

# PENELITIAN POTENSI ENERGI ARUS LAUT SEBAGAI SUMBER ENERGI BARU TERBARUKAN DI PERAIRAN TOYAPAKEH NUSA PENIDA BALI

Oleh :

A.Yuningsih, A. Masduki, B. Rachmat

Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Jl. Dr. Junjunan No. 236, Bandung 40174

Diterima : 15-07-2010; Disetujui : 24-11-2010

## SARI

Metode penelitian potensi energi arus yang diterapkan adalah pengukuran arus, pengamatan pasang surut, pengamatan parameter meteorologi dan kondisi morfologi pesisir dan dasar laut daerah penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lokasi penempatan turbin arus laut cukup memenuhi syarat dengan morfologi relatif landai pada kedalaman  $\pm 20$  meter dan dekat dari pemukiman penduduk. Kecepatan arus rata-rata di perairan Toyapakeh mencapai kecepatan 2,5 – 3,0 m/detik dengan durasi 9 – 18 jam/hari untuk kecepatan diatas 0,5 m/detik. Dengan demikian, perairan di Toyapakeh merupakan lokasi yang cukup potensial untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi baru terbarukan, khususnya pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut (PLTAL).

**Kata Kunci :** energi arus laut, turbin arus laut, energi baru terbarukan, Selat Toyapakeh

## ABSTRACT

*The methods of current energy potential study are current measurements, tidal and meteorological parameter observations, condition of coastal morphology and seafloor of the study area. The results show that, the location for turbine position is in area with relatively gentle slope morphology at a 20 meters water depth and it is close to local community. Based on the analysis of flow water conditions at Toyapakeh Strait, the average current velocity is about 2,5m/s to 3,0 m/s and within 24 hours, the flow velocity is greater than 0.5 m/s occurs for approximately 9 to 18 hours. Therefore, the results of the ocean current energy analysis indicate that the study area is very potential for using renewable energy resource as a power plant location.*

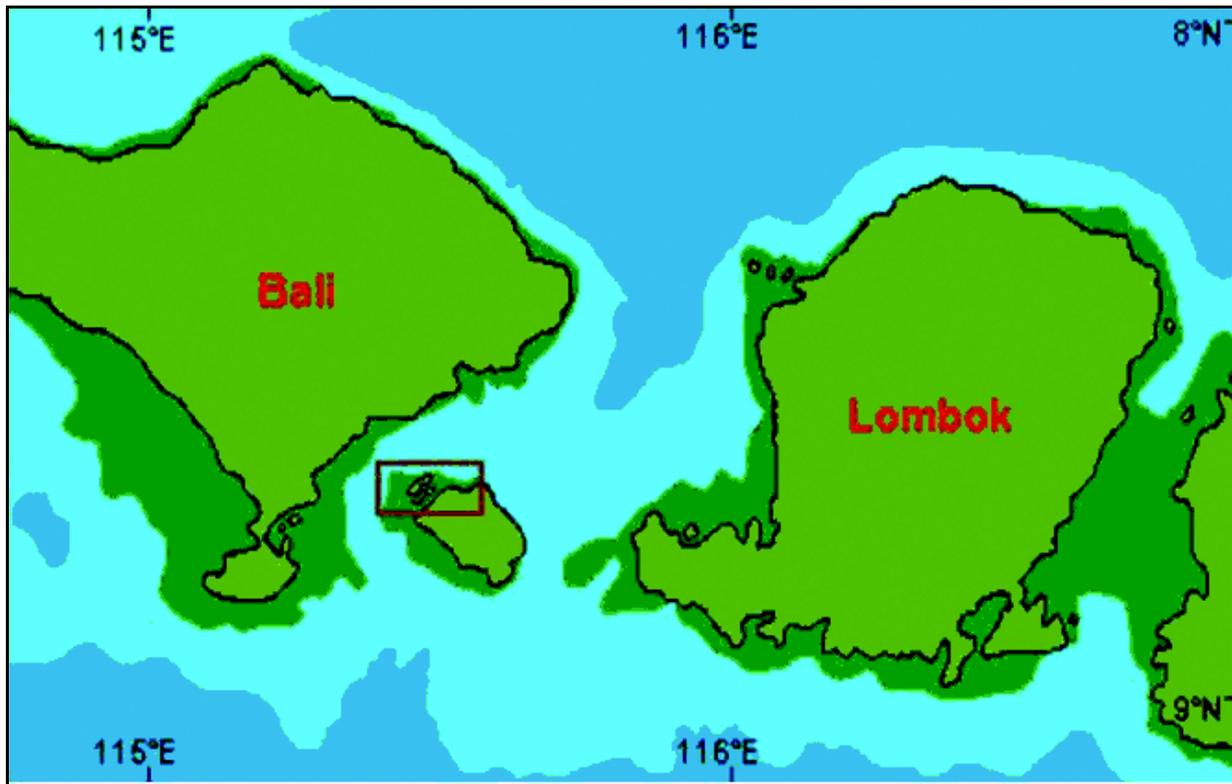
*Keywords: ocean currents energy, Sea Current Turbin, renewable energy, Toyapakeh Strait.*

