

PENGARUH PERUBAHAN KECEPATAN KAPAL TERHADAP  
LEVEL KETINGGIAN AIR PADA SISTEM PALKAN IKAN HIDUP DENGAN SISTEM  
NATURAL UNTUK KAPAL IKAN TRADISIONAL DI KABUPATEN REMBANG JAWA TENGAH

Eko Sasmito Hadi, Wilma A, Robby Munardi, Al Fahsan \*)  
Email : [ekosasmitohadi@undip.ac.id](mailto:ekosasmitohadi@undip.ac.id), [ekosasmitohadi@gmail.com](mailto:ekosasmitohadi@gmail.com)

*Abstract*

*Development of conventional fish hold design to live fish hold design may provide an alternative solution to keep costs of preservation of fish catches down. Live fish hold systems left the water in the hold with sea water to circulate around by giving a hole at the base of the hatch. Rembang traditional fishing vessel has the basic characteristics of a flat bottom with a long form of the stern board and has a habit of leaning on the edge of the ocean with a sloping surface.*

*The research was carried out on several models of variations in the number of holes and diameter of holes. Water in the live fish hold with ship stationary state will have the same height with a draught of ship, but as increases of speed of ship then the height of water in the hold will decrease.*

*Based on the analysis and calculation of Computational Fluid Dynamics method results obtained show that the optimum velocity of each model reaches 7 knots. Models with a variation of amount 4 holes with 2 inch diameter hole has an average altitude of the highest water level of 2.16 m at a speed of 7 knots.*

*Key words : live fish hold, Rembang traditional fishing vessel, Computational Fluid Dynamic, speed of ship.*

## **Pendahuluan**

### **Latar belakang**

Kabupaten Rembang memiliki topologi pantai yang landai terutama didaerah Kragan dan Sarang sehingga tipe kapal di daerah tersebut tipe dasar kapal yang datar, dengan bentuk papan buritan yang panjang; mesin dipasang di geladak luar kapal dan propeller dapat diangkat ke atas. Kapal-kapal tersebut memiliki kebiasaan bersandar di tepi laut dengan permukaan yang landai. Selain itu ada juga sebagian kapal yang tipenya tidak jauh berbeda dengan kapal-kapal yang ada didaerah demak, batang, dan pekalongan.

Biaya operasional pengawetan ikan di berbagai daerah Indonesia umumnya masih tinggi begitu juga di daerah kabupaten Rembang. Kebutuhan satu unit kapal ikan membutuhkan rata-rata 100-150 kilogram balok es per hari untuk mengawetkan ikan hasil tangkapan ditengah laut. Selain itu produsen balok es rata-rata masih belum memenuhi semua kebutuhan balok es bagi nelayan.

Memodifikasi palkah kapal ikan merupakan salah satu alternatif untuk menekan biaya operasional penangkapan dan pengawetan ikan. Merubah palkah kapal ikan konvensional (solid) menjadi palkah kapal ikan bermuatan ikan hidup akan menekan biaya operasional pengawetan ikan hasil tangkapan sebesar 11,8 % (Irawan, Hendri. 2009). Alat tangkap yang digunakan juga harus disesuaikan, misalnya menggunakan bubu karena target hasil tangkapan ini berupa ikan karang dan ikan dasar (ikan demersal) yang terkenal dalam perdagangan adalah grouper (kerapu), snapper (kakap merah, bambangan, jenaha, gorara), bream (abat, bekukung, mili, kurisi) *rock cods* dan *coral cods* (Irawan, Hendri. 2009).

Pada sistem palka ikan hidup ini, air didalam palka akan mengalami perubahan ketinggian ketika kapal bergerak dengan kecepatan tertentu. Ketinggian tersebut dipengaruhi oleh perubahan tekanan yang terjadi di dalam palka. Perubahan tekanan tersebut jika bernilai positif maka permukaan air yang ada didalam palka akan meninggi dan keluar yang berakibat ikan didalamnya dapat terlempar keluar. Apabila perubahan tekanantersebut bernilai negatif maka tinggi permukaan air yang ada didalam palka akan menjadi lebih rendah atau berkurang, sehingga ikan yang ada didalamnya pun akan kekurangan air. Keduanya akan menjadi kendala pada operasional penangkapan ikan (Iqbal, Muhammad. 2011).

