
**STUDI BATIMETRI DAN BERKURANGNYA DARATAN DI WILAYAH
PERAIRAN DESA MAYANGAN KABUPATEN SUBANG**

Tegar Ramadhan, Baskoro Rochaddi, Hariadi

Program Studi Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang – 50275. Telp/Fax (024) 7474698

E-mail: tegar.ramadhan@gmail.com, rochaddi@ymail.com, hariadimpi@yahoo.com

ABSTRAK

Pemanfaatan kawasan pantai utara Jawa Barat untuk menunjang kegiatan ekonomi menimbulkan kerusakan pada wilayah pesisir. Kerusakan tersebut meliputi akresi, abrasi, dan penurunan muka tanah serta adanya intrusi air laut. Salah satu kawasan pantai utara yang mengalami kerusakan wilayah pesisir tersebut adalah Kabupaten Subang. Perairan Desa Mayangan merupakan salah satu pantai wisata primadona yang berada di Kabupaten Subang. Namun dengan mundurnya pantai di wilayah Desa Mayangan ini menyebabkan banyak daratan yang hilang. Banyaknya daratan yang hilang di Desa Mayangan menjadikan pengetahuan mengenai kondisi kedalaman perairan terkini diperlukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kedalaman perairan terkini dan berkurangnya luas daratan di wilayah perairan Desa Mayangan, Kabupaten Subang dari tahun 2005 hingga 2016. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 19 April - 03 Mei 2016. Data primer dalam penelitian ini adalah batimetri dan tracking garis pantai. Sedangkan data sekunder meliputi pasang surut, peramalan pasang surut NAO Tide, dan citra Landsat. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif karena data yang digunakan berdasarkan angka – angka yang dianalisis. Hasil penelitian memperlihatkan kedalaman perairan lokasi penelitian berkisar antara 0 - 9 meter dan kedalaman 0 – 1 meter pada daerah yang telah hilang daratannya. Pada tahun 2005 – 2010 terlihat pada citra Landsat terjadi kemunduran garis pantai 20 – 620 meter dengan total daratan yang berkurang seluas 70.55 Ha. Pada tahun 2010 – 2016 terjadi kemunduran garis pantai 75 – 650 meter dengan total daratan yang berkurang seluas 146.24 Ha.

Kata kunci: *Batimetri, Desa Mayangan, Perubahan Garis Pantai*

ABSTRACT

The utilization of the northern coastal region of West Java in support the economic activities is causing damage to coastal areas. The damage includes accretion, erosion by sea water, land subsidence, and the intrusion of seawater. One area of the northern coast of Java who suffered such damage is The District of Subang. Mayangan village waters is one of the favorite beach sites which there in The District of Subang. In accordance the decrease of the beach in the Mayangan Village area, many mainland Mayangan was missing. Therefore, the knowledge about recent bathymetry condition in Mayangan Village is required. The goal's research is to determine the recent of bathymetry and find out reduced land area at Mayangan Village Waters, The District of Subang from years 2005 until 2016. This research conducted on 19th April – 03rd May 2016. Primary data in this research composed of depth and tracking coastline. While secondary data includes tidal, NAO Tide forecasting, and Landsat satellite imagery. The method based on quantitative method because the data consists of analyzed numbers. The result shown that the depth of Mayangan Village amounted to 0 - 9 meter and the mainland were missing about 0 - 1 meter. In 2005 – 2010 seen on Landsat imagery indicated coastline setback about 20 – 620 meter with total land area reduced 70.55 Ha. In 2010 – 2016 indicated coastline setback about 75 - 650 meter with total land area reduced 146.24 Ha.

Keywords : *Bathymetry, Coastline Change, Mayangan Village*

I. Pendahuluan

Jawa Barat merupakan provinsi di Pulau Jawa yang menempatkan sektor perikanan dan kelautan sebagai salah satu kor-bisnis (*bussiness core*) utama di wilayahnya. Pemanfaatan kawasan pantai utara Jawa Barat untuk menunjang kegiatan ekonomi tersebut menimbulkan kerusakan pada wilayah pesisir. Kerusakan tersebut meliputi akresi, abrasi, dan amblesan (penurunan muka tanah) serta adanya intrusi air laut (BAPPEDA Jawa Barat, 2007). Tingkat penurunan tanah di kota - kota pesisir utara Pulau Jawa, menurut Abidin (2005) dalam Prihatno (2012) berkisar antara 1–15 centimeter per tahun. Hal tersebut mengakibatkan berkurangnya wilayah daratan, khususnya di wilayah – wilayah pesisir menjadi sangat potensial. Salah satu kawasan pantai utara yang mengalami kerusakan wilayah pesisir tersebut adalah Kabupaten Subang (Taofiqurohman *et al.*, 2012).

Perairan Desa Mayangan merupakan salah satu pantai wisata primadona yang berada di Kabupaten Subang. Namun dengan mundurnya pantai di wilayah Desa Mayangan ini menyebabkan banyak daratan yang hilang. Kondisi tersebut diperparah dengan banyaknya pembabatan hutan mangrove menjadi area tambak sehingga tidak ada pelindung pantai alami.

Banyaknya daratan yang hilang di Desa Mayangan menjadikan pengetahuan mengenai kondisi profil dasar laut atau kedalaman perairan terkini dan berkurangnya daratan diperlukan. Profil dasar laut dapat diketahui dengan dilakukannya survei batimetri dan berkurangnya daratan dapat diketahui dengan menggunakan teknologi citra satelit secara multi-temporal. Hasil survei batimetri ini dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan alur pelayaran, daerah penangkapan ikan, serta pengembangan di wilayah survei tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kedalaman perairan terkini dan berkurangnya luas daratan di wilayah perairan Desa Mayangan, Kabupaten Subang dari tahun 2005 hingga 2016.

II. Materi dan Metode Penelitian

Materi

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder yang dibedakan berdasarkan sumbernya. Data primer yang dimaksud adalah data yang didapat secara langsung dari pengamatan di lapangan sedangkan data sekunder adalah data yang didapat secara tidak langsung. Data sekunder tersebut dapat diperoleh dari instansi-instansi yang terkait.

Data primer dalam penelitian ini meliputi data tracking garis pantai dan data pengukuran batimetri. Kemudian data sekunder dalam penelitian ini, yaitu peta Rupabumi Indonesia Anjun skala 1 : 25.000 tahun 1999, data pasang surut selama 15 hari yang diperoleh tim penelitian, peramalan pasang surut NAO Tide, dan citra Landsat tahun 2005, 2010, dan 2016. Data sekunder pasang surut yang diperoleh tim penelitian tersebut kemudian digunakan untuk mengkoreksi nilai kedalaman yang terukur sehingga didapatkan nilai kedalaman sebenarnya.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif karena data-data yang digunakan dalam penelitian ini baik input maupun output-nya berupa angka-angka. Kemudian untuk analisis data dilakukan perhitungan-perhitungan (Sugiyono, 2009). Dalam penelitian ini data yang akan dihitung adalah data kedalaman perairan, pasang surut, dan luasan daratan yang berkurang dari tahun 2005 hingga 2016.

Pasang Surut

Pengolahan data pasang surut dilakukan untuk mendapatkan komponen harmonik pasang surut meliputi M2, S2, K1, O1, N2, K2, P1, M4, MS4 dimana metode yang digunakan adalah metode admiralty. Nilai komponen harmonik ini digunakan untuk koreksi batimetri, menghitung tipe pasang surut dan mendapatkan nilai MSL (*Mean Sea Level*) untuk mengkoreksi hasil peramalan NAO Tide.

Peramalan Pasang Surut NAO Tide

Peramalan pasang surut NAO Tide digunakan untuk mengkoreksi kondisi garis pantai pada waktu perekaman citra satelit. Peramalan pasang surut ini diramalkan pada bulan September 2005, Agustus 2010, dan Mei 2016. Peramalan pasang surut NAO Tide menggunakan basis data citra satelit TOPEX dengan resolusi spasial 0,5 derajat. Data ini didapatkan dengan memasukkan nilai waktu dan lokasi koordinat (*Decimal Degree*) wilayah yang akan diramalkan pasang surutnya. Data peramalan pasang surut NAO Tide divalidasi dengan data pengukuran lapangan menggunakan metode persentase model bias (PB). Menurut Huang Ji *et al.* (2013) metode persentase model bias (PB) didefinisikan sebagai berikut :

$$PB = \frac{\sum(D-M)}{\sum D} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

- D = Data pengukuran lapangan
- M = Data model

Batimetri

Pengukuran data kedalaman (batimetri) dilakukan pada tanggal 19 – 23 April 2016. Pemeruman batimetri di lokasi penelitian didasarkan pada SNI 7646-2010 dengan menggunakan tongkat ukur untuk kedalaman dangkal kurang dari 30 cm dan menggunakan *echosounder* Garmin GPS MAP 585 untuk kedalaman lebih dari 30 cm. Pemeruman dalam penelitian ini menggunakan jalur perum utama berjarak 2000 m dan interval setiap perum berjarak 100 m dengan jalur perum silang berjarak 1000 m. Hasil jalur pemeruman dapat dilihat pada gambar 1. Data hasil pemeruman batimetri di lokasi penelitian tidak dapat langsung digunakan. Data-data tersebut harus dikoreksi dahulu dengan menggunakan data pasang surut pada waktu melakukan survei batimetri. Dengan demikian akan didapatkan data kedalaman yang sebenarnya. Menurut Soeprpto (1999) dalam Rinaldy *et al.* (2014) koreksi pasang surut diformulasikan sebagai berikut :

$$rT = (TWL_t - (MSL + Z_0)) \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

- rT = Besarnya koreksi hasil pengukuran kedalaman pada waktu t
- TWL_t = Posisi permukaan laut (*True Water Level*)
- MSL = *Mean Sea Level*
- Z₀ = Kedalaman muka surutan dibawah MSL

Sedangkan untuk menentukan kedalamannya, yaitu :

$$D = dT - rT \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

- D = Kedalaman sebenarnya
- dT = Kedalaman terkoreksi transducer
- rT = Koreksi pasang surut pada waktu t

Data kedalaman sebenarnya yang sudah dikoreksi diolah kedalam perangkat lunak ArcGIS 10.2 dan Surfer 11 untuk selanjutnya diinterpolasikan sehingga dihasilkan peta kontur batimetri, penampang melintang, dan Model 3D. Menurut Noor, D. (2009) persentase lereng adalah perbandingan antara beda tinggi terhadap suatu lereng dengan panjang lereng itu sendiri. Dengan demikian, persentase lereng (% slope) dapat diketahui dengan cara sebagai berikut :

$$\% Slope = \frac{\Delta h}{Jarak} \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

- Δh = nilai beda tinggi dari suatu lereng
- Jarak = panjang lereng

Perubahan Garis Pantai (Berkurangnya Daratan)

Penelitian ini menggunakan citra satelit Landsat sebagai data sekunder untuk mengetahui daratan yang berkurang. Citra satelit yang digunakan, yaitu citra satelit Landsat tahun 2005, 2010, dan 2016. Sebelum diolah dan dianalisis, citra satelit Landsat perlu dilakukan 6 tahapan guna menghasilkan data yang akurat dan sesuai dengan daerah penelitian, yaitu :

1. Koreksi Geometri

Koreksi geometri pada citra satelit dilakukan untuk memperbaiki kesalahan posisi citra satelit terhadap lokasi sebenarnya di permukaan bumi sehingga didapatkan wilayah yang sesuai dengan lokasi sebenarnya (Guntur et al., 2012 dalam Setyawan et al., 2014).

2. Komposit Band dan Penajaman Citra

Pengekstraksian batas antara darat dan laut yang merepresentasikan garis pantai untuk analisis selanjutnya, digunakan teknik komposit band atau kombinasi false color untuk menampilkan batas tiap objek yang akan diamati. Pada Landsat ETM+ digunakan kombinasi false color RGB 453 dan pada Landsat 8 OLI digunakan kombinasi false color RGB 564 (Kasim dan Aziz, 2015).

Penajaman citra digunakan untuk memperjelas perbedaan warna objek-objek pada tampilan citra. Penajaman citra meliputi penajaman kontras (contrast enhancement) yaitu memperbaiki tampilan citra dengan memaksimalkan kontras antara pencahayaan dan penggelapan. Sehingga akan mempermudah interpretasi objek dalam citra satelit tersebut (Yulius dan M. Ramdhan, 2013).

3. Pemotongan Citra (Cropping)

Lokasi penelitian yang terekam dalam citra satelit, perlu dilakukan proses pemotongan citra (cropping) untuk mendapatkan citra digital yang hanya meliputi daerah lokasi penelitian (Rizcanofana, et al., 2013).

4. Digitasi Garis Pantai

Digitasi dimaksudkan untuk mengubah format data raster ke format data vektor. Objek yang didigitasi adalah garis pantai. Seluruh proses digitasi dilakukan dengan teknik on screen digitation (digitasi pada layar monitor) berdasarkan tampilan visual citra (Yulius dan M. Ramdhan, 2013). Digitasi garis pantai dilakukan dengan menggunakan garis-garis (Polyline) dan areal lokasi mana saja yang mengalami

pengurangan daratan (m2 /tahun) (Polygon) (Kasim dan Aziz, 2015). Sehingga akan didapatkan luasan dari berkurangnya daratan di lokasi penelitian.

5. Koreksi Pasang Surut

Garis pantai hasil digitasi dari citra satelit perlu dilakukan koreksi pasang surut untuk mendapatkan kondisi garis pantai yang sama. Dalam penelitian ini acuan garis pantai yang digunakan adalah LLWL (Lowest Low Water Level). Garis pantai LLWL yang didapatkan dihitung menggunakan selisih kondisi elevasi muka air saat perekaman citra terhadap elevasi LLWL dan slope pada lokasi penelitian.

6. Timpang Susun (Overlay)

Garis pantai yang sudah dikoreksi pasang surut dilakukan timpang susun (overlay) untuk mengetahui perubahan-perubahan garis pantai yang terjadi. Selain garis pantai, semua atribut yang meliputi lokasi penelitian pun perlu di overlay sehingga diketahui bahwa data-data tersebut terdapat pada satu lokasi yang sama.

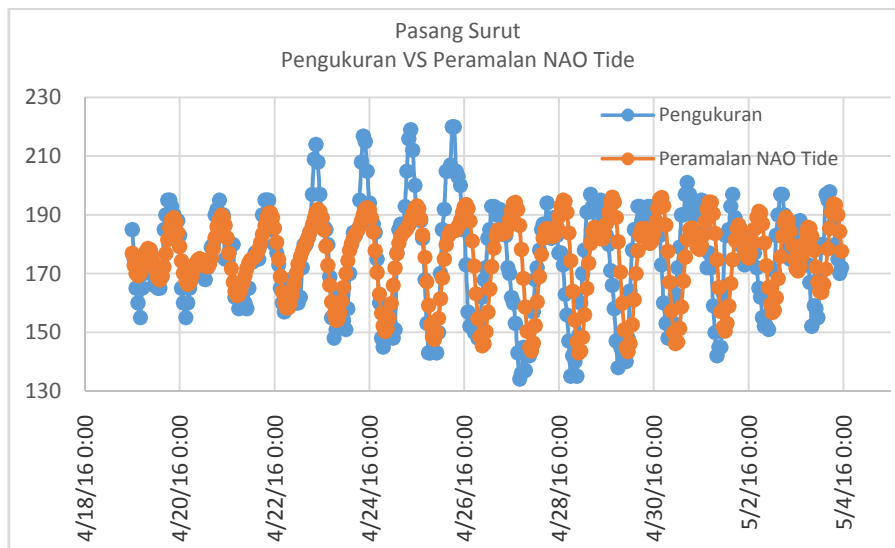
III. Hasil dan Pembahasan

Pasang Surut

Pada lokasi penelitian didapatkan nilai Formzahl sebesar 2,9 (Tabel 1). Nilai tersebut menunjukkan bahwa tipe pasang surut di lokasi penelitian adalah condong harian tunggal dimana fenomena pasang surut yang terjadi lebih dominan harian tunggal, yaitu dalam satu hari dapat terjadi satu kali pasang dan satu kali surut.

Tabel 1. Nilai Elevasi Stasiun Pasang Surut Desa Mayangan

Keterangan	Nilai
Nilai Formzahl	2.9
<i>Lowest Low Water Level</i> (LLWL)	120 cm
<i>Highest High Water Level</i> (HHWL)	231 cm
<i>Mean Sea Level</i> (MSL)	175 cm
Muka Surutan (Z_0)	56 cm



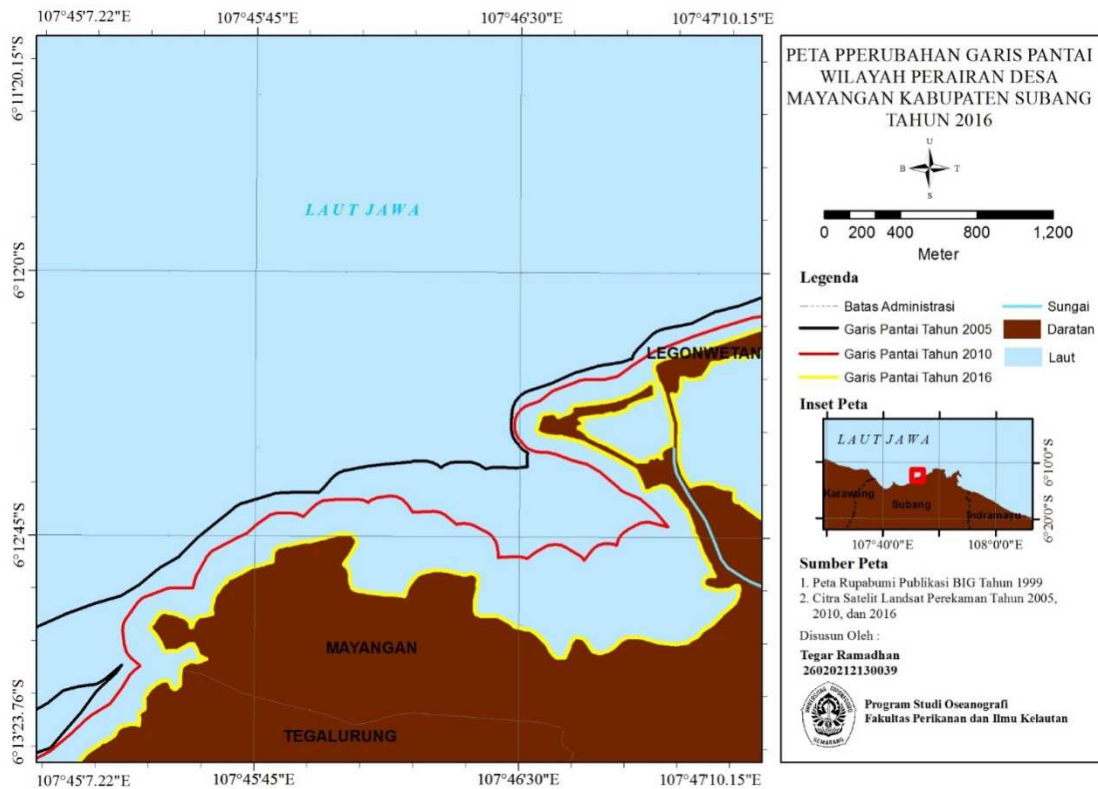
Gambar 1. Grafik Perbandingan Elevasi Pasang Surut Pengukuran dan Peramalan NAO Tide di Lokasi Penelitian

Hasil peramalan pasang surut menggunakan NAO Tide perlu dikoreksi dengan menggunakan MSL (Mean Sea Level) di lokasi penelitian dimana nilai MSL (Mean Sea Level) diasumsikan sama setiap tahunnya. Setelah data peramalan pasang surut NAO

Tide dikoreksi, data tersebut dilakukan validasi dengan menggunakan data pengukuran pasang surut di lokasi penelitian sehingga data peramalan tersebut dapat diterima kebenarannya. Grafik nilai elevasi pasang surut pengukuran pasang surut dengan peramalan pasang surut menggunakan NAO Tide dapat dilihat pada gambar 1 dengan perhitungan error (bias) sebesar 0.37. berdasarkan hasil error tersebut maka data peramalan pasang surut ini dapat digunakan.

Perubahan Garis Pantai (Berkurangnya Daratan)

Pada citra landsat tahun 2005 – 2010 terjadi kemunduran garis pantai terjauh sepanjang 620 meter dan terdekat sepanjang 20 meter dari garis pantai dengan total daratan yang berkurang seluas 70.55 Ha. Pada tahun 2010 – 2016 terjadi kemunduran garis pantai terjauh sepanjang 650 meter dan yang terdekat sepanjang 75 meter dari garis pantai dengan total daratan yang berkurang seluas 146.24 Ha. Hasil analisis perubahan garis pantai ini banyak terjadi kemunduran pantai pada wilayah bagian timur Desa Mayangan yang ditandai dengan adanya cekungan kedalam. Pada gambar 2 ditunjukkan gambaran mengenai perubahan garis pantai wilayah perairan Desa Mayangan, Kabupaten Subang.



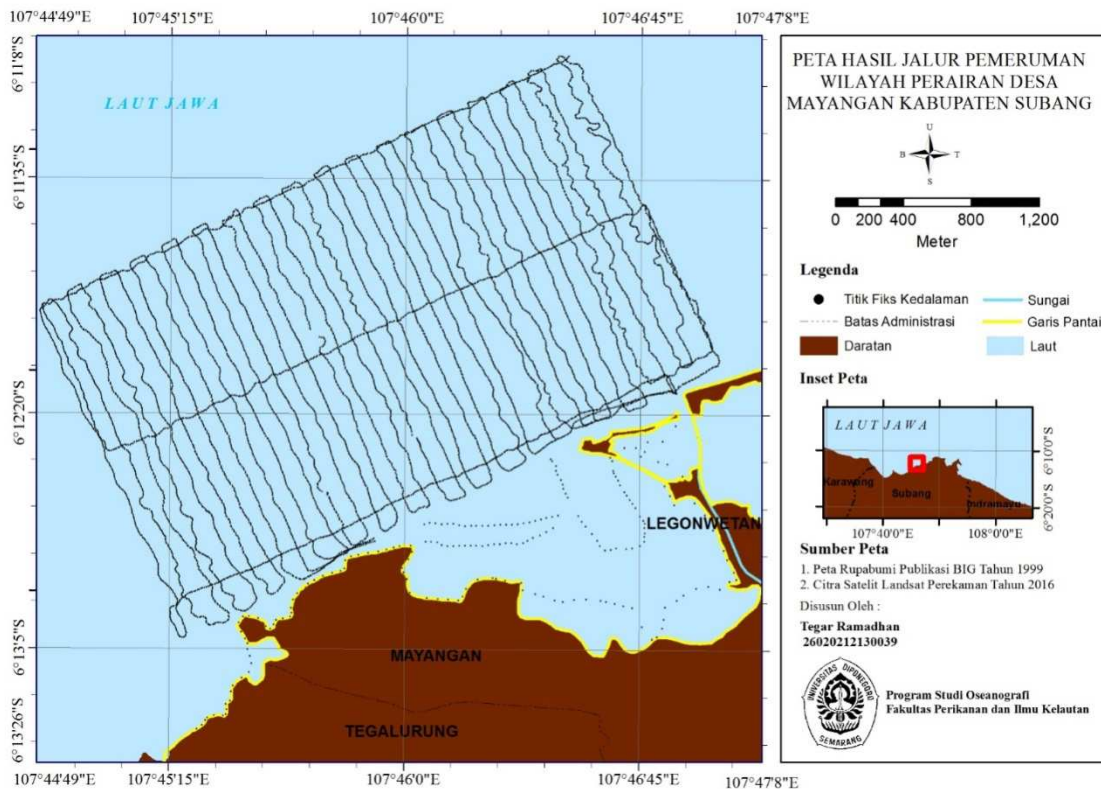
Gambar 12. Peta Perubahan Garis Pantai Wilayah Perairan Desa Mayangan Kabupaten Subang Tahun 2005 – 2016

Berkurangnya daratan ini dapat diakibatkan oleh banyaknya hutan mangrove yang dikonversi menjadi area tambak sehingga tidak ada pelindung pantai alami didaerah tersebut. Selain itu, pada daerah yang berkurangnya daratan membentuk cekungan ke dalam daratan diduga diakibatkan oleh adanya penurunan muka tanah yang ditunjukkan dengan adanya bangunan pantai yang sudah tenggelam dan daerah tepi pantai banyaknya jalan yang lebih tinggi daripada rumah warga.

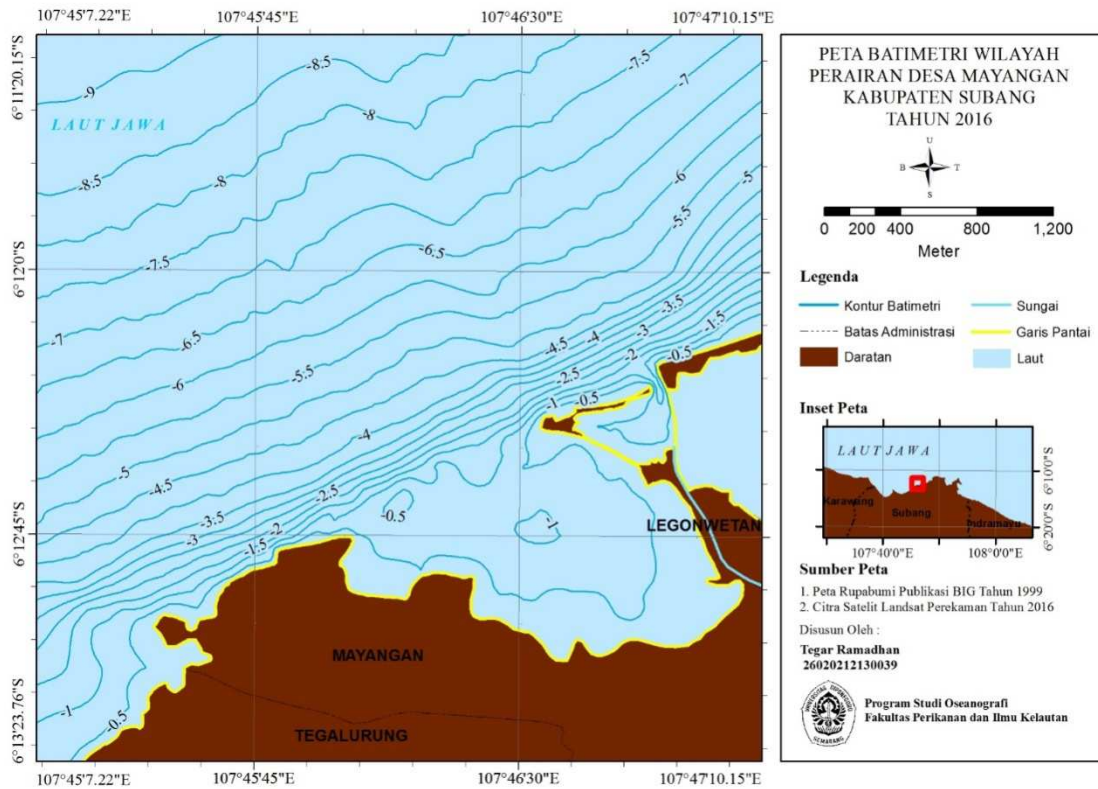
Batimetri

Hasil dari pemeruman batimetri menggunakan Garmin GPS MAP 585 dan tongkat ukur di wilayah perairan Desa Mayangan, Kabupaten Subang adalah berupa waktu dan tanggal pemeruman, posisi koordinat titik-titik pemeruman (x dan y atau longitude dan latitude), dan nilai kedalaman (z). Titik-titik pemeruman dari echosounder tersebut menghasilkan posisi koordinat yang berjarak setiap 10 meter. Hasil pemeruman batimetri ini didapatkan dengan cara mengunduh data kedalaman yang tersimpan dalam Garmin GPS MAP 585 dengan bantuan perangkat lunak mapsource.

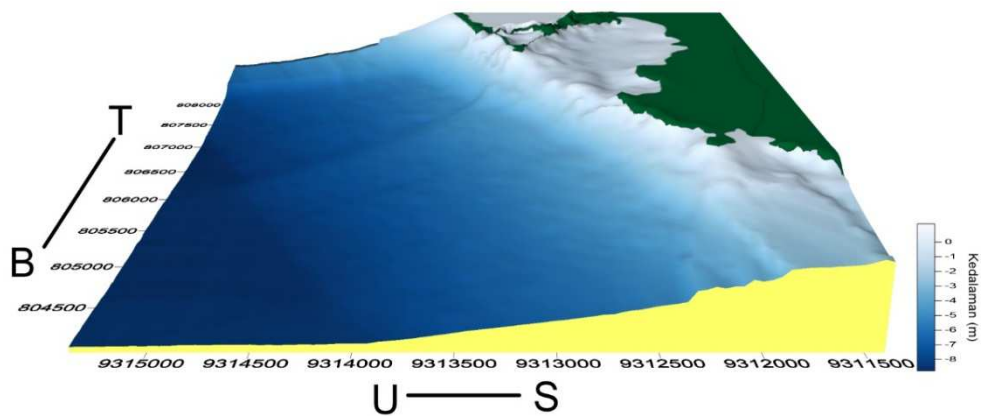
Hasil titik pemeruman tersebut tersebar hampir menyerupai bentuk lajur pemeruman. Kemudian untuk menggambarkan kondisi morfologi dasar laut di lokasi penelitian, titik-titik pemeruman ini diinterpolasikan dengan perangkat lunak ArcGIS 10.2 sehingga menghasilkan peta kontur batimetri dengan interval setiap 0.5 m dan menggunakan perangkat lunak Surfer 11 sehingga menghasilkan model 3D. Hasil peta hasil lajur pemeruman, peta batimetri, dan model 3D tersebut dapat dilihat berturut-turut pada gambar 3, gambar 4, dan gambar 5.



Gambar 3. Hasil Jalur Pemeruman Batimetri Wilayah Perairan Desa Mayangan, Kabupaten Subang

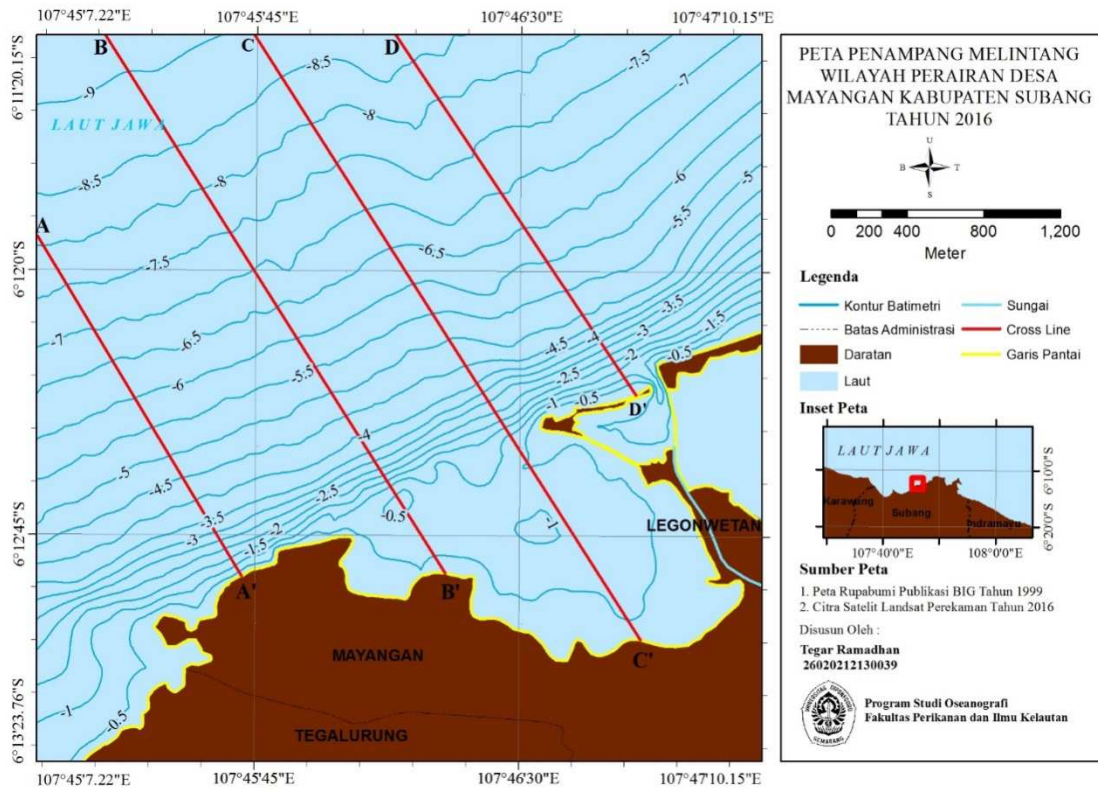


Gambar 4. Peta Batimetri Wilayah Perairan Desa Mayangan, Kabupaten Subang



Gambar 5. Model 3D Wilayah Perairan Desa Mayangan, Kabupaten Subang dengan exaggeration 1 : 75

Data hasil pengukuran batimetri berupa peta batimetri (Gambar 4) dan model 3D (Gambar 5) morfologi dasar laut wilayah perairan Desa Mayangan menggambarkan bahwa kondisi kemiringan pantai di lokasi penelitian kecil yang ditunjukkan dengan kontur batimetri yang renggang dengan kedalaman 9 meter sejauh 4 kilometer menuju wilayah perairan Desa Mayangan. Kontur yang renggang menggambarkan kemiringan pantai yang kecil (landai / datar) sedangkan kontur yang rapat menggambarkan kemiringan pantai yang besar (curam / terjal). Selain itu dilihat dari model 3D, pola kontur kedalaman dan konfigurasi pantai yang terbentuk menunjukkan bahwa wilayah perairan Desa Mayangan, Kabupaten Subang terjadi adanya penurunan muka tanah dimana kontur kedalaman di wilayah tersebut tidak membentuk pola kontur yang sejajar dengan garis pantai.



Gambar 6. Peta Penampang Melintang Kedalaman Wilayah Perairan Desa Mayangan, Kabupaten Subang

Bentuk morfologi dasar laut dapat diketahui dengan melihat penampang melintang profil kedalaman laut daerah lokasi penelitian. Penampang melintang dalam lokasi penelitian ini dibagi menjadi 2 bagian tegak lurus pantai yang tidak terjadi pengurangan daratan (A - A' dan D - D') dan 2 bagian tegak lurus pantai yang terjadi pengurangan daratan (B - B' dan C - C'). Peta penampang melintang tersebut dapat dilihat pada gambar 15.

Hasil analisis batimetri didapatkan nilai persen kelerengan (% slope) dari penampang melintang (A - A') dengan persen kelerengan sebesar 0,38%, penampang melintang (B - B') dengan persen kelerengan sebesar 0,28%, penampang melintang (C - C') dengan persen kelerengan sebesar 0,24%, dan penampang melintang (D - D') dengan persen kelerengan sebesar 0,39%. Dengan demikian dapat diketahui bahwa morfologi bawah laut wilayah perairan Desa Mayangan, Kabupaten Subang termasuk pada kelas kelerengan datar hingga hampir datar. Hal ini sesuai dengan klasifikasi kelas kelerengan (Van Zuidam 1985 dalam Noor, D., 2009) bahwa slope 0 – 2 % memiliki sifat kemiringan pantai datar hingga hampir datar. Penampang melintang (A - A'), (B - B'), (C - C'), dan (D - D') ditampilkan berturut-turut pada gambar 16, gambar 17, gambar 18, dan gambar 19.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran lapangan dan analisis data yang telah diolah dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut :

1. Wilayah perairan Desa Mayangan, Kabupaten Subang memiliki kemiringan pantai yang datar/hampir datar dengan profil kedalaman 0 – 9 meter sejauh 4 kilometer dari garis pantai dan kedalaman 0 – 1 meter pada daerah yang telah hilang daratannya.

2. Wilayah perairan Desa Mayangan, Kabupaten Subang tahun 2005 – 2010 terjadi kemunduran garis pantai 20 – 620 meter dari garis pantai dengan total daratan yang berkurang seluas 70.55 Ha. Pada tahun 2010 – 2016 terjadi kemunduran garis pantai 75 – 650 meter dari garis pantai dengan total daratan yang berkurang seluas 146.24 Ha.

Daftar Pustaka

- BAPPEDA Jawa Barat. 2007. Laporan Akhir ATLAS Pesisir Utara Jawa Barat. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah, Bandung, 155 hlm.
- BSN. 2010. Survei Hidrografi Menggunakan *Singlebeam Echosounder*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, 21 hlm.
- Ji, H., P. Cun-hong, K. Cui-ping, dan Z. Jian. Experimental Hydrodynamic Study of The Qiantang River Tidal Bore. *Journal of Hydrodynamics.*, 25(3) : 481-490
- Kasim, F. dan A. Salam. 2015. Identifikasi Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit serta Korelasinya dengan Penutup Lahan di Sepanjang Pantai Selatan Provinsi Gorontalo. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Ilmu Kelautan.*, 3(4): 160–167.
- Noor, D. 2009. Pengantar Geologi. Program Studi Teknik Geologi. Universitas Pakuan, Bogor, 267 hlm.
- Prihatno, H. 2012. Variasi Kenaikan Muka Laut di Wilayah Pesisir Pekalongan, Dari Analisis Pasang Surut Dan Angin. *Jurnal Segara.*, 8(1): 27 – 34.
- Rinaldy, Y., A. L. Nugraha dan S. Subiyanto. 2014. Analisis Pengukuran Batimetri Dan Pasang Surut Untuk Menentukan Kedalaman Kolam Pelabuhan (Studi Kasus: Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya). *Jurnal Geodesi Undip.*, 3(4): 25–36.
- Rizcanofana, R., H. Hapsari dan U. W. Deviantari. 2013. Metode Klasifikasi Digital untuk Citra Satelit Beresolusi Tinggi WorldView-2 pada Unit Pengembangan Kertajaya dan Dharmahusada Surabaya. *Jurnal Teknik Pomits.*, 10(10): 1–6.
- Setyawan, I. E., V. P. Siregar, G. H. Pramono dan D. M. Yuwono. 2014. Pemetaan Profil Habitat Dasar Perairan dangkal Berdasarkan Bentuk Topografi : Studi Kasus Pulau Panggang, Kepulauan Seribu Jakarta. *Majalah Ilmiah Globe.*, 16(2): 125–132.
- Sugiyono. 2009. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Alfabeta, Bandung, 333 hlm.
- Taofiqurohman, A. dan M. F. A. Ismail. 2012. Analisis Spasial Perubahan Garis Pantai di Pesisir Kabupaten Subang, Jawa Barat. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis.*, 8(3): 75–80.
- Yulius dan M. Ramdhan. 2013. Perubahan Garis Pantai di Teluk Bungus Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat Berdasarkan Analisis Citra Satelit. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis.*, 5(2): 417–427.