

# KAJIAN TEKNIS DISAIN BADAN KAPAL UNTUK PERAIRAN DANGKAL DI KAWASAN LAHAN GAMBUT

Ari Wibawa B.S

Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

## ABSTRACT

*The aim of this research is to solve the river boat's problem, specially for hinterland waters, that's not suitable for a big ship, because the width and depth's water are limited. This design of the Water Bus with twinhull model should be able to reduce the wave caused by moving ship ( Low wash displacemen craft ) and will not silt up for the river, caused by scrapping around the river.*

*Key word : silt up, scrapping, low wash displacement craft*

## Pendahuluan

Kapal merupakan salah satu alat angkut yang mempunyai fungsi sebagai sarana transportasi sungai yang membawa penumpang dan atau barang. Dalam perencanaannya, faktor alam tidak dapat ditinggalkan begitu saja karena bantaran sungai dikawasan lahan tanah gambut yang sifatnya mudah longsor. Selama ini kapal yang digunakan memberikan dampak terkikisnya tanah sekitar sungai, sehingga menyebabkan pendangkalan. Hal ini disebabkan karena perencanaan yang kurang sempurna.

Secara garis besar dapat dituliskan karakteristik dari disain kapal yang diharapkan adalah sebagai berikut:

1. Gelombang yang ditimbulkan oleh gerakan kapal harus sekecil mungkin (*low wash displacement craft*) karena dinding sungai rawan longsor.
2. Mempunyai kestabilan yang tinggi dan *monoverability* yang cukup baik sehingga akan lebih *comfortable*.
3. Mempunyai kapasitas dan ukuran utama yang sesuai dengan kedalaman sungai.

Untuk memperoleh hasil tersebut maka seorang disainer dalam tahap praperencanaan harus memperhatikan beberapa aspek, diantaranya adalah aspek teknis.

Kapal dengan bentuk lambung katamaran jika dibandingkan dengan kapal monohull (dengan nilai displasemen yang sama) akan mempunyai keuntungan antara lain,

- Luas permukaan deck lebih luas hampir 90 %.
- Dengan kecepatan sama yaitu 7 knot, daya mesin yang dipergunakan berkurang sekitar 45 %, bahan bakar yang dipergunakan lebih sedikit 40%.
- Ruangang untuk daya angkut lebih banyak 50 %.

## Metodologi Pengkajian

Memprediksi ukuran utama kapal dengan mempertimbangkan batasan-batasan tertentu yang diharapkan dapat sesuai dengan kondisi pada saat operasionalnya, kemudian membuat evaluasi dari berbagai *alternative* bentuk badan kapal dan memilih mana yang tidak menimbulkan gelombang cukup besar dengan kapasitas optimal dan diperkirakan memiliki stabilitas cukup baik untuk kondisi pelayaran perairan dangkal dengan membandingkan antara jenis *monohull* dan *twinhull* .

Dengan beberapa referensi dan *alternative* disain diharapkan akan didapatkan layout geladak yang dapat lebih memudahkan mekanisme kerja operasionalnya.

## Stabilitas Kapal

Pada umumnya Penumpang yang ada didalam kapal menginginkan kenyamanan dalam masa pelayarannya, tidak mudah terjadi keolengan yang dapat mengakibatkan ketenggelaman. Oleh karena itu perlu diadakan kajian khusus tentang stabilitas suatu kapal.

Stabilitas adalah kemampuan kapal untuk kembali ke posisi semula setelah

mendapatkan gangguan. Dalam bahasan ini stabilitas dititik beratkan pada stabilitas melintang kapal, karena mempunyai pengaruh yang cukup besar. Kapal dimiringkan dari posisi semula beberapa derajat, sehingga terjadi pergeseran titik tekan dan titik berat. Untuk kembali ke posisi semula diperlukan momen stabilitas yang merupakan hasil kali dari gaya tekan ke atas oleh air dengan jarak titik tekan terhadap *center line* (lengan stabilitas). Besar momen stabilitas adalah :  $\gamma v \cdot GG' = \gamma V \cdot MG \sin\phi$

Panjang lengan tergantung pada kemiringan kapal, semakin besar sudut miring maka lengan stabilitas juga semakin besar sehingga momen stabilitas juga semakin besar.

