

STABILITAS SAMPAN DENGAN *BILGE KEEL* PADA SUDUT 30 DAN 60 DERAJAT

STABILITY OF BOAT WITH 30 AND 60 DEGREE ANGEL *BILGE KEELS*

Muhammad Agam Thahir^{1*}, Muhammad Arif Nasution²

¹Program Studi Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Teuku

²Program Studi Sumber Daya Akuatik, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Teuku Umar

Korespondensi : m.agamthahir@utu.ac.id

abstrak

Pembuatan sampan berbahan ember cat bekas diharapkan dapat menjadi alternatif pengganti kayu yang semakin sulit diperoleh dan pengganti bahan serat fiber yang tidak murah. Namun sampan ini memiliki kekurangan, yakni stabilitasnya yang rendah. Bobotnya yang ringan membuat sampan mudah oleng meskipun hanya beroperasi diperairan yang relatif tenang. Oleh karenanya instalasi sirip peredam oleng (*bilge keel*) diharapkan dapat meningkatkan stabilitas sampan ini. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai stabilitas sampan dengan instalasi *bilge keel* pada sudut yang berbeda dalam rangka mendapatkan stabilitas sampan yang baik. Ukuran sampan yang dijadikan obyek dalam penelitian ini adalah panjang (LOA) 3,15 m; lebar (B) 0,64 m; dalam (D) 0,30 m. Metode simulasi numerik untuk mendapatkan nilai stabilitas serta beberapa parameter *seakeeping* (*pitching, rolling dan heaving*) digunakan dalam penelitian ini dengan bantuan perangkat lunak yang sesuai. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan stabilitas yang ditunjukkan oleh nilai lengan GZ (*righting arm*) pada sampan yang dipasangi *bilge keel* dengan sudut 30 dan 60 derajat sebesar 0,002 m. *Bilge keel* dengan sudut 30 derajat memberikan nilai stabilitas yang lebih besar dibandingkan dengan sudut 60 derajat.

Kata kunci : Sampan ember cat bekas, stabilitas, *bilge keel*

I. Pendahuluan

Ember cat bekas berukuran 25 kg merupakan bahan plastik limbah buangan yang dapat diperoleh dengan mudah dan dibeli dengan harga sepuluh ribu rupiah per buah. Pembuatan sampan berbahan ember cat bekas diharapkan dapat menjadi alternatif pengganti kayu yang semakin sulit diperoleh dan pengganti bahan serat fiber yang tidak murah. Kelebihan dari sampan ini memiliki bobot yang lebih ringan (dapat dipindahkan dengan cara diangkat oleh satu orang), tahan terhadap perubahan cuaca serta mudah dalam perawatan dan perbaikannya. Namun memiliki kekurangan, karena bahan ini memiliki bobot yang ringan membuat sampan tersebut mudah oleng meskipun dioperasikan pada perairan yang relatif tenang.

Usaha dalam memperbaiki dan meningkatkan stabilitas sampan tersebut adalah dengan memasang cadik pada kedua sisi sampan. Ukuran panjang cadik berkisar antara 1-1.5 m. Penggunaan cadik telah terbukti memberikan hasil positif terhadap stabilitas kapal. Namun penggunaan cadik tidak selalu memberi hal positif dalam penggunaannya. Ternyata pemasangan cadik masih memiliki berbagai macam kelemahan, yakni membutuhkan tempat yang luas saat berlabuh, baik di dermaga maupun dipinggiran pantai, saat sampan dioperasikan cadik akan memberi hambatan tambahan. Berkurangnya kemampuan manuver dan juga mengganggu operasi penangkapan. Oleh karena itu, timbullah sebuah pemikiran untuk mengurangi ketergantungan terhadap pemasangan dan penggunaan cadik.

Agar memiliki stabilitas yang baik, daya apung cadangan yang cukup, gerakan *rolling* dan *pitching* yang kecil, serta gerakan *yawing* yang sebaik mungkin, dalam kondisi perairan yang buruk maka perlu dilakukan desain ulang (Hutahuruk 2012). Salah satu upaya tersebut adalah dengan penambahan *bilge keel* pada sisi lambung kiri dan kanan sampan. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan selain lebih ekonomis penggunaan *bilge keel* tidak banyak membutuhkan tempat apabila bersandar di dermaga. Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan adanya pengaruh *bilge keel* terhadap gerakan *rolling* kapal. Beberapa peneliti tersebut antara lain Chang (2008) dan Bangun *et al.* (2009).

