

Desain Awal Kapal Tenaga Surya Sebagai Alat Penyeberangan Ancol – Kepulauan Seribu

¹Kamarrudin Abdullah*, ^{2,3}Rizky Irvana

¹ Direktur Pusat Kajian Energi Terbarukan

² Teknik Energi Terbarukan Pasca Sarjana

³ Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan

[*kamaruddinabd@gmail.com](mailto:kamaruddinabd@gmail.com)

ABSTRAK

Kepulauan Seribu merupakan kawasan kepulauan di sebelah utara Jakarta yang memiliki daya tarik wisata yaitu wisata bahari. Wisata di Kepulauan Seribu memiliki potensi yang besar untuk percepatan pengembangan mengingat letaknya yang dekat dengan ibu kota negara. Pemerintah menetapkan Kepulauan Seribu masuk dalam kategori Prioritas destinasi wisata. Sarana dan sistem transportasi diperlukan untuk mendukung pengembangan destinasi pariwisata sebagai penunjang kebutuhan wisatawan domestik maupun mancanegara yang akan berkunjung ke Kepulauan Seribu. Pengembangan potensi wisata alam yang dipadu dengan wisata kesehatan harus dijaga kemurniannya dalam pengembangannya dan harus memperhatikan berbagai dampak terhadap lingkungan maupun masyarakat sekitar. Penggunaan teknologi yang ramah lingkungan menjadi salah satu gagasan yang perlu dipertimbangkan dalam pencapaian pengembangan ini. Sarana transportasi yang dibutuhkan untuk penyeberangan adalah kapal. Permasalahan yang ada saat ini adalah mahalnya harga bahan bakar untuk menyuplai mesin kapal. Hampir 75% biaya operasional dihabiskan untuk suplai bahan bakar. Melihat permasalahan di atas, seiring berkembangnya teknologi Energi Terbarukan yaitu dengan memanfaatkan energi matahari menggunakan solar panel sebagai pengganti penggerak utama pada kapal penyeberangan. Dengan kapal didesain tipe lambung katamaran, mampu mengoptimalkan power dari daya dan membuat geladak lebih luas sehingga penempatan solar panel akan lebih efektif. Dengan desain kapal tenaga surya ini biaya operasional dapat dikurangi 57%.

Kata Kunci : Solar Panel, Energi Matahari, Kapal Katamaran, Biaya Operasional, Desain Kapal, Energi Terbarukan

PENDAHULUAN

Berdasarkan kebijakan pengembangan destinasi pariwisata Indonesia tahun 2016 – 2019 (Kemenparekraf), Deputy Bidang Pengembangan Destinasi dan Investasi Pariwisata menetapkan sepuluh destinasi wisata prioritas di Indonesia salah satunya yaitu Kepulauan Seribu (Abadi, 2017). Kepulauan Seribu merupakan kawasan kepulauan di sebelah utara Jakarta yang memiliki daya tarik wisata yaitu wisata bahari. Lokasi Kepulauan Seribu ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Peta Kepulauan Seribu

Sarana dan sistem transportasi diperlukan untuk mendukung pengembangan destinasi pariwisata sebagai penunjang kebutuhan wisatawan domestik maupun mancanegara yang akan berkunjung ke Kepulauan Seribu. Pengembangan potensi wisata alam yang dipadu dengan wisata kesehatan harus dijaga kemurniannya dalam pengembangannya dan harus memperhatikan berbagai dampak terhadap lingkungan maupun masyarakat sekitar. Penggunaan teknologi yang ramah lingkungan menjadi salah satu gagasan yang perlu dipertimbangkan dalam pencapaian pengembangan ini (Purwanto & IKAP, 2015). Energi terbarukan mempunyai potensi lebih unggul dibandingkan energi fosil. Ada beberapa alasan yang mendasari, antara lain karena persediaannya yang tak terbatas, dapat diperbaharui dan ramah lingkungan. Energi matahari, air, angin, biomassa, laut dan sumber energi alternatif lainnya tersedia secara melimpah di alam, sedangkan pemanfaatannya masih sedikit. Mengingat ketersediaan cahaya matahari sepanjang tahun, maka sangatlah tepat jika energi matahari ini dimanfaatkan sebagai penyedia energi listrik (Purwanto & IKAP, 2015).

