

STUDY ABOUT PLANNING TANK STABILITY ON FISHING VESSEL

Betty Ariani
Program Studi Teknik Perkapalan
Universitas Muhammadiyah Surabaya
Email : betty.ariani@gmail.com

Abstract

Fishing Vessel which is operating especially in south coast has many problem like higher waves, and stronger wave current than other coast. It make more impact on sea keeping or ship dynamic. Rolling is one of motion ship must be worried because rolling has bad effect in safety and comfortability of ship. This research will study about the prospective of using stability tank in order to reduce rolling motion on fishing vessel. Based on the basic principal ,we have to pay attention on stability between sea water moving (tank moment) and ship rolling moment. After we calculate we find the tank dimension are vertical breadht is 1 m, horizontal breadht is 2m, vertical height 1,5 m and horizontal height 1 m. In order to know the simulation of the stability tank we use program and the result are respont transient system reach in 1,5 – 2 secon and the best stability on 45^0 where ship periode is compatible with the fishing vessel rules in 5,5 – 7 secon.

Keyword : rolling, stability tank, moment, rolling periode, fishing vessel, control system

1.PENDAHULUAN

Perairan pantai selatan apabila ditilik dari kondisi geografisnya merupakan perairan yang terkenal memiliki gelombang tinggi, angin yang bertiup kencang dan arus yang kuat. Ketiga fenomena diatas merupakan tantangan terbesar bagi dunia pelayaran kapal dimensi relatif kecil.Suatu kapal yang bergerak yang bergerak dilaut yang bergelombang akan menerima gaya – gaya dari sekitarnya, dimana momen gaya terbesar adalah gaya yang diakibatkan oleh gaya hidrodinamik serta menimbulkan gerakan lain sebagai respon, dimana besar kecilnya gerakan kapal tergantung dari eksitasi momen yang ditimbulkan oleh gaya hidrodinamika tersebut, arah gelombang, damping (peredam) dan gaya / momen pengembali. Ada banyak macam gerakan kapal antara lain surging, swaying, heaving, rolling, pitching dan yawing. Dari sekian banyak gerakan tersebut penelitian ini membatasi pada satu gerakan yaitu rolling. Rolling merupakan salah satu gerak kapal yang dapat membawa dampak antara lain :

- ✓ Kapal bisa terbalik akibat inklinasi yang berlebihan
- ✓ Besarnya tahanan yang timbul
- ✓ Buruknya kinerja propeler sehingga menghambat pergerakan maju kapal.
- ✓ Rasa ketidaknyamanan pada kru dan penumpang kapal

Ada banyak teori dan penelitian yang telah dilakukan untuk membuat peredam rolling seperti paravane, bilge keel, rudder stabiliser maupun passive tank. Pada penelitian ini akan dilakukan perencanaan perhitungan tangki stabiliser dengan menggunakan parameter inputan data dimensi kapal, data gelombang dan asumsi pergerakan air di dalam tangki dianggap sama dengan fenomena gelombang sehingga tetap berpegang pada hukum froude.

Adapun kelebihan dari tangki stabiliser ini adalah sebagai berikut :

- ✓ Biaya operasionalnya relatif murah karena tidak menggunakan peralatan yang rumit

- ✓ Perawatan gampang dan murah, ketika tidak diperlukan air tinggal dipompa keluar.
- ✓ Meniadakan tahanan tambahan yang merugikan
- ✓ Resiko kegagalan dalam operasional kecil.

Dalam penelitian ini dilakukan perencanaan tangki stabiliser melalui beberapa simulasi perhitungan dan diuji dengan program dengan tujuan dapat dipakai sebagai bahan wacana dan pertimbangan bagi dunia pelayaran kapal ikan terutama di pantai selatan untuk mengatasi kondisi tidak menguntungkan akibat gerakan kapal demi keselamatan dan kenyamanan operasional kapal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Teori Gerak Kapal

