

Analisa Potensi Energi Pasang Surut Air Laut di Selat Pulau Serangan

I Made Agus Mahardiananta¹, Rukmi Sari Hartati², Agus Dharma³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Email : agusmahar28@yahoo.com¹, rshartati@gmail.com², agd2bali@gmail.com³

Abstrak

Energi alternatif merupakan sumber energi terbarukan, contohnya seperti matahari, angin, air, biomasa dan panas bumi. Energi pasang surut merupakan pemanfaatan energi yang dihasilkan dalam perpindahan massa air akibat pasang surut dengan efek rotasi bumi dan gravitasi bulan. Energi ini banyak terdapat diselat karena pada selat terjadi penyempitan ruang gerak arus sehingga kecepatan arus menjadi lebih cepat. Salah satunya adalah Selat Pulau Serangan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui potensi energi listrik dan kerapatan daya di Selat Pulau Serangan. Pengukuran arus laut menggunakan metode Lagrange dan alat Current Meter di delapan titik penelitian, kemudian dengan metode Regresi Sederhana Deret Waktu untuk meramalkan ketinggian air. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa energi yang dihasilkan saat pasang mencapai 248,028046 kilo Joule selama 24 jam, sedangkan saat surut mencapai 251,8062 kilo Joule selama 24 jam. Untuk rapat daya terbesar berada disekitar jembatan berkisar 25,3604 – 47,05809 W/m², sedangkan rapat daya terkecil berada di sebelah utara jembatan berkisar 0,012069 – 0,121019 W/m².

Kata Kunci : energi, pasang surut, rapat daya.

Alternative energy is a renewable energy source, such as solar, wind, water, biomass and geothermal. Tidal energy is the utilization of the energy that produced from mass transfer of water due to tidal effects of the Earth's rotation and the moon's gravity. This kind of energy can be produced widely at strait due to the narrowing of water flow space so that the flow speed becomes faster. One of them is the Strait of Serangan Island. The purpose of this study was to determine the potential for electrical energy and power density in the Straits of Serangan Island. The ocean currents measurement were performed by the method of Lagrange and Current Meter tool at eight example area and the result was analysed with a simple time series regression methods to predict water levels. The results showed that the energy generated when the tide reaches 248.028046 kilo Joule for 24 hours and for the low tide is 251.8062 kilo Joule for 24 hours. For the greatest power density was around bridges ranged from 25.3604 to 47.05809 W/m², while the smallest power density is produced in the north of the bridge ranges from 0.012069 to 0.121019 W/m².

Keywords : energi, tidal, power density

1. PENDAHULUAN

Energi alternatif merupakan sumber energi terbarukan yang akan selalu tersedia, contohnya seperti matahari, angin, air, biomasa, dan panas bumi. Tidak seperti minyak bumi atau batubara merupakan energi fosil yang bisa habis. Selain itu dalam jangka waktu panjang, energi alternatif tidak menghasilkan limbah yang akan membahayakan lingkungan. Apabila biaya produksi tidak menjadi prioritas, maka energi ini tidak perlu dibeli, karena hanya membutuhkan biaya untuk instalasi, yang kemudian dapat dioperasikan tanpa menggunakan bahan bakar. Hal ini tentu saja berbeda dengan pembangkit berbahan bakar fosil dalam pengoperasiannya memerlukan biaya yang cukup besar. Energi air merupakan sumber energi yang murah dan relatif mudah didapat. Energi listrik dan mekanis merupakan wujud pemanfaatan energi air. Energi yang dimiliki air dapat dimanfaatkan dan digunakan dalam wujud energi mekanis maupun energi listrik. Energi yang masuk dalam kategori energi air adalah energi sungai, energi ombak, energi panas laut (OTEC), energi pasang

surut air laut, dan energi arus laut. Tenaga air sungai memanfaatkan energi air yang bergerak dari tingkat tinggi ke tingkat rendah. Besarnya listrik yang dapat dihasilkan bergantung dari besar jatuhnya air dan kecepatan aliran air, sistem hidro kecil menangkap energi sungai tanpa mengambil banyak air dari aliran alamnya, sehingga pemanfaatan energi ini menjadi ramah lingkungan. Ombak merupakan gerakan air laut yang turun-naik atau bergulung-gulung. Pemanfaatan energi dari ombak diperoleh dari efek gerakan tekanan udara akibat fluktuasi pergerakan gelombang. Tempat yang berpotensi memiliki laju ombak besar dan stabil merupakan tempat pembangkitan energi ini bisa dilakukan. Upaya untuk menjalankan mesin kalor adalah dengan menggunakan perbedaan temperatur di antara laut dalam dan perairan dekat permukaan. Metode ini digunakan untuk menghasilkan energi listrik yang dikenal dengan Konversi energi thermal lautan (OTEC). Efisiensi dan energi terbesar yang dapat dihasilkan mesin kalor terjadi pada temperatur yang besar. Apabila semakin dekat ke ekuator, maka perbedaan temperatur antara laut dalam dan perairan permukaan akan semakin besar. Salah satu energi terbarukan adalah

energi pasang surut. Pada prinsipnya energi ini sama dengan pembangkit listrik tenaga air. Energi pasang surut merupakan pemanfaatan energi yang dihasilkan dalam perpindahan massa air akibat pasang surut dengan efek rotasi bumi dan gravitasi bulan. Di lautan terjadi gerakan yang sangat luas yang disebut dengan arus. Angin yang berhembus di permukaan laut akan membangkitkan arus permukaan. Selain itu gerakan arus permukaan juga dipengaruhi oleh topografi muka air laut.

Indonesia merupakan negara kepulauan yang berada di garis khatulistiwa mempunyai potensi sumber-sumber energi baru terbarukan yang melimpah sedangkan yang sudah dimanfaatkan masih sangat kecil, sehingga dimungkinkan untuk peningkatan pemanfaatan sumber energi yang ramah lingkungan, murah dan terbarukan. Oleh karena itu dibutuhkan suatu sistem pembangkit yang efisien, mudah pendistribusiannya dan ramah lingkungan di masing-masing daerah di Indonesia dan menggalakkan pemanfaatan sumber energi lain selain bahan bakar fosil untuk proses pembangkitan seperti air, maupun arus laut. Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan yang memiliki garis pantai yang panjang, sebagian besar wilayah Indonesia berupa perairan, memiliki luas tiga kali lebih besar dari luas daratan. Indonesia mempunyai potensi yang besar untuk tenaga arus laut dan pasang surut air laut. Sebagai negara kepulauan, Indonesia dikelilingi oleh samudera Hindia dan samudera Pasifik.

Seiring perkembangan jaman, pasang surut air laut juga berpotensi untuk menjadi sumber energi terbarukan menggantikan sumber energi konvensional. Dalam konversi energi, arus tersebut bisa dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif dengan cara pemanfaatan energi potensial yang tersimpan pada setiap arus air [1]. Penelitian tentang karakteristik arus laut dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik arus laut di setiap lapisan kedalaman perairan, mengetahui korelasi pergerakan angin dan arus, serta mengetahui seberapa besar potensi energi alternatif (rapat daya). Metode yang digunakan *Eulerian* dengan ADCP. Arus direkam secara simultan dan kontinyu pada setiap lapisan kedalaman di satu titik lokasi. Pengolahan data primer menggunakan software *currentrose*, sedangkan untuk penghitungan rapat daya menggunakan persamaan Fraenkel [1]. Penelitian lain tentang energi arus laut untuk pembangkit tenaga listrik dengan tujuan mengetahui morfologi dasar laut dan sifat-sifat hidro-oseanografi sebagai referensi lokasi yang tepat dalam pemanfaatan energi arus laut. Metode penelitian berupa pengukuran arus, pengamatan pasang surut, pengamatan parameter meteorologi dan kondisi morfologi pesisir dan dasar laut daerah penelitian [2]. Dalam penelitian kajian potensi energi arus laut dengan tujuan mengetahui potensi energi listrik yang berasal dari laut berdasarkan nilai kecepatannya. Pengukuran arus dengan metode Lagrangian di berbagai titik lokasi

penelitian. Pengukuran arus bergerak menggunakan GPS dan *transducer* untuk mendapatkan data kecepatan dan kedalaman dalam fungsi waktu. Hasil pengukuran dianalisa dan dilakukan pendekatan modeling menggunakan SMS (*Surface-water Modelling System*) untuk menggambarkan arus saat kondisi pasang dan surut [3]. Selain itu pada penelitian karakteristik pasang surut dan pola arus dengan tujuan untuk mengkaji dinamika arus pasang surut dan arus residu. Metode yang digunakan adalah *Adiralty* untuk memperoleh konstanta harmoniknya. Analisis harmonik dilakukan dengan metode *IOS method* menggunakan perangkat lunak *MIKE 21 Toolbox* untuk mendapatkan komponen arus pasut [4]. Pada penelitian tentang potensi Arlindo menggunakan data sekunder. Penelitian ini menggunakan metode LADCP (*Lower Acoustic Doppler Current Profiler*) yang terpasang pada kapal riset marion dufresne. Data diolah dengan menggunakan MATLAB 7. Pendekatan modeling penelitian ini menggunakan POM (*Princeton Ocean Modeling*) [5]. Penelitian lain yang dilakukan di Bali tentang pemanfaatan energi air laut dengan judul Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Menggunakan Teknologi *Oscilating Water Column* (PLTGL-OWC) di Perairan Bali memperoleh hasil bahwa di Jimbaran energi tertinggi yang dapat dihasilkan sebesar 16.478.982,17 Joule dan yang terendah sebesar 92,5897 Joule. Sedangkan untuk daya listrik tertinggi sebesar 4.174.007,641 Watt dan yang terendah sebesar 175,892 Watt [6].

Penelitian ini menekankan tentang seberapa besar energi yang dapat dihasilkan dan kerapatan daya di pulau serangan. Alat *current meter* digunakan sebagai alat bantu untuk pengukuran langsung kecepatan air di titik lokasi pengukuran.

2. ARUS LAUT

2.1 Arus Laut

Arus air laut adalah pergerakan massa air secara vertikal dan horizontal. Beberapa hal yang mempengaruhi pergerakan arus antaralain arah angin, perbedaan densitas air, perbedaan tekanan air, arus permukaan, dan topografi dasar laut.

Arus Pasang Surut (*Tidal Current*) merupakan gerakan air vertikal yang berhubungan dengan naik dan turunnya pasang surut, diiringi oleh gerakan air horizontal. Gaya tarik gravitasi dan efek sentrifugal menghasilkan pasang surut. Efek sentrifugal adalah dorongan ke arah luar pusat rotasi. Apabila bisa dikembangkan energi arus laut ini akan menjadi pasokan sumber energi yang sangat optimal karena sifat dari arus laut yang *renewable* dan hasil yang didapatkan akan sangat besar serta bisa menjadi pasokan listrik di Indonesia. Selain itu energi arus laut ini tidak seperti sumber - sumber yang berasal dari fosil. Energi arus laut ini tidak menimbulkan masalah

lingkungan yang dapat menyebabkan perubahan iklim di dunia [7].

2.2 Cara Kerja Energi Pasang Surut

Cara kerja dari energi pasang surut adalah apabila muka air laut (surut) sama tingginya dengan muka air dalam waduk maka saluran air ke turbin ditutup. Sementara itu muka air laut (pasang) naik terus. Ketika tinggi muka air laut mencapai kira-kira setengah tinggi air pasang maksimum, katup saluran air dibuka dan air laut masuk ke dalam waduk melalui saluran lubang air, sehingga air didalam waduk akan lebih tinggi dari air di laut. Pada keadaan ini air laut akan terus surut, sedangkan air dalam waduk akan konstan. Ketika perbedaan tinggi air waduk dengan air laut sudah cukup besar, maka lubang air yang menghubungkan waduk dengan laut dibuka dan turbin dijalankan. Pada keadaan ini air akan keluar dari laut dan permukaan air dalam waduk perlahan menurun. Setelah air dalam waduk sama tingginya dengan air laut, lubang air ditipt kembali. Demikian proses tersebut terjadi berulang – ulang, dengan memanfaatkan proses pasang surut untuk mengisi dan mengosongkan waduk untuk menjalankan turbin [8].

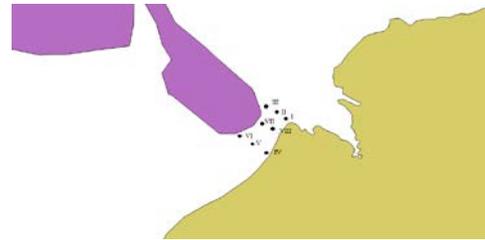
2.3 Surfer 11.0

Salah satu perangkat lunak produk *Golden Software, Inc.* untuk pemodelan dan pembuatan peta berdasarkan *grid* adalah *Surfer 11.0*. Dalam membuat pemodelan peta dengan menggunakan *surfer*, diperlukan 3 variabel data X, Y, Z dimana variabel X dan Y adalah koordinat peta, dan variabel Z bisa merupakan ketinggian, anomali gravity, dsb (d disesuaikan dengan jenis peta yang akan dibuat). *Grid* adalah fungsi dalam *Surfer 11.0* yang berupa serangkaian garis vertikal dan horizontal berbentuk segi empat dan digunakan sebagai dasar pembentuk kontur dan *surface* [9].

3. METODE PENELITIAN

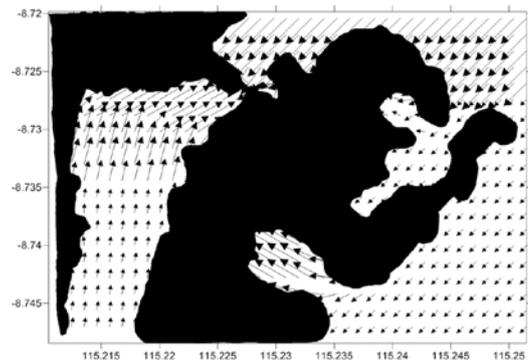
Penelitian ini, menggunakan metode *Lagrange* dan metode regresi linier sederhana deret waktu. Metode *Lagrange* adalah metode melihat jejak pergerakan arus menggunakan pelampung. Data arah dan kecepatan arus diambil bersamaan dengan pengambilan data lamanya waktu pelampung tersebut dilepaskan pada saat kapal berhenti [10]. Arus laut diamati dengan menggunakan current meter untuk mengukur kecepatan arus pada kedalaman 60% dari permukaan atau 40% dari dasar perairan [11]. Pelampung digunakan untuk mengetahui arah gerak arus. Selain menggunakan metode Lagrange juga dilakukan pengukuran arus dengan alat *current meter*. Dalam penelitian yang dilakukan alat ukur arus laut yang digunakan adalah *SEBA Hydrometrie Gewerbestr 61a*. Alat *current meter* jenis ini biasanya digunakan untuk pengukuran di sungai atau di perairan dengan tingkatan air dan arus yang rendah [12].

Pengukuran arus laut ini dilakukan di 8 titik, 8 titik ini dibagi menjadi 2 titik di bawah jembatan, 3 titik di sebelah utara jembatan, dan 3 titik lainnya di sebelah selatan jembatan. Dalam pengukuran arus laut ini dibagi menjadi 3 kedalaman, kedalaman yang pertama 10 cm dibawah permukaan laut, lalu 1 meter dibawah permukaan laut, dan yang terakhir 2,3 meter dibawah permukaan laut. Gambar 1 menunjukkan titik lokasi pengukuran arus laut :

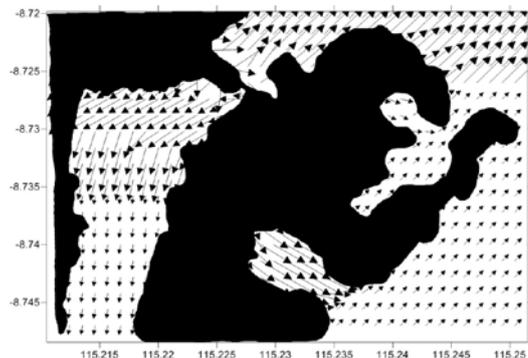


Gambar 1: Titik Lokasi Pengukuran Arus Laut

Setelah melakukan pengukuran arah dan kecepatan arus laut, kemudian dibuat pendekatan model dengan bantuan *software Surfer 11.0*. Pada Gambar 2 dan 3 terdapat dua arah pergerakan aliran air. Pada saat pasang air mengalir menuju jembatan dan pada saat surut air mengalir menjauhi jembatan. Sedangkan ukuran panah menunjukkan kecepatan air.



Gambar 2: Aliran Pergerakan Air Saat Pasang



Gambar 3: Aliran Pergerakan Air Saat Surut

Metode sederhana yang meninjau hubungan antara masa lalu dengan variabel bebas adalah metode regresi

linier sederhana deret waktu. Melalui metode ini dapat diperkirakan pola untuk masa yang akan datang. Jika ditulis dalam bentuk matematika adalah sebagai berikut [13] :

$$y = ax + b \dots\dots\dots (1)$$

Dimana : y adalah hasil peramalan
 x adalah variabel bebas
 a adalah nilai y jika x bernilai nol
 b adalah koefisien kemiringan garis regresi terhadap perubahan x

Pada penelitian ini metode regresi linier digunakan untuk meramalkan ketinggian air laut. Sedangkan untuk perhitungan rapat daya menggunakan persamaan Fraenkel.

$$P = 1/2\rho AV^3 \dots\dots\dots (2)$$

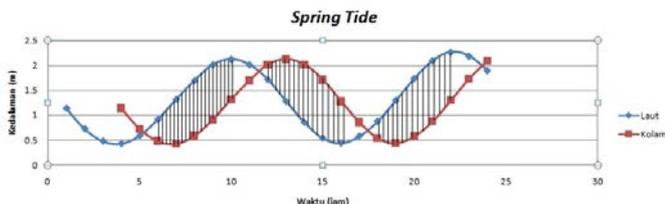
Dimana : P adalah rapat daya (W/m^2)
 ρ adalah densitas air laut 1,03 (gr/cm^3)
 A adalah luas bidang (m^2)
 V adalah kecepatan aliran arus (m/det)

4. PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Energi Pasang Surut

Energi pasang surut diperoleh dari proses pasang dan surut laut. Pada saat proses pasang, waduk akan terisi penuh oleh air laut melalui lubang air. Sedangkan pada proses surut air akan dialirkan keluar waduk melalui turbin air dan lubang air. Waktu dari proses pasang dan surut ini selama 4 jam. Saat air laut dalam keadaan pasang tertinggi disebut *spring tide* dan pada saat surut terendah disebut *neap tide* (mande).

Gambar 4 merupakan grafik yang menunjukkan level ketinggian air di waduk dan di laut pada saat *spring tide*. Grafik ini diperoleh dari data sekunder tabel pasang dan surut selama 1 bulan.



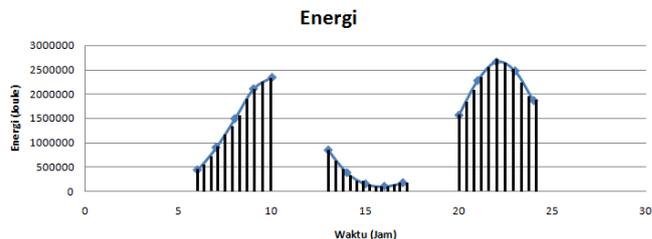
Gambar 4: Grafik Pasang Surut Saat *Spring Tide*

Tabel I adalah tabel perhitungan energi rata – rata saat *spring tide* dalam 1 tahun. Total energi yang dihasilkan dalam 1 tahun adalah 248,028046 kilo joule.

PERHITUNGAN ENERGI SAAT *SPRING TIDE*

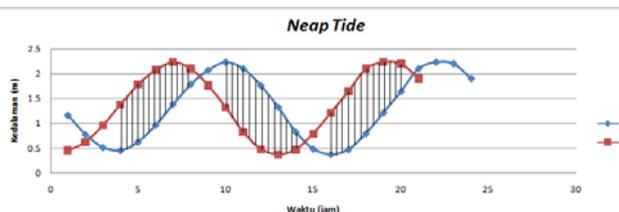
Jam	Head (m)	Luas (m^2)	Volume (m^3)	Debit (m^3/det)	Daya (kW)
00.00	1,9	10.000	19.000	1,319444444	17,7685328
01.00	1,14	10.000	11.400	0,791666667	6,39667181
02.00	0,73	10.000	7.300	0,506944444	2,62295045
03.00	0,48	10.000	4.800	0,333333333	1,134036
04.00	0,43	10.000	4.300	0,298611111	0,91008358
05.00	0,59	10.000	5.900	0,409722222	1,71335908
06.00	0,92	10.000	9.200	0,638888889	4,16600725
07.00	1,32	10.000	13.200	0,916666667	8,57614725
08.00	1,7	10.000	17.000	1,180555556	14,2246703
09.00	2,02	10.000	20.200	1,402777778	20,0838563
10.00	2,13	10.000	21.300	1,479166667	22,3307636
11.00	2,02	10.000	20.200	1,402777778	20,0838563
12.00	1,72	10.000	17.200	1,194444444	14,5613373
13.00	1,28	10.000	12.800	0,888888889	8,064256
14.00	0,86	10.000	8.600	0,597222222	3,64033431
15.00	0,54	10.000	5.400	0,375	1,43526431
16.00	0,44	10.000	4.400	0,305555556	0,95290525
17.00	0,58	10.000	5.800	0,402777778	1,65577131
18.00	0,88	10.000	8.800	0,611111111	3,811621
19.00	1,3	10.000	13.000	0,902777778	8,31823281
20.00	1,74	10.000	17.400	1,208333333	14,9019418
21.00	2,1	10.000	21.000	1,458333333	21,7061578
22.00	2,27	10.000	22.700	1,576388889	25,3627348
23.00	2,19	10.000	21.900	1,520833333	23,6065541
Max	2,27		22.700	1,576388889	25,3627348

Gambar 5 merupakan grafik energi saat *Spring Tide* terlihat energi maksimal dan minimal terjadi selama 4 jam. Grafik ini diperoleh dari Tabel I.



Gambar 5: Grafik Energi yang dihasilkan Saat *Spring Tide*

Gambar 6 merupakan grafik yang menunjukkan level ketinggian air di waduk dan di laut pada saat *neap tide*. Grafik ini diperoleh dari data sekunder tabel pasang dan surut selama 1 bulan.



Gambar 6: Grafik Pasang Surut Saat *Neap Tide*

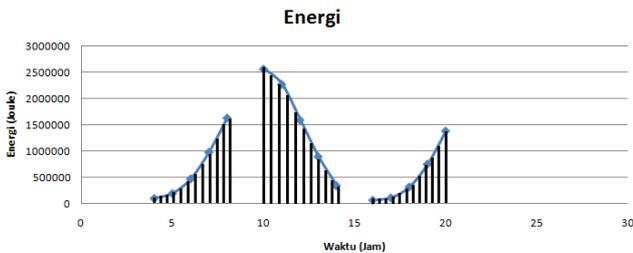
TABEL I

Tabel II adalah tabel perhitungan energi rata – rata saat *neap tide* dalam 1 tahun. Total energi yang dihasilkan dalam 1 tahun adalah 251,8062 kilo joule.

TABEL II
PERHITUNGAN ENERGI SAAT NEAP TIDE

No.	Head (m)	Luas (m ²)	Volume (m ³)	Debit (m ³ /det)	Daya (kW)
00.00	1,9	10.000	19.000	1,319444444	17,768533
01.00	1,16	10.000	11.600	0,805555556	6,6230853
02.00	0,77	10.000	7.700	0,534722222	2,9182723
03.00	0,51	10.000	5.100	0,354166667	1,2802203
04.00	0,45	10.000	4.500	0,3125	0,9967113
05.00	0,62	10.000	6.200	0,430555556	1,8920288
06.00	0,96	10.000	9.600	0,666666667	4,536144
07.00	1,38	10.000	13.800	0,958333333	9,3735163
08.00	1,78	10.000	17.800	1,236111111	15,594964
09.00	2,07	10.000	20.700	1,4375	21,090412
10.00	2,23	10.000	22.300	1,548611111	24,476769
11.00	2,1	10.000	21.000	1,458333333	21,706158
12.00	1,76	10.000	17.600	1,222222222	15,246484
13.00	1,32	10.000	13.200	0,916666667	8,5761473
14.00	0,82	10.000	8.200	0,569444444	3,3095738
15.00	0,48	10.000	4.800	0,333333333	1,134036
16.00	0,37	10.000	3.700	0,256944444	0,6738261
17.00	0,47	10.000	4.700	0,326388889	1,0872767
18.00	0,79	10.000	7.900	0,548611111	3,0718397
19.00	1,21	10.000	12.100	0,840277778	7,206346
20.00	1,64	10.000	16.400	1,138888889	13,238295
21.00	2,1	10.000	21.000	1,458333333	21,706158
22.00	2,23	10.000	22.300	1,548611111	24,476769
23.00	2,2	10.000	22.000	1,527777778	23,822631
Max	2,23		22.300	1,548611111	24,476769

Gambar 7 merupakan grafik energi saat *Neap Tide* terlihat energi maksimal dan minimal terjadi selama 4 jam. Grafik ini diperoleh dari Tabel II.



Gambar 7: Grafik Energi yang dihasilkan Saat *Neap Tide*

4.2 Perhitungan Rapat Daya

Nilai rapat daya dengan menggunakan persamaan (2) pada titik I yang dihasilkan dari pergerakan arus di berbagai kedalaman terlihat dalam Tabel III.

TABEL III
RAPAT DAYA PADA TITIK I

Kedalaman (m)	Kecepatan arus (m/dt)	Rapat Daya (W/m ²)
2,3	0,125798	0,309091
2	0,09203	0,121019
1	0,094628	0,13156
0,1	0,1232	0,290334

Nilai rapat daya dengan menggunakan persamaan (2) pada titik II yang dihasilkan dari pergerakan arus di berbagai kedalaman terlihat dalam Tabel IV.

TABEL IV
RAPAT DAYA PADA TITIK II

Kedalaman (m)	Kecepatan arus (m/dt)	Rapat Daya (W/m ²)
2,3	0,068653	0,050239
2	0,079043	0,076675
1	0,136188	0,392177
0,1	0,045275	0,014409

Nilai rapat daya dengan menggunakan persamaan (2) pada titik III yang dihasilkan dari pergerakan arus di berbagai kedalaman terlihat dalam Tabel V.

TABEL V
RAPAT DAYA PADA TITIK III

Kedalaman (m)	Kecepatan arus (m/dt)	Rapat Daya (W/m ²)
2,3	0,09203	0,121019
2	0,073848	0,062529
1	0,042678	0,012069
0,1	0,076445	0,069361

Nilai rapat daya dengan menggunakan persamaan (2) pada titik IV yang dihasilkan dari pergerakan arus di berbagai kedalaman terlihat dalam Tabel VI.

TABEL VI
RAPAT DAYA PADA TITIK IV

Kedalaman (m)	Kecepatan arus (m/dt)	Rapat Daya (W/m ²)
2,3	0,156968	0,563991
2	0,167358	0,683563
1	0,138785	0,389822
0,1	0,130993	0,327781

Nilai rapat daya dengan menggunakan persamaan (2) pada titik V yang dihasilkan dari pergerakan arus di berbagai kedalaman terlihat dalam Tabel VII.

TABEL VII
RAPAT DAYA PADA TITIK V

Kedalaman (m)	Kecepatan arus (m/dt)	Rapat Daya (W/m ²)
2,3	0,286843	3,441691
2	0,242685	2,084337
1	0,24788	2,221077
0,1	0,25827	2,512239

Nilai rapat daya dengan menggunakan persamaan (2) pada titik VI yang dihasilkan dari pergerakan arus di berbagai kedalaman terlihat dalam Tabel VIII.

TABEL VIII
RAPAT DAYA PADA TITIK VI

Kedalaman (m)	Kecepatan arus (m/dt)	Rapat Daya (W/m^2)
2,3	0,058263	0,028841
2	0,06086	0,032873
1	0,084238	0,087169
0,1	0,110213	0,195226

Nilai rapat daya dengan menggunakan persamaan (2) pada titik VII yang dihasilkan dari pergerakan arus di berbagai kedalaman terlihat dalam Tabel IX.

TABEL IX
RAPAT DAYA PADA TITIK VII

Kedalaman (m)	Kecepatan arus (m/dt)	Rapat Daya (W/m^2)
2,3	0,3907425	17,439
2	0,37256	15,11605
1	0,388145	11,30208
0,1	0,4349	24,04462

Nilai rapat daya dengan menggunakan persamaan (2) pada titik VIII yang dihasilkan dari pergerakan arus di berbagai kedalaman terlihat dalam Tabel X.

TABEL X
RAPAT DAYA PADA TITIK VIII

Kedalaman (m)	Kecepatan arus (m/dt)	Rapat Daya (W/m^2)
2,3	0,4686675	30,09152
2	0,4426925	25,3604
1	0,50763	38,23767
0,1	0,543995	47,05809

Dari Tabel III sampai Tabel X dapat diklasifikasikan nilai rapat daya terkecil hingga terbesar yang tersebar di perairan selat pulau serangan. Potensi rapat daya terbesar berada di perairan sekitar jembatan yaitu berkisar 25,3604 – 47,05809 W/m^2 . Sedangkan nilai rapat daya terkecil berada di sebelah selatan jembatan yaitu berkisar 0,012069 – 0,121019 W/m^2 .

5. KESIMPULAN

Paper ini telah memaparkan hasil pengukuran arus laut di Selat Pulau Serangan Bali dengan menggunakan metode *Lagrange* dan regresi linier sederhana deret waktu, serta bantuan alat *Current Meter Seba Hydrometrie Gewrbestr 61.a*.

Dari hasil penelitian di dapat Energi potensial saat *spring tide* mencapai 25.951,571 Kilo Joule dan energi potensial saat *neap tide* mencapai 26.346,885 Kilo Joule. Dan kerapatan daya listrik terkecil di perairan selat Pulau Serangan berada di sebelah utara jembatan berkisar 0,012069 – 0,121019 W/m^2 . Sedangkan untuk rapat daya terbesar berada di perairan sekitar jembatan berkisar 25,3604 – 47,05809 W/m^2 .

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. P. Wijaksono, H. Setiyono, dan G. Handoyo, "Analisis Karakteristik Arus Laut di Perairan Tanjung Mas Semarang Dalam Upaya Pencarian Potensi Energi Alternatif," *Jurnal Oceanografi*, Vol.1, 87-92, 2012
- [2] A. Yuningsih, dan A. Madsuki, "Potensi Energi Arus Laut Untuk Pembangkit Tenaga Listrik di Kawasan Pesisir Flores Timur, NTT", *Jurnal Ilmu dan Kelautan Tropis*, Vol. 3, No.1, 2011.
- [3] M. Aryono, Purwanto, A. Ismanto, dan Rina, "Kajian Potensi Energi Arus Laut di Perairan Selat Antara Pulau Kandang Balak dan Pulau Kandang Lunik, Selat Sunda", *Jurnal Oseanografi*, Vol. 3, 230-235, 2014.
- [4] H. Surbakti, "Karakteristik Pasang Surut dan Pola Arus di Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan", *Jurnal Penelitian Sains*, 1410-7058, 35-39, 2012.
- [5] N. P. Purba, S. Firman, dan R. Wijaya, "Analisis Potensi Arus Lintas Indonesia Sebagai Sumber Energi Terbarukan di Wilayah Kabupaten Halmahera Timur", 2010.
- [6] I. W. A. Wijaya, "Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Menggunakan Teknologi Oscilating Water Column di Perairan Bali", *Teknologi Elektro*, Vol. 9, No.2, 165-174, 2010.
- [7] I. S. Mahaganti, H. Tumaliang, A. F. Nelwan, dan M. Pakiding, "Pra-desain Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut Menggunakan Generator Asinkron. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*", 2014.
- [8] Arismunandar, " Penggerak Mula Turbin", 1-99, 2004.
- [9] Surfer 11.0 tutorial.
- [10] R. J. Davis, "Oceanography and Introduction To The Marine Environmen", 434p, 1990.
- [11] E. Djunarsah, dan Poerbando, "Survei Hidrografi", Bandung: Refika Aditama, 2005.
- [12] SEBA Manual book.
- [13] N. P. Satria, "Prakiraan Kebutuhan Tenaga Listrik Propinsi Bali Sampai Tahun 2018 Dengan Metode Regresi Berganda Deret Waktu", *Majalah Ilmu Teknologi Elektro*, Vol. 6, Jan-Jun. 2007.