

PENGARUH PENEMPATAN POSISI ASIMETRIS STEP HULL TERHADAP HAMBATAN KAPAL CEPAT

Mohtar Aziz¹, Ali Munazid², Intan Baroroh³

1,2,3)Program Studi Teknik Perkapalan, Universitas Hang Tuah Surabaya

Jl.Arief Rahman Hakim No. 150, Surabaya 60111

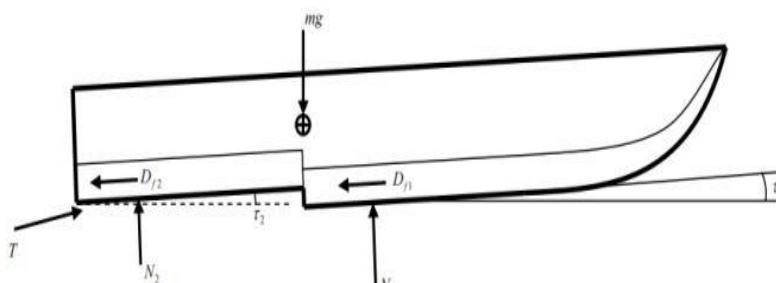
mohtar.aziz@hangtuah.ac.id¹

Abstrak: : Meningkatnya permintaan desain kapal berkecepatan tinggi yang canggih dan efesien membuat semakin banyak penelitian dan perkembangan bentuk lambung kapal cepat bagian bawah (*wetted surface area*) untuk meningkatkan perfoma dan efesien kapal cepat. *Step hull* merupakan salah satu dari sekian banyak penelitian dan perkembangan bentuk lambung dari kapal cepat, *step hull* adalah modifikasi pada bagian bawah lambung kapal yang berupa *step* melintang, jika dilihat dari samping bentuk lambung kapal seperti terpotong bagian bawahnya. Pada penelitian ini menggunakan *step hull* dengan posisi asimetris, dimana posisi *step hull* kanan dan kiri tidak sama. dedngan menggunakan *software maxsurf resistance* dalam proses simulasi dan analisa besarnya hambatan yang terjadi. Berdasarkan hasil simulasi dan analisa yang dilakukan dari keseluruhan model yang telah dibuat, diperoleh nilai hambatan total, *trim* dan daya dari keseluruhan model, didapat penurunan nilai hambatan, *trim* dan daya paling rendah pada kecepatan 28 knot sebesar 6,79% untuk nilai hambatan, 12,95% untuk nilai *trim* dan daya 6,71% dari kapal tanpa *step hull*.

Kata kunci: asimetris, *step hull*, kapal cepat, hambatan, *maxsurf resistance*

PENDAHULUAN

Untuk memenuhi kebutuhan *race*, aplikasi militer bahkan untuk bidang pariwisata, permintaan desain kapal berkecepatan tinggi yang canggih semakin meningkat. Tren desain kapal cepat di dunia saat ini menunjukan bahwa bentuk lambung kapal bagian bawah (*wetted surface area*) sangat diperhatikan. Oleh karena itu untuk memperoleh desain bentuk lambung yang efesien dalam mengurangi hambatan banyak perkembangan dan penelitian yang dilakukan salah satunya tentang *step hull*.



Gambar 1. Visualisasi step hull

Menurut Citra Eka F, (2018). *Stephull* atau *transvers step* atau *step planing hull* atau *planing stepped hull* merupakan modifikasi pada bagian bawah lambung kapal berupa *step* melintang atau jika dilihat bangunan kapal dari samping, bentuk kapal seperti terpotong bagian bawahnya. *Step hull* sendirinya berfungsi mengurangi luasan permukaan basah karena timbulnya turbulensi di bawah badan kapal dan akan menambah gaya angkat ke atas, sehingga dengan sendirinya akan mengurangi tahanan pada kapal.

