

ISSN 1412-2332

SenTa

INOVASI
TEKNOLOGI
KELAUTAN

2013

Seminar Teori dan Aplikasi
Teknologi Kelautan

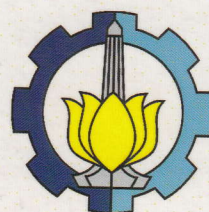


2.a - 2.b

PROSIDING

Teknologi Kelautan
Menjawab Tantangan Energi
dan Perubahan Iklim

Aula B.G. Munaf
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Selasa, 3 Desember 2013



Arek ITS
cak!
Cerdas, Amanah, Kreatif



SUSUNAN PANITIA

Pelindung : Triyogi Yuwono, Prof. Dr (Rektor ITS)
Penanggung Jawab : Eko Budi Djatmiko, Prof, Ir, M.Sc, PhD (Dekan FTK ITS)

Ketua Pelaksana :

Muhammad Zikra, S.T, MSc, Dr. Eng

Anggota :

Beny Cahyono, ST, MT
Septia Hardy Sujatanti, ST, MT

Tim Karya Ilmiah :

Trika Pitana, ST, MSc, Dr. Eng
Rudi Waluyo P, ST, MT, Dr. Eng
Ketut Suastika, Ir, Dr

Anggota :

| | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Djauhar Manfaat, Prof, Ir, MSc, PhD | Eko Budi Djatmiko, Prof, Ir, MSc, PhD |
| Widi A. Pratikto, Prof, Ir, MSc, PhD | I K A Pria Utama, Prof, Ir, MSc, PhD |
| Daniel M Rosyid, Prof, Ir, PhD | Mukhtasor, Prof, Ir, MEng, PhD |
| Achmad Zubaydi, Prof, Ir, MEng, PhD | Ketut Buda Artana, Prof, ST, MSc, PhD |
| A. Agoes Masroeri, Dr, Ir, MEng | Wahyudi, Dr, Ir, MEng |
| Setyo Nugroho, Dr, Ir | Wisnu wardhana, Ir, MSc, PhD |
| Ketut Suastika, Dr, Ir | Wasis Dwi Aryawan, Ir, MSc, PhD |
| Trika Pitana, ST, MSc, Dr | Made Ariana, ST, MSc, Dr, |
| A A B Dinariyana, Dr, ST, Meng | Kriyo Sambodo, Ir, MEng, PhD |
| Sutopo Purwono Fitri, ST, M.Eng, PhD | Rudi Walujo, ST, MT, Dr |

OC (Organizer Committee)

| | |
|------------------|------------------------------|
| Ketua Pelaksana | : Puput Puji Rahayu |
| Sekretaris | : Eva Juniati |
| Bendahara | : Dyah Ayu |
| Ko. Dokumentasi | : Elsa Riskiya Kencana |
| Ko. Publikasi | : Baharika Dicky Probosustyo |
| Ko. Desain | : Ozzy Doni Kresnantoro |
| Ko. Prosiding | : Dony Yusuf Perdana |
| Ko. Acara | : Wilda Rabitha Awalia |
| Ko. Dana | : Ken Sukmaning Gayatri H. |
| Ko. Perlengkapan | : Eko Puji Harianto |
| Ko. Konsumsi | : Muhammad Yasir |

Editor
Intan Sukma Bella Pratiwi

| | | |
|-------------------------|--|---------|
| TE A - 67 | ANALYSIS OF COLLISION AVOIDANCE IN THE MALACCA STRAITS BASED ON HUMAN FACTOR MODEL AND AIS DATA Badruz Zaman | A - 139 |
| TON - A - 73 | PAPER KOMISI B | |
| HULL ION A - 81 | IMPLEMENTASI CONTENT BASED INSTRUCTION (CBI) DALAM PEMBELAJARAN BAHASA INGGRIS UNTUK MAHASISWA PERKAPALAN Desi Tri Cahyaningati dan Perwi Darmajanti | B - 1 |
| wa, A - 88 | DESAIN PROGRAM PRARANCANGAN OPTIMUM KAPAL PENYEBERANGAN ANTAR PULAU UNTUK KAWASAN TIMUR INDONESIA Ganding Sitepu, Daeng Paroka, Mansur Yahya | B - 7 |
| ANTI STEM A - 91 | PERANCANGAN PEMBUATAN PROTOTYPE TURBIN SAVONIUS DALAM RANGKA PEMANFAATAN RENEWEABLE ENERGY (ANGIN) UNTUK SISTEM PENERANGAN PADA KAPAL Mohammad Danil Arifin, Fanny Octaviani, Arif Prasetyo | B - 14 |
| A - 95 | PORTFOLIO ASSESSMENT ON TEACHING WATERTIGHT BULKHEAD POSITION AND SIDE VIEW DRAWING AT PPNS Dimas Endro dan Desi Tri Cahyaningati | B - 21 |
| NOISE A - 102 | TINJAUAN KASUS MUSIBAH TERBAKARNYA KMP LAUT TEDUH 2 DI PERAIRAN SEKITAR PULAU TEMPURUNG - SELAT SUNDA Teguh Sastrodiwongso Aleik Nurwahyudy, Arif Fadillah | B - 28 |
| A - 109 | PERBANDINGAN PENDEKATAN KENT MUHLBAUER DAN FUZZY INFERENCE SYSTEM PADA PROSES PENILAIAN RISIKO : STUDI KASUS PIPA BAWAH LAUT 14" PHE-WMO Budhi Santoso, Ketut Buda Artana, I Made Ariana, A.A.B Dinariyana D.P | B - 36 |
| A - 117 | LAYOUT OPTIMIZATION MODEL FOR DRY BULK PORT BASED ON DISCRETE SIMULATION APPROACH: CASE STUDY SPECIAL PURPOSE PORT OF PT PETROKIMIA GRESIK Hasan Iqbal Nur, Firmanto Hadi | B - 42 |
| IBLE A - 123 | IMPROVEMENT OF ENERGY EFFICIENCY IN FISHING SHIP USING ENERGY SAVING DEVICE Alyuan Dasira, JM Laurens | B - 48 |
| E TANK AR A - 131 | PERANCANGAN ERGONOMI BRIDGE DECK MENUJU ONE - MAN OPERATED Venta Kevara Aprilia, A.A. Masroeri | B - 60 |

