
STUDI BATIMETRI DAN MORFOLOGI DASAR LAUT DALAM PENENTUAN JALUR PELETAKAN PIPA BAWAH LAUT (Perairan Larangan-Maribaya, Kabupaten Tegal)

Muhammad Ali Agus Masrukhin, Denny Nugroho Sugianto, Alfi Satriadi*)

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H, Tembalang, Semarang. 50275 Telp/fax (024)7474698
Email: ali.oseanografi@gmail.com; dennysugianto@yahoo.com; satriad_as@yahoo.co.id

Abstrak

Batimetri (*bathymetry*) dapat diartikan sebagai pengukuran dan pemetaan topografi dasar laut. Informasi kedalaman laut (batimetri) di suatu perairan merupakan hal yang sangat penting dalam kegiatan pemanfaatan ruang di wilayah pantai. Depot Pertamina yang semula bertempat di Jl. Menteri Supeno, Kota Tegal akan direlokasi ke Desa Munjungangung, Kabupaten Tegal, dengan demikian Perairan Larangan-Maribaya, Kabupaten Tegal akan menjadi tempat dilaluinya pipa bawah laut. Pipa bawah laut yang dimaksud adalah pipa penyalur minyak yang digunakan sebagai media penyalur minyak dari kapal *tanker* (*tank ship*) ke depot. Depot minyak (*oil depot*) yaitu sebuah tempat penyimpanan hasil-hasil minyak sebelum kemudian didistribusikan kepada konsumen atau ke tempat penyimpanan selanjutnya. Kedalaman 12 meter dipilih sebagai kedalaman *single point mooring* (SPM). *Single point mooring* merupakan titik tambat kapal pada saat kapal berhenti di lautan untuk melakukan keperluan tertentu, dalam hal ini yaitu proses menyalurkan minyak dari kapal *tanker* ke depot melalui pipa penyalur. Hal tersebut mengharuskan tersedianya informasi kedalaman laut (batimetri) di Perairan Larangan-Maribaya yang akan menjadi lokasi peletakan pipa. Informasi morfologi dasar laut di lokasi rencana peletakan pipa juga diperlukan untuk membantu menganalisis resiko yang dapat terjadi terhadap pipa, dan sebagai bahan pertimbangan untuk kegiatan peletakan pipa selanjutnya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kedalaman (batimetri) dan morfologi dasar laut (*seabed characteristics*) yang selanjutnya digunakan untuk menentukan jalur peletakan pipa bawah laut di Perairan Larangan-Maribaya, Kabupaten Tegal. Pengukuran kedalaman laut (survei batimetri) dilakukan menggunakan *single beam echosounder* pada tanggal 20 dan 21 Mei 2013, pengambilan sedimen dasar laut menggunakan *grab sampler* dilakukan pada tanggal 22 dan 23 Mei 2013, pengukuran kemiringan pantai menggunakan selang *waterpass* pada tanggal 24 Mei 2013 dan pengukuran pasang surut air laut menggunakan palem pasang surut pada tanggal 20-22 Mei 2013. Data hasil pengukuran di lokasi penelitian selanjutnya dianalisis dan diolah menggunakan bantuan perangkat lunak Surfer 11, ArcGIS 10.1, dan Global Mapper 13, sehingga mendapatkan informasi kedalaman laut (batimetri) dan morfologi dasar laut di Perairan Larangan-Maribaya. Hasil penelitian menunjukkan kedalaman perairan lokasi penelitian berkisar antara 1,09-13,78 meter. Morfologi permukaan dasar laut lokasi penelitian relatif rata (tidak bergelombang dan tidak terdapat cekungan-cekungan) dengan kemiringan yang sangat landai yaitu $1,35^\circ$, dan memiliki sedimen dasar laut yang didominasi oleh jenis *silt* di bagian perairan. Jalur pipa terbaik yang dipilih yaitu jalur yang memiliki jarak terpendek dari lokasi depot hingga *single point mooring* (kedalaman 12 meter). Jalur 2 sebagai jalur peletakan pipa bawah laut terpilih dengan jarak 5,75 km dari lokasi rencana depot Pertamina sampai *single point mooring*.

Kata kunci: *Batimetri, Morfologi dasar laut, Jalur peletakan pipa bawah laut.*

Abstract

Bathymetry is measurement and mapping of the seabed topography. Bathymetry information in a sea waters is very important for utilization of space in coastal areas. Pertamina depot was originally located on Jl. Menteri Supeno, Tegal city will be relocated to Munjungangung village,

Tegal regency, so Larangan-Maribaya sea waters, Tegal regency will be placement of submarine pipeline route. Submarine pipeline (oil pipeline) is used for transporting oil from tanker ship to the depot. Oil depot is a storage before the results of the oil is distributed to the consumer or to the next storage. Depth of 12 meters chosen as the depth of a single point mooring (SPM). Single point mooring is a boat mooring point when the ship stopped at sea to perform a specific purpose, in this case the mooring for holding tanker ship when distributing oil from the tanker ship to the depot. Ocean depths (bathymetry) information in Larangan-Maribaya sea waters that will be the location of pipeline very required. Seabed morphology information also required for analyzing the risks that can occur to the pipe, and as consideration for the next pipe laying activities.

The aim of this study was to know the bathymetry, the morphology of the seabed (seabed characteristics), and determine submarine pipeline in Larangan-Maribaya sea waters, Tegal regency. Ocean depth measurement (bathymetry survey) using single beam echosounder on 20 and 21 May 2013, seafloor sediments are taken use a grab sampler on 22-23, Coastal slope measurements use waterpass pipe on 24 May, and tide measurements using tidal palm on 20-22 May 2013. Data are analyzed and processed using software Surfer 11, ArcGIS 10.1, and Global Mapper 13 for getting ocean depth (bathymetry) and seafloor morphology information in Larangan-Maribaya sea waters. The research results showed, the depth of the Larangan-Maribaya sea waters ranged from 1.09 -13.78 meters. Seabed surface morphology is very flat that slope is 1.35° , and has the seafloor sediments dominated by silt in the water section. The best submarine pipeline that is chosen that has the shortest distance from the depot to the location of single point mooring (depth 12 meters). Pipeline 2 is submarine pipeline chosen with distance 5.75 km from the plan location Pertamina's depot to single point mooring.

