

KAJIAN POTENSI ENERGI PASANG SURUT DI PERAIRAN KABUPATEN CILACAP PROPINSI JAWA TENGAH

Edwin Maulani, Gentur Handoyo, Muhammad Helmi ^{*)}

Program Studi Oseanografi, Jurusan Ilmu Kelautan
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedharto, SH, Tembalang Semarang. 50275 Telp/Fax (024) 7474698

Abstrak

Pasang surut merupakan parameter yang penting dalam memperoleh besaran energi pasang surut yang berdasarkan nilai muka air pasang tertinggi dan surut terendah. Perairan Kabupaten Cilacap, Propinsi Jawa Tengah merupakan perairan yang terletak di Samudera Hindia yang diduga terdapat potensi energi pasang surut yang tinggi. Pasang surut ini disebabkan karena adanya pengaruh gaya tarik bulan dan matahari. Selain itu faktor lokal yang mempengaruhi adalah bentuk morfologi pantai yang berbentuk alamiah dan diperairan pantai seperti teluk dan selat sempit serta kedalaman perairan. Tipe pasang surut dan nilai muka air pasang tertinggi dan muka air surut terendah di peroleh menggunakan Metode Admiralty, hasil yang didapat tipe pasang surut di perairan Kabupaten Cilacap Campuran Condong ke Harian Ganda dengan nilai formzahl 0,3. Sedangkan nilai muka air pasang tertinggi sebesar 2,3 m dan surut terendah sebesar 0,05 m. Hasil simulasi untuk luasan kolam tunggal 1,1 km² diperoleh energi pasang surut sebesar 61.161 kWh selama kurun waktu satu tahun di Perairan Kabupaten Cilacap, Propinsi Jawa Tengah. Maka dapat disimpulkan, bahwa pemanfaatan energi yang diketahui dapat dijadikan acuan dalam pembangunan perencanaan kedepannya untuk memperoleh energi pasang surut yang maksimal sebagai sumber energi alternatif.

Kata Kunci : Energi, Pasang Surut, Perairan Cilacap

Abstract

Tidal is an important parameter in obtaining tidal energy quantities are based on the face value of the highest high water level and the lowest low water level. Cilacap Regency waters, Central Java province is located in the waters of the Indian Ocean which is allegedly contained the high potential tidal energy. Tides are caused by the influence of the force attraction of the moon and the sun. Besides that the local factors affecting is the shaped of morphology coastal wich is natural-shaped and in coastal waters such as gulf, narrow strait and the waters depth. The type and tidal value of the highest high water level and the lowest low water level is obtained by using admiralty methods, the results obtained in the tidal type Cilacap Regency waters mixed tide prevailing semi diurnal is formzahl value 0,3. While the face value of the highest high water level is 2,3 m and the lowest low water level is 0,05 m. Simulation results for expressing a single pool of 1.1 km² of tidal energy acquired 61.161 kWh for one year in the waters of Cilacap Regency, Central Java province. Thus, it can be inferred that the utilization of energy obtained can be reference in the future construction planning in the future to obtain the maximum tidal energy as a source of alternative energy.

Keywords : Energy, Tidal, Waters of Cilacap

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan yang dikelilingi oleh dua lautan samudera, yaitu Samudera Hindia dan Samudera Pasifik. Indonesia berada di garis katulistiwa, sehingga menyebabkan kondisi pasang surut, angin, gelombang dan arus laut yang terjadi di perairan ini sangat kuat (Sumotarto, 2003). Perairan Indonesia terdapat keberadaan potensi energi pasang surut yang telah diketahui, antara lain perairan Tanjung Priok di Jakarta kisarannya sekitar 1 m, di perairan Ambon sekitar 2 m, Bagan Siapi-api sekitar 4 m, sedangkan yang tertinggi ditemukan Sungai Digul dan Selat Muli Papua bagian selatan dengan kisaran pasang-surutnya dapat mencapai sekitar 7 sampai dengan 8 m (Dahuri, 2001).

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

Kebutuhan energi yang terus meningkat menyebabkan berkurangnya energi yang penting dalam kehidupan sehari – hari. Sehingga sebagian besar di Indonesia menggunakan energi konvensional. Energi konvensional yaitu energi yang tidak dapat diperbaharui (*Unrenewable*) dan apabila digunakan terus menerus akan habis seperti minyak bumi. Penggunaan energi konvensional tidak hanya berdampak pada krisis kekurangan energi tetapi juga berdampak pada krisis lingkungan hidup karena sifatnya tidak dapat diperbaharui. Energi pasang surut adalah salah satu sumber alternatif yang dapat dikembangkan saat ini. Energi tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif dengan cara pemanfaatan energi potensial yang tersimpan pada setiap aliran air (Manuaba, 2008).

