

PERANCANGAN RC (*REMOTE CONTROL*) BOAT PATROL 80 CM DENGAN PROPULSI WATERJET

Wiwin Sulistyawati¹⁾ dan Purwo Joko Suranto²⁾

Program Studi Teknik Perkapalan, UPN "Veteran" Jakarta Selatan, Indonesia^{1,2}

Email : w12n_sby@yahoo.com

Abstrack

The government is still struggling to secure all the waters of the archipelago in maintaining and overseeing the security of its territory. This is due to the many islands that need human resources (HR) and require a lot of high-tech ships. So it is necessary to design a robot Electric Remote Control Waterjet Patrol 80 (ERC_WP 80) which could serve as patrol boats and destroyers. Waterjet propulsion drive system has a motion if the vessel was excellent at relatively high speed boats and has good acceleration capabilities. Boats with jet propulsion system can operate in very shallow waters. This is due to all parts of the engine located under the hull, including propeller, shaft and shaft house. Waterjet advantages compared with the steering system / rudder is conventional waterjet propulsion system is able to turn the steering wheel with a smaller angle. Maneuverability and good seakeeping of a ship is strongly influenced by the shape of the hull. Selection of the hull shape is designed to perform parametric studies hull of the vessel Fast Patrol Boats comparator (KPC) 14 1 228 m and the vessel JS Patrol. On the back of the boat is made with a slope angle (chine angle) of about 20 degrees in order to gain the necessary lifting force without reducing the stability of the ship. While at the front end of the ship made a slope angle of about 30 degrees with the intent facilitate ship moving at high speed and reduce the impact when the waves break. Unmanned patrol boats are designed using radio control GensAce 4S 3300mAh

Keywords: roboboat, seakeeping, manouvering, waterjet, radio control

Latar Belakang

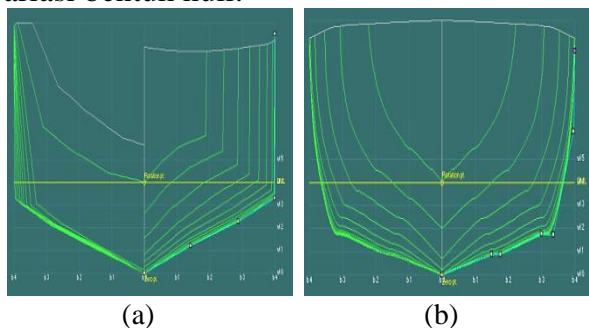
Indonesia adalah negara kepulauan dengan beribu-ribu pulau yang memiliki berbagai potensi. Untuk mengamankan seluruh perairan nusantara diperlukan kapal patroli dengan kemampuan sebagai pengamanan laut untuk kondisi gelombang tertentu pada kecepatan tinggi dan kemampuan manuver yang baik. Kualitas manuver kapal sangat ditentukan oleh kestabilan kapal terhadap lintasannya. Suatu kapal dapat dikatakan stabil dalam berbagai kondisi setimbang baik dalam keadaan tenang maupun bergerak, jika mendapat gangguan sesaat oleh gaya atau momen dari luar, maka ia akan cenderung bergerak kembali ke kondisi setimbang. Dimana kemampuan kapal bermanuver dan *seakeeping* kapal yang baik sangat dipengaruhi oleh bentuk badan kapal.

Perancangan bentuk badan kapal sangat dipengaruhi oleh kondisi laut, kecepatan dan radius pelayaran yang ditempuh. Dalam mengembangkan model lambung kapal patroli yang harus diperhitungkan adalah bentuk lambung kapal yang memiliki hambatan yang

kecil dan *seakeeping* yang baik. Bentuk lambung "V" diketahui mempunyai keuntungan dibandingkan dengan bentuk "U", yaitu: daya mesin yang dibutuhkan lebih kecil dengan kemampuan *seakeeping* dan *manouvering* kapal lebih baik. Untuk itu maka rancangan kapal yang akan dibuat memiliki haluan "*vee-shape*" (berbentuk V) dengan bentuk yang ramping dan runcing serta dengan bidang dasar yang rata sehingga memiliki kecepatan dan kemampuan manuver yang baik.