Karena letak Indonesia berada pada daerah khatulistiwa maka Indonesia memiliki tingkat radiasi matahari yang sangat tinggi. Menurut pengukuran dari pusat Meterologi dan Giofisika diperkirakan besar radiasi yang jatuh pada permukaan bumi Indonesia (khususnya Indonesia bagian timur) rata-rata kurang lebih 5,1 kWh/m² hari dengan variasi bulanan sekitar 9 % (Arham, 2018). Perkembangan teknologi energi

terbarukan untuk bidang industri maritim saat ini sangatlah maju, khususnya pemanfaatan energi matahari pada kapal. (Purwanto & IKAP, 2015).

Kemajuan inovasi teknologi energi alternatif berupa Energi Baru dan Terbarukan (EBT) merupakan tantangan dan peluang yang bagus untuk dikembangkan kapal penyeberangan dengan menggunakan energi baterai dan motor DC sebagai tenaga penggerak kapal penyeberangan yang efisien dan efektif untuk menggantikan energi dari BBM (Endro, Santoso, & Arief, 2014), Keragaman jenis, bentuk dan ukuran lambung kapal berpengaruh terhadap besaran dan kemampuan tenaga penggerak yang dibutuhkan berbasis energi alternatif kapal penyeberangan yang optimal dan mempunyai performance yang baik untuk kondisi daerah perairan Kepulauan Seribu.

METODOLOGI

Desain Kapal

Desain kapal yang ada dipilih untuk proses optimasi ini. Untuk menemukan ukuran optimal, analisis parametrik dilakukan dengan mengubah ukuran kapal dengan mengubah panjang garis air dan luasnya rasio demihull, sedangkan berat, koefisien blok, konsep, dan jarak pemisahan demihull tetap konstan. Dalam hal ini, ukkuran daya dari beberapa kapal yang berbeda berdsarakan lebar kapal dan lebar demi hull disetimasikan.

Kebutuhan Energi

Total permintaan energi (Eload) terdiri dari energi yang dibutuhkan oleh tenaga penggerak (Eprop) dan energi yang dibutuhkan oleh peralatan listrik untuk tujuan layanan (Eserv). Energi tenaga propulsi adalah fungsi dari daya propulsi dan durasi jelajah kapal, sedangkan energi layanan adalah produk daya peralatan listrik dan durasi penggunaan masing-masing peralatan. Dalam hal ini, kapal Total permintaan energi dinyatakan oleh Persamaan. (1)

$$E_{load}(t) = \int_0^t P_{prop}(t) \cdot dt + E_{serv}(t); \quad t = 0, 1, 2, \dots, 24 \quad (1)$$

Energi Pv

Energi PV didefinisikan sebagai energi matahari yang dipanen oleh modul PV yang dinyatakan oleh Persamaan. (2)

$$E_{pv}(t) = \frac{P_{pv}}{1000} \cdot \eta_s \cdot \eta_c \cdot x_1 \int_0^t \frac{I_{rr}(t)}{G_{STC}} dt; \quad t = 0, 1, 2, \dots, 24 \quad (2)$$

di mana PPV adalah daya watt puncak modul PV dalam watt; Irr adalah radiasimatahari dalam kW / m2 dan GSTC adalah radiasi pada kondisi uji standar yang sama dengan 1 kW / m2. K s adalah efisiensi sistem PV yang merupakan kehilangan energi karena konverter, kabel, suhu, dll. K c adalah efisiensi pengisian yang merupakan kehilangan energi karena proses pengisian energi PV ke baterai, dan x1 adalah jumlah modul PV yang akan dioptimalkan.

