



ISSN 2338-0322

# JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

## Perancangan Kapal *Rescue boat* Di Wilayah Perairan Rawa Pening Kabupaten Semarang Jawa Tengah

Muhamad Amar Jadid <sup>1\*)</sup>, Deddy Chrismianto<sup>2)</sup>, Wilma Amiruddin<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Laboratorium Kapal-kapal Kecil dan Perikanan

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

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

<sup>\*)</sup>e-mail :marjadid@gmail.com

### Abstrak

Rawa Pening berpotensi menjadi objek pariwisata dunia sehingga membutuhkan sarana keselamatan yang mendukung termasuk adanya *rescue boat*. Penelitian bertujuan menemukan rancangan *rescue boat* yang dapat beroperasi dengan baik. Perancangan dimulai dengan metode regresi dari 10 kapal pembanding, lalu digunakan software analisis sebagai pendukung perancangan. Dari perancangan didapat data *rescue boat* yang memiliki stabilitas dan olah gerak yang baik. Data *rescue boat* yang didapat yaitu LOA 6,3 m, B 1,94 m, H 1,1 m dan T 0,5 m. Daya mesin sebesar 100 Hp.

**Kata Kunci :** *Rescue boat, Rawa Pening, Perancangan Kapal, Stabilitas, Olah Gerak*

### 1. PENDAHULUAN

Rawa Pening merupakan salah satu tempat wisata danau alam yang terletak di Kabupaten Semarang, Jawa Tengah. Rawa Pening memiliki luas 657,50 hectare [1]. Rawa Pening terletak di cekungan terendah lereng Gunung Merbabu, Gunung Telomoyo, dan Gunung Ungaran. Pemerintah Provinsi Jawa Tengah merencanakan tempat wisata rawa pening menjadi objek wisata dunia.

Aspek keselamatan perlu diperhatikan mengingat kejadian kecelakaan di Danau Toba. Demi menjaga keselamatan tersebut, Pemkab Semarang didorong untuk segera menerbitkan regulasi teknis mengenai tata kelola keselamatan transportasi Rawapening. Sehingga perlu dipersiapkan sarana dan prasarananya termasuk sarana keselamatan di air yaitu *rescue boat*.

*Rescue boat* adalah alat transportasi keselamatan di permukaan air [2]. *Rescue boat* berfungsi sebagai alat pengangkut alat keselamatan di perairan serta untuk mengangkut penumpang/korban yang terjatuh dari kapal/perahu ke dalam air.

Dari latar belakang tersebut maka dirumuskan permasalahan yaitu bagaimana rancangan *rescue boat* mencakup ukuran utama, hidrostatik, hambatan, stabilitas dan olah gerak yang sesuai dengan karakteristik danau Rawa Pening.

Manfaat dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan referensi kepada beberapa pihak diantaranya sebagai literatur dalam rangka pengembangan perancangan khususnya perancangan kapal jenis *rescue boat*. Selain itu diharapkan mampu memberikan informasi tentang perancangan kapal *rescue boat* yang sesuai pada perairan Rawa Pening.

Sementara manfaat bagi akademik sebagai sumbangsih pemikiran dalam menambah wawasan mengenai perancangan kapal *rescue boat*. Selain itu menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan penelitian ini dan dapat diaplikasikan secara luas oleh masyarakat.

## 2. METODE PENELITIAN

Objek dari penelitian ini adalah danau wisata Rawa Pening. Dari ukuran sarat air di area tambatan kapal ditentukan sarat *rescue boat*.

### 2.1. Materi Penelitian

Materi penelitian yang dimaksud dalam meliputi data - data yang bersifat primer dan sekunder serta teori dan referensi yang menjadi dasar dalam penelitian ini adalah dengan cara mendapatkan dan mengumpulkan data - data penunjang penelitian. Baik dari majalah, website, jurnal maupun karya ilmiah yang sudah ada.

### 2.2. Metode Perancangan Kapal

Penentuan Ukuran utama kapal menggunakan metode regresi. Analisis regresi adalah salah satu analisis yang paling populer dan luas pemakaiannya. Analisis regresi dipakai secara luas untuk melakukan prediksi dan ramalan, dengan penggunaan yang saling melengkapi dengan bidang pembelajaran mesin. Analisis ini juga digunakan untuk memahami variabel bebas mana saja yang berhubungan dengan variabel terikat, dan untuk mengetahui bentuk-bentuk hubungan tersebut. Pada regresi linier menggunakan metode regresi kuadrat terkecil [3].

### 2.3. Analisa dan Pengolahan Data

Pengolahan data dimulai dengan membuat lines plan, menghitung hidrostatik kapal, menghitung stabilitas kapal, hambatan dan olah gerak kapal serta pembuatan rencana umum (general arrangement).

1. Mengumpulkan data-data kapal pembanding *rescue boat* sebagai data untuk mendapatkan ukuran kapal baru dengan metode regresi sesuai dengan requirement kapal di daerah Rawa Pening[4].
2. Menentukan komponen berat pada *rescue boat*
3. Menentukan linesplan dan rencana umum.
4. Pemodelan kapal menggunakan software CAD dan software analisis untuk membuat lines plan kapal.
5. Perhitungan hidrostatik, hambatan, stabilitas, olah gerak kapal hasil perancangan dengan menggunakan perangkat lunak Software analisis.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Data Kapal *Rescue boat*

Dalam menentukan ukuran utama kapal *rescue boat* sesuai dengan karakteristik perairan

danau rawa pening terlebih dahulu ditentukan 10 kapal pembanding tipe kapal yang sama beserta ukuran utamanya yang tercantum pada tabel 1.

Tabel 1. Data Kapal Pembanding

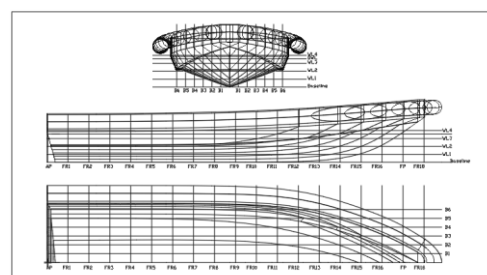
No	Nama Kapal	LOA	B	H	T	Disp
1	HDFR600	7,8	2,3	1,0	0,9	1970
2	M3 Fire.Rescue	11,2	3,4	1,9	0,9	6803
3	HDR570	8,5	2	1,0	0,9	1795
4	M3 Harbor S.	11,1	3,6	1,8	0,8	6803
5	M3 Military King 28 Patrol	11,1	3,5	1,8	0,8	6803
6	Kingston 40 SAR	8,5	2,6	1,2	0,5	5216
7	PP 601	12,2	4,7	2	1,1	7200
8	Pauanui Rescue	9,5	3	1,3	0,6	5430
9	Merlin 415	8,9	2,9	1,1	0,5	5330
10		8,5	2,5	2,5	0,9	2720

Dari Tabel 1, ukuran utama kapal *rescue boat* yang direncanakan memiliki sarat kapal 0,5 m sesuai dengan batas kedalaman danau Rawa Pening. Dengan menggunakan metode regresi linear menggunakan equation yang dihasilkan maka didapatkan ukuran utama kapal baru yang di ilustrasikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Ukuran Utama Kapal Baru

No	Value	Value	Unit
1	LOA	6.3	m
2	B	1.94	m
3	H	1.1	m
4	T	0.5	m
5	Disp	2.643	t

Dari data ukuran utama kapal, kemudian dibuat rencana garis kapal yang diilustrasikan pada Gambar 1. Lambung kapal *rescue boat* ini dibuat menggunakan tipe lambung V dimana kapal *rescue boat* ini merupakan tipe kapal cepat dimana kecepatan dinas yang direncanakan adalah sebesar 10 knots.



Gambar 1. Lines plan kapal *rescue boat*

Kurva hidrostatik adalah curva-curve yang menunjukkan keadaan badan kapal dibawah garis air untuk tiap kenaikan sarat [5]. Data hidrostatik pada sarat penuh diilustrasikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Hidrostatik kapal

No	Komponen	Nilai	Satuan
1	Displacement	2,643	T
2	Volume (displaced)	2,643	m <sup>3</sup>
3	Draft Amidships	0,47	m
4	Immersed depth	0,47	m
5	WL Length	5,881	m
6	Beam max extents on WL	1,938	m
7	Wetted Area	11,761	m <sup>2</sup>
8	Waterpl. Area	9,438	m <sup>2</sup>
9	Prismatic coeff. (Cp)	0,765	
10	Block coeff. (Cb)	0,482	
11	Max Sect. area coeff. (Cm)	0,63	
12	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,828	

### 3.2 Komponen Berat Kapal

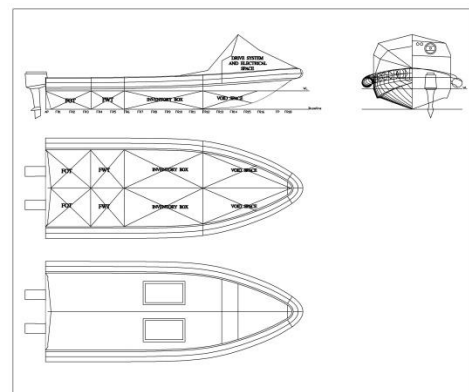
Komponen berat kapal terdiri dari berat kapal kosong (LWT) dan berat bobot mati (DWT). Kapal *rescue boat* ini menggunakan material FRP (*Fibreglass Reinforced Plastics*) sebagai penyusun material lambung kapal. Material ini dipilih karena memiliki bobot yang ringan sehingga dapat mengangkut payload yang lebih besar [6]. Mesin yang digunakan adalah mesin tempel luar sebanyak 2 buah dengan masing masing 50 HP. Secara detail perhitungan komponen berat kapal menggunakan LR 64. Komponen berat kapal diilustrasikan secara detail pada Tabel 4.

Tabel 4. Komponen berat kapal

No	Komponen Berat	Berat (ton)
<b>1</b>	<b>LWT</b>	
A	Berat Struktur	0,4719
B	Berat Outfit dan Akomodasi	0,1461
C	Berat Mesin	0,15
D	Berat Cadangan	0,0192
<b>2</b>	<b>DWT</b>	
A	Payload	1,0681
B	Bahan Bakar	0,05
C	Pelumas	0,0006
D	Air Tawar	0,01
E	Bahan Makanan	0,01
F	Provision, person, luggage	0,6325
G	Berat Cadangan	0,0258
	<b>Displacement</b>	<b>2,5842</b>

Komponen	Berat (ton)	Titik Berat terhadap midship	Momen
Berat Struktur	0,4719	0,5	0,23595
Berat Outfit dan Akomodasi	0,1461	0,8	0,11688
Berat Mesin	0,15	-3,15	-0,4725
Berat Cadangan	0,0192	1,5	0,0288
		<b>Titik Berat Total</b>	<b>-0,09087</b>

Rencana umum dari sebuah kapal merupakan gambaran penyusunan ruangan-ruangan, peralatan-peralatan serta komponen tanki yang digunakan [7] digambarkan pada Gambar 2. Langkah-langkah dalam penyusunan rencana umum dari sebuah kapal antara lain pembagian ruangan-ruangan utama, pengaturan batas-batas tiap ruangan, penempatan perlengkapan-perengkapan di dalam ruangan.



Gambar 2. Rencana umum kapal *rescue boat*

### 3.3 Data Peralatan Kapal

*Rescue boat* di rancang dapat membawa peralatan yang tercantum pada Tabel 5.

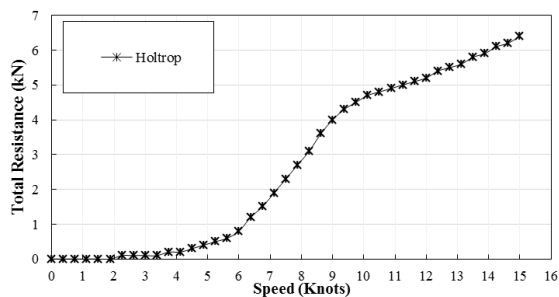
Tabel 5. Peralatan *Rescue boat*

No	Item	Qty
1	Life jacket Level 50S or greater.	15
2	Anchor and chain/line	1
3	Bailer/bucket/fire bucket with lanyard.	1
4	Bilge pump	1
5	Fire extinguisher	1
6	Paddles or oars and rowlocks	1
7	Safety label	1
8	Sound signal (air horn/whistle/bell)	1
9	Waterproof torch	1

