

**KAJIAN JALUR PELABUHAN “MARINE SCIENCE TECHNO PARK UNDIP”  
TELUK AWUR JEPARA MENGGUNAKAN MULTIBEAM ECHOSOUNDER (MBES)  
DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS**

**Bandi Sasmito<sup>1\*</sup>, Yudo Prasetyo<sup>1</sup>, LM Sabri<sup>1</sup>, Moehammad Awaluddin<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departemen Teknik Geodesi-Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Prof Soedarto, SH, Tembalang, Semarang-75123 Telp./Faks: (024) 736834,  
\*e-mail: bandy.geo96@gmail.com

(Diterima 19 Oktober 2018, Disetujui 17 November 2018)

**ABSTRAK**

Universitas Diponegoro mempunyai Science and Technological Parks (STP) yang dibangun di Teluk Awur, Jepara yang diberi nama Marine Science Techno Park (MSTP). Dalam lingkungan MSTP terdapat fasilitas dermaga yang kini tidak dipergunakan dan terbengkalai. Penelitian ini bertujuan untuk mengaji jalur pelabuhan menuju dan keluar dermaga MSTP dengan data-data baru sehingga dermaga dapat dipergunakan. Metode yang digunakan adalah pengukuran kedalaman dengan peralatan Multibeam Echosounder (MBES). Sedangkan metode penentuan jalurnya menggunakan pemodelan dengan teknologi Sistem Informasi Geografis. Hasil pengolahan yang diharapkan adalah model dasar perairan MSTP dan analisis penentuan jalur pelabuhan keluar masuk dermaga yang disajikan secara spasial (Peta Tematik). Hasil diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam perancangan dan perencanaan revitalisasi MSTP dalam jangka panjang.

**Kata kunci :** *Marine Science Techno Park, Multibeam Echosounder, Sistem Informasi Geografis*

**ABSTRACT**

*Diponegoro University has a Science and Technological Parks (STP) built in Teluk Awur, Jepara which is named Marine Science Techno Park (MSTP). Within the MSTP environment there are dock facilities that are now not used and abandoned. This study aims to study the port path to and out of the MSTP pier with new data so that the dock can be used. The method used is depth measurement with Multibeam Echosounder (MBES) equipment. While the path determination method uses modeling with Geographic Information System technology. The expected processing results are the basic model of the MSTP waters and analysis of the determination of the port in and out of the dock which is presented spatially (Thematic Map). The results are expected to be used as consideration in the design and planning of MSTP revitalization in the long term*

**Keywords :** *Marine Science Techno Park, Multibeam Echosounder, Geographic Information System*

**1. PENDAHULUAN**

Pelabuhan adalah tempat yang terdiri atas daratan dan atau perairan dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan perusahaan yang di pergunakan sebagai tempat kapal bersandar, naik turun penumpang dan bongkar muat barang, berupa terminal dan tempat berlabuh kapal yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi (Indonesia, 2008). Pelabuhan menjadi salah satu unsur penentu terhadap aktivitas perdagangan. Pelabuhan yang di kelola secara baik dan efisien akan mendorong kemajuan perdagangan, bahkan industry di daerah akan maju dengan sendirinya. Dan dari sisnilah pelabuhan sangat berperan penting, apabila kita melihat sejarah jaman dahulu beberapa kota metropolitan di

negara kepulauan seperti Indonesia, pelabuhan turut membesarkan kota kota tersebut. Pelabuhan menjadi jembatan penghubung pembangunan jalan raya, jaringan rel kereta api, dan pergudangan tempat distribusi. Yang tidak kalah pentingnya peran pelabuhan adalah sebagai focal point bagi perekonomian maupun perdagangan dan menjadi kumpulan badan usaha seperti pelayaran dan keagenan, pergudangan, freight forwarding, dan lain sebagainya.

Setelah sempat berjaya pada 1995 dan diresmikan oleh Wakil Presiden Tri Sutrisno, Universitas Diponegoro kembali membangkitkan Science and Technological Parks (STP) yang dibangun di Teluk Awur, Jepara yang diberi nama Marine Science Techno Park (MSTP). Dalam MSTP terdapat fasilitas dermaga yang kini tidak dipergunakan dan terbengkalai.

Penelitian ini bertujuan untuk mengaji jalur pelabuhan menuju dan keluar dermaga MSTP dengan

data-data baru sehingga dermaga dapat dipergunakan. Penelitian dilakukan dengan teknik survey batimetri dan survey hidrografi. Pemetaan bawah laut pada kawasan perairan menjadi salah satu langkah dalam menentukan dan mempelajari titik-titik potensi di kawasan perairan dengan menggunakan dua teknik survey, yaitu survey batimetri dan survey hidrografi. Survey bathimetri adalah survey yang dilakukan untuk mengetahui dan mengukur nilai kedalaman dari dasar laut. Sedangkan survey hidrografi adalah proses penggambaran dasar perairan tersebut, sejak pengukuran dan pengolahan hingga visualisasinya (Poerbandono & Djunarsjah, 2005)

Metode yang digunakan adalah pengukuran kedalaman dengan peralatan Multibeam Echosounder (MBES), pengukuran arus dengan Current Meter, dan Grab Sampler. Sedangkan metode penentuan jalurnya menggunakan pemodelan dengan teknologi Sistem Informasi Geografis. Hasil pengolahan yang diharapkan adalah model dasar perairan MSTP dan analisis penentuan jalur pelabuhan keluar masuk dermaga yang disajikan secara spasial (Peta Tematik). Hasil diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam perancangan dan perencanaan revitalisasi MSTP dalam jangka panjang.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Survey Hidrografi

Hidrografi adalah ilmu tentang pemetaan laut dan pesisir. Hidrografi adalah ilmu tentang pengukuran dan penggambaran parameter-parameter yang diperlukan untuk menjelaskan sifat-sifat dan konfigurasi dasar laut secara tepat, hubungan geografisnya dengan daratan, serta karakteristik-karakteristik dan dinamika-dinamika lautan. Secara etimologi, Hidrografi berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari kata "hidro" yang berarti air dan "grafi" yang berarti menulis, hidrografi artinya gambaran permukaan bumi yang digenangi air.

Survei hidrografi berkaitan dengan konfigurasi wilayah daratan di bagian bawah dan yang berdekatan, danau, sungai, pelabuhan, dan bentuk air lainnya di Bumi. (IHO, 2005) Dalam arti sempit, itu hanya didefinisikan sebagai survei area perairan; namun, dalam penggunaan modern, ini mungkin mencakup berbagai macam tujuan lain seperti pengukuran pasang surut, arus, gravitasi, magnet bumi, dan penentuan fisik dan sifat kimia air. Tujuan utama dari sebagian besar survei hidrografi, adalah memperoleh dasar data untuk