Keywords: *Bathymetry, seabed morphology, submarine pipeline.*

1. Pendahuluan

Indonesia memiliki 17.504 pulau (Kemendagri, 2008 *dalam* Kelautan dan Perikanan dalam Angka, 2011) dan memiliki garis pantai sepanjang 104.000 km (Bakosurtanal, 2006 *dalam* Kelautan dan Perikanan dalam Angka 2011). Umumnya wilayah pantai merupakan daerah yang sangat intensif dimanfaatkan untuk kegiatan manusia. Wilayah pantai biasanya dimanfaatkan sebagai kawasan pusat pemerintahan, pemukiman, industri, pelabuhan, pertambangan, pertanian/perikanan, pariwisata, dan sebagainya (Triatmodjo, 1999). Perairan Larangan-Maribaya adalah salah satu perairan yang terletak di Utara Pulau Jawa, tepatnya di Kecamatan Kramat, Kabupaten Tegal. Perairan Larangan-Maribaya telah dimanfaatkan oleh Pemerintah Daerah Tegal maupun warga sekitar sebagai kawasan pertanian/perikanan, pertambangan, dan sebagai tempat pelelangan ikan, ini dibuktikan dengan banyaknya tambak dan adanya Tempat Pelelangan Ikan (TPI-Larangan) di wilayah pantai tersebut.

Sama seperti wilayah pantai lainnya yang memiliki berbagai fungsi/manfaat, Perairan Larangan-Maribaya akan dimanfaatkan dalam bidang industri migas oleh instansi terkait. Depot Pertamina yang saat ini berada di Kawasan Jl. Menteri Supeno Kota Tegal akan direlokasi ke Kabupaten Tegal tepatnya di desa Munjungagung, relokasi depot tersebut akan dilakukan pada tahun 2014-2015 dengan target pada tahun 2016 depot yang baru sudah dapat beroperasi (INFOPANTURA.com, 2013). Depot minyak (*oil depot*) yaitu sebuah tempat penyimpanan hasil-hasil minyak sebelum kemudian didistribusikan kepada konsumen atau ke tempat penyimpanan selanjutnya (Hakim, 2008). Berkaitan dengan adanya rencana relokasi depot Pertamina ke desa Munjungagung, maka Perairan Larangan-Maribaya akan menjadi tempat dilaluinya pipa bawah laut. Pipa bawah laut yang dimaksud adalah pipa penyalur, yaitu pipa yang digunakan sebagai media penyalur minyak dari kapal *tanker* (*tank ship*) ke depot. Menurut *Det Norske Veritas* (DNV) yang dijelaskan dalam DNV-OS-F101 mengenai *Submarine Pipeline System* (2007) bahwa salah satu faktor yang harus dipertimbangkan dalam kegiatan peletakan pipa bawah laut yaitu karakteristik dasar laut (*seabed characteristics*), dengan demikian perlu dilakukan penelitian spesifik mengenai kedalaman laut (batimetri) dan morfologi dasar laut di Perairan Larangan-Maribaya.

Salah satu penerapan ilmu oseanografi maupun hidrografi adalah survei batimetri (Umam, 2011). Survei batimetri adalah proses penggambaran dasar perairan, dimulai dari pengukuran, pengolahan, hingga visualisasi dasar perairan (Poerbandono dan Djunarsjah, 2005). Informasi mengenai batimetri dan morfologi dasar laut selanjutnya digunakan dalam penentuan jalur peletakan pipa bawah laut di Perairan Larangan-Maribaya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kedalaman (batimetri) dan morfologi dasar laut (*seabed characteristics*) yang selanjutnya digunakan untuk menentukan jalur peletakan pipa bawah laut di Perairan Larangan-Maribaya, Kabupaten Tegal.

2. Materi dan Metode Penelitian

A. Materi

Materi dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: kedalaman laut (batimetri), sedimen dasar laut, kemiringan dasar laut, kemiringan pantai, dan Pasang surut air laut.

Data pendukung (data sekunder) yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- Data pasang surut air laut 15 hari (20 Mei-3 Juni 2013) dari Dinas Hidro-Oseanografi (DISHIDROS TNI-AL).
- Data lokasi rencana depot Pertamina dari PT. Mitra Adi Pranata tahun 2013.
- Peta Rupa Bumi Digital Indonesia, Tegal, skala 1:25.000 tahun 1999, publikasi Badan Koordinasi Survei dan Pementaan Nasional (BAKOSURTANAL).
- Citra Tegal dan sekitarnya satelit GeoEye (Google Earth) tahun 2012.

B. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode kuantitatif. Metode kuantitatif merupakan metode ilmiah (*scientific*) karena telah memenuhi kaidah-kaidah ilmiah yang konkret/empiris, obyektif, terukur, rasional, sistematis. Metode ini disebut kuantitatif karena data penelitian berupa angka-angka dan analisis menggunakan statistik atau model (Sugiyono, 2009). Penentuan titik-titik pengambilan data menggunakan metode *purposive sampling* yaitu penentuan titik pengambilan data dengan hanya mengambil beberapa titik *sampling* yang mewakili keadaan keseluruhan daerah yang dikaji (Hadi, 1982).

