

STUDI KOMPARASI KINERJA *HULLFORM* METODE *FORMDATA* DENGAN *HULLFORM* KAPAL KAYU TRADISIONAL TIPE BATANG

Ahmad Fauzan Zakki, Parlindungan Manik
Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

ABSTRACT

At the moment most fisherman in Indonesia still use traditional fishing boat. this immeasurable Traditional ship its for. This matter earn us see almost in every coastal area region of Indonesia have form of desain different ship. Traditional Ship Desain represent result of study of nature, so that there no planning and calculation of standard desain before that ship is woke up but got skill by generations from all its predecessor.

Because technical calculation of shipbuilding moment less is paid attention, hence in this research of comparison of performance of hull form among traditional ship of method of formdata. Available expecting of information so that can become an more beneficial alternative for the development of fishing boat hull form in territorial water of Batang.

Marginally this research indicate that method ship hull form of formdata yield lower total resistance with difference 13,7%. At stability evaluation of hull method ship form of formdata have righting lever of larger ones. At excess navigation evaluation owned by except to traditional ship of movement of rolling.

Keywords :

Performance, hull form, resistance stability, seakeeping performance.

1.PENDAHULUAN

Pada zaman modern seperti saat ini sudah banyak dilakukan penelitian tentang kapal-kapal baja mulai dari bentuk lambung, sistem konstruksi kapal, sistem permesinan kapalnya, sampai pada sistem keselamatan di kapal. Keseluruhan sistem tersebut merupakan hasil penelitian, pengujian yang telah dilakukan. Atas dasar penelitian tersebut telah dihasilkan kapal-kapal baja modern yang mempunyai kinerja baik dalam pengoperasiannya. Hal ini sangat bertolak belakang dengan kenyataan pada pembangunan kapal yang dilakukan secara tradisional. Desain kapal tradisional

merupakan hasil pembelajaran dari alam, sehingga tidak ada perencanaan dan perhitungan desain *plaining* yang baku sebelum kapal itu dibangun. Para pengrajin kapal tradisional dalam profesinya sebagai perancang kapal dan pembuat kapal, pada dasarnya hanya memodifikasi dari desain kapal sebelumnya dengan dasar keterampilan yang didapat secara turun-temurun dari para pendahulunya melalui evolusi teknologi yang terbentuk sebagai respon dalam proses adaptasi terhadap gejala alam.

Kabupaten Batang terletak pada 6° 51' 46" sampai 7° 11' 47" Lintang Selatan

dan antara 109° 40' 19" sampai 110° 03' 06" Bujur Timur di pantai utara Jawa Tengah. Kabupaten Batang merupakan sentra produksi kapal tradisional. Dilihat dari segi produktifitas galangan, terbukti CV. Laksana Abadi sebagai galangan kapal tradisional pada tahun 2000 mampu memproduksi kapal berjumlah 18 unit dalam jangka waktu 12 bulan. [16]. Kapal-kapal yang dibangun di galangan Laksana Abadi memiliki variasi ukuran yang beraneka ragam, mulai dari kapal dengan ukuran lunas 10 meter, 15 meter, sampai ukuran lunas 25 meter.

Penelitian mengenai karakteristik kapal tradisional masih sangat jarang dilakukan, khususnya obyek kapal tradisional tipe Batang. Beberapa penelitian tentang kapal tradisional telah diangkat tetapi belum pernah ada yang menunjukkan mengenai perbandingan kinerja *hull form* dari kapal tradisional tipe Batang dengan kinerja *hull form* metode *formdata* (Guldhammer, 1962). Pada perancangan kapal-kapal modern, ada beberapa acuan standar dalam perancangan *hull form*, salah satunya adalah *hull form* dengan metode *formdata*. Metode ini digunakan untuk mendesain lengkung dari bentuk lambung kapal secara melintang (*body plan*), sehingga dari gambar *body plan* dapat diproyeksikan kedalam bentuk memanjang

kapal yaitu proyeksi *sheer plan* dan *half breadth plan*. Pemilihan metode desain *hull form* dengan metode *formdata*, dikarenakan pada dasarnya metode ini dirancang sejak awal menggunakan penggerak dari mesin bukan hasil modifikasi, serta merupakan desain yang modern dan telah dilakukan pengujian *towing tank* sehingga memberikan kebebasan bagi perancang dalam memperkirakan *hydrostatic properties* secara cepat dan mudah. [2].