Untuk penelitian suatu bentuk badan kapal yang diinginkan, perlu dilakukan studi banding antara kapal monohull dan twinhull dengan asumsi memiliki displasement yang sama. Bila dianalisis secara formula akan menunjukkan suatu perbedaan stabilitas yang cukup mempengaruhi cepat lambatnya periode rolling.

Persyaratan yang penting dalam persamaan stabilitas adalah bahwa :

1. Bouyancy harus sama dengan berat kapal [  $W=B$  ]
2. Titik B harus segaris vertikal dengan G
3. Titik G harus dibawah M (MG positif)

Pada setiap kapal posisi tinggi titik Bouyancy dan titik berat (G) dalam hubungannya saling mempengaruhi dan ini juga akan berpengaruh terhadap stabilitas kapal.

- $MG = MB + KB - KG$
- $MGm = MBm + KBm - KGm$   
dimana m = monohull
- $MBm = I_{xxm} / Vm$
- $MGm = I_{xxm} / Vm + KBm - KGm$

Pada jenis katamaran dengan berat yang sama dengan monohull akan terjadi, sebagai berikut :

- $Gk = Gm$
- $G1 = G2$
- $G1 + G2 = Gm$
- $MGk = MBk + KBk - KGk$   
dimana k = katamaran
- $MBk = I_{xxk} / Vk$
- $I_{xxk} = I_{AA} + [(\text{jarak})^2 \times \text{Luas}] + I_{AA} + [(\text{jarak})^2 \times \text{Luas}]$
- $I_{xxk} = 2I_{AA} + 2[(\text{jarak})^2 \times \text{Luas}]$
- $MGk = 2I_{AA} + 2[(\text{jarak})^2 \times \text{Luas}] + KBk - KGk$

keterangan :

- G = titik berat kapal
- K = titik pada garis dasar (keel)
- V = volume air yang tercelup ( $m^3$ )
- $I_{xx}$  = momen inersia massa ( $ton.m. sec^2$ )
- BM = jari-jari metacenter (m)
- KM = tinggi titik metacenter terhadap keel (m)
- KB = tinggi titik terhadap keel (m)
- MG = titik metacenter (m)

Pada kapal katamaran jika mengalami oleng, maka momen stabilitas yang akan dihasilkan akan cukup besar, karena setiap lambungnya akan memberikan gaya tekan keatas. Besar moment stabilitas  $\gamma v \cdot GG' = \gamma V \cdot MG \sin\phi$ . Pada kapal katamaran akan lebih cepat periode rollingnya karena jarak titik metacenter terhadap titik beratnya (MG) lebih tinggi dari pada monohull.

### Ditinjau dari segi Tahanan Gesek

Persyaratan utama untuk menanggulangi masalah rusaknya lingkungan tepian sungai karena akibat dari besarnya gelombang yang ditimbulkan oleh kapal adalah dengan cara merencanakan bentuk badan kapal sedemikian rupa sehingga dapat mengurangi besarnya tahanan gelombang. Karena tahanan yang terjadi pada kapal meliputi :

- Tahanan gesek,  $R_f$
- Tahanan gelombang,  $R_w$
- Tahanan sisa,  $R_i$
- Tahanan tekanan,  $R_p$

Sehingga tahanan total ( $R_t$ ) =  $R_f + R_w + R_i + R_p$

Tahanan gesek sangat tergantung pada luas permukaan basah kapal, rumus tahanan gesek yang dihasilkan dari percobaan yang dilakukan oleh W. Froude adalah

$R_{tk} = \frac{1}{2} \rho_{ck} \cdot S \cdot V^2 \cdot C_{tk}$  dimana S adalah luas Basah kapal (*Watted Surface Area*). Dari ketiga model yang kita amati diasumsikan sama, demikian juga dengan viscositas dan kekasaran permukaan basahnya, bahkan bentuk hull yang setengah badan kapal akan lebih kecil WSA dari pada yang hullnya merupakan gabungan dua kapal .

### Tahanan Gelombang Kapal

Oleh karena itu sebelum menentukan bentuk badan kapal terlebih dahulu menganalisis bentuk badan kapal yang bergerak pada perairan, misalnya:

- a). Bentuk badan kapal ponton.

- Tahanan gelombangnya besar dan banyak vortek.
- Biasanya hanya untuk cargo transport berkapasitas tinggi namun tak mempermasalahkan kecepatannya.