Penggunaan *bilge keel* pada model kapal *akatsuki bottom* mampu mengurangi *rolling duration* mencapai 17%. Demikian pula pada bentuk kasko model kapal *U-bottom*, *round flat bottom* dan *round bottom*, penambahan *bilge keel* dapat mengurangi *rolling duration* pada masing-masing bentuk kasko hingga 21 %, 30 % dan 45 % (Iskandar dan Novita 2006). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan dimensi *bilge keel* yang optimal terhadap sudut yang berbeda agar diperoleh stabilitas sampan yang bagus.

II. Metode Penelitian

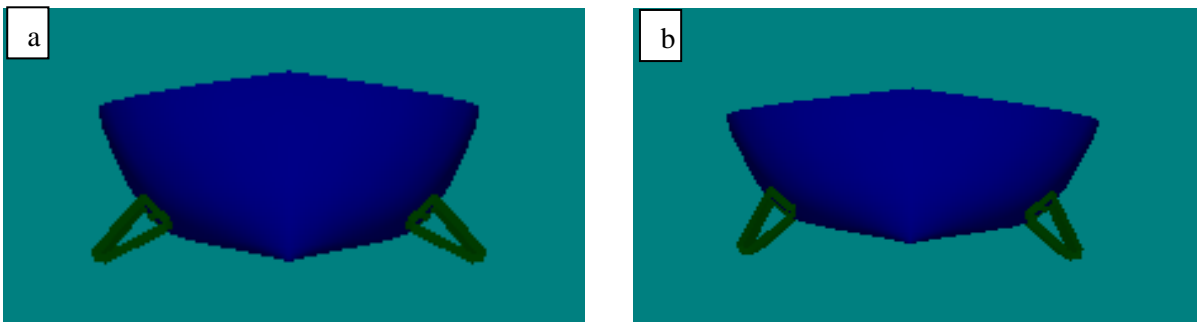
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pemodelan dan simulasi numerik. Kasus yang diteliti adalah stabilitas dan respon gerak terhadap gelombang dari sampan ember cat bekas. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan identifikasi terhadap sampan.
2. Mengukur dimensi sampan (LOA, LPP, LWL, B, D)
3. Membuat stasiun pengukuran lambung (potongan melintang kapal pada jarak tertentu) sampan.
4. Menghitung/memperkirakan berat keseluruhan sampan.
5. Membuat gambar teknik model sampan dengan memasang *bilge keel* menggunakan aplikasi pendukung.
6. Menganalisis gambar yang telah dibuat dengan perangkat lunak yang sesuai untuk menentukan stabilitas sampan.
7. Analisis *seakeeping* untuk mengetahui respon sampan terhadap gelombang.
8. Data yang telah diperoleh dari kedua hasil analisis tersebut dimasukkan kedalam program *microsoft excel* untuk mendapatkan perbandingannya.

Berikut ini merupakan data sampan yang digunakan dalam analisis pada penelitian ini. Ukuran sampan yang digunakan yaitu, panjang (LOA) 3,15 m; lebar (B) 0,64 m; dalam (D) 0,30 m. Gambar 1 menunjukkan sampan ember cat bekas yang telah dioperasikan. Gambar 2 menunjukkan visualisasi sampan dengan *bilge keel* untuk keperluan simulasi numerik.



Gambar 1. Sampan yang di buat dari ember cat bekas



Gambar 2. Bentuk sampan tampak depan dengan pemasangan *bilge keel* pada sudut a). 30 derajat dan b). 60 derajat

Tabel 1 di bawah ini menunjukkan berat dan posisi muatan (*loadcase*) pada sampan yang menjadi obyek penelitian.