Beranjak dari uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa potensi energi pasang surut di Indonesia sesungguhnya lebih besar, karena energi pasang surut bersifat terbaharukan (*renewable*) dan tidak menimbulkan pencemaran (*pollution-free*), maka perlu adanya pengembangan dan pemanfaatan energi pasang surut untuk menunjang pembangunan ekonomi secara berkelanjutan (Sumotarto, 2008). Perairan Kabupaten Cilacap terletak di bagian selatan dari Pulau Jawa yang dipengaruhi oleh air laut Samudera Hindia, sehingga sumber energi di perairan Kabupaten Cilacap, Propinsi Jawa Tengah terdapat potensi yang belum dimanfaatkan. Potensi energi pasang surut perairan kabupaten Cilacap sendiri memiliki ketinggian yang cukup besar. Maka perlu dilakukan penelitian mengenai kajian potensi energi pasang surut di perairan Kabupaten Cilacap, untuk mengetahui nilai muka air pasang tertinggi dan surut terendah di setiap titik stasiun pengamatan yang berbeda. Sehingga diperoleh potensi energi pasang surut di perairan Kabupaten Cilacap.

2. Materi dan Metode Penelitian

A. Materi Penelitian

Materi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer berupa data pengamatan pasang surut selama 15 hari bulan Oktober tahun 2011 menggunakan palem pasut dengan 2 titik lokasi yang berbeda di perairan Kabupaten Cilacap, yaitu PPSC (Pelabuhan Perairan Samudera Cilacap) dan Stasiun Pandu. Terletak pada $07^{\circ}43'42,2''$ LU - $109^{\circ}01'27,3''$ BT dan $07^{\circ}44'28,7''$ LU - $108^{\circ}59'47,1''$ untuk pengolahan data pasang surut yang mendukung keakuratannya, parameter yang mendukung adalah pasang surut dan karakteristiknya. Penentuan titik lokasi menggunakan GPS (Global Positioning System) Garmin V. Data sekunder yaitu berupa data ramalan pasang surut yang dikeluarkan oleh Dinas Hidro Oseanografi TNI AL, sebagai pengolahan verifikasi data peramalan dengan data pengamatan, peta bathimetri, peta rupabumi wilayah perairan Cilacap.

B. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. metode deskriptif merupakan suatu penelitian yang bermaksud mengadakan pemeriksaan dan pengukuran-pengukuran terhadap gejala tertentu (Fathoni, 2006). Penelitian dilakukan dengan pengukuran data pasang surut untuk mengetahui nilai pasang tertinggi dan surut terendah dalam memperoleh potensi energi pasang surut, kemudian dilakukan verifikasi data lapangan dan data peramalan untuk mengetahui karakteristik dan analisisnya.

Pasang surut

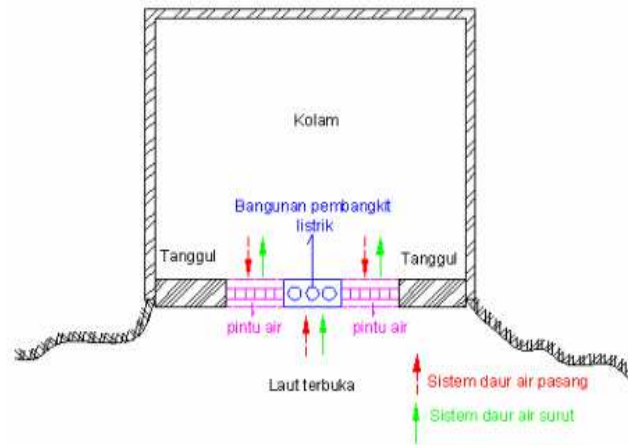
Metode pengamatan pasang surut dalam penelitian ini menggunakan Palem Pasut selama 15 hari pada bulan Oktober tahun 2011. Menurut Subakti (2012) analisa data secara umum dibagi atas beberapa bagian berdasarkan jenis data yang digunakan dalam perhitungan dan kajian data. Analisa data pasang surut dilakukan dengan menggunakan Metode Admiralty untuk memperoleh nilai konstanta harmonik pasang surut yang meliputi Amplitudo (A)cm, M2, S2, K1, O1, N2, K2, P1, M4, MS4, mengetahui tipe pasang surut berdasarkan nilai formzahl, MSL, HHWL dan LLWL. Metode Admiralty atau kuadrat terkecil yang dikembangkan oleh A.T. Doodson, sistematika pengolahan data pengamatan pasang surut dengan bantuan skema dan tabel - tabel pengali (Poerbandono dan Djuarsjah, 2005).