D - 57
VALUE
EM-
D - 63

**PENGARUH ELEMEN BANGUNAN KAPAL TERHADAP KOREKSI LAMBUNG
TIMBUL MINIMUM**

Daeng Paroka ; Ariyanto Idrus..... D - 129

D - 69
ARAN
D - 75

RMINAL
AN
D - 83

ROSES
D - 89

IMUR
D - 95

USING
D - 101

a, Deny
D - 110

HING
D - 117

ARNO
SIENSI

mad
D - 122

PENGARUH ELEMEN BANGUNAN KAPAL TERHADAP KOREKSI LAMBUNG TIMBUL MINIMUM

Daeng PAROKA¹ dan Ariyanto IDRUS¹

¹Jurusan Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea Makassar, E-mail: d_paroka@yahoo.com

Abstrak

Fungsi utama lambung timbul adalah untuk memberikan daya apung cadangan apabila terjadi kebocoran pada kapal. Selain untuk cadangan daya apung, lambung timbul juga berpengaruh terhadap stabilitas kapal. Oleh karena itu, penentuan lambung timbul minimum hendaknya mempertimbangkan kondisi stabilitas baik pada kondisi intact maupun damage. Paper ini membahas tentang pengaruh komponen penambahan daya apung cadangan kapal terhadap koreksi lambung timbul minimum khususnya bentuk lambung serta bangunan atas. Sarat kapal dan dimensi bangunan atas divariasikan dan selanjutnya dievaluasi kondisi stabilitas kapal. Berdasarkan hasil simulasi diperoleh koreksi lambung timbul untuk masing-masing komponen penambahan daya apung cadangan. Koreksi lambung timbul tersebut dapat dibandingkan dengan koreksi lambung timbul berdasarkan peraturan lambung timbul nasional maupun internasional. Untuk dapat memformulasikan koreksi lambung timbul sebagai fungsi dimensi bangunan atas dan dimensi kapal, simulasi dilakukan pada empat kapal dengan ukuran dan karakteristik geometri yang berbeda. Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap keempat kapal sampel, diperoleh kesimpulan bahwa perubahan dimensi bangunan atas mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap koreksi lambung timbul pada kapal ukuran kecil. Pada dimensi lebar dan tinggi bangunan atas tertentu, pengaruh bangunan atas terhadap koreksi lambung timbul minimum sangat kecil dan dapat diabaikan. Lebar dan tinggi minimum tersebut lebih kecil dibandingkan dengan tinggi dan lebar standar yang diberikan dalam peraturan lambung timbul minimum dalam negeri oleh karena itu perlu penelitian lebih lanjut tentang tinggi dan lebar bangunan atas standar yang harus dipertimbangkan dalam penentuan koreksi lambung timbul minimum. Koefisien koreksi lambung timbul yang diperoleh lebih kecil dari koefisien koreksi yang diberikan pada peraturan lambung timbul dalam negeri untuk kapal 339 GT dan 750 GT sedangkan untuk kapal 500 GT diperoleh koefisien koreksi yang lebih besar.

Kata kunci : elemen bentuk kapal, lambung timbul dan stabilitas kapal

1. Pendahuluan

Fungsi utama lambung timbul adalah untuk menyediakan daya apung cadangan apabila kapal mengalami kebocoran. Selain itu, lambung timbul juga mempunyai pengaruh yang cukup signifikan terhadap karakteristik lengan stabilitas khususnya sudut kemiringan dimana lengan stabilitas maksimum serta sudut kemiringan dimana lengan stabilitas menjadi nol (*angel of vanishing stability*) (Paroka dan Umeda, 2006). Fakta ini menunjukkan bahwa lambung timbul mempunyai pengaruh yang sangat penting terhadap keselamatan kapal dalam pelayaran. Organisasi Maritim Internasional (IMO) kemudian memasukkan lambung timbul sebagai salah satu parameter keamanan kapal dalam pelayaran. Indonesia sebagai salah satu anggota IMO mengadopsi lambung timbul sebagai parameter keselamatan untuk kapal yang berlayaran dalam negeri.