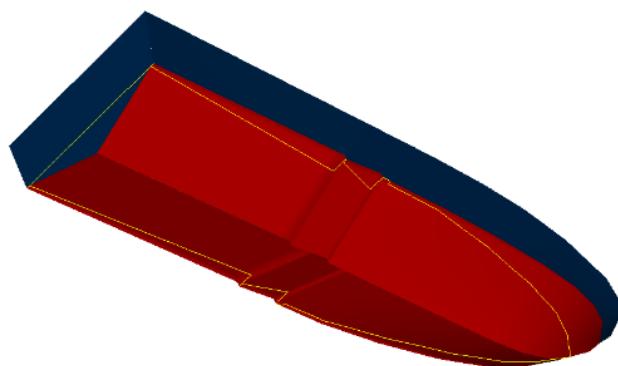
Kapal planing memiliki dua komponen gaya yang bekerja yaitu *hydrostatic force* dan *hydrodynamic force* sehingga metode untuk memprediksi hambatan kapal planing berbeda dari metode untuk memprediksi hambatan kapal displasmen. Hambatan hidrodinamis total pada kapal planing terdiri dari hambatan akibat tekanan normal pada dasar kapal dan hambatan viskos tangensial pada dasar kapal di bagian *pressure area* maupun pada *spray area*. Pada kapal cepat, rumus yang digunakan untuk menghitung hambatan total kapal adalah dengan menggunakan *savitsky's formula*. Dari hasil analisa *savitsky*, komponen hambatan pada kapal cepat terdiri dari tekanan (*pressure force*) dan kekentalan (*viscous drag*)

Setelah melakukan pencarian terhadap refrensi penelitian mengenai kapal dengan *planning stepped hull* yang telah dilakukan, didapatkan beberapa penelitian mengenai deesain lambung kapal bagian bawah (*wetted surface area*). Pada penelitian ini memiliki kemiripan dengan penelitian yang dilakukan oleh Zubaer, (2018) dimana melakukan analisa variasi *twin step hull* pada kapal pilot boat 15 meter ALU dengan menggunakan metode CFD (*Computational Fluid Dynamics*), namun pada penelitian ini memiliki perbedaan dengan penelitian yang dilakukan oleh Zubaer, (2018), dimana posisi *step hull* miliknya adalah *simetris*, yang dimaksud posisi *simetris* adalah posisi antara *step hull* kanan dan kiri sama. Adapun variasi *step hull* yang digunakan pada penelitian sebelumnya pada tabel 1.

Tabel 1. Variasi simetris stephull

Variasi	Step 1	Step 2
A	Midship (Fr 12)	Frame 8
B	Midship (Fr 12)	Frame 10
C	Frame 16	Midship (Fr 12)
D	Frame 14	Midship (Fr 12)
E	Frame 14	Frame 10
F	Frame 13	Frame 11

Dan didapatkan hasil dari ke-enam variasi model tersebut, dapat diketahui bahwa, Variasi paling optimal pada model bisa dilihat melalui rasio perbandingan hambatan per displasmen ($RT/\Delta.g$) dengan nilai terkecil. Untuk F_n 0,99 - 1,17 model stephull terbaik adalah model C, sedangkan untuk F_n 1,26 model terbaik adalah E. Sedangkan pada penelitian ini posisi yang digunakan adalah posisi *asimetris stephull*, maksud dari posisi *asimetris* adalah posisi yang tidak sama antara sisi kanan dan kiri.