Gerakan kapal merupakan gerakan oscilasi dari sebuah kapal dimana kapal tersebut dianggap sebagai benda yang benar – benar rigid dan terapung dipermukaan air baik dalam keadaan tenang (still water) maupun dalam keadaan bergoyang (disturbed water) dimana Perubahan posisi kapal yang terjadi pada suatu periode tertentu dimana besarnya gaya – gaya luar penyebab perubahan posisi kapal tersebut merupakan fungsi dari waktu [1]. Adapun gerakan – gerakan kapal tersebut akan berpengaruh terhadap kelayaklautan kapal (sea worthines) dan terkadang dapat mengakibatkan hal – hal buruk yang tidak terhindarkan [2]. Dalam kebanyakan hal gerakan oscilasi kapal mendekati gerakan harmonis atau hasil dari penjumlahan beberapa gerakan oscilasi harmonis. Persamaan gerak harmonis :

$$Y = A \sin (\omega t + \beta) \text{ atau } Y = A \cos (\omega t + \beta)$$

Gerakan kapal ditandai dengan :

- Amplitudo dari gerakan
- Periode atau frekuensi dari gerakan
- Phase gerakan kapal dan untuk gerakan kapal di laut tidak tenang, phase shift dari oscilasi kapal dan gelombang.

Setiap kapal yang bergerak oscilasi di air akan selalu mengalami tahanan atau damping dari air tersebut yang menyebabkan gerakan oscilasi kapal makin lama makin kecil dan jadi habis. Adapun tahanan dari air merupakan suatu hasil aksi dari 3 faktor utama yaitu :

- *Frictional force* yaitu gaya gesekan antara permukaan basah kapal terhadap air yang menyelubunginya.
- *Wave making* yang merupakan pembuangan tenaga atau energi akibat gerakan berulang kapal yang menimbulkan gelombang
- *Eddy making* berupa pembentukan ulekan air akibat gerakan berulang kapal di air dan bentuk serta tonjolan kapal.[2]

B. Teori Gelombang

Teori gelombang didasarkan pada pemahaman bahwa partikel air bergerak dalam orbit sirkuler dalam bidang vertikal. Teori tersebut ditemukan ketika partikel kecil terapung bergerak keatas dan kebawah / turun ketika gelombang hilang. Ada beberapa jenis gelombang yaitu :

- Gelombang Harmonik
Gelombang ini memiliki karakteristik gerakan yaitu displacement, kecepatan dan percepatan berubah secara konstan pada setiap keadaan.
- Gelombang Regular/sinusoidal waves
Memiliki bentuk umum persamaan sebagai berikut :

$$\zeta = \zeta_a \sin (kx - \omega t + \varepsilon)$$

- Wave slope
Merupakan kemiringan dari permukaan gelombang dengan menurunkan persamaan gelombang regular terhadap x pada waktu yang tetap (t = 0) dimana

$$\zeta_0 = \zeta_0 \cos (kx - \omega t)$$

untuk kapal yang bergerak dengan kecepatan V dan sudut pada arah gelombang n didapatkan persamaan sbg:

$$\zeta_0 = \zeta_0 \cos (\frac{2\pi}{lw} x \cos n - \omega t)$$

wave slope maksimum didapatkan jika

$\acute{\alpha} = \alpha \sin n$ jika $n = 90^0$ (beam sea condition) maka $\acute{\alpha} = \alpha$

➤ **Heading & Encountering Waves**
Gelombang heading adalah gelombang yang berjumpa atau berpapasan dengan kapal saat berlayar di laut dengan arah membentuk sudut tertentu dengan arah gerakan kapal. Gelombang ini mempunyai kecepatan, percepatan, periode dan displacement yang berbeda dengan gerakan kapal. Sedangkan gelombang encountering adalah gerakan gelombang relatif antara gelombang heading dengan arah gerakan kapal, dimana sudut encountering sendiri dibagi menjadi 3 keadaan yakni :

- head sea (arah gelombang berlawanan dengan arah gerakan kapal),
- following sea (arah gerakan gelombang laut searah dengan arah gerakan kapal)
- beam sea (arah dari gerakan gelombang laut membentuk sudut 90^0 terhadap arah dari gerakan kapal)

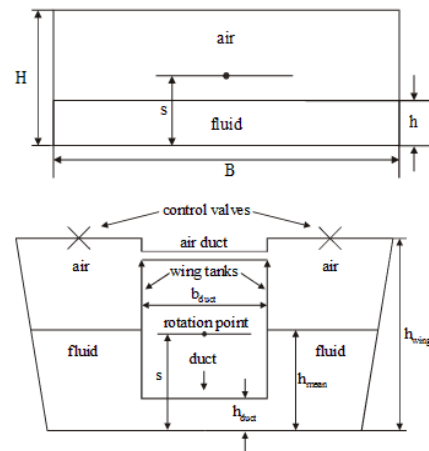
C. Pasive Anti roll Tank

Berdasarkan jenisnya tangki anti rolling pasive dapat dibedakan menjadi dua yaitu :

- **U-Tube Tank**
Merupakan sistem passive tank yang dirancang berdasarkan prinsip menyamakan pergerakan air sesuai dengan periode kapal. Untuk itulah maka dasar perancangannya dibuat daerah kaki yang vertikal lebih besar daripada bagian kaki yang horizontal. Karena frekuensi natural kapal beragam tergantung beban maka untuk mendekati nilai frekuensi natural tangki dibuatlah sistem katup udara baik pada bagian atas tangki maupun pada tabung penghubung.
- **Free surface Tank**
Prinsip kerja dari tangki jenis ini adalah melakukan peredaman rolling dengan

cara memperlambat periode rolling dengan gerakan air pada tangki. Untuk mengimbangi perubahan frekuensi natural kapal akibat perubahan muatan maka dilakukan perubahan atau pengaturan level cairan pada tangki.

Berikut adalah sketsa gambaran dari dua jenis tangki dimaksud, gambar pertama adalah free surface tank dan gambar kedua adalah bentuk U Tube Tank.



Gambar 1

D. Sistem Kontrol

Pemodelan merupakan langkah awal dalam perancangan suatu sistem, adapun tujuannya adalah mendapatkan transfer function dari suatu proses atau sistem sehingga dengan fungsi alih ini dapat dilakukan analisa karakteristik dinamik sistem. Adapun ciri – ciri sistem kontrol yang baik antara lain :

- ✓ Time konstan / waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi konstan dari sebuah sistem sekecil mungkin.
- ✓ Maksimal overshoot dari sistem sekecil mungkin
- ✓ Waktu tunda / delay time dari sistem sekecil mungkin
- ✓ Error sistem kontrol sekecil mungkin

3. METODOLOGI PENELITIAN

a. Menentukan data kapal :

$$L_{pp} = 16,5 \text{ m}$$

$$B = 4 \text{ m}$$

$$H = 1,8 \text{ m}$$

$$T = 1,35 \text{ m}$$

$$C_b = 0,265 \text{ m}$$

$$V = 9 \text{ knot}$$

$$GM_t = 0,224 \text{ m}$$

b. Menentukan data gelombang :

$$L_w = 101,5 \text{ m}$$

$$H_w = 1,5 - 3 \text{ m}$$

$$\mu = 10^0 - 60^0$$

c. Perhitungan Periode Rolling Kapal

- Menghitung koefisien momen inersia Didapatkan dengan menambahkan kisaran 10 – 20% dari massa momen inersia kapal yang sebenarnya.

$$a_n = \frac{\Delta}{g} K^2 + \frac{\delta \Delta}{g} K^2$$

dimana :

Δ merupakan displacement kapal
 g merupakan gravitasi bumi
 K merupakan jari – jari girasi gerakan rolling

- menghitung Periode rolling

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l_{xx}}{\Delta Gmt}}$$

Dimana $l_{xx} = a_n$

d. Penentuan Awal Dimensional Tangki

Untuk penentuan dimensional awal tangki memperhatikan prinsip dasar perancangan yaitu :

- ✓ natural frekuensi dari tangki stabiliser harus mendekati nilai dari frekuensi natural kapal
- ✓ momen tangki harus proporsional dengan panjang tangki
- ✓ momen per unit panjang adalah b^3 dengan pengambilan rasio yang sama pada h:b
- ✓ pergerakan air dalam tangki dianggap sama dengan fenomena gelombang sehingga tetap berprinsip pada hukum Froude

e. Perhitungan Periode Tangki Stabiliser

$$\circ T_{\text{tangki}} = \frac{g \times T}{4\pi^2}$$

○

f. Perhitungan Frekuensi Encountering

$$\omega_e = \frac{2\pi(V_w - V \cos \theta)}{L_w}$$

dimana :

v_w = kecepatan gelombang

V = kecepatan kapal

L_w = panjang gelombang

g. Perhitungan Amplitudo Rolling

$$\Phi_a = \alpha_m \frac{1}{1-\Lambda}$$

Dimana :

α_m adalah phase wave slope

Λ adalah tuning faktor yaitu perbandingan antara frekuensi encountering dengan frekuensi natural kapal.

h. Perhitungan Koefisien Momen Tangki

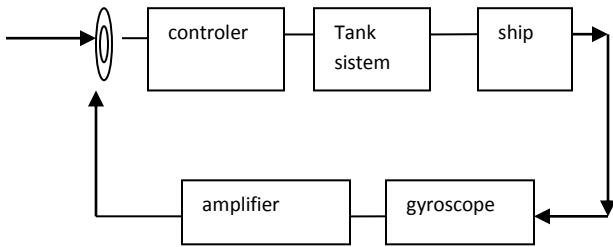
Dalam melawan momen eksitasi rolling kapal, air dalam tangki melakukan pergerakan dari satu sisi vertikal kesatu yang lainnya sehingga menimbulkan energi kinetik.

$$\tau_T = \frac{\rho g B^4 (1-\gamma^2) \beta C_w}{4}$$

i. Perhitungan Koefisien Momen Rolling Kapal

$$T_k = \Delta \sigma m G M t \sin \omega t$$

- j. Perhitungan Nilai efektifitas Tangki
Membandingkan antara hasil momen tangki dan momen rolling harus memiliki nilai yang mendekati atau equal
- k. Perhitungan Sistem Kontrol
Dalam sistem roll tank stabiliser dilakukan pemodelan yang meliputi :
Sensor input feed back berupa gyroscope, momen damping rolling yang berasal dari energi kinetis pergerakan fluida, air valve control dan pemilihan tipe unit kontrol.
Adapun diagram blok penggambaran gabungan sistem tangki stabiliser dengan sistem gerakan kapal adalah sebagai berikut :



- l. Validasi program
Pada penelitian ini dilakukan dua validasi program yaitu perhitungan rolling motion dan respon transient dari sistem stabilisasi kapal. Pada perhitungan pertama digunakan sistem manual seperti tahapan penelitian yang ditulis diatas kemudian membandingkan dengan perhitungan program agar supaya terlihat nilai kesalahan atau error system yang terjadi. Sedangkan validasi kedua adalah dengan melihat response sistem melalui inputan program.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan manual

untuk melihat apakah dimensional awal dari tangki memenuhi persyaratan atau tidak.

Perencanaan data dimensi tangki :

Lebar tangki vertikal = 1 m

Lebar tangki horizontal = 2 m

Tinggi tangki vertikal = 1,5 m

Tinggi tangki horizontal = 1 m

Sehingga didapatkan perhitungan :

Luas area vertikal = 1,5 m²

Volume area vertikal = 3 m³

Luas area horizontal = 2 m²

Volume area horizontal = 1 m³

Dari tahapan perhitungan manual seperti tertulis pada metodologi didapatkan nilai