Penentuan lambung timbul minimum untuk kapal-kapal yang beroperasi di Perairan Internasional diatur oleh IMO melalui *International Load Line Convention* (ILLC) (IMO, 2002) dan untuk kapal yang beroperasi dalam negeri, penentuan lambung timbul minimum didasarkan pada Keputusan Menteri Perhubungan No. KM 3 Tahun 2005 (Kementerian Perhubungan, 2005). Metode estimasi lambung timbul minimum pada kedua peraturan lambung timbul tersebut sama dimana semua elemen bentuk kapal yang dapat memberikan daya apung cadangan terhadap kapal diperhitungkan untuk koreksi lambung timbul minimum baik berupa penambahan atau pengurangan lambung timbul. ILLC tahun 2002 merupakan hasil beberapa kali revisi sejak pertama diterbitkan pada tahun 1966. Begitu juga dengan Peraturan Menteri Perhubungan No. KM 3 Tahun 2005 merupakan hasil revisi dari KM No. 37 Tahun 1986 (Kementerian Perhubungan, 1986). Perubahan atau revisi peraturan penentuan lambung timbul minimum tersebut merupakan penyesuaian dengan perkembangan topologi kapal mulai dari ukuran sampai dengan bentuk badan kapal.

Beberapa parameter koreksi lambung timbul yang mengalami perubahan seiring dengan perkembangan topologi kapal antara lain koefisien bentuk kapal khususnya koefisien blok dan bangunan atas. Kapal dengan koefisien blok yang lebih besar akan mempunyai cadangan daya apung yang lebih besar dibandingkan dengan kapal dengan koefisien blok yang lebih kecil. Volume kebocoran untuk kapal dengan koefisien blok yang lebih besar juga akan lebih besar dibandingkan dengan kapal yang mempunyai koefisien blok yang lebih kecil. Dengan pertimbangan ruang bocor

tersebut, ILLC dan KM No. 3 Tahun 2005 merekomendasikan penambahan lambung timbul apabila koefisien blok lebih besar dari 0.68 dengan besar penambahan berbanding lurus dengan koefisien blok (ILLC, 2002; Kementerian Perhubungan, 2005). Berdasarkan pertimbangan karakteristik lengan stabilitas, kapal dengan koefisien blok yang lebih besar dapat mempunyai karakteristik lengan stabilitas yang lebih baik dibandingkan dengan kapal dengan koefisien blok yang lebih kecil.

Estimasi koreksi lambung timbul yang ditimbulkan oleh bangunan atas merupakan fungsi volume dimana panjang efektif bangunan atas ditentukan berdasarkan lebar dan tinggi aktual bangunan atas. Tinggi standar bangunan atas dibedakan berdasarkan panjang kapal sehingga untuk kapal dengan volume displasmen yang sama tetapi mempunyai panjang yang berbeda akan memberikan koreksi lambung timbul yang berbeda. Untuk kapal ukuran kecil, pengaruh volume bangunan atas dapat menjadi lebih signifikan dibandingkan dengan kapal ukuran besar. Untuk menghindari terjadinya kelebihan atau kekurangan koreksi lambung timbul akibat bangunan atas, penentuan koreksi lambung timbul sebaiknya didasarkan pada rasio volume bangunan atas aktual dengan volume kapal.

Paper ini membahas tentang pengaruh koefisien bentuk khususnya koefisien blok dan bangunan atas terhadap koreksi lambung timbul minimum. Dari hasil pembahasan diharapkan untuk diperoleh formulasi koreksi lambung timbul untuk koefisien blok dan bangunan atas khususnya untuk kapal-kapal yang beroperasi dalam negeri. Formulasi tersebut dapat dijadikan pertimbangan sebagai alternatif koreksi lambung timbul apabila dilakukan revisi terhadap koreksi lambung timbul yang dipakai sekarang.

2. Metode Penelitian

2.1. Kapal sampel

Kapal yang dijadikan sampel dalam paper ini adalah kapal coaster yang banyak dipakai sebagai sarana transportasi untuk daerah-daerah terpencil dan lebih umum dikenal dengan kapal perintis. Kapal tersebut selain dipakai sebagai angkutan barang juga dipakai untuk mengangkut penumpang sehingga dilengkapi dengan bangunan atas yang cukup panjang khususnya *poop deck*. Ruang penumpang pada umumnya ditempatkan di bawah geladak utama serta pada *poop deck*. Untuk kebutuhan analisis yang lebih detail, 3 (tiga) ukuran kapal yang berbeda dengan type yang sama dijadikan sampel. Karakteristik dimensi dari masing-masing kapal sampel ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik dimensi kapal sampel

| Dimensi | Satuan | 339 GT | 500 GT | 750 GT |
|----------------------------------|--------------------|---------|--------|---------|
| Panjang antara garis tegak (Lbp) | meter | 57.36 | 46.00 | 52.30 |
| Lebar (B) | meter | 12.00 | 10.40 | 12.00 |
| Tinggi (H) | meter | 3.50 | 4.20 | 4.50 |
| Sarat (T) | meter | 2.70 | 2.85 | 2.90 |
| Lambung timbul (Fb) | meter | 0.80 | 1.35 | 1.60 |
| Koefisien blok (Cb) | - | 0.658 | 0.685 | 0.654 |
| Volume carena (V) | meter ³ | 1222.87 | 933.96 | 1190.31 |