Tinggi Potensi Energi Pasang Surut

Hasil dari perhitungan konstanta harmonik pasang surut, diperoleh nilai tinggi potensi energi pasang surut berdasarkan muka air tinggi tertinggi (HHWL) dan tinggi muka air rendah terendah (LLWL) dalam satuan meter.

Simulasi Energi Pasang Surut

Potensi Energi Pasang Surut di peroleh dengan menggunakan simulasi sistem kolam tunggal dan sistem daur ganda. Sistem kolam tunggal ini merupakan gabungan dari sistem daur tunggal pasang dan daur surut (Dandekar dan Sherma, 1991 dalam Tantrawati, 2007).



Gambar 1. Susunan kolam tanggul (Sumber : Dandekar dan Sherma, 1991 dalam Tantrawati, 2007).

Sistem ini sangat menguntungkan karena mampu membangkitkan tenaga listrik pada waktu pasang dan surut yang terdapat kira - kira 705 daur air pasang dalam satu tahun dengan memanfaatkan efisiensi turbin yang digunakan sebesar 0,75 kg/m³. Perkiraan energi dihitung berdasarkan besarnya fungsi luas kolam dan beda tinggi pasang serta debit yang dihasilkan dengan persamaan perhitungan sebagai berikut :

$$V = A \times \Delta h \dots\dots\dots (1)$$

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots (2)$$

$$P = \frac{\zeta \times hp \times Q \times \gamma}{75} \dots\dots\dots (3)$$

Selama kurun waktu satu tahun terdiri dari 365 hari dengan sistem daur ganda diketahui 705 daur pasang penuh maka energi yang dihasilkan selama satu tahun diperoleh berdasarkan perhitungan sebagai berikut :

$$E_{(1 \text{ Tahun})} = 2 \times \frac{\zeta \times hp \times Q \times \gamma \times t \times 705}{75} \times 0,736 \text{ kWh} \dots\dots (14)$$

dengan :

- V = Volume aliran masuk kolam (m³)
- A = Luas Kolam (m²)
- Δh = Beda tinggi pasang dan surut (m)
- Q = Debit air rata – rata (m³/detik)
- t = Lamanya pembangkit dalam satu kali operasi produksi (detik)
- P = Besarnya tenaga (daya) yang dihasilkan kWh
- hp = beda tinggi pasang dan surut rata - rata
- γ = berat jenis air laut 1,025 kg/m³

(Tantrawati, 2007)

Verifikasi Hasil Perhitungan Pasang Surut

Verifikasi hasil dari perhitungan pasang surut yang dilakukan untuk membandingkan hasil pasang surut pengamatan dilapangan dengan pasang surut data sekunder. Besar kesalahan yang terjadi dihitung dengan mencari nilai MRE (*Mean Relative Error*) (Riyanto, 2004 dalam Latifah, 2008). Perhitungan untuk mencari nilai tersebut adalah :

$$MRE = \frac{|X - C|}{X} \times 100\%$$

dimana:

- MRE = Mean *Relatif Error* (Rata – Rata Kesalahan Relatif)
- C = Data Hasil Pengamatan Lapangan
- X = Data Peramalan

$$\text{Kebenaran (\%)} = 100 - \frac{\text{Total MRE}}{\text{Jumlah data}}$$

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pasang surut berdasarkan konstanta harmonik, melakukan identifikasi besarnya perbedaan muka air tinggi tertinggi (*Highest High Water Level, HHWL*) dan muka air rendah terendah (*Lowest Low Water Level, LLWL*), mengetahui potensi energi pasang surut berdasarkan nilai muka air tinggi tertinggi (*Highest High Water Level, HHWL*) dan muka air rendah terendah (*Lowest Low Water Level, LLWL*) yang terdapat di perairan Kabupaten Cilacap.