Kedalaman Laut (Batimetri)

Pengambilan data kedalaman laut (batimetri) yang dilakukan berpegang pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 7646:2010 mengenai Survei Hidrografi Menggunakan *Single Beam Echosounder* (2010) agar didapatkan data yang terjamin kualitasnya. Pengambilan data kedalaman laut (pemeruman) dilakukan dengan luasan daerah sekitar 4x8 km². Pengambilan data kedalaman laut (pemeruman) dilakukan menggunakan *echosounder sigle beam*, Garmin tipe GPSmap 585 dan menggunakan alat transportasi berupa perahu motor dengan kecepatan laju perahu 5-6 knot. Menurut Soeprapto (1999) dalam Simanjuntak (2012) bahwa data hasil pengukuran bathimetri harus dikoreksi terhadap kedudukan permukaan air laut (MSL, Z₀, dan TWL_t) pada waktu pengukuran dan dilakukan koreksi terhadap jarak tenggelam transduser (koreksi transduser) agar diperoleh kedalaman sebenarnya. Reduksi (koreksi) terhadap pasang surut air laut dirumuskan sebagai berikut:

$$rt = TWL_t - (MSL + Z_0) \quad (2.1)$$

Keterangan:

- rt : Besarnya reduksi (koreksi) yang diberikan kepada hasil pengukuran kedalaman pada waktu t .
- TWL_t : Kedudukan permukaan laut sebenarnya (*true water level*) pada waktu t .
- MSL : Muka air laut rata-rata (*Mean Sea Level*).
- Z_0 : Kedalaman muka surutan di bawah MSL .

Persamaan (3.1) menghasilkan besarnya reduksi (koreksi) terhadap pasang surut air laut, selanjutnya menghitung kedalaman sebenarnya, yaitu dengan rumus sebagai berikut:

$$D = dT - rt \quad (2.2)$$

Keterangan:

- D : kedalaman sebenarnya
- dT : kedalaman terkoreksi transduser
- rt : Reduksi (koreksi) pasang surut laut

Data kedalaman laut yang telah dikoreksi menggunakan persamaan (2.1) dan (2.2) selanjutnya diinterpolasi menggunakan metode *Krigging* dengan bantuan perangkat lunak Surfer 11, sehingga didapat kontur kedalaman. Membuat model 3D morfologi dasar laut menggunakan perangkat lunak Surfer 11, dan penampang melintang morfologi dasar laut menggunakan bantuan perangkat lunak Global Mapper 13 untuk menganalisa bentuk permukaan dasar laut (*sebed surface*).

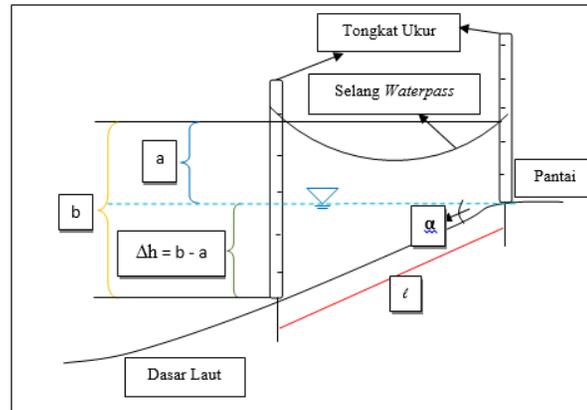
Sedimen Dasar Laut

Pengambilan sampel sedimen dasar laut dilakukan menggunakan *grab sampler*. Menurut Poerbandono dan Djunarsjah (2005) sampel sedimen dasar laut yang diambil menggunakan *grab sampler* mewakili karakter sedimen yang terletak di lapisan teratas dari suatu dasar perairan. Sampel sedimen

dasar laut diambil sebanyak 35 titik. Pemilihan titik pengambilan sampel memperhatikan daerah kunci yang mewakili keadaan keseluruhan (Hadi, 1982). Terhadap sampel sedimen dasar laut dilakukan analisis ukuran butir sedimen (*grain size*). Analisis ukuran butir sedimen dilakukan di Laboratorium Geologi Laut, Jurusan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, dengan metode *dry sieving* (pengayakan) dan *wet sieving* (pemipetan). Pengayakan, pemipetan, dan penamaan jenis sedimen mengikuti metode Buchanan (1984) dalam Mc.Intyre dan Holme (1984). Jenis sedimen diklasifikasikan berdasarkan skala Wentworth.

Kemiringan Pantai

Pengukuran kemiringan pantai yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan alat sederhana yaitu tongkat ukur dan selang *waterpass*. Pengukuran ini menggunakan prinsip yang sama dengan metode pengukuran kemiringan pantai metode Blong dalam Setiyono (2008).



Gambar 1. Skema Pengukuran Kemiringan Pantai

Dengan ΔH adalah selisih tinggi dari b dan a , l adalah jarak nyata antara kedua tongkat ukur, dan α adalah besarnya sudut kemiringan pantai (*slope*) dalam derajat. Kemiringan pantai dikategorikan menurut Verstappen (1953) yang mengacu pada *United State Soil System Managemen* (USSSM) dan *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Kemiringan pantai (*slope*) dihitung dengan menggunakan persamaan sin, yang dirumuskan sebagai berikut:

$$\sin \alpha = \Delta H / l \quad (2.3)$$

Keterangan:

- α : besarnya sudut ($^{\circ}$) kemiringan pantai (*slope*)
- ΔH : selisih ketinggian yang diperoleh tongkat ukur (cm)
- l : jarak nyata antara kedua tongkat ukur (cm)

Kemiringan Dasar Laut

Kemiringan dasar laut diperoleh dengan menghitung kemiringan menggunakan peta kontur batimetri dari hasil pengolahan data batimetri. Kemiringan dasar laut dikategorikan menurut Verstappen (1953) yang mengacu pada *United State Soil System Managemen* (USSSM) dan *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Perhitungan kemiringan dasar laut menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\tan \alpha = \Delta H / L \quad (2.4)$$

Keterangan :

- α : besarnya sudut ($^{\circ}$) kemiringan dasar laut (*slope*)
- ΔH : selisih elevasi antara dua kontur batimetri (m)
- L : jarak horizontal (tegak lurus) antara kedua garis kontur batimetri (m)