Kapal 339 GT mempunyai panjang dan lebar terbesar sehingga mempunyai volume carena terbesar meskipun saratnya lebih kecil dibandingkan dengan dua kapal sampel yang lain. Kapal 500 GT mempunyai volume carena terkecil karena panjang dan lebarnya lebih kecil dibandingkan dengan kapal lain meskipun saratnya lebih besar dibandingkan dengan kapal 399 GT. Perbedaan karakteristik tersebut akan berpengaruh terhadap koreksi lambung timbul akibat bangunan atas dimana perbandingan volume bangunan atas sebagai daya apung cadangan dengan volume carena kapal terbesar terjadi pada kapal 500 GT.

Berdasarkan desain sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1, kapal 339 GT mempunyai lambung timbul terkecil dan kapal 750 GT mempunyai lambung timbul yang terbesar. Berdasarkan perbandingan panjang kapal, untuk dimensi bangunan atas yang sama, koreksi lambung timbul untuk kapal 500 GT lebih besar karena mempunyai panjang paling kecil dan mempunyai perbandingan volume bangunan atas dengan volume carena yang lebih besar sehingga dengan lambung timbul yang lebih kecil kapal 500 GT tetap aman beroperasi.

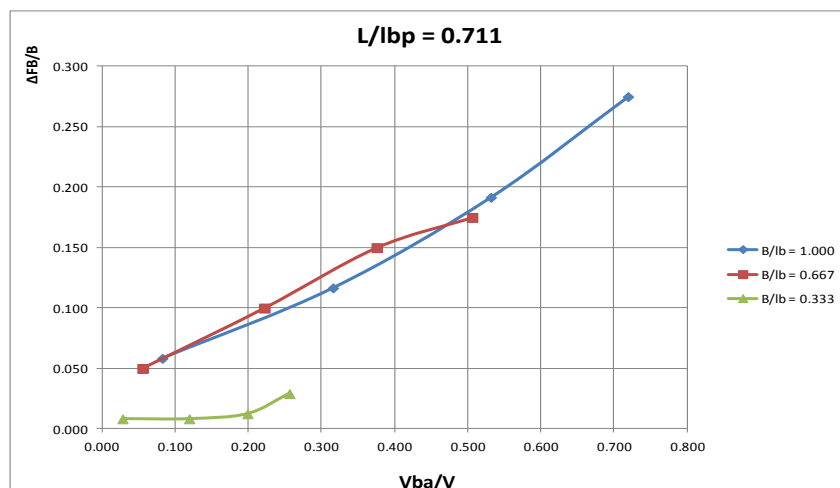
2.2. Metode analisis

Untuk mengamati pengaruh bangunan atas terhadap lambung timbul minimum, dimensi bangunan atas yang termasuk perhitungan koreksi lambung timbul divariasikan. Panjang total bangunan atas divariasikan sebagai fungsi panjang kapal dengan rasio antara panjang total bangunan atas dan panjang kapal yang sama untuk semua kapal. Variasi lebar dan tinggi bangunan atas juga dilakukan dengan rasio lebar bangunan atas dan lebar kapal yang sama. Dengan demikian, volume bangunan atas untuk masing-masing kapal akan berbeda akibat perbedaan panjang dan lebar kapal. Tinggi bangunan atas divariasikan mulai dari yang lebih kecil dari tinggi standar yang ditentukan pada peraturan lambung timbul. Begitu juga dengan tinggi maksimum divariasikan sampai tinggi yang lebih besar dari tinggi standar maksimum bangunan atas. Kombinasi ukuran bangunan atas ditentukan dimana untuk setiap panjang total bangunan atas, lebar dan tinggi bangunan atas divariasikan berdasarkan variasi dimensi yang telah ditentukan. Masing-masing dimensi (panjang, lebar dan tinggi) ditentukan 3 variasi ukuran. Oleh karena itu, untuk setiap kapal akan mempunyai 27 variasi dimensi.