Akhirnya dari proses terbentuknya kapal tradisional dan kapal modern ini muncul pertanyaan apakah *hull form* yang dirancang dengan metode *formdata* mempunyai kinerja lebih baik dibandingkan dengan *hull form* kapal tradisional tipe Batang. Berdasarkan hal tersebut perlu kiranya dilakukan pengkajian ilmiah yang lebih dalam mengenai kedua kinerja *hull form* tersebut. Kajian yang penulis paparkan pada tugas akhir ini adalah studi komparasi kinerja bentuk lambung kapal kayu tradisional dengan bentuk lambung metode *formdata*, dengan harapan dalam upaya pemanfaatan potensi perairan yang ada dapat diketahui kinerja *hull form* metode *formdata* jika diterapkan pada kapal kayu tradisional Indonesia dengan kondisi perairannya, khususnya di wilayah Kabupaten Batang Jawa Tengah.

Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan diteliti adalah apakah *hull form* dengan metode *formdata* yang dirancang secara teknis sebagaimana kaidah perancangan kapal standar mempunyai kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan *hull form* kapal tradisional tipe Batang. Maka timbul beberapa permasalahan antara lain:

1. Penentuan *hull form* kapal tradisional tipe Batang dan *hull form* kapal dengan metode *formdata*
2. Penentuan hidrostatis karakteristik kapal tradisional tipe Batang dan *hull form* kapal dengan metode *formdata*
3. Penentuan hambatan *hull form* kapal tradisional tipe Batang dan *hull form* kapal dengan metode *formdata*
4. Penentuan stabilitas *hull form* kapal tradisional tipe Batang dan *hull form* kapal dengan metode *formdata*
5. Penentuan olah gerak *hull form* kapal tradisional tipe Batang dan *hull form* kapal dengan metode *formdata*.

Pembatasan Masalah

1. Rute pelayaran
2. Pengambilan bentuk lambung tipe Batang dibatasi hanya 1 (satu) buah kapal yang dibuat sebagai prototipe kapal tradisional Batang
3. Tidak ada pengujian *towing tank*

4. Metode perhitungan hambatan yang digunakan *Van Oortmersen*
5. Definisi kinerja yang dimaksud dalam penulisan tugas akhir ini adalah :
 - a. Hidrostatik karakteristik
 - b. Hambatan Kapal
 - c. Stabilitas kapal
 - d. Olah gerak kapal yang meliputi *heaving, pitching, rolling*.
6. Keseluruhan perhitungan pada obyek kinerja *hull form* tersebut dikerjakan dengan menggunakan pendekatan teoritis dengan paket perhitungan yang telah terintegrasi pada *software Maxsurf 9.6* yaitu :
 - a. *Hullspeed 9.6* untuk perhitungan hambatan kapal
 - b. *Hydromax 9.6* untuk perhitungan stabilitas dan karakteristik hidrostatis kapal
 - c. *Seakeeper 9.6* untuk perhitungan olah gerak kapal

Tujuan Penelitian

Membuktikan apakah *hull form* kapal yang dirancang dengan menggunakan metode *form data* memiliki kinerja yang lebih baik daripada *hull form* kapal tipe Batang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Kapal Perikanan adalah kapal yang digunakan dalam kegiatan penangkapan

ikan atau hewan air lainnya. *Formdata* adalah suatu metode yang memberikan kebebasan bagi perancang dalam memperkirakan *hydrostatic properties* secara cepat dan mudah untuk semua jenis kapal. Dalam metode ini terdapat tiga bentuk lambung yaitu, *U-form, N-form, V-form*. Ketiga bentuk ini telah diuji di tempat terpisah. Kurva hidrostatis adalah kurva yang menggambarkan dari sebuah kapal mengenai sifat-sifat karakteristik badan kapal. Suatu benda yang bergerak dalam fluida mempunyai gaya fluida yang bekerja berlawanan arah dengan benda tersebut. Pada kapal yang bergerak dengan kecepatan tertentu, gaya fluida ini bekerja pada kapal sehingga melawan arah gerakan kapal. Gaya hidrodinamika tersebut didefinisikan sebagai tahanan kapal yang bekerja karena adanya gerakan relatif kapal terhadap fluida yang dilewatinya. Kemampuan mengatasi tahanan ini merupakan factor yang paling penting. Komponen tahanan spesifik kapal terdiri atas angka Froude dan koefisien tahanan, dimana angka froude merupakan koordinat horizontal dan koefisien tahanan sebagai koordinat vertikal.