Energi Baterai

Energi baterai dihitung oleh Persamaan. (3) Faktor-faktor lain yang mempengaruhi kapasitas baterai seperti suhu, arus pengisian atau pemakaian tidak dipertimbangkan.

$$E_{batt} = \frac{V_{batt} \cdot C_{batt} \cdot x_2}{1000 \cdot \eta_d}$$

di mana Vbatt adalah tegangan nominal baterai dalam volt dan Cbatt adalah kapasitas baterai dalam Ampere-jam, Kd adalah efisiensi pemakaian baterai yang mewakili kehilangan energi selama proses pengeluaran energi, dan x2 adalah jumlah baterai yang akan dioptimalkan.

Perhitungan Biaya

Capital Recovery Factor adalah faktor pengali (pengembalian modal) untuk menghitung jumlah dari setiap pembayaran yang terjadi pada akhir dari periode ke n pada tingkat bunga i.

$$Cost_{pv} = c_1 \cdot x_1 \cdot CRF_{pv}$$

$$Cost_{batt} = c_2 \cdot x_2 \cdot CRF_{batt}$$

CostPV dan Costbatt adalah biaya masing-masing modul PV dan baterai yang dinyatakan dalam Persamaan. (6) dan (7) masing-masing. Untuk c1 adalah biaya satuan modul PV dan c2 adalah biaya satuan baterai. x1 dan x2 adalah variabel yang mewakili jumlah modul PV dan baterai masing-masing. Sementara CRFPV dan CRFBatt adalah faktor pemulihan modal untuk PV modul dan baterai

masing-masing. CRF untuk modul PV atau baterai dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$CRF = \frac{r(1+r)^y}{(1+r)^y - 1}$$

di mana r adalah suku bunga dan y adalah masa hidup PV dan baterai di tahun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Ukuran Utama Kapal

Penentuan ukuran utama kapal didasarkan pada data kapal-kapal yang melayani penyeberangan dari Ancol ke Pulau Seribu. Pengamatan dilakukan di Lapangan yaitu dermaga Marina Ancol. Kebanyakan kapal – kapal yang berada pada dermaga ini adalah kapal tipe speed boat dengan membutuhkan kecepatan yang tinggi atau cepat. Hampir semua kapal masih menggunakan tipe lambung monohull. Di dalam penelitian ini nantinya kapal akan dibuat dengan lambung catamaran agar lebih efisien dalam biaya operasional. Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan ukuran utama kapal yaitu :

Tabel 1. Ukuran Utama Kapal

Penentuan Kelistrikan

Kelistrikan di kapal item dan perlengkapan yang sudah ada dan kapal rancangan ini. Di item tersebut :

Ukuran Utama		Satuan
<i>Loa</i>	15	m
<i>Lwl</i>	12,70	m
<i>Lpp</i>	12,70	
<i>B</i>	6,00	m
<i>H</i>	1,90	m
<i>T</i>	0,50	m
<i>Cb</i>	0,483	
<i>Cwp</i>	0,798	
<i>Cp</i>	0,768	
<i>Cm</i>	0,629	
<i>Displacement</i>	6,68	ton
<i>WSA</i>	100,207	m ²

di Kapal

dihitung berdasarkan yang ada pada kapal diterapkan pada bawah ini di berikan

Tabel 2. Kebutuhan Kelistrikan pada Kapal

Nama	Jumlah	Konsumsi Daya (watt)	Durasi Penggunaan (Jam)	Total Daya (Watt)
------	--------	----------------------	-------------------------	-------------------

Radio	1	20	4	80
Giro Kompas	1	50	4	200
<i>Radar</i>	1	150	4	600
<i>Navigation Light</i>	4	20	4	3200
<i>GPS Compass</i>	1	10	4	40
Inmarsat	1	160	4	640
<i>Echo sounder</i>	1	20	4	80
Lampu Ruangan Penumpang	6	25	4	600
Lampu Toilet	1	20	4	80
Lampu Ruang Navigasi	2	25	4	200
Tv	1	145	4	580
Dispenser	1	190	4	760
AC	1	490	4	1960
Kulkas	1	180	4	720
Total Kebutuha				9740