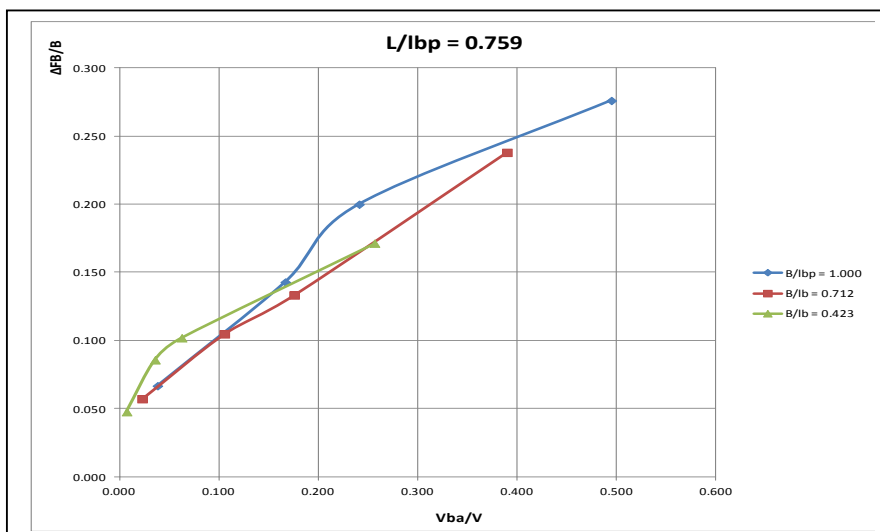
Untuk setiap variasi dimensi bangunan atas, lengan stabilitas kapal diestimasi pada berbagai kondisi sarat pemuatan sampai lengan stabilitas tidak memenuhi kriteria stabilitas IMO (IMO, 2002). Pada perhitungan lengan stabilitas, letak titik berat kapal dalam arah memanjang dan vertikal diasumsikan konstan. Untuk menghitung pengaruh dimensi bangunan atas terhadap lambung timbul minimum, terlebih dahulu diestimasi sarat maksimum kapal tanpa bangunan atas dimana lengan stabilitas masih memenuhi kriteria stabilitas IMO. Perubahan sarat akibat perubahan dimensi bangunan atas menunjukkan perubahan lambung timbul atau koreksi lambung timbul akibat bangunan atas. Hasil perhitungan tersebut kemudian dihubungkan dengan rasio volume bangunan atas dan volume carena untuk mendapatkan fungsi koreksi lambung timbul.

3 Analisis dan Pembahasan

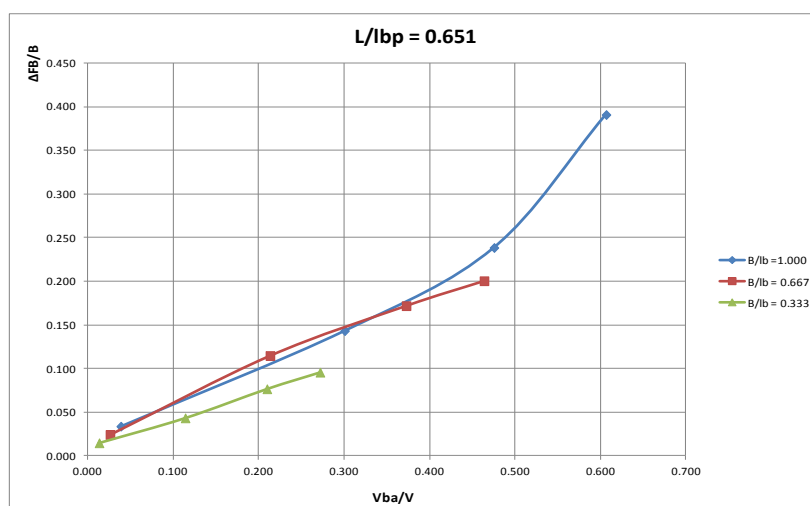
Perubahan lambung timbul atau sarat maksimum dimana lengan stabilitas masih memenuhi kriteria stabilitas IMO untuk masing-masing kapal sampel ditunjukkan pada Gambar 1 – 3. Pada gambar tersebut, sumbu mendatar menunjukkan rasio volume bangunan atas dan volume carena sedangkan sumbu vertikal menunjukkan rasio antara perubahan lambung timbul akibat perubahan dimensi bangunan atas dengan lebar kapal dengan rasio panjang total bangunan atas dan panjang kapal yang tetap untuk setiap kapal sampel. Setiap kurva pada gambar menunjukkan rasio antara lebar bangunan atas dan lebar kapal. Perubahan volume bangunan atas untuk setiap rasio lebar bangunan atas dan lebar kapal disebabkan oleh perbedaan tinggi bangunan atas.



Gambar 1. Koreksi lambung timbul sebagai fungsi volume bangunan atas kapal 339 GT



Gambar 2. Koreksi lambung timbul sebagai fungsi volume bangunan atas kapal 500 GT



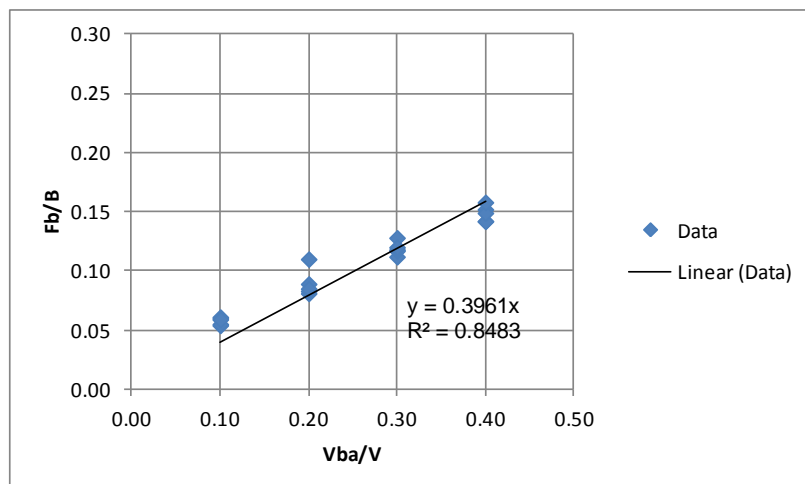
Gambar 3. Koreksi lambung timbul sebagai fungsi volume bangunan atas kapal 750 GT

