  $\alpha$ "

ditetapkan  $\alpha = 0.05$ . Dari hasil regresi ditemui bahwa nilai koefisien "significance F" untuk semua persamaan  $f(x_1, x_2)$  adalah kurang dari 5 %. Hal ini menyatakan bahwa model regresi adalah signifikan secara statistik dan model adalah layak digunakan. Juga koefisien P-value dari variabel bebas  $x_1$  dan  $x_2$  adalah kurang dari 5% yang berarti bahwa variabel bebas mempunyai kontribusi yang signifikan bagi variabel terikat. Test model regresi terhadap nilai asli dari parameter stabilitas mendapatkan selisih yang kurang dari 0,9 %.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa parameter stabilitas kapal (Y) yang merupakan fungsi

dari lebar ( $X_1$ ) dan Tinggi kapal ( $X_2$ ) adalah sebagai berikut:

$$KB : Y = 0,3256 - 0,1270 X_1 + 0,1070 X_2 \quad (10)$$

$$BM : Y = -0,5383 + 0,3682 X_1 + 0,5454 X_2 \quad (11)$$

$$KG : Y = 0,5629 - 0,0084 X_1 - 0,0188 X_2 \quad (12)$$

$$GM_T : Y = -0,8449 + 0,6992 X_1 + 0,0256 X_2 \quad (13)$$

$$\text{Area 0-30} : Y = -3,4220 + 2,7922 X_1 + 0,2668 X_2 \quad (14)$$

$$\text{Area 30-40} : Y = -4,8160 + 3,1559 X_1 + 1,5784 X_2 \quad (15)$$

$$GZ : Y = -0,4700 + 0,3156 X_1 + 0,1524 X_2 \quad (16)$$

$$RM : Y = -1,1053 + 0,7357 X_1 + 0,3671 X_2 \quad (17)$$

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1. Kesimpulan

Parameter stabilitas sebagai fungsi dari lebar (B) dan tinggi kapal (H) telah ditampilkan melalui suatu hasil kajian riset. Berikut ini dapat ditampilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai parameter stabilitas kapal dikaji melalui suatu model regresi dengan hasil yang signifikan dimana secara statistik dan model regresi adalah layak digunakan
2. Hasil regresi dinyatakan pada persamaan (10) sampai (17) dimana  $X_1$  menyatakan lebar dan  $X_2$  menyatakan tinggi kapal sedangkan  $Y$  menyatakan parameter stabilitas seperti tertera.
3. Pengguna (users) dapat memperoleh nilai parameter stabilitas pada tahapan awal desain dengan batasan: panjang (L) sebesar 6,61 m, lebar ( $B_{WL}$ ) 1,20 s/d 1,40 m dan tinggi (H) 0,66 s/d 0,86 m.

### 4.2. Saran

Beberapa rekomendasi berikut ini penting untuk tahapan riset selanjutnya di masa depan:

1. Perlu adanya kajian lanjut terhadap tinggi sarat
2. Perlu adanya kajian lanjut untuk uji coba model tentang pengaruh dimensi terhadap hambatan kapal

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Basarnas Ambon, 2016, *Data Kecelakaan Kapal Laut 2016*
- [2]. Wolter R Hetharia, Eliza R de Fretes, Fella Gaspersz Abdul J. Tianotak, 2014, Kajian

Tentang Beberapa Aktifitas Masyarakat Maluku di Sektor Kelautan Kajian Tentang Beberapa Aktifitas Masyarakat Maluku di Sektor Kelautan, *Prosiding Kongres Budaya Maluku*, Ambon

- [3]. Parsons, M. G., 2003, "Parametric Design". *Ship Design and Construction* - Chapter 11, Vol. 2., SNAME Publication, Jersey City, NJ, USA
- [4]. Watson, D. G. M. (1998). *Practical Ship Design*. Elsevier Ocean Engineering Book Series, Volume I, ELSEVIER: 48-49, 65-398,
- [5]. Lewis, E. V., 1988, *Principles of Naval Architecture*, Vol. I, Stability and Strength, SNAME, Jersey City, New Jersey.
- [6]. Rawson, K. J. and Tupper, E. C., 1984, *Basic Ship Theory*, Vol. 1, 3<sup>rd</sup> Edition, Longman, New York.
- [7]. Van Dokkum, K, 2003, Ship Knowledge - A Modern Encyclopedia, DOKMAR, Enkhuizen, The Netherland.
- [8]. Barras, B dan Derrett, D. R., 2006, *Ship Stability for Masters and Mates*, 6<sup>th</sup> edition, Butterworth - Heinemann, An Imprint of Elsevier Ltd., Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP, pp. 24-58 dan pp. 118 - 141.
- [9]. Schneekluth, H. and V. Bertram, *Ship Design for Efficiency and Economy*, Butterworth-Heinemann, Second Edition, Oxford, (1998), pp. 14-32, 54-64, 182-184
- [10]. International Maritime Organization (2008), International code on intact stability, 2008 (2008) IS Code, MSC 83/28/Add.2, Annex 13.
- [11]. The Rules of International Code of Safety for High-Speed Craft (2000 HSC Code).
- [12]. The Rules of International Code of Safety for High-Speed Craft, (2008). 2008 Edition.
- [13]. Hetharia, W. R, Gaspersz, F, Feninlambir, A, 2018, Evaluasi Parameter Stabilitas Kapal-Kapal Penumpang Kecil, *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Teknik Universitas Pattimura Ambon*, 26 April 2018, ISSN : 2620-3995.
- [14]. Wolter R Hetharia, Eliza R de Fretes, Fella Gaspersz Abdul J. Tianotak, 2014, Kajian Tentang Beberapa Aktifitas Masyarakat Maluku di Sektor Kelautan Kajian Tentang Beberapa Aktifitas Masyarakat Maluku di Sektor Kelautan, *Prosiding Kongres Budaya Maluku*, Ambon