Tabel 1. *Loadcase* (muatan) di atas sampan saat dilakukan analisis

Item Name	Quantity	W (ton)	Long.Arm (m)	Vert.Arm (m)	Trans.Arm (m)	FS Mom. tonne.m
Kapal Kosong	1	0,021	-1	0,3	0	0
Nelayan	1	0,065	-0,7	0,1	0	0
Hasil Tangkapan	1	0,01	0,5	0,08	0	0
Alat Tangkap	1	0,05	0	0,1	0	0
Perbekalan	1	0,002	-0,3	0,05	0	0
Total Weight =			LCG=	VCG=	TCG=	0
		0,148	-0,420	0,126	0,000	

Perhitungan parameter stabilitas kapal meliputi perhitungan perubahan nilai titik *gravity* (*G*) secara vertikal (*KG*) dan secara longitudinal (*LCG*) pada masing-masing kondisi menggunakan formula yang dikemukakan dalam Fyson (1985). Perhitungan parameter stabilitas yang dilakukan sebagai berikut :

Keel of gravity (*KG*)

$$KG = \frac{\text{moment}\Delta z}{\Delta} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana : Δz adalah *moment* vertikal

Δ adalah berat kapal

Longitudinal centre of gravity (LCG) :

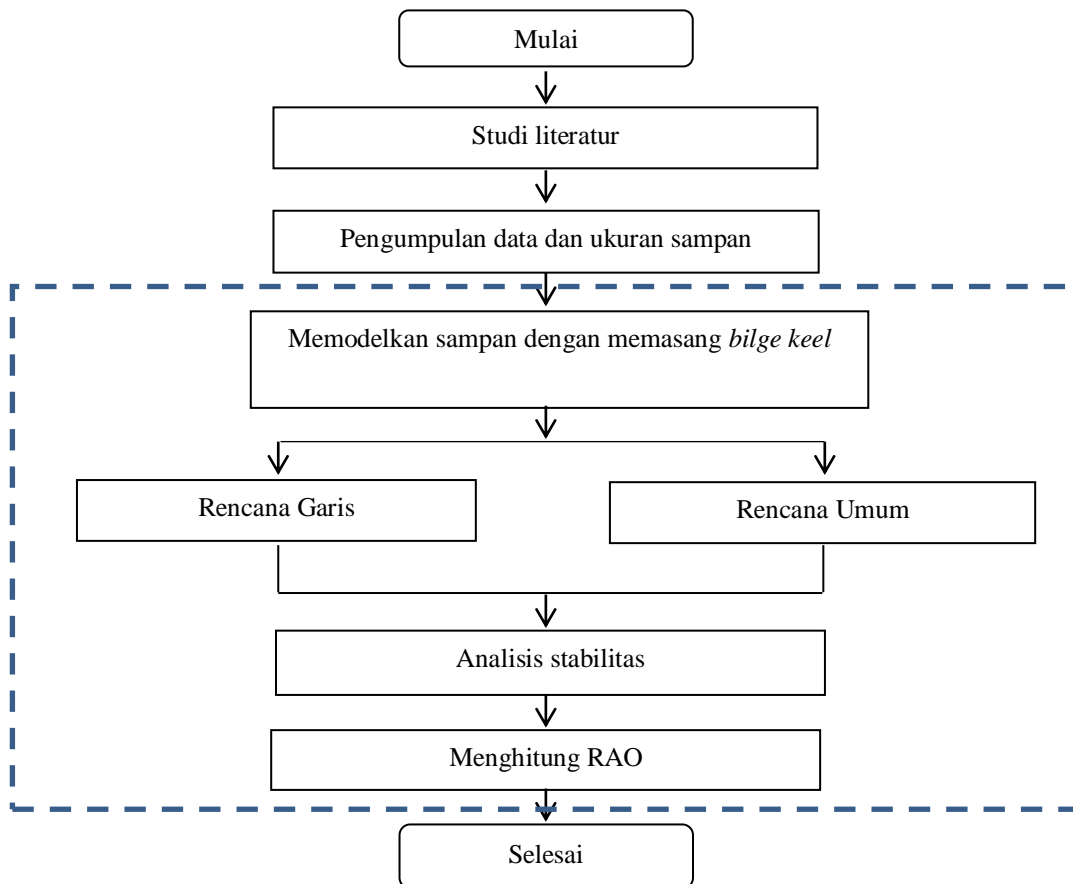
$$\Sigma \text{ moment} = \Sigma \text{ moment H} - \Sigma \text{ moment B} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana : H adalah haluan dan B adalah buritan