Pasang Surut

Pengamatan pasang surut selama 15 hari di perairan Kabupaten Cilacap dengan pengamatan yang berbeda menghasilkan nilai Konstanta Harmonik yaitu nilai Amplitudo dan nilai kelambatan fase antara lain adalah S0, M2, S2, N2, K2, K1, O1, P1, M4, MS4, yang kemudian hasilnya akan dirata – ratakan selama kurun waktu satu tahun untuk mencari nilai Formzhal untuk mengetahui karakteristik pasang surut diperairan tersebut.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Nilai Konstanta Harmonik Pasang Surut menggunakan Metode Admiralty selama 15 hari pada bulan Oktober tahun 2011

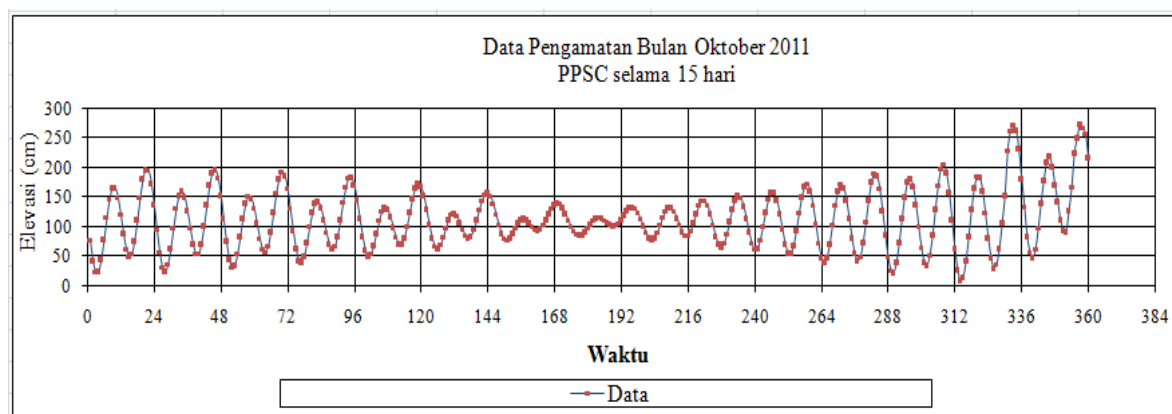
Lokasi		So	M2	S2	N2	K2	K1	O1	P1	M4	MS4
PPSC	Acm	136	31	24	27	5	9	8	3	1	1
	g		342	234	138	234	311	305	311	124	40
Pandu	Acm	130	31	23	27	5	8	9	3	1	1
	g		344	235	140	235	312	299	312	96	333

Sedangkan hasil data pengamatan selama 29 hari dari peramalan pasang surut DISHIDROS TNI AL di Stasiun Cilacap pada bulan Oktober tahun 2011 menghasilkan nilai Konstanta Harmonik sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil perhitungan Metode Admiralty Nilai Konstanta Harmonik Pasang Surut selama 29 hari pada bulan Oktober tahun 2011.

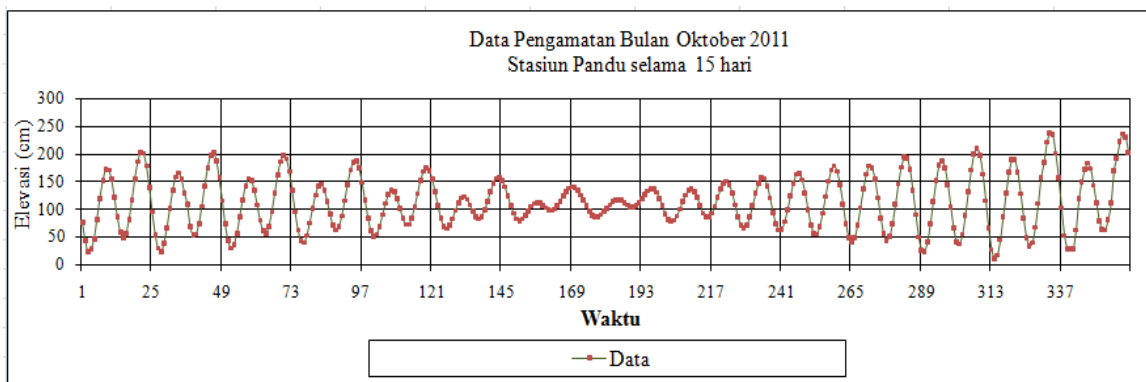
Hasil Terakhir	So	M2	S2	N2	K2	K1	O1	P1	M4	MS4
A cm	110	50	29	11	7	13	12	4	0	0
g		21	245	309	245	324	329	324	303	49

Grafik pasang surut yang diperoleh berdasarkan pengamatan selama 15 hari dan 29 hari di perairan Kabupaten Cilacap yaitu



