



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Desain *Passive U-Tube Tank* Pada *Anchor Handling Tug/Supply Vessel* Guna Menurunkan *Rolling* Kapal Menggunakan Variasi Lebar Saluran

Alif Fadhilah¹⁾, Ahmad Fauzan Zakki¹⁾, Eko Sasmito Hadi¹⁾

¹⁾Laboratorium Hidrodinamika

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

e-mail : aliffadhilah96@gmail.com, ahmadfzakki@gmail.com, ekosasmitohadi@gmail.com

Abstrak

Kapal *Anchor Handling Tug Supply* (AHTS) adalah kapal khusus yang berfungsi untuk menangani pemasangan jangkar untuk *buoy* ataupun untuk mengangkat jangkar dan juga untuk inspeksi rantai sampai pada jangkar yang di dalam laut serta menyuplai logistic serta peralatan yang dibutuhkan selama proses eksplorasi. Kapal jenis ini harus memenuhi persyaratan laik laut yang optimum, aman dalam olah gerak, dan mempunyai kekuatan yang sangat baik. Sehingga mampu menghasilkan olah gerak yang lincah, aman, mudah dioperasikan dan memiliki ketahanan pada kondisi ekstrim sekalipun. Maka dari itu, untuk mengurangi *rolling* yang terlalu besar dilakukan analisa penggunaan *Passive U-Tube Tank* terhadap Kapal AHTS dengan menggunakan variasi lebar saluran. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan software berbasis CAD yang kemudian dilakukan analisis perhitungan momen peredam untuk mendapatkan nilai *Additional Damping* yang mana digunakan untuk peredam tambahan pada analisis gerakan *rolling* kapal menggunakan software berbasis CFD. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kapal dengan penambahan *passive tank* variasi 3 memiliki respon momen redam dan *Additional Damping* yang paling baik dan dapat mengurangi nilai RMS *Rolling* kapal sebesar 11,9% dengan nilai RMS *Rolling* sebesar 0,37 Deg.

Kata Kunci : Kapal AHTS, Olah Gerak, *Rolling*, *Passive Tank*, CFD

1. PENDAHULUAN

Sebagai negara kepulauan, Indonesia memiliki potensi kelautan yang melimpah. Baik dalam sektor perikanan hingga sektor minyak dan gas di lepas pantai Indonesia. Dalam pengembangan sektor minyak dan gas, transportasi laut merupakan sarana yang sangat penting bagi kelancaran dan kemajuan roda perekonomian Bangsa Indonesia pada sektor tersebut. Hampir sebagian besar distribusi barang, personal, peralatan dan bantuan operasi ketika eksplorasi minyak dan gas menggunakan sarana transportasi laut sebagai sarana penunjang utama proses eksplorasi. Lokasi eksplorasi yang jauh serta kondisi lingkungan yang ekstrim menyebabkan tidak semua kapal dapat mampu melaksanakan kegiatan tersebut. Oleh karena itu dibutuhkan kapal khusus yang cukup kuat untuk membantu proses eksplorasi tersebut.

Kapal *Anchor Handling Tug Supply* (AHTS) adalah kapal khusus yang berfungsi untuk menangani pemasangan jangkar untuk *buoy* ataupun untuk mengangkat jangkar dan juga untuk inspeksi rantai sampai pada jangkar yang di dalam laut, menyuplai logistic serta peralatan yang dibutuhkan selama proses eksplorasi. Kapal jenis ini harus memenuhi persyaratan laik laut yang optimum, aman dalam olah gerak, dan mempunyai kekuatan yang sangat baik. Sehingga mampu menghasilkan olah gerak yang lincah, aman, mudah dioperasikan dan memiliki ketahanan pada kondisi ekstrim sekalipun [1].

Aspek olah gerak kapal merupakan salah satu faktor yang menentukan stabilitas kapal. Gerakan *rolling* merupakan salah satu fenomena dari olah gerak kapal, yang mana ketika amplitudo gerakan *rolling* besar, maka akan dapat menimbulkan *capsizing* [2].

Salah satu solusi dalam meminimalisir terjadinya *rolling* pada kapal dengan ditambahkan system *anti-rolling* pada kapal. *Anti-rolling* merupakan sistem yang didesain sedemikian rupa sehingga memiliki fungsi untuk meredam *rolling* yang terjadi pada kapal. Terdapat jenis *anti-rolling* diantaranya *active fins*, *passive tanks*, *active tanks* dan *bilge keel*. *Anti-rolling* yang biasa digunakan pada kapal adalah *bilge keel*, namun *bilge keel* ini dianggap kurang efektif dibandingkan dengan *passive tank* [3].

Anti *Rolling* biasanya lebih banyak dipasang pada berbagai jenis kapal dengan panjang kapal sebesar 20 m hingga 400 m, diantaranya adalah *Offshore Support Vessel* (PSV,AHTS,DSV), *Offshore Construction Vessel*, Kapal RORO, Kapal Kontainer, Kapal Penelitian, *Pipe Lay Vessel*, *Buoy Tender Vessel*, Kapal Ikan, Kapal Angkatan Laut[4].