Penentuan Daya Untuk Motor Listrik

Tabel 3. Perhitungan Daya

Speed (knot)	Froude number (LWL)	Froude number (Vdisp)	Resist (kN)	Power (kW)
10,000	0,461	1,202	2574,76	13,246
11,000	0,507	1,322	3087,86	17,474
12,000	0,554	1,442	3639,60	22,468
13,000	0,600	1,562	4210,34	28,158
13,750	0,634	1,652	4641,98	32,836
15,000	0,692	1,803	5389,78	41,591
16,000	0,738	1,923	6025,59	49,597
17,000	0,784	2,043	6699,79	58,593
18,000	0,830	2,163	7413,52	68,649
19,000	0,877	2,283	8166,62	79,824
20,000	0,923	2,403	8958,50	92,173

Rencana kapal rancangan ini akan berlayar dengan kecepatan 20 knot. Perhitungan daya menggunakan bantuan software.

Kebutuhan Energi

$$E_{load}(t) = \int_0^t P_{prop}(t) \cdot dt + E_{serv}(t); \quad t = 0, 1, 2, \dots, 24$$

Rute terjauh yang dapat di tempuh kurang lebih 35 mil laut. Dengan kecepatan yang akan di rancang dalam pelayaran adalah 20 knot. Dengan estimasi

lama pelayaran adalah 4 jam untuk satu kali pelayaran per hari. Waktu yang dibutuhkan untuk sampai pulau terjauh adalah 2 jam dan balik ke home base 2 jam maka total 4 jam seperti yang telah dijelaskan di atas. Dengan waktu operasi dari pukul 08.00 sampai dengan pukul 15.00. Pukul 15.00 WIB kapal sudah berlayar dari Pukau yang dituju menuju Home Base. Berdasarkan perhitungan di atas $E_{load} = E_{prp} + E_{serv}$, dengan E_{prop} adalah (92×4) dan E_{serv} adalah 9,74 kWh sehingga Total E_{load} adaah = 377,74 kWh

Energi Pv

Sebelum menghitung energi yang dihasilkan dari PV terlebih dahulu menghitung kebutuhan banyaknya solar panel yang akan dipakai. Berikut ini adalah data solar panel yang akan dipakai :

- *Maximum power (p_{max})* = 510 Wp
- *Voltage at Maximum Power (V_{mpp})* = 48,73 V
- *Current at Maximum Power (I_{mpp})* = 10,47 A
- *Open Circuit Voltage (V_{oc})* = 59,05 V
- *Panel Efficiency* = 19,9%
- *Dimension (mm)* = 1956 x 1310 x 45
- *Weight (kg)* = 26

Dari data kapal pada pembahasan sebelumnya luasan untuk penempatan yang dapat ditempati solar panel adalah 190 m². Dengan dimensi solar panel diatas maka dapat di tempatkan sebanyak kurang lebih 74 solar panel. Maka Energi dari PV adalah sebesar :

η_s dan η_c masing-masing diasumsikan 80% dan 85%. X1 adalah jumlah banyak modul solar PV pada masing-masing ukuran kapal. T di estimasikan waktu penyinarannya adalah 7 jam sesuai waktu operasi pelayaran. Radiasi penyinaran matahari di estimasikan 1,2 kWh/m².

$$Total\ Energi = \frac{510}{1000} \times 80\% \times 85\% \times 74 \times \frac{1,2}{1} = 215\ kW$$

Energi Baterai

Energi dengan menggunakan matahari sebagai sumber tidak terlepas dari penggunaan baterai untuk menyimpan energi tersebut karena ketika malam tidak dapat energi apapun. Penentuan jumlah baterai yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan daya penggerak listrik kapal dan sistim kelistrikannya adalah sebesar

sebesar 377,74 kWh. Dengan pemakaian selama 4 jam di rencanakan memakai baterai dengan spesifikasi sebagai berikut.