Koreksi lambung timbul makin besar dengan bertambahnya volume bangunan atas ketika lebar bangunan atas tidak kurang dari 67 persen lebar kapal. Ketika lebar bangunan atas sama dengan 33 persen lebar kapal, perubahan volume akibat penambahan tinggi bangunan atas tidak berpengaruh secara signifikan terhadap perubahan koreksi lambung timbul khususnya untuk kapal 339 GT. Untuk rasio volume bangunan atas yang sama, kapal 339 GT mempunyai koreksi lambung timbul terkecil dan kapal 500 GT mempunyai koreksi lambung timbul yang terbesar. Fakta ini sesuai dengan data kapal dimana kapal 339 GT mempunyai volume karena yang paling besar dan kapal 500 GT mempunyai volume karena yang terkecil. Pada lebar bangunan atas lebih besar dari 66 persen, perubahan tinggi bangunan atas tidak berpengaruh secara signifikan terhadap perubahan koreksi lambung timbul. Fakta ini dapat dilihat dari kurva perubahan koreksi lambung timbul akibat perubahan lebar bangunan atas yang tidak berbeda jauh antara lebar

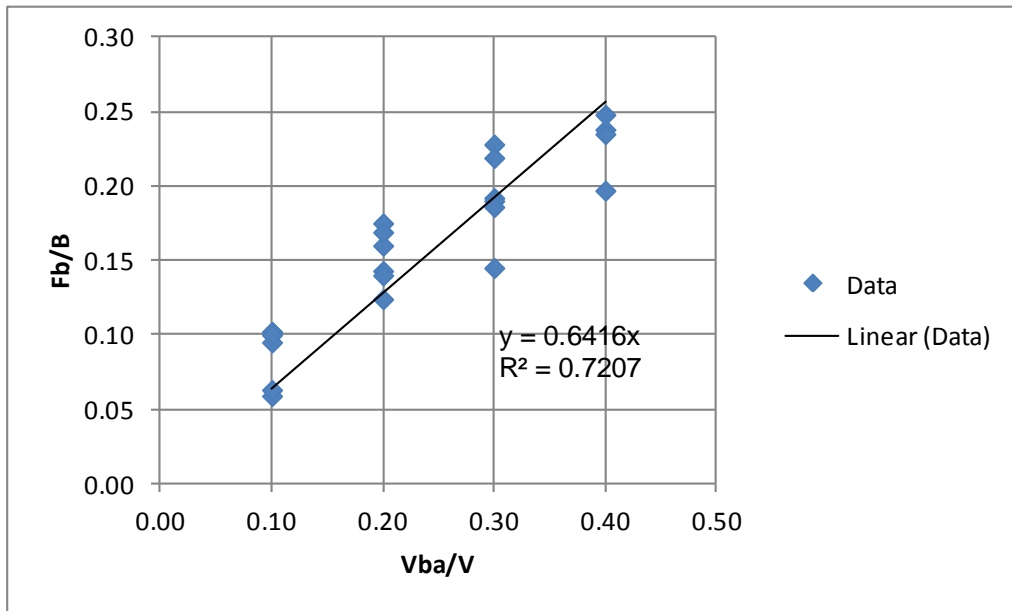
bangunan atas yang sama dengan lebar kapal dan bangunan atas dengan lebar 67 persen lebar kapal untuk kapal 339 GT dan 750 GT.

Koreksi lambung timbul akibat bangunan atas untuk rasio lebar bangunan atas dengan lebar kapal sama dengan 0.67 dan 1.00 mempunyai nilai yang hampir sama sampai dengan rasio volume bangunan atas dan volume carena sama dengan 0.50 khususnya untuk kapal 339 GT dan 750 GT. Pada rasio volume bangunan atas dan volume carena lebih besar dari 0.50, koreksi bangunan atas untuk rasio lebar bangunan atas dan lebar kapal 1.00 mempunyai kecenderungan menjadi lebih besar dibandingkan dengan rasio 0.67. Fakta ini menunjukkan bahwa tinggi bangunan atas mempunyai pengaruh terhadap koreksi lambung timbul ketika rasio antara volume bangunan atas dan volume carena lebih besar dari 0.50. Pada rasio ini, tinggi bangunan atas untuk kapal 339 GT sama dengan 1.25 meter ketika lebar bangunan atas sama dengan lebar kapal dan 1.87 meter ketika lebar bangunan atas sama dengan 0.67 lebar kapal. Pada rasio yang sama, tinggi bangunan atas untuk kapal 750 GT sama dengan 1.46 meter ketika lebar bangunan atas sama dengan lebar kapal dan 2.18 meter ketika lebar bangunan atas sama dengan 0.67 lebar kapal. Hasil ini sesuai dengan peraturan lambung timbul dalam negeri dan internasional dimana makin besar ukuran (panjang) kapal maka tinggi standar bangunan atas juga semakin besar. Lambung timbul kapal 500 GT lebih sensitive terhadap perubahan dimensi bangunan atas. Meskipun demikian, perubahan lambung timbul minimum akibat perubahan dimensi bangunan atas mempunyai kecenderungan yang sama dengan perbedaan yang tidak terlalu besar sampai dengan rasio volume bangunan atas dan volume carena sama dengan 0.50.