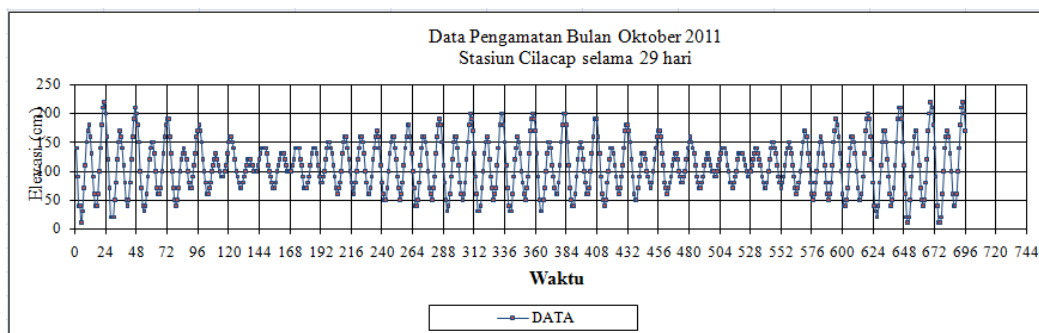
Gambar 2a. Grafik pengamatan pasang surut selama 15 hari di PPSC

Pada gambar 2a merupakan hasil dari pengamatan pasang surut selama 15 hari di Pelabuhan Perikanan Samudera Cilacap pada bulan Oktober 2011.



Gambar 2b. Grafik pengamatan pasang surut 15 hari di Stasiun Pandu

Pada gambar 2b merupakan hasil dari pengamatan pasang surut selama 15 hari di Stasiun Pandu pada bulan Oktober 2011.



Gambar 2c. Grafik pengamatan pasang surut 15 hari di Perairan Kabupaten Cilacap

Gambar 2c merupakan hasil pengamatan pasang surut selama 29 hari berdasarkan BMKG yang bersumber dari DISHIDROS TNI-AL pada bulan Oktober 2011. Hasil yang diperoleh nilai Formzahl berdasarkan perhitungan menggunakan metode Admiralty, dapat menentukan karakteristik atau tipe pasang surut dari perolehan nilai Formzahl. Pada titik stasiun pengamatan pasang surut didapat nilai formzahl 0.3 pengelompokkan tipe pasang surut yang terdapat di perairan Kabupaten Cilacap, Propinsi Jawa Tengah yaitu Pasang Surut Campuran Condong ke harian Ganda.

Tinggi Potensi Energi Pasang Surut

Berdasarkan perhitungan analisa konstanta harmonik pasang surut diperoleh hasil tinggi potensi energi pasang surut di Perairan Kabupaten Cilacap berdasarkan selisih antara HHWL (*Highest High Water Level*) dan LLWL (*Lowest Low Water Level*) selama 15 hari atau 29 hari.

Tabel 3. Hasil tinggi potensi energi pasang surut pada 3 lokasi pengamatan di Perairan Kabupaten Cilacap.

No	Bulan	Tahun	HHWL(m)	LLWL(m)	h(m)	Titik lokasi
1	Oktober	2011	2,2	0,6	1,6	PPSC
2	Oktober	2011	2,1	0,5	1,6	Pandu
3	Oktober	2011	2,3	-0,05	2,35	Cilacap

Tabel 4a. Hasil tinggi potensi energi pasang surut tahun 2010 di Perairan Kabupaten Cilacap propinsi Jawa Tengah.

No	Bulan	Tahun	HHWL(m)	LLWL(m)	h(m)
1	Januari	2010	2,26	-0,05	2,31
2	Februari	2010	2,20	-0,07	2,27
3	Maret	2010	2,29	-0,09	2,38
4	April	2010	2,28	-0,01	2,29

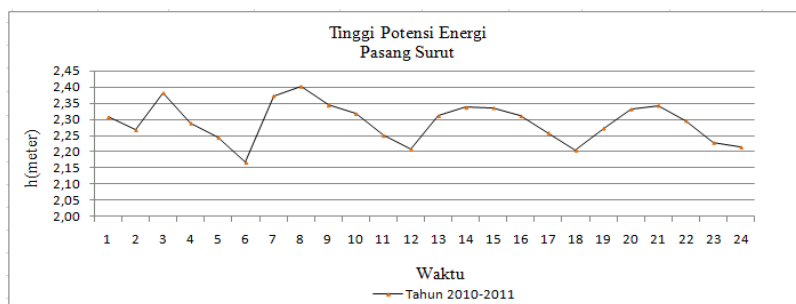
5	Mei	2010	2,22	-0,02	2,24
6	Juni	2010	2,18	0,01	2,17
7	Juli	2010	2,31	-0,06	2,37
8	Agustus	2010	2,30	-0,10	2,40
9	September	2010	2,27	-0,07	2,34
10	Oktober	2010	2,26	-0,06	2,32
11	November	2010	2,23	-0,02	2,25
12	Desember	2010	2,21	0,00	2,21
Rata - rata			2,25	-0,05	2,30

Pada tabel 4a hasil tinggi potensi energi pasang surut yang diperoleh selama 1 tahun pada tahun 2010 diperoleh rata - rata tingginya sebesar 2,30 di perairan Cilacap. Tinggi terbesar potensi energi pasang surut diperoleh pada bulan Agustus sebesar 2,40 meter.