Longitudinal centre of bouyancy (LCB) :

$$LCB = \text{selisih moment} / \Sigma \text{ berat} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana : Σ berat = berat total kapal (vertikal)



Gambar 3. Diagram alir penelitian

III. Hasil dan Pembahasan

a. Parameter Hidrostatik

Parameter hidrostatik merupakan nilai yang menunjukkan kondisi sebuah sampan di dalam perairan pada saat kondisi perairan tersebut tenang. Rawson dan Tupper (1983) menjelaskan saat kapal beroperasi terjadi perubahan berat, perpindahan beban serta variasi *draft*, *trim* dan *freeboard* demikian juga stabilitasnya, dan untuk mengetahui perubahan tersebut, maka parameter hidrostatiknya harus diketahui. Berdasarkan analisis yang dilakukan diperoleh nilai parameter hidrostatiknya, maka karakteristik sampan tersebut pada ketinggian garis air (WL)

tertentu dapat diketahui. Dibawah ini merupakan tabel parameter hidrostatis sampan ember cat bekas.

Tabel 2. Parameter hidrostatis sampan ember cat bekas

Parameter Hidrostatis	Water Line				
	0,032	0,064	0,096	0,128	0,16
Displacement tonne	0,0182	0,0564	0,097	0,139	0,1851
WL Length m	2,507	2,584	2,66	2,736	2,809
WL Beam m	0,677	0,616	0,558	0,6	0,633
Wetted Area m ²	1,266	2,007	2,559	2,819	3,037
Waterpl. Area m ²	0,958	1,25	1,226	1,342	1,466
Prismatic Coeff.	0,761	0,763	0,772	0,766	0,762
Block Coeff.	0,382	0,515	0,627	0,618	0,613
Midship Area Coeff.	0,502	0,675	0,812	0,806	0,804
Waterpl. Area Coeff.	0,777	0,815	0,826	0,818	0,824
LCB from Amidsh. m	0	0	0	0	0
LCF from Amidsh. m	0	0	0	0	0
KB m	0,02	0,039	0,056	0,073	0,091
KG m	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
BMt m	1,507	0,601	0,285	0,244	0,227
BML m	19,076	9,023	5,762	4,624	4,012
GMt m	1,367	0,48	0,181	0,158	0,158
GML m	18,936	8,903	5,659	4,538	3,943
KMt m	1,527	0,64	0,341	0,318	0,318
KML m	19,096	9,063	5,819	4,698	4,103
TPc (tonne/cm)	0,01	0,013	0,013	0,014	0,015
MTc tonne.m	0,001	0,002	0,002	0,002	0,003
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	0	0	0	0	0,001

Nilai parameter hidrostatis sangat tergantung pada nilai panjang (L_{pp}), lebar (B_{wl}) dan sarat kapal (d). Semakin besar ketiga nilai tersebut maka nilai parameter hidrostatisnya juga akan semakin tinggi. Selain itu, nilai parameter hidrostatis juga sangat dipengaruhi oleh nilai *coefficient of fineness* yang merupakan representasi dari bentuk badan kapal yang berada di bawah permukaan air (Susanto 2011).

Berdasarkan hasil analisis terhadap sampan ember cat bekas diperoleh nilai *coefficient of block*, bahwa bentuk sampan ember cat cenderung sedang karena nilainya berada dikisaran 0,613. Utama *et al.* (2007), bahwa kapal dengan nilai C_b sekitar 0,5-0,6 merupakan kapal yang memiliki bentuk lambung peralihan antara kapal gemuk (*rounded*) menuju kapal langsing (*chine*). Kapal dengan nilai C_b yang kecil akan mengalami tahanan gerak yang lebih kecil, tetapi agak bermasalah dengan stabilitas. Nilai *coefficient of prismatic* berpengaruh terhadap perubahan bentuk badan kapal secara horizontal. C_p juga dapat digunakan untuk mengetahui besarnya tahanan gerak yang dialami oleh kapal. Menurut Yaakob *et al.* (2005)

kapal yang memiliki nilai C_p lebih kecil akan mengalami tahanan gerak yang lebih kecil. Sampan ember cat bekas memiliki nilai C_p 0,762 sehingga sampan ini mengalami tahanan gerak maksimum namun bentuk penampang sampan tidak banyak mengalami perubahan sepanjang LWL.