Melihat kondisi yang diterangkan seperti di atas, maka perlu kiranya dibuat Analisis fluida dalam palkah muatan ikan hidup. Penempatan, ukuran diameter dan jumlah lubang sirkulasi yang digunakan untuk keluar masuknya air laut ke dalam palkah akan mempengaruhi tekanan air dalam palkah seiring dengan perubahan kecepatan kapal itu sendiri. *Computational Fluid Dynamic (CFD)* adalah aplikasi yang dapat dijadikan alternatif untuk menganalisa perubahan fluida di dalam palkah dengan biaya yang terjangkau dan waktu yang cepat, Sehingga percobaan kapal menggunakan *towing tank* yang membutuhkan biaya dan waktu yang banyak bisa digantikan. Semoga kontribusi penelitian ini dapat benar-benar dimanfaatkan oleh masyarakat nelayan, khususnya nelayan di wilayah Kabupaten Rembang Jawa Tengah.

### **Perumusan Masalah**

Dengan memperhatikan pokok permasalahan yang ada terdapat pada latar belakang maka diambil beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

-----  
\*) Staf Pengajar Jurusan Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

1. Menghitung hambatan kapal.
2. Menghitung perubahan tekanan yang terjadi pada air didalam dan di luar palka dengan variasi kecepatan, diameter dan jumlah dari lubang sirkulasinya.
3. Menghitung diameter dan jumlah optimum lubang sirkulasi pada palka.

#### Batasan masalah

Batasan masalah di gunakan sebagai arahan serta acuan dalam penulisan Penelitian sehingga sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang di harapkan

Batasan permasalahan yang di bahas dalam Penelitian ini adalah :

1. Ukuran utama kapal dengan bentuk lambung *monohull* ini adalah diperoleh dari penelitian sebelum.
2. Ukuran utama dan karakteristik lambung kapal tidak diperhitungkan kembali.
3. Sistem fluida diasumsikan sebagai perubahan ketinggian permukaan air di dalam palka.
4. Panjang palkah tidak diperhitungkan kembali.
5. Tidak melakukan pengujian *towing tank*.
6. Hasil akhir dari Penelitian ini adalah data dan simulasi hasil analisis software tersebut.

Variasi lubang sirkulasi:

1. Ukuran diameter lubang: 3 inch, dan 2 inch
2. Jumlah lubang dalam satu lambung: 2 lubang, 4 lubang, dan 6 lubang.
3. Tiap model hanya disimulasikan 3 variasi kecepatan yaitu 3 knot, 5 knot, dan 7 knot (diambil kecepatan pertengahan dari kecepatan maksimal 9 knot)

Peralatan kapal sebagai penentuan berat kapal kosong: Alat tangkap berupa *lift net* atau menggunakan alat tangkap bulu (*fish trap*), Mesin Utama dan Lampu atraktor.

#### Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang serta permasalahannya maka maksud dan tujuan dari Penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan kecepatan optimum kapal menimbang pengaruhnya pada perubahan ketinggian permukaan air di dalam palkah.
2. Mendapatkan data numerik perubahan tekanan air pada palkah yang ditandai dengan naik turunnya permukaan air.

#### Metodologi Penelitian

##### Teknik Pengolahan Data

Metodologi yang digunakan untuk penelitian ini adalah dengan cara komputasi numerik dengan cara memodelkan kapal padaprogram aplikasi *Computational Fluid Dynamic*.

Pengolahan data penelitian menggunakan komputer dengan spesifikasi CPU (*Central Processing Unit*), berikut :

1. Processor : Intel SandyBridge i5 2500k 3.3Ghz.
2. Memory : 8 GB DDR3 1600Mhz.
3. VGA card : AMD Radeon HD 6850 DDR5 1Ghz.