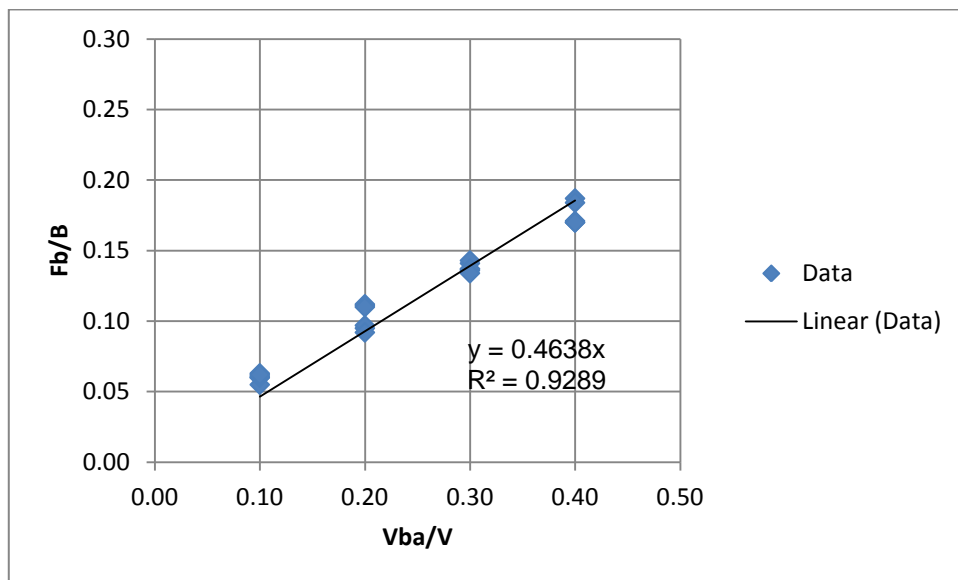
Untuk mendapatkan faktor koreksi lambung timbul akibat bangunan atas untuk ketiga kapal sampel, koreksi lambung timbul untuk rasio volume bangunan atas dan volume carena yang sama ditentukan dengan menggunakan kurva pada Gambar 1 – 3 untuk setiap rasio lebar bangunan atas dan lebar kapal. Gambar 4 – 6 menunjukkan hubungan antara rasio volume bangunan atas dengan volume carena dengan koreksi lambung timbul akibat bangunan atas. Berdasarkan data tersebut dibuatkan model regresi linier koreksi lambung timbul sebagai fungsi rasio volume bangunan atas dan volume carena. Koefisien regresi yang diperoleh menunjukkan bahwa kapal 500 GT mempunyai perubahan koreksi lambung timbul minimum yang lebih besar akibat perubahan dimensi bangunan atas dibandingkan dengan kapal 339 GT dan 750 GT. Hal ini disebabkan oleh volume carena kapal 500 GT lebih kecil dibandingkan dengan dua kapal lainnya. Pada volume carena yang kecil, perubahan volume bangunan atas akan berpengaruh secara signifikan terhadap penambahan daya apung kapal pada saat bangunan atas masuk ke dalam air. Untuk kapal dengan volume carena yang lebih besar, dibutuhkan perubahan volume bangunan atas yang cukup besar untuk memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan koreksi lambung timbul.



Gambar 4. Formulasi koreksi lambung timbul sebagai fungsi rasio volume bangunan atas dan volume carena untuk kapal 339 GT



Gambar 5. Formulasi koreksi lambung timbul sebagai fungsi rasio volume bangunan atas dan volume carena untuk kapal 500 GT



Gambar 6. Formulasi koreksi lambung timbul sebagai fungsi rasio volume bangunan atas dan volume carena untuk kapal 750 GT

