

POTENSI ARUS LAUT SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK DI DESA SABANGMAWANG, KABUPATEN NATUNA

Aida Astuti Cahyaningwidi Rahayu Sutopo¹, Denny Nugroho Sugianto¹, Mira Yosi²

¹Program Studi Oseanografi, Jurusan Ilmu Kelautan,
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H, Tembalang, Semarang. 50275 Telp/fax (024)7474698

²Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan
Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

Jl. Dr. Djunjunan No. 236 Bandung. 40174 Fax (022)601788

Email : aidaacrs@gmail.com, dennysugianto@yahoo.com, mirayosi@yahoo.com

Abstrak

Indonesia merupakan negara dengan potensi energi terbarukan yang besar dari laut. Salah satu potensi yang dapat dimanfaatkan adalah energi dari arus laut. Potensi energi tersebut dapat dimanfaatkan khususnya pada daerah yang belum terelektifikasi seperti Desa Sabangmawang, Kabupaten Natuna. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi energi arus laut di Desa Sabangmawang, Kabupaten Natuna. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan penentuan lokasi dalam penelitian ini menggunakan *area sampling method*. Penelitian ini dilakukan dalam dua tahapan utama, tahap pertama yaitu survey lapangan yang terdiri atas pengukuran kecepatan beserta arah arus, sementara tahap kedua yaitu pengolahan dan analisis daya yang terdiri atas analisis data lapangan, simulasi numerik hidrodinamika, dan analisis estimasi daya tersedia. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa di Desa Sabangmawang, Kabupaten Natuna terdapat potensi energi listrik dari arus laut dengan estimasi jumlah daya rata-rata yang dapat dihasilkan per musim sebesar 101.734 Watt (101,7 kW).

Kata Kunci: *arus laut, potensi energi, Desa Sabangmawang, Kabupaten Natuna*

Abstract

Indonesia is a country with a massive amount of renewable energy potential from the sea. One of the potential that can be used is sea current energy. The energy potential can be used especially in regions that have not been electrified, such as Sabangmawang Village, Natuna District. The purpose of this research is to determine the sea current energy potential Sabangmawang Village, Natuna District. The research was done by using quantitative method and the location was determined by using area sampling method. This research was done in two major steps, the first one is field survey which consists of sea current measurement, and the second one is data processing and analyzing which consists of field data analysis, hydrodynamic numerical simulation, and available power estimation analysis. Based on the result, there are sea current energy potential in Sabangmawang Village, Natuna District, with the average amount of power available in each season is 101.734 Watt.

Keywords: *sea current, energy potential, Sabangmawang Village, Natuna District*

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara terbesar ke-4 di dunia dengan jumlah penduduk mencapai 237.641.326 jiwa (BPS, 2011^a). Dengan jumlah penduduk yang sedemikian besar, kebutuhan energi di Indonesia menjadi amat tinggi. Tingginya permintaan energi tersebut menyebabkan Indonesia rentan akan krisis energi. Secara keseluruhan, sumber energi yang digunakan di Indonesia merupakan sumber energi fosil yang tidak terbarukan (BPS, 2011^b). Untuk itu, diperlukan pemanfaatan energi terbarukan yang ramah lingkungan serta tersedia melimpah di alam (Bahaj, 2012). Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia memiliki potensi sumber energi terbarukan yang besar. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Asosiasi Energi Laut Indonesia (ASELI), secara teoritis total sumber daya laut di Indonesia mencapai 727.000 MW. Di antara potensi besar tersebut, arus laut merupakan salah satu industri energi laut yang paling siap (ASELI, 2011).

Arus laut dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik dengan cara mengkonversi energi kinetik menjadi energi listrik menggunakan turbin air (Moreno *et al.*, 2008). Perhitungan potensi energi yang tersedia dalam arus laut dilakukan dengan pendekatan persamaan konversi fluida terhadap daya (Moreno, 2008). Daya adalah banyaknya energi yang dapat dihasilkan dalam suatu satuan waktu (Wilson, 2013). Lokasi potensial untuk dijadikan lokasi pembangkit listrik tenaga arus laut antara lain selat di antara dua pulau atau *inlet* menuju teluk (Hagerman, *et al.*, 2006). Syarat kecepatan arus laut di suatu lokasi untuk dapat dijadikan lokasi pembangkit listrik tenaga arus menurut Hagerman, *et al.* (2006) adalah yang memiliki kecepatan arus puncak rata-rata 1,5 m/dt.