Pasang Surut Air Laut

Pengambilan data pasang surut air laut dilakukan selama 3 hari dengan selang waktu pencatatan 1 jam secara kontinyu dan simultan (20-22 Mei 2013). Pengambilan data pasang surut air laut dilakukan menggunakan palem pasut. Menurut Poerbandono dan Djunarsjah (2005) cara paling sederhana untuk mengamati pasang surut air laut dilakukan dengan palem atau rambu pengamat pasut. Pasang surut dianalisa menggunakan metode *Admiralty* (Ongkosongo dan Suyarso, 1989). *Admiralty* adalah metode analisa data pasang surut untuk memperoleh besarnya nilai komponen-komponen pasang surut. Analisis menggunakan metode *Admiralty* menghasilkan besarnya nilai komponen-komponen harmonik pasang surut air laut (S_0 , M_2 , S_2 , N_2 , K_2 , K_1 , O_1 , P_1 , MS_4 , dan M_4), sehingga dapat dihitung nilai Formzahl untuk mengetahui tipe pasang surut dan *chart datum* (Z_0) yang akan digunakan sebagai koreksi data kedalaman laut untuk memperoleh kedalaman laut sebenarnya. *Chart datum* (Z_0) dalam penelitian ini dihitung

menggunakan persamaan yang digunakan DISHIDROS Cilacap (Ongkosongo dan Suyarso, 1987), sebagai berikut:

$$Z_0 = S_0 - (1.2 \times (M_2 + S_2 + K_2)) \quad (2.5)$$

Keterangan :

S_0 : Muka air rerata (*Mean Sea Level*)

Z_0 : *Chart Datum*

M_2 : Pasang surut semi diurnal yang dipengaruhi oleh bulan

S_2 : Pasang surut semi diurnal yang dipengaruhi oleh matahari

K_2 : Pasang surut semi diurnal karena pengaruh perubahan jarak akibat lintasan bulan yang elips

Penentuan Jalur Peletakan Pipa Bawah Laut

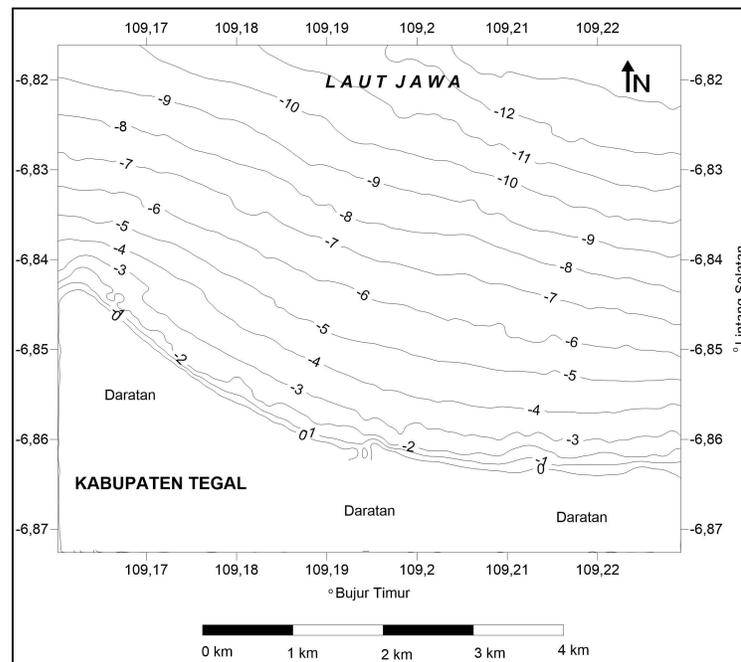
Penentuan jalur peletakan pipa bawah laut memerlukan berbagai pertimbangan, sebelum memilih jalur peletakan pipa bawah laut, harus ditentukan terlebih dahulu kedalaman yang akan dijadikan sebagai *Single Point Mooring* (SPM). *Single point mooring* merupakan titik tempat tambat kapal saat kapal berhenti di tengah perairan untuk keperluan tertentu (Wichers, 2013). Kedalaman *single point mooring* yang dipilih dalam penelitian ini yaitu kedalaman 12 meter dengan asumsi kapal *tanker* bermuatan penuh memiliki jarak tenggelam dari permukaan laut ≤ 10 meter, sehingga kapal *tanker* tidak akan mengalami karam ketika berhenti untuk menyalurkan minyak. Langkah selanjutnya yaitu menentukan beberapa alternatif jalur pipa yang memungkinkan. Menurut Soegiono (2006) rute langsung dan terdekat merupakan yang terbaik, maka jalur pipa bawah laut yang dipilih adalah jalur yang memiliki jarak terpendek dari lokasi depot ke SPM.

3. Hasil dan Pembahasan

A. Hasil

Kontur Kedalaman Laut (Batimetri)

Garis-garis kontur kedalaman ditunjukkan pada Gambar 2. Angka-angka yang terdapat pada garis-garis kontur (Gambar 2) adalah angka-angka yang menunjukkan kedalaman perairan dengan satuan meter. Melakukan *overlay* garis kontur hasil Surfer 11 dengan daratan peta administrasi Kabupaten Tegal menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.1, yang ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 2. Hasil Garis Kontur Kedalaman Perairan Larangan-Maribaya, Kabupaten Tegal (20-21 Mei 2013) Menggunakan Surfer 11