## PENDAHULUAN

Penelitian dan pemetaan potensi energi arus laut merupakan salah satu upaya penting dalam mengeksplorasi sumber energi non konvensional dari laut. Energi arus laut sebagai energi terbarukan adalah energi yang cukup potensial di wilayah pesisir terutama pulau-pulau kecil di kawasan timur (Suprijo, dkk., 2006). Kawasan timur Indonesia seperti Bali dan Nusatenggara umumnya berupa selat-selat sempit diantara dua gugusan pulau, serta

penduduknya mayoritas hidup dari hasil laut yang memerlukan energi.

Lokasi penelitian yang sudah dipilih yaitu Selat Toyapakeh (Gambar 1), Nusa Penida – Propinsi Bali. Berdasarkan data sekunder dari daftar arus pasang surut (Hadi, 2006) hasil analisis perbedaan waktu pasang surut, batimetri regional dan pola arus lintas Indonesia regional (ARLINDO) di daerah ini dilalui arus dengan kecepatan yang memenuhi syarat sebagai pembangkit listrik tenaga arus.



Gambar 1. Lokasi penelitian di Selat Toyopakeh, Nusa Penida

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui morfologi dasar laut dan sifat-sifat hidro-oseanografi sehingga dari data tersebut dapat diketahui nilai energi kinetik arus laut yang dikonversikan ke dalam energi listrik dan referensi lokasi yang memenuhi syarat yang dibutuhkan sebagai data masukan dasar dalam pemanfaatan energi arus laut untuk pembangkit listrik di kawasan tersebut.

Geologi Regional daerah penelitian mengacu pada Peta Geologi Bersistem Indonesia Lembar Bali, Nusatenggara (Purbo Hadiwidjojo, dkk., 1989) Skala 1 : 250.000 yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung. Pulau Nusa Penida, Pulau Lembongan dan Pulau Ceningan merupakan kepulauan yang terdapat di tenggara Pulau Bali. Ketiga pulau tersebut tersusun dari batugamping terumbu, setempat dolomit berwarna putih dan lunak. Di bagian selatan pulau Nusa Penida, batugamping ini memiliki perlapisan, terhablur ulang dan lapuk. Morfologi kars merupakan ciri dari bentang alam pulau ini, akan tetapi telah mengalami erosi dan pelapukan, membentuk bukit-bukit yang ditutupi oleh padang rumput dan ladang kering, hanya pada bagian jejak torehan-torehan sungai

kering dan tebing-tebing yang agak curam ditumbuhi beragam vegetasi. Morfologi ini tampak jelas pada puncak Mundi kearah selatan dan barat. Satuan batugamping terumbu tersebut berumur Pliosen Akhir yang juga tersebar luas di selatan pulau Bali, disebut sebagai Formasi Selatan.

## METODE

Dalam pemilihan lokasi penempatan turbin arus laut di suatu daerah diperlukan berbagai pertimbangan dari fenomena badan air dan dasar perairan. Dinamika badan air yang disebut dalam definisi di atas meliputi: pasang surut (muka air) dan arus, sedangkan fenomena dasar perairan yang disebut dalam definisi di atas meliputi: morfologi dasar laut, batimetri atau 'topografi' dasar laut, dan jenis material dasar laut .