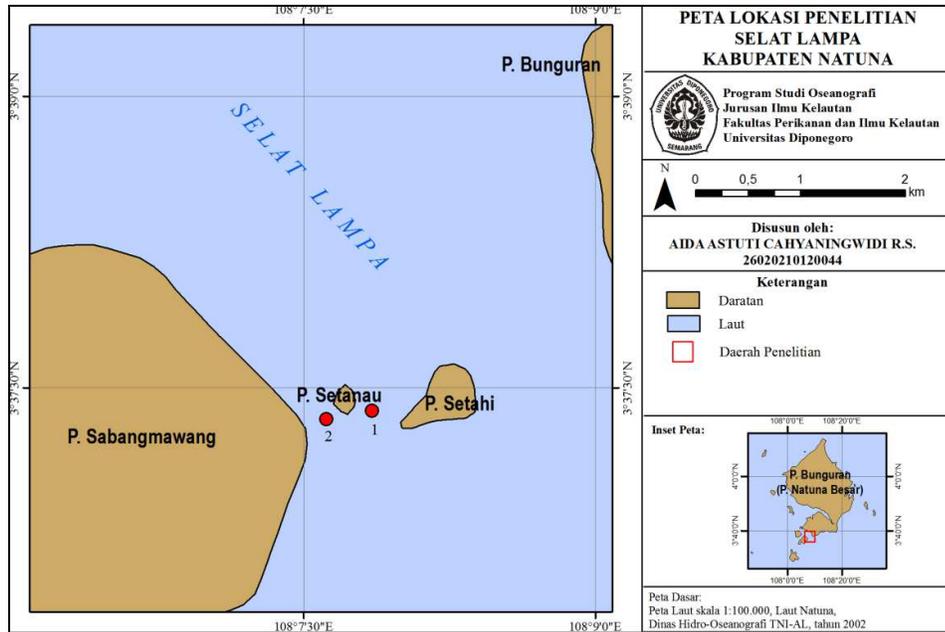
Desa Sabangmawang merupakan desa yang terletak di salah satu pulau di Kabupaten Natuna, yaitu Pulau Sabangmawang. Pulau Sabangmawang berbatasan langsung dengan Selat Lampa yang menghubungkannya dengan Pulau Bunguran, pulau utama di Kabupaten Natuna. Namun demikian Desa Sabangmawang tidak mendapatkan pasokan listrik dari PLN (BPS, 2013), melainkan mengandalkan kebutuhan listrik pada generator-generator diesel berukuran kecil. Kondisi Selat Lampa yang berbatasan langsung dengan Laut Natuna memungkinkan adanya potensi energi arus laut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi energi arus laut di Desa Sabangmawang, Kabupaten Natuna.

2. Materi dan Metode Penelitian

Penelitian Potensi Arus Laut sebagai Sumber Energi Listrik di Desa Sabangmawang, Kabupaten Natuna, berlangsung pada tanggal 20 Mei - 3 Juni 2014.

Materi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data utama dan data pendukung. Data utama yang digunakan yaitu data kecepatan arus laut selama 7 x 24 jam. Data pendukung yang digunakan adalah Peta Laut DISHIDROS tahun 2002 skala 1:100.000 yang digunakan sebagai sumber data batimetri dan data garis pantai.

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode kuantitatif, yaitu metode yang bersifat sistematis, terencana, dan terstruktur dengan jelas sejak awal hingga pembuatan desain penelitian (Sugiyono, 2010). Metode penentuan lokasi pengukuran parameter arus laut dan pasang surut menggunakan *area sampling method*, yaitu metode yang digunakan untuk menentukan sampel bila sumber daya sangat luas dan pengambilan sampelnya berdasarkan daerah yang telah ditentukan (Sudjana, 1992). Peta lokasi penelitian beserta lokasi stasiun pengamatan arus laut tersaji dalam Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Pengukuran Arus Laut

Pengukuran arus laut dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik arus laut di lokasi penelitian, yaitu meliputi kecepatan dan arah arus laut. Pengukuran arus laut dilakukan dengan teknik akustik menggunakan ADCP *Argonaut SonTek XR* di dua stasiun pengamatan. ADCP di masing-masing stasiun pengamatan diletakkan pada kedalaman kurang lebih 20 meter. Perekaman data arus laut dilakukan selama 7 x 24 jam dengan interval perekaman setiap 1 jam.