Susanto (2011) mengemukakan bahwa koefisien tengah kapal (*midship coefficient*) dapat digunakan untuk menduga seberapa besar jumlah muatan yang dapat ditampung. Semakin besar nilai C_m maka kapasitas muatnya juga akan semakin besar. Sampan tersebut memiliki nilai C_m yang besar 0,804 (mendekati 1) sehingga memiliki kapasitas muat yang besar. Selain koefisien tengah kapal, koefisien garis air (*waterplan coefficient*) juga dapat digunakan untuk memprediksi kapasitas muat suatu kapal. Nilai C_{wp} yang besar menunjukkan bahwa ruangan muat kapal cukup luas, tetapi berimplikasi pada besarnya tahanan yang akan dialami kapal. Nilai C_{wp} sampan tersebut berada pada kisaran 0,824. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sampan ember cat bekas memiliki kapasitas muat yang besar dan ruang muat yang besar juga.

Parameter LCB menunjukkan posisi atau jarak titik apung (*bouyancy*) kapal dari *midship* secara *longitudinal*. Nilai LCB sampan ember cat bekas 0 m yang berarti titik B (*bouyancy*) sampan secara *longitudinal* berada di *midship*. Kantu *et al.* (2013) mengemukakan bahwa nilai LCB yang semakin mengarah ke buritan kapal diakibatkan adanya penambahan volume badan kapal yang besar pada bagian buritan. Parameter LCB, KB, KMt, BMt, KML dan BML sangat erat kaitannya dengan stabilitas kapal karena dapat mempengaruhi nilai M (*metacentre*), G (*gravity*) dan B (*bouyancy*) pada kapal. Titik penting yang memberikan pengaruh besar terhadap keragaan kapal adalah jarak vertikal dari lunas kapal (K) ke pusat titik berat (G) dan titik apung (B). Pada kondisi draft desain, nilai KG sebesar 0,16 m dan nilai KB 0,091 m. Hal ini berarti titik berat kapal (*gravity*) berada lebih tinggi dari titik apungnya.

Titik *metacentre* (M) merupakan satu dari 3 titik keseimbangan yang sangat penting artinya bagi kestabilan kapal selain titik berat (G) dan titik apung (B). Posisi titik M menjadi parameter untuk menentukan kondisi kestabilan kapal. Berdasarkan hasil perhitungan (Tabel 1), maka posisi titik M dibagi menjadi 2 jenis yaitu Mt dan ML. Jarak titik apung terhadap *metacentre* secara vertikal atau BMt adalah sebesar 0,227 m dan jarak lunas terhadap *metacentre* (KMt) sebesar 0,318 m. Sementara itu jarak dari titik berat terhadap *metacentre* (GMt) adalah sebesar 0,158 m. Hal ini menunjukkan bahwa posisi titik M sampan ember cat berada di atas titik G sehingga kapal memiliki kestabilan yang positif.

b. Analisis Stabilitas

Stabilitas merupakan kemampuan kapal untuk kembali ke posisi tegak lurus setelah mengalami oleng akibat gaya luar atau eksternal. Gaya luar tersebut bisa diakibatkan oleh aktivitas penangkapan, angin, gelombang, penambahan gaya akibat operasi penangkapan, muatan yang dipindahkan melewati kapal. Stabilitas ditentukan oleh karakteristik kapal, seperti bentuk lambung dan distribusi berat dan bagaimana kapal itu dioperasikan. Stabilitas sebuah kapal tidak dalam kondisi tetap, stabilitas berubah terus-menerus selama dalam setiap pelayaran dan selama kapal digunakan. Sebuah kapal penangkap ikan yang mulanya stabil

bisa menjadi tidak stabil akibat perubahan cuaca, dikarenakan kapal dimuati dan dioperasikan, atau jika tata letak kapal atau peralatan dirubah (Thahir 2013).