Gambar 3 merupakan bentuk aliran gelombang kesamping yang ditimbulkan oleh karena gerakan ponton.

b). Bentuk stream line.

- Bentuk paling ideal pada umumnya dipakai untuk mengurangi gelombang yang terjadi.
- Pada bentuk buritan transom yang bidang permukaan buritannya masuk kebawah permukaan air maka pada kecepatan tertentu juga akan mengakibatkan terjadinya vortex dan memperbesar tahanan total.

Oleh sebab itu secara umum besar koefisien bentuk kapal akan menimbulkan bentuk interferensi gelombang yang berbeda-beda. (lihat gambar 4).

c) Bentuk badan kapal diimprovisasi.

- Cenderung diterapkan pada kapal badan ganda (twinhull)
- Cara sederhana untuk mengarahkan aliran gelombang yang diakibatkan oleh gerakan kapal (gambar 5). Gelombang kesamping yang ditimbulkan oleh gerak kapal dapat didistribusikan ke tengah badan kapal.

### Pemakaian Model Katamaran (Twinhull)

Katamaran adalah suatu model lambung ganda dengan struktur melintang yang menghubungkan kedua lambung tersebut. Model lambung katamaran mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan lambung tunggal (*monohull*), antara lain:

1. Luas Geladak :

Katamaran mempunyai luas geladak yang jauh lebih besar dari lambung tunggal. Dengan displacemen yang sama katamaran mempunyai luas geladak (20-40)% lebih besar dari monohull dan volume internal yang lebih besar.

2. Stabilitas :

Kapal katamaran mempunyai stabilitas awal yang lebih baik dari monohull.

### Kajian Pemilihan Model

Katamaran dengan geladak yang lebih besar adalah salah satu contoh konsep rancangan yang berhasil dalam mengatasi gerakan oleng yang merupakan kelemahan generik kapal konvensional. Akan tetapi model katamaran sendiri mempunyai bentuk badan kapal yang bervariasi dari yang simetris sampai tak-asimetris sesuai dengan fungsinya masing-masing.

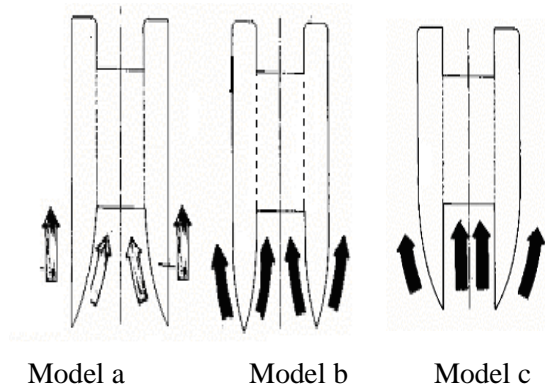
Katamaran dengan bentuk tak-simetris mempunyai productibility yang lebih baik karena sebagian besar dari sisi dalamnya terbentuk dari bidang datar [Steven :1972].

Dalam tulisan ini akan dianalisa bentuk badan kapal katamaran a-simetris mana yang bisa memperkecil gelombang samping yang ditimbulkan.

Katamaran dengan segala kelebihan adalah salah satu contoh konsep rancangan yang dapat diandalkan, oleh karena itu perlu diadakan analisa terhadap berbagai bentuk model katamaran yang sekarang ini telah diterapkan dinegara-negara maju.

### Ditinjau dari segi aliran gelombang

Untuk analisa terhadap aliran yang dibentuk dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Sistem gelombang pada sekeliling bagian badan kapal dibawah garis air

Sistem gelombang pada sekeliling bagian badan kapal dibawah garis air yang dibentuk oleh masing –masing model adalah sebagai berikut :

**a. model kapal twinhull yang kedua sisinya simetris stream line (model b).**

Diasumsikan sebagaimana dua buah kapal monohull yang kedua hullnya dihubungkan dengan jarak tertentu, maka akan mempunyai sistem gelombang yang sama