Tabel 4b. Hasil tinggi potensi energi pasang surut tahun 2011 di Perairan Kabupaten Cilacap propinsi Jawa Tengah.

No	Bulan	Tahun	HHWL(m)	LLWL(m)	h(m)
1	Januari	2011	2,26	-0,05	2,31
2	Februari	2011	2,23	-0,11	2,34
3	Maret	2011	2,27	-0,07	2,33
4	April	2011	2,25	-0,06	2,31
5	Mei	2011	2,23	-0,03	2,26
6	Juni	2011	2,20	0,00	2,20
7	Juli	2011	2,24	-0,04	2,27
8	Agustus	2011	2,26	-0,07	2,33
9	September	2011	2,27	-0,07	2,34
10	Oktober	2011	2,25	-0,05	2,29
11	November	2011	2,21	-0,02	2,23
12	Desember	2011	2,21	-0,01	2,21
Rata - rata			2,24	-0,05	2,29

Pada tabel 4b hasil tinggi potensi energi pasang surut yang diperoleh selama 2 tahun pada tahun 2010-211 diperoleh rata - rata tingginya sebesar 2,29 di perairan Cilacap. Tinggi terbesar potensi energi pasang surut diperoleh pada bulan Februari dan September sebesar 2,34 meter.



Gambar 3. Grafik tinggi potensi energi pasang surut

Berdasarkan hasil tabel 4a dan 4b diperoleh grafik tinggi potensi energi pasang surut (gambar 3) selama kurun waktu 2 tahun (2010-2011) di perairan Kabupaten Cilacap. Tertinggi diperoleh pada bulan Agustus 2010 dan September 2011.

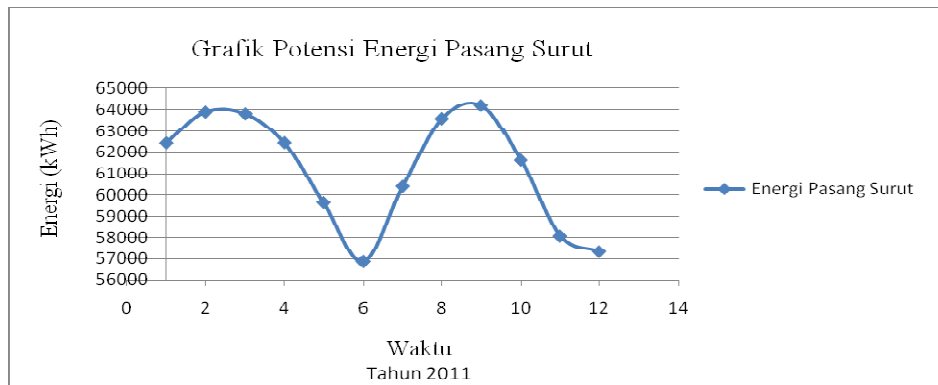
Simulasi Energi Pasang Surut

Hasil yang di peroleh berdasarkan simulasi untuk luasan kolam sebesar 1100 m² didapat energi selama kurun waktu satu tahun sebesar 61.161 kWh.

Tabel 5. Potensi energi pasang surut selama kurun waktu satu tahun

Luas Kolam	Δh(m)	V	Q	E(kWh)
1.100	2,3101	2541,066	0,7059	62.440
1.100	2,3364	2569,996	0,7139	63.869
1.100	2,3349	2568,401	0,7134	63.790
1.100	2,3102	2541,264	0,7059	62.449
1.100	2,2578	2483,569	0,6899	59.646
1.100	2,2049	2425,412	0,6737	56.885
1.100	2,2721	2499,288	0,6942	60.403
1.100	2,3307	2563,803	0,7122	63.562
1.100	2,3421	2576,31	0,7156	64.184
1.100	2,2949	2524,434	0,7012	61.625
1.100	2,2276	2450,404	0,6807	58.064
1.100	2,2137	2435,103	0,6764	57.341
Rata - rata	2,2863	2514,921	0,6986	61.161

Pada tabel 5 merupakan besar energi pasang surut tiap bulan selama kurun waktu satu tahun di perairan kabupaten Cilacap dengan besar energi 61.161 kWh.