Simulasi Numerik Arus Laut

Simulasi numerik hidrodinamika bertujuan untuk mempelajari karakteristik sistem fluida di laut untuk mendapatkan pemahaman mengenai hidrodinamika laut (Nihoul, 1975) dengan cara memperkirakan perilaku fluida secara lebih realistis (Kämpf, 2009). Penelitian ini menggunakan pendekatan simulasi numerik dengan perangkat lunak MIKE 21 *Flow Model Flexible Mesh* (FM) untuk memodelkan kecepatan dan arah arus laut di Selat Lampa selama 1 tahun.

Analisis Estimasi Daya Tersedia

Menurut Fraenkel (2001), jumlah daya yang tersedia dalam arus laut dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$P = \frac{1}{2} \rho A V^3$$

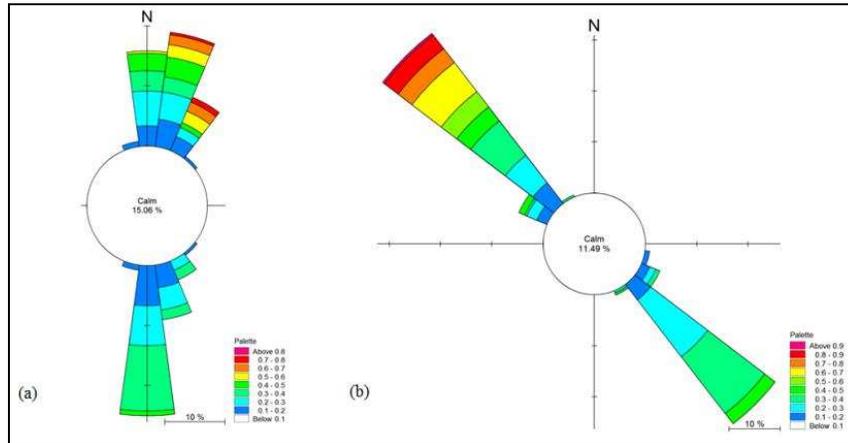
di mana P adalah daya (Watt); ρ adalah densitas air laut (kg/m^3); A adalah luas penampang turbin yang digunakan (m^2); dan V adalah kecepatan arus laut (m/dt) (Fraenkel, 2001). Densitas air laut dianggap homogen dengan nilai $\rho = 1.025 \text{ kg/m}^3$ (Hagerman et al., 2006). Luas penampang turbin (A) dianggap 1 m^2 sehingga koefisien utama yang paling berpengaruh dalam perhitungan konversi energi kinetik arus laut menjadi energi listrik adalah kecepatan arus laut.

3. Hasil dan Pembahasan

Kondisi Arus

Data arus hasil pengukuran lapangan dapat disajikan dalam bentuk *current rose*. *Current rose* menunjukkan arah bergerak arus serta persentase terjadinya arus dengan kecepatan tertentu. Berdasarkan analisa data menggunakan *current rose*, diketahui bahwa arus di kedua stasiun pengamatan memiliki pergerakan bolak-balik (*bi-directional*). Hal ini sesuai dengan pernyataan Pinet (1992) dalam Lanuru dan Suwarni (2011) yang menyatakan bahwa arus di daerah pantai memiliki arah bolak-balik. Arus di stasiun pengamatan 1 memiliki arah pergerakan dominan utara-selatan dan arus di stasiun pengamatan 2 memiliki arah pergerakan dominan barat laut – tenggara. Arah pergerakan arus tersebut dipengaruhi oleh morfologi

garis pantai di sekitar lokasi pengukuran arus. *Current rose* hasil pengukuran lapangan tersaji dalam Gambar 2.



Gambar 2. *Current Rose* Hasil Pengukuran Lapangan (a) Stasiun 1 (b) Stasiun 2

Berdasarkan analisa data hasil pengukuran lapangan diketahui bahwa lokasi yang memiliki kecepatan arus lebih tinggi ialah arus di stasiun pengamatan 2. Stasiun pengamatan 2 terletak pada selat sempit di antara Pulau Sabangmawang dengan Pulau Setanau, sementara stasiun pengamatan 1 terletak pada selat yang lebih lebar yaitu di antara Pulau Setanau dengan Pulau Setahi. Hal tersebut menjelaskan penyebab arus di lokasi stasiun pengamatan 2 lebih besar, yaitu sesuai dengan persamaan kontinuitas di mana semakin kecil luas penampang saluran air maka semakin tinggi kecepatan aliran air. Data hasil pengukuran arus laut dalam penelitian ini tersaji dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kecepatan dan Arah Arus Hasil Pengukuran Lapangan