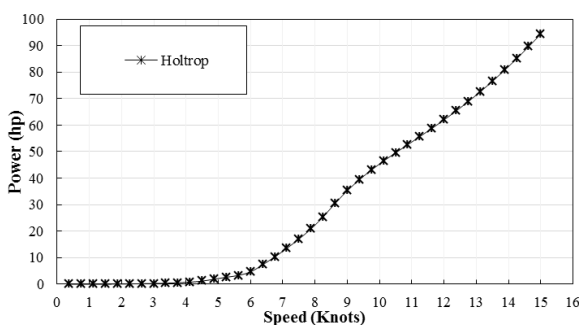
### 3.4 Hambatan dan Power Kapal

Hambatan kapal adalah gaya fluida yang bekerja pada kapal sedemikian rupa sehingga melawan gerakan kapal tersebut [8]. Hambatan

kapal akan mempengaruhi kebutuhan daya/power pada kapal. Pada Analisa hambatan ini dilakukan menggunakan 3 metode yang berbeda yaitu Savitsky, Van Oortmerssen dan Holtrop untuk mengetahui perbandingan nilai hambatan kapal pada tiap tiap kecepatan. Analisa hambatan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan software Software analisis Resistance dimana kecepatan divariasikan dari 0 – 15 knots. Penggunaan 3 metode hambatan tersebut digunakan untuk mendapatkan karakteristik nilai hambatan saat dikondisikan pada saat kapal displacement dan kapal planning. Metode Holtrop digunakan untuk kapal tipe displacement, Van Oortmerssen digunakan pada kapal kecil tipe displacement untuk kapal kecil, sedangkan metode savitsky digunakan untuk kapal tipe planning.



Gambar 3. Nilai hambatan kapal terhadap perubahan kecepatan kapal



Gambar 4. Nilai daya/ power kapal yang dibutuhkan terhadap perubahan kecepatan kapal

Dari gambar 3 dapat dianalisa bahwa nilai hambatan akan meningkat seiring bertambahnya kecepatan kapal. Pada metode Holtrop nilai hambatan pada kecepatan rendah 0 – 8 knot cenderung memiliki nilai yang lebih kecil dibanding dua metode lain. Namun pada kecepatan tinggi 8 – 15 knots, nilai hambatan kapal dengan metode Holtrop memiliki nilai terbesar. Dilihat dari nilai hambatan menggunakan metode Savitsky bahwa badan kapal akan mulai mengangkat/ planning pada kecepatan 7.5 knots (FN: 0.5). Namun nilai hambatan kapal dengan metode Savitsky memiliki nilai yang terkecil dibandingkan dengan dua metode lainnya. Pada

penelitian ini digunakan kecepatan dinas (Vs) pada kecepatan 10 knots (FN: 0,68) sehingga nilai hambatannya berkisar antara 3,8 – 4.6 KN.

Pada gambar 4 yang menunjukkan nilai daya (BHP) yang dibutuhkan pada kecepatan 10 knots menggunakan 3 metode tersebut pada kisaran 39,56 – 46,47 HP.

### 3.5 Stabilitas Kapal

Stabilitas merupakan kemampuan sebuah kapal untuk menegak kembali sewaktu kapal menyenget oleh karena kapal mendapatkan pengaruh luar, misalnya angin, ombak dan sebagainya[9]. Secara umum keseimbangan kapal dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor internal yang berhubungan peletakan distribusi muatan dan faktor eksternal karena pengaruh gelombang laut, angin, dll.

Salah satu otoritas di bidang maritim yang telah diakui adalah *International Maritime Organisation (IMO)*. Kriteria IMO yang digunakan mengacu pada High Speed Craft 2000 Annex 8 Monohull: Intact dengan menggunakan 5 kriteria stabilitas.

Pada penelitian ini variasi beban/ loadcase diasumsikan menggunakan 3 kondisi loadcase yang mengacu sesuai kondisi kapal pada saat keberangkatan kapal, kapal saat berlayar dan kapal saat kembali. Perbedaan kondisi loadcase kapal tersebut menggunakan variasi berat fuel oil dan berat air tawar.

Pada tabel 6 merupakan hasil analisa stabilitas dengan menggunakan 5 kriteria stabilitas. Kondisi pembebanan dibagi menjadi 3 kondisi dimana kondisi A diasumsikan pada saat kapal berangkat dimana komponen berat diasumsikan full load, berat consumable 100%. Pada kondisi pembebanan B diasumsikan kapal berada pada kondisi seagoing dimana beart consumable diasumsikan 50%. Sedangkan kondisi pembebanan C diasumsikan kapal dalam kondisi kosong dimana berat kapal hanya dari lightship kapal.

Dari hasil Tabel 6 menunjukkan bahwa pada ketiga kondisi pembebanan kapal memenuhi kriteria stabilitas untuk tipe kapal cepat kecil sehingga diasumsikan perencanaan dan pembagian distribusi berat kapal *rescue boat* ini memiliki stabilitas yang baik pada perairan Danau Rawa Pening.

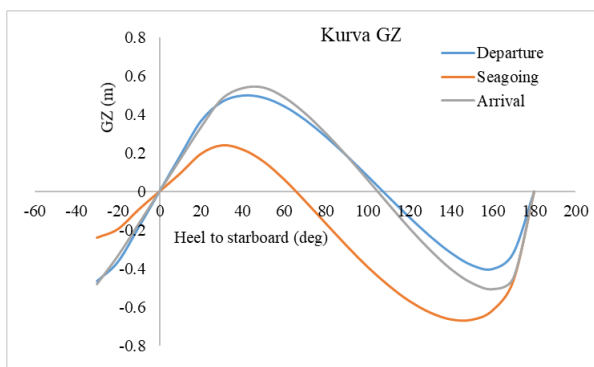
Tabel 6. Hasil stabilitas kapal rescue pada tiap kondisi pembebanan

Kriteria	Kriteria Nilai	Units	Kondisi Pembebanan		
			A	B	C
Area 0 to 30 or Gzmax	0.0550	m.rad	0.1387	0.0726	0.1304
Area 30 to 40	0.0300	m.rad	0.0848	0.0407	0.0899
Max GZ at 30 or greater	0.200	m	0.499	0.240	0.544
Angle of maximum GZ	15.0	deg	41.8	30.9	45.5
Initial GMt	0.150	m	1.026	0.623	1.198

Keterangan

	A	B	C
LWT	1	1	1
FOT	100%	50%	0%
FWT	100%	50%	0%
Person	5	5	5

Momen penagak adalah momen yang akan mengembalikan kapal ke kedudukan tegaknya setelah kapal miring karena gaya-gaya dari luar dan gaya-gaya tersebut tidak bekerja lagi. Gambar 5. Menggambarkan kurva lengkan pengembali (GZ) pada 3 kondisi pembebanan. Pada kondisi departure, max GZ adalah 0,499 m pada 41,8 derajat. Sedangkan pada kondisi seagoing, max. GZ lebih kecil yaitu sebesar 0,24 pada 30,9 derajat. Kemudian pada kondisi arrival, maximum GZ memiliki nilai terbesar yaitu 0,544 m pada 45,5 derajat.



Gambar 5. Kurva GZ kapal rescue boat

### 3.6 Olah Gerak Kapal

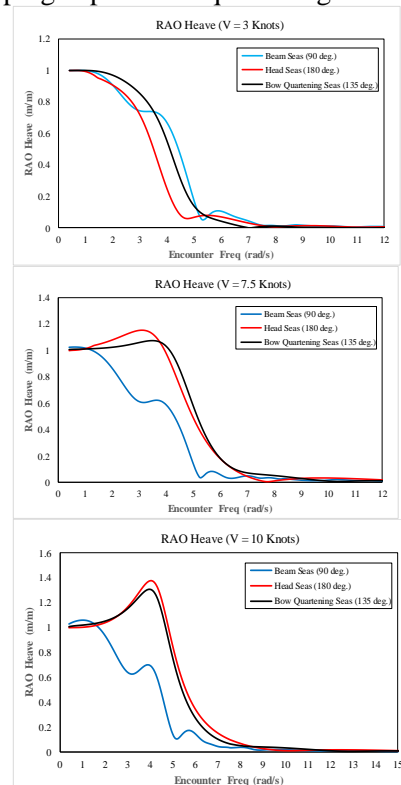
Dalam kajian olah gerak kapal, gerakan yang ditinjau adalah gerakan yang hanya mampu direspon oleh kapal, yaitu rolling, heaving, pitching. Gerakan kapal disebabkan adanya faktor dari luar terutama oleh gelombang [10].

Didalam gerakan kapal-kapal cepat, hal yang perlu diperhatikan pada gerakan kapal jenis fast rescue boat yaitu ketika kapal mulai mengalami kenaikan/mulai adanya gaya angkat (pre-planing) dan mengalami gaya angkat maksimum pada saat

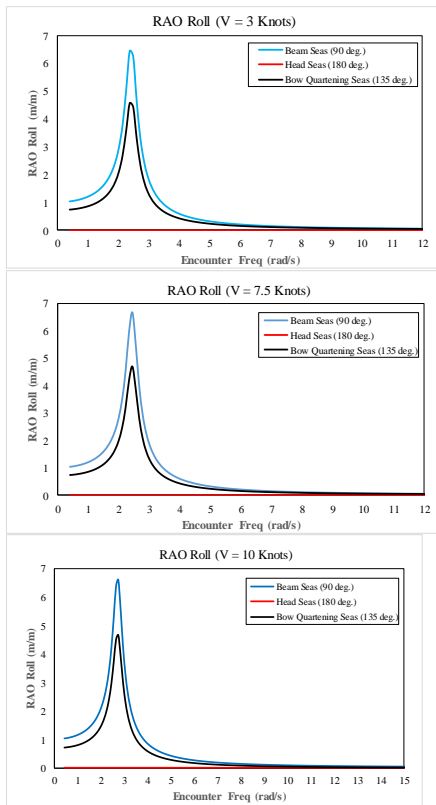
mengalami kecepatan maksimum. Ketika kapal ini berlayar di laut, gerakan-gerakan kapal (heaving, pitching dan rolling) dan lain-lainnya akan timbul karena adanya gelombang serta gelombang itu sendiri akan menimbulkan hambatan maupun gaya-gaya yang bekerja pada kapal.

Pada Analisa olah gerak ini, kecepatan divariasikan menjadi 3 kecepatan yaitu pada kecepatan rendah (3 knots) pada saat badan kapal mulai mengangkat (planing) yaitu pada kecepatan 7,5 knots dan pada kecepatan dinas yaitu pada 10 knots. Arah datangnya gelombang diasumsikan datang dari depan kapal 180 derajat (head seas), dari samping depan kapal 90 derajat (bow quartering seas) dan dari arah samping badan kapal 135 derajat (beam seas), kemudian spektrum gelombang yang digunakan adalah 2 spektrum gelombang JONSWAP dimana memiliki variasi tinggi gelombang signifikan ( $H_s$ ) 0,25 m dan 0,5 m dengan modal period 9,9 s. tinggi gelombang yang diambil diasumsikan sesuai dengan karakteristik perairan di Danau Rawa Pening yang memiliki tinggi gelombang rendah.

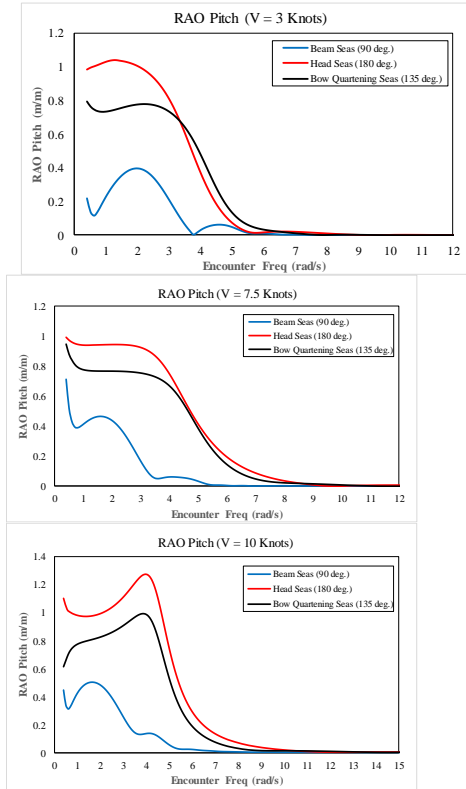
Dari data pada Gambar 6. Respon gerakan kapal terhadap adanya gelombang laut (RAO) gerakan heaving kapal dapat disimpulkan bahwa RAO heaving akan meningkat seiring bertambahnya kecepatan kapal. Gerakan heaving kapal berpengaruh secara signifikan pada arah gelombang dari depan kapal/ head seas dan dari samping depan/ bow quartering seas.



Gambar 6. Heave RAO pada V = 3 knots, 7.5 knots, 10 knots



Gambar 7. Roll RAO pada V = 3 knots, 7.5 knots, 10 knots



Gambar 8. Pitch RAO pada V = 3 knots, 7.5 knots, 10 knots

Dari data Gambar 7 dapat digambarkan respon gerakan kapal terhadap gelombang laut (RAO rolling kapal). Dari data tersebut dapat dianalisa bahwa respon gerakan rolling kapal sangat signifikan terhadap arah gelombang datang dari sisi samping lambung kapal / beam seas. Kemudian respon gerakan rolling cukup signifikan pada arah gelombang datang dari sisi samping depan kapal, namun pada RAO rolling kapal bernilai nol/ tidak memiliki respon gerakan terhadap arah datang gelombang dari depan kapal/ head seas.

Dari data Gambar 8 dapat dianalisa respon gerakan pitching terhadap gelombang air. Hasil menunjukkan bahwa respon signifikan dipengaruhi oleh arah gelombang dari depan dan samping depan kapal. Sedangkan respon pitching terhadap arah gelombang dari sisi samping lambung kapal cenderung kecil.

#### 4. KESIMPULAN

Rancangan *rescue boat* yang telah dilakukan mencakup 1) ukuran utama yaitu LOA 6,3 m, B 1,94 m, H 1,1 m dan T 0,5 m. 2) nilai hambatan *rescue boat* 3,9 – 4,1 kN. 3) karakteristik stabilitas *rescue boat* memenuhi semua kriteria. 4) olah gerak kapal memiliki olah gerak yang baik. Stabilitas *rescue boat* memiliki perincian yaitu lengan pengembali sebesar 0,499 meter pada kemiringan 41,8 derajat pada kondisi departure. Pada saat seagoing lengan pengembali sebesar 0,24 meter pada kemiringan 30,9 derajat. Sedangkan pada kondisi arrival lengan pengembali maksimal sebesar 0,544 meter pada kemiringan 45,5 derajat. Respon olah gerak kapal terlihat signifikan ketika mendapat gelombang air dari depan dan dari samping. Sedangkan respon pitching terhadap gelombang cenderung kecil.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Puji, Nugroho Nunung. "Estimasi Hasil Air Dari Daerah Tangkapan Air Danau Rawa Pening Dengan Menggunakan Model Invest" Majalah Ilmiah Globö Volume 19 No.2 Oktober 2017: 157-166.
- [2] T, P, Basuki, 2010, *Studi Pra Perancangan Speed Boat Katamaran Untuk Search And Rescue (SAR) Di Pantai Gunungkidul Yogyakarta*, Tugas Akhir, Teknik Perkapalan FT UNDIP, Semarang.
- [3] Marquardt, Donald W. "An algorithm for least-squares estimation of nonlinear parameters." *Journal of the society for Industrial and Applied*, 2002.

- [4] Cohen, T., et al. "*Comparison of physical and numerical ship modelling*" *Research*. CRD Press, 2013. 398-403.
- [5] Santoso, IGM, Sudjono, YJ, 1983, " Teori Bangunan Kapal ", Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Indonesia
- [6] Munasir, " Studi Pengaruh Orientasi Serat Fiber Glass Searah dan Dua Arah Single Layer terhadap Kekuatan Tarik Bahan Komposit Polypropylene ", *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*, Vol. 1 No. 1, Juni 2011.
- [7] Suhardjito, Gaguk. 2006, *Tentang Rencana Umum*, archimedia 2006.
- [8] Todd, F.H. (1966). "*Resistance and Propulsion. Chapter VII Principles of Naval Architecture (Revised)*. *The Society of Naval Architects and Marine Engineers*, New York.
- [9] Taylor, L.G. 1977. *The Principle of Ship Design*. Glasgow: Brown and Son Publisher Ltd. Nautical Publisher. 52 Darnley Street.
- [10] BP3IP, (2006). "Olah Gerak dan Pengendalian Kapal". *Diklat TPK III Program Studi Deck*, Jakarta.