

PRA PERANCANGAN WATERBUS DENGAN PENGGERAK MOTOR LISTRIK BERTENAGA SURYA DI BANJIR KANAL BARAT JAKARTA

Untung Budiarto*

* Program Studi Teknik Perkapalan Fakultas Teknik UNDIP

ABSTRAK

The problems of traffic jams and the issues of energy problems in Jakarta have been generated an innovation and an alternative solution in public transportation development which can reducing these problems that using the renewable energy

Referring to the condition and these problems, the concept must be done within pre-design of waterbus which equipped with a solar panel system engine. The using of solar system as an energy resource on the pre design of the ship must be suitable on the water condition, the selection of the solar panel, 3 dimensional with sail routes and analysis calculation when the ship sailing

The research is aimed to produce main dimensional of the ship which LOA = 12,00 m, LWL = 11,47 m, Bm = 4,34 m. This ship is using two outboard electrical motors which producing 2 KW of power, 15,954 watt of battery and 52,12 m² of solar panel with monocrystalline type with 5,520 watt of power which defined from speed of the ship at 5,25 knot with 0,4 KN resistance

1. Pendahuluan

Isu kelangkaan energi, perubahan iklim dunia, dan pemanasan global menjadi sorotan masyarakat luas saat ini. Kejadian ini melahirkan sebuah inovasi baru dalam membuat kendaraan yang dapat memanfaatkan energi terbaru dan juga ramah lingkungan salah satunya adalah energi surya. Keuntungan dari penggunaan sinar matahari sebagai energi adalah ramah terhadap lingkungan dan dapat mengurangi polusi. Penggunaan energi matahari pada kapal adalah salah satu transportasi alternatif yang bebas kemacetan dan ramah terhadap lingkungan yang akan sesuai apabila diterapkan dikota Jakarta khususnya. Karena kota ini sangat terkenal dengan kemacetan dan tingkat polusi udara yang sangat tinggi.

Jakarta yang juga merupakan ibukota negara Indonesia, memiliki energi surya yang melimpah dengan letak negara Indonesia yang berada pada daerah katulistiwa, yaitu pada lintang 60 LU – 110 LS dan 950 BT – 1410 BT, dan dengan memperhatikan peredaran matahari dalam setahun yang berada pada daerah 23,50 LU dan 23,50 LS maka wilayah Indonesia akan selalu disinari matahari selama 10–12 jam dalam sehari. Ditambah dengan adanya isu pemanasan global menjadikan energi surya, kapal penumpang bertenaga surya dapat dijadikan salah satu alat transportasi alternatif yang sesuai dan efektif dalam pengoperasiannya.

Penelitian kapal listrik bertenaga surya ini diharapkan dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif dalam menanggulangi masalah polusi dan kemacetan di kota Jakarta. Selain itu juga dapat menjadi salah satu alat transportasi yang hemat biaya karena tidak menggunakan bahan bakar mineral seperti bahan bakar pada kendaraan darat pada umumnya.

2. Tinjauan Pustaka

Pra perancangan waterbus diawali dengan menentukan ukuran utama kapal menggunakan metode kapal pembanding dengan persamaan regresi linear. Jenis lambung yang diteliti menggunakan jenis lambung katamaran yang disesuaikan dengan aliran Banjir Kanal Barat Jakarta. Kapal ini menggunakan tenaga matahari dari panel surya sebagai energi untuk menggerakkan motor listrik kapal. Untuk memperoleh energi matahari yang sebaik-baiknya maka panel surya harus diarahkan tegak lurus pada sinar matahari. Sinar matahari yang sampai pada permukaan panel surya, silikon akan melaksanakan proses *photovoltaic* yang akan membangkitkan aliran elektron dan lubang. Aliran elektron dan lubang ini merupakan aliran listrik yang dapat menghasilkan listrik dalam bentuk arus searah (DC). Panel surya atau disebut juga *photovoltaic* adalah suatu alat semikonduktor dimana mengubah energi surya menjadi energi listrik dalam bentuk arus searah (DC). Listrik yang dihasilkan dari panel surya nantinya akan disimpan oleh baterai dan selanjutnya dialirkan ke motor listrik untuk menggerakkan kapal.

3. Metodologi Penelitian

Untuk memenuhi penelitian ini maka diterapkan metodologi sebagai berikut:

- Studi lapangan, wawancara di perusahaan panel surya, melakukan penelitian dan percobaan panel surya, meneliti kondisi sungai Banjir Kanal Barat Jakarta.
- Studi literature, pembuatan, perancangan kapal dan sistem kelistrikan berpedoman dari buku-buku referensi, jurnal dan internet.
- Perancangan badan kapal, diawali dengan menentukan variabel, parameter yang sesuai dengan kondisi perairan kapal tersebut beroperasi. Menentukan ukuran utama kapal yang optimal dengan metode kapal pembanding.

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Umum

Ukuran utama yang dihasilkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Kapasitas penumpang = 30 penumpang

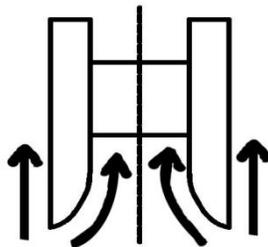
Panjang keseluruhan desain = 11,47 meter

Lebar lambung = 4,34 meter

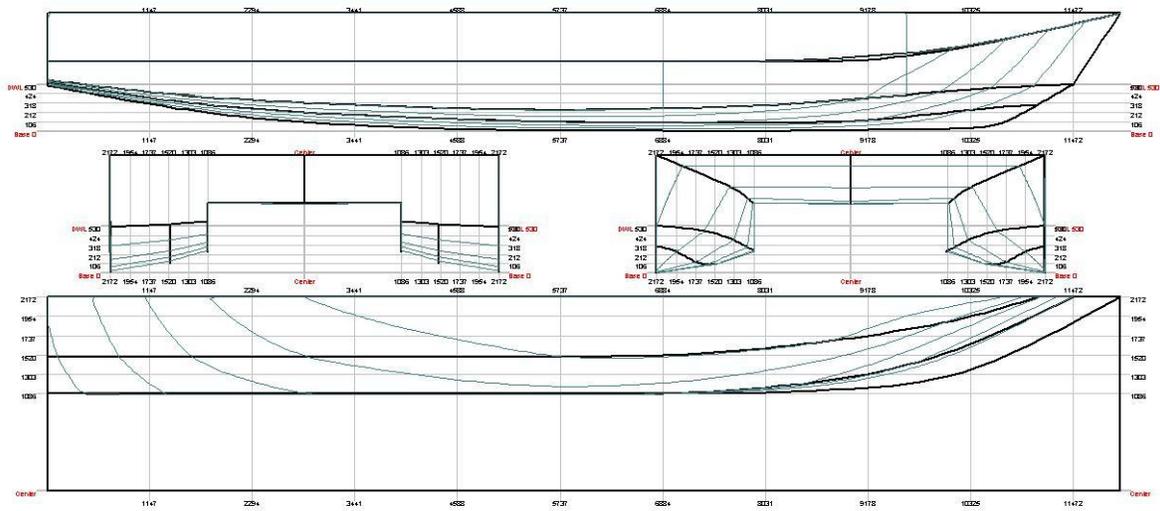
Jarak antar lambung = 1,085 meter

Tinggi sarat desain = 0,53 meter

Dengan lambung katamaran tipe asimetris rata luar kapal ini dapat beroperasi di sungai atau kanal.



Gambar 1. Desain katamaran asimetris rata luar



Gambar 2 lines plan

Bentuk lambung seperti ini difungsikan agar gelombang air tidak merusak atau membuat bagian pinggir kanal menjadi erosi dan terkikis.

4.2 Perhitungan Daya Panel Surya

Hasil dari perhitungan total daya dari panel surya jenis monocrystalline 36 cell

Tabel 1

Pengukuran Pada Kondisi Cerah Dan Mendung

no	Waktu (WIB)	voltase (V)	kuat arus (I)	Daya (W)
1	7:00	19.35	3.8	73.53
2	7:30	19.35	3.8	73,53
3	8:00	19.47	3.9	75.93
4	8:30	19,47	3,9	75,93
5	9:00	19,55	4,1	80,15
6	9:30	20,05	4,15	83,21
7	10:00	20,05	4,15	83,20
8	10:30	20,05	4,15	83,20
9	11:00	20,05	4,15	83,20
10	11:30	20,1	4.23	85.08
11	12:00	20,1	4.23	85.08
12	12:30	20,1	4.23	85.08

no	Waktu (WIB)	voltase (V)	kuat arus (I)	Daya (W)
1	7:00	17,87	3,86	69
2	7:30	17,87	3,86	69
3	8:00	18,14	3,91	71
4	8:30	18,14	3,91	71
5	9:00	18,38	3,97	73
6	9:30	18,38	3,97	73
7	10:00	18,52	3,99	74
8	10:30	18,57	3,99	74
9	11:00	18,98	4,1	77.81
10	11:30	19,05	4,1	78.1
11	12:00	19,05	4,1	78.1
12	12:30	19,05	4,1	78.1

13	13:00	20,1	4,23	85,08	13	13:00	19,05	4,1	78,1
14	13:30	20,1	4,23	85,08	14	13:30	19,05	4,1	78,1
15	14:00	20,05	4,15	83,20	15	14:00	19,00	4,1	77,9
16	14:30	20,05	4,15	83,20	16	14:30	18,55	3,98	73,82
17	15:00	19,55	4,1	80,15	17	15:00	18,55	3,98	73,82
18	15:30	19,55	4,1	80,15	18	15:30	18,35	3,95	72,48
19	16:00	19,55	4,1	80,15	19	16:00	18,35	3,95	72,48
20	16:30	19,50	3,95	77,02	20	16:30	18,15	3,92	71,15
21	17:00	19,50	3,95	77,02	21	17:00	18,15	3,92	71,15

Untuk keamanan saat panel surya digunakan maka diambil nilai terendah dari pengukuran pada kondisi panel surya terkena cahaya matahari atau dalam kondisi mendung yaitu dengan voltase (V) 17,87 dan kuat arus (I) 3,86A.

Daya per panel surya = $(17,87 \text{ V} \times 3,86 \text{ A}) = 69 \text{ watt}$

Dengan luasan per panel $1,2 \times 0,54 \text{ m} = 0,648 \text{ m}^2$

Dengan asumsi luasan panel surya yang ada di badan kapal adalah seluas panjang kali lebar dari badan kapal itu sendiri, yaitu

panjang = 12 m

lebar = 4,34 m,

sehingga kapal memiliki luasan $52,12 \text{ m}^2$.

Jumlah panel surya yang dibutuhkan : $(52,12 \text{ m}^2 : 0,648 \text{ m}^2)$

: $80,43 = 80 \text{ buah panel}$.

Maka diambil jumlah 80 buah panel sehingga luas panel seluruhnya adalah $51,84 \text{ m}^2$

Total voltase $69 \text{ watt} \times 80 = 5520 \text{ watt}$ atau 5,52 Kw

4.3 Hambatan Dan Daya Efektif Kapal

Kecepatan 5,25 knot atau 2,7 m/s memiliki hambatan sebesar 0,4 kN. Nilai ini dipilih karena pada saat motor listrik digunakan dengan besarnya BHP sebesar 1,82 Kw dapat menggunakan energi dari panel surya sebesar 5,52 Kw, sehingga nantinya motor listrik mendapatkan energi untuk beroperasi menggunakan energi dari panel surya dan baterai hanya digunakan untuk start dan menjaga arus yang diberikan untuk motor listrik dari panel surya agar lebih stabil.

4.4 Perhitungan Kebutuhan, Laju Pengisian Dan Pemakaian Baterai

Pemilihan dan penentuan daya baterai sangat dipengaruhi oleh besarnya daya yang di hasilkan oleh panel surya dan juga terhadap daya yang dibutuhkan motor listrik. Selain itu penentuan kapasitas baterai nantinya harus mampu memberi energi cadangan pada saat *start* motor listrik dan menjaga kestabilan arus yang di alirkan ke motor listrik. Oleh karena itu, dengan menggunakan baterai sebagai penampung daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya sebesar 5520 watt dan untuk memenuhi kebutuhan daya listrik untuk menggerakkan dua buah *electric outboard motor* ini adalah sebesar 4000 (2000 x 2) watt. Berjumlah 8 buah dan masing-masing berdaya 25,9 volt 77 Ah yang akan disusun secara paralel. Dengan 8 buah baterai, masing-masing disusun secara paralel sehingga menjadi 25,9 volt, 616 Ah. Sedangkan total energi listrik yang dihasilkan dari total panel surya sebesar 5520 watt. Sehingga lama pengisian baterai adalah 2,89 jam

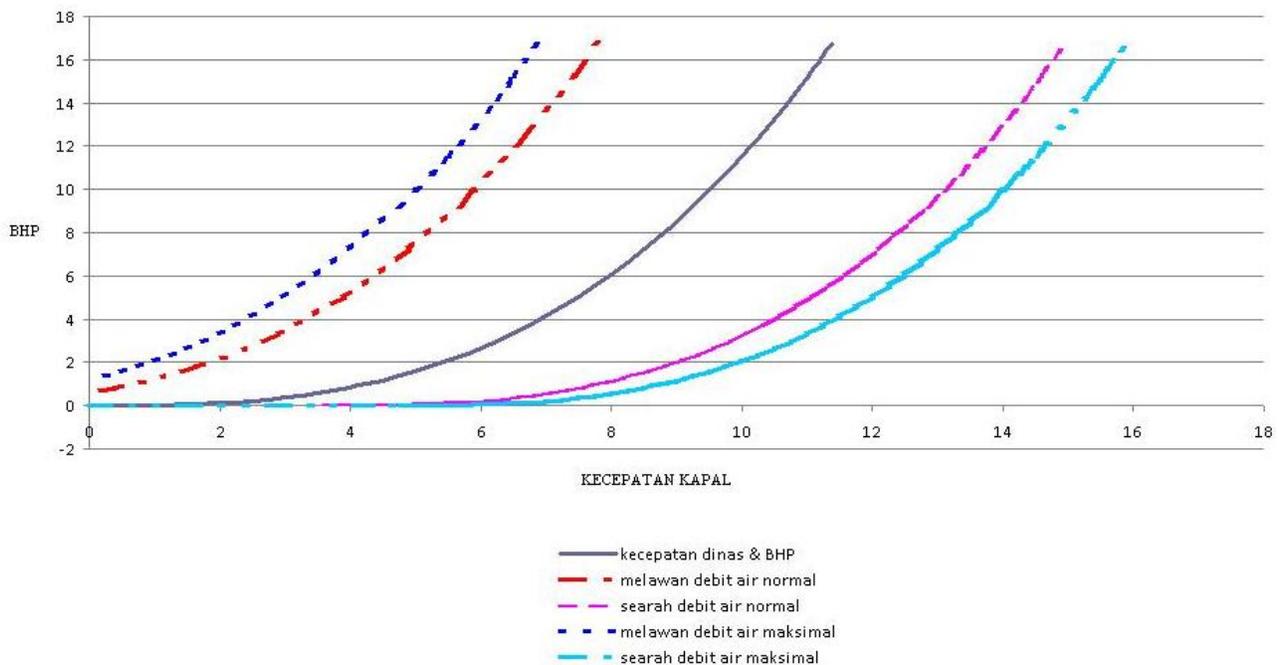
Jadi untuk mengisi batere dalam keadaan kosong sampai sampai keadaan penuh membutuhkan waktu selama 2,89 jam. Daya listrik yang dimiliki oleh baterai adalah sebesar 15.954 watt.jam

4.5 Rencana Umum Kapal Katamaran

Kapal berlayar di kanal jadi harus diperhitungkan sesuai dengan arus yang mengalir di kanal tersebut.

Hasil analisa diatas dapat dijelaskan sebagai berikut

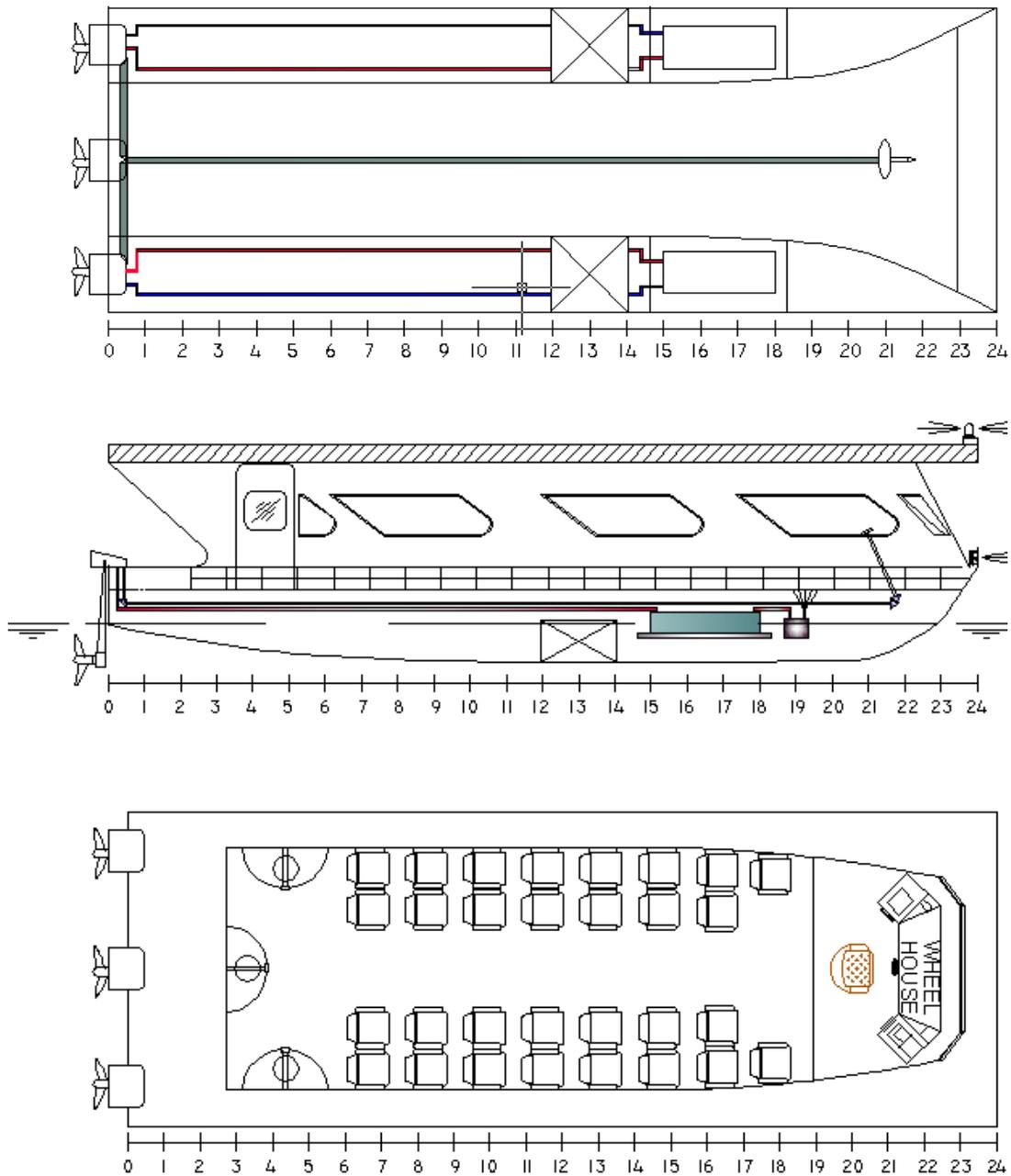
- Warna kuning menunjukkan berbagai kondisi kecepatan kapal dengan menggunakan daya dari motor listrik (*electric outboard motors*) bertenaga surya. BHP = 1,82 Kw
- Warna biru menunjukkan berbagai kondisi kecepatan kapal dengan menggunakan daya dari motor bensin. BHP = 14,92 Kw
- Warna hijau menunjukkan berbagai kondisi kecepatan kapal dengan menggunakan kombinasi dari daya motor listrik dan motor bensin. BHP = 1,82 Kw + 14,96 Kw = 16,74 Kw.



Gambar 3. Grafik kecepatan kapal

Hasil perhitungan diatas dapat diambil kesimpulan bahwa kecepatan kapal dapat berkurang apabila kapal tersebut berlayar melawan arus dari kanal. Sebaliknya kecepatan kapal dapat bertambah apabila searah arus kanal tergantung dari kecepatan arus air itu

sendiri. Sehingga pada kondisi kapal berlayar melawan arus air maka penggunaan motor bensin ini akan digunakan untuk membantu kinerja dari motor listrik.



Gambar 4 Rencana umum

4.6 Stabilitas Kapal

Untuk menghitung Stabilitas, kita perlu terlebih dahulu menentukan kondisi-kondisi yang mungkin akan dialami oleh kapal tersebut ketika mulai berlayar, sedang berlayar, dan ketika sudah tiba di dermaga, ditambah dengan kondisi pada saat kapal kosong. maka dipilih kondisi-kondisi seperti di bawah ini:

- Persentase perhitungan stabilitas pada kondisi I
Menerangkan kondisi kapal ketika sedang berlayar dengan muatan penumpang penuh dan seluruh tempat duduk yang disediakan terisi dengan penuh. Nilai GZ Kapal Penumpang (*waterbus*) diatas standart dari IMO yaitu 1.562 m
- Persentase perhitungan stabilitas pada kondisi II
Dengan asumsi ketika kapal sampai di dermaga dengan kondisi membawa penumpang yang akan turun dari kapal melalui bagian belakang kapal. Nilai GZ Kapal Penumpang (*waterbus*) diatas standart dari IMO yaitu 1.561 m
- Persentase perhitungan stabilitas pada kondisi III
Menerangkan suatu kondisi kapal kosong. Nilai GZ Kapal Penumpang (*waterbus*) diatas standart dari IMO yaitu 1.572 m

Dengan melihat nilai GZ hasil perhitungan setiap kondisi kapal memenuhi standarisasi dari IMO.

4.7 Olah Gerak Kapal

1. Nilai amplitudo pada tiap gerakan kapal.

Apabila nilai amplitudo terlalu besar maka dapat menyebabkan air masuk ke geladag kapal (*deck wetness*).. Semakin buruk kondisi gelombang maka nilai amplitudo semakin besar. Perhitungan pada kondisi ombak besar (*Rough*).

Table 1
 Nilai amplitudo *waterbus*

Item	Wave Heading	Waterbus
		Amplitudo
Heaving	0 deg	1.074 m
	90 deg	1.047 m
	180 deg	1.014 m
Pitching	0 deg	7.76 deg
	90 deg	2.88 deg
	180 deg	3.92 deg
Rolling	90 deg	12.49 deg

Sehingga dari hasil tersebut secara keseluruhan, simpangan terbesar terjadi pada gerakan *rolling* pada saat arah gelombang *beam seas* atau 90°.

2. Nilai kecepatan (*velocity*) pada tiap gerakan kapal.
 Kecepatan (*velocity*) yang dimaksud disini adalah fungsi numerik yang terdiri dari 2 (dua) variabel yaitu jarak (m) dan waktu (s) pada tiap- tiap gerakan kapal.

Table 4.26
 Nilai *Velocity* Waterbus

Item	Wave Heading	Waterbus
		Velocity
Heaving	0 deg	0.592 m/s
	90 deg	0.844 m/s
	180 deg	1.062 m/s
Pitching	0 deg	0.07333 deg/s
	90 deg	0.06214 deg/s
	180 deg	0.1382 deg/s
Rolling	90 deg	0.6460 deg/s

Sehingga dapat disimpulkan bahwa gerakan tercepat terjadi pada gerakan *heaving* pada saat arah gelombang *head seas* atau 180

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan ukuran pokok kapal dengan LOA = 12,00 m ,LwL =11,47 m, Bm = 4,34 m, dan T = 0,53 m menggunakan

lambung katamaran tipe asimetris rata luar. Untuk menggerakkan kapal ini menggunakan dua buah *electric outboard motors* dengan total daya yang dihasilkan sebesar 2 kW dengan energi total yang diperlukan untuk menggerakkan *electric outboard motors* adalah sebesar 4 kW perbuahnya dengan daya total baterai yang tersedia adalah sebesar 15.954 watt.jam dan ditopang dengan panel surya tipe *monocrystalline* seluas 52,12 m² dengan daya yang dihasilkan sebesar 5520 watt. Kecepatan ideal untuk kapal *waterbus* ini sebesar 5,25 knot memiliki hambatan sebesar 0,4 kN

6. Daftar Pustaka

Brian Y., *Teknologi Sel Surya untuk Eergi Masa Depan*. Artikel Iptek, 2006.

Causser, P, 2000, *Seakeeping analysis for preliminary design*, Formation Design System pty.Ltd. UK

Dubrovsky, V and A. Lyakhovitsky. 2001. *Multi-Hull Ships*. USA : Blackbone Publishing Company

F.Ferrazza, S.p.A Via A D'Andrea, 2005, *Development of Photovoltaic Technology in Italy,Ministry of Industry, Nettuno Itly*

Gunadi, Hidayat . februari 2007, "Jakarta Under water",Majalah Gatra 08-14

Harvald ,SV .AA. *Resistance and Propulsion of Ship*,1992 Airlangga University Press : Surabaya

IMO. 2002. *Code On Intact Stability For All Types Of Ships*.

Iwan, Arie, *Penelitian Tentang Sel Surya*, 2000

Parsons, Michael G. 2003. *Ship Design and Construction Volume II*. Jersey City : The Society of Naval Architect and Marine Engineering.

Santosa, I Gusti Made. 1999. *Diktat Kuliah Perencanaan Kapal*. ITS Surabaya

Sudiyono dan Antoko,Bambang.Perancangan dan Pembuatan Kapal Wisata dengan Motor Generaator Listrik Tenaga Surya Sebagai Energi Alternatif Penggerak Propeler.ITS Surabaya..

Wellicome, J.F., Temarrel, P., Molland, A.F., Couser, P.R. 1995. Experimental MeasurementOf The Seakeeping Characteristics Of Fast Displacement Catamarans Crested Head-Seas. Ship Science Report No.89, University Of Southampton.

www.bataviase.co.id