Dengan mengkonversi persamaan regresi linier koreksi lambung timbul yang diberikan pada Gambar 4 – 6 di atas maka diperoleh nilai koefisien koreksi lambung timbul untuk masing-masing kapal sampel adalah 22.29 untuk kapal 339 GT, 32.86 untuk kapal 500 GT dan 24.45 untuk kapal 750 GT. Nilai tersebut masih lebih kecil dibandingkan dengan koefisien koreksi yang diberikan baik pada peraturan lambung timbul dalam negeri maupun pada peraturan lambung timbul

internasional yaitu sama dengan 51.0. Perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh koreksi panjang efektif bangunan atas akibat perubahan lebar dan tinggi bangunan atas pada peraturan lambung timbul dalam negeri dan internasional. Panjang bangunan atas yang dipakai dalam penentuan koreksi lambung timbul pada kedua peraturan tersebut adalah panjang efektif bangunan atas yang merupakan fungsi lebar dan tinggi bangunan atas. Apabila lebar bangunan atas lebih kecil dari lebar kapal serta tinggi bangunan atas lebih kecil dari tinggi standar maka panjang efektif diperoleh dari hasil kali antara panjang bangunan atas dengan perbandingan lebar bangunan atas dengan lebar kapal serta perbandingan tinggi dengan tinggi standar bangunan atas. Pada persamaan regresi yang diberikan di atas, dimensi atau volume bangunan atas adalah volume aktual tanpa adanya koreksi akibat perubahan dimensi atau nilai standar yang diberikan. Oleh karena itu, volume bangunan atas berdasarkan peraturan lambung timbul minimum dapat lebih kecil dari volume aktual sehingga untuk mendapatkan koreksi yang mendekati volume aktual bangunan atas, koefisien koreksi ditentukan menjadi lebih besar. Hasil ini menunjukkan bahwa koefisien koreksi lambung timbul akibat bangunan atas yang diberikan pada peraturan lambung timbul dalam negeri terlalu besar untuk diaplikasikan pada kapal sampel. Dengan koreksi tersebut ditambah dengan koreksi akibat elemen bentuk kapal yang lain dapat menyebabkan kapal sampel tidak memenuhi kriteria stabilitas IMO akibat lambung timbul minimum yang terlalu kecil.

4. Kesimpulan dan Saran

Pengaruh bangunan atas terhadap koreksi lambung timbul minimum berdasarkan kriteria stabilitas IMO telah dianalisis untuk tiga kapal sampel dengan type yang sama dan ukuran yang berbeda. Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat dibuat beberapa kesimpulan dan saran sebagai berikut:

1. Perubahan dimensi atau volume bangunan atas mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap koreksi lambung timbul minimum untuk kapal ukuran kecil ketika lebar bangunan atas lebih besar dari 60 persen lebar kapal sehingga disarankan koreksi lambung timbul minimum akibat bangunan atas dalam penentuan lambung timbul minimum didasarkan pada volume bangunan atas aktual. Pada lebar bangunan atas yang lebih kecil dari 60 persen lebar kapal, kenaikan volume bangunan atas akibat penambahan tinggi tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap koreksi lambung timbul minimum.
2. Koefisien koreksi lambung timbul akibat bangunan atas sangat dipengaruhi oleh dimensi atau volume carena kapal dimana semakin kecil volume carena, koefisien koreksi akan semakin besar atau perubahan koreksi lambung timbul semakin besar akibat penambahan dimensi atau volume bangunan atas. Oleh karena itu, untuk kapal ukuran kecil disarankan untuk menggunakan pendekatan dimensi aktual bangunan atas dalam penentuan koreksi lambung timbul minimum akibat bangunan atas.
3. Koefisien koreksi lambung timbul yang diperoleh berdasarkan pertimbangan karakteristik lengan stabilitas yang dievaluasi terhadap kriteria stabilitas IMO lebih kecil dibandingkan dengan koefisien koreksi yang diberikan pada peraturan lambung timbul dalam negeri dan peraturan lambung timbul internasional. Perbedaan tersebut dapat diakibatkan oleh koreksi panjang efektif akibat perubahan lebar dan tinggi bangunan atas pada peraturan lambung timbul minimum.
4. Jumlah kapal sampel yang digunakan sangat terbatas dan hanya satu type kapal sehingga disarankan untuk memperbanyak jumlah dan type kapal sampel dengan ukuran utama yang bervariasi sehingga formulasi umum dari koreksi lambung timbul minimum akibat bangunan atas dapat dibuat lebih general. Selain itu, posisi bangunan atas juga dapat berpengaruh terhadap karakteristik lengan stabilitas. Oleh karena itu disarankan untuk mengamati pengaruh bangunan atas terhadap lambung timbul minimum dengan posisi bangunan atas yang bervariasi pula.

5. References

International Maritime Organization (IMO) (1966), International Load Line Convention (ILLC), IMO, London.

International Maritime Organization (IMO) (2002), International Load Line Convention (ILLC) as Ammended by the Protocol 1988, IMO, London.

International Maritime Organization (IMO) (2002), Intact Stability Code for All Type of Ships, IMO, London.

Kementrian Perhubungan Republik Indonesia (1986), Peraturan Menteri Perhubungan Nomor : KM 37 Tahun 1986 Tentang Lambung Timbul Kapal Dalam Negeri, Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, Jakarta.

Kementerian Perhubungan Republik Indonesia (2005), Peraturan Menteri Perhubungan Nomor : KM 3 Tahun 2005 Tentang Lambung Timbul Kapal Dalam Negeri, Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, Jakarta.

Paroka, D. dan Umeda, N. (2007), Effect of Freeboard and Metacentric Height on Capsizing Probability of Purse Seiners in Beam Seas, Journal of Marine Science and Technology, Vol. 12, No. 3, pp. 150 – 159.