**Gambar 2.** Permodelan 3D stephull asimetris

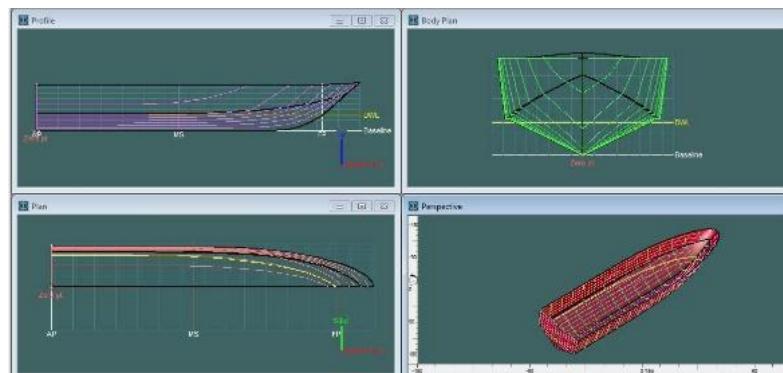
METODE PENELITIAN

Study literatur dan pengumpulan data

Dalam tahap pertama untuk mendukung penelitian ini adalah mengumpulkan data – data yang kita butuhkan. Data – data tersebut berupa tinggi *step*, letak *step*, *letak longitudinal center of gravity* dan *sudut step hull* yang bisa kita dapatkan dijurnal – jurnal penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, yang dimana topik pembahasan jurnal tersebut adalah kapal *planning* dengan *transverse step hull*. Dalam tahapan ini sangat berguna dalam penelitian ini karena dapat membuktikan hipotesis yang telah dibuat sebelumnya.

Permodelan 3D

Pemodelan 3D (gambar 5) adalah proses pemodelan awal dari bentuk kapal (tanpa *step hull*) yang dibuat dengan bantuan *software Maxsurf Modeller*. Dimana pengambilan desain ini didasarkan atas refensi penelitian sebelumnya. Setelah model 3D *maxsurf* selesai, maka tahap selanjutnya adalah pembuatan *step hull* dengan posisi *asimetris*.



Gambar 3. Bentuk badan kapal

Model 3D *step hull* asimetris

Setelah permodelan 3D di Maxsurf selesai, maka tahap selanjutnya adalah membuat *step hull* dengan posisi *asimetris* pada model tersebut, dimana peletakan *step hull* tiap model variasi berbeda, peletakannya berdasarkan *frame* (gading) kapal dimana jarak antar *frame* 500 mm. Dalam penelitian ini memiliki 6 variasi posisi peletakan *step hull asimetris* untuk dilakukan simulasi *model*. Dengan variasi sebagai berikut :

Tabel 2. Variasi asimetris step hull

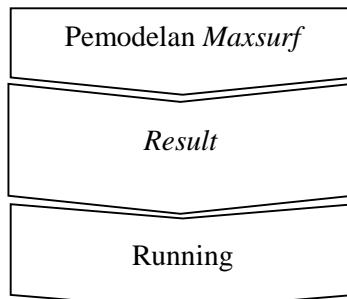
variasi	step 1 (kiri)	step 2 (kanan)	step 3 (kiri)	step 3 (kanan)
A	Frame 13	Frame 12	Frame 11	Frame 10
B	Frame 13	Frame 11	Frame 9	Frame 7
C	Frame 16	Frame 15	Frame 14	Frame 13
D	Frame 19	Frame 17	Frame 15	Frame 13
E	Frame 16	Frame 14	Frame 12	Frame 10
F	Frame 19	Frame 15	Frame 11	Frame 7

Running model dengan Maxsurf Resistance

Setelah di evaluasi dan diinput data yang diperlukan, langkah selanjutnya adalah melakukan simulasi pada software maxsurf dengan berbagai tampilan menu data seperti :

- a. Perspective
- b. Curve Of Area
- c. Graph
- d. Data
- e. Results

sebelum melakukan simulasi pada *software maxsurf*, ada beberapa tahapan atau proses, yaitu



Gambar 4. Proses/tahapan simulasi maxsurf

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain model kapal cepat

Model yang dipilih dalam penelitian kali ini adalah kapal cepat dengan *type* lambung V-Deep (*mono hull*), adapun dimensinya sebagai berikut :

