

Kajian Potensi Arus Laut Sebagai Energi Pembangkit Listrik Di Selat Larantuka, Flores Timur, Nusa Tenggara Timur

Hendry Syahputra¹, Indra Budi P¹, Dwi Haryo Ismunarti^{1*} dan R. Bambang Adhitya²

¹Program Studi Oseanografi, Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro, Jl. Prof. H. Soedharto, SH, Tembalang Semarang. 50275

²Pusat Pengkajian dan Perekayasa Teknologi Kelautan dan Perikanan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan, Jakarta
Email : dwiharyois@gmail.com

Abstrak

Maraknya pemberitaan mengenai inovasi sumber energi terbarukan yang berasal dari laut berdampak terhadap banyaknya hasil studi yang mulai mengarah pada pengoptimalan energi non-konvensional dari laut. Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui lokasi potensi dari Perairan Selat Larantuka, besar daya rata – rata yang dihasilkan setiap musimnya selama 1 tahun dan probabilitas energi dari arus laut setiap musimnya. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dan penentuan lokasi dengan purposive sample. Penelitian ini dibagi dalam dua tahap besar yaitu tahap survey lapangan dan tahap pemodelan numerik dengan MIKE 21 flow model, flexible mesh serta dilanjutkan dengan perhitungan potensi energi arus laut. Berdasarkan hasil didapatkan Lokasi potensi yang ditentukan adalah pada -8° 18' 06.9" 123°01'20.1" dengan probabilitas potensi pada musim timur sebesar 94.85%, pada musim peralihan II sebesar 95.73%, pada musim barat sebesar 96.84% dan pada musim peralihan I sebesar 96.77%.

Kata kunci: probabilitas potensi, energi non-konvensional, Selat Larantuka

Abstract

Trend news about renewable innovation energy source derived from sea affect the number of studies that began to lead to the optimization of non - conventional energy from the sea. The purpose of this study is to determine the potential location, the percentage of the value of the optimum flow velocity at the cut in speed and the probability of potential electricity energy in every seasons at Larantuka Strait, East Flores regency, East Nusa Tenggara. This study used a descriptive quantitative method and determination of the location with purposive sample. This study is divided into two major phases which is field survey phase and numerical modeling with MIKE 21 flow models, flexible mesh and proceed with the calculation of the ocean currents energy potential. Based on the results, The determined potential location is at the point -8° 18' 06.9" 123°01'20.1" with a potential probability of 94.85 % in the east season, 95.73% in the intermediate season II, 96.84% and 96.77% on the transitional western season season I.

Keywords: potential probability, non-conventional energy, Larantuka Strait

PENDAHULUAN

Maraknya pemberitaan mengenai isu berbagai inovasi energi terbarukan (*renewable energy*) dari laut yang bersifat fungsi kontinyu dan ramah lingkungan, memberikan implikasi kepada kemunculan studi yang mengarah dan berkembang untuk pengoptimalan energi non-konvensional dari laut.

Meningkatnya kebutuhan listrik yang menempatkan listrik menjadi kebutuhan primer

untuk setiap aktifitas manusia serta keterbatasan cadangan energi yang berasal fosil, yang penggunaannya tidak ramah lingkungan membuat isu ini semakin berkembang. Berdasarkan data PLN, rasio elektrifikasi nasional Indonesia tahun 2008 sebesar 60.28% meningkat pada tahun 2012 sebesar 75.83% dan data terakhir tahun 2013 disebutkan meningkat sebesar 4% menjadi 79.3%, namun nilai rasio elektrifikasi di Indonesia timur masih cukup rendah contoh Nusa Tenggara Timur

*) Corresponding author
laboska_undip@yahoo.com

<http://ejournal.undip.ac.id/index.php/buloma>

Diterima/Received : 12-12-2013
Disetujui/Accepted : 21-12-2013

sebesar 21.34% akibat daerah yang berupa pulau – pulau kecil dengan akses dan infrastruktur yang minim (PLN, 2013).

Kesuksesan dalam pembangunan pembangkit listrik dengan daya pasok energi fosil tidak dapat menjawab permasalahan yang terjadi di daerah Indonesia Timur, dikarenakan faktor skala pemenuhan dan tingkat ekonomi yang cukup minim. Inovasi energi non-konvensional dari laut menjadikan langkah optimis awal bagi kawasan kepulauan terpencil dalam pemenuhan kebutuhan listrik khususnya wilayah Indonesia Timur.

Optimisasi kawasan Indonesia timur terhadap pengembangan energi non-konvensional dari laut tergambar pada morfologi kawasan ini terdiri dari daratan – daratan kecil dengan perairan selat sempit yang mengapit kedua pulau, yang menciptakan peluang munculnya arus yang optimal untuk dimanfaatkan sebagai energi pembangkit, kondisi ini cukup terdeskripsikan di daerah Selat Larantuka, Flores Timur, Nusa Tenggara Timur.

Kondisi morfologi yang optimal didukung dengan kondisi karakteristik perairan menurut Yuningsih (2011), perbedaan waktu pasang surut menciptakan gerakan massa air yang cukup besar ditambah dengan durasi potensi yang cukup besar jika dimanfaatkan sebagai energi penggerak turbin dalam perancangan pembangunan listrik tenaga arus laut. Energi arus laut memiliki banyak keuntungannya menurut Paramitha (2010), antara lain adalah *predictable* karena dibangkitkan pasang surut, *renewable*, dan ramah lingkungan. Keuntungan ini yang menjadi dasar arus laut sebagai pengembangan energi non konvensional yang baik.

Dalam pemanfaatan seluruh peluang kecepatan arus yang muncul, batas syarat turbin yang kecil dibutuhkan. Turbin Helix Gorlov merupakan turbin kecil dengan syarat batas sebesar 0.5 m s^{-1} sehingga memungkinkan memperbesar peluang arus yang dapat dikonversi menjadi daya yang dibutuhkan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui stasiun potensi dari Perairan Selat Larantuka, besar daya rata – rata yang dihasilkan dan probabilitas kecepatan arus diatas syarat batas turbin yang dapat dimanfaatkan setiap musimnya.

MATERI DAN METODE

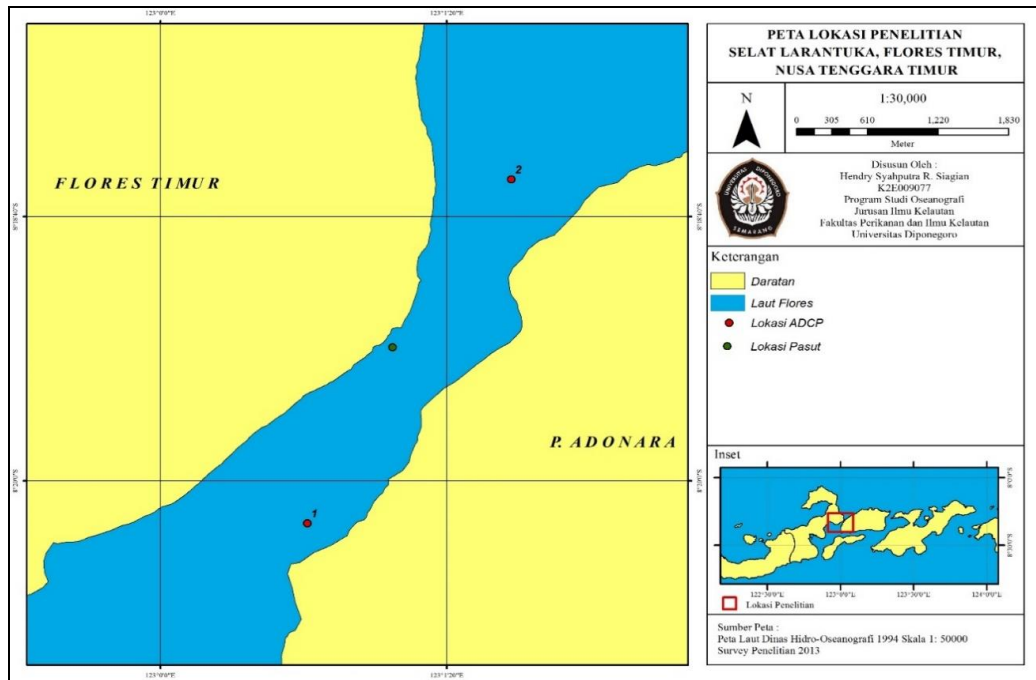
Penelitian potensi arus laut sebagai pembangkit listrik di Selat Larantuka, Kabupaten Flores Timur, Nusa Tenggara Timur terdiri dari rangkaian survey hidro-oseanografi dilakukan pada tanggal 14 November 2013 - 5 Desember 2013.

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Penentuan stasiun pengukuran dilakukan dengan *purposive sampling method* dan pengkajian daerah potensi dalam pembangkit listrik dengan pendekatan metode numerik (pemodelan) menggunakan MIKE 21 *flow model* dengan domain *flexible mesh*. Perhitungan potensi arus laut sebagai pembangkit listrik diperlukan materi yang dapat mendukung kegiatan ini, maka rangkaian survei dibutuhkan data primer dan data sekunder.

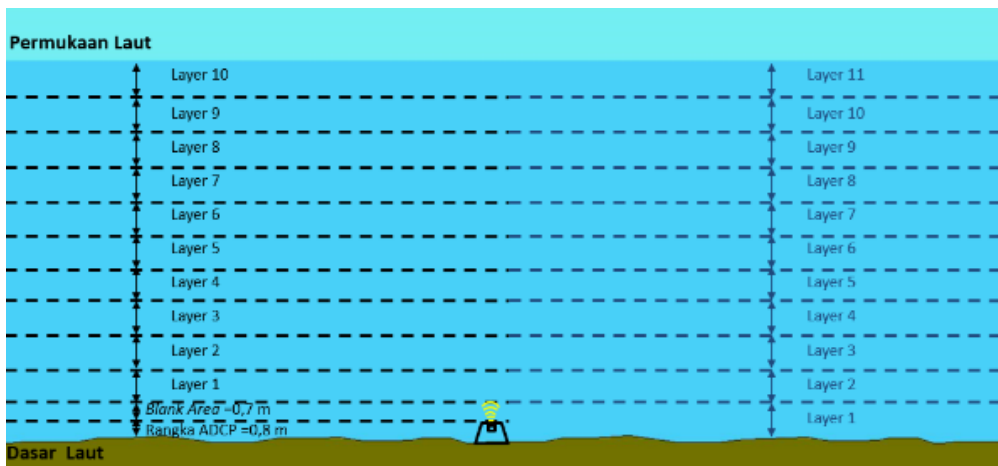
Data primer sebagai pemahaman dasar arus memiliki potensi dan kinetivitas untuk menggerakkan turbin dalam menghasilkan energi listrik saat dikonversikan. Data primer antara lain arus laut, pengamatan pasang surut dan pemeruman batimetri. Pengukuran arus laut dengan metode euler menggunakan ADCP argonaut XR SonTek dengan panjang gelombang sonar 0.75 mhz. Alat ukur diletakan di kedalaman 20 m di dua lokasi perairan selat (gambar 1) dan terbagi menjadi 10 layer kedalaman dengan masing – masing kedalaman layer sebesar 2 m.

Pengamatan pasang surut dilakukan selama 15 hari dengan menggunakan palem pasut, sebagai penentuan tipe pasang surut dan komponen pasang surut setelah diolah menggunakan metode admiralty. Selain data primer, data sekunder juga dibutuhkan dalam studi potensi arus laut Selat Larantuka sebagai pembangkit listrik. Pemahaman ini dibutuhkan sebagai pendukung data primer penelitian dalam korelasi yang terkait langsung maupun tidak langsung, dan masukan model untuk hasil regional dalam penentuan daerah potensi untuk pembangkit listrik.

Data sekunder yang dibutuhkan antara lain adalah peta laut DISHIDROS dan data angin yang berasal dari <http://ecmwf.com>. Data kecepatan angin diunduh dari website <http://ecmwf.com> dengan lama waktu data sepanjang 1 tahun (2012 -2013) dengan interval data 12jam.



Gambar 1. Stasiun lokasi pengukuran arus dan pengamatan pasang surut



Gambar 2. Layer pada kolom air

Peta laut DISHIDROS 1994 dengan skala 1 : 50000, dimasukkan sebagai masukan garis pantai dalam pembangun daerah domain model. Peta laut digunakan sebagai peta dasar dalam penentuan titik lokasi pengukuran arus laut dan pengamatan pasang surut.

Analisa konversi yang dilakukan untuk menghasilkan daya yang terdapat pada arus laut, dilakukan dengan pendekatan persamaan konversi fluida terhadap daya (Moreno, 2008), dengan

melakukan beberapa penyederhanaan persamaan untuk mendapatkan nilai daya yang benar – benar potensi dari nilai arus maka panel *blade* pada turbin dianggap homogen dengan nilai masa jenis air laut sebesar 1025 kg m^{-3} maka persamaanya adalah:

$$P = \frac{1}{2} Q (V_1^2 - V_2^2) = \frac{1}{2} \rho A V (V_1^2 - V_2^2) = \frac{1}{2} \rho A V^3$$

Dimana P merupakan daya, A merupakan penampang *blade* turbin, ρ merupakan densitas air laut (dalam kilogram per kubik untuk air laut 1025 kg m^{-3} , V adalah kecepatan arus dalam satuan m s^{-1} .

Analisa probabilitas potensi dilakukan dengan pendekatan statistika (Thomson dan Emery, 1997) pada distribusi normal dengan syarat batas turbin yang digunakan adalah turbin helix gorlov (Gorlov, 1998) yaitu $0,5 \text{ m s}^{-1}$, adapun persamaan distribusi normal adalah :

$$Z = \frac{\bar{x} - 0.5}{S_x} = \frac{\bar{x} - 0.5}{S / \sqrt{n}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Arus

Data hasil pengukuran arus laut dengan ADCP argonaut Sountek XR yang diletakan pada dua titik pengukuran di Selat Larantuka ditampilkan pada bentuk tabel 1 dan tabel 2 untuk masing – masing kolom perairan di kedalaman total 20 m.

Pada tabel 1 stasiun pengukuran I dan II dapat dilihat kecepatan arus dan arah arus setiap layer kedalaman berdasarkan pengukuran ADCP. Kedalaman dekat dengan permukaan terlihat memiliki kecepatan yang lebih besar dibandingkan dengan kecepatan dekat dasar. Hal ini disebabkan adanya gaya gesek dasar dan gaya gesek antar layer yang mempengaruhinya.

Kecepatan arus pada stasiun pengukuran I adalah sebesar 1.943 m s^{-1} pada layer 8 sedangkan pada titik pengukuran II kecepatan arus maksimum mencapai 2.859 m s^{-1} yang terdapat pada layer 10. Kecepatan arus pada tabel 1 merupakan kecepatan maksimum yang dimiliki setiap layer. Secara keseluruhan kecepatan arus di semua stasiun pengukuran memiliki kecepatan diatas nilai batas syarat turbin (*cut in speed*) yaitu sebesar 0.5 m s^{-1} secara umum dapat diketahui bahwa kecepatan arus yang dimiliki daerah Selat Larantuka sangat berpotensi.

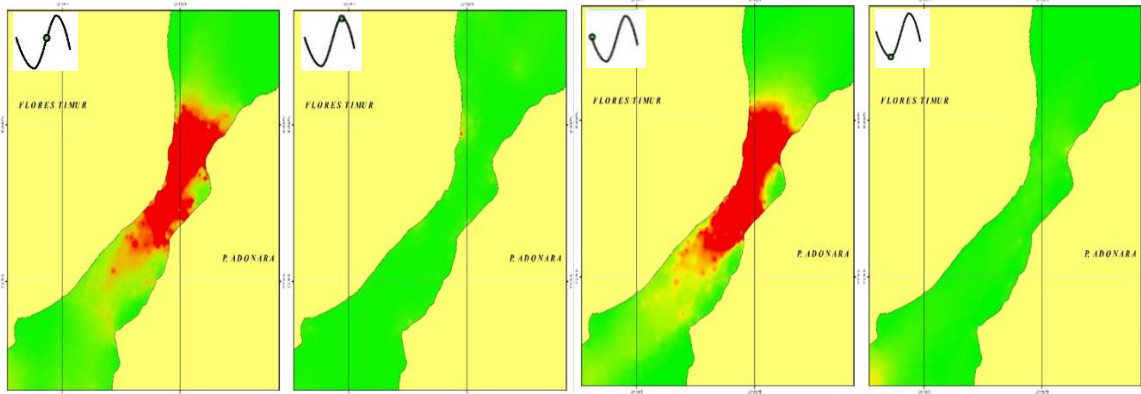
Potensi Arus Laut

Pemahaman konsep peluang kecepatan dan arah arus laut dengan skala waktu dan daerah yang lebih luas yang didekati dengan penyelesaian pemodelan numerik akan mempermudah dalam mengkaji perhitungan potensi distribusi rapat daya listrik dan penentuan lokasi berpotensi.

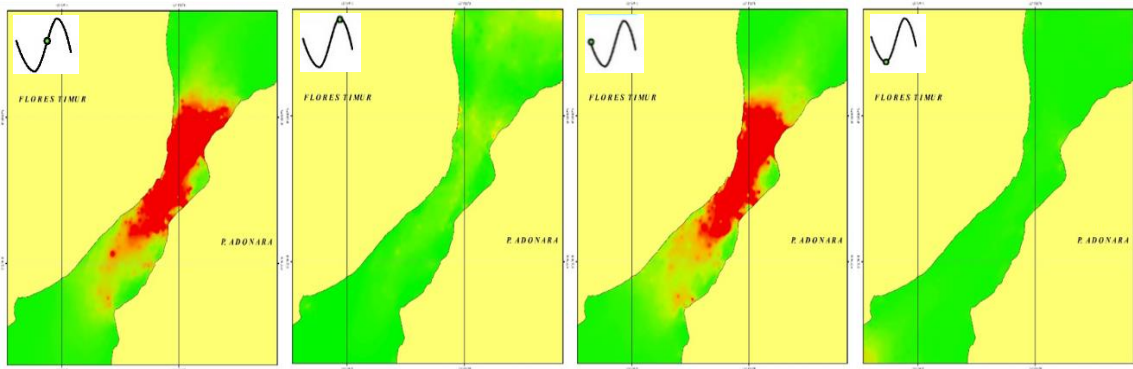
Model hidrodinamika MIKE 21 *flow model* didukung domain berbasis *flexible mesh* akan mengukung pemodelan yang akurat, model diberikan nilai awal dengan pembangkit yang berasal dari gaya pasang surut dan angin, maka dapat diketahui besar kekuatan arus yang dihasilkan Selat Larantuka. Gambar 3 menunjukkan hasil rapat daya di Selat Larantuka, Flores Timur, Nusa Tenggara Timur. Gambar tersebut merupakan hasil konversi daya dari nilai arus yang dihasilkan oleh model, dalam delapan kondisi pasang surut.

Tabel 1. Kecepatan dan arah arus laut setiap titik pengukuran

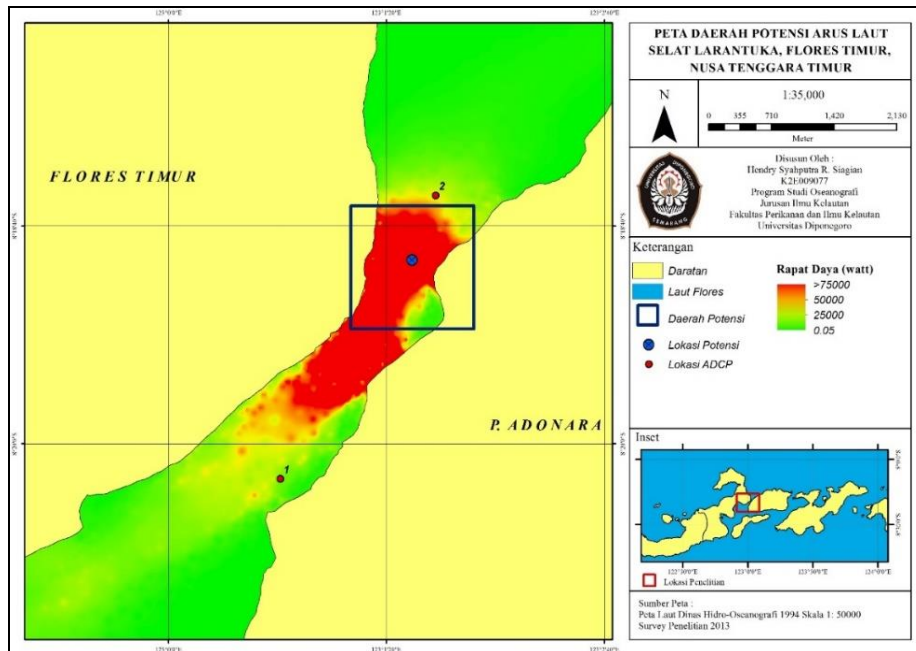
Layer	Stasiun I		Stasiun II	
	Kecepatan Arus (m s^{-1})	Arah Arus	Kecepatan Arus (m s^{-1})	Arah Arus
1	1.377	39.2 (U-TL)	1.895	11.3 (U-TL)
2	1.488	24.4 (U-TL)	2.147	12.8 (U-TL)
3	1.562	22.5 (U-TL)	2.432	13.2 (U-TL)
4	1.591	22.4 (U-TL)	2.464	13.6 (U-TL)
5	1.699	23.3 (U-TL)	2.495	12.1 (U-TL)
6	1.776	25.6 (U-TL)	2.607	13.8 (U-TL)
7	1.891	25.5 (U-TL)	2.753	14.2 (U-TL)
8	1.943	24.3 (U-TL)	2.807	12.5 (U-TL)
9	1.802	25.2 (U-TL)	2.828	12.3 (U-TL)
10	1.903	30.1 (U-TL)	2.859	13 (U-TL)
Layer Rata - rata	1.667	32 (U-TL)	2.381	32 (U-TL)



Gambar 3. Peta rapat daya kondisi pasang surut purnama



Gambar 4. Peta rapat daya kondisi pasang surut perbani



Gambar 5. Peta Daerah Potensi Energi Arus Laut

Daerah merah merupakan wilayah berpotensi dengan daya yang cukup besar dari hasil arus yang dihasilkan model. Kondisi purnama memiliki luasan daerah optimal yang lebih besar secara umum jika dilihat, hal ini disebabkan

karena kemunculan arus yang optimal lebih besar pada saat pasang surut kondisi purnama. Kondisi elevasi saat surut menuju pasang maupun sebaliknya lebih besar peluangnya dibanding kondisi elevasi pasang tertinggi maupun surut

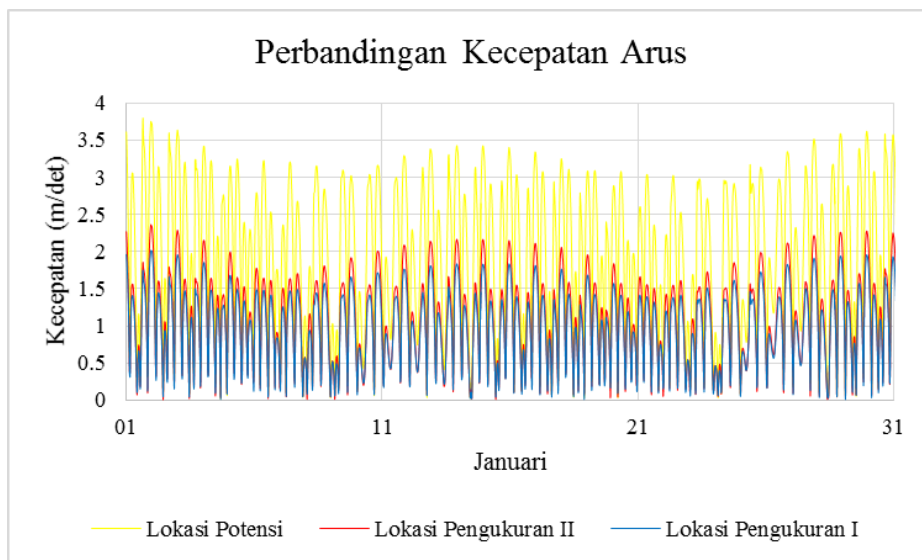
terendah, hal ini terlihat pada gambar pada kondisi tersebut daerah merah yang mewakili nilai arus yang besar tidak muncul. Kondisi ini diakibatkan karena saat elevasi tertinggi kecepatan arus relatif mendekati nilai nol.

Maka dengan melakukan irisan dari delapan kondisi pasang surut didapatkan daerah yang memiliki potensi dengan harga rapat maksimum ditemukan pada surut menuju pasang saat purnama sebesar 29.727 kw dan saat perbani sebesar 14.004 kw.

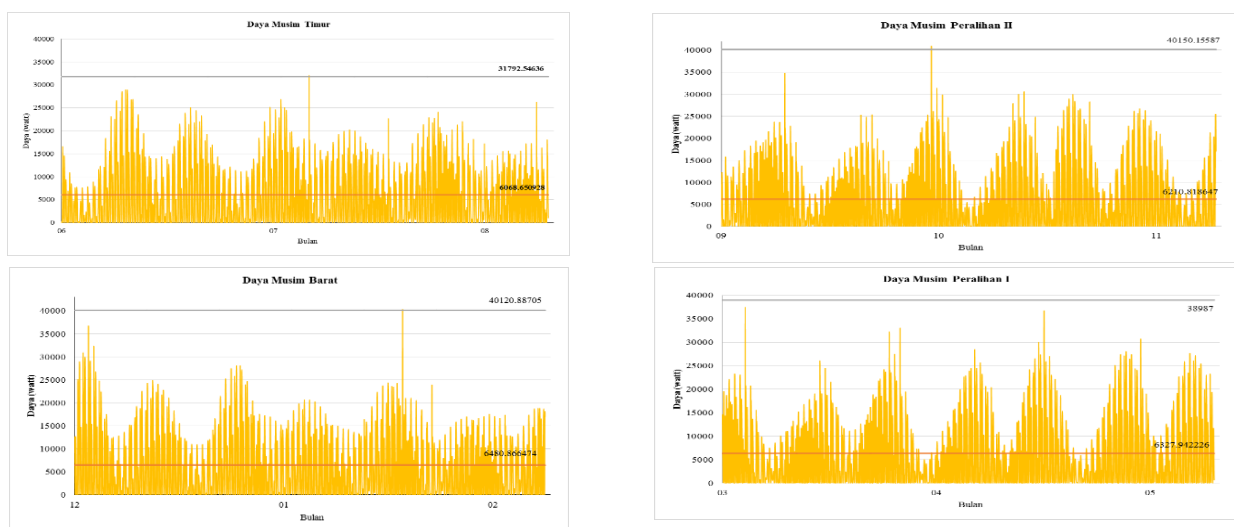
Hasil irisan dari kondisi pasang surut menghasilkan daerah potensi dengan titik lokasi potensi lokasi $-8^{\circ}18'06.9''$ $123^{\circ}01'20.1''$ yang berjarak sekitar 250m dari garis pantai terlihat pada gambar 7 titik potensi ini diperkuat oleh

hasil pemodelan arus di titik pengukuran dibandingkan dengan hasil model di titik lokasi potensi pada gambar 8 terlihat perbedaan kecepatan arus pada daerah potensi sangat optimal dalam pemanfaatannya untuk pembangkit listrik dalam pemenuhan kebutuhan masyarakat Selat Larantuka, Flores Timur, Nusa Tenggara Timur.

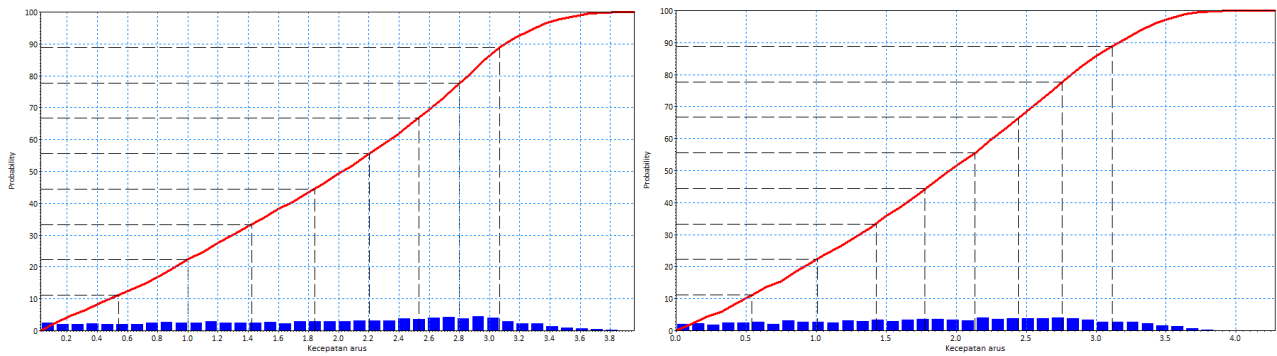
Potensi arus laut untuk setiap musimnyadi titik stasiun yang diasumsikan berpotensi dari hasil model yang tersaji pada gambar 7, terlihat fluktuasi daya pada masing – masing musim. Musim timur terdapat daya rata – rata sebesar 6068 watt, musim peralihan II daya yang dihasilkan sebesar 6210 watt, yang selanjutnya diikuti oleh musim barat dan peralihan I masing – masing sebesar 6481 watt dan 6327 watt.



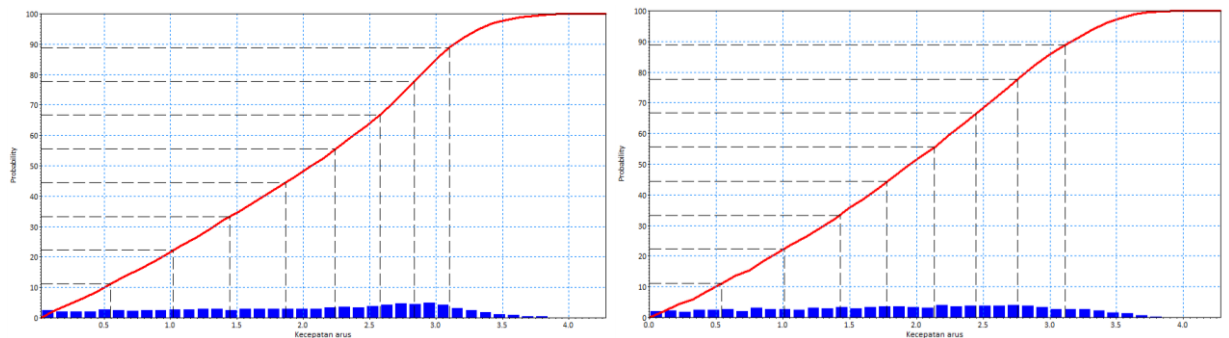
Gambar 6. Perbandingan kecepatan arus



Gambar 7. Hasil daya setiap musim



Gambar 8. Grafik probabilitas kecepatan arus musim timur dan musim peralihan II



Gambar 9. Grafik probabilitas kecepatan arus musim barat dan musim peralihan I

Dari masing – masing rata – rata daya yang dihasilkan setiap musimnya, secara keseluruhan dapat dilihat daya pada musim barat memiliki daya yang sedikit lebih besar dibandingkan dengan kondisi musim lainnya. Hal ini didukung dengan keadaan musim barat yang memiliki kecepatan arus yang lebih besar.

Fluktuasi daya yang dihasilkan yang terlihat pada grafik gambar 7 merupakan hasil presentasi arus yang kemunculan arus maksimum timbul pada saat kondisi pasang surut purnama, sedangkan pada keadaan perbani kecepatan arus maksimum relatif lebih kecil dibandingkan dengan kondisi pada saat purnama.

Probabilitas Potensi Arus Laut

Probabilitas potensi arus laut sebagai energi pembangkit arus listrik dalam kajian ini dapat dilihat dari nilai kemunculan arus yang berada diatas nilai *cut in speed* yaitu 0.5 m s^{-1} . Perhitungan dengan pendekatan distribusi normal maka di dapatkan besar probabilitas potensi yang dibagi dalam masing – masing musim (gambar 8 dan gambar 9)

Gambar 8 musim timur dengan kecepatan arus laut rata – rata sebesar 1.896 m s^{-1} memiliki probabilitas potensi sebesar 94.854% dengan persentase kemunculan arus diatas batas syarat sebesar 89.629%, pada musim berikutnya musim peralihan I memiliki nilai kecepatan arus laut sebesar 1.902 m s^{-1} dengan persentase kemunculan arus diatas batas syarat sebesar 89.973% dan probabilitas yang dimiliki musim ini sebesar 95.729%.

Gambar 9 musim barat dengan kecepatan arus laut rata – rata 1.9404 m s^{-1} memiliki probabilitas potensi untuk dikonversikan sebagai pembangkit listrik sebesar 96.844% dengan persentase kemunculan arus yang berada diatas nilai *cut in speed* sebesar 90.0232 %. Musim peralihan II musim selanjutnya memiliki kecepatan arus rata – rata 1.916 m s^{-1} dengan probabilitas potensi 96.7702% dan kemunculan arus diatas nilai *cut in speed* sebesar 90.057%.

Probabilitas yang cukup berbeda setiap musimnya berbanding lurus dengan nilai arus

yang muncul diatas nilai batas syarat turbin (*cut in speed*) untuk setiap musimnya, hal ini juga berkaitan dengan besar nilai arus laut rata – rata yang dihasilkan setiap musimnya.

Variasi nilai kecepatan arus yang muncul setiap musimnya walaupun tidak terlihat perbedaan yang terlalu signifikan untuk setiap musimnya, hal ini diakibatkan oleh pengaruh musiman angin yang bertiup diatas permukaan air, pada saat musim barat angin yang bertiup diatas permukaan laut cukup besar yang mengakibatkan terjadinya meningkatnya kecepatan arus laut di Selat Larantuka, sedangkan pada saat musim timur angin membawa udara kering yang mengakibatkan hembusan angin tidak besar dan tidak memberi pengaruh yang lebih terhadap kecepatan arus laut Selat Larantuka.

SIMPULAN

Berdasarkan kondisi Perairan Selat Larantuka, Flores Timur, Nusa Tenggara Timur untuk potensi arus laut sebagai pembangkit listrik guna optimisasi energi terbarukan dari laut, dapat disimpulkan bahwa daerah yang mengalami penyempitan memiliki potensi yang sangat optimal. Didukung dengan kondisi arus laut yang didominasi oleh pasang surut, dan perairan berupa selat menyebabkan arus bergerak dalam dua arah dan dapat diprediksi, maka potensi dapat ditemukan pada $-8^{\circ}18'06.9''$ $123^{\circ}01'20.1''$. Perairan Selat Larantuka sangat berpotensi dalam pengembangan pembangkit listrik tenaga arus laut, dengan daya rata – rata hasil konversi kemunculan arus untuk setiap musimnya, musim timur dengan daya rata –rata sebesar 6.068kw musim peralihan II daya rata – rata sebesar 6.210kw selanjutnya musim barat dan peralihan I masing – masing sebesar 6.481kw dan 6.327kw.

Potensi setiap musim didapatkan pada musim timur 94,54%, musim peralihan I 95.729%, musim barat 96.84% dan musim peralihan II 90.057%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Pusat Pengkajian dan Perekayasaan Teknologi Kelautan dan Perikanan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan atas diizinkan penulis bergabung dalam kegiatan Survei Energi Laut Selat Larantuka, Flores Timur, Nusa Tenggara Timur.

DAFTAR PUSTAKA

- Yuningsih, A. 2011. Potensi Energi Arus Laut Untuk Pembangkit Tenaga Listrik di Kawasan Pesisir Flores Timur, NTT. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, 3(1):13 – 25.
- Gorlov, A.M. 1998. Turbines with a twist. In: Kitzinger U and Frankel EG (eds) Macro-Engineering and the Earth: World Projects for the Year 2000 and Beyond, pp. 1 } 36. Chichester: Horwood Publishing.
- Moreno, N. 2008. Ocean Current's Energy : How to produce electrical energy thanks to the marine currents?. Hogskolan I Gavle.
- Paramitha, N.I. 2010. Potensi Penerapan Turbin Arus Laut Sebagai Sumber Daya Energi Alternatif Di Indonesia. CV. Pelopor Energi Alternatif Indonesia. Jakarta
- PLN (Persero). 2013. Statistik PLN 2013. Sekretarian Perusahaan PT PLN (Persero). Jakarta
- Thomson E.R. dan Emery J.W. 1997. Data Analysis Methods in Physical Oceanography 1st edn. Pergamon. England.