Stasiun	Maksimum		Minimum		Rata-rata Kecepatan Arus (m/dt)
	Kecepatan Arus (m/dt)	Arah Arus (°)	Kecepatan Arus (m/dt)	Arah Arus (°)	
Stasiun 1	0,7387	20 (U-TL)	0,001	90 (T)	0,268401
Stasiun 2	0,9065	317.2 (U-BL)	0,003	180 (S)	0,33859

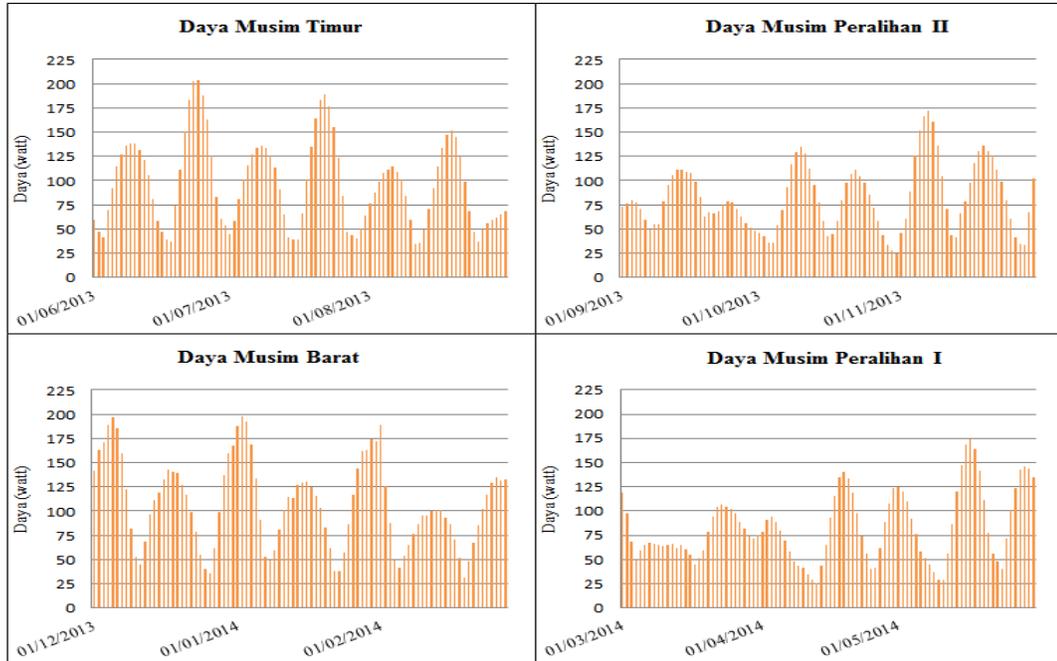
Berdasarkan hasil pengolahan data dalam penelitian ini ditemukan bahwa arah arus dominan dari hasil simulasi numerik arus di Selat Lampa Kabupaten Natuna pada stasiun 1 di masing-masing musim adalah utara – selatan. Hal ini sesuai dengan arah arus hasil pengamatan lapangan. Kecepatan arus maksimum di stasiun 1 terjadi pada musim timur saat keadaan purnama. Sama seperti hasil pengamatan lapangan, arah arus dominan dari hasil simulasi numerik arus di Selat Lampa Kabupaten Natuna pada stasiun 2 di masing-masing musim adalah barat laut – tenggara. Kecepatan arus maksimum di stasiun 2 terjadi pada musim barat saat keadaan purnama. Data arus hasil simulasi numerik dalam penelitian ini tersaji dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kecepatan dan Arah Arus Hasil Simulasi Numerik

Musim	Kecepatan Arus (m/dt)						Arah Arus Dominan (°)	
	Maksimum		Minimum		Rata-Rata		St 1	St 2
	St 1	St 2	St 1	St 2	St 1	St 2		
Timur	0,7344	0,5935	0,0075	0,0035	0,3508	0,2623	341-355 (U-BL) dan 142-166 (S-TG)	331-334 (TL) dan 152-156 (S-TG)
Peralihan II	0,6945	0,5584	0,0069	0,0033	0,3269	0,2434	336-358 (U-BL) dan 159-166 (S-TG)	331-336 (U-BL) dan 143-157 (S-TG)
Barat	0,7282	0,62	0,0055	0,0034	0,3566	0,2688	340-353 (U-BL) dan 158-169 (S-TG)	331-335 (U-BL) dan 153-157 (S-TG)
Peralihan I	0,6972	0,56	0,0048	0,0038	0,3273	0,2441	341-354 (U-BL) dan 158-167 (S-TG)	331-337 (U-BL) dan 154-156 (S-TG)