- Nominal Voltage: 51.8V
- Nominal Capacity @ 1C: 480Ah
- Charge Voltage: 57.7V-58.8V
- Charge Current: <100A (recommended) / 135A (max continuous)
- Discharge Voltage Minimum: 41.3V
- Discharge Current Max Continuous: 250A
- Pulse Current 5 Sec: 1450A
- Weight: 356 lb / 161.5 kg
- Dimensions L x W x H (including terminals): 36"x20.25"x12.25"
- BCI Group Number: CUSTOM
- Terminals, Female-threaded: Brass M10x1.25 OR 3/8-1
- DC internal resistance (max): <16.8 mΩ

$$\text{Jumlah baterai} = \frac{377,74 \text{ kWh}}{24,86 \text{ kWh}} = 15,19 = 16 \text{ unit}$$

Dengan berat baterai keseluruhan adalah 2,584 ton

Perhitungan Biaya

Harga baterai dan pv diasumsikan adalah \$ 0,2 per watt. Asumsi tersebut diambil berdasarkan hasil penelusuran harga-harga pada setiap jenis pv dan baterai yang digunakan. Harga perawatan adalah 10% dari total harga baterai dan pv tersebut. Diasumsikan bunga bank adalah 10%, dan jangka waktu atau *life time* dari baterai dan pv masing-masing adalah 20 dan 10 tahun.

$$CRF_{batt} = \frac{10\% \times (1+10\%)^{20}}{(1+10\%)^{20}-1} = 0,117$$

$$CRF_{pv} = \frac{10\% \times (1+10\%)^{10}}{(1+10\%)^{10}-1} = 0,162$$

$$Cost_{batt} = (16 \times 24,86 \times 200) + 10\% (16 \times 24,86 \times 200) \times CRF_{batt}$$

$$Cost_{batt} = (79552) + 10\% (79552) \times 0,117$$

$$Cost_{batt} = \$10,283.342$$

$$Cost_{pv} = (74 \times 0,51 \times 200) + 10\% (74 \times 0,51 \times 200) \times CRF_{batt}$$

$$Cost_{batt} = (7548) + 10\% (7548) \times 0,162$$

$$Cost_{batt} = \$1,345.053$$

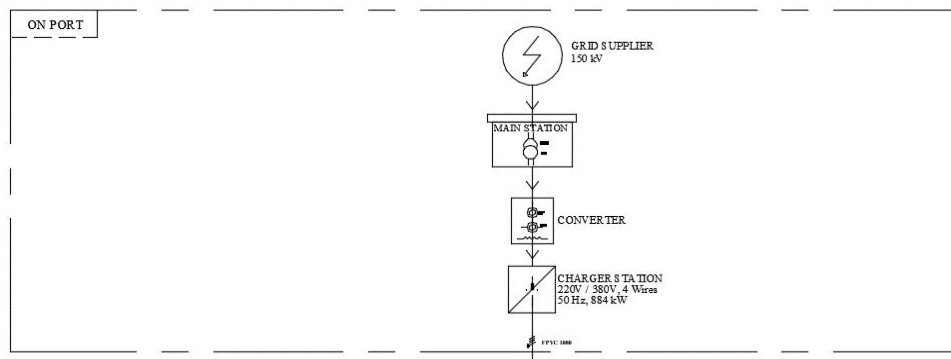
Total harga keseluruhan adalah \$11,628.395 atau jika dirupiahkan adalah Rp163.709.204,62 untuk modal yang dikeluarkan oleh nelayan dalam satu tahunnya.

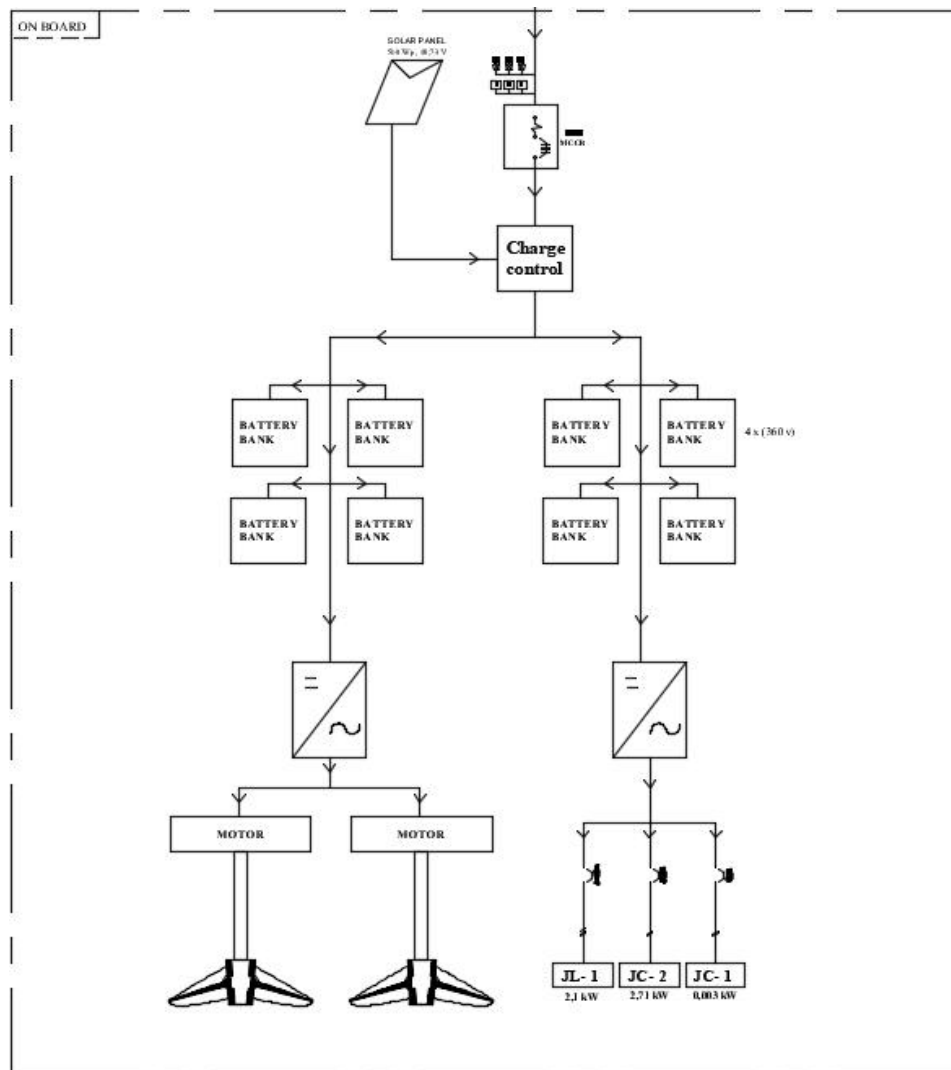
Perbandingan Biaya dengan Menggunakan BBM

Dari data hasil wawancara dengan ABK kapal bahwa dalam satu kali trip dapat menghabiskan kira Rp 800.000,- dalam satu kali trip. Jika 1 bulan ada 30 trip dan 1 tahun ada 12 bulan maka total pengeluaran untuk BBM adalah Rp288.000.000,- per tahun. Jika dibandingkan dengan hasil perhitungan di atas dengan sebelumnya, menggunakan solar panel dan baterai lebih hemat sekitar 57%.

Sistim Pengoperasian

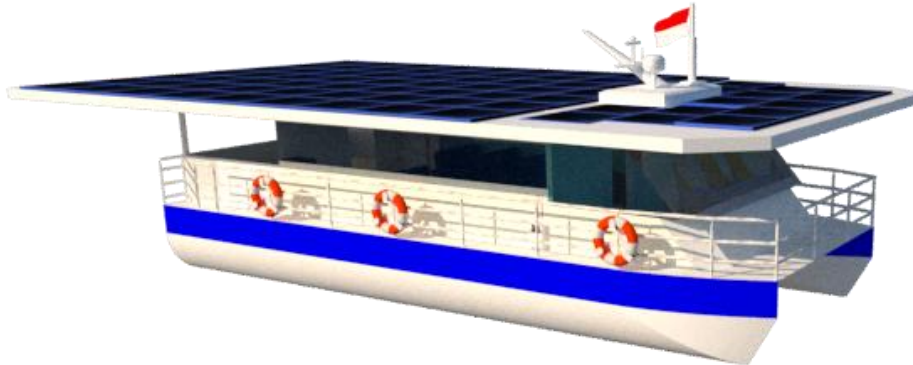
Di awal sebelum perjalanan baterai sudah harus di charger atau dalam keadaan kondisi penuh dan diisi ketika berlayar atau sendang sandar di pelabuhan tujuan dengan menggunakan solar panel. Berikut adalah skematik kelistrikan kapal tersebut :





Gambar 2. Skematik Kelistrika

Desain Kapal



Gambar 3. Desain Kapal

Kesimpulan

Dari pembahasan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan menggunakan kapal dengan demihull dapat membuat luasan untuk penempatan solar panel lebih luas dan dengan penggunaan solar panel dan baterai dapat menghemat biaya operasional sebanyak 57%

Daftar Pustaka

- A. Papanikolaou, Ship Design: Methodologies of Preliminary Design. Springer, 2014.
- Ari. B.S, Eko Sasmito Hadi, 2006, Kajian Stabilitas Kapal Ikan type purse seine di Kabupaten Batang. Majalah Kapal Vol III no 1 Hal 10 – 16. Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro – Indonesia.
- Bakoren, Kebijakan Umum Bidang Energi. Edisi kedua, Jakarta 1 September 1991.
- Brian Y., Teknologi Sel Surya untuk Energi Masa Depan. Artikel Iptek, 2006.
- D. Setyawan, I. K. Utama, M. Murdijanto, A. Sugiarto, and A. Jamaluddin, "Development of Catamaran Fishing Vessel," IPTEK J. Technol. Sci., 2010.
- Effendy (2006). Analisa Teknis Perencanaan Kapal Patroli Cepat dengan Bentuk Hull Katamaran. Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Eko C, Ivan, Rencana Pengembangan Kota Surabaya, Planologi-ITS, Surabaya, 2004.
- Eko Sasmito Hadi, 2008. Design kapal katamaran dengan sistem penggerak bersumber dari solar sel. Majalah Kapal Vol V no 1 hal 32 – 41. Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro – Indonesia.

- Eko Sasmito Hadi, A.F. Zakki, 2006, Studi perancangan design layar pada perahu motor tempel untuk mengurangi BBM dalam Operasi Penangkapan Ikan. Majalah Kapal Vol III no 2 Hal 86 – 95. Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro – Indonesia.
- Eko Sasmito Hadi, Ari B. S, 2007, Studi Design Kapal ikan dengan menggunakan type lambung katamaran. Malajah Kapal Vol IV no 3 hal 156 – 165. Fakultas Teknik – Universitas Diponegoro – Indonesia.
- Fyson, J. 1985. Design of Small Fishing Vessels. England: Fishing News Book. Great Britain: B.H Newnes
- G.N.Tiwari dan Swapnil, Dubey. 2009. Fundamentals of Photovoltaic Modules and Their Applications.
- Gede Widayana.2012.Pemanfaatan Energi Surya.Jurnal Teknologi Pendidikan dan Kejuruan UNDIKSHA. 9(1):37-46. ISSN 0216-3241.
- Hidetaka Senga, An Experimental and Numerical Study on Vortex-induced Vibrations of a Hanging Flexible Riser with Its Top in Irregular Motion, International Journal of Offshore and Polar Engineering (ISSN 1053-5381) Copyright © byThe International Societyof Offshore andPolar Engineers Vol. 15, No. 4, December2005, pp. 274–281
- Insel, M. dan Molland, A. F. (1991). An Investigation Into The Resistance Components of High Speed Displacement Catamarans. London: The Royal Institution of Naval Architects
- Iwan, Arie, Penelitian Tentang Sel Surya, 2000.
- Jovendra. Heru., 2012. Rencana Bangun Kendaraan Listrik dengan Memanfaatkan Potensial Teanaga Surya. Skripsi. Universitas Indonesia.
- Laksanawati, V. 2006. Sistem Pengontrolan Suplai Energi Untuk Pendinginan Termoelektrik Dengan Menggunakan Sel Surya [Skripsi]. Departemen Teknik Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Lubis, Abu bakar dan Sudrajat, Adjat., 2006. Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik. BPPT PRESS. Jakarta.
- Manan, S. 2009. Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif Yang Effisien, Handal, Dan Ramah Lingkungan Di Indonesia [Karya Tulis]. Semarang : Program Diploma II Teknik Elektro, Universitas Diponegoro.
- Marchaj, C A,Sail Performance, Techniques to Maximize Sail Power, Revised Edition, Adlard Coles Nautical, London, 200
- Muk-Pavic, E., Chin, S. dan Spencer, D. (2006). Validation Of The CFD Code Flow-3D For The Free Surface Flow Around The Ship's Hulls. 14th Annual Conference Of The CFD Society Of Canada, Kanada, 16-18 Juli
- Murdijanto, I Ketut Aria Pria Utama, dan Andi Jamaluddin., 2011. An Investigation Into Resistance/ Power and Seakeeping Characteristics of Catamaran and Triamaran. 25-26.

- Nomura, M and T. Yamazaki. 1977. Fishing Technique (1). Tokyo: Japan International Corporation Agency (JICA).
- Pratama,S. dan Eka, Nanda., 2012. Kajian Perancangan Solar Cell beserta power management untuk kapal perintis bertipe trimaran dengan sistem propulsi water jet berpengerak motor listrik. ITS. Surabaya.
- Reza Ahkmad, S. 2012. Percobaan Pendahuluan Pemanfaatan Energi Surya Sebagai Energi Alternatif Sistem Kelistrikan Lampu Navigasi Pada Kapal Penangkap Ikan. IPB. Bogor.
- Sarwono, Analisa Kualitas Sel Surya Sebagai Pembangkit Tenaga Listrik Skala Laboratorium. ITS Surabaya, 1990.
- Sudiyono dan Antoko, Bambang,. 2006. Perencanaan dan Pembuatan Kapal Wisata dengan Motor Generator Listrik Tenaga Surya Sebagai Energi Alternatif Penggerak Propeler. ITS. Surabaya
- T. N. C. Bangun and A. Muntaha, “Stabilitas Kapal Ikan Katamaran Sebagai Pengganti Kapal Purse Seine Di Kabupaten Pamekasan Madura Jawa Timur,” 2017
- U. Amriardi, S. Samuel, and M. Iqbal, “Analisa Hambatan Kapal Ikan Tradisional Catamaran Di Perairan Cilacap Karena Perubahan Bentuk Lambung Dengan Pendekatan Lattice Boltzmann Method (Lbm),” J. Tek. Perkapalan, 2016
- Winarni D., Studi tentang perencanaan pada Kalimas dan hubungannya dengan perilaku masyarakat disekelilingnya. ITS- Surabaya, 1997. 7. Captain D. R. Derrett, Ship Stability for Masters and Mates, Fifth edition, Butterworth Heinema, 2001.
- Yusmiati, E. Sri. 2014. Energy Supply Solar Cell Pada Sistem Pengendali Portal Parkir Otomatis Berbasis Mikrokontroller 89S52.