

**PEMETAAN BATIMETRI PERAIRAN ANYER, BANTEN MENGGUNAKAN  
MULTIBEAM ECHOSOUNDER SYSTEM (MBES)**

**Maharanni Catherinna, Petrus Subarjo, Alfi Satriadi\***

Program 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

Email: petrussubarjo@gmail.com; satriad\_as@yahoo.co.id

**Abstrak**

Perairan Anyer, Banten merupakan salah satu perairan Indonesia yang berada di sebelah barat Pulau Jawa dan berbatasan langsung dengan Selat Sunda. Perairan Anyer akan dijadikan proyek awal rencana pembangunan Jembatan Selat Sunda yang menghubungkan antara Pulau Jawa dan Sumatera. Perairan Anyer memerlukan adanya pengamatan mengenai kedalaman laut dan bentuk morfologinya sehingga dapat menunjang berbagai kegiatan di kawasan ini.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kedalaman laut (batimetri) dan analisis morfologi dasar di perairan Anyer. Kegiatan survey batimetri merupakan suatu kegiatan yang digunakan untuk mendapatkan hasil kedalaman. Untuk mendapatkan hasil kedalaman laut dilakukan metode pemeruman, yaitu penggunaan gelombang akustik untuk pengukuran bawah air dengan menggunakan alat *multibeam echosounder*. Hasil kedalaman laut kemudian dikoreksi dengan menggunakan data pasang surut dan datum vertikal. Dari data beda tinggi dan kelerengan, diklasifikasikan berdasarkan klasifikasi morfologi van Zuidam yang dibagi menjadi 6, yaitu datar, landai, bergelombang, curam, sangat curam, dan terjal.

Hasil penelitian ini diperoleh tipe perairan pasang surut Perairan Anyer, Banten adalah campuran condong ke harian ganda. Kedalaman perairan pada daerah penelitian berkisar antara 22 hingga 39 meter. Morfologi dasar laut pada daerah penelitian termasuk ke dalam kategori datar, landai, dan bergelombang dengan nilai kelerengan yaitu berkisar antara 0,25 % hingga 9,86 %.

**Kata kunci:** Batimetri, Morfologi Dasar Laut, Perairan Anyer.

**Abstract**

Anyer Waters, Banten, is located in Sunda Strait, West Java. Anyer Waters is to be included in the Sunda Strait bridge initial project, therefore, it is needed to do observations about the bathymetry and the seabed morphology of the waters so as to support this activities.

The purpose of this research is to determine the bathymetry and to analyze the seabed morphology of Anyer Waters. A bathymetry survey is an activity of collecting seabed depth data. The method used to obtained seabed depth data is sounding method, using acoustic waves to conduct underwater measurements with the help of multibeam echosounder. The seabed depth data was then corrected by using tide data and vertical datum. From seabed's different depth and slope, according to van Zuidam, seabed morphology can be classified in six parts i.e. flat, ramps, wavy, steep, very steep, and precipitous.

The result of this research showed that in Anyer Waters, the tide is included in mixed tide prevailing semi-diurnal type. The depth of the research area ranged within 22-39 metres. The seabed morphology of the research area was included in flat, ramps, and wavy with 0,25-9,86% slope.

**Keywords:** Seabed Morphology, Bathimetry, Anyer Waters

## 1. Pendahuluan

Geomorfologi adalah ilmu yang mempelajari tentang bentuk permukaan bumi serta proses-proses yang berlangsung terhadap permukaan bumi sejak bumi terbentuk sampai sekarang (Yosi, dkk, 2012). Mempelajari asal (terbentuknya) topografi sebagai akibat dari pengikisan (erosi) elemen-elemen utama, serta terbentuknya material-material hasil erosi, pengklasifikasian relief bumi. Van Zuidam (1983) membagi morfologi menjadi enam (6) berdasarkan beda tinggi dan persentase sudut lereng, yaitu: datar, landai, bergelombang, curam, sangat curam, dan terjal.

Perairan Anyer merupakan perairan yang berada di sisi barat pulau Jawa, yang berbatasan langsung dengan Selat Sunda dan telah banyak dimanfaatkan sebagai kawasan wisata maupun sebagai proyek awal pembuatan jembatan Selat Sunda. Kegiatan seperti ini dibutuhkan penelitian kedalaman laut (batimetri) dan analisis morfologi dasar di Perairan Anyer.

Untuk dapat mengetahui kedalaman laut dan menganalisa morfologi maka dibutuhkan informasi atau mengetahui kedalaman laut (batimetri) di Perairan Anyer sehingga dilakukan survei batimetri. Survei batimetri adalah proses penggambaran dasar perairan, dimulai dari pengukuran, pengolahan, hingga visualisasi dasar perairan (Poerbandono dan Djunasjah, 2005). *Multibeam Echosounder* memiliki prinsip yang sama dengan *single beam*, namun jumlah *beam* yang dipancarkan lebih dari satu pancaran. Pola pancarannya melebar dan melintang terhadap badan kapal. Jika kapal bergerak maju, hasil sapuan *multibeam* tersebut menghasilkan suatu luasan yang menggambarkan permukaan dasar laut (L-3 Communications SeaBeam Instruments, 2000). Data batimetri tersebut kemudian akan diklasifikasikan berdasarkan keadaan morfologi lautnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kontur batimetri dan morfologi Perairan Anyer

## 2. Materi dan Metode Penelitian

### A. Materi

Materi yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer meliputi data hasil pemeruman dengan menggunakan *Multibeam Echoounder System* (MBES) dan data pasang surut selama 4 hari. Sedangkan, untuk data sekunder yaitu data yang digunakan sebagai penunjang data primer, yaitu data prediksi pasang surut bulan Desember 2013 dari Dinas Hidro-Oseanografi (DISHIDROS) dan peta Lingkungan Perairan Indonesia Merak publikasi BIG edisi tahun 1999.

### B. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang bersifat eksploratif, dan bertujuan untuk menggambarkan keadaan atau status fenomena. Penelitian survey merupakan bagian dari metode penelitian deskriptif dimana pemecahan masalah berdasarkan data-data, menyajikan data, menganalisis, dan menginterpretasi sehingga diperoleh pemecah masalah secara sistematis dan faktual yang bersifat komperatif dan korelatif.

#### Pasang Surut Air Laut

Data pasang surut didapatkan secara langsung dengan menggunakan palem pasut selama 4 hari dengan selang waktu pencatatan 30 menit secara kontinyu dan simultan (11-14 Desember 2013). Metode *Admiralty* digunakan untuk menganalisis data pasang surut guna memperoleh nilai MSL, LLWL, HHWL, dan tipe perairan. Metode *Admiralty* akan menghasilkan komponen-komponen pasang surut sehingga dapat didapatkan nilai yang dicari. Rumus yang digunakan menurut Pariwono dalam Ongkosongo (1989) adalah sebagai berikut:

1. MSL (*Mean Sea Level*)  

$$MSL = A(So)$$
2. LLWL (*Lowest Low Water Level*)  

$$LLWL = A(So) - [ A(M2) + A(S2) + A(N2) + A(K1) + A(O1) + A(P1) + A(K2) + A(M4) + A(MS4) ]$$
3. HHWL (*Highest High Water Level*)  

$$HHWL = A(So) + [ A(M2) + A(S2) + A(N2) + A(K1) + A(O1) + A(P1) +$$

$$A(K_2) + A(M_4) + A(MS_4)]$$

Kemudian, ditentukan pula tipe pasang surut pada lokasi penelitian tersebut dengan menggunakan persamaan:

$$F = \frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2}$$

dimana: F adalah nilai Formzhal

$K_1$  dan  $O_1$  adalah konstanta pasut harian utama

$M_2$  dan  $S_2$  adalah konstanta pasut ganda utama

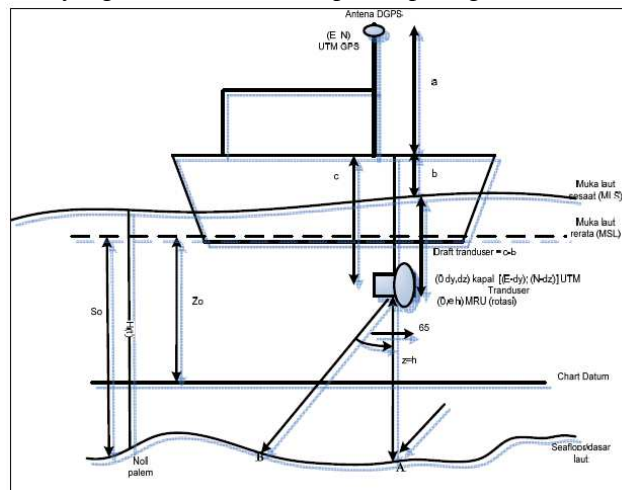
### Batimetri

Pengambilan data pemeruman diambil dengan menggunakan alat *multibeam echosounder* dengan tipe Teledyne Reason (400kHz – 512kHz). Pengambilan data pemeruman dilakukan selama 1 hari, yaitu pada tanggal 13 Desember 2013. Data batimetri yang diperoleh dibutuhkan koreksi data hasil pemeruman guna menghapus kesalahan data hasil pemeruman atau nilai-nilai yang error. Data pemeruman diolah dengan menggunakan *software* CARIS dengan modul HIPS and SIPS untuk dilakukan koreksi terhadap pasang surut, yaitu dengan nilai *chart datum* atau  $Z_0$  hasil prediksi pasang surut dan koreksi data *sound velocity profile*. Menurut Soeprapto (2001) data yang telah dikoreksi kemudian dikonversi sehingga akan mendapatkan nilai xy (titik koordinat) dan z (kedalaman).

Koreksi yang dilakukan antara lain :

- Koreksi ukuran kedalaman (koreksi cepat rambat akustik);
- Kedudukan transduser;
- Koreksi draft transduser (diagram kapal);
- Koreksi pergerakan kapal (HPR);
- Koreksi pasang surut; dan lain-lain.

Reduksi kedalaman laut yang secara visual ditampilkan pada gambar 1.



Gambar 1. Reduksi Kedalaman Laut (Sasmita, 2008)

### Keterangan:

Posisi kapal secara global didapat dari GPS yaitu  $(E, N)_{UTM}$  kemudian diukur *offset* statik antara transduser atau MRU dalam hal ini terhadap kapal maupun antenna GPS serta muka laut sesaat (a, b, c) sehingga di dapat draft transduser yaitu c-d

Posisi transduser saat pengambilan data yaitu  $(0, dy, dz)$  serta posisi MRU  $(0, e, h)$  setelah pengaruh rotasi dalam hal ini adalah  $z = h$  (telah terkoreksi rotasi)

Maka reduksi kedalaman yang diperoleh adalah:

Sehingga titik kedalaman pada dasar laut yang ditentukan pada multibeam bergantung terhadap draft transduser (c-d), reduksi pasut ( $Z_0$ ), beda fase ( $\Delta t$ ) yang mempengaruhi kedalaman dengan resolusi sudut beam tertentu

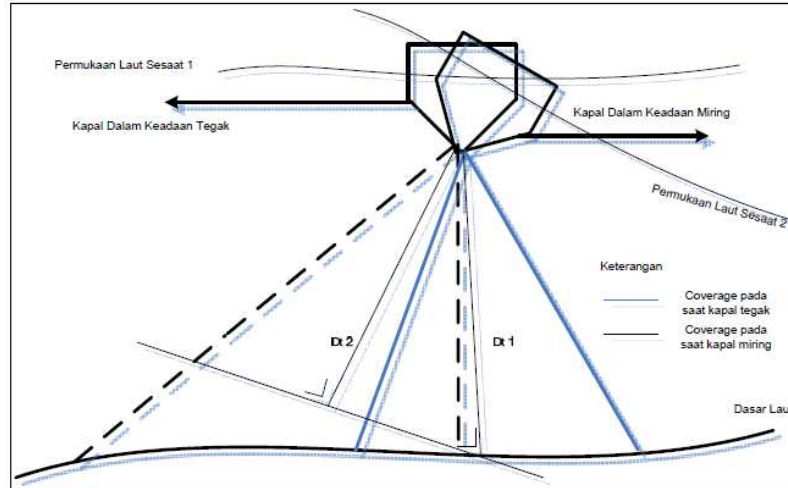
$$h = \frac{1}{2} v \overline{\Delta t}$$

Keterangan:

Berdasarkan prinsip multibeam digunakan jika yang dipancarkan dan dipantulkan itu tegak lurus. Jika beam memiliki beda fase ( $\Delta t$ ) tertentu dengan resolusi sudut beam yang berbeda maka  $h$  (kedalaman) dalam hal ini merupakan bukan kedalaman yang diinginkan (tapi  $h$  miring) sehingga harus dikoreksi yaitu:

$$\bar{h} = \frac{1}{2} v \overline{\Delta t} \cdot \cos(n \cdot \theta)$$

dengan  $n$  adalah beam ke- $n$   
Seperti pada gambar 2, berikut



Gambar 2. Reduksi Kedalaman Akibat Kapal Bergerak (Sasmita, 2008)

Terjadi perubahan kedalaman terhadap titik kedalaman dasar laut yang diakibatkan posisi pengambilan data yang tidak tepat (kapal dalam keadaan miring karena permukaan air yang dinamik) sehingga beda fase yang didapat adalah  $\Delta t_2$ , sedangkan beda fase yang harus diperoleh dari  $\Delta t_1$  sehingga akan diperoleh data kedalaman yang tepat dari transduser. Kemudian data tersebut dikoreksi terhadap data ukuran transduser ( $c-d$ ) serta koreksi pasut ( $Z_0$ ).

Maka 
$$h_{\text{koreksi}} = \bar{h} + (c - d) - (Z_0)$$
 (Sasmita, 2008)

### Kemiringan Lereng

Pengklasifikasian nilai kemiringan lereng didasarkan kepada klasifikasi lereng dan panjang lereng oleh van Zuidam (1983) (Lihat Tabel 1 dan 2).

Tabel 1. Klasifikasi kelas lereng van Zuidam (1983)

| Kelas Lereng | Slope (%) | Keterangan   |
|--------------|-----------|--------------|
| I            | 0 - 2     | Datar        |
| II           | 2 - 7     | Landai       |
| III          | 7 - 15    | Bergelombang |
| IV           | 15 - 25   | Curam        |
| V            | 25 - 45   | Sangat Curam |
| VI           | >45       | Terjal       |

Kemiringan dasar laut diperoleh dengan menghitung kemiringan (*slope*) menggunakan peta kontur batimetri dari hasil pengolahan data batimetri. Perhitungan kemiringan dasar laut menggunakan rumus menurut Yosi, dkk (2012) sebagai berikut:

$$\tan \alpha = \Delta H / L \quad (3)$$

Keterangan :

- $\alpha$  : besarnya sudut ( $\circ$ ) kemiringan dasar laut (*slope*)
- $\Delta H$  : elevasi yang diperoleh antara dua kontur batimetri (m)

L : jarak horizontal (tegak lurus) antara kedua garis kontur batimetri (m)

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### A. Hasil

##### Pasang Surut Air Laut

Data pasang surut 15 hari diperoleh dari DISHIDROS TNI AL dianalisis menggunakan metode *Admiralty*. Perhitungan dengan menggunakan nilai – nilai komponen pasut tersebut akan didapatkan nilai Tinggi Muka Air Rata – rata (Mean Sea Level), Air Rendah (Low Water Level), Air Tinggi (High Water Level), Muka Surutan (Zo). Hasil perhitungan disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

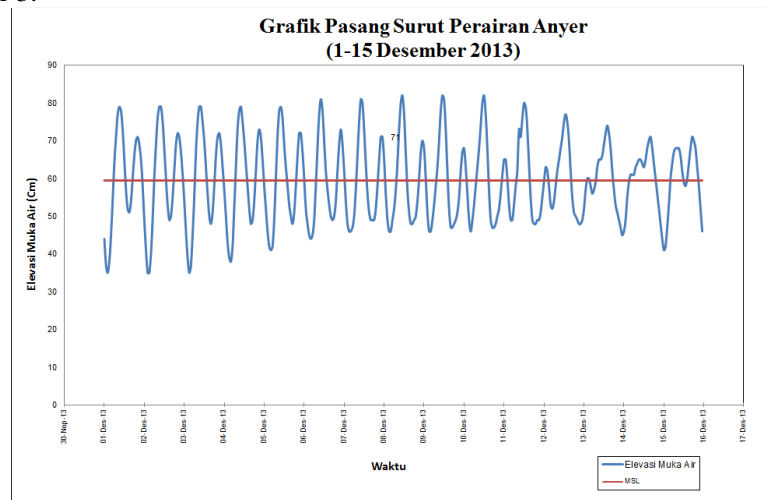
Tabel 2. Hasil analisis konstanta harmonik pasang surut dengan metode *Admiralty*.

| Konstanta | A (m) | g (°)  |
|-----------|-------|--------|
| S0        | 59,48 |        |
| M2        | 11,25 | 226,00 |
| S2        | 10,28 | 300,39 |
| N2        | 4,68  | 24,70  |
| K1        | 6,05  | 175,52 |
| O1        | 2,77  | 274,25 |
| M4        | 1,92  | 27,64  |
| MS4       | 1,13  | 184,34 |
| K2        | 2,77  | 300,39 |
| P1        | 2,00  | 175,52 |

Tabel 3. Nilai-nilai elevasi penting hasil pengolahan data pasang surut dengan metode *Admiralty*.

| Keterangan | Elevasi (cm) |
|------------|--------------|
| MSL        | 59,48        |
| Zo         | 30,311       |
| LWL        | 35           |
| HWL        | 82           |

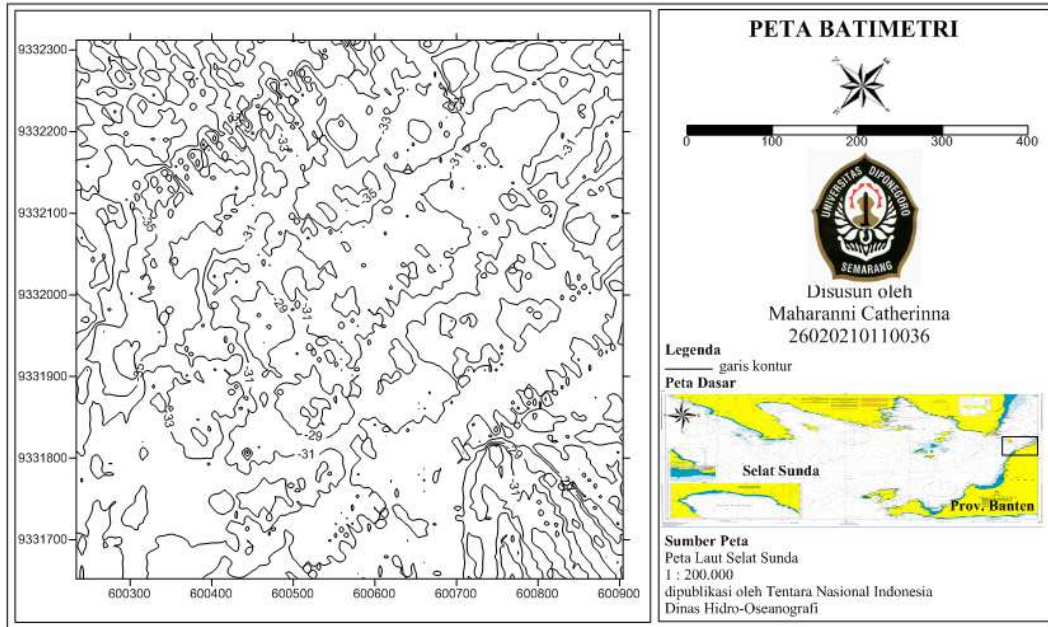
Bilangan Formzahl yang diperoleh dari hasil analisa komponen harmonik pasang surut sebesar 0,409 yang menunjukkan bahwa tipe pasang surut di perairan Anyer, Banten adalah bertipe campuran dengan tipe ganda yang menonjol (*mixed semi diurnal*). Grafik pasang surut disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Ketinggian Pasang Surut Perairan Anyer, Banten.

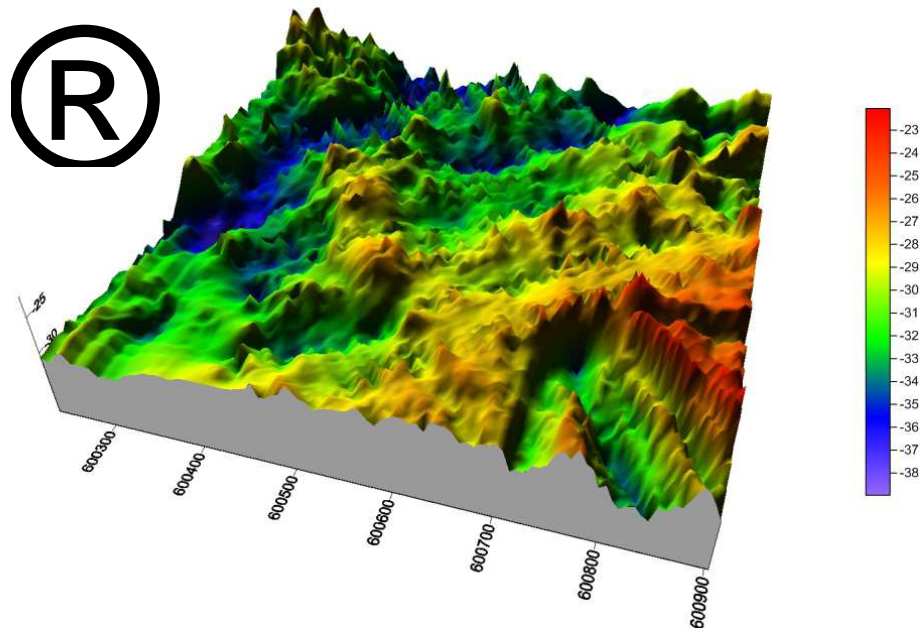
Batimetri

Hasil pengukuran batimetri data yang telah terkoreksi, kemudian menghasilkan data kedalaman yang akurat. Data kedalaman akurat tersebut diinterpolasi dengan menggunakan metode *Krigging* dengan bantuan *software Surfer 12*. Angka-angka yang terdapat pada garis kontur merupakan angka-angka yang menunjukkan kedalaman perairan dalam satuan meter. Peta batimetri ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta Batimetri di Perairan Anyer, Banten Menggunakan *Surfer 12*  
Morfologi Dasar Laut 3D

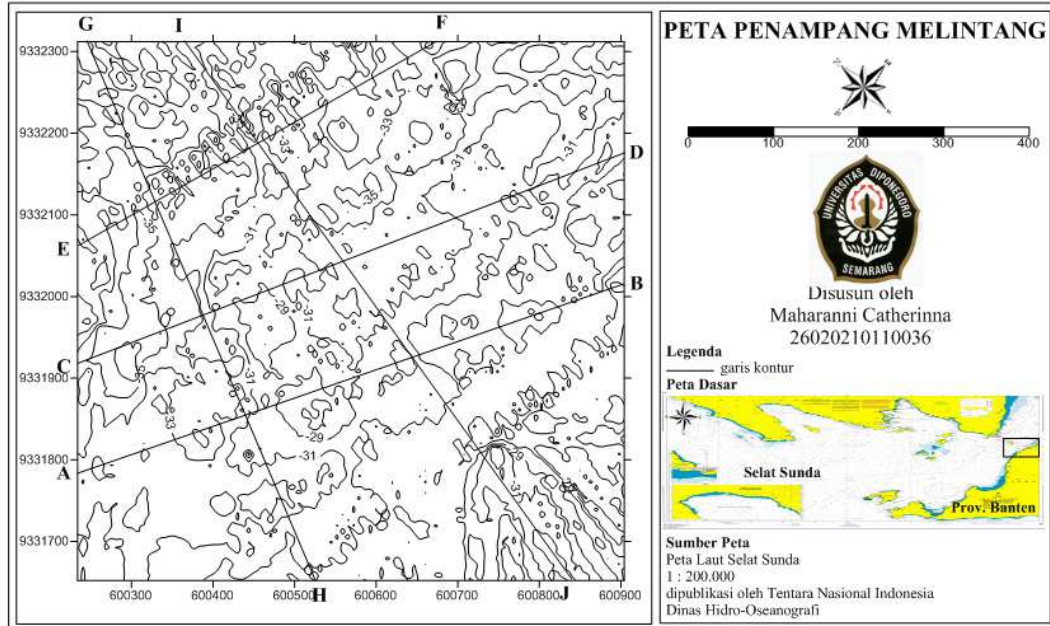
Model 3D merupakan hasil pengolahan data batimetri yang dibuat dengan menggunakan *software Surfer 12*. Tujuan dibuatnya model 3D yaitu untuk menganalisa dan mengetahui morfologi permukaan dasar laut (*seabed surface*). Hasil model 3D ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Model Morfologi Dasar Laut 3D Perairan Anyer, Banten

Penampang Melintang Morfologi Dasar Laut

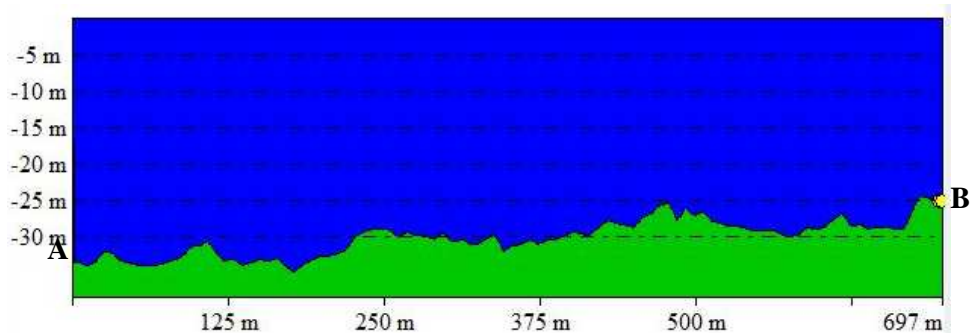
Penampang melintang morfologi dasar laut dibuat menggunakan software Global Mapper 13. Penampang melintang morfologi dasar laut dibuat untuk mengetahui bentuk morfologi dasar laut pada lokasi penelitian. Lokasi penelitian dibagi ke dalam lima bagian penampang melintang, seperti terlihat pada Gambar 6.

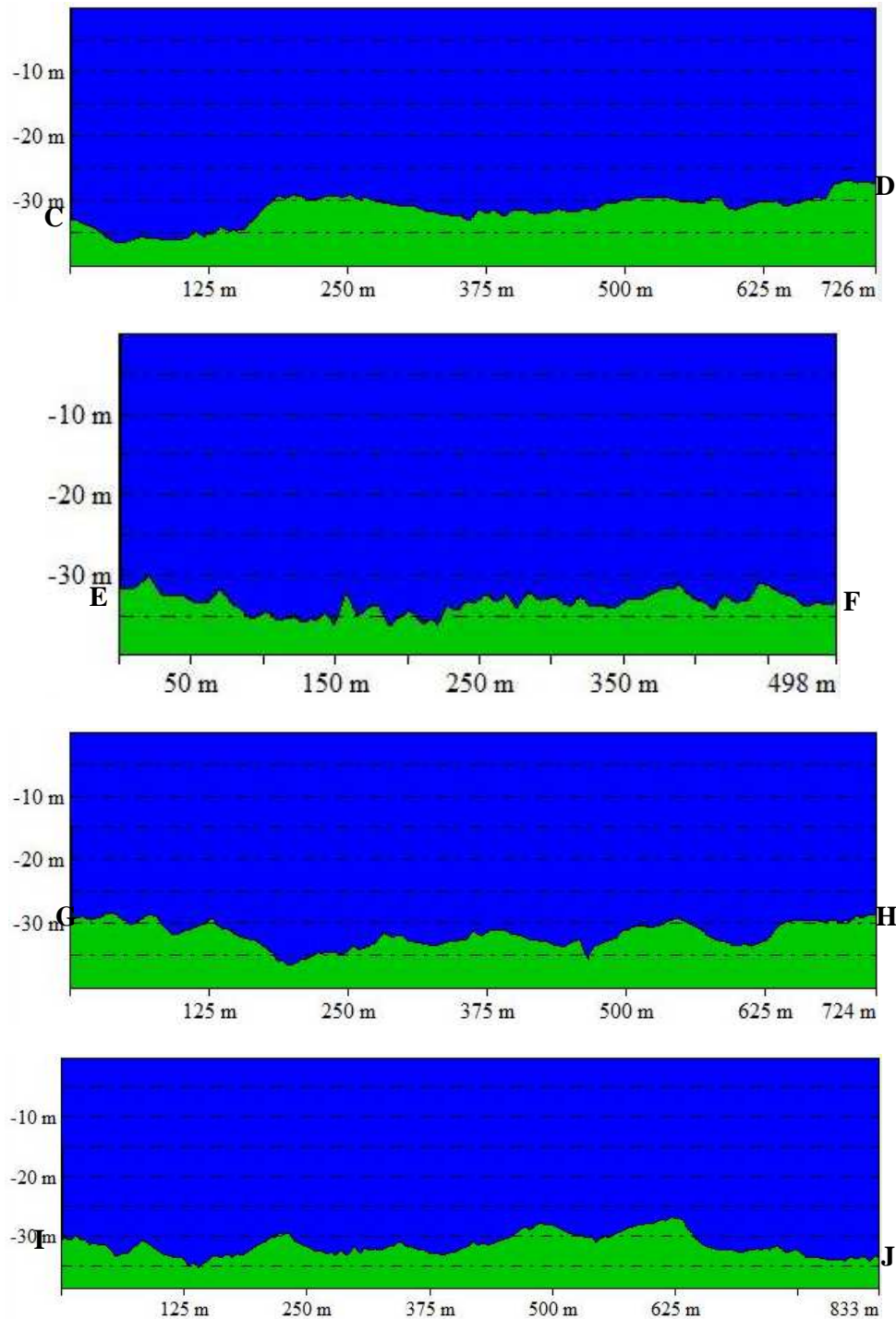


Gambar 6. Peta Pembagian Penampang Melintang Lokasi Penelitian.

Dasar dari penarikan garis penampang adalah untuk menganalisis morfologi dasar laut pada daerah penelitian, sehingga akan nampak roman-roman bentuk permukaan dasar laut. Pemilihan letak garis penampang didapat dari interpretasi yang diperkirakan telah mewakili morfologi dasar laut pada daerah penelitian.

Hasil dari tiap penampang melintang memiliki bentuk morfologi yang berbeda-beda, seperti yang terlihat pada gambar berikut.





**Pembahasan**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedalaman perairan pada lokasi penelitian berkisar antara kedalaman 22 hingga 39 meter. Hasil kedalaman ini telah dikoreksi dengan hasil pengamatan pasang surut dan *sound velocity profile*. Tipe perairan pasang surut pada daerah penelitian yaitu campuran condong ke harian ganda. Kedalaman (batimetri) di suatu perairan dapat berubah-ubah setiap waktu mengikuti perubahan ketinggian muka laut (*sea level*



*changes*), maka diperlukan adanya pengukuran kedalaman (batimetri) yang aktual. Berdasarkan peta batimetri menunjukkan adanya garis-garis kontur rapat dan kurva tertutup. Kontur rapat berarti adanya perbedaan kedalaman yang berada pada posisi yang berdekatan, sedangkan kurva tertutup berarti terdapat cekungan. Model 3D morfologi dasar laut menampakan bahwa permukaan dasar laut tidak rata, adanya perbedaan kedalaman yaitu berupa cekungan ataupun permukaan dasar laut yang lebih tinggi. Berdasarkan hasil pengukuran kedalaman laut yang telah dianalisis yaitu pada perairan yang berjarak sekitar 25 meter dari pantai memiliki morfologi permukaan dasar laut dengan klasifikasi datar, landai, dan bergelombang. Kategori datar pada lokasi penelitian berkisar antara 0% hingga 1,76%; untuk kategori landai pada lokasi penelitian berkisar antara 2,04% hingga 5,51%; dan untuk kategori bergelombang pada lokasi penelitian berkisar antara 7,34% hingga 9,17%.

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis morfologi di Perairan Anyer, Banten dapat disimpulkan bahwa:

Kedalaman perairan lokasi penelitian berkisar antara 22 hingga 39 meter, dengan luas perairan 261.437,09 m<sup>2</sup>. Morfologi permukaan dasar laut pada lokasi penelitian termasuk ke dalam kategori datar, landai, dan bergelombang dengan nilai kelerengan yaitu berkisar antara 0 % hingga 9,71 %.

### **Daftar Pustaka**

- L-3 Communications SeaBeam Instruments. 2000. Multibeam Sonar Theory of Operation. 141 Washington Street. East Walpole, MA 02032-1155
- Ongkosongo, Otto S.R. 1989. Pasang Surut. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Jakarta.
- Poerbandono dan Djunasjah. 2005. Survei Hidrografi. Refika Aditama, Bandung.
- Sasmita, D. K., 2008, Aplikasi Multibeam Echosounder (MBES) untuk Keperluan Batimetrik. Skripsi, Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Soeprapto. 2001. Survei Hidrografi. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Van Zuidam, R.A., 1983. *Guide to Morphological Aerial Photographic Interpretation and Mapping*, ITC, Enschede, the Netherlands.
- Yosi, M, K. Budiono, P. Astjario, N. Nurdin, S.Lubis dan J. Godjali. 2012. Geomorfologi Dasar Laut Perairan Gugusan Pulau Kotok, Kepulauan Seribu, Jakarta. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, Bandung.