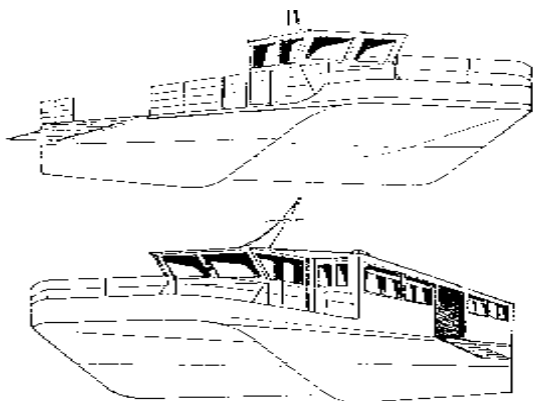
dengan bentuk kapal stream line. Pada sekeliling bagian kapal yang tercelup dalam air akan berkembang dan menghasilkan gerakan, sistem ini dapat terlihat secara skematik pada gbr 6. Dan hal ini mungkin dapat akan terbagi menjadi dua macam gelombang, yaitu gelombang divergen dan gelombang transversal dan keduanya secara umum terdapat di bagian dekat haluan dan buritan kapal dan bergerak kedepan bersama badan kapal.

**b. model kapal asimetris yang bagian sisi luarnya stream line(model c)**

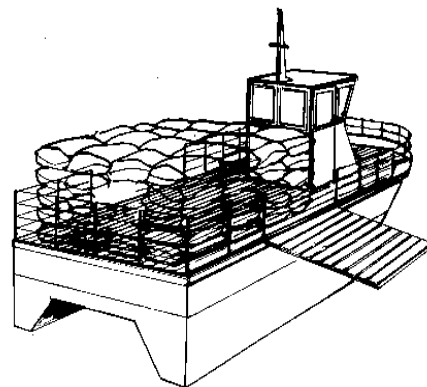
Di ujung bagian depan merupakan titik dimana aliran fluida akan menyebar kearah samping (mengikuti garis stream line ), hampir sama dengan gambar diatas, hanya saja bagian sisi dalam lurus sehingga alirannya mengikuti bentuk badan kapal (lurus) sampai keburitan kapal. Sehingga apabila diterapkan bentuk ini tetap akan menimbulkan gelombang kesamping yang cukup besar yang berakibat terkikisnya dinding sungai.

**c. model yang bagian stream linanya disisi bagian dalam(model a).**

Aliran fluida yang dibentuk dari haluan kapal terkonsentrasi ketengah kapal (antara dua hull) bergerak sampai keburitan kapal, sedangkan kearah samping arah aliran lurus mengikuti bentuk badan kapal sisi luar sampai keburitan, seperti yang tampak dalam gambar .



Gambar. 2. Disain kapal dengan model katamaran asimetris, lurus dibagian samping/ sisi luarnya



Gambar 3. Disain tampak dari belakang, kapal berbadan dua ( twin hull ) yang sering di disebut katamaran

Setelah ditemukan model yang dikehendaki telah ditentukan kita dapatkan gambaran umum dari bentuk kapal yang akan kita rancang. Selanjutnya kita merencanakan ukuran utamanya.

**Kesimpulan**

Dari uraian di atas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk mempertinggi stabilitas terhadap kenyamanan, kelancaran dan keselamatan penumpang akan lebih sesuai jika menerapkan kapal berbadan ganda (twin hull) dengan model katamaran.
2. Badan kapal dibawah permukaan air yang dibentuk hidrodinamik merupakan salah satu cara untuk dapat mengurangi besarnya pukulan gelombang yang terjadi akibat gerak kapal dan mencegah rusaknya lingkungan dinding tepian perairan yang memang bersifat rawan longsor.
3. Dari hasil analisa dan kajian teknisnya diperoleh bentuk kapal katamaran asimetris yang bagian sampingnya atau sisi luarnya lurus.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Djatmiko, E.B., Panunggal, P.E., Achmadi, T., “*Peluang Pemanfaatan Advanced Marine Vehicles untuk Menunjang Transportasi Nasional di Indonesia*”, FT. Kelautan, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya.

2. Hadler J.B., Ocean, **“Catamaran seakeeping design”** transaction SNAME Vol 82, 1976.
3. Harvard, Sv, Aa, **“Resistance and propulsion of ship”** john Wiley and sons, Canada 1983.
4. Siswanto, D., **“Diktat Tahanan Kapal”**, FT. Kelautan, Kampus ITS, Sukolilo, Surabaya.
5. The Royal Institute of Naval Architecture (RINA) **”An Investigation Into the Resistance Components of High Speed Displacement Catamaran”**, 1991.