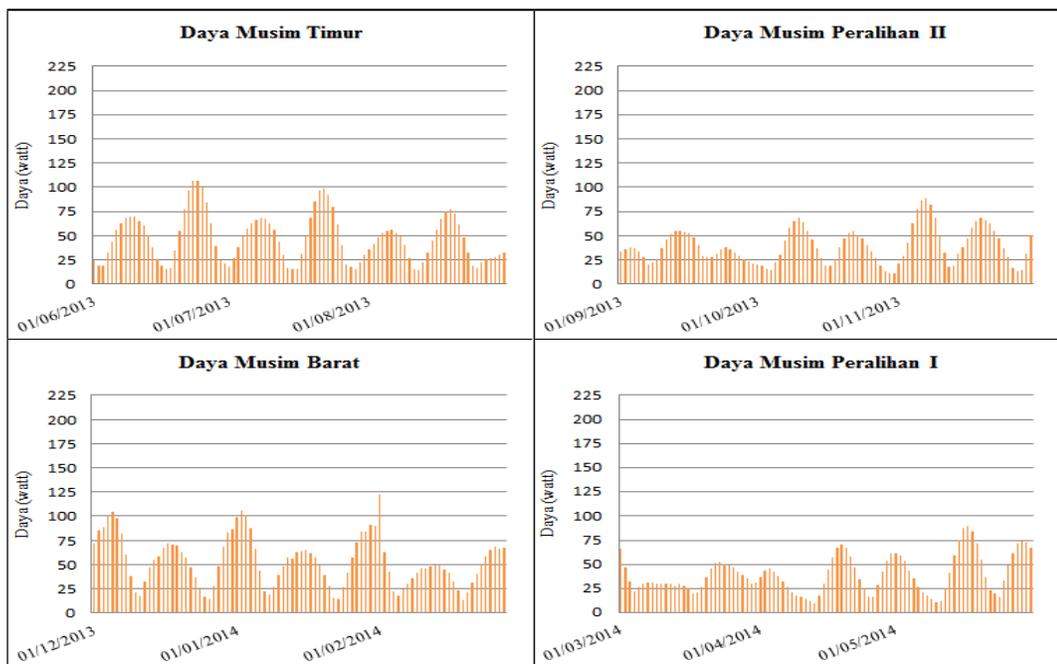
Potensi Arus Laut

Perhitungan konversi kecepatan arus menjadi daya dalam penelitian ini dilakukan terhadap arus hasil simulasi numerik di stasiun 1 dan stasiun 2 dengan dibagi ke dalam empat musim, yaitu musim timur, musim peralihan II, musim barat, dan musim peralihan I. Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa di stasiun 1 nilai potensi daya tertinggi terjadi pada saat musim barat, kemudian berturut-turut musim timur, musim peralihan I, dan yang terendah terjadi pada musim peralihan II. Pada musim timur, daya tertinggi yang dapat dihasilkan adalah 202,9 Watt dan jumlah daya yang dapat dihasilkan selama satu musim sebesar 77.536 Watt (77,5 kW). Pada musim peralihan II daya tertinggi yang dapat dihasilkan adalah 171,6 Watt dan jumlah daya yang dapat dihasilkan dihasilkan selama satu musim sebesar 62.941 Watt (62,9 kW). Pada musim barat, daya tertinggi yang dapat dihasilkan adalah sebesar 197,9 Watt dan jumlah daya yang dapat dihasilkan selama satu musim sebesar 78.991 Watt (78,9 kW). Pada musim peralihan I, daya tertinggi yang dapat dihasilkan adalah sebesar 173,3 dan jumlah daya yang dapat dihasilkan selama satu musim sebesar 64.175 Watt (64,1 kW). Grafik daya per musim pada stasiun 1 disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Nilai Daya Per Musim di Stasiun 1

Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa di stasiun 2 nilai potensi daya tertinggi terjadi pada saat musim barat, kemudian berturut-turut musim timur, musim peralihan I, dan yang terendah terjadi pada musim peralihan II. Pada musim timur, daya tertinggi yang dapat dihasilkan adalah 107,2 Watt dan jumlah daya yang dapat dihasilkan selama satu musim sebesar 33.812 Watt (33,8 kW). Pada musim peralihan II daya tertinggi yang dapat dihasilkan adalah 89,2 Watt dan jumlah daya yang dapat dihasilkan selama satu musim sebesar 27.182 Watt (27,1 kW). Pada musim barat, daya tertinggi yang dapat dihasilkan adalah sebesar 122,1 Watt dan jumlah daya yang dapat dihasilkan selama satu musim sebesar 34.590 Watt (35,6 kW). Pada musim peralihan I, daya tertinggi yang dapat dihasilkan adalah sebesar 90 Watt dan jumlah daya yang dapat dihasilkan selama satu musim sebesar 27.763 Watt (27,7 kW). Grafik daya per musim pada stasiun 2 disajikan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Nilai Daya Per Musim di Stasiun 2

Kebutuhan listrik tiap rumah tangga per bulan di Desa Sabangmawang ialah sebesar 500 Watt, sementara jumlah rumah tangga di Desa Sabangmawang yaitu 167. Dengan demikian, jumlah kebutuhan listrik di Desa Sabangmawang per musim adalah 250.500 Watt (250,5 kW). Rata-rata jumlah daya yang dapat dihasilkan dalam satu musim dalam stasiun 1 dan stasiun 2 adalah 101.734 Watt (101,7 kW), dengan asumsi penampang turbin 1 m². Berdasarkan hasil tersebut, untuk dapat memenuhi kebutuhan listrik di Desa Sabangmawang, penampang turbin perlu diperluas menjadi minimum 3 m² atau dipasang beberapa turbin dalam satu lokasi (metode *farming*).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa di Desa Sabangmawang, Kabupaten Natuna terdapat potensi energi listrik dari arus laut dengan estimasi jumlah daya rata-rata yang dapat dihasilkan per musim sebesar 101.734 Watt (101,7 kW).

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral yang telah mengizinkan penulis bergabung dalam kegiatan Survey Penelitian Potensi Energi Arus Laut sebagai Energi Baru Terbarukan di Perairan Kepulauan Natuna, Provinsi Kepulauan Riau.

Daftar Pustaka

- Asosiasi Energi Laut Indonesia (ASELI). 2011. Potensi Sumber Daya Energi Laut di Indonesia. ASELI, Bandung, 14 hlm.
- Bahaj, A.S. 2012. New Research in Tidal Current Energy. *Phil. Trans. R. Soc. A*, 371:20120501.
- BPS. 2011a. Statistik Indonesia 2011. Badan Pusat Statistik, Jakarta, 620 hlm.
- _____. 2011b. Neraca Energi Indonesia 2006-2010. Badan Pusat Statistik, Jakarta, 74 hlm.
- _____. 2013. Kecamatan Pulau Tiga Dalam Angka 2012-2013. Badan Pusat Statistik, Kabupaten Natuna, 30 hlm.
- Fraenkel, P.L. 2001. Power From Marine Currents. *Proc. Instn. Mech. Engrs.*, 216(Part A):1-14.
- Hagerman, G., B. Polagye, R. Bedard, dan M. Previsic. 2006. Methodology for Estimating Tidal Current Energy Resources and Power Production by Tidal In-Stream Energy Conversion (TISEC) Devices. EPRI, Virginia, 52 p.
- Kämpf, J. 2009. Ocean Modelling for Beginners Using Open-Source Software. Springer, Adelaide, 173 p.
- Lanuru, M. dan Suwarni. 2011. Pengantar Oseanografi.. Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Ilmu Kelautan, Universitas Hasanudin, Makassar.
- Moreno, N., R. Sallent, A. Espi, D. Bao, and Y. Teillet. 2008. Ocean Current's Energy : How to Produce Electrical Energy Thanks To The Marine Currents?. University of Gävle, Gävle, 23 p.
- Nihoul, J.C.J. 1975. Modelling of Marine System. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, 251 p.
- Sudjana. 1992. Metode Statistika. Tarsito, Bandung, 508 hlm.
- Sugiyono. 2010. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Alfabeta, Bandung, 455 hlm.
- Wilson, R. 2013. The Future of Energy : Why Power Density Matters <http://theenergycollective.com/robertwilson190/257481/why-power-density-matters> (21 Desember 2014).