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan kajian penggunaan 3 jenis *anti-rolling tank* terhadap beberapa jenis kapal seperti ditambahkan jenis *anti-rolling tank* berupa *fin stabilizer* pada kapal *ferry roro* 500 GT dengan hasil berupa persentase peredam *roll* adalah sebesar 75%[2], ditambahkan jenis *anti-rolling tank* berupa *bilge keel* pada kapal ikan tipe kragan dengan hasil berupa persentase peredam *roll* adalah sebesar 4,42%[5], ditambahkan jenis *anti-rolling tank* berupa *passive u-tube tank* pada kapal ikan tipe kragan dengan hasil berupa persentase peredam *roll* adalah sebesar 53,5%[6], ditambahkan *anti-roll* jenis *passive tank* pada kapal kontainer 100 TEUS dengan variasi tinggi fluida adalah sebesar 50,5%[7], serta penggunaan *passive tank* pada Kapal AHTS yang mampu mengurangi gerakan *rolling* sebesar 20-70%[8].

Berdasarkan landasan tersebut agar mengetahui pengaruh *passive u-tube tank* pada kapal AHTS terhadap gerakan *rolling* pada kapal dengan variasi lebar saluran maka harus ada analisa lebih lanjut. Analisis yang dilakukan berupa pembuatan model kapal dan *passive u-tube tank* menggunakan bantuan software berbasis CAD, analisis perhitungan momen redam *passive u-tube tank* serta analisis gerakan *rolling* kapal menggunakan software berbasis CFD.

Dalam mencapai hasil bagaimana pengaruh *passive u-tube tank* terhadap kapal AHTS maka dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *passive u-tube tank* terhadap gerakan *rolling* pada kapal AHTS dan bisa mendapatkan *passive u-tube tank* terbaik. Adapun manfaat dari penelitian ini untuk memberikan gambaran hasil perancangan *passive tank* terbaik terhadap variasi lebar saluran *U-Tube Tank* pada kapal AHTS dalam kemampuan meredam *rolling* kapal, dapat

memberikan informasi tentang *passive tank* kapal AHTS yang terbaik terhadap aspek *rolling* kapal, dan dapat menjadi acuan dalam perancangan *passive tank* yang digunakan pada kapal AHTS.

2. METODE

2.1. Pengumpulan Data

- Data Primer
Data primer diperoleh dari hasil penelitian sebelumnya pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Data Ukuran Utama Kapal

No	Dimensi	Skala Penuh
1	LOA	60,00 m
2	B	16,00 m
3	H	6,00 m
4	T	4,8 m
5	Vs	14 knot

- Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari literatur (jurnal dan data yang didapat pada penelitian sebelumnya).

2.2. Parameter Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa penurunan nilai *rolling* kapal menggunakan *passive tank* yang mempunyai respon momen redam paling tinggi terhadap gerak *rolling* kapal, sehingga kapal tersebut mempunyai tingkat keamanan dan kenyamanan yang sesuai dengan standar kriteria *seakeeping* untuk kapal AHTS.

Parameter yang dipakai sebagai berikut :

- Parameter tetap :
 1. Dimensi dari lambung kapal antara lain :
 - a. *Length Over All* (LOA) (m)
 - b. *Breadth* (B) (m)
 - c. *Draft* (T) (m)
 - d. *Height* (H) (m)
 - e. Kecepatan dinas (Vs) (m/s)
 2. Spesifikasi *passive tank*
 3. Tinggi gelombang signifikan (Hs) yang digunakan yaitu 1 m, sesuai dengan karakteristik tinggi gelombang di Laut Jawa dengan periode rata-rata (T_{av}) yaitu 3,2109 detik.
 4. Arah gelombang yang ditinjau adalah gelombang dari sudut 90⁰.

- Parameter peubah
 1. Lebar Saluran Tangki (wd) ada pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Data Variasi Lebar Saluran *Passive Tank*

No	Model <i>Passive Tank</i>	Lebar Saluran (wd)
1	Model A	4,00 m
2	Model B	7,00 m
3	Model C	13,00 m

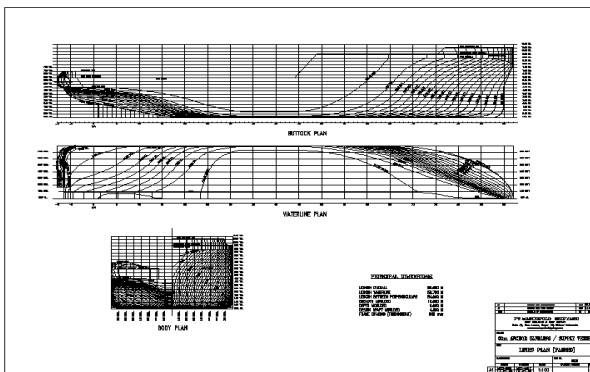
2. Secara umum, Volume fluida yang ada di dalam tangki sebesar 1-2% dari *displacement* kapal [9]. Persentase volume pada variasi tiap model ada pada tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Data Volume Variasi Model Tangki