Untuk menghasilkan informasi hidrooseanografi dan informasi geologi yang maksimal maka dilakukan penelitian dengan beberapa tahapan pekerjaan sebagai berikut:

Studi data sekunder diperlukan untuk pemahaman tentang kondisi daerah penelitian secara regional untuk selanjutnya menjadi acuan dalam kegiatan lapangan. Data sekunder yang diperlukan berupa data batimetri regional,

geologi regional, arus regional dan data prediksi pasang surut dari stasiun terdekat.

Metode penentuan posisi menggunakan *peralatan Global Positioning System (GPS Receiver)* tipe Trimble DSM132 dilakukan untuk mengetahui posisi pengambilan data pada saat sounding, pengukuran arus, pengukuran pasang surut, pengukuran parameter klimatologi dan pemetaan karakteristik pantai

Pengukuran arus dimaksudkan untuk mengetahui pola arus yang terjadi di daerah penelitian yang sangat erat kaitannya dengan data potensi energi listrik yang dapat dibangkitkan dari energi arus. Pengukuran arus bergerak menggunakan ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) mobile untuk mendapatkan jangkauan lokasi yang luas untuk mengetahui lokasi potensial dengan kecepatan arus yang memenuhi syarat, dipasang di kapal dan dioperasikan bersamaan dengan pengukuran batimetri. Sedangkan pengukuran arus stasioner menggunakan ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) statis merk Nortek Continental di satu titik dimaksudkan untuk mendapatkan data arah dan kecepatan arus absolut baik saat kondisi air tunggang kecil maupun saat kondisi air tunggang besar pada berbagai kedalaman.

Pengukuran batimetri detail skala 1 : 10.000 menggunakan *Echosounder 200 KHz Single Beam* tipe Reason Navisound 210 dan side scan sonar untuk mengetahui morfologi dasar laut sehingga didapat lokasi yang representatif untuk menempatkan alat pembangkit listrik tenaga arus, karena berdasarkan penelitian terdahulu alat pembangkit harus dipasang pada daerah dengan morfologi landai agar kuat menanam penyangga turbin arus.

Pengukuran pasang surut menggunakan Automatic Tide Gauge Valeport 740 sebagai koreksi harian serta penentuan konstanta harmonis selama 15 hari

Pengukuran kecepatan angin dengan *Weather Station II* dilakukan untuk mengetahui kecepatan angin pada saat pengambilan data arus dan pasang surut. Data ini juga dapat digunakan untuk mendapatkan pola angin beserta besaran gelombang yang berpotensi di daerah penelitian.