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{gxLpp}} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana : F_n = Angka Froude

V = Kecepatan kapal (m/s)

G = Percepatan gravitasi(m/s²)

L_{pp} = Panjang kapal (m)

Yang disebut stabilitas pada umumnya adalah kemampuan dari suatu benda yang melayang atau mengapung dan dimiringkan untuk kembali berkedudukan tegak lagi. Stabilitas adalah persyaratan utama desain setiap kapal. Pada kapal besar, seringkali stabilitas memanjang tidak seberapa perlu untuk diperhitungkan karena biasanya dianggap cukup besar. Yang paling perlu mendapat perhatian pada waktu merencanakan kapal adalah stabilitas melintangnya. Stabilitas pada sudut oleng kecil (<6°) disebut stabilitas awal, tetapi untuk kapal ikan lebih penting dari yang lain karena sebuah kapal ikan harus selalu bekerja dengan beban stabilitas yang berat. Pada dasarnya kapal yang berada diatas permukaan laut akan selalu memperoleh gaya external yang menyebabkan kapal bergerak (*ship moving*). Gerakan kapal ini disebabkan adanya factor dari luar terutama oleh gelombang. Salah satu konsep utama dalam kajian *seakeeping performance* adalah *wave spectrum*. Jenis variasi dalam bentuk arah maupun titik spektrum gelombang laut sangatlah beragam, bahkan untuk gelombang dengan tinggi yang sangat mirip.

(a) *The Pierson-Moskowitz Spectrum*

(Spektrum Gelombang Pierson-Moskowitz)

Bentuk spektrum gelombang ini, bergantung pada satu parameter utama, spektrum gelombang tipe ini hanya bergantung pada *wind speed* pada mulanya dikembangkan untuk penggunaan dalam bidang oseanografi, dan pada kenyataannya adalah elemen dasar dalam memperkirakan badai gelombang

(b) *The Bretschneider Spectrum*

(Spektrum Bretschneider)

Spektrum ini termasuk kedalam kelompok dua parameter yang memperbolehkan periode dan tinggi gelombang untuk dimasukkan secara terpisah.

(c) *The JONSWAP Spectrum*

Bentuk ideal spektrum dideskripsikan dalam subbagian-subbagian sebelumnya diperuntukkan untuk merepresentasikan kondisi gelombang pada lautan terbuka.

(d) *The Ochi 6-parameter Spectrum*

Sebagaimana telah disebutkan sebelumnya, tingkat variabel dalam bentuk point spektra sangatlah mutlak, dan banyak dari mereka yang tidak menyerupai bentuk *Bretschneider*.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pembuatan Model Kapal

Membuat rencana garis kapal Batang (*redrawing*) dengan memasukkan data-data pengukuran lambung kapal sesuai pembagian searah sumbu x, y, z menggunakan program *Delfship Version 3.1*. Kemudian membuat pemodelan *hull form* yang sesuai dengan metode *formdata*. Hasil kedua *hull form* kapal tersebut diekspor ke dalam bentuk format file IGES yang dapat dijalankan di program *Maxsurf Pro Version 9.6*

Hasil gambar desain kapal pada point (1) kemudian diimpor dalam program *Maxsurf Pro Version 9.6* untuk dilakukan penyesuaian variabel-variabel yang tidak dapat diperoleh dari program *Delfship Version 2.6*. Variabel-variabel ini antara lain *zero point*, *base line*, *after peak* (Ap), *fore peak* (Fp), *length of water line* (Lwl).

Perhitungan Tahanan

Hasil gambar desain kapal pada model program *Maxsurf Pro Version 9.6* kemudian dijalankan di program *Maxsurf Hull Speed Version 9.6* untuk kemudian dilakukan perhitungan tahanan kapal

Untuk menghitung tahanan kapal terlebih dahulu mengatur setting perhitungan seperti batas atas kecepatan, output yang diinginkan, dalam hal ini

besarnya tahanan menggunakan metode van Oortmersen , *engine power*, efisiensi mesin dan satuan yang digunakan.

Perhitungan Hidrostatik

Hasil gambar desain kapal pada model program *Maxsurf Pro Version 9.6* kemudian dijalankan di program *Maxsurf Hydromax Version 9.6* untuk kemudian dilakukan analisa perhitungan hidrostatik karakteristik dengan memasukkan ukuran dari tangki-tangki, seta ruang muat kapal.