Stabilitas kapal dikatakan baik, bila luasan dibawah kurva stabilitas dinamis besar, titik potong kurva stabilitas dinamis dengan sudut *heels* terletak pada sudut yang besar. Kondisi stabilitas kapal dapat diketahui dengan menelaah kurva stabilitas yang bersangkutan. Kurva stabilitas menunjukkan nilai lengan pengembali (*righting arm*) pada nilai sudut oleng yang berbeda. Hasil analisis terhadap sampan yang dipasang *bilge keel* pada sudut 30 dan 60 derajat dibandingkan dengan sampan tanpa *bilge keel* di tunjukkan pada Tabel 3.

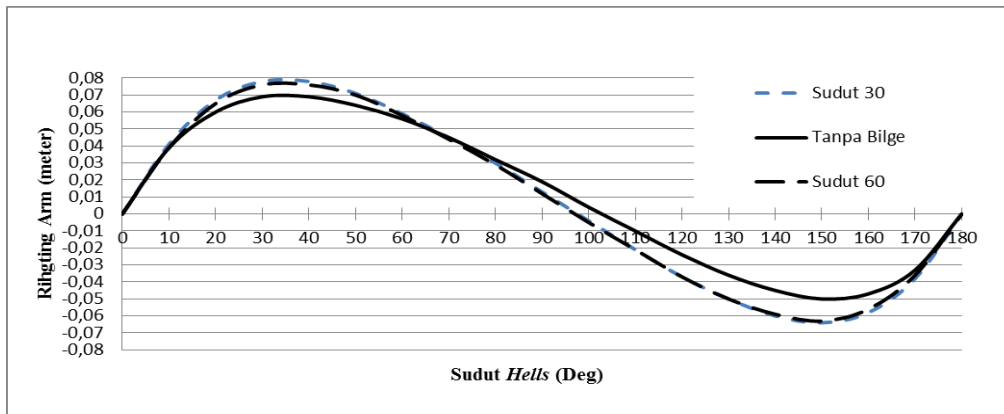
Tabel 3. Nilai *righting arm* pada sampan tanpa dan dengan *bilge keel*

Sudut	Sudut kemiringan sampan (derajat)			
	0 ^o	10 ^o	20 ^o	30 ^o
Tanpa <i>Bilge</i>	0	0,039	0,06	0,069
30 ^o	0	0,041	0,067	0,078
60 ^o	0	0,039	0,065	0,076

Sudut	Sudut kemiringan sampan (derajat)						
	40 ^o	50 ^o	60 ^o	70 ^o	80 ^o	90 ^o	100 ^o
Tanpa <i>Bilge</i>	0,069	0,064	0,056	0,045	0,032	0,019	0,004
30 ^o	0,078	0,071	0,059	0,045	0,03	0,013	-0,004
60 ^o	0,076	0,07	0,058	0,044	0,029	0,012	-0,005

Sudut	Sudut kemiringan sampan (derajat)							
	110 ^o	120 ^o	130 ^o	140 ^o	150 ^o	160 ^o	170 ^o	180 ^o
Tanpa <i>Bilge</i>	-0,01	-0,024	-0,036	-0,045	-0,05	-0,047	-0,003	0
30 ^o	-0,021	-0,037	-0,05	-0,06	-0,064	-0,058	-0,038	0
60 ^o	-0,021	-0,037	-0,05	-0,059	-0,063	-0,056	-0,036	0

Adanya penambahan *bilge keel* diharapkan dapat mengurangi sudut *rolling* pada sampan. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa pemasangan *bilge keel* pada sampan memberikan efek terhadap stabilitas sampan yang mengurangi sudut rollnya. Perbandingan stabilitas antara sampan yang dipasang *bilge keel* dengan sudut 30 dan 60 derajat dan tanpa dipasang *bilge keel* dapat dilihat pada gambar 4.