#### Parameter Penelitian

Penelitian ini adalah difokuskan untuk mengetahui efek yang ditimbulkan oleh besarnya kecepatan kapal terhadap perubahan volume fluida di dalam palkah kapal ikan hidup dengan beberapa variasi jumlah, letak dan ukuran diameter lubang sirkulasinya. Parameter yang dipakai sebagai berikut :

- a) Parameter Tetap
  - Ukuran Utama kapal
  - Panjang palkah
  - Letak palkah pada lambung kapal
- b) Parameter Peubah
  - Kecepatan Kapal (3 knot, 5 knot, dan 7 knot)
  - Diameter lubang sirkulasi (2 inch dan 3 inch)
  - Jumlah lubang sirkulasi (2 buah, 4 buah, dan 6 buah)
  - Posisi lubang sirkulasi

#### Langkah – langkah Penelitian

Secara umum langkah –langkah penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperti berikut:

- a. Pembuatan model ulang software *DelftShip* kemudian *File* model di-*export* dalam bentuk format STL.
- b. Melakukan pengecekan model STL hasil dari *DelftShip* menggunakan *STL Viewer* yang ada pada software *Computational fluid dynamic*.
- c. Running simulasi
 

Hasil simulasi aliran fluida pada model yang dibuat untuk kondisi aktual dengan menggunakan CFD, perlu diverifikasi untk memastikan atau meyakinkan bahwa simulasi tersebut dapat diterima keberadaannya, melalui tiga tahapan validasi :

  - Konvergensi, yaitu proses iterasi perhitungan yang akan selalu dikontrol oleh persamaan pengendali, sehingga jika hasil perhitungan belum sesuai dengan tingkat kesalahan yang ditentukan, maka komputasi akan terus berjalan.
  - Analisa grid independence, yaitu penentuan jumlah cell yang optimum, agar waktu dan memori computer yang terpakai tidak terlalu besar.
  - Verifikasi ataustudy komparatis dengan data lain.
- d. Kesimpulan dari hasil analisa simulasi.

#### Perhitungan Dan Analisis Data

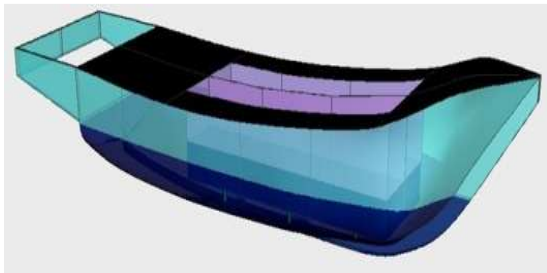
Penelitian model palka ikan hidup pada sebuah kapal ikan harus memperhatikan wilayah dimana kapal tersebut akan berlayar. Pada penelitian ini kapal yang digunakan adalah kapal ikan tipe rembang hasil dari penelitian sebelumnya yaitu dari Teknik Perkapalan

Universitas Diponegoro. Adapun data dari *Main Dimension*-nya adalah sebagai berikut :

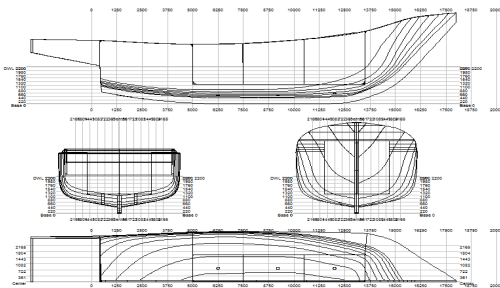
- Ukuran utama kapal
- Length Over All (LOA): 21.00 m
- Design Length (L) : 16.05 m
- Design Beam (B) : 5.88 m
- Depth (H) : 3.5 m
- Design Draft (T) : 2.2 m

Data *Main Dimension* tersebut dibuat permodelan *hullform* dengan menggunakan bantuan software *DelftShip versi 4.03*. Pada pembuatan model dilakukan modifikasi variasi jumlah lubang sirkulasi 2, 4, dan 6 lubang serta ukuran diameter divariasikan menjadi 3 inch dan 2 inch. Semula, pada penelitian sebelumnya, lubang sirkulasi berjumlah 2 buah serta diameter berukuran agak besar yaitu sekitar 12 inch.

Penelitian ini merupakan tindak lanjut dari penelitian sebelumnya yaitu untuk mengetahui efek perubahan pada fluida yang berada di dalam palkah, khususnya Air laut, akibat dari variasi jumlah dan diameter lubang sirkulasi dengan variasi kecepatan yang ditentukan yaitu 3 knot, 5 knot, dan 7 knot.