Gambar 4. Grafik Potensi Energi Pasang Surut Tahun 2011

Gambar 4 merupakan hasil perhitungan potensi energi pasang surut yang diperoleh berdasarkan simulasi luasan kolam sebesar 1,1 km² pada tabel 5. Potensi energi pasang surut selama kurun waktu satu tahun pada tahun 2011.

Verifikasi Hasil Perhitungan Pasang Surut

Hasil verifikasi dari data pengamatan pasang surut dengan data peramalan pasang surut perhitungannya sebagai berikut :

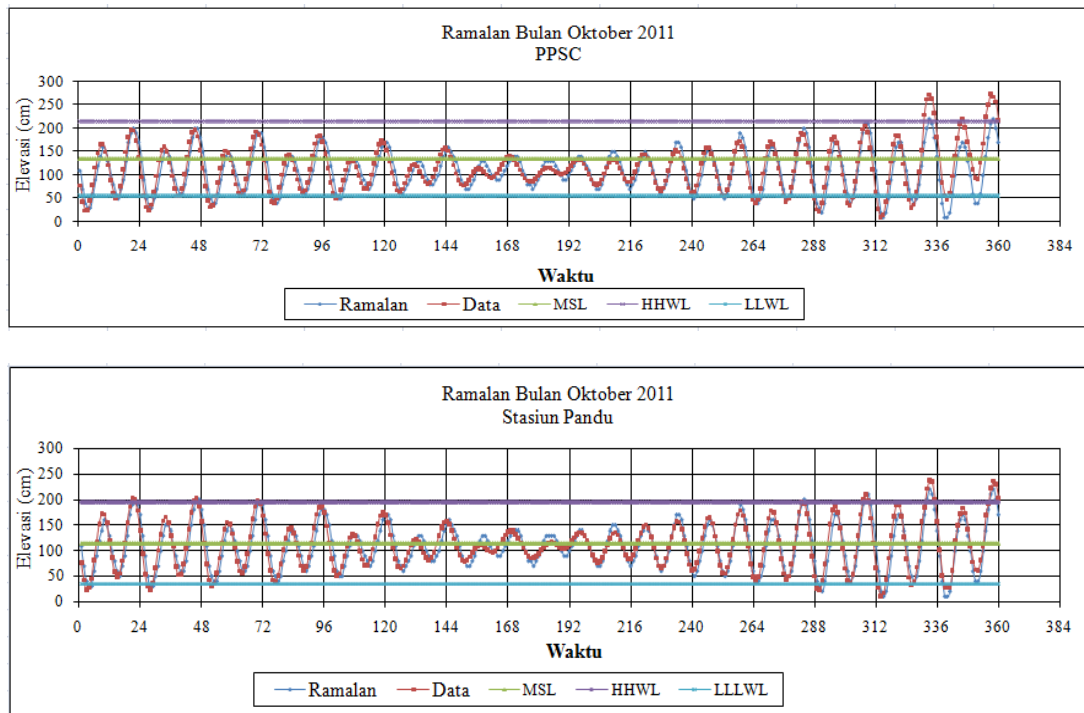
$$MRE = \frac{|X - C|}{X} \times 100\%$$

dimana:

MRE = Mean Relatif Error (Rata – Rata Kesalahan Relatif)

C = Data Hasil Pengamatan

X = Data Ramalan



Gambar 11. Grafik verifikasi pasang surut bulan Oktober 2011, 2 lokasi di Perairan Kabupaten Cilacap

Tinggi Potensi energi pasang surut di perairan kabupaten Cilacap yang diperoleh sangat tinggi berdasarkan pasang maksimum dan surut terendah, Menurut Manuaba, 2008 energi yang diperoleh dari pembangkit pasang surut yaitu pada saat air laut pasang maupun pada saat air laut surut. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada stasiun 1 tinggi pasang tertinggi lebih besar dibanding dengan stasiun 2 karena terdapat morfologi pantai buatan yaitu breakwater atau pemecah gelombang sedangkan pada stasiun 2 tidak ada penghalang langsung bertemu dengan laut. Sehingga volume air pada waktu pasang di stasiun 1 sangat tinggi karena keluar masuk air lebih banyak dibandingkan pada stasiun 2. Tinggi potensi energi pasang surut berdasarkan hasil yang diperoleh dikarenakan pada saat bulan purnama atau bulan baru yang terjadi secara bergiliran setiap dua minggu sekali, ketika posisi bulan dan matahari terletak pada garis lurus dengan bumi sehingga terjadi pasang tertinggi selama 15 hari yaitu pada bulan baru dan bulan penuh. Menurut Setyawan, 2008 perilaku pasang surut berbeda – beda tergantung lokasi dan waktu di pantai selatan Jawa.