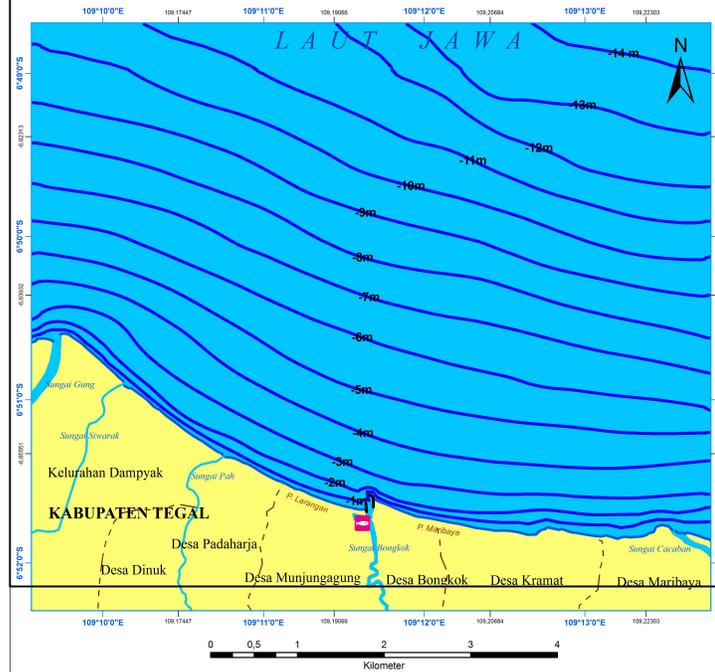
Model Morfologi Dasar Laut 3D

Model 3D dibuat untuk menganalisa dan mengetahui morfologi permukaan dasar laut (*seabed surface*). Model morfologi dasar laut 3D dibuat menggunakan perangkat lunak Surfer 11 disajikan pada

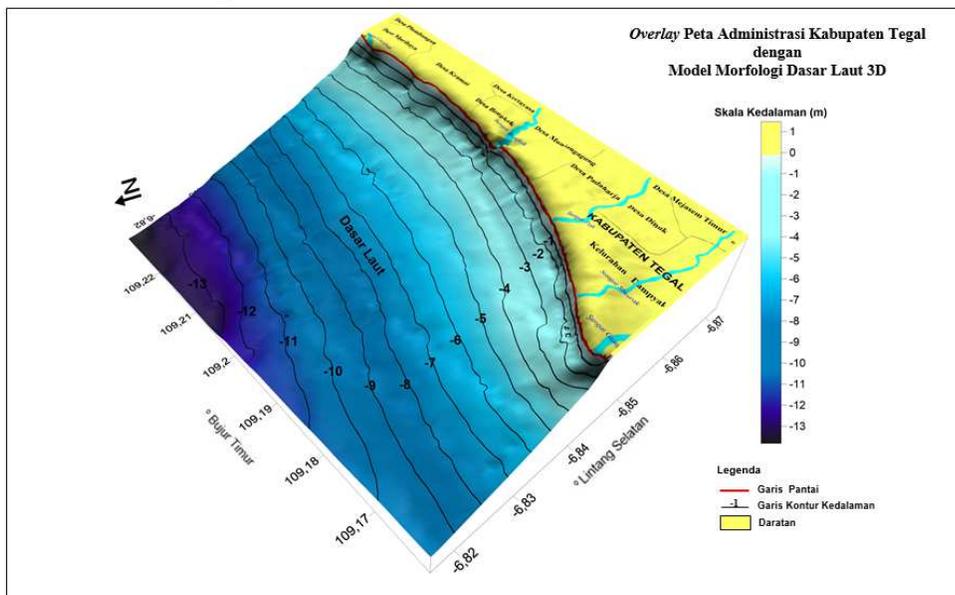
Gambar 4. Morfologi permukaan dasar laut (*seabed surface*) lokasi penelitian relatif rata, tidak bergelombang dan tidak terdapat cekungan dapat dilihat pada Gambar 4.

Penampang Melintang Morfologi Dasar Laut

Penampang melintang morfologi dasar laut dibuat menggunakan bantuan perangkat lunak Global Mapper 13. Penampang melintang morfologi dasar laut digunakan untuk mengetahui bentuk morfologi dasar laut lokasi penelitian. Penampang melintang pada lokasi penelitian dibagi menjadi empat, yaitu penampang melintang garis A-B, C-D, E-F, dan G-H dapat dilihat pada Gambar 5. Masing-masing penampang melintang morfologi dasar laut (A-B, C-D, E-F, dan G-H) disajikan pada Gambar 6.



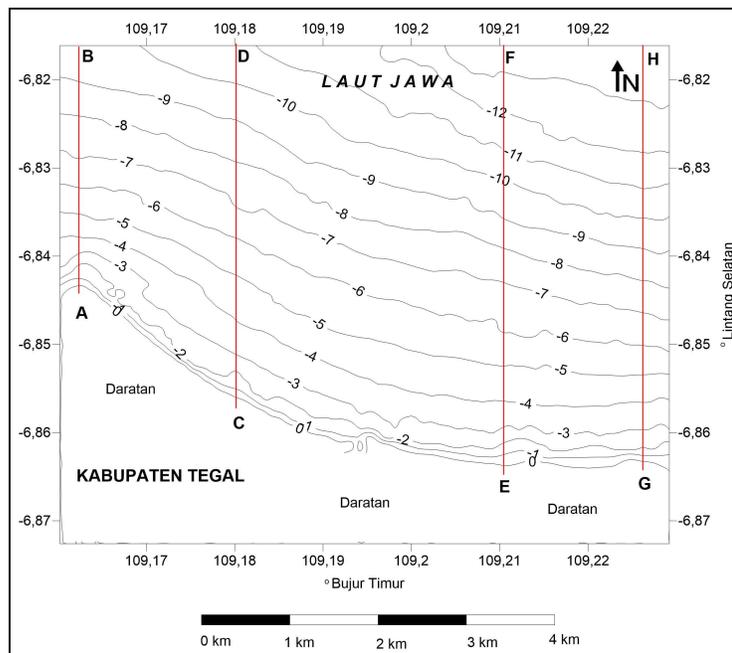
Gambar 3. Overlay Garis Kontur Kedalaman Hasil Surfer 11 dengan Daratan Kabupaten Tegal Menggunakan ArcGIS 10.1



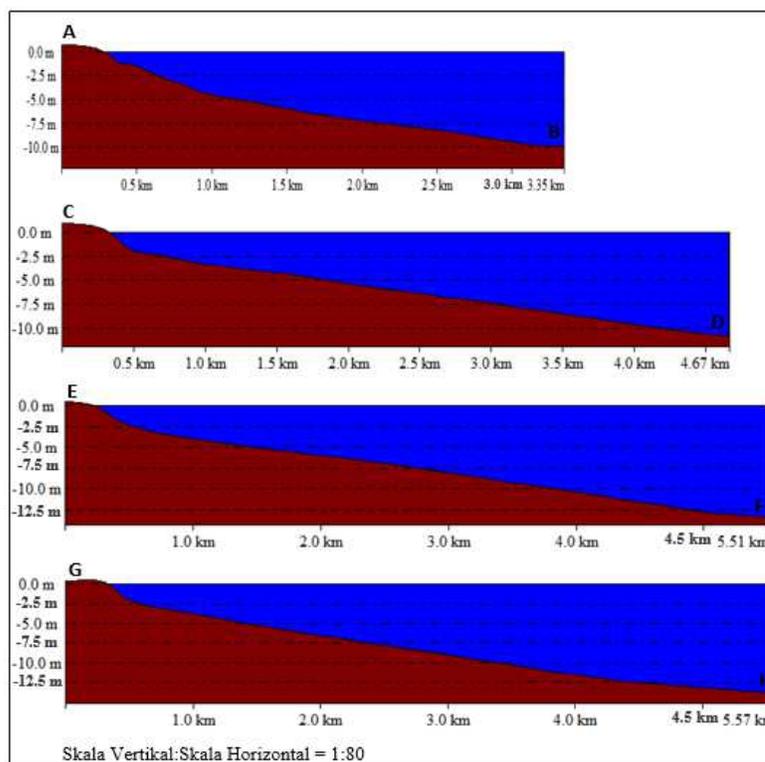
Gambar 4. Model Morfologi Dasar Laut 3D Perairan Larangan-Maribaya Dilihat dari Barat

Sedimemen Dasar Laut

Analisis ukuran butir (*grain size*) dilakukan untuk mengetahui jenis sedimen dasar laut pada tiap stasiun. Jenis sedimen dasar laut di lokasi penelitian terdiri dari jenis sedimen *sand*, *silty sand*, *sandy silt*, dan *silt*. Jenis sedimen *sand* ditemukan di tepian pantai dan perairan yang tidak jauh dari daratan, sedangkan jenis sedimen *silt* ditemukan di lokasi menuju ke laut jauh dari daratan. Jenis sedimen *silty sand* ditemukan di mulut muara dan sekitarnya, sedangkan jenis *sandy silt* ditemukan tidak jauh sebelum ditemukan jenis sedimen *silt*. Sebaran sedimen dasar laut tersebut dapat dilihat pada Gambar 7.



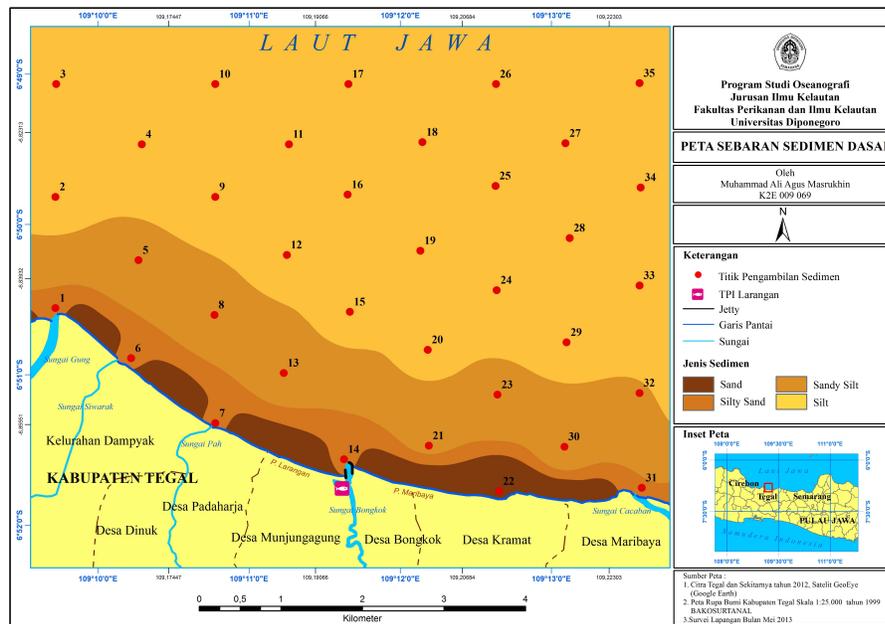
Gambar 5. Garis Penampang Melintang A-B, C-D, E-F , dan G-H



Gambar 6. Penampang Melintang (A-B, C-D, E-F , dan G-H)

Kemiringan Pantai

Hasil dari perhitungan kemiringan pantai menunjukkan nilai kemiringan pantai rata-rata lokasi penelitian yaitu $4,78^\circ$, dan dikategorikan pantai yang landai. Nilai kemiringan pantai di lokasi penelitian relatif bertambah ke arah Barat dengan kemiringan pantai pada Stasiun paling Barat (depan Sungai Gung) yaitu $4,69^\circ$ dan bertambah ke arah Timur dengan kemiringan pantai pada Stasiun paling Timur (depan Sungai Cacaban) yaitu $5,89^\circ$.



Gambar 7. Sebaran Sedimen Dasar

Kemiringan Dasar Laut

Kemiringan dasar laut diperoleh menggunakan bantuan peta batimetri. Kemiringan dasar laut di lokasi penelitian berkisar antara $0,57^\circ$ - $2,89^\circ$. Kemiringan dasar laut rata-rata yaitu $1,35^\circ$, dengan demikian kemiringan dasar laut di lokasi penelitian dikategorikan dasar laut yang sangat landai.

Pasang Surut Air Laut

Data pasang surut 15 hari (20 Mei-3 Juni 2013) dari DISHIDROS dianalisis menggunakan metode *Admiralty*. Hasil dari analisis metode *Admiralty* yaitu berupa nilai komponen-komponen pasang surut, kemudian dihitung nilai Formzahl dan Z_0 (*chart datum*) yang selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen-komponen pasang surut, MSL, dan Z_0

No	Nama	Nilai (cm)
1	S_0 (MSL)	60,48
2	M2	17
3	S2	8
4	N2	7
5	K1	20
6	O1	3
7	M4	1
8	MS4	1
9	K2	2
10	P1	7
11	Formzahl	0,94
12	Z_0	27,6

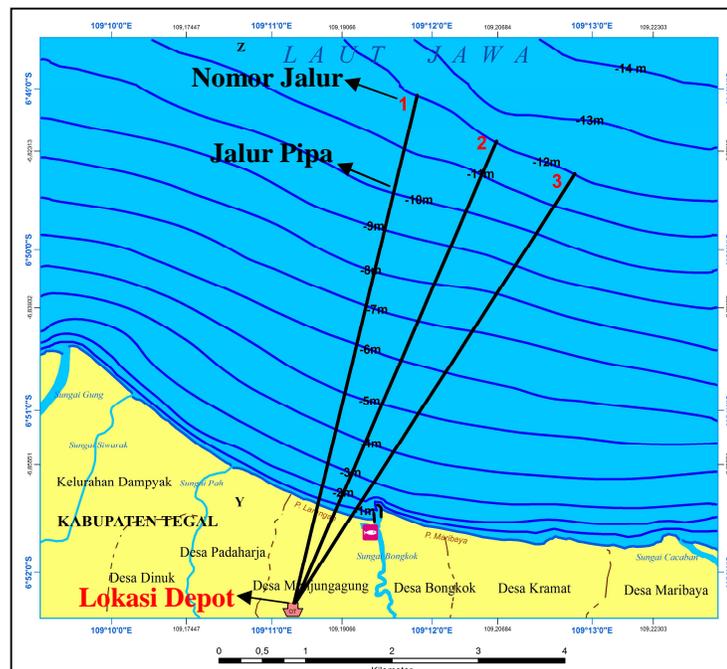
Nilai Formzahl 0,94 (Tabel 1) termasuk dalam klasifikasi $0,25 < F \leq 1,25$ yang berarti adalah pasang surut campuran condong ke harian ganda. Grafik pasang surut disajikan pada Gambar 8.



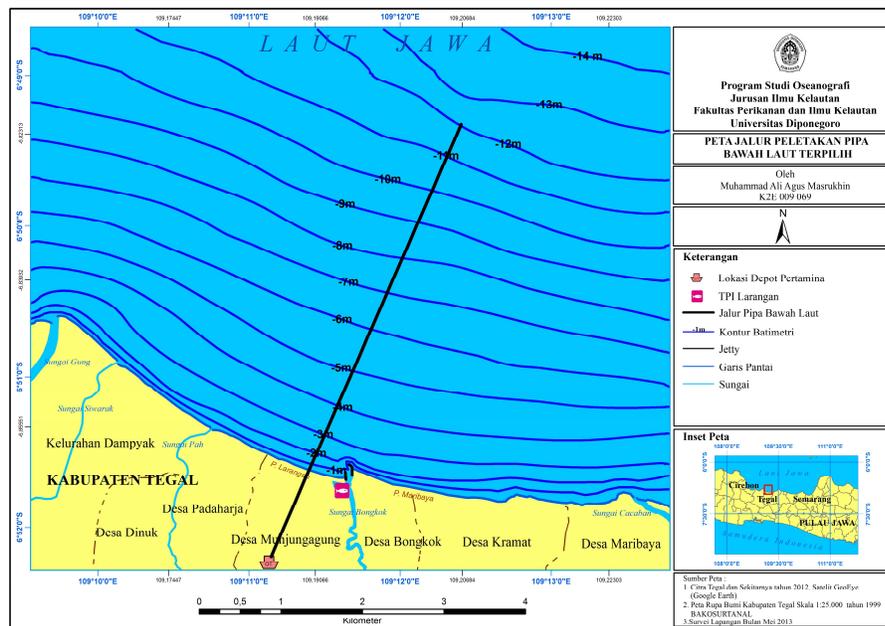
Gambar 8. Grafik Pasang Surut Perairan Tegal (20 Mei-3 Juni 2013)

Jalur Peletakan Pipa Bawah Laut

Diberikan tiga alternatif jalur peletakan pipa yang memungkinkan (Gambar 9). Masing-masing jalur yang ditunjukkan pada Gambar 9 memiliki panjang yang berbeda-beda, yaitu: jalur 1 memiliki panjang 5,95 km, jalur 2 memiliki panjang 5,75 km, dan jalur 3 memiliki panjang 5,90 km. Jalur pipa yang dipilih adalah jalur yang memiliki jarak terpendek, maka jalur pipa yang dipilih adalah jalur 2 dengan panjang 5,75 km (Gambar 10).



Gambar 9. Alternatif Jalur Peletakan Pipa



Gambar 10. Peta Jalur Peletakan Pipa Bawah Laut Terpilih

B. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedalaman perairan di lokasi penelitian berkisar antara 1,09-13,78 meter. Kedalaman (batimetri) di suatu perairan akan berubah dari waktu ke waktu mengikuti berubahnya ketinggian muka laut (*sea level changes*), maka diperlukan pengukuran kedalaman (batimetri) yang aktual, selanjutnya informasi kedalaman laut tersebut dapat digunakan sesuai dengan peruntukannya. Tidak terdapat kurva tertutup pada garis-garis kontur (Gambar 2) yang terbentuk di lokasi penelitian, hal ini menunjukkan di dasar perairan tersebut tidak terdapat gundukan yang biasanya berupa gunung laut maupun cekungan atau palung laut. dapat disimpulkan bahwa morfologi dasar perairan Larangan-Maribaya, Kabupaten Tegal relatif rata. Model morfologi dasar laut 3D (Gambar 4) memperjelas kenampakan permukaan dasar laut, terlihat bahwa permukaan dasar laut di lokasi penelitian relatif rata. Nilai kemiringan pantai rata-rata lokasi penelitian yaitu $4,78^\circ$ dikategorikan sebagai pantai yang landai, dan kemiringan dasar laut rata-rata lokasi penelitian yaitu $1,35^\circ$ dikategorikan dasar laut yang sangat landai. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Mulyana dan Salahuddin (2009) bahwa Indonesia bagian barat terdiri dari beberapa pulau-pulau besar di mana antara pulau satu dengan lainnya dipisahkan oleh laut dangkal serta mempunyai tatanan tektonik yang sederhana sehingga menyebabkan morfologi dasar laut relatif rata. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa perairan Larangan-Maribaya, kabupaten Tegal merupakan pantai berpasir yang didominasi oleh lumpur di bagian perairannya. Hal ini disebabkan oleh banyaknya sungai-sungai yang bermuara di perairan tersebut, sehingga pasokan sedimen lumpur dari sungai yang cukup besar masuk ke perairan lalu tertransportasi ke arah laut, dan mendominasi.

Banyak faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan jalur peletakan pipa bawah laut. Sebelum memilih jalur peletakan pipa bawah laut harus ditentukan kedalaman yang akan dijadikan sebagai *Single Point Mooring* (SPM) terlebih dahulu. *Single point mooring* merupakan titik tambat kapal saat kapal berhenti di tengah perairan untuk keperluan tertentu (Wichers, 2013). Sistem *single point mooring* yang biasanya digunakan dalam industri migas untuk keperluan penyaluran fluida berupa minyak dan gas atau fluida lainnya dari laut ke tempat penyimpanan, yaitu sistem *Single Buoy Mooring* (Wichers, 2013). Kedalaman *single point mooring* yang dipilih dalam penelitian ini yaitu kedalaman 12 meter dengan asumsi kapal *tanker* bermuatan penuh memiliki jarak tenggelam dari permukaan laut ≤ 10 meter, sehingga kapal *tanker* tidak akan mengalami karam ketika berhenti untuk menyalurkan minyak. Menurut Soegiono (2006) rute langsung dan terdekat merupakan yang terbaik. Sesuai dengan pernyataan tersebut jalur peletakan pipa yang dipilih adalah jalur 2 (Gambar 10) yang merupakan jalur terpendek dari ketiga alternatif jalur yang diberikan, yaitu dengan panjang jalur 5,75 km. Berdasarkan Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi Nomor 300.K/38/M.PE/1997 Bab II, Pasal 13, ayat 3, poin a, jika kedalaman perairan kurang dari 13 meter maka pipa harus ditanam sekurang-kurangnya dua meter dibawah permukaan dasar laut. Informasi mengenai morfologi dasar laut yang telah didapat dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam kegiatan peletakan pipa pada tahap selanjutnya.

4. Kesimpulan

Kedalaman perairan lokasi penelitian berkisar antara 1,09-13,78 meter, perairan tersebut masih termasuk dalam kategori perairan dangkal. Morfologi permukaan dasar laut lokasi penelitian relatif rata (tidak bergelombang dan tidak terdapat cekungan-cekungan) dengan kemiringan dasar laut yang sangat landai yaitu $1,35^{\circ}$, memiliki kemiringan pantai rata-rata yang landai yaitu $4,78^{\circ}$, serta memiliki sedimen dasar laut yang didominasi oleh jenis *silt* di bagian perairan. Jalur 2 sebagai jalur peletakan pipa bawah laut terpilih dengan jarak dari lokasi rencana depot Pertamina yaitu 5,75 km.

Daftar Pustaka

- Hakim, A.L. 2011. *Perancangan Pipa Bawah Laut (Pipeline Installation)*. Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS, Surabaya.
- Holme N.A and Mc Intyre, A. D. 1984. *Methods for The Study of Marine Benthos*. Backwall Scientific Publications, Oxford.
- Kementrian Kelautan dan Perikanan. 2011. *Kelautan dan Perikanan Dalam Angka*. DKP, Jakarta.
- Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi Nomor 300.K/38/M.PE/1997
- Mulyana, W dan M. Slahudin. 2009. *Morfologi Dasar Laut Indonesia*. Puslitbang Geologi Kelautan (PPPGL), Dep. ESDM, Bandung.
- Ongkosongo, Otto S.R. 1989. *Pasang Surut*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Poerbandono dan E. Djunarsjah. 2005. *Survey Hidrografi*. Refika Aditama, Bandung.
- Setiyono, H. 2008. *Bekal Lapangan Survei Pantai*. BP UNDIP Press, Semarang.
- Soegiono. 2006. *Pipa Laut*. Airlangga University Press, Surabaya.
- Soeprapto. 2001. *Survei Hidrografi*. Gadjah Mada University Oress, Yogyakarta.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif*. Alfabeta, Bandung.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2010. *Survei Hidrografi Menggunakan Single Beam*. Badan Standar Nasional, Jakarta. SNI 7646:2010.
- Triatmodjo, Bambang. 1999. *Teknin Pantai*. Beta Offite, Yogyakarta.
- Umam, S.K, et al. 2011. *Studi Penggunaan Magnetometer dalam Pembuatan Peta Sebaran Logam untuk Mendukung Pemasangan Pipa Bawah Laut*. Program Studi Teknik Geomatika, FTSP, ITS, Surabaya.
- Veritas Offshore Technology and Services A/S. Oktober 2007. "DNV OS F101 Submarine Pipelines Systems". Rev Oktober 2003 Norway: DNV Publisher.
- Verstappen, H.Th, 1953. *Applied Geomorphology, Geomorphological Surveys for Environmental Development*, Elsevier, Amsterdam.
- Wichers, Johan. 2013. *Guide to Single Point Moorings*. WMooring Inc. USA.
<http://INFOPANTURA.com> (Diakses pada tgl 5 Mei 2013 pukul 19.00 WIB).