Perhitungan Stabilitas

Hasil gambar desain kapal pada model program *Maxsurf Pro Version 9.6* kemudian dijalankan di program *Maxsurf Hydromax Version 9.6* untuk kemudian dilakukan perhitungan stabilitas kapal dengan tata letak dan kondisi (*loadcase*) yang ditentukan, serta mengatur sudut oleng kapal.

Kriteria yang digunakan untuk melakukan analisa stabilitas menggunakan peraturan atau standarisasi dari International Maritime Organization (IMO).

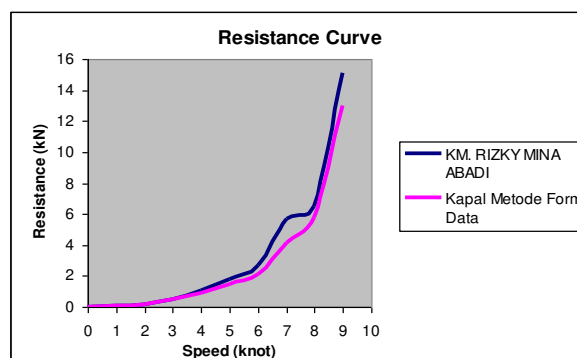
Perhitungan Olah Gerak

Hasil gambar desain kapal pada model program *Maxsurf Pro Version 9.6* kemudian dijalankan di program *Maxsurf Sea Keeper version 9.6* untuk kemudian

dilakukan perhitungan olah gerak kapal dengan memasukkan data tinggi gelombang yang dilalui oleh kapal tipe Batang serta pemilihan model gelombang yang akan dipakai.

4. ANALISA DATA

Analisa Tahanan Kapal



Grafik Perbandingan *Resistance- Speed Hullform metode Formdata* dan KM. Rizky Mina Abadi.

Nilai Perbandingan Tahanan Kapal Dengan Metode *Van Oortmersen*

Speed (knot)	Metode FORMDATA		KM. Rizky Mina Abadi	
	Resist (kN)	Power (kW)	Resist (kN)	Power (kW)
0	--	--	--	--
1	0,05	0,03	0,05	0,03
2	0,2	0,2	0,19	0,2
3	0,45	0,69	0,51	0,78
4	0,88	1,81	1,07	2,21
5	1,44	3,7	1,76	4,53
6	2,15	6,64	2,64	8,16
7	4,11	14,79	5,71	20,55
8	5,75	23,65	6,47	26,62
9	13,03	60,34	15,1	69,92

Hasil tersebut menunjukkan bahwa hambatan yang diterima KM. Rizky Mina Abadi lebih besar daripada metode *formdata*.

Analisa Stabilitas Kapal

Persentase *quantity* pada tiap-tiap kondisi

Item name	Quantity						
	Kondisi I	Kondisi II	Kondisi III	Kondisi IV	Kondisi V	Kondisi VI	Kondisi VII
Lightship	1	1	1	1	1	1	1
Tanki air Tawar	100%	10%	70%	10%	100%	10%	0%
Tanki M.Pelumas	100%	10%	70%	10%	100%	10%	0%
Tanki Bahan Bakar 1	100%	10%	70%	10%	100%	10%	0%
Tanki Bahan Bakar 2	100%	10%	70%	10%	100%	10%	0%
Fish Hold 1	100%	100%	50%	50%	20%	10%	0%
Fish Hold 2	100%	100%	50%	50%	20%	10%	0%
Fish Hold 3	100%	100%	50%	50%	20%	10%	0%
Fish Hold 4	100%	100%	50%	50%	20%	10%	0%
Fish Hold 5	100%	100%	50%	50%	20%	10%	0%

Perhitungan stabilitas menurut standar IMO A. 749(18)Ch3

No	Kondisi	Criteria					
		Area 0 to 30 (req 3,15 m.deg)		Area 0 to 40 (req 5,16 m.deg)		Area 30 to 40 (req 1,719 m.deg)	
		KM. Rizky Mina Abadi	Metode Formdata	KM. Rizky Mina Abadi	Metode Formdata	KM. Rizky Mina Abadi	Metode Formdata
1	I	11,396	8,272	19,195	14,616	7,8	6,344
2	II	10,343	7,554	17,478	13,399	7,135	5,845
3	III	5,193	5,091	9,012	8,82	3,819	3,73
4	IV	3,157	3,718	5,601	6,443	2,444	2,725
5	V	13,166	12,383	22,718	20,341	9,552	7,958
6	VI	10,457	10,326	18,051	16,771	7,593	6,446
7	VII	12,684	12,199	21,966	20,061	9,281	7,862