Potensi energi pasang surut yang diperoleh di Perairan Kabupaten Cilacap berdasarkan simulasi pembuatan kolam pasang surut selama satu tahun dengan luasan kolam sebesar 1,1 km² memperoleh konversi energi selama satu tahun sebesar 61.161 kWh. Semakin besar luasan kolam yang dibentuk dan lamanya waktu yang diperoleh dalam operasi produksi maka semakin besar potensi energi yang dihasilkan, sehingga pemanfaatan energi yang diketahui dapat dijadikan acuan dalam pembangunan perencanaan kedepannya untuk memperoleh energi pasang surut yang maksimal.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa tipe pasang surut di Perairan Kabupaten Cilacap adalah campuran condong ke harian ganda dengan nilai formzahl = 0,3. Analisa admiralty selama pengamatan 15 hari dan 29 hari diperoleh nilai muka air tinggi tertinggi (*Highest High Water Level, HHWL*) dan (*Lowest Low Water Level, LLWL*) diperairan Kabupaten Cilacap, untuk Stasiun 1 (PPSC) nilai HHWL sebesar 2,2 m dan LLWL sebesar 0,6 m, stasiun 2 (stasiun Pandu) HHWL sebesar 2,1 m dan LLWL sebesar 0,5 m selama pengamatan 15 hari. Sedangkan hasil perhitungan HHWL dan LLWL untuk data peramalan yang bersumber dari DISHIDROS TNI-AL selama 29 hari diperoleh HHWL sebesar 2,3 dan LLWL sebesar -0,05 m di perairan kabupaten Cilacap. Hasil tinggi potensi energi pasang surut di Perairan Kabupaten Cilacap berdasarkan perhitungan selisih antara HHWL dan LLWL sebesar 2,3 m dan potensi energi yang diperoleh berdasarkan simulasi dengan luasan 1,1 km² sebesar 61.161 kWh selama kurun waktu satu tahun pada tahun 2011.

Daftar Pustaka

- Dahuri, Rokhim. Jacob rais dan Sapta P.G. 2001. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Pradnya Paramita: Jakarta
- Dandekar, M.M dan Sharma, K.N. 1991. *Pembangkit Listrik Tenaga Air*. Universitas Indonesia : Jakarta
- Fathoni, A. 2006. *Metodologi Penelitian dan Teknik Penyusunan Skripsi*. Rineka Cipta. Jakarta
- Kadir, A. 1995. *Energi Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik dan Potensi Ekonomi Edisi Kedua*. Universitas Indonesia. Jakarta
- Kadir, A. 2004. Pusat Listri Tenaga Pasang Surut : *Suatu Potensi yang Cukup Besar. Dalam Teknologi dan Energi*. 06(03): 226-238
- Latifah, N. 2010. *Studi Hidrodinamika Dan Kualitas Perairan Di Pelabuhan Perikanan Pengembangan-Bali*. Skripsi Sarjana Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro Semarang
- Manuaba, IBG dan Kadek. 2008. *Potensi Energi Pasang Surut (Tidal Energy) Untuk Alternatif Pembangkit Tenaga Listrik di Bali*. Bali, 15(3): 338-349.
- Poerbandono dan Djunarsjah, E. 2005. *Survei Hidrografi*. Refika Aditama: Bandung
- Setyawan, A.D. Ari Susilowati dan Wiryanto. 2002 . *Habitat Reliks Vegetasi Mangrove di Pantai Selatan Jawa*. FMIPA: UNS Surakarta, 03(3): 242-256.
- Subakti, H. 2012. *Karakteristik Pasang Surut dan Pola Arus di Muar Sungai Musi Sumatera Selatan*. FMIPA Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan, 15(1): 35-39.
- Sumotarto, U. 2003. *Pemanfaatan Energi Pasang Surut*. *Jurnal Sains Indonesia*, 05(5):85-93.
- Tantrawati, E. 2007. *Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Sistem Daur Ganda Dengan Kolam Tunggal*. UII, Yogyakarta, 04(1): 64-76.
- Tobing, C. 2001. *Menggagas Energi Alternatif Memanfaatkan Pasang Surut Air Laut. Dalam Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Sistem Daur Ganda Dengan Kolam Tunggal*. UII, Yogyakarta, 04(1): 64-76.
- Wulandari, D. 2002. *Studi Potensi Energi Angin, Energi Gelombang dan Energi Pasang Surut di Indonesia*. Thesis Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung