

FIRE FIGHTER BOAT : TINJAUAN ASPEK PENGGERAK, STABILITAS DAN OLAH GERAK

Arga Bimantara ^{1*}, Pramudya Imawan Santosa ², I Putu Andhi Indira Kusuma ³

^[1,2,3]Jurusan Teknik Perkapalan ITATS, FTMK ITATS

Jl. Arief Rahman Hakim 100 Surabaya 60117

E-mail : argantar@gmail.com

ABSTRACT

The characteristic of riverbank settlement in urban area is densely populated with narrow road access. When fire occurs, the fire-engine will get difficulty to overcome as it cannot go through. As the solution, fire fighter boat using a pump is needed. Therefore, the designing process of this boat considered Resistance, Powering, Stability, and Seakeeping. The calculation on Powering used Holtrop method with Maxsurf Resistance software, whereas that on stability and seakeeping employed Maxsurf (Stability and Motion) software. The result of calculation obtained Powering 6.2 HP and Thrust Pump 30.6 N. The calculation on stability showed that the boat in full fuel loading condition (FOT 100%) got maximum GZ = 0.601 m with Heel Angle 17.3°, while the boat in empty fuel loading condition (FOT 0%) got maximum GZ = 0.611 m with Heel Angle 16.4°. Both loading conditions have met the criteria of IMO A.749 (18) regarding Code on Instact Stability. The result of Seakeeping analysis by Maxsurf Motion Advanced software reported that Roll motion at beam seas 90° got RAO 0.68 and Wave Encounter about 1.3 rad/s. At Quarter Head Seas 135°, RAO was 0.48 and Wave Encounter was approximately 1.3 rad/s. At Head Seas 180° (Head Seas), RAO was 0.2 and Wave Encounter was around 1.3 rad/s. Pitch motion at beam Seas 90° got RAO 0.15 and Wave Encounter about 0.8 rad/s. At Quarter Head Seas 135°, RAO was 0.13 and Wave Encounter was approximately 0.8 rad/s. At Head Seas 180°, RAO was 0.08 and Wave Encounter was around 0.8 rad/s. Heave motion, at Beam Seas 90°, RAO was 0.0061 and Wave Encounter was about 0.5 rad/s. At Quarter Head Seas 135°, RAO was 0.0045 and Wave Encounter was about 0.5 rad/s. At Head Seas 180°, RAO was 0.0041 and Wave Encounter was approximately 0.5 rad/s.

Keywords: riverbank; fire fighter boat; powering; stability; seakeeping.

ABSTRAK

Karakteristik pemukiman bantaran sungai di daerah perkotaan adalah padat penduduknya dengan akses jalan yang sempit, sehingga ketika terjadi bencana kebakaran akan kesulitan untuk menanganulangnya karena mobil pemadam kebakaran tidak bisa masuk. Sebagai solusi diperlukan sebuah *fire fighter boat* (Kapal pemadam kebakaran). *Fire fighter boat* ini direncanakan menggunakan pompa. Untuk itu, dalam perancangan kapal ini masalah hambatan (*Resistance*), penggerak (*Powering*), stabilitas (*Stability*) dan olah gerak (*Seakeeping*) merupakan hal yang penting. Untuk menyelesaikan perhitungan *Powering* menggunakan Metode Holtrop dengan menggunakan *software Maxsurf Resistance*, sedangkan perhitungan stabilitas dan olah gerak menggunakan *software Maxsurf (Stability dan Motion)*. Hasil yang didapat dari perhitungan *Powering* sebesar 6.2 HP dengan gaya Dorong Pompa (*Thrust Pump*) sebesar 30.6 N. Selanjutnya hasil dari perhitungan stabilitas menunjukkan bahwa *boat* dengan kondisi pemuatan bahan bakar penuh (FOT 100%) didapat maksimum GZ = 0.601 m dengan sudut kemiringan (*Heel Angle*) 17.3°, sedangkan untuk kondisi pemuatan bahan bakar kosong (FOT 0%) didapat maksimum GZ = 0.611 m dengan sudut kemiringan (*Heel Angle*) 16.4°. Kedua kondisi pemuatan tersebut telah sesuai dengan standar kriteria IMO A.749 (18) *Code On Instact Stability*. Hasil analisa olah gerak (*Seakeeping*) menggunakan *software Maxsurf Motion Advanced* diperoleh : Gerakan *Roll*, pada sudut gelombang datang 90° (*Beam Seas*) RAO 0.68 dan *Wave Encounter* sekitar 1.3 rad/s. Pada sudut gelombang *oblique* 135° (*Quarter Head Seas*) RAO 0.48 dan *Wave Encounter* sekitar 1.3 rad/s. Pada sudut gelombang datang 180° (*Head Seas*) RAO 0.2 dan *Wave Encounter* sekitar 1.3 rad/s. Gerakan *Pitch*, pada sudut gelombang datang 90° (*Beam Seas*) RAO 0.15 dan *Wave Encounter* sekitar 0.8 rad/s. Pada sudut gelombang *oblique* 135° (*Quarter Head Seas*) RAO 0.13 dan *Wave Encounter* sekitar 0.8 rad/s. Pada sudut gelombang datang 180° (*Head Seas*) RAO 0.08 dan *Wave Encounter* sekitar 0.8 rad/s. Gerakan *Heave*, pada sudut gelombang datang 90° (*Beam Seas*) RAO 0.0061 dan *Wave Encounter* sekitar 0.5 rad/s. Pada sudut gelombang *oblique* 135° (*Quarter Head Seas*) RAO 0.0045 dan *Wave Encounter* sekitar 0.5 rad/s. Pada sudut gelombang datang 180° (*Head Seas*) RAO 0.0041 dan *Wave Encounter* sekitar 0.5 rad/s.

Kata Kunci : bantaran sungai; *fire fighter boat*; penggerak; stabilitas; olah gerak.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara kepulauan dan sebagian besar wilayah terdiri dari laut dan darat. Di Indonesia banyak kota besar yang belum memiliki sarana keamanan kota yang lengkap. Salah satu kota tersebut adalah Jakarta. Jakarta kota terpadat penduduknya di Indonesia, dengan luas mencapai 680 km persegi dan penduduk lebih dari 8 juta jiwa, kota Jakarta memiliki beberapa sungai yang melintasinya, dan yang paling panjang membentang daerah ibukota merupakan Sungai Ciliwung.

Kota Jakarta sangat bergantung dengan kondisi sungai sungai yang mengalir wilayah tersebut, terutama sungai Ciliwung, di bantaran sungai itu kita dapat melihat perumahan perumahan bantaran yang tersebar hampir seluruh bantaran sungai kota Jakarta, dan keadaan rumah rumah dikota itu sangat rawan sekali terjadi kebakaran dikarenakan penduduk sangat mengabaikan tentang fasilitas air sungai yang cenderung dipakai untuk tempat pembuangan sampah dan air sungai tidak dikelola dengan baik serta tidak dimanfaatkan kegunaannya sebaik mungkin, apabila terjadi bencana kebakaran terutama area di bantaran sungai sangat rawan sekali api menjalar dari rumah rumah lainnya, karena akses jalan yang sempit sehingga mobil pemadam kebakaran yang didarat sangat tidak memungkinkan untuk memasuki area bantaran sungai.

Mengingat kondisi permukiman bantaran sungai yang sulit dijangkau oleh kendaraan mobil pemadam kebakaran, (Hilmy, 2014) telah menemukan ide desain lambung katamaran dan terobosan teknologi tepat guna yang bisa menjadi solusi untuk menghadapi bencana kebakaran yang terjadi pada situasi dan kondisi permukiman bantaran sungai. Menurut penelitian sebelumnya (Junaedy Effendy, 2006) bahwa kapal katamaran memiliki kelebihan misalnya pada kapal dengan lebar yang sama tahanan gesek katamaran lebih kecil. Sehingga pada tenaga dorong yang sama kecepatannya relatif lebih besar, luas geladak dari katamaran lebih luas dibandingkan dengan *mono hull*, volume benaman dan luas permukaan basah kecil, stabilitas yang lebih baik karena memiliki dua lambung, dengan tahanan yang kecil maka biaya operasional menjadi kecil, image yang terkesan adalah keamanan yang terjamin dari faktor kapal terbalik sehingga penumpang merasa lebih aman (Andy Mulyono, dkk, 2012).

Prediksi performa *seakeeping* (olah gerak) kapal di perairan tertentu adalah salah satu dari aspek-aspek penting pada tahap perencanaan kapal. Performa *seakeeping* menjadi penting karena terkait dengan aspek kenyamanan dan keselamatan suatu kapal. Agar kapal memenuhi ketentuan untuk berlayar yang nyaman dan aman maka kapal harus memenuhi beberapa karakteristik dasar yaitu mengapung dalam posisi tegak lurus, bergerak dengan kecepatan sesuai dengan rancangan awal, cukup kuat untuk menahan beban yang dialami akibat cuaca yang buruk, dan mampu berjalan pada suatu lintasan lurus serta *manoeuver*. (Isra, 2013) Sehingga sebagai seorang ahli perkapalan untuk merancang kapal yang dapat beroperasi dengan baik sesuai dengan kondisi perairan yang dihadapi. Tujuan tugas akhir ini adalah menganalisa stabilitas *fire fighter boat* pada kondisi sungai perkotaan dan *seakeeping* bertujuan untuk menganalisa respon gerakan *fire fighter boat* terhadap gelombang.

TINJAUAN PUSTAKA

Kawasan bantaran sungai adalah hal yang seringkali luput dari perhatian pemerintah. Sungai hanya menjadi halaman belakang kota, terabaikan, dan jarang tersentuh. Hal ini mengakibatkan pemukiman kumuh berkembang secara liar di pinggir sungai. Penduduknya merupakan kaum pendatang ataupun penduduk asli kota yang tak mampu membeli rumah secara layak. Pemukiman ini sangat tidak tertata, sanitasinya buruk, dan akses transportasi darat yang ala

kadarnya. Keberadaan lingkungan kawasan permukiman kumuh pun membawa permasalahan baru seperti perkembangan fisik kota yang tidak baik, efek visual yang jelek, tingkat kesehatan masyarakat yang rendah akibat dari kondisi permukiman yang tidak sesuai dengan standar kesehatan serta memberikan dampak sosial dan ekonomi masyarakat yang buruk.

Hilmy (2014) pada awalnya merencanakan lokasi operasional penelitian di sungai Ciliwung D.K.I Jakarta namun kemudian lokasi operasional ini dialihkan ke Kali Rolag, Kota Surabaya. Mengingat Kota Surabaya merupakan kota terbesar ke – 2 setelah Jakarta dan kondisi pemukiman bantaran sungai yang mulai padat dikarenakan kepadatan penduduk yang terus meningkat setiap tahunnya dan potensi terjadinya bencana kebakaran dapat terjadi disana.

METODE

Langkah – langkah dalam metode penelitian dimulai dari tahapan perumusan masalah setelah permasalahan dirumuskan, selanjutnya dilakukan proses tujuan dilakukannya penelitian. Selanjutnya ialah tahap perancangan kapal, pada tahap ini dilakukan setelah proses perumusan masalah terhadap tujuan perancangan kapal yaitu dengan menentukan desain rencana garis, perhitungan hidrostatis, rencana umum, perhitungan hambatan dan penggerak, stabilitas, dan olah gerak.

Setelah kapal rancang mulailah penulis melakukan tahap analisa dan pembahasan. Tahap ini akan dilakukan analisa serta pembahasan dari rumusan masalah dan tujuan kapal yang direncanakan. Dimulai dengan menggunakan metode perancangan kapal *Spiral Design*, kemudian proses pembuatan rencana garis dan rencana umum menggunakan *software* aplikasi *AutoCAD*, dilanjut dengan perhitungan hidrostatis dan hambatan menggunakan simulasi *software Microsoft Excel* dan *Maxsurf Resistance* Metode Holtrop. Kemudian tinjauan stabilitas menggunakan simulasi *software Maxsurf Stability* dengan standar kriteria IMO A.749 (18) *Code On Instact Stability*, sedangkan tinjauan olah gerak menggunakan simulasi *software Maxsurf Motion*. Terakhir adalah membuat kesimpulan dari hasil analisa, tahap terakhir ini akan diambil kesimpulan berdasarkan data yang didapat dan kemudian dianalisa kembali menggunakan metode dan simulasi beberapa *software*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Hambatan Kapal (*Resistance*)

Hambatan kapal dipergunakan untuk menentukan besarnya kebutuhan daya mesin (PE) dan gaya dorong (Tmesin) untuk operasional. Metode perhitungan hambatan kapal yang dipakai adalah Metode Holtrop perhitungan *software Microsoft Excel* dan Metode holtrop *software Maxsurf Resistance*. Selanjutnya hasil perhitungan gaya dorong (Tmesin) dari 2 metode tersebut akan dikonversikan menjadi gaya dorong (Tpompa) pompa yang dihitung menggunakan metode Jet Pump Thruster. Hasil perhitungan kebutuhan daya mesin (PE) dan gaya dorong (Tmesin) menggunakan Metode Holtrop seperti diperlihatkan pada tabel berikut :

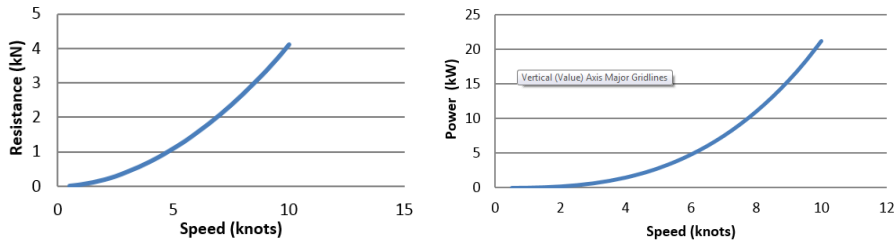
Tabel 1 Perhitungan Holtrop *software Microsoft Excel*

Parameter	nilai	satuan	Parameter	nilai	satuan
▼	1,36	m ³	EHP	1,56	HP
Δ	1,39	Ton	W	0,2975	
Fn	0,39		T	0,22	
S	6,415	m ²	Va	1,716	m/s
Rv	0,09	kN	ηH	1,106	
Rapp	0,09	kN	THP	1,41	HP

Parameter	nilai	satuan	Parameter	nilai	satuan
Rw	0,26	kN	BHP scr	2,36	HP
Ra	0,01	kN	BHP mcr	2,04	HP
RT	0,37	kN	T	0,602	kN
			PE	2,23	kW
			PT	1,03	kW

Tabel 2 Perhitungan Holtrop *software Maxsurf Resistance*

Item	Value	Units	Holtrop
LWL	3.452	m	3.452 (low)
Beam	1.914	m	1.914 (high)
Draft	0.4	m	0.4 (low)
Displaced volume	1.32	m ³	1.32
Wetted area	8	m ²	8
Prismatic coeff. (Cp)	0.565		0.565
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.647		0.647
1/2 angle of entrance	37.2	deg.	37.2
LCG from midships(+ve for'd)	-0.202	m	-0.202



Gambar 1 . Grafik *Speed – Resistance* dan *Speed – Power*

Hambatan (<i>Resistance</i>):	Daya Mesin (<i>Power Effective</i>):
Holtrop <i>Maxsurf</i> : 1.01 kN	Holtrop <i>Maxsurf</i> : 2.45 kW
Holtrop Manual : 0.602 kN	Holtrop Manual : 2.23 kW

Perbandingan kedua metode diatas dalam persen adalah - 0.67 % dan -0.09 % . Dari perbandingan 2 metode diatas didapat hasil perbandingan yang tidak terlalu besar, tetapi penulis cenderung lebih mengarah kepada perhitungan hambatan menggunakan *Maxsurf* dikarenakan model 3D *boat* yang dirancang sudah secara otomatis dapat dianalisa bentuk pergerakan gelombang yang dihasilkan dan perhitungan hambatan serta *power* yang dibutuhkan oleh *boat*. Walaupun penulis sudah meyakinkan bahwa perhitungan Metode Holtrop *software Maxsurf* benar, namun data diatas adalah perhitungan untuk menggunakan mesin diesel kapal pada umumnya. Pada penulisan ini data hasil perhitungan hambatan akan dikonversikan ke perhitungan gaya dorong (*Thrust*) mesin pompa menyesuaikan bentuk dan ukuran *boat* pada penelitian sebelumnya, yang dimana rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

Perhitungan gaya dorong pompa (Tpompa) :

$$T = \rho \cdot Q \cdot v$$

Dimana :

T (N) = Gaya dorong ; ρ (kg/m³) = massa jenis air ; Q (m³/s) = debit air ; V (m/s)= kecepatan aliran
 (Sumber Perhitungan : *Manouvering Technical Manual*, Seehaten Verlag, Hamburg, 1983)

Tabel 4 Perhitungan *Thrust Pump* (Tpompa)

No	D (cm)	A (cm ²)	V (m/s)	T (N)	Q (l/s)	P (kW)	HP
1	5	0.001963	2.6	13.59816	0.005103	2.051005	2.788586
2	7.5	0.004416	2.6	30.59587	0.011481	4.614761	6.274318
3	10	0.00785	2.6	54.39265	0.02041	8.20402	11.15434
4	15	0.017663	2.6	122.3835	0.045923	18.45904	25.09727
5	20	0.0314	2.6	217.5706	0.08164	32.81608	44.61737

Dimana :

D = Diameter pipa; $A = \pi \cdot (D/1000)^2/4$; V = asumsi rata-rata kecepatan aliran pompa pada umumnya ; $Q = A \cdot D$; $P = Q \cdot \rho \cdot 1000/102$; $HP = P/0.7355$

Dari perhitungan gaya dorong pompa (Tpompa) diatas penulis memilih hasil perhitungan nomor 2 menyesuaikan dengan mesin pompa yang sudah digunakan pada penelitian sebelumnya dengan spesifikasi mesin sebagai berikut :

Model	JD186F/E
Engine type	Single cylinder,4-stroke,air-cooled, direct injection, diesel engine
Bore x stroke[mm(in)]	86x70(3.39x2.76)
Displacement[l]	406
Engine speed(rpm)	3000/3600
Compression ratio	19:1
Rated output power[KW(Hp)]	5.7(7.75)
Max output power[KW(Hp)]	6.3(8.57)
Fuel	0# or -10# light diesel oil
Fuel tank volume[L(gal.)]	5.5(1.21)
Fuel consumption rate[g(ml)/KW.h]	≤280(333)
Lubrication oil volume[L(gal.)]	1.65(0.36)
Power-Take-Off	Crankshaft or camshaft
Starting system	Recoil or electric
Overall dimension(LxWxH)[mm(in)]	417x470x553(16.41x18.5x19.45)
Packing dimension(LxWxH)[mm(in)]	500x475x555(19.69x18.70x21.85)
Dry weight[kg(lbs)]	48(105.6)recoil 53(116.6)electric
20FT unit	

Gambar 3. Produk Mesin Jiandong 186 F/E

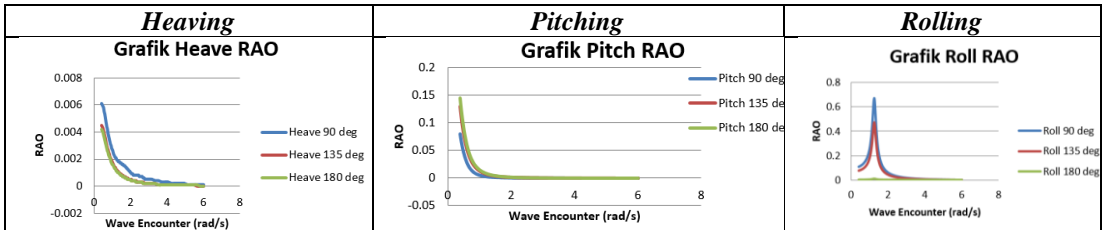
Sumber : www.semeruteknik.com/product.php?id_product=1104

Olah Gerak (*Seakeeping*)

Pada penelitian ini penulis akan menganalisa 3 gerakan tersebut. Tinjauan olah gerak pada penelitian ini menggunakan dengan diasumsikan pada situasi cuaca buruk sehingga gelombang periaran memiliki tinggi gelombang 0.4 meter dan kondisi operasi arah gelombang (*Heading*) yaitu : kecepatan kapal 4.75 knots dengan sudut *heading* 90°; kecepatan kapal 4.75 knots dengan sudut *heading* 135°; kecepatan kapal 4.75 knots dengan sudut *heading* 180°. Hasil yang diperoleh dari

analisa menggunakan *software Maxsurf Modeller Advanced* untuk 3 kondisi olah gerak adalah sebagai berikut :

Tabel 6. Gerak *heaving*, *pitching* dan *rolling*



Heaving

Gerakan *heave* dimana pada sudut gelombang datang 90° (*Beam Seas*) RAO 0.0061 dan *Wave Encounter* sekitar 0.5 rad/s. Pada sudut gelombang *oblique* 135° (*Quarter Head Seas*) RAO 0.0045 dan *Wave Encounter* sekitar 0.5 rad/s. Pada sudut gelombang datang 180° (*Head Seas*) RAO 0.0041 dan *Wave Encounter* sekitar 0.5 rad/s.

Pitching

Gerakan *pitch* dimana nilai tertinggi RAO pada sudut gelombang datang 180° (*Beam Seas*) RAO 0.8 dan *Wave Encounter* sekitar 0.8 rad/s. Pada sudut gelombang *oblique* 135° (*Quarter Head Seas*) RAO 0.0045 dan *Wave Encounter* sekitar 0.8 rad/s. Pada sudut gelombang datang 90° (*Beam Seas*) RAO 0.15 dan *Wave Encounter* sekitar 0.8 rad/s.

Rolling

Gambar 7 memperlihatkan gerakan *roll* dimana nilai tertinggi RAO pada sudut gelombang datang 90° (*Beam Seas*) RAO 0.68 dan *Wave Encounter* sekitar 1.3 rad/s. Nilai ini lebih besar dibandingkan dengan nilai dari sudut gelombang 135° (*Quarter Head Seas*) RAO 0.48 dan *Wave Encounter* sekitar 1.3 rad/s. dan 180° (*Head Seas*) RAO 0.2 dan *Wave Encounter* sekitar 1.3 rad/s. Berdasarkan dari hasil analisa dan diperoleh hasil RAO yang kemudian diubah menjadi gambar grafik 3 kondisi olah gerak dengan 3 kondisi *heading* yang berbeda pada kecepatan kapal yang sama, maka didapat hasil sebagai berikut : *Heaving* terbesar terjadi pada kondisi *heading* 90°; *Pitching* terbesar terjadi pada kondisi *heading* 180°; *Rolling* terbesar terjadi pada kondisi *heading* 90°.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan Gaya Dorong Pompa (*Thrust Pump*) adalah 30.6 N dan tenaga penggerak (*Powering*) yang dibutuhkan adalah 6.2 HP sedangkan spesifikasi mesin yang sudah terpasang memiliki tenaga sebesar 8.2 HP. Selanjutnya Gaya Dorong tersebut akan dipergunakan pada *fire fighter boat* untuk operasional. Hasil analisa olah gerak (*Seakeeping*) menggunakan *software Maxsurf Motion Advanced* diperoleh Gerakan Roll Pada sudut gelombang datang 90° (*Beam Seas*) RAO 0.68 dan *Wave Encounter* sekitar 1.3 rad/s. Pada sudut gelombang *oblique* 135° (*Quarter Head Seas*) RAO 0.48 dan *Wave Encounter* sekitar 1.3 rad/s. Pada sudut gelombang datang 180° (*Head Seas*) RAO 0.2 dan *Wave Encounter* sekitar 1.3 rad/s. Gerakan *Pitch* pada sudut gelombang datang 90° (*Beam Seas*) RAO 0.15 dan *Wave Encounter* sekitar 0.8 rad/s. Pada sudut gelombang *oblique* 135° (*Quarter Head Seas*) RAO 0.13 dan *Wave Encounter* sekitar 0.8 rad/s. Pada sudut gelombang datang 180° (*Head Seas*) RAO 0.08 dan *Wave Encounter* sekitar 0.8 rad/s. Gerakan *Heave* pada sudut gelombang datang 90° (*Beam Seas*) RAO 0.0061 dan *Wave*

Encounter sekitar 0.5 rad/s. Pada sudut gelombang *oblique* 135° (*Quarter Head Seas*) RAO 0.0045 dan *Wave Encounter* sekitar 0.5 rad/s. Pada sudut gelombang datang 180° (*Head Seas*) RAO 0.0041 dan *Wave Encounter* sekitar 0.5 rad/s.

Daftar Pustaka

- [1] Arismunandar, Wiranto. 2002. “Penggerak Mula Motor Bakar Torak”. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- [2] Bhattacharyya, Rameswar. 1978. “*Dynamic Of Marine Vehicles*”. Jhon Wiley & Sons. New York
- [3] D.R. Derret and C. B. Barras, *Ship Stability for Masters and Mates*, 6th ed. (Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford, 2006).
- [4] Hilmy, Nizar. 2014, Rancang Bangun *Fire Fighter Boat* Sebagai Sarana Pemadam Di Bantaran Sungai Ciliwung Di D.K.I Jakarta, Buku Skripsi, Jurusan Teknik Perkapalan ITATS., Surabaya
- [5] Hind, Anthony. 1982. “*Stability And Trim Of Fishing Vessel And Other Small Ships*”. Fishing News Book Ltd. England
- [6] <http://www.javaneseboat.com/kapal-khusus/jrbb-5522-5-5-m-fire-boat/kapal> khusus rescue boat dan pemadam kebakaran (firefighter boat)
- [7] http://oceanworld.tamu.edu/resources/ocng_textbook/chapter16/chapter1604.html
- [8] <http://www.ui.ac.id/feature/sungai-ciliwung-kini.html> data sungai ciliwung / universitas indonesia
- [9] HSC 2000 Code – *International Code of Safety for High-Speed Craft*, 2000.
- [10] Kustiawan, Aris. 2016, Analisis Teknis Dan Ekonomis Pengaruh Pemandangan Ruang Penumpang Dari Depan Ke Bagian Belakang Terhadap Stabilitas Kapal, Buku Skripsi, Jurusan Teknik Perkapalan ITATS., Surabaya
- [11] Kukner, A. dan Sariöz, K., (1995). “*High Speed Hull Form Optimisation for Seakeeping, Advance in Engineering Software*, Vol 22, pp 179-189
- [12] Manik, Parlindungan, dkk. 2012, Studi Perancangan Kapal Katamaran Multifungsi Di Kawasan Sungai Banjir Kanal Barat Semarang, Jurnal, Jurusan Teknik Perkapalan, Universitas Diponegoro.
- [13] Seehaten, Verlag. 1983 “*Manouvering Technical Manual*”, Hamburg.
- [14] Suparlan, Parsuadi, 1997, Masyarakat dan Kebudayaan Perkotaan Perspektif Antropologi Perkotaan, jakarta: Yayasan Pengembangan kajian Ilmu Kepolisian.
- [15] Yuliatmoko, dkk. 2008, Analisa Potensi Sungai Di Surabaya Sebagai Sarana Transportasi Alternatif, Buku Skripsi, Jurusan Teknik Perkapalan, ITATS.

Halaman ini sengaja dikosongkan