No	Kondisi	Criteria					
		GZ (req 0,2 m)		Angle of GZ max (req 25 deg)		GM (req 0,15 m)	
		KM. Rizky Mina Abadi	Metode Formdata	KM. Rizky Mina Abadi	Metode Formdata	KM. Rizky Mina Abadi	Metode Formdata
1	I	0,874	0,857	52,7	69,1	1,459	1,049
2	II	0,788	0,793	50,9	68,2	1,309	0,96
3	III	0,395	0,499	40	60,9	0,601	0,676
4	IV	0,251	0,376	37,3	58,2	0,336	0,499
5	V	1,175	1,247	59,1	67,3	1,709	1,883
6	VI	0,967	1,053	58,2	64,5	1,375	1,619
7	VII	1,234	1,282	60	65,5	1,668	1,858

Perhitungan Momen Koppel

No	Kondisi	KM. Rizky Mina Abadi			Metode <i>Formdata</i>		
		GZ (m)	<i>Displ</i> (ton)	<i>Righting Moment</i> (ton.m)	GZ (m)	<i>Displ</i> (ton)	<i>Righting Moment</i> (ton.m)
1	I	0,874	92,3	80,67	0,857	112,9	96,76
2	II	0,788	88,4	69,66	0,793	108,6	86,12
3	III	0,395	66,7	26,35	0,499	77,8	38,82
4	IV	0,251	62,8	15,76	0,376	73,5	27,64
5	V	1,175	41,08	48,27	1,247	42,7	53,25
6	VI	0,967	37,24	36,01	1,053	38,4	40,44
7	VIII	1,234	36,82	45,44	1,282	37,92	48,61

Analisa Olah Gerak Kapal

Hasil Perhitungan Pada Kondisi Slight

Item	KM. Rizky Mina Abadi				Metode <i>Formdata</i>				Unit
	0°	45°	90°	180°	0°	45°	90°	180°	
Heave motion	0,175	0,187	0,219	0,271	0,171	0,187	0,21	0,270	m
Roll motion	0	1,82	3,06	0	0	1,81	3,02	0	deg
Pitch motion	1,31	1,28	1,09	1,83	1,30	1,29	1,07	1,8	deg
Heave velocity	0,088	0,116	0,227	0,413	0,087	0,116	0,220	0,412	m/s
Roll velocity	0	0,02177	0,07055	0	0	0,02171	0,06852	0	rad/s
Pitch velocity	0,01098	0,01523	0,03067	0,0562	0,01095	0,01522	0,03065	0,05525	rad/s

Hasil Perhitungan Pada Kondisi *Moderate*

Item	KM. Rizky Mina Abadi				Metode <i>Formdata</i>				Unit
	0°	45°	90°	180°	0°	45°	90°	180°	
Heave motion	0,403	0,426	0,476	0,546	0,402	0,427	0,477	0,545	m
Roll motion	0	2,97	5,06	0	0	2,94	5,01	0	deg
Pitch motion	2,26	2,23	1,81	3,12	2,24	2,21	1,80	3,08	deg
Heave velocity	0,194	0,243	0,421	0,729	0,192	0,245	0,425	0,724	m/s
Roll velocity	0	0,03519	0,1144	0	0	0,0351	0,1113	0	rad/s
Pitch velocity	0,01888	0,02568	0,04897	0,09292	0,02005	0,02613	0,04892	0,0914	rad/s

Hasil Perhitungan Pada Kondisi *Rough*

Item	KM. Rizky Mina Abadi				Metode <i>Formdata</i>				Unit
	0°	45°	90°	180°	0°	45°	90°	180°	
Heave motion	0,721	0,757	0,827	0,915	0,72	0,752	0,831	0,884	m

Roll motion	0	4,32	7,44	0	0	4,31	7,38	0	deg
Pitch motion	3,4	3,4	2,72	4,67	3,6	3,4	2,75	4,48	deg
Heave velocity	0,333	0,409	0,666	1,116	0,33	0,39	0,672	1,083	m/s
Roll velocity	0	0,05073	0,166	0	0	0,05071	0,1617	0	rad/s
Pitch velocity	0,02828	0,03823	0,07077	0,1361	0,03002	0,03821	0,07046	0,1358	rad/s

