

PENGARUH VARIASI BENTUK *PERFORATED* PADA *FLOATING BAFFLES* UNTUK MENGURANGI EFEK *SLOSHING* PADA PALKA KAPAL IKAN TRADISIONAL 30 GT DI DAERAH BATANG - JAWA TENGAH

Dito Adi Prassyeta, Eko Sasmito Hadi, Good Rindo
Program Studi S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Email: prassyeta03@gmail.com, ekosasmitohadi@gmail.com, good.rindo@gmail.com

Abstrak

Kualitas ikan hasil tangkapan sangat tergantung dari penyimpanan sementara diatas kapal. Dengan menggunakan sistem pendingin palka yang baik maupun menggunakan sistem palka ikan hidup merupakan beberapa cara untuk meningkatkan kualitas hasil tangkapan. Untuk penggunaan sistem palka ikan hidupakan menimbulkan efek *sloshing*. Dalam penelitian ini, akan mengurangi efek *sloshing* yang ditimbulkan oleh sistem palka ikan hidup dengan menggunakan *floating baffles*. Tujuan dari penelitian ini adalah mendesain dan menganalisis model *floating baffles*. Pemodelan tangki muatan dengan menyederhanakan tangki menjadi bentuk kotak dengan ukuran panjang 60 cm, lebar 60 cm, dan tinggi 60 cm. Analisa dilakukan dengan menggunakan metode *Computational Fluid Dynamic (CFD)*. Simulasi dilakukan dalam 5 variasi tangki yakni, tangki kotak tanpa baffle, tangki kotak dengan *baffle* penuh, tangki kotak dengan *baffle circle perforated*, tangki kotak dengan *rectangle perforated*, dan tangki kotak dengan *oval perforated* menggunakan *software* simulasi fluida. Gerakan tangki disimulasikan melalui persamaan respon gerakan kapal ketika *rolling*, yakni $\phi = 0,05 \cos (2,423t)$. Pada penelitian ini dapat diketahui bahwa efek *sloshing* pada tangki dengan *baffle* penuh dapat berkurang sebesar 19,2%, *baffle circle perforated* dapat berkurang sebesar 16,91%, *baffle oval perforated* dapat berkurang sebesar 17,89%, *baffle rectangle perforated* dapat berkurang sebesar 5,08%.

Kata kunci: *Baffles, Computational Fluid Dynamic (CFD), Sloshing*

Abstract

The quality of the fish is highly dependent on temporary storage on board. By using a cooling system a good hatch and hatch system uses live fish are several ways to improve the quality of the catch. To use live fish hold system, placement and fluid effects (sloshing) greatly affects the stability of fishing vessels. In this study, will reduce the effect of sloshing caused by fish hold live system using floating baffles. The purpose of this research is to design and analyze models of floating baffles. Modeling simplifies cargo tank with a tank into a box shape with a length of 60 cm, width 60 cm, and 60 cm high. The analysis using Computational Fluid Dynamics (CFD). The simulation was performed in 5 variations of the tank, the tank without baffle, tank with full baffles, tank with perforated circle baffle, tank with rectangle perforated, and tank with oval perforated using fluid simulation software. Tank motion simulated through movement response equation when the ship rolling, ie $\phi = 0.05 \cos (2,423t)$. In this study, it is known that a tank with full baffles can reduce 19,2%, circle perforated baffle can reduce 16,91%, oval perforated baffles can reduce 17,89%, rectangle perforated baffle can reduce 5,08%.

Keywords: *Baffles, Computational Fluid Dynamic (CFD), Sloshing*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Potensi kelautan dan perikanan Indonesia mencapai ribuan triliun rupiah, sayangnya jumlah yang besar tersebut belum seluruhnya digali. Padahal potensinya bisa melebihi Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN) per tahun. Potensi laut Indonesia yang besar dan ternyata hanya sekitar 7,5% saja yang dimanfaatkan. Menteri Kelautan dan Perikanan Sharif Cicip Sutardjo mengungkapkan, besaran potensi hasil laut dan perikanan di Indonesia mencapai Rp 3.000 triliun per tahun, sedangkan yang sudah dimanfaatkan Rp 225 triliun atau sekitar 7,5% saja. Menurut data Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP)

Indonesia merupakan negara dengan potensi tuna tertinggi di dunia. Tercatat, total produksi tuna mencapai 613.575 ton per tahun dan nilai sebesar Rp 6,3 triliun per tahun. Selain itu, jika dilihat produksi ikan tuna tangkap Indonesia jauh lebih besar bila dibandingkan Thailand. Namun dari segi kualitas, ikan tuna Thailand lebih diakui dan terbaik di dunia, sehingga jadi eksportir utama ikan tuna di dunia. Ini disebabkan salah satunya karena penanganan ikan pasca panen pertama kali dikapal dan penyimpanan di palka ikan kurang baik.

Solusinya menggunakan sistem pendingin yang baik atau palka ikan hidup untuk menyimpan hasil tangkapan. Dengan sistem pendingin yang baik dipastikan biaya operasional akan naik. Sedangkan menggunakan sistem palka ikan hidup, biaya untuk pengawetan ikan pasca panen dapat dihilangkan tetapi ada kendala yaitu masalah *sloshing* yang mempengaruhi stabilitas kapal. Efek ini juga terjadi pada kapal ikan yang menggunakan sistem pendingin tipe RSW (*Refrigerated Sea Water*).

Efek *sloshing* merupakan akibat adanya *free surface area fluida* di dalam tangki. Efek ini sangat dikenal luas di kapal tanker atau kapal LNG. Berbagai perusahaan galangan kapal telah menggunakan berbagai cara untuk mengurangi efek *sloshing* ini. Salah satunya dengan menggunakan struktur anti *sloshing*. Untuk mengurangi *sloshing* di kapal ikan, biasanya palka ikan dibagi menjadi 2 atau 3 bagian. Dengan

metode ini akan membuat ukuran palka ikan menjadi sempit.

Dengan menggunakan desain *fixed baffles* yang baru untuk sistem palka ikan hidup maupun untuk sistem pendingin RSW (*Refrigerated Sea Water*) diharapkan bisa mengurangi efek *sloshing* yang sangat berpengaruh terhadap stabilitas kapal ikan. Desain *baffles* ini bisa diterapkan untuk kapal ikan tradisional, dengan tidak mempengaruhi struktur kapal dan palka ikan.

1.2 Perumusan Masalah

Dengan memperhatikan pokok permasalahan yang ada terdapat pada latar belakang, maka diambil beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah karakteristik fluida setiap variasi tipe dan dimensi pelubangan pada *baffles* terhadap efek *sloshing*?
2. Bagaimana bentuk *baffles* yang baik untuk diterapkan pada palka kapal ikan tradisional 30 GT?

1.3 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini antara lain :

1. Fluida bersifat *incompresibel*.
2. Tangki yang disederhanakan dalam bentuk *rectangular* (kotak) tanpa *corrugated*.
3. Sumbu rotasi *rolling* pada dasar tanki.
4. Gerakan *sloshing* yang dianalisa merupakan akibat dari gerakan *rolling* kapal.
5. Variasi yang dilakukan adalah bentuk lubang pada *baffles* (lingkaran, *oval*, persegi panjang).
6. Analisa kontruksi tangki tidak ditinjau lebih dalam.
7. Fluida dalam ruang muat diasumsikan 50%.
8. Ukuran Floating Baffles pas dengan tanki sehingga diasumsikan gerakan floating *baffles* hanya sebatas gerakan naik turun mengikuti ketinggian permukaan air

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas maka maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Melakukan simulasi karakteristik fluida setiap variasi tipe dan dimensi pelubangan pada *baffles* terhadap efek *sloshing* dengan bantuan *Computational Fluid Dynamic (CFD)*.

2. Mendapatkan bentuk *baffles* yang baik untuk diterapkan pada palka kapal ikan tradisional 30 GT.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada berbagai pihak yaitu diantaranya:

1. Bagi Peneliti
Memberikan ilmu pengetahuan dan sebagai sarana untuk meningkatkan penelitian yang lebih baik.
2. Bagi User
Memberikan alternatif desain *floating baffles* yang sederhana, mudah, dan murah serta tidak mempengaruhi struktur kapal maupun palka.
3. Bagi Dunia Pendidikan

Memberikan sarana sebagai penunjang dalam dunia pendidikan, khususnya di bidang Perkapalan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kapal Perikanan

Kapal Perikanan adalah kapal yang digunakan dalam kegiatan perikanan yang mencakup penggunaan atau aktivitas penangkapan atau mengumpulkan sumber daya perairan, serta penggunaan dalam beberapa aktivitas seperti riset, training dan inspeksi sumberdaya perairan.^[4]

Undang-Undang RI nomor 31/2004 memberikan pengertian kapal perikanan sebagai kapal, perahu, atau alat apung lainnya yang di pergunakan untuk melakukan penangkapan ikan, mendukung operasi penangkapan ikan, pembudidayaan ikan, pengangkutan ikan, pengolahan ikan, pelatihan perikanan, dan penelitian/ eksplorasi perikanan. Sedangkan kapal penangkap ikan merupakan kapal yang secara khusus digunakan untuk menangkap ikan termasuk memuat, menampung, menyimpan, mendinginkan atau mengawetkan.

2.2 Sloshing

Sloshing adalah gerakan bebas dari sebuah fluida di dalam sebuah wadah. Hal ini disebabkan oleh gangguan pada wadah cairan yang hanya terisi sebagian. Gerak yang terjadi tergantung pada jenis gangguan dan bentuk wadahnya, sehingga fluida bisa mengalami berupa jenis gerak seperti simple planar, nonplanar, rotasional, simetris, asimetris, quasi-periodic dan chaotic.^[5]

Pada umumnya, gerak *sloshing* di dalam tangki tidak dimasukkan dalam analisis konvensional seakeeping karena terlalu rumit. Dalam perhitungan seakeeping, cairan (liquid) di dalam tangki dianggap sebagai *rigid mass*. Namun, secara teori dan eksperimen telah membuktikan bahwa hubungan antara *sloshing* dan perilaku gerak kapal dapat menyebabkan efek yang signifikan terutama dalam sudut pandang gerak swaying dan rolling.

Gerak tak beraturan dapat disimulasikan dengan memecah menjadi komponen-komponen percepatan Cartesian mereka dan menggunakan deret Fourier. Penggunaan persamaan momentum Navier Stokes incompressible untuk lebih sederhana adalah sebagai berikut:

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + u_j \cdot \frac{\partial u_i}{\partial x_j} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_i} + \nu \frac{\partial^2 u_i}{\partial x_j \partial x_j} + b_i \dots \dots (1)$$

b_i vektor terakhir berisi komponen kekuatan tubuh, misalnya gravitasi $g=(0, 0,9.81)$ diterapkan pada sistem diatur oleh persamaan 1. Untuk kasus ini, persamaan momentum akan kemudian dimodelkan sebagai dengan \ddot{X} hasil turunan dari persamaan 2.

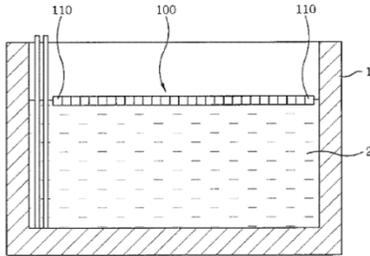
$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + u_j \cdot \frac{\partial u_i}{\partial x_j} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_i} + \nu \frac{\partial^2 u_i}{\partial x_j \partial x_j} + (\ddot{x}_{x,z}, 0, 9.81) \dots \dots (2)$$

Dengan demikian, pendekatan yang dilakukan dalam menghitung gaya yang terjadi pada dinding tangki dapat dilakukan dengan lebih sederhana, khususnya ketika mempertimbangkan meshing yang digunakan untuk memodelkan tangki. Lebih lanjut lagi, pendekatan gaya pada dinding tangki adalah diperolehnya data seputar kecepatan / percepatan, volume / displacemen yang digunakan sebagai input.^[6]

2.3 Anti Sloshing

Penggunaan anti sloshing pada sebuah tangki dibagi menjadi 2 (dua) bagian, yaitu *Fixed anti sloshing* dan *Floating anti sloshing*. Kemajuan anti *sloshing* pada tangki umumnya dikembangkan oleh perusahaan besar yang berkecimpung dalam pengiriman fluida, maupun galangan kapal. Untuk *Fixed anti sloshing* adalah merupakan struktur anti sloshing yang merupakan bagian dari *inner wall*

untuk kapal tanker dengan muatan LNG, dan merupakan satu kesatuan struktur tanki muat telah dikembangkan oleh Samsung^[7] dan telah dipatenkan di Cina, USA dan Eropa. Selain itu Samsung mengembangkan system *Floating anti sloshing* pada tahun 2011. Sistem ini berupa rangkaian *apparatus* terdiri dari foam dan material lainnya yang terapung diatas fluida didalam tangki dan terikat dengan tangki.



Gambar 2.1 Anti Sloshing apparatus dengan system floating

2.4 Gelombang Sinusoidal

Pergerakan suatu kapal erat kaitannya dengan pengaruh gelombang. Gelombang yang terjadi pada kondisi sebenarnya ialah acak, namun sangatlah sulit diterapkan perhitungan gelombangnya. Batasan masalah yang digunakan pada pengerjaan tugas akhir ini adalah gelombang regular, yaitu gelombang sinusoidal.

Dalam buku *Dynamic of Marine Vehicles* dijelaskan bahwa kecepatan panjang gelombang dan periode gelombang diperhitungkan :

$$T_w = \sqrt{\frac{2\pi L_w}{g}} \quad (3)$$

dan

$$\omega_w = \sqrt{\frac{2\pi g}{L_w}} \quad (4)$$

dimana,

T_w = Periode Gelombang (s)
 ω_w = Frekuensi Gelombang (Hz)
 g = Gravitasi (m/s^2)

$$L_w = \frac{g T_w^2}{2\pi} \quad (5)$$

$$V_w = \frac{L_w}{T_w} \quad (6)$$

dengan :

V_w = kecepatan gelombang (m/s)
 L_w = panjang gelombang (m)

2.5 Gerakan Rolling

Persamaan gerak untuk *rolling* pada umumnya sama dengan *pitching*, dan dapat dinyatakan ketika

$$a \frac{d^2\phi}{dt^2} + b \frac{d\phi}{dt} + c\phi = M_0 \cos \omega_e t \quad (7)$$

Dimana $a \left(\frac{d^2\phi}{dt^2} \right)$ adalah momen internal massa sesungguhnya yang dipergunakan untuk *rolling*, $b \frac{d\phi}{dt}$ adalah respon dari *damping moment* dan $\frac{d\phi}{dt}$ adalah kecepatan sudut.

Damping force yang bekerja selama gerakan *rolling* berlangsung sangat dipengaruhi oleh beberapa kombinasi dari beberapa faktor antara lain :

1. Pembentukan gelombang
2. Pergeseran air yang terjadi pada permukaan atau yang terjadi pada pusaran air (*eddy making*)
3. Adanya konstruksi tambahan seperti *bilge keels, skeg*, atau konstruksi sejenis lainnya
4. Tahanan angin yang terjadi pada kapal
5. Energi yang hilang selama gerakan *rolling*
6. Tegangan permukaan

Akibat yang ditimbulkan pada factor 1, 2, 3 dinyatakan lebih signifikan daripada akibat dari factor 4, 5, 6 yang dinyatakan lebih rendah. Sama halnya dengan gerakan *heaving* dan *pitching* nilai *damping koefisien* sangat penting. Selama gerakan *rolling* berlangsung, namun nilai *damping koefisien* ini lebih kecil dengan nilai factor pembesaran antara 5 – 10.

Untuk menganalisa gerakan fluida didalam tangki, perubahan gerakan tangki akibat gerakan *rolling* dapat didekati dengan persamaan sebagai berikut,

$$\phi = \phi a \cos \omega_e t \quad (8)$$

$$\frac{d\phi}{dt} = -\phi a \sin \omega_e t \quad (9)$$

2.6 Response Amplitude Operator (RAO)

Metode spectra merupakan cara untuk mengetahui suatu respon struktur akibat beban gelombang regular dalam tiap-tiap frekuensi. *Response Amplitude Operator* (RAO) atau sering disebut sebagai *Transfer Function* adalah fungsi respon yang terjadi akibat gelombang dalam rentang frekuensi yang mengenai struktur *offshore*. RAO dapat juga didefinisikan sebagai hubungan antara amplitudo respon terhadap amplitudo gelombang. Dapat dinyatakan dengan bentuk matematis yaitu (ζ respon / ζ gelombang). Amplitudo respon bias berupa gerakan, tegangan,

maupun getaran. RAO juga disebut sebagai *Transfer Function* karena RAO merupakan alat untuk mentransfer beban luar (gelombang) dalam bentuk respon pada suatu struktur (Chakrabarty, 1987). Bentuk umum dari persamaan RAO dalam fungsi frekuensi adalah sebagai berikut :

$$S_{\phi}(\omega_e) = S_{\zeta}(\omega_e) |H(\omega_e)|^2 \quad (10)$$

$$S_{\phi} = S_{\zeta}(\omega_e) \left[\frac{\phi_a}{S_{\zeta}} \right]^2 \quad (11)$$

$$RAO = \left(\frac{\text{amplitudo respon gerakan}}{\text{amplitudo gelombang}} \right)^2 = \left(\frac{\phi_a}{S_{\zeta}} \right)^2 \quad (12)$$

dimana,

$S_{\zeta}(\omega_e)$: Fungsi densitas spectrum gelombang [m^2 -det]

$S_{\phi}(\omega_e)$: Fungsi densitas spectrum respon gerakan [m^2 -det]

S_{ϕ} : Spektrum respon gerakan [m]

$|H(\omega_e)|^2$: Response Amplitude Operator (RAO)

ϕ_a : Amplitudo respon gerakan [m] atau [deg]

ζ_a : Amplitudo gelombang [m]

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Data

Data-data yang dikumpulkan sebagai upaya menunjang selesainya penelitian ini meliputi data yang bersifat primer (pokok) dan sekunder (pendukung).

a. Data Primer

Data primer yang dikumpulkan antara lain meliputi linesplan dan data gelombang.

Tabel 3.1 Data Kapal dan Gelombang

Data Kapal		
Loa	17,00	m
Lwl	15,52	m
B	6,40	m
H	3,00	m
T	2,20	m
Displacement	98.236	ton
Cb	0,46	
Data Gelombang		
Height of Wave	2,30	m
Periode of Wafe	5,5	s
Amplitude of Wave	1,15	m
Heading	90	deg

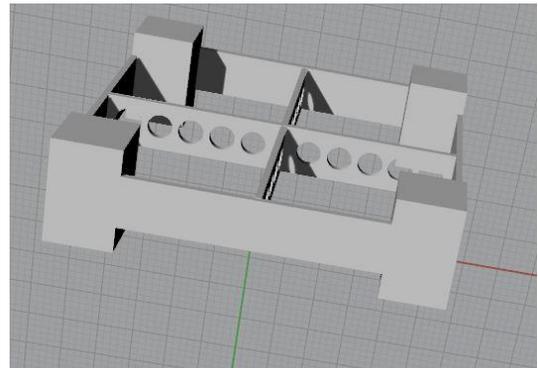
b. Data Sekunder

Data sekunder pada penelitian mengenai perhitungan dinamika kapal, seperti halnya

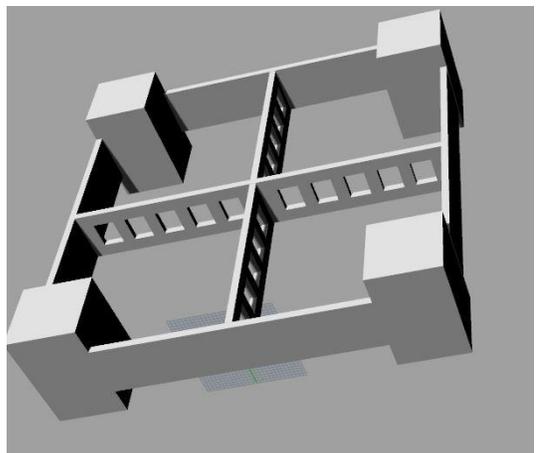
perhitungan gelombang, RAO, frekuensi gelombang dan persamaan gerak rolling. Selain itu data berupa manual book untuk membantu penggunaan *software* pemodelan dan *software* CFD.

3.2 Pembuatan Model

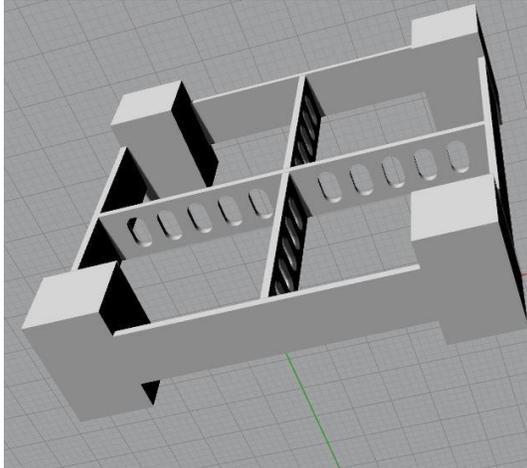
Pembuatan model pada penelitian ini menggunakan *software freecad* dengan menyederhanakan tangki menjadi bentuk kotak tanpa *corrugated* dengan ukuran tangki yaitu panjang 60 cm, lebar 60 cm, dan tinggi 60 cm. Model dimodelkan sebanyak 5 buah yaitu tangki kotak tanpa baffle, tangki kotak dengan *baffle penuh*, tangki kotak dengan *baffle circle perforated*, tangki kotak dengan *rectangle perforated*, dan tangki kotak dengan *oval perforated*.



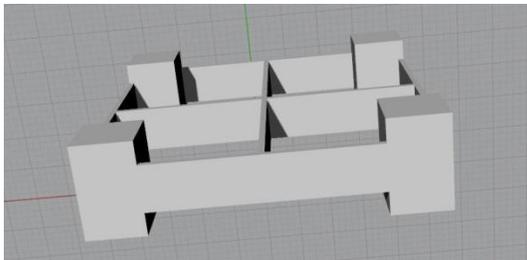
Gambar.3.1 Model Baffles Bulat



Gambar.3.2 Model Baffles Kotak



Gambar.3.3 Model Baffles Oval



Gambar.3.4 Model Baffles Penuh

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Gerakan Kapal

Untuk menentukan persamaan respon gerakan *rolling* terlebih dahulu dilakukan analisa olah gerak kapal menggunakan *software seakeeper* dengan memasukan model kapal dalam format IGS. Pada penelitian ini sudut masuk gelombang ditinjau dari 1 (satu) arah yang secara garis besar merepresentasikan arah gelombang ketika menerpa badan kapal saat beroperasi di laut lepas, yakni *wave heading* 90^0 .

Setelah menginput data gelombang yang telah didapat, tahap berikutnya *solve seakeeping analysis* yang akan menghasilkan grafik RAO. Kemudian data grafik RAO tersebut akan diperlukan untuk menentukan *Roll RAO*.

Langkah selanjutnya menentukan nilai *Roll RAO* dan *encountering frequency* dari data grafik yang telah didapat pada masing-masing tinggi pengisian. Nilai *Roll RAO* maksimum yang tertera pada grafik ditarik garis secara vertikal sehingga didapat nilai *encountering frequency*. Dengan demikian dapat diketahui nilai *Roll RAO* = 6,083 deg/m dan *encountering frequency* = 2,423 rad/s.

Untuk menentukan nilai amplitudo respon gerakan kapal (ϕ_a) pada masing-masing pengisian dilakukan dengan menggunakan rumus $RAO = (\phi_a/S_z)^2$. Nilai *Roll RAO* yang telah didapat dan amplitudo gelombang dari data gelombang dimasukkan dalam rumus RAO tersebut sehingga diketahui nilai amplitudo respon gerakan kapal (ϕ_a) sebesar 2,836 deg atau sama dengan 0,050 rad.

Dari perhitungan di atas didapatkan nilai *Frekuensi Encountering* dan *Amplitudo kapal* yang mana akan digunakan sebagai data input pada persamaan respon gerakan kapal akibat gelombang, sehingga di dapatkan persamaan dibawah ini :

$$\phi = \phi_a \cos \omega_e t$$

$$\phi = 0,050 * \cos(2,423 * time)$$

4.2 Proses Meshing Model

Setelah geometri tangki *solid*, *meshing* dilakukan pada *software Ansys Fluent*. *Meshing* merupakan pembagian objek menjadi bagian atau elemen yang kecil. Semakin kecil ukuran *mesh* pada suatu obyek, maka hasil yang didapatkan akan semakin teliti, tetapi membutuhkan daya komputasi dan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan obyek yang memiliki ukuran *mesh* lebih besar. Oleh karena itu, besar ukuran *mesh* harus diatur sedemikian rupa agar diperoleh hasil yang teliti dan diusahakan daya komputasi yang dibutuhkan tidak terlalu besar. Tipe *meshing* yang dipilih pada penelitian adalah *tetrahedrons* dengan *max size* 0,0125 m.

4.3 User defined

Dalam *Ansys Fluent* untuk membuat simulasi, memodelkan serta menganalisa suatu permasalahan seperti gerakan, properti fluida, *chemical reaction* dan lain sebagainya menggunakan *User defined function* (UDF). UDF merupakan suatu fungsi yang digunakan *user* dalam bahasa pemrograman C yang dapat terhubung dengan *FLUENT solver*.

Gerakan tangki yang akan disimulasikan pada tugas akhir ini membutuhkan UDF untuk mendefinisikan kecepatan gerakan. Dengan demikian persamaan gerakan *rolling* yang telah diperhitungkan diturunkan menjadi kecepatan gerakan yang dialami tangki. Sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$-0,050 * \sin(2,423 * time)$$

4.4 Pengaturan Simulasi CFD

4.4.1 Pre-Processing

Model tangki yang telah dimeshing selanjutnya dilakukan pengaturan di *problem setup Ansys Fluent*. Aliran *sloshing* dianggap sebagai *incompressible*, laminar dan *unsteady*. Model *multiphase* untuk *sloshing* adalah *Volume of Fluid (VOF)*.

Pada *software Fluent* metode yang digunakan adalah *Finite Volume Methode* untuk menyelesaikan persamaan momentum dan kontinuitas. Solver menggunakan *implicit* dan *segregated* dengan waktu integrasi *First Order Implicit*. Skema *Pressure-Velocity Coupling* menggunakan *Fractional Step*.

Pembentukan cairan dilakukan pada tahap *initialize*. Untuk ketinggian cairan pengaturan dilakukan di *Region Adaption*.

4.4.2 Solver

Tahap Solver ini dilakukan setelah tahap *Pre-processor* selesai dilakukan. Tahap ini merupakan proses perhitungan atau *running calculation* dengan merunning data yang di-*input* pada tahap sebelumnya, tahap *solver* meliputi eksekusi mulasi terhadap model. *Output* dari solver kemudian ditampilkan dalam tahap *post-processor*.

Dengan menggunakan fungsi waktu untuk simulasi *sloshing*, maka digunakan *time-step*. Pada penelitian ini dipilih *0.05 time-step size*.

4.4.3 Post-Processing

Setelah proses *running* selesai hasilnya terdapat pada *Post Processor*, dimana *output* yang kita inginkan bisa terlihat. Untuk membuat animasi gerak *sloshing* dilakukan pengaturan terlebih dahulu pada *solution animation playback*.

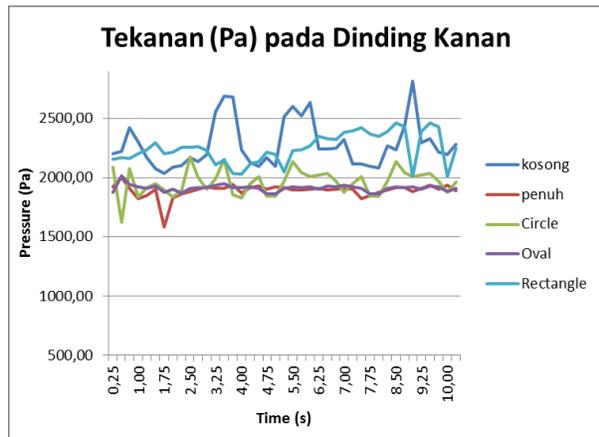
4.5 Hasil Simulasi Tangki

Simulasi *sloshing* dilakukan dalam 4 variasi *baffle* dan 1 tangki tanpa *baffle*.

a. Hasil *running* untuk tekanan dinding tangki sebelah kanan

Berdasarkan hasil simulasi terlihat tekanan dinding tangki sebelah kanan pada tangki kosong memiliki tekanan tertinggi dan pada tangki dengan *baffle* penuh memiliki tekanan paling rendah.

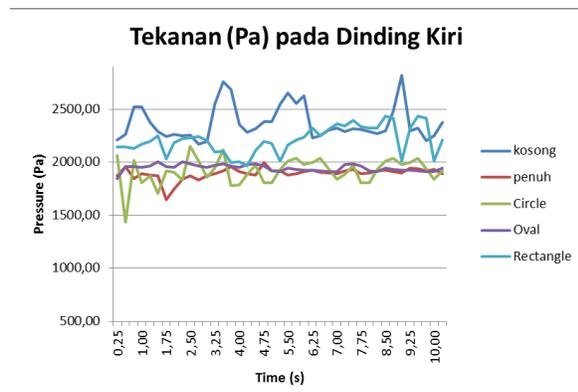
Untuk lebih jelasnya dapat kita lihat pada grafik tekanan dinding tangki dibawah ini:



Gambar.4.1 Tekanan pada dinding tangki kanan

b. Hasil *running* untuk tekanan dinding tangki sebelah kiri

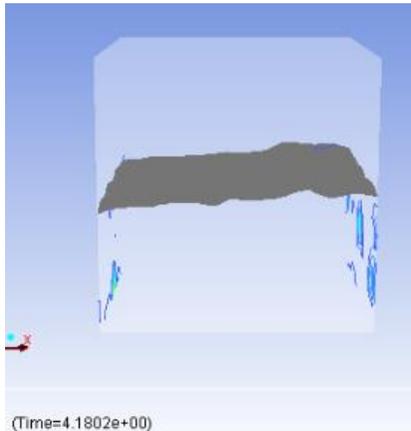
Berdasarkan hasil simulasi terlihat tekanan dinding tangki sebelah kanan pada tangki kosong memiliki tekanan tertinggi dan pada tangki dengan *baffle* penuh memiliki tekanan paling rendah. Untuk lebih jelasnya dapat kita lihat pada grafik tekanan dinding tangki dibawah ini:



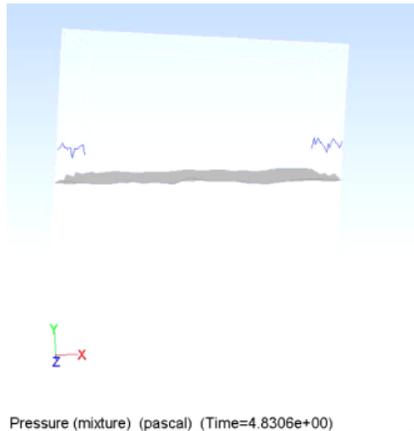
Gambar.4.2 Tekanan pada dinding tangki kiri

4.6 Simulasi *Sloshing*

Beberapa gambar simulasi *sloshing* pada tangki kosong tanpa *baffle* sebagai berikut :

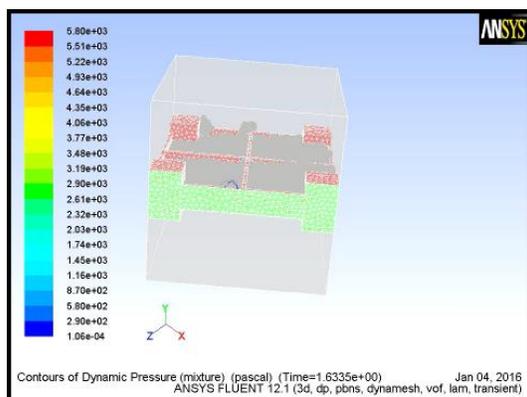


Gambar.4.1 Simulasi pada *time step* 4.1802e+00



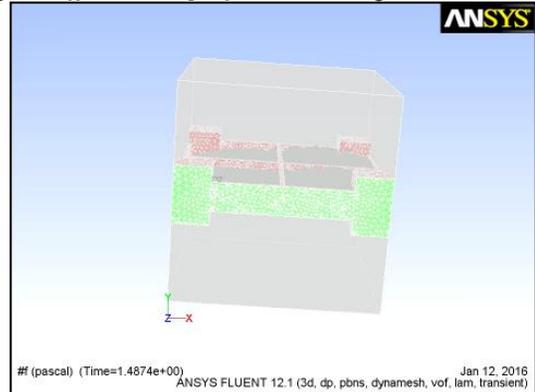
Gambar.4.2 Simulasi pada *time step* 4.8306e+00

Gambar simulasi *sloshing* pada tangki kotak dengan *baffle* penuh sebagai berikut :



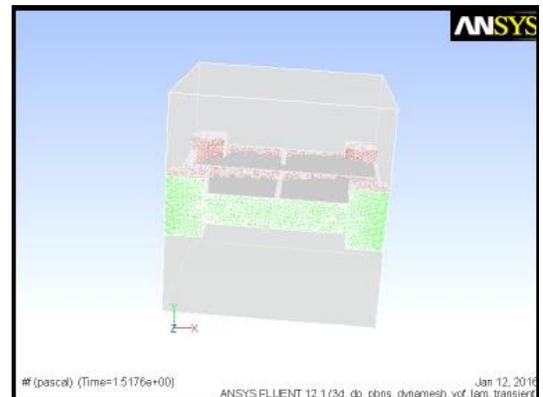
Gambar.4.3 Simulasi pada *time step* 1.6335e+00

Gambar simulasi *sloshing* pada tangki dengan *baffle circle perforated* sebagai berikut :



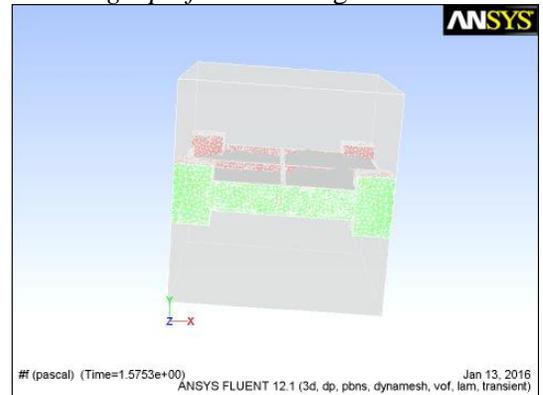
Gambar.4.4 Simulasi pada *time step* 1,4874e+00

Gambar simulasi *sloshing* pada tangki dengan *baffle oval perforated* sebagai berikut :



Gambar.4.5 Simulasi pada *time step* 1,5176e+00

Gambar simulasi *sloshing* pada tangki dengan *baffle rectangle perforated* sebagai berikut:



Gambar.4.6 Simulasi pada *time step* 1,5753e+00

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil yang telah didapatkan dan dibahas pada bab sebelumnya dapat disimpulkan antara lain hal-hal sebagai berikut:

1. Rata-rata tekanan yang terjadi pada dinding tangki ketika pada tangki tanpa baffle sebesar 2283,38 Pa (kanan) dan 2372,22 Pa (kiri). Pada tangki dengan baffle penuh sebesar 1892,29 Pa (kanan) dan 1893,63 Pa (kiri). Pada tangki dengan baffle *circle perforated* sebesar 1961,17 Pa (kanan) dan 1917,08 Pa (kiri). Pada tangki dengan baffle *oval perforated* sebesar 1912,11 Pa (kanan) dan 1946 Pa (kiri). Pada tangki dengan baffle *rectangle perforated* sebesar 2248,10 Pa (kanan) dan 2211,12 Pa (kiri). Berdasarkan hasil diatas menunjukkan bahwa tangki dengan baffle penuh dapat mengurangi tekanan sebesar 19,2%, tangki dengan baffle *circle perforated* dapat mengurangi tekanan sebesar 16,91%, tangki dengan baffle *oval perforated* dapat mengurangi tekanan sebesar 17,89%, tangki dengan baffle *rectangle perforated* dapat mengurangi tekanan sebesar 5,08%.
2. Dari proses simulasi yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa model dengan baffle utuh memiliki tekanan terkecil dengan mengurangi tekanan sebesar 19,2%, sehingga dianggap paling baik dalam mengurangi dampak dari efek sloshing pada kapal.

5.2 Saran

Tugas akhir yang disusun penulis ini masih mempunyai keterbatasan dan kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan tugas akhir ini dapat dikembangkan lagi secara lebih mendalam dengan kajian lebih lengkap. Adapun saran penulis untuk penelitian lebih lanjut antara lain:

1. Diperlukan komputasi yang tinggi dalam analisa CFD.
2. Perlunya ketelitian dalam menjalankan *software* CFD.
3. Diharapkan adanya pengujian laboratorium guna meningkatkan keakuratan hasil pendekatan numerik yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anwar, Muhamad Syaiful. (2013). Tugas Akhir. *Simulasi Sloshing pada Dinding Tangki Tipe Membran Kapal LNG Akibat Gerakan Heaving dan Pitching di Gelombang Regular*. Surabaya; Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [2] Arsad, Ashar Khoirul. (2013). Tugas Akhir. *Studi Gerakan Sloshing terhadap Tangki Kotak (Rectangular Tank) Dengan dan Tanpa Pelat Memanjang (Baffle) Akibat Gerakan Rolling Kapal Dengan Metode Computational Fluid Dynamic (CFD)*. Surabaya; Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [3] Bhattacharrya, Rameswar. (1978). *Dynamics of Marine Vehicles*. New York; Wiley Publication.
- [4] J. Glejin et al. (2012). *Influence of Winds on Waves Over The Near Shore Regions of Eastern Arabian Sea*. European Geosciences Union; 9, 3021-3047, 2012.
- [5] Raouf A Ibrahim. *Liquid Sloshing Dynamics*. Cambridge University Press; 2005.
- [6] Rognebakke, Olav dkk. (2009). *Sloshing Impact Design Load Assesment I*. Internatioanl Society of Offshore and Polar Engineer.
- [7] Septiansyah, Bahtiar Rifai. (2012). Tugas Akhir. *Analisa Sloshing Secara Memanjang Pada Tangki FLNG Dengan Menggunakan Metode Computational Fluid Dynamic (CFD)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [8] Sloshing Assesment Guidance Document for Membrane Tank LNG Operation (2009). London; Llyod Register.
- [9] Tuakia, Firman. (2008). *Dasar-dasar CFD Menggunakan FLUENT*. Bandung; Informatika.