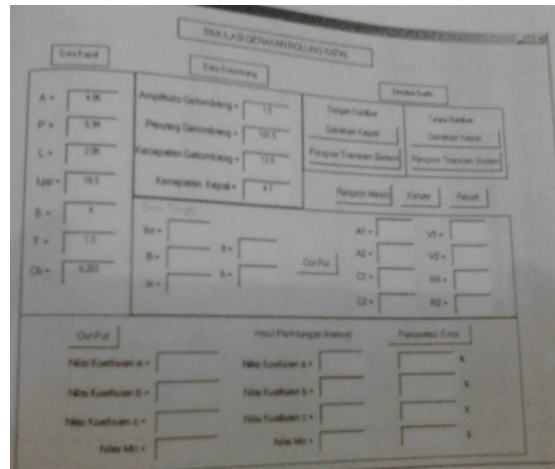
Momen tangki = 53,6 Nm²

Momen rolling = 56,9 Nm²

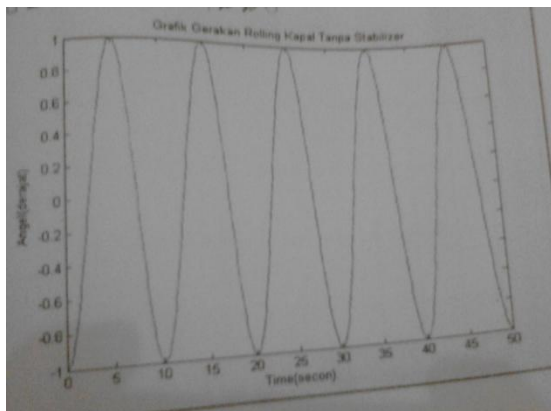
Didapatkan nilai efisiensi sebesar 94,2 %

Sehingga diambil kesimpulan bahwa dimensi tangki yang direncanakan memenuhi persyaratan

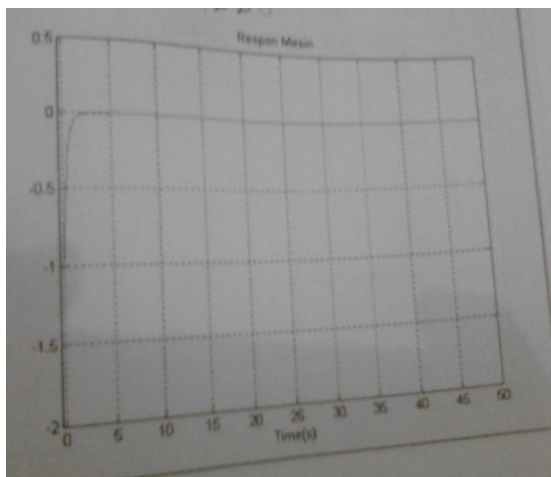
Tampilan program untuk menguji dan melakukan simulasi pada tangki stabiliser :



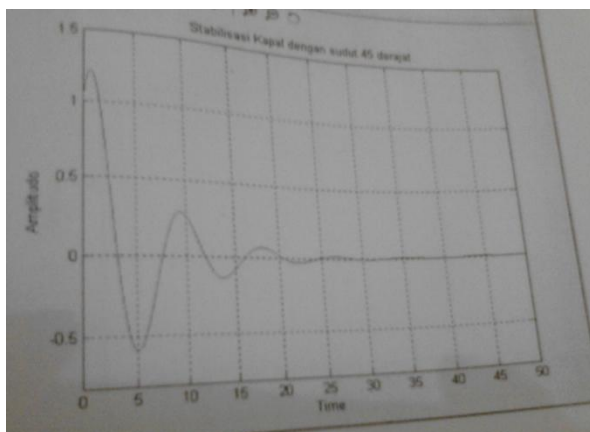
Tampilan gerakan rolling tanpa tangki stabiliser



Tampilan respon sistem



Tampilan stabilisasi terbaik kapal saat inputan sudut 45°



5. KESIMPULAN

- Dimensional tangki yang direncanakan dengan perhitungan telah memenuhi syarat karena memiliki frekuensi natural yang mendekati dengan frekuensi natural kapal, dari perhitungan momen dihitung telah cukup untuk mengimbangi rolling kapal dengan nilai efisiensi sebesar 94,2%
- Program simulasi memberikan kemudahan dalam pengujian stabilitas sistem dengan melakukan inputan variabel peubah
- Pada simulasi program didapatkan hasil tampilan stabilitas kapal terbaik saat inputan sudut 45°

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rameswar Bhattacharrya *Dinamic of marine vehicle* John Willey & Sons 1987
- [2] sellar, F.H and Martin J.P *Selection and Evaluation of ship roll Stabilization system* Marine Technology vol 29 no.2 pp 84 – 101, 1992
- [3] Madada.P *Perancangan fins stabiliser* Jurusan Teknik Perkapalan FTK ITS 2001
- [4] Katshuhiko Ogata *Teknik Kontrol Otomatik* jilid I edisi kedua Erlangga jakarta 1997
- [5] Francis H.Raven *Automatic control Engineering* fourth edition Mc.Graw book company 1987
- [6] R.J.M Llyod BSc.PhD *Seakeeping Ship Behaviour in Rought Weather* John Willey & Sons 1989