No	Model <i>Passive Tank</i>	Persentase Volume (%)
1	Model A	1,97 %
2	Model B	2,60 %
3	Model C	3,83 %

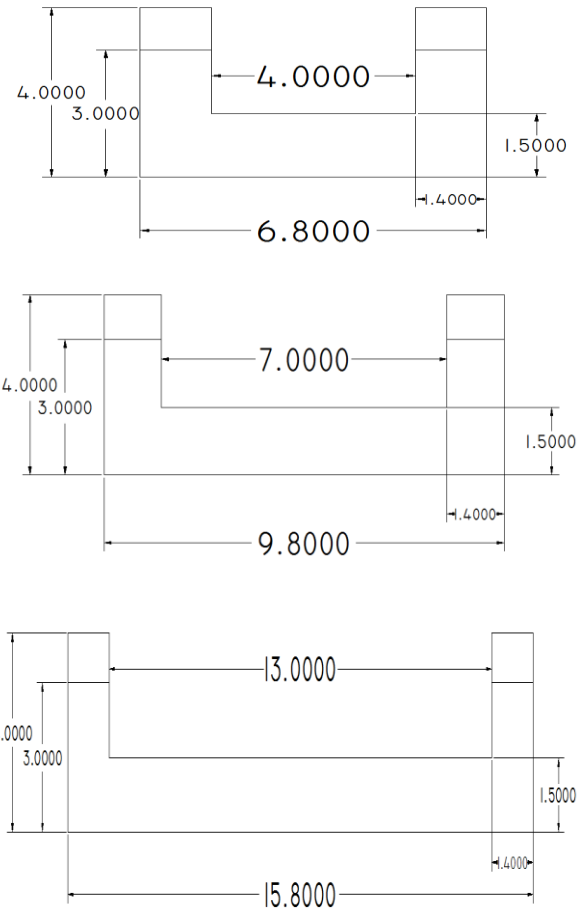
2.3. Pembuatan Model

Gambar 1 menunjukkan data kapal AHTS berupa *lines plan* kapal yang digunakan untuk membuat model kapal 3D dengan memasukkan data-data lambung kapal sesuai pembagian searah sumbu x, y, z ke dalam program software *Rhinoceros*.



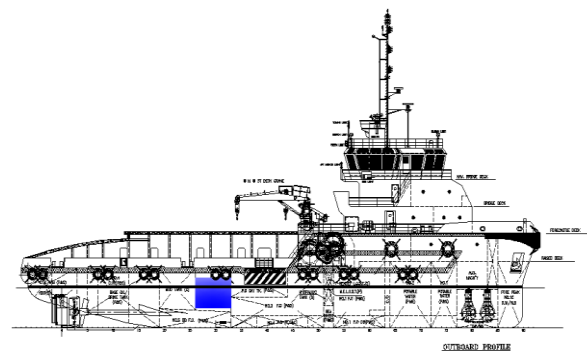
Gambar 1. Lines Plan Kapal AHTS berbasis CAD

Gambar 2 menunjukkan model *passive tank* sebanyak 3 buah, dimana dibuat dengan program software berbasis CAD yang memiliki 3 jenis variasi lebar saluran yang berbeda dengan lebar saluran sebesar 4 m, 7 m, dan 13 m.

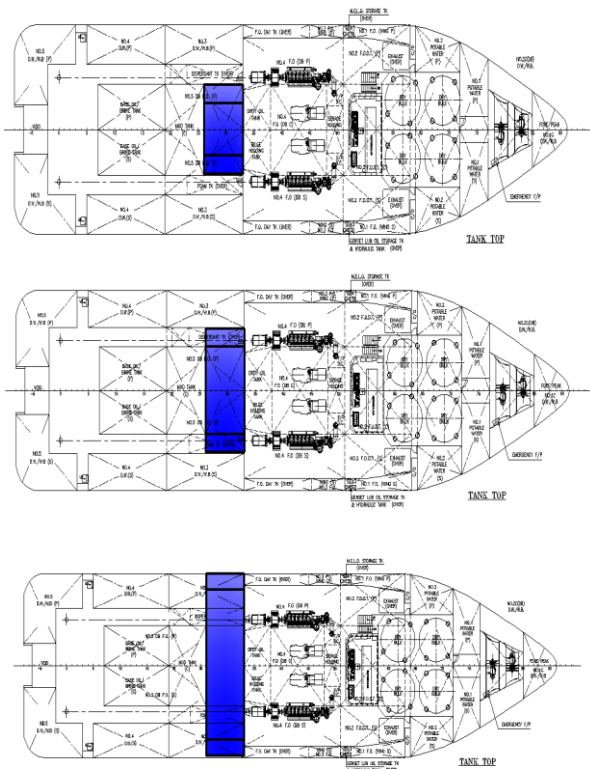


Gambar 2. Model 2D *Passive U-Tube Tank* dengan Variasi Lebar Saluran Tangki

Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan peletakkan model *passive tank* sebanyak 3 buah, dimana dapat dilihat dari perbedaannya pada tampak samping kapal dan tampak atas kapal dengan variasi 3 jenis lebar saluran yang berbeda sebesar 4 m, 7 m, dan 13 m.



Gambar 3. Peletakkan Model *Passive U-Tube Tank* Kapal AHTS terlihat tampak Samping



Gambar 4. Peletakkan Model *Passive U-Tube Tank* Kapal AHTS terlihat tampak Atas

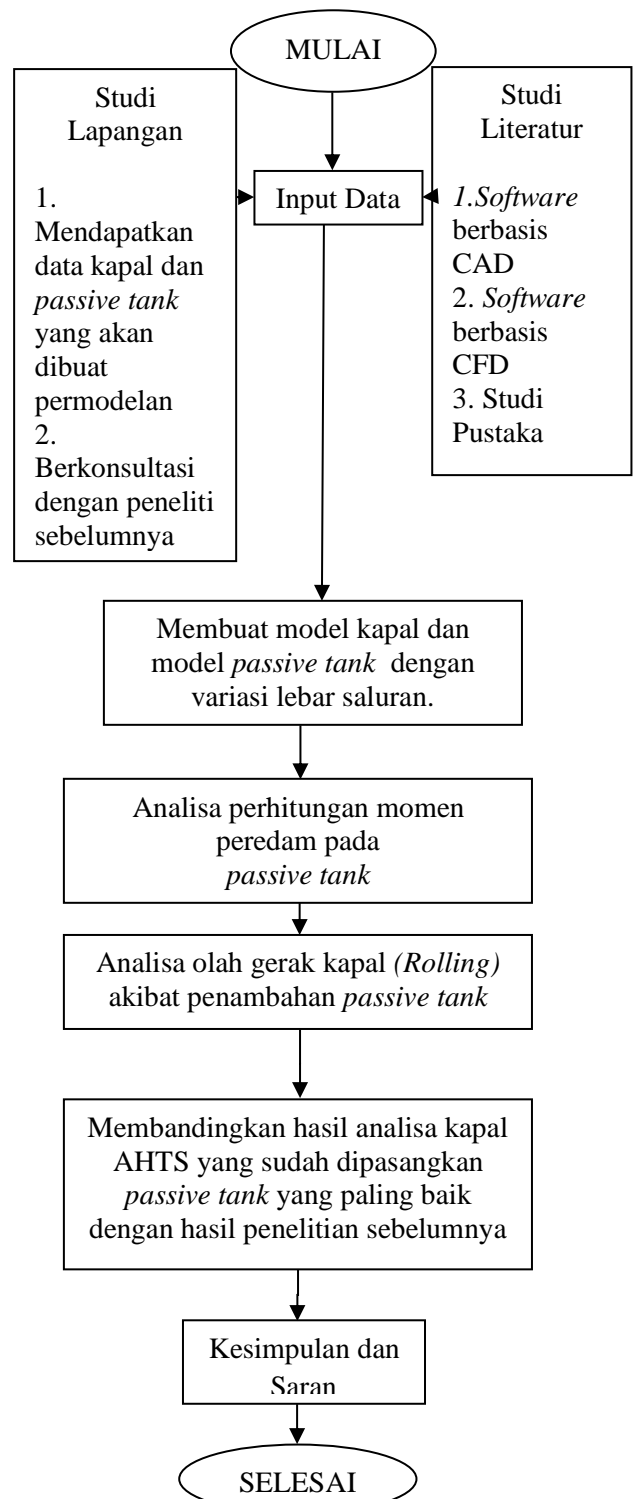
2.4. Pengolahan Data

Data yang didapat dari hasil studi lapangan kemudian diolah. Tahapan pengolahan data meliputi:

1. Pembuatan model 3D kapal dan *passive tank* menggunakan *software Rhinoceros*.
2. Model 3D *Rhinoceros* diexport menjadi bentuk .igs digunakan untuk analisis pada *software CFD* dengan tahapan dimulai dari pembuatan geometri, *meshing* model, *setup*, *solution*, dan yang terakhir *result* untuk mengetahui hasil analisis.
3. Membandingkan hasil analisis kapal kontainer yang sudah ditambahkan *passive tank* dan sebelum ditambah *passive tank*.

2.5. Diagram Alir Penelitian

Gambar 5, menunjukkan diagram alir yang berisi tentang metode yang digunakan dalam penelitian dan dirangkum dengan secara sistematis.

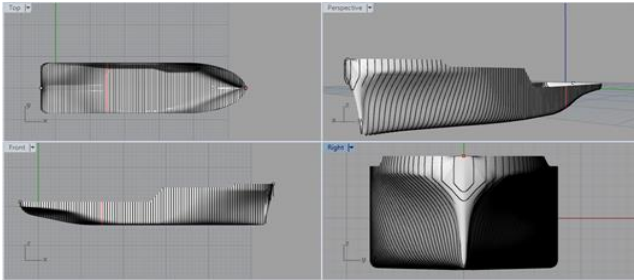


Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

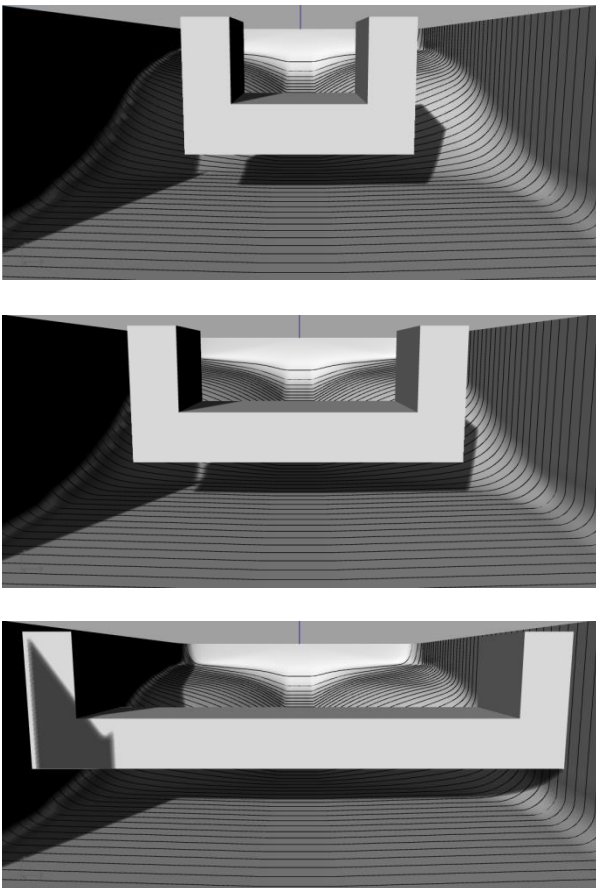
3.1. Pembuatan Model 3D

Sebelum menganalisis, dilakukan pembuatan model 3D kapal dan model *passive u tube tank* dengan menggunakan *software Rhinoceros*.



Gambar 6. Model 3D *Rhinoceros* Kapal AHTS

Gambar 6 menunjukkan model 3D Kapal AHTS yang digunakan untuk analisis olah gerak kapal. Analisis olah gerak kapal menggunakan *software* berbasis CFD, model 3D kapal dari *software Rhinoceros* harus diubah menjadi file .iges atau .stp sehingga dapat dianalisis oleh *software* berbasis CFD.



Gambar 7. Model 3D *Rhinoceros* *Passive U-Tube Tank* Tampak Depan

Gambar 7 menunjukkan model 3D *Passive U-Tube Tank* yang digunakan untuk analisis perhitungan momen peredam *passive tank* menggunakan *software CFD*, model 3D kapal dari *software Rhinoceros* harus diubah menjadi file .iges atau .stp sehingga dapat dianalisis oleh *software* CFX.

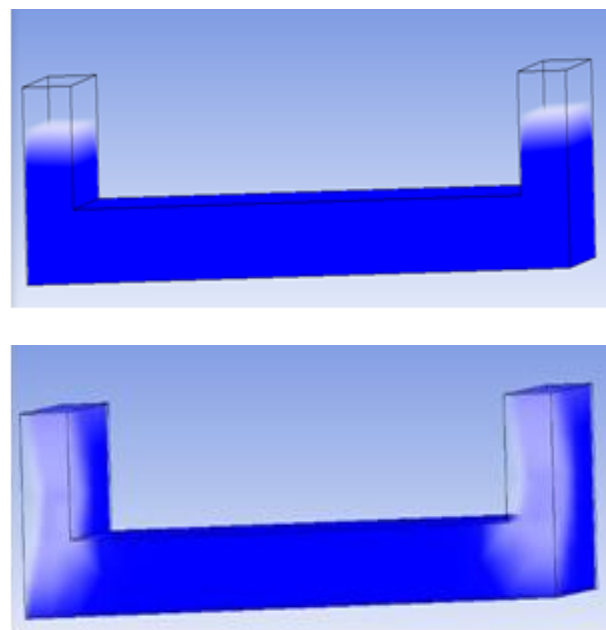
3.2. Analisis dan Perhitungan Momen Peredam *Passive Tank*

Model variasi *passive tank* pada *Rhinoceros* yang telah dibuat, kemudian dilakukan perhitungan dengan menggunakan *software* CFX untuk mendapatkan nilai momen yang dihasilkan dari pergerakan fluida didalam tangki. Dalam penelitian kali ini *passive tank* digunakan pada Kapal AHTS yang memiliki nilai maksimal *rolling* sebesar 6 derajat [10], maka dipilih lah 3 permasalahan kondisi *rolling* untuk menentukan *angular velocity* yang akan diinput yaitu:

Tabel 4. Nilai *Angular Velocity*

<i>Angular Velocity</i>	
3 Deg/s	0,05 rad/s
2 Deg/s	0,04 rad/s
1 Deg/s	0,02 rad/s

Gambar 8 merupakan ilustrasi perhitungan momen yang dihasilkan oleh pergerakan fluida didalam tangki dengan lebar saluran tangki 13 m dan sudut *roll* 1°.

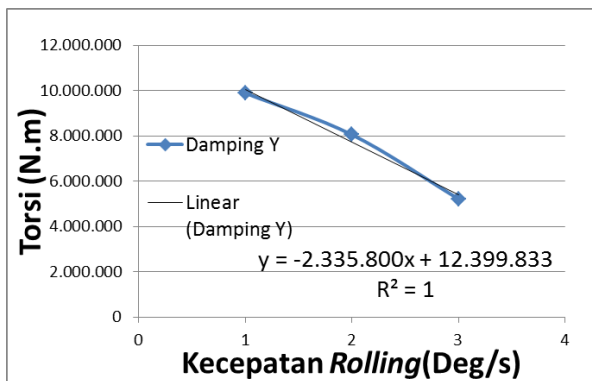


Gambar 8. Ilustrasi *Running* Perhitungan Momen Peredam Variasi 3 pada *software Fluid Flow 18.1* (CFX)

Tabel 5. Nilai Momen Peredam *Passive Tank*

No	Kecepatan Sudut Roll (Deg/s)	Momen Peredam (N.m)		
		X	Y	Z
1	3 Deg/s	846390	2652100	-4639600
	2 Deg/s	699270	4089300	-3441400
	1 Deg/s	443520	5024200	-1827300
2	3 Deg/s	-1157000	-3680000	6436600
	2 Deg/s	-919730	-5669900	4772600
	1 Deg/s	-498220	-6966000	-2532200
3	3 Deg/s	2145500	5226100	-9147100
	2 Deg/s	1841300	8060900	-6775800
	1 Deg/s	1241900	9897700	-3598400

Pada tabel 5, didapatkan nilai momen peredam yang diperoleh dari *solution report software CFX*. Data yang sudah didapat akan dilakukan metode regresi untuk mendapatkan *slope* kemiringan yang merupakan nilai *Additional Damping* agar nilai tersebut bersifat linear den. Momen peredam yang memiliki nilai tertinggi terdapat pada variasi 3 dengan lebar saluran tangki sebesar 13 meter dan dihasilkan oleh kecepatan *rolling* sebesar 1 deg/s.



Gambar 9. Perhitungan *Additional Damping* Menggunakan Metode Regresi pada Variasi 3

Gambar 9 menunjukkan bahwa semakin kecil kecepatan *rolling* tangki yang digunakan untuk analisis, maka momen yang dihasilkan juga semakin kecil. Dengan dilakukannya perhitungan menggunakan metode regresi maka dapat menentukan nilai *Additional Damping* yang ditunjukkan di tabel 4.

Tabel 6. Nilai *Additional Damping Passive Tank*

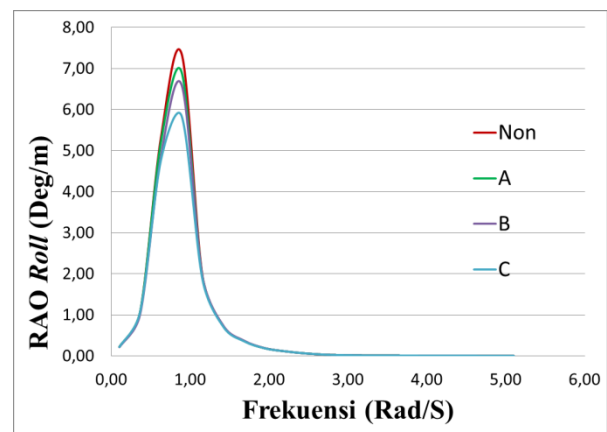
No	Damping (N.m/(deg/s))		
	X	Y	Z
1	201435	-1186050	-1406150
2	-329390	1643000	4484400
3	451800	-2335800	-2774350

Berdasarkan tabel 6, variasi 3 didapatkan nilai *Additional Damping* terbesar. Hal tersebut dikarenakan variasi 3 memiliki volume fluida yang dipindahkan lebih besar dibandingkan model lainnya.

3.3. Analisis dan Perhitungan *Rolling Kapal*

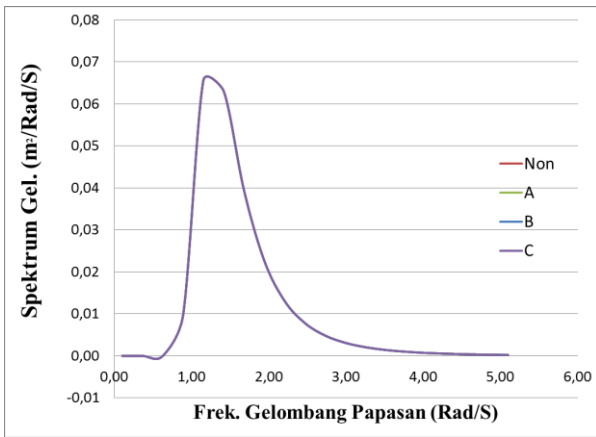
Analisis olah gerak dihitung dengan menggunakan *software* berbasis CFD dengan memasukkan nilai *additional damping passive tank* yang kemudian dilakukan analisis gerakan *rolling* kapal dengan sudut masuk gelombang 90°. Hasil analisis olah gerak *rolling* ini berupa *Response Amplitudo Operator (RAO) Rolling* dan nilai *Root Mean Square (RMS) Rolling* kapal.

Pada kenyataannya, gelombang di laut adalah gelombang acak sehingga respon kapal terhadap gelombang reguler yang dinyatakan dalam RAO tidak dapat menggambarkan respon kapal pada keadaan sesungguhnya di laut. Untuk mendapatkan respon gerakan kapal terhadap gelombang acak dapat digambarkan dengan spektrum respon. Untuk perairan laut jawa, data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tinggi gelombang signifikan (H_s) 1 m, dan dari data tinggi gelombang yang didapatkan lalu dicari nilai periode rata-rata (T_{av}) pada tabel *sea state* yaitu 3,2109 [5].



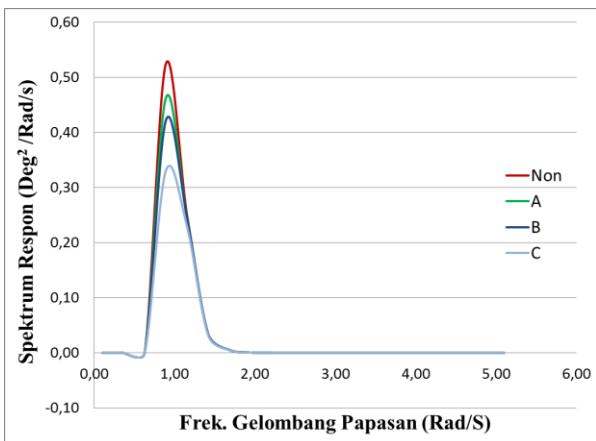
Gambar 10. Grafik RAO *Rolling* Kapal AHTS Sebelum dan Sesudah Penambahan *Passive Tank*

Pada gambar 10, dapat diketahui gerakan *rolling* terbesar untuk arah masuk gelombang 90° terjadi pada model kapal tanpa *passive tank* (Non) dengan nilai maksimal 7,35 deg/m, gerakan *rolling* dengan variasi lebar saluran tangki sebesar 4 m memiliki nilai 6,91 deg/m, gerakan *rolling* dengan variasi lebar saluran tangki sebesar 7 m memiliki nilai 6,6 deg/m dan gerakan *rolling* terkecil terjadi pada kapal dengan *passive tank* variasi lebar saluran tangki sebesar 13 m memiliki nilai minimal 5,84 deg/m.



Gambar 11. Grafik Spektrum Gelombang Kapal AHTS Sesudah dan Sebelum Penambahan *Passive Tank*

Pada gambar 11, menunjukkan grafik spektrum gelombang pada kapal AHTS pada sudut masuk gelombang 90^0 dan pada kecepatan kapal sebesar 14 knots yang digunakan untuk mendapatkan spektrum respon gerakan kapal dari hasil pengkalian spektrum gelombang dengan nilai *RAO rolling* kapal.

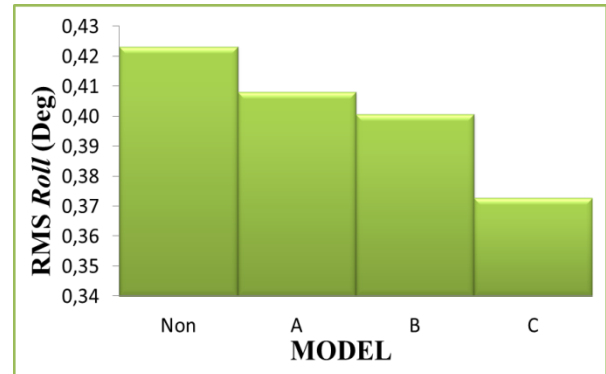


Gambar 12. Grafik Spektrum Respon Gerakan Kapal AHTS Sesudah dan Sebelum Penambahan *Passive Tank*

Pada gambar 12, dapat diketahui respon gerakan kapal terbesar untuk arah masuk gelombang 90^0 terjadi pada model kapal tanpa *passive tank* (Non) dengan nilai maksimal $0,52 \text{ deg}^2/\text{rad/s}$ dan respon gerakan kapal terkecil terjadi pada model kapal dengan *passive tank* variasi lebar saluran tangki sebesar 13 m memiliki nilai minimal $0,33 \text{ deg}^2/\text{rad/s}$.

3.4. Evaluasi Kriteria *RAO* dan *RMS Rolling*

Pada gambar 13, dapat diketahui hasil *RMS rolling* pada kondisi kapal sebelum dan sesudah penambahan *passive tank*. Nilai *RMS* pada kapal yang sudah ditambah *passive tank* menunjukkan bahwa semakin lebar saluran tangki maka semakin kecil dibandingkan dengan kapal tanpa *passive tank*, hal ini disebabkan karena adanya penambahan nilai momen peredam yang dihasilkan oleh pergerakan fluida didalam *passive tank*.



Gambar 13. Grafik *RMS Rolling* Kapal AHTS Sebelum dan Sesudah Penambahan *Passive Tank*

Dari tabel 7, menunjukkan bahwa seluruh penambahan *passive tank* telah memenuhi kriteria *roll* kapal AHTS dengan nilai *RMS roll motion* maksimal sebesar 3^0 . Variasi 3 memiliki persentase momen redam tertinggi sebesar 11,89% .

Tabel 7. Nilai *Additional Damping Passive Tank*

Variasi	RMS (Deg)	Presentasi Redam (%)
Non	0,42	-
1	0,41	3,57
2	0,40	5,29
3	0,37	11,89

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tentang “Desain *Passive U-Tube Tank* pada Kapal AHTS Guna Menurunkan *Rolling* Kapal dengan Variasi Lebar Saluran” maka dapat ditarik kesimpulan bahwa penambahan *passive tank* dengan variasi lebar saluran mempengaruhi *rolling motion* kapal AHTS. Semakin lebar saluran tangki, maka nilai dari *RMS roll motion* akan semakin menurun.

Pada penambahan *passive tank* dengan variasi lebar saluran tangki sebesar 4 m didapat nilai *RMS* sebesar $0,41^0$ dan mampu menurunkan nilai *RMS* hingga 3,57 %. Untuk penambahan *passive tank* dengan variasi lebar saluran tangki

sebesar 7 m didapat nilai RMS sebesar 0,40⁰ dan mampu menurunkan nilai RMS hingga 5,29 %. Untuk penambahan *passive tank* dengan variasi lebar saluran tangki sebesar 13 m didapat nilai RMS 0,37⁰ serta mampu menurunkan nilai RMS sebesar 11,89 %. Analisis yang didapatkan dalam penelitian ini yaitu pengaruh *passive tank* pada kapal AHTS dapat menurunkan gerakan *rolling* karena pada saat kapal AHTS tidak memiliki *passive tank* didalamnya, mendapatkan nilai RMS *rolling* sebesar 0,42⁰ lalu pada saat ditambahkan *passive tank* didalamnya dengan variasi lebar saluran tangki sebesar 13 m mendapatkan nilai RMS *rolling* sebesar 0,37⁰ dengan persentasi redam sebesar 11,89%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. S. Sigalingging, I. P. Mulyatno, S. Jokosisworo, "Analisa Kekuatan Struktur Main Deck Sebagai Penumpu Towing Winch Pada Kapal OSV.Go Perseus Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga," *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 5, no. 4, Okt. 2017.
- [2] A. Herbowo, D. Chrismianto, and M. Iqbal, "Analisa Fin Stabilizer Terhadap Rolling Pada Kapal Ferry Ro-Ro 500 GT Dengan Metode CFD (Computational Fluid Dynamic)," *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 5, no. 1, Jan. 2017.
- [3] Aalto University School of *Engineering*, "Control of Ship Motion," 2016. [Online]. Available: [https://mycourse.aalto.fi/SD10-Control\(6/4/2017\)](https://mycourse.aalto.fi/SD10-Control(6/4/2017)).
- [4] I. Novac, C. Faitar, "Consideration Upon Fixed Anti-Rolling Passive Systems," *Naval Academy Scientific Buletin*, Vol. XIX, Issue 2, 2016.
- [5] M. I. Malik, P. Manik, and M. Iqbal, "Meningkatkan Performa Kapal Ikan Tradisional (Studi Kasus Kapal Tipe Kragan)," *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 4, no. 4, pp. 748–757, 2016.
- [6] F. A. Karim, A. F. Zakki, and M. Iqbal, "Rancang Desain Passive U-Tube Tank Pada Kapal Ikan Tradisional Guna Menurunkan Rolling Kapal," *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 6, no. 2, 2018.
- [7] M. F. Shofly, A. F. Zakki, and M. Iqbal, "Desain Passive U-Tube Tank Pada Kapal Kontainer 100 TEUS Guna Menurunkan Rolling Kapal Dengan Variasi Tinggi Fluida," *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 6, no. 4, 2018.
- [8] L. A. L. Wenersberg, "Modelling and Simulation of Anchor Handling Vessel," Norwegian University of Science and Technology, Norwegia, 2009.
- [9] J-H. Kim, and Y. Kim, "Study on Heel Stabilization for Cruise Ship by Using Active Fin and Anti-Rolling Tank," Department of Naval Architecture and Ocean Engineering, Seoul National University, Korea, 2012.
- [10] NORDFORSK, "Seakeeping Performance Criteria for Human Effectiveness - Limiting Criteria with Regard to Acceleration (Vertical and Lateral) and Roll Motion," 1987.