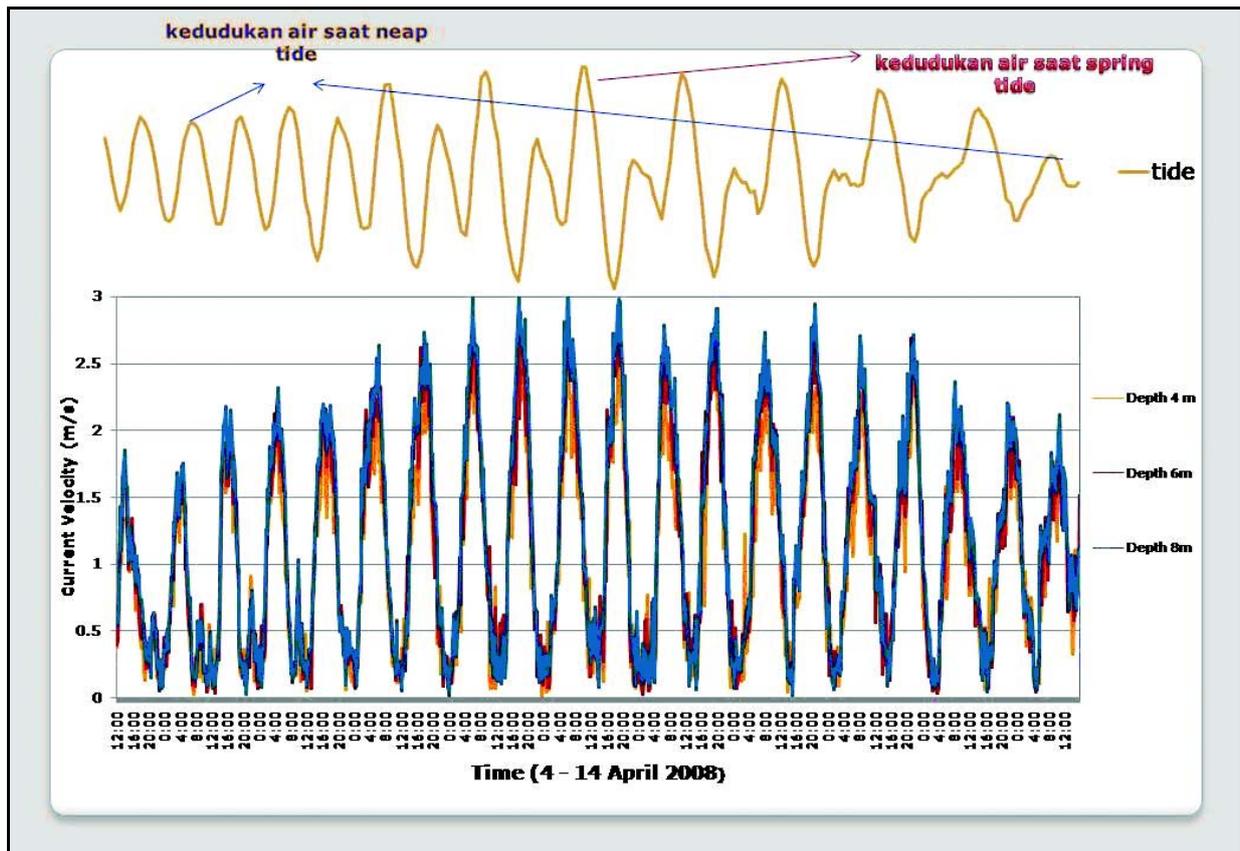
Pengamatan kondisi geologi berupa pengamatan karakteristik pantai untuk mengetahui kondisi morfologi pantai pada lokasi yang akan digunakan untuk menempatkan turbin pembangkit.

Data yang diperoleh dari aktivitas-aktivitas tersebut di atas disajikan sebagai informasi dalam bentuk peta dan non-peta serta disusun dalam bentuk basis data kelautan.

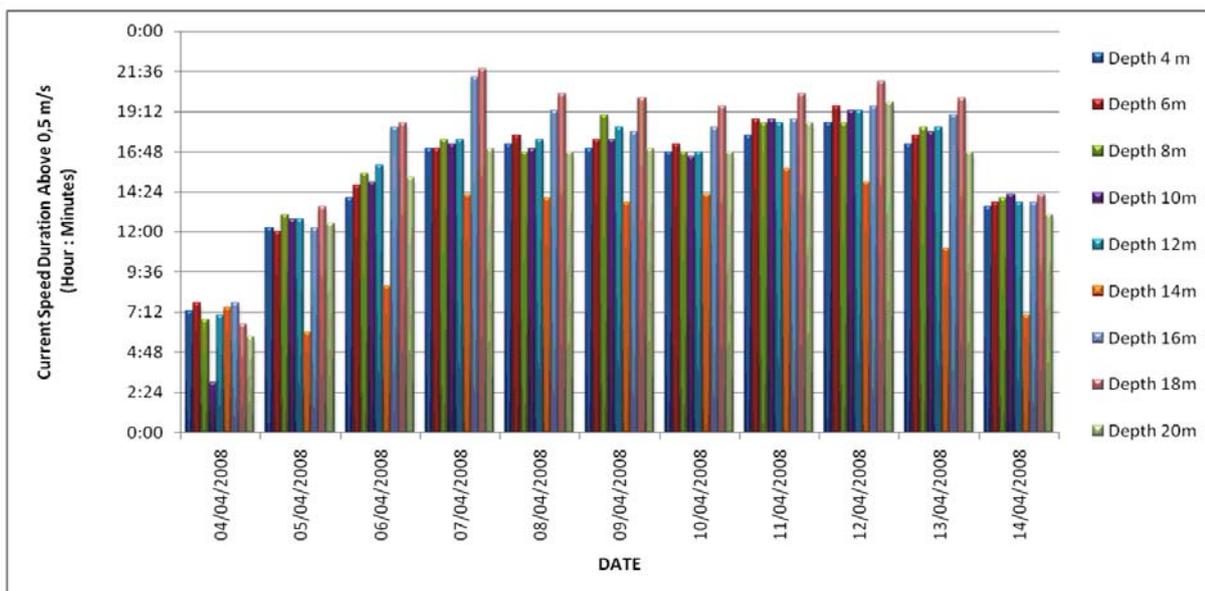
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pola arus laut di daerah Selat Toyopakeh, Nusa Penida (Gambar 2) dari tanggal 4 – 14 April 2008 memperlihatkan bahwa kecepatan arus pasut di atas 0.5 m/detik mempunyai durasi waktu antara 5 jam sampai 20 jam dalam waktu 24 jam dengan kecepatan antara 0.5 m/det – 3.28 m/det (Yuningsih, dkk., 2008). Saat kondisi Neap Tide (surut perbani) durasi waktu kecepatan arus di atas 0.5 m/det berkisar antara 5 – 8 jam sedangkan saat Spring Tide (pasang purnama) mempunyai durasi waktu berkisar antara 12 – 20 jam. Kondisi ini erat kaitannya dengan tipe pasang surut di lokasi ini, yaitu tipe semi diurnal (dua kali kejadian pasang dan dua kali kejadian surut dalam waktu 24 jam). Grafik durasi waktu kecepatan arus di atas 0.5 m/det di perairan Selat Toyopakeh dapat dilihat pada Gambar 3. Kecepatan arus maksimum pada saat neap tide 2.46 m/det dan saat spring tide 3.29 m/det. Dengan memasukan nilai kecepatan tersebut pada rumus rapat daya, maka nilai rapat daya maksimum yang dihasilkan adalah sebesar 8.08 kW/m<sup>2</sup> pada saat kondisi neap tide dan 19.32 kW/m<sup>2</sup> pada saat kondisi spring tide. Dengan asumsi penampang turbin 40 m<sup>2</sup> dan koefisien 0.5 maka daya listrik yang dihasilkan berkisar antara 150 kW – 350 kW.

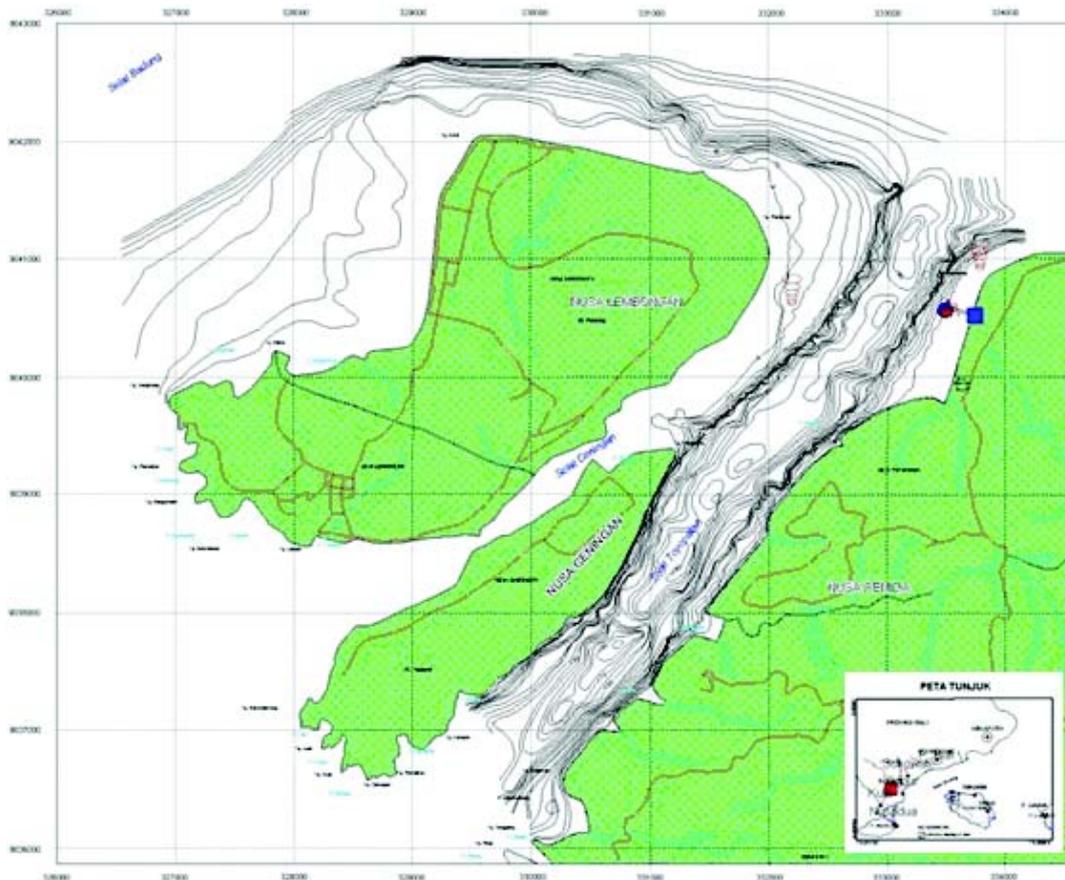
Kondisi arus di sekitar perairan Nusa Penida sangat dipengaruhi oleh kondisi dasar lautnya, dimana dari peta batimetri (Gambar 4) dan morfologi dasar laut di bagian Selat Toyopakeh (Gambar 5) relatif curam terutama di bagian sisi kiri dan kanan selat dekat garis pantai dengan pola kontur yang sangat rapat sejajar garis pantai dan semakin dalam ke bagian tengah selat membentuk morfologi lembah curam mencapai kedalaman 200 meter sampai ke selatan (Yuningsih, dkk., 2008). Pola kontur dipengaruhi oleh adanya cekungan-cekungan dasar laut di bagian tengah selat ditunjukkan dengan pola kontur melingkar tertutup sehingga membentuk morfologi lembah berupa alur memanjang berarah timur laut – baratdaya. Morfologi terjal di kedua sisi Selat Toyopakeh dengan lereng yang tererosi disebabkan oleh pergerakan secara periodik arus pasang surut



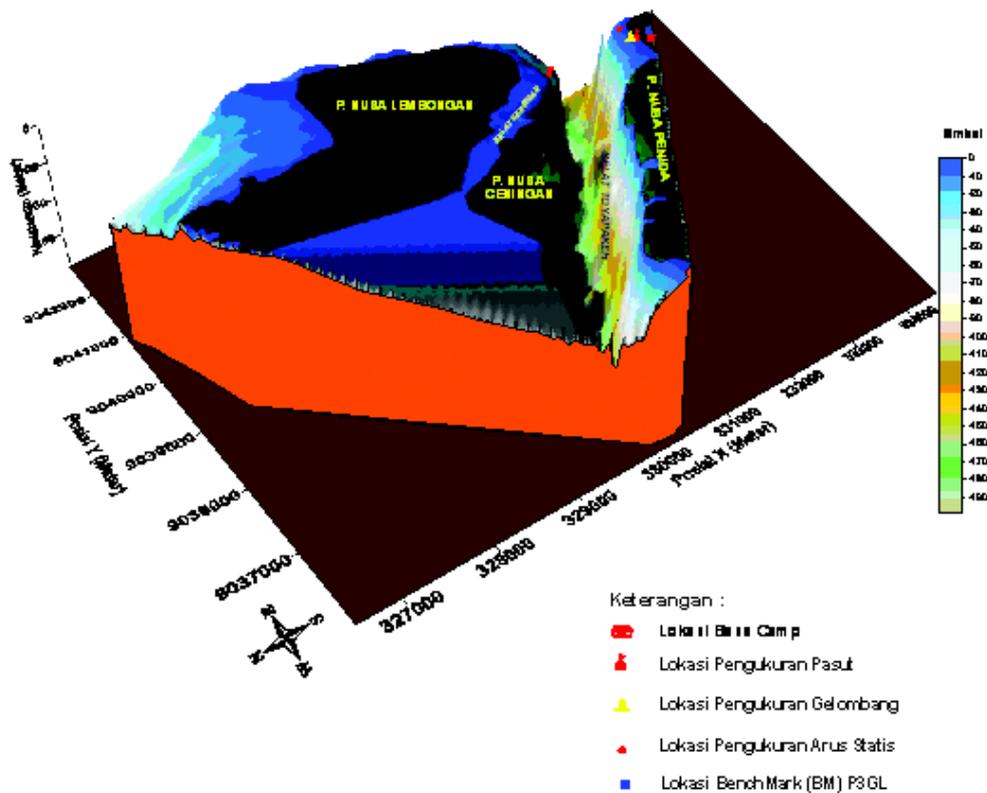
Gambar 2. Kecepatan arus pada kedalaman 4, 6 dan 8 meter dalam kondisi pasang purnama (spring tide) dan surut perbani (neap tide), hasil pengukuran arus di Selat Toyapakeh, Nusa Penida (Yuningsih, dkk, 2008).



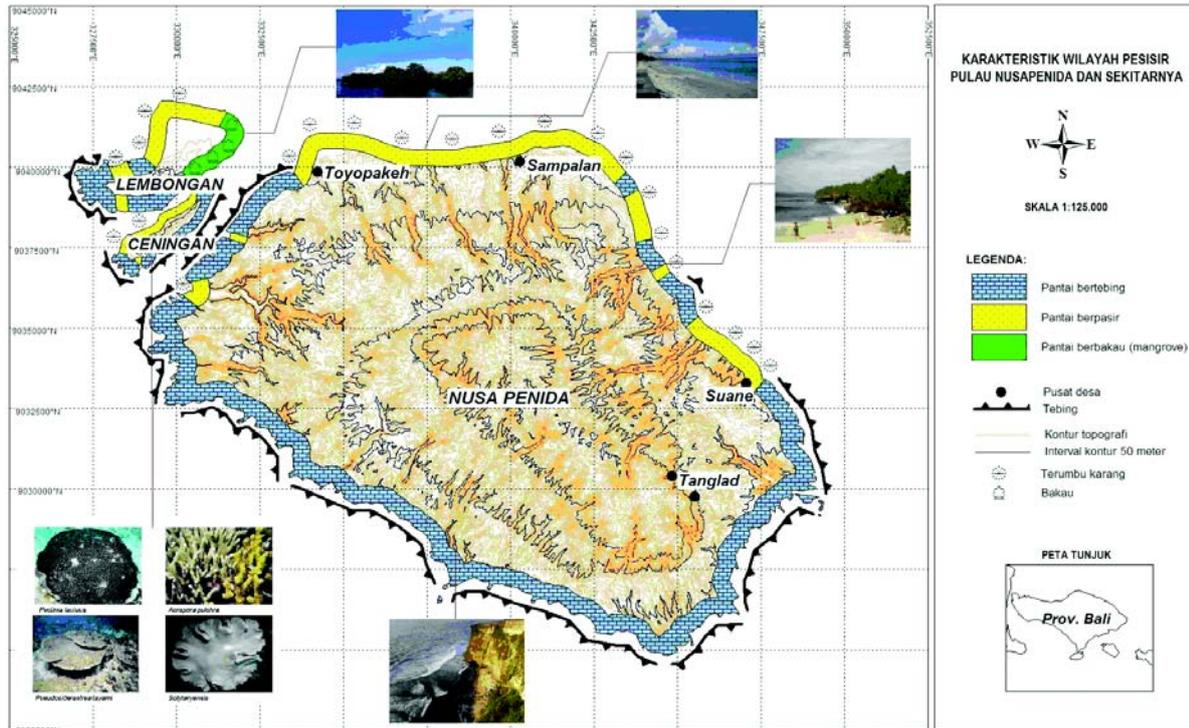
Gambar 3. Grafik durasi kecepatan arus di atas 0.5 m/det (Yuningsih, dkk.,2008)



Gambar 4. Peta batimetri Selat Toyopakeh, Nusa Penida



Gambar 5. Gambaran 3 dimensi morfologi dasar laut di Selat Toyopakeh - Nusa Penida, Bali



Gambar 6. Peta karakteristik wilayah pesisir Pulau Nusa Penida dan sekitarnya

dan arus global (Arlindo) yang sangat kuat melalui selat, sedangkan morfologi lembah memanjang selat menunjukkan bahwa tatanan geologi bawah dasar laut sangat berkaitan dengan periode aktifitas tektonik yang berkembang di daerah penelitian.

Secara umum morfologi kawasan pesisir di pulau Nusa Penida, Nusa Lembongan dan Nusa Ceningan adalah pantai bertebing, karakter pantai ini menempati hampir 70 % dari ketiga pulau tersebut (Gambar 6). Khususnya di kawasan pesisir selatan Nusa Penida, selatan Nusa Lembongan dan tenggara Nusa Ceningan. Sedangkan kawasan pantai berpasir dengan morfologi landai ditemukan tersebar di kawasan pesisir utara, di kawasan dermaga desa Toyopakeh memanjang hingga ke kawasan pesisir timur Desa Suane menerus hingga Desa Semaye dan di kawasan pantai timur Pulau Lembongan. Bentuk kawasan pantai dengan morfologi landai dengan sudut antara  $2^{\circ}$  hingga  $3^{\circ}$  dimanfaatkan masyarakat sebagai kawasan pemukiman dan budidaya rumput laut.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian potensi energi arus laut sebagai pembangkit energi baru terbarukan di daerah Selat Toyopakeh dapat disimpulkan bahwa daerah ini cukup potensial dan memenuhi syarat untuk penempatan turbin pembangkit listrik tenaga arus laut.

Kecepatan arus pasang-surut di perairan Toyopakeh umumnya lebih kecil dari 1,5 m/det. Tapi pada kondisi tertentu kecepatannya bisa mencapai 2,5 – 3,0 m/det bahkan lebih besar dari 3,0 m/det. Kecepatan arus maksimum umumnya terjadi pada kondisi air pasang purnama dengan arah relatif ke utara, sedangkan kondisi kecepatan arus minimum biasanya pada saat surut perbani dengan arah relatif ke selatan.

Lokasi arus maksimum hasil pemodelan dengan validitas data lapangan umumnya terletak pada selat menyempit dan mendangkal.

Berdasarkan kondisi morfologi pesisir dan dasar laut di daerah penelitian maka pemilihan lokasi penempatan turbin arus umumnya pada lokasi dengan morfologi relatif landai dengan kedalaman  $\pm 20$  meter, jarak dari lokasi ke

perumahan penduduk tidak terlalu jauh dan masih dilalui arus cukup kuat.

Hasil perhitungan konversi energi arus laut menjadi energi listrik berdasarkan data arus di selat Toyopakeh sebesar 150 - 350 kw.

#### ACUAN

Purbo Hadiwidjojo, M.M., Samodra, H., dan Amin, T.C., 1989. *Peta Geologi Bersistem Indonesia Lembar Bali, Nusatenggara, Skala 1 : 250.000*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung

Hadi, S., 2006. *Studi dan Pemetaan Potensi Energi Bayu dan Arus Laut untuk Pembangkit Listrik Ramah Lingkungan di Indonesia*. Laporan Akhir Riset Unggulan, LP3M ITB, Bandung

Supriyo, T., Rachmayani, R., Atmanagara, G., Nining, S., Ningsih. 2006. *Marine Current Potential Energi for Environmental Friendly Electricity Generation in Bali, Lombok and Makassar Straits*. Oceanography Study Program, ITB, Bandung

Yuningsih, A., Masduki, A., Rachmat, B., Prijantono, A., 2008. *Penelitian Potensi Energi Arus Laut sebagai Pembangkit Listrik bagi Masyarakat Pesisir di Selat Badung, Nusa Penida Bali*, Puslitbang Geologi Kelautan Bandung, Tidak dipublikasi.