Pemilihan bentuk lambung kapal patroli yang dirancang dengan melakukan studi parametrik *hull* dari kapal pembanding Kapal Patroli Cepat (KPC) 14 m dan kapal JS 1228 Patrol sebagaimana pada Gambar 1. Studi parametrik *hull form* adalah dengan melakukan perubahan geometrik desain dengan proses *blending hull* dengan menggunakan Maxsurf 13.01. Metode *blending hull* ini diterapkan dengan cara menempatkan dua desain utama dari kapal pembanding yang memiliki karakteristik sehingga dapat menghasilkan bentuk lambung

yang optimal. Studi parametrik dilakukan dengan cara proses *generate hull* parametrik melalui Maxsurf 13.01 untuk mendapatkan variasi bentuk hull.



Gambar 1. Bentuk lambung kapal KPC 14 m (a), kapal JS 1228 Patro 1 (b)

Rancangan Desain

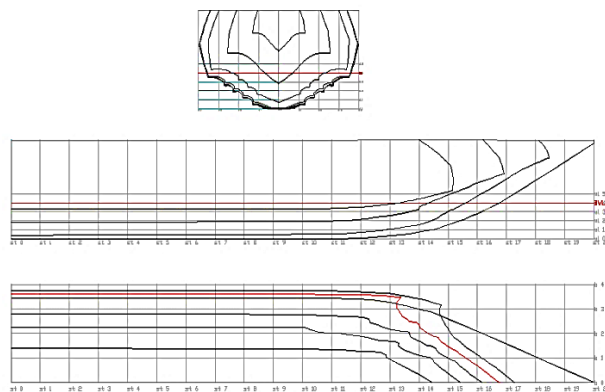
Ukuran utama kapal dirancang dengan mempertimbangkan pengaruhnya terhadap kecepatan dan stabilitas kapal. Maka *Electric Remote Control Waterjet Patrol 80 (ERC_WP 80)* memiliki ukuran utama sebagai berikut:

- Panjang total (*length over all*): 80 cm
- Lebar (*beam over all*) : 22 cm
- Tinggi (*depth moulded*) : 11 cm
- Sarat (*draught*) : 4 cm

Lines plan dari kapal perbandingan dilakukan perubahan *parametric transformation* dari menu program Maxsurf 13.01. Studi parametrik *hull form* dilakukan perubahan rasio terhadap *control point surface* dari model, dengan penentuan ratio. Hasil proses *blending hull* maka dihasilkan bentuk model yang ke 3 seperti pada Gambar 2. *Lines plan* kapal ERC_WP 80 memiliki karakteristik hull sebagai berikut:

1. Bentuk lambung dengan sudut masuk air 34 derajat (pada sarat air).
2. Bottom pada haluan adalah *deep V hull*
3. Bagian depan gading no. Ap – 10 dibuat dengan sudut kemiringan (*chine angle*) sekitar 30⁰ guna mendapatkan gaya angkat tanpa mengurangi stabilitas kapal.

Bentuk Bottom bagian belakang semi U dengan flat bottom pada bagian tengah dengan sudut kemiringan sekitar 20⁰ dengan maksud untuk memudahkan kapal bergerak dengan kecepatan tinggi dan mengurangi benturan pada badan kapal pada saat memecah ombak.



Gambar 2. Lines Plan kapal patroli ERC-WP 80

Analisa Model

Untuk penentuan model yang paling optimal dipilih berdasarkan pada nilai hambatan minimum dan kriteria stabilitas yang memenuhi IMO. Untuk perhitungan hambatan pada penelitian ini dengan menggunakan *software Hullspeed*, untuk analisa stabilitas dengan menggunakan *software Hydromax*.

1. Perhitungan hambatan

Dikarenakan RC ini termasuk dalam kapal cepat maka perhitungan hambatan menggunakan *software "hullspeed"* dengan *analysis method: savitsky pre-planning* dan *savitsky planning*. Pada perhitungan hambatan dengan *hullspeed* model diskalakan 10:1 dengan analisa kecepatan 0-20 knot. Hasil perhitungan hambatan ditabulasikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Resistance analysis method savitsky pre-planning

V knot	Model KPC		Model Javanese		Model ERC_WP	
	kN	kW	kN	kW	kN	kW
7	--	--	--	--	--	--
7,5	2,43	15,65	2,49	16,02	1,47	9,43
8	3,20	21,97	3,62	24,8	1,90	13,03
8,5	3,64	26,51	4,43	32,26	2,20	16,06
9	3,83	29,55	4,94	38,09	2,39	18,47
9,5	3,96	32,28	5,03	40,98	2,56	20,87
10	4,12	35,31	5,18	44,42	2,73	23,39
10,5	3,99	35,93	5,37	48,34	2,57	23,16
11	3,96	37,31	5,13	48,40	2,49	23,47
11,5	4,05	39,94	5,09	50,2	2,48	24,45
12	4,03	41,43	5,22	53,71	2,58	26,54
12,5	4,02	43,10	5,17	55,41	2,64	28,33
13	4,03	44,88	5,14	57,33	2,68	29,86
13,5	4,02	46,53	5,14	59,48	2,68	31,00
14	4,05	48,64	5,11	61,40	2,66	31,94
14,5	--	--	5,13	63,78	--	--
15	--	--	--	--	--	--

Tabel 2. Resistance analysis method savitsky planning

V knot	Model KPC		Model Javanese		Model ERC_WP	
	kN	kW	kN	kW	kN	kW
12	3,25	33,42	3,56	36,61	3,46	35,55
12,5	3,34	35,78	3,67	39,38	3,58	38,32
13	3,42	38,1	3,79	42,21	3,69	41,12
13,5	3,49	40,37	3,90	45,09	3,79	43,91
14	3,55	42,58	4,00	47,98	3,89	46,68
14,5	3,60	44,70	4,09	50,87	3,97	49,40
15	3,64	46,75	4,18	53,74	4,05	52,06
15,5	3,67	48,73	4,26	56,55	4,11	54,65
16	3,69	50,65	4,32	59,31	4,17	57,18
16,5	3,71	52,51	4,38	62,00	4,22	59,63
17	3,73	54,32	4,43	64,62	4,26	62,02
17,5	3,74	56,10	4,48	67,16	4,29	64,36
18	3,75	57,86	4,51	69,63	4,32	66,65
18,5	3,76	59,6	4,54	72,03	4,34	68,91
19	3,77	61,35	4,57	74,38	4,37	71,14
19,5	3,77	63,10	4,59	76,67	4,39	73,35
20	3,78	64,88	4,60	78,94	4,41	75,57

2. Analisa stabilitas

Parameter utama dalam menentukan kualitas stabilitas statis kapal adalah besarnya gaya yang bekerja untuk mengembalikan posisi kapal (lengan penegak GZ). Kurva GZ menunjukkan hubungan antara lengan penegak GZ pada berbagai variasi sudut kemiringan pada perubahan berat konstan. Dengan menggunakan *Hydromax* perhitungan stabilitas dilakukan dengan kriteria stabilitas IMO A.749 (18), Chapter 3.1. Analisa stabilitas dengan *software Hydromax* tercantum pada Tabel 3-Tabel 5.

Tabel 3. Hasil stabilitas model KPC dengan menggunakan "hydromax"

Criteria IMO	Required	Actual	Status
3.1.2.1 Area 0-30 deg	≥ 3,151 m.deg	2,096 m.deg	fail
3.1.2.1 Area 0-40 deg	≥ 5,157 m.deg	2,804 m.deg	fail
3.1.2.1 Area 30-40 deg	≥ 1,719 m.deg	0,708 m.deg	fail
3.1.2.2 Max GZ@>30 deg	≥ 0,20 m.deg	0,09 m.deg	fail
3.1.2.3 Angle of maximum GZ	≥ 25,00 deg	24,50 deg	fail
3.1.2.4 Initial GMt heel angle	≥ 0,15 m	0,39 m	pass

Tabel 4. Hasil stabilitas model Javanese dengan menggunakan "hydromax"

Criteria IMO	Required	Actual	Status
3.1.2.1 Area 0-30 deg	≥ 3,151 m.deg	1,839 m.deg	fail
3.1.2.1 Area 0-40 deg	≥ 5,157 m.deg	2,392 m.deg	fail
3.1.2.1 Area 30-40 deg	≥ 1,719 m.deg	0,553 m.deg	fail
3.1.2.2 Max GZ@>30 deg	≥ 0,20 m.deg	0,08 m.deg	fail
3.1.2.3 Angle of maximum GZ	≥ 25,00 deg	22,70 deg	fail
3.1.2.4 Initial GMt heel angle	≥ 0,15 m	0,31 m	pass

Tabel 5. Hasil stabilitas model ERC_WP dengan menggunakan "hydromax"

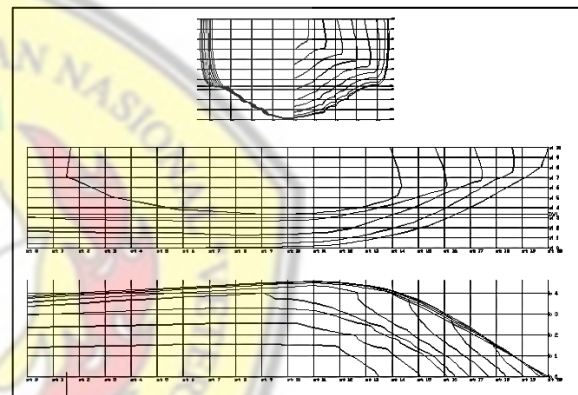
Criteria IMO	Required	Actual	Status
3.1.2.1 Area 0-30 deg	≥ 3,151 m.deg	3,488 m.deg	pass
3.1.2.1 Area 0-40 deg	≥ 5,157 m.deg	5,525 m.deg	pass
3.1.2.1 Area 30-40 deg	≥ 1,719 m.deg	2,036 m.deg	pass
3.1.2.2 Max GZ@>30 deg	≥ 0,20 m.deg	0,21 m.deg	pass
3.1.2.3 Angle of maximum GZ	≥ 25,00 deg	36,40 deg	pass
3.1.2.4 Initial GMt heel angle	≥ 0,15 m	0,53 m	pass

Dari hasil analisa hambatan dan stabilitas menunjukkan bahwa model untuk ERC_WP mempunyai hambatan paling minimum dan kriteria stabilitas kapal terpenuhi.

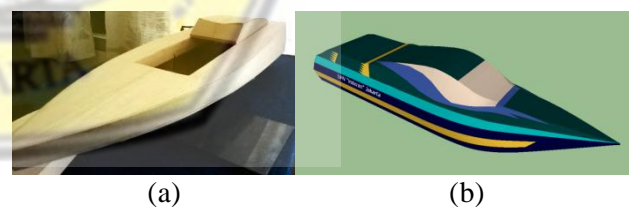
Model ERC_WP 80

Dalam prosesnya pembuatan kapal ERC_WP 80 dilakukan perubahan linesplan dan ukuran utama diakibatkan dari propulsi waterjet yang didapat. Perubahan desain perencanaan dan desain yang telah dibuat seperti pada Gambar 4. Desain baru yang dibuat seperti pada Gambar 3 dengan ukuran utama sebagai berikut:

- Panjang total (*length over all*) : 78 cm
- Lebar (*beam over all*) : 25 cm
- Tinggi (*depth moulded*) : 15 cm
- Sarat (*draught*) : 5 cm



Gambar 3. Linesplan kapal ERC_WP 80



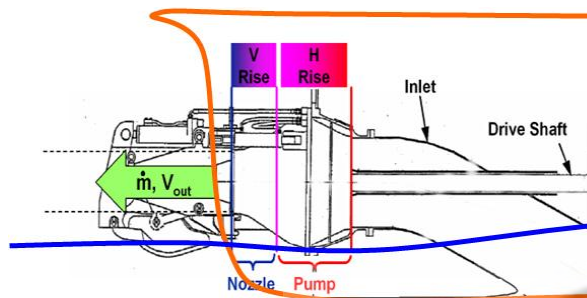
Gambar 4. Desain kapal ERC_WP perencanaan (a), desain kapal ERC_WP yang dibuat (b)

ERC_WP 80 dibuat dengan menggunakan kayu balsa dengan pertimbangan material kayu ini lebih ringan dibandingkan dengan menggunakan fiberglass dan proses pembuatan hull lebih cepat. Dimana dengan material fiberglass yang menggunakan propulsi waterjet maka sarat kapal mengalami peningkatan lebih dari 10% akibat dari berat propulsi sehingga berat ini mengakibatkan speed kapal menurun.