Tabel 3. Data kapal

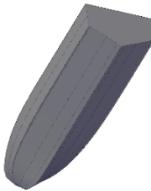
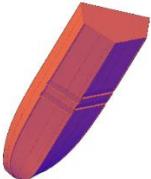
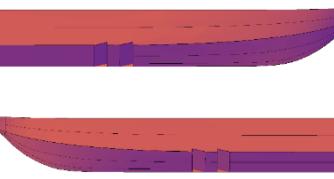
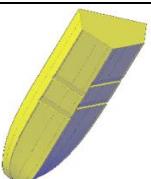
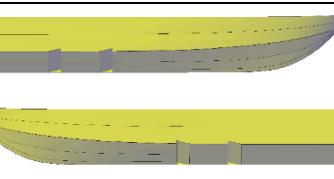
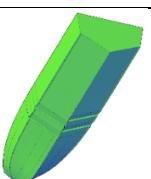
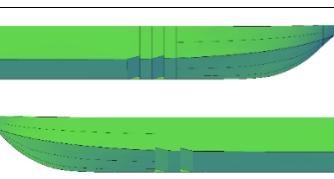
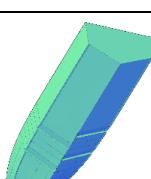
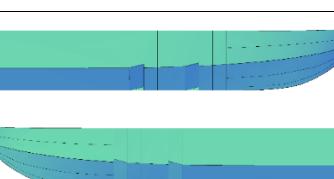
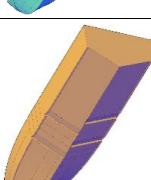
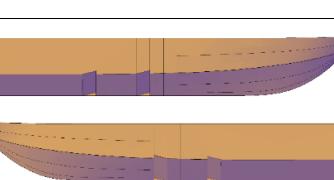
Data kapal	
<i>type</i>	Speed Boat
LOA	15.000 mm
LWL	13.200 mm
LPP	13.250 mm
B	3.720 mm
D	2.130 mm
draft	720 mm
Disp.	14,02 ton

Desain *Stephull* dan Variasi posisi asimetris *stephull*

Kapal dengan variasi posisi asimetris *stephull*, memerlukan tinggi kenaikan untuk *stephull* tersebut. dimana pada penelitian ini kenaikannya sebesar 16%, setinggi sarad dari *baseline*. sarad kapal dalam penelitian ini adalah 0,72 meter, sehingga tinggi kenaikan *stephull* sebesar 0,1152 meter dari *baseline*. sedangkan untuk sudut yang digunakan sebesar 180°.

Pada analisa ini model *stephull* divariasikan berdasarkan letak frame kapal, dimana jarak antar frame sebesar 500 mm. dimana terdapat 6 model variasi posisi asimetris *stephull*. berikut ini adalah gambaran variasi posisi asimetris *stephull* :

Table 4. Variasi Permodelan 3D

Variasi	Posisi Stap Hull	Gambar
Tanpa Step Hull	Step Hull 1 = - Step Hull 2 = - Step Hull 3 = - Step Hull 4 = -	 
Step Hull A	Step Hull 1 = #13 Step Hull 2 = #12 Step Hull 3 = #11 Step Hull 4 = #10	 
Step Hull B	Step Hull 1 = #13 Step Hull 2 = #11 Step Hull 3 = #9 Step Hull 4 = #7	 
Step Hull C	Step Hull 1 = #16 Step Hull 2 = #15 Step Hull 3 = #14 Step Hull 4 = #13	 
Step Hull D	Step Hull 1 = #19 Step Hull 2 = #17 Step Hull 3 = #15 Step Hull 4 = #13	 
Step Hull E	Step Hull 1 = #16 Step Hull 2 = #14 Step Hull 3 = #12 Step Hull 4 = #10	 
Step Hull F	Step Hull 1 = #19 Step Hull 2 = #17 Step Hull 3 = #11 Step Hull 4 = #7	 

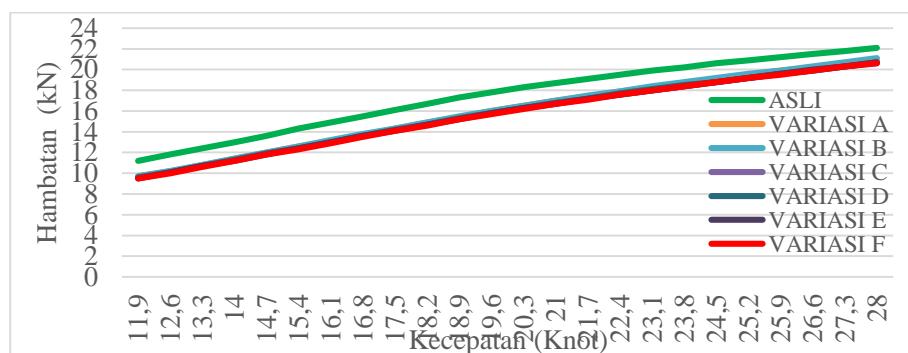
Simulasi dengan software Maxsurf Resistance

Dengan software *maxxsurf resistance*, didapat data nilai tahanan, *power* dan *trim* dengan metode *Savitsky Planing* dengan pengaturan *speed* 0 – 28 knot serta nilai efisiensi sebesar 55%. Metode ini digunakan karena kapal cepat ketika melaju dengan kecepatan tinggi sebagian besar beratnya didukung oleh tekanan hidrodinamik dan kecepatannya akan mempengaruhi *drag*

dengan energi yang diberikan oleh mesin kapal. Adapun formula *Savitsky* dalam memperoleh nilai tahanan total sebagai berikut ;

$$RT = \Delta \tan \tau + \frac{\frac{1}{2} \rho V^2 \delta b^2 C_f}{\cos \tau \cos \beta} \quad (1)$$

Output dari simulasi ini berupa grafik yang dimana akan diolah ke dalam *software Microsoft Excel*. Berikut di bawah ini adalah hasil dari simulasi menggunakan *software maxsurf* dari semua model.



Gambar 5. Grafik nilai hambatan

Table 5. Nilai hambatan

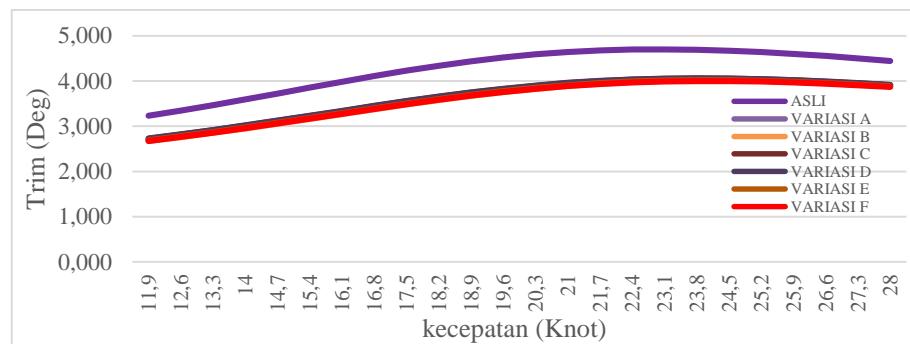
Kecepatan	Variasi asimetris step hull						
	Asli	A	B	C	D	E	F
22 Knot	19.3	17.6	17.7	17.4	17.4	15.6	17.3
24 Knot	20.3	18.8	18.9	18.6	18.6	16.5	18.5
26 Knot	21.2	19.9	20	19.6	19.6	17.3	19.6
28 Knot	22.1	21.0	21.1	20.6	20.7	20.7	20.6

Nilai hambatan terhadap kecepatan dari keseluruhan model kapal, pada gambar 5 dan tabel 5 menunjukan bahwa pada kecepatan 28 knot, variasi C dan F memiliki nilai hambatan yang rendah, sebesar 20,6 kN, jika dibandingkan kapal tanpa *step hull* yang mempunyai nilai hambatan 22,1 kN. Jadi, dengan perubahan bentuk lambung (penambahan) *step hull* dengan posisi asimetris akan terjadi penurunan hambatan sebesar 6,79% dari kapal tanpa *step hull*. Sedangkan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Zubair pada tahun 2018, dimana penelitiannya menggunakan posisi simetris *step hull* didapat selisih (penurunan) nilai hambatan sebesar 28,39% dari kapal asli (tanpa *step hull*).

Table 6. Nilai displasment

Variasi	tanpa step	A	B	C	D	E	F
Disp (ton)	14,02	13,15	13,21	13	12,77	12,99	12,62

Pada tabel 6 menunjukan nilai *displament* tiap variasi berbeda. Setelah terjadi perubahan/penambahan *step hull* nilai *displament* menjadi berkurang. Dengan berkurangnya nilai *displament* diikut pula dengan penurunan hambatan pada kapal.

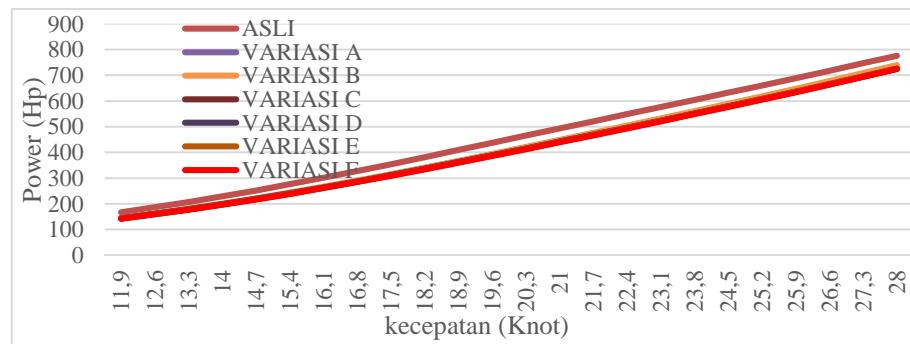


Gambar 6. Grafik nilai trim

Table 7. Nilai trim

Kecepatan	Variasi asimetris step hull						
	Asli	A	B	C	D	E	F
22 Knot	4.685	3.974	3.958	4.017	4.012	3.968	3.951
24 Knot	4.685	4.028	4.016	4.059	4.054	4.016	4.000
26 Knot	4.592	3.995	3.987	4.014	4.011	3.978	3.963
28 Knot	4.441	3.901	3.897	3.911	3.909	3.881	3.866

Pada gambar 6 dan tabel 7 menunjukan bahwa pada kecepatan 28 knot, variasi yang memiliki nilai trim terendah adalah variasi F dengan nilai *trim* 3,866 deg. Sedangkan *trim* tertinggi pada variai C dikecepatan 24 knot dengan nilai *trim* sebesar 4,059 deg. Dengan adanya perubahan bentuk lambung (penambahan) *step hull* dengan posisi asimetris akan terjadi penurunan *trim* sebesar 12,95% dari kapal tanpa *step hull*. Sedangkan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Zubaer pada tahun 2018, menggunakan posisi simetris *step hull* didapat selisih (penurunan) nilai *trim* sebesar 21,67% dari kapal asli (tanpa *step hull*).



Gambar 7. Grafik nilai power

Table 8. Nilai power

Kecepatan	Variasi asimetris step hull						
	Asli	A	B	C	D	E	F
22 Knot	532.86	486.285	487.721	480.032	480.425	430.207	477.919
24 Knot	612.314	566.561	568.531	558.457	559.002	497.609	556.817
26 Knot	692.788	649.400	651.924	639.443	640.143	565.792	638.409
28 Knot	776.375	736.387	739.462	724.642	725.495	726.37	724.293

Pada gambar 7 dan tabel 8 menunjukkan bahwa kecepatan 28 knot, variasi F membutuhkan nilai *power* sebesar 724,293 hp, dimana nilai tersebut lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai *power* pada kapal asli (tanpa *step hull*) dengan nilai EHP sebesar 776,375 hp. Jadi, dengan adanya perubahan bentuk lambung (penambahan) *step hull* dengan posisi asimetris akan terjadi penurunan EHP sebesar 6,71% pada kecepatan 28 knot. Namun nilai tersebut lebih kecil jika dibandingkan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Zubaer, dimana pada penelitiannya lebih menghemat 28,39% EHP dibandingkan kapal aslinya.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pengujian dengan *software maxsurf* yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa permodelan kapal dengan *step hull* posisi asimetris yang dilakukan pada penelitian ini hasilnya tidak lebih baik dari penelitian yang dilakukan oleh Zubaer yang mana pada penelitiannya menggunakan posisi simetris pada desain *step hull*nya. Dimana pada penelitian ini terjadi penurunan nilai hambatan sebesar 6,79%, nilai *trim* 12,95% dan nilai EHP 6,71%, sedangkan pada penelitian Zubaer penurunan nilainya sebesar 28,39% untuk hambatan, 21,6% untuk *trim* dan 28,39% untuk EHP. Terjadinya penurunan hambatan dari tiap variasi karena terjadi penurunan pula pada nilai *displasment* kapal, dimana kapal tanpa *step hull* memiliki *displasment* sebesar 14,02 ton, sedangkan kapal dengan hambatan paling kecil (variasi F) dengan nilai *displasment* sebesar 12,62 ton.

DAFTAR PUSTAKA

- Febrian, C. E., Chrismianto, D., Rindo, G. 2018. Analisis Hambatan dan Gaya Angkat dari Modifikasi Stephull dengan Variasi Sudut pada Kapal Pilot Boat 15 Meter ALU Menggunakan Metode CFD. Jurnal Teknik Perkapalan. Vol. 6, No. 1, 150-159.
- Furqon N. 2016. Pengaruh sudut kemiringan bentuk lambung kapal jenis mono-hull terhadap tahanan. Universitas Hang Tuah: Surabaya.
- Hakim, P. R., & Utama, IKAP. 2018. Analisa Hambatan dan Pitching Moment Equilibrium Pada Kapal Planing Jenis Monohull With Tranverse Step Pada Perairan Calm Water. Jurnal Teknik ITS Vol. 7, No. 1, 1073-1077.
- Misbahuddin. 2010. *Analisa Optimasi Posisi Step Hull Pada Kapal Patroli Frp 36 Meter Dengan Menggunakan Cfd Analisis*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember : Surabaya.
- Muhammad, A. H., Rosmani, dan Algan, M. 2013. Prediksi Tahanan Kapal Cepat Dolpin Dengan Metode Eksperimen. Jurnal Teknik Perkapan – Vol 8, No 15, 1073-1077.
- Munazid, A. Suwasono, B. "Pengembangan Teknologi Remote Control (R/C) boat Model High Speed di Indonesia". Prosiding Seminar Nasional Teknologi Produksi Kapal Kecil-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, 2006.
- Savitsky Daniel. 1964. *Hydrodynamic Design of Planing Hulls*. Marine Technology, Vol 1, No.1.
- Suwasono B, Akbar HMA, Sahir A, Munazid A. outrigger RC Boat Model Hull Developmet As A High Speed Craft Based On Resistance and Lift Force. Prodecia Eng. 2017;194:197–202.
- Svahn, David. 2009. *Performance Prediction of Hulls with Transverse Steps*. Marina System Centre for Naval Architecture.
- Zubaer, H., Budiarto, U., Iqbal, M. 2018. Analisa Variasi Twin Step Hull pada Kapal Pilot Boat 15 Meter ALU dengan Menggunakan Metode CFD. Jurnal Teknik Perkapalan - Vol. 6, No. 1, 295-303.