Gambar 1. Modelan kapal ikan sistem palkah ikan hidup tipe rambang pada *DelftShip 4.03*



Gambar 2. Lines Plan Kapal yang menjadi objek penelitian.

**Proses Simulasi *Computational Fluid Dynamic***  
 Hasil dari permodelan pada *DelftShip 4.03* kemudian diubah kedalam bentuk format *file .STL*. Dalam mensimulasikan CFD model harus berbentuk *Solid* sempurna. Agar kita mengetahui model sudah *Solid* maka menggunakan bantuan software *Free Mini Magics 2.0*. Jika file sudah dinyatakan *solid* maka selanjutnya adalah memulai proses simulasi dan analisis CFD.

### Perhitungan Tahanan Kapal

Hasil dari perhitungan hambatan kapal model dengan menggunakan CFD disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Hambatan Kapal

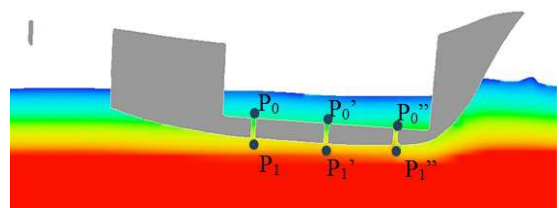
Kecepatan (Knots)	CFD Resistance (kN)		
	6 lubang $\varnothing$ 3 inch	4 lubang $\varnothing$ 3 inch	2 lubang $\varnothing$ 3 inch
0	0.00	0.00	0.00
3	2.57	2.22	2.21
5	9.66	9.00	8.96
7	22.63	17.74	16.72

Kecepatan (Knots)	CFD Resistance (kN)		
	6 lubang $\varnothing$ 2 inch	4 lubang $\varnothing$ 2 inch	2 lubang $\varnothing$ 2 inch
0	0.00	0.00	0.00
3	2.67	2.80	3.74
5	9.19	9.80	10.98
7	17.47	18.69	19.70

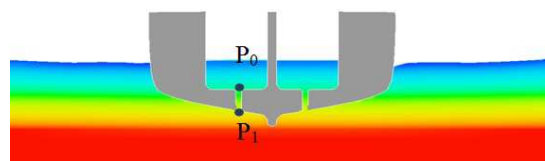
### Perhitungan Tekanan (*Pressure*)

Pengambilan data tekanan kapal pada *post processor* (hasil *running*) diambil dari *Probe* pada menu *Analyze* dengan variabel *Pressure*. Agar data akurat dan terhindar dari kesalahan, data hasil simulasi diambil pada saat simulasi telah mencapai titik konvergen. Untuk mengambil data dari lokasi yang kita inginkan, kita masukkan koordinat *x, y* dan *z*. Dalam penelitian ini lokasi tekanan diposisikan pada dua posisi. Posisi pertama (*P0*) terletak pada permukaan pipa di dalam palkah dengan tinggi 1,1 meter dari baseline. Posisi kedua (*P1*) terletak pada permukaan pipa yang berada diluar kapal dimana *P1* ini diposisikan sebagai titik acuan dalam perhitungan.

Dalam satu kondisi diambil 3 titik posisi tekanan agar dapat mengetahui tekanan rata-rata disetiap kondisinya. Pada Penelitian ini setiap kondisi diambil 3 posisi tekanan secara memanjang didalam palkah dan diluar palkah (*baseline* kapal) seperti terlihat pada gambar 3 sampai 4.



Gambar 3. Letak Posisi Tekanan Tampak Samping



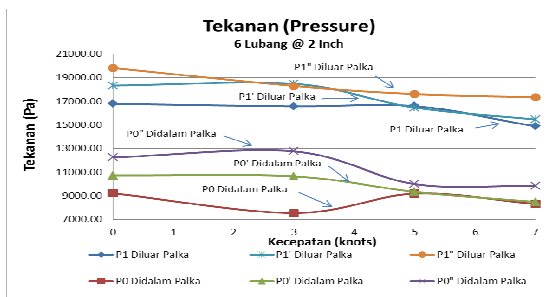
Gambar 4. Letak Posisi Tekanan Tampak Depan

Tabel 2. Hasil pengukuran dengan variasi 6 lubang berdiameter 2 inch.