Pada perencanaan awal digunakan 2 waterjet, tetapi dalam pelaksanaannya propulsi ini sangat sulit didapatkan begitu pula dengan kesesuaian motor yang digunakan. Sehingga

akhirnya diputuskan menggunakan 1 waterjet dengan spesifikasi jet propulsion unit 50 mm adalah sebagai berikut:

- *Length* : 265mm
- *Width approx* : 76 mm
- *Height approx* : 85 mm
- *Flange approx* : 76 mm
- *Shaft approx* : 6 mm
- *Impeller approx* : 49 m
- *Weight approx* : 375



Gambar 5. Sistem propulsi waterjet (<http://www.ce.utexas.edu>)

Pada prinsipnya, sistem propulsi ini terdiri dari pompa yang menghisap air dari sebuah lubang di dasar perahu, akselerasi dilakukan melalui impeller dan kemudian air dipaksa keluar lagi melalui sebuah lubang di buritan. Pada sistem propulsi waterjet ini, air yang dihisap akan terdorong keluar dari belakang kapal dimana hal ini menghasilkan gaya gerakan kapal ke depan. Kemudi/ rudder pada waterjet ini menyatu dengan pipa saluran, dimana air yang terdorong keluar dari belakang kapal dimanfaatkan bukan hanya untuk mendorong kapal bergerak maju, namun juga mendorong kapal berbelok. Sistem kemudi propulsi waterjet memiliki kelebihan, dimana kapal mampu berbelok dengan sudut yang lebih kecil dibanding kemudi/ rudder konvensional. Gerakan linier dari waterjet juga menghilangkan kecondongan karakteristik perahu/ kapal yang menggunakan baling-baling konvensional. Sedangkan untuk spesifikasi motor yang digunakan adalah:

- Tipe : Brushless Motor
- Seri : FC5506
- KV : 750KV
- Lipo batt : 4 -6S
- Running Current A : 50
- Max permissible A : 58
- Weight : 275g.
- Shaft diameter : 6 mm
- Max pull (kg) : 4.5 kg



Gambar 6. Model ERC_WP 80 yang telah dibuat

Kesimpulan

1. Dalam proses perencanaan model RC dan propulsi yang digunakan harus juga dipertimbangkan ketersediaan spare part model sehingga meminimalisasi pembengkakan biaya sebagai akibat perubahan desain dan motor.
2. Model dengan material fiberglass yang menggunakan propulsi waterjet maka sarat kapal mengalami peningkatan lebih dari 10% akibat dari berat propulsi sehingga berat ini mengakibatkan speed kapal menurun.

Referensi

- Hafinuddien, Yusuf et. al, 2014, Analisa Penggunaan Waterjet pada Sistem Propulsi Kapal Perang Missile Boat dengan Kecepatan 50 knot, Jurnal Teknik POMITS vol 3, No. 1, Fakultas Teknik Kelautan ITS
- Ping, Z., De-xiang, Z., Wen-hao, L., 2008, "Parametric Approach to Design of Hull Forms", Elsevier, Journal of Hydrodynamic, 20(6): 804-810.
- Pitowarno, Endra. 2006, Robotika:Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan, Penerbit Andi Yogyakarta, Yogyakarta
- Utina, Ridwan, 2010, Rancang Bangun Kapal Patroli Cepat 57 M melalui kajian Hidrodinamika secara Komprehensif untuk Mencapai Tingkat Operabilitas Tinggi di Laut, UPT Balai Pengkajian dan Penelitian Hidrodinamika, Progran Intensif Terapan Kementerian Negara Riset dan Teknologi.
- Stephan, H., 1998, "Parametric Design and Hydrodynamic Optimization of Ship Hull Forms", Ph.D. Dissertation, Institute of Naval Architecture and Ocean Engineering, Technische Universität Berlin; Mensch & Buch Verlag, Berlin, ISBN 3-933346-24-X.
- Adji, Surjo W, *Water Jet Propulsion System*, Surabaya
- Yan Meng, 2012, "Autonomous Surface Vehicle", Senior Design Group #8