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang penulis telah lakukan yaitu studi komparasi kinerja *hullform* metode *Formdata* dengan *hullform* kapal kayu tradisional tipe Batang. Diperoleh kesimpulan bahwa:

1. Untuk perhitungan hambatan terbukti dengan jelas kapal metode *formdata* menghasilkan hambatan total yang lebih rendah dibandingkan dengan hambatan yang diterima *hullform* kapal tipe Batang dengan ukuran utama yang sama. Selisih yang memperlihatkan adanya hambatan yang diterima oleh kedua kapal tersebut mencapai 13,7% pada kecepatan dinas yang sama yaitu 9 knot. Kecepatan efektif dari kedua *hullform* tersebut terlihat pada kecepatan 7 knot dengan selisih mencapai 28,02 %.
2. Untuk perhitungan stabilitas yang mengacu pada aturan IMO (*International Maritime Organization*) dengan *Code A.749* (18). Hasil perhitungan secara keseluruhan

menunjukkan bahwa stabilitas dari kedua model dinyatakan memenuhi standart kriteria yang ditetapkan oleh IMO. Tetapi untuk kemampuan balik keposisi semula setelah kapal mengalami oleng kelebihan ini terlihat pada kapal metode *formdata*, karena model *hullform* kapal metode *formdata* mempunyai *righting lever* yang lebih besar daripada model *hullform* kapal tipe Batang.

3. Berdasarkan hasil percobaan olah gerak kapal terlihat pada arah datang gelombang pada sudut 90 derajat kedua model *hullform* mengalami *deck wetness*. Tetapi secara keseluruhan untuk olah gerak kapal (*Seakeeping Performance*) lebih baik kapal metode *formdata*.

Rekomendasi

Adapun rekomendasi penulis untuk penelitian lebih lanjut antara lain :
Untuk menghasilkan nilai hambatan total untuk kapal tipe Batang yang rendah, dengan cara memperbaiki bentuk bidang

garis air pada garis air di *stern* tepat di depan baling-baling, harus dibuat tidak melebihi 20 ° sehingga untuk mencegah terjadinya *Eddy making* yang menyebabkan terjadinya hambatan gelombang.

1. Pada operasional kapal tipe Batang, apabila kapal berlayar pada kondisi gelombang dengan ketinggian lebih dari 3 m maka disarankan agar mengubah *heading* yaitu dengan menghindari *wave heading* pada kondisi *beam seas* atau gelombang dari arah samping (90°).

DAFTAR PUSTAKA

1. Causer, P, 2000, “**Seakeeping analysis for preliminary design**”, *Formation Design System Pty.Ltd.* UK.
2. F,B,Robert, 1988, *Principles of Naval Architecture Volume III: motion in waves and controllability*, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, New Jersey.
3. Formating Design System 1994, Maxsurf Hullspeed 9.6 Software Reference.
4. Formating Design System 1994, Maxsurf Hydromax 9.6 Software Reference.
5. Formating Design System 1994, Maxsurf Professional 9.6 Software Reference.
6. Formating Design System 1994, Maxsurf Seakeeper 9.6 Software Reference.
7. Guldhammer, 1962, “**FORMDATA**”, *Some Systematically Varied Ship Form and their Hydrostatic Data*, Copenhagen.
8. Harvald, 1978, *Resistance and Propulsion of Ships*, John Wiley and Sons, New York.
9. Kadir, Abdul, 1994, “**Modifikasi dan Rancang Bangun Kapal Ikan Untuk Daerah Perikanan Pelabuhan Ratu**”, Yearbook PI BPPT, Semarang
10. Santoso, IGM, Sudjono, YJ, 1983, *Teori Bangunan Kapal*, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta
11. Tenggara, JL, 2007, *Kajian propeller-engine matching*, UNDIP, Semarang.
12. Siswanto, Digul, 1988, *Teori Tahanan Kapal I* Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi 10 November, Surabaya.
13. Traung, J O, 1953, *Fishing Boat of The World III*, International Fishing Boat Congress, Paris.
14. Van Lammeren, W.P.A, 1948, *Resistance, Propulsion, and Steering of Ships: A Manual for Designing Hull Forms, Propellers, and Rudders*, The Technical Publishing Company H. Stam-Haarlem.s
15. Watson, DGM, 1998, *Practical Ship Design*, The Technical Publishing Company, Uk