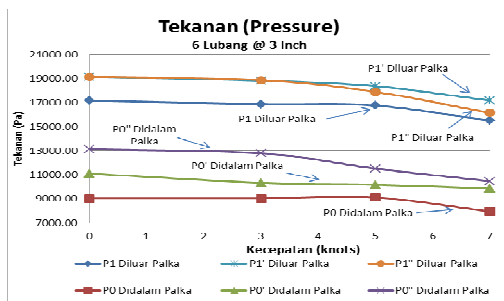
Diameter 2 Inch 6 lubang						
Kecepatan (Knots)	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>0'</sub>	P <sub>1'</sub>	P <sub>0''</sub>	P <sub>1''</sub>
0	9214.54	16793.64	10730.36	18309.45	12246.18	19825.27
3	7541.41	16576.33	10652.50	18465.86	12775.20	18279.34
5	9188.97	16590.92	9328.09	16459.61	9991.63	17611.03
7	8325.39	14889.09	8500.03	15466.93	9851.32	17353.00

Tabel 3. Hasil pengukuran dengan variasi 6 lubang berdiameter 3 inch.

Diameter 3 Inch 6 lubang						
Kecepatan (Knots)	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>0'</sub>	P <sub>1'</sub>	P <sub>0''</sub>	P <sub>1''</sub>
0	9048.29	17176.58	11101.96	19162.73	13143.22	19162.73
3	9048.04	16889.65	10332.79	18836.51	12795.66	18880.45
5	9103.91	16775.82	10174.96	18382.12	11521.97	17905.04
7	7957.24	15516.79	9871.78	17185.19	10466.24	16160.20



Grafik 1. Tekanan Kapal Variasi Jumlah 6 Lubang 2 Inch



Grafik 2. Tekanan Kapal Variasi Jumlah 6 Lubang 3 Inch

Perhitungan Tinggi Permukaan Air di Dalam Palka. Setelah kita mengetahui nilai Tekanan P<sub>0</sub> dan nilai Tekanan P<sub>1</sub> kita bisa mencari nilai ketinggian permukaan air di dalam palka melalui persamaan Bernoulli (Munson, Bruce R. 2003).

$$P_0 + \gamma h_0 + \frac{1}{2} \rho v_0^2 = P_1 + \gamma h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 \dots\dots\dots(1)$$

dimana

- P = Tekanan (Pa)
- $\gamma$  = Berat jenis fluida ( $\rho \cdot g = 1025 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 10045 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}^2$ )
- $\rho$  = Kerapatan air laut ( $1025 \text{ kg/m}^3$ )
- v = Kecepatan aliran (m/s)

h<sub>0</sub> = Ketinggian P<sub>0</sub> yang dihitung dari titik acuan (P<sub>1</sub>)

h<sub>1</sub> = Ketinggian P<sub>1</sub> yang dihitung dari titik acuan (P<sub>1</sub>)

Sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya, jarak antara P<sub>0</sub> dan P<sub>1</sub>(diasumsikan) sama dengan tinggi pipa dalam kondisi statis dan juga titik acuan yang digunakan ialah titik P<sub>1</sub>. (h<sub>1</sub> = 0) Sehingga bentuk persamaan menjadi

$$P_0 + \frac{1}{2} \rho V_0^2 + \rho g h_0 = P_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 \dots\dots\dots(2)$$

Untuk V, persamaan kontinuitas A<sub>0</sub>.V<sub>0</sub> = A<sub>1</sub>.V<sub>1</sub> , Karena luas permukaan ujung pipa sama maka V<sub>0</sub> = V<sub>1</sub>maka:

$$P_0 + \rho g h_0 - P_1 = \frac{1}{2} \rho V_1^2 - \frac{1}{2} \rho V_0^2$$

$$= \frac{1}{2} \rho (V_1^2 - V_0^2)$$

$$= 0$$

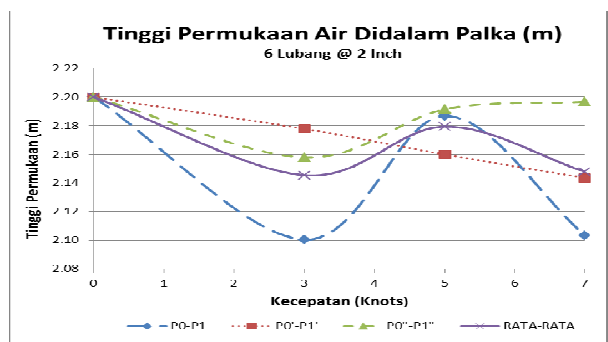
Sehingga persamaan untuk mencari h<sub>0</sub>yaitu :

$$\rho g h_0 = P_1 - P_0 \rightarrow h_0 = (P_1 - P_0) / \rho g \cdot (m) \dots\dots\dots(3)$$