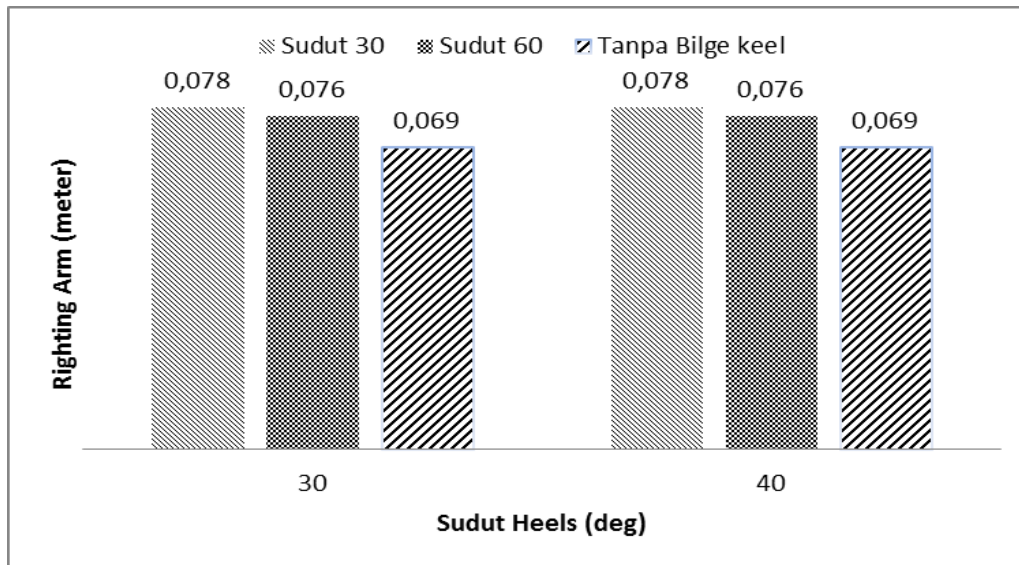


Gambar 4. Kurva stabilitas sampan tanpa dan dengan *bilge keel* bersudut 30 dan 45 derajat

Gambar 4 di atas diketahui bahwa luas area di bawah kurva terkecil dimiliki oleh sampan tanpa *bilge keel*. Sementara itu untuk sampan dengan *bilge keel*, sudut 30 derajat memberikan luas yang lebih besar dibandingkan dengan sudut 60 derajat. Dari sisi stabilitas dinamis, luas area di bawah kurva tersebut menunjukkan jumlah energi pembalikan yang dimiliki sampan saat terjadi oleng untuk kembali ke posisi semula. Meskipun perbedaan luas antara sudut *bilge keel* 30 dan 60 derajat relatif tidak besar namun dari sisi energi pembalikan, sudut *bilge keel* 30 memiliki energi pembalik lebih besar dibandingkan 60 derajat atau tanpa *bilge*.

Gambar 5 dibawah ini menunjukkan kurva perbandingan stabilitas sampan ember cat bekas yang dipasang *bilge keel* pada sudut 30; 60 derajat dan tanpa dipasang *bilge keel*. Kurva tersebut juga menunjukkan puncak ketiga stabilitas sampan berada pada rentang sudut 30-40 derajat bersamaan dengan terjadinya nilai maksimum dari lengan GZ (*ringhting arm*).

Kombinasi kedua hal ini menunjukkan bahwa sampan tersebut masih memiliki stabilitas yang baik. Perbandingan nilai *rihgting arm* (Gambar 5) antara sampan tanpa *bilge keel* dengan sampan yang dipasang *bilge keel* mencapai 0,009. Sebaliknya, perbandingan antara nilai *righting arm* kedua sampan yang dipasang *bilge keel* dengan sudut 30 dan 60 derajat relatif kecil yakni 0,002 m. Nilai *righting arm* pada sampan tanpa *bilge keel* adalah 0,069 pada sampan dengan sudut *bilge keel* 30 derajat adalah 0,078 sedangkan pada sampan dengan sudut *bilge keel* 45 derajat adalah 0,076.



Gambar 5. Perbandingan *righting arm* stabilitas sampan pada grafik pucak stabilitas

Selang stabilitas ketiga sampan ember cat bekas berada pada kisaran 0-100 derajat, selang ini menunjukkan bahwa sampan ember cat bekas masih memiliki nilai GZ yang positif hingga sudut kemiringan 100 derajat, secara teoritis sampan masih dapat kembali ke posisi semula. Titik potong kurva stabilitas dinamis dengan sudut *heels* terletak pada sudut yang besar yaitu sudut 100 derajat. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sampan yang terbuat dari ember cat bekas memiliki stabilitas yang baik. Pemasangan *bilge keel* sangat berpengaruh terhadap stabilitas sampan ember cat bekas. Sudut *bilge keel* yang baik untuk sampan ember cat bekas adalah sudut 30 derajat.

IV. Kesimpulan dan Saran

Sampan memiliki stabilitas yang baik. Pemasangan sudut *bilge keel* dengan sudut 30 derajat memberikan nilai stabilitas terbesar dibandingkan sudut 60 derajat dan tanpa pemasangan *bilge keel*. Dari hasil simulasi numerik didapatkan bahwa dalam keadaan diam maupun didayung. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan mengkaji stabilitas terhadap ketebalan dan panjang *bilge keel* dari sampan ember cat bekas.

Daftar Pustaka

- Aloisio GF, Di Felice. 2006. *PIV analysis around the bilge keel of a ship model in free roll decay*. Convegno Nazionale A.I.V.E.L.A. 14: 1-11.
- Bangun EP, dkk. 2009. *Hydrodynamic forces on a rolling barge with bilge keels*. Applied Ocean Research. 32 (2010): 219-232.
- Chang BC. 2008. *On the parametric rolling of ships using a numerical simulation method*. Ocean Engineering. 35 (3): 447-457.
- Chakrabarti SK. 1987. *Hydrodynamic of Offshore Structure*. Berlin (GB): Springer. Verlag.

- Fyson J. 1985. *Design of Small Fishing Vessels*. Farnham-Surrey (GB): Fishing News Book Ltd.
- Hanafi Y. 2013. Periode Olenk Kapal dengan Fin Stabilizer Sebagai Pengganti Cadik [skripsi]. Pekanbaru (ID): Universitas Riau.
- Hutauruk RM. 2012. *Rancang Bangun Kapal Perikanan*. Pekanbaru (ID): UNRI Press.
- Hutauruk RM. 2013. *Respon gerakan kapal perikanan hasil optimisasi terhadap gelombang*. Jurnal Perikanan dan Kelautan. 19 (1): 25-36. in press.
- Ikeda Y, Munif A, Katayama T, Fujiwara T. 2005. *Large parametric rolling of a large passenger ship in beam seas and role of bilge keel in its restraint*. *Proceeding of 8th International of Stability Ship Workshop*; Istanbul Turkey, 6-7 Oct 2005. Istanbul: Istanbul Technical University. pg 1-11.
- Iskandar BH, Novita Y. 2006. *Pengaruh beberapa bentuk kasko model kapal terhadap tahanan gerak*. Laporan Penelitian. Bogor: Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan FPIK IPB.
- Kantu L, Kalangi PNI, Poli JF. 2013. *Desain dan parameter hidrostatis kasko kapal fiberglass tipe pukut cincin 30 GT di galangan kapal CV Cipta Bahari Nusantara Minahasa Sulawesi Utara*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan Tangkap. 1 (3): 81 – 86.
- Rawson JK, Tupper EC. 1983. *Basic Ship Theory*. Ed ke-3. Volume ke-1. London (GB): Longman.
- Susanto A, BH Iskandar, M Imron. 2011a. *Stabilitas statis kapal static gear di Palabuhanratu : studi kasus kapal PSP 01*. Marine Fisheries. 2 (1): 65 – 73.
- Susanto A, BH Iskandar, M Imron. 2011b. *Evaluasi desain dan stabilitas kapal penangkap ikan di Palabuhanratu : studi kasus kapal PSP 01*. Marine Fisheries. 2 (2): 213 – 221.
- Thahir MA. 2013. Stabilitas sampan terbuat dari ember cat bekas dengan *bilge keel* pada sudut 30 dan 45 derajat. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*. Vol. 4. No. 2 November 2013: 185-196.
- Utama KAP, Manfaat D, Wartono M. 2007. *Tinjauan desain dan hidrodinamika kapal-kapal ikan di Indonesia*. *Prosiding Seminar Nasional Tahun IV Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan*: Yogyakarta, 28 Jul 2007. Yogyakarta: Jurusan Perikanan dan Kelautan Fakultas Pertanian UGM. hlm 1-6.
- Yaakob O, Lee TE, Wai LY, King KK. 2005. *Design of Malaysian fishing vessel for minimum resistance*. Jurnal Teknologi. 42: 1-12.