Setelah h<sub>0</sub> diketahui,maka jarak pengambilan titik tekanan antara P<sub>1</sub> & P<sub>0</sub> (tinggi pipa) dikurangi oleh h<sub>0</sub> akan didapat nilai selisih penurunan permukaan air di dalam palka. H<sub>pipa</sub> - h<sub>0</sub> = Δh permukaan air di dalam palka.

Tabel 4. Hasil pengukuran dengan variasi 6 lubang berdiameter 2 inch.

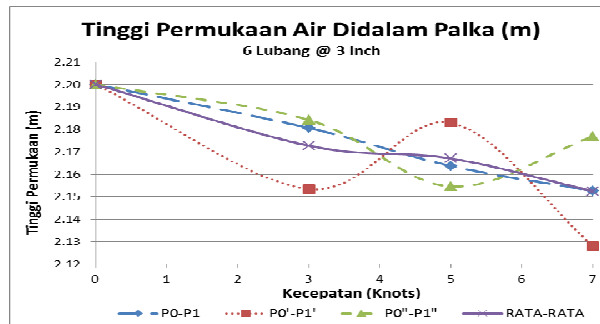
KECEPATAN (KNOT)	Diameter 2 Inch 6 lubang				Tinggi Permukaan air Rata-rata (m)
	Tinggi (P <sub>0</sub> -P <sub>1</sub> ) Permukaan Air dalam Palka (m)	Tinggi (P <sub>0'</sub> -P <sub>1'</sub> ) Permukaan Air dalam Palka (m)	Tinggi (P <sub>0''</sub> -P <sub>1''</sub> ) Permukaan Air dalam Palka (m)	Tinggi Permukaan air	
0	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20
3	2.10	2.18	2.16	2.19	2.15
5	2.19	2.16	2.19	2.19	2.18
7	2.10	2.14	2.20	2.20	2.15



Grafik 3. Tinggi Permukaan Air di dalam palka (m) dengan variasi 6 lubang berdiameter 2 inch.

Tabel 5. Hasil pengukuran dengan variasi 6 lubang berdiameter 3 inch

KECEPATAN (KNOT)	Diameter 3 Inch 6 lubang			Tinggi Permukaan air Rata-rata (m)
	Tinggi (P0-P1) Permukaan Air dalam Palka (m)	Tinggi (P0'-P1') Permukaan Air dalam Palka (m)	Tinggi (P0''-P1'') Permukaan Air dalam Palka (m)	
0	2.20	2.20	2.20	2.20
3	2.18	2.15	2.18	2.17
5	2.16	2.18	2.15	2.17
7	2.15	2.13	2.18	2.15



Grafik 4. Tinggi Permukaan Air di dalam palka (m) dengan variasi 6 lubang berdiameter 3 inch.

## Penutup

### Kesimpulan

- Kecepatan optimum pada kapal dengan menimbang pengaruhnya terhadap sistem fluida di dalam palka, dipilih berdasarkan nilai ketinggian permukaan air di dalam palka yang bernilai positif dengan kecepatan maksimum yang dicapai sesuai dengan varian kecepatan yang disimulasikan dalam penelitian ini. Dalam penelitian ini kecepatan optimum ini adalah 7 knots sesuai dengan metode CFD.
- Nilai perubahan tekanan berdasarkan pada nilai tertinggi dari ketinggian permukaan air di dalam palka untuk kecepatan 7 knots :
  - Variasi diameter 2 inch jumlah 6 lubang:**
    - ✓ Titik  $\Delta P$  = 7501.68 Pa dan  $h_{air}$  dalam palka = 2.20 m.
  - Variasi diameter 3 inch jumlah 6 lubang:**
    - ✓ Titik  $\Delta P$  = 5693.96 Pa dan  $h_{air}$  dalam palka = 2.18 m.
- Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai ketinggian permukaan air di dalam palka pada semua model kapal masih bernilai positif pada setiap perubahan kecepatan kapal yang disimulasikan, sehingga masih memungkinkan dalam membawa muatan berupa ikan hidup.

### Saran

Dalam pelaksanaan penelitian ini, penulis tidak lupa dari adanya keterbatasan dan beberapa kekurangan yang tidak disengaja sehingga penelitian masih dapat dikembangkan dan dikaji lebih mendalam. Adapun saran penulis untuk penelitian lebih lanjut (*future research*) antara lain :

- Dalam melakukan analisis dengan software harus menggunakan komputer dengan spesifikasi yang tinggi guna menghemat waktu proses simulasi sehingga didapatkan hasil yang terbaik.
- Hasil perhitungan, ukuran Variasi diameter dan jumlah lubang yang disarankan untuk kapal ikan muatan hidup tipe rembang ini adalah diameter 2 inch berjumlah 4 lubang, karena pada kecepatan 7 knot nilai ketinggian permukaan air rata-rata bernilai 2.16 m.

### Daftar Pustaka

- Al Fahsan. Modifikasi Desain Kapal Ikan Tradisional Tipe Daerah Rembang Provinsi Jawa Tengah Dengan Menggunakan Sistem Palka Ikan Hidup. Tugas Akhir. Semarang: Program Studi S1 Teknik Perkapalan UNDIP, 2012.
- Departemen Kelautan dan Perikanan Direktorat Jendral Perikanan Tangkap. *Petunjuk Pelaksanaan Identifikasi dan Pengukuran Kapal Perikanan*. Semarang: Balai Besar Pengembangan Penangkapan Ikan, t.th.
- Fuad. "Analisis Efisiensi Operasi Penangkapan Kapal Purse Seine Di Perairan Probolinggo." Tesis. Surabaya: Program Pasca Sarjana Program Studi Teknik Sistem Dan Pengendalian Kelautan ITS, 2006.
- Harvald, V.Lewis. *Tahanan dan Propulsi kapal*. Surabaya: Airlangga University Press, 1992.
- Howe, Captain Barb, M.Ed. "Fishing Vessel Stability - Proving The Principles." *Workers' Compensation Board of British Columbia*. 6711 Elmbridge Way, Richmond, BC V7C 4N1: Publications & Videos Department, 2000.
- "Hullspeed Windows Version 13 User Manual." *Formation Design System Pyt Ltd*, 1984-2007.
- Iqbal, Muhammad. "Analisis Pengaruh Perubahan Kecepatan Kapal Terhadap Sistem Fluida di Dalam Palka Pada Kapal Ikan Muatan Hidup Tipe Katamaran dengan Pendekatan CFD." Tugas Akhir. Semarang: Program Studi S1 Teknik Perkapalan UNDIP, 2011.
- Irawan, Hendri. "Desain Kapal Ikan dengan Bentuk lambung *Catamaran* yang Menggunakan Sistem Penggerak Layar dan Mesin untuk Muatan Ikan Hidup." Tugas Akhir. Semarang: Program Studi S1 Teknik Perkapalan UNDIP, 2009.
- Misbahuddin. "Analisa Optimasi Posisi *Step Hull* pada Kapal Patroli FRP 36 Meter dengan Menggunakan CFD Analisis." Tugas Akhir. Surabaya: Teknik Sistem Perkapalan ITS, 2010.
- Mulyanto, Soewito, Suryani. *Ketentuan Teknis Kapal Tuna Purse Seine Direktorat Jenderal Perikanan*. Semarang: BBPPI, t.th.
- Munson, Bruce R., Donald F.Young, dan Theodore H. Okiishi. *Mekanika Fluida Edisi Keempat*. Diterjemahkan oleh Harinaldi dan Budiarmo. Jakarta : Erlangga, 2003.

12. Versteeg, H.K., dan W, Malalasekera. *An Introduction to Computational Fluid Dynamic*. Harlow: Longman Scientific & Technical, t.th.
13. Wei, Gengsheng. *An Implicit Method To Solve Problems Of Rigid Body Motion Coupled With Fluid Flow*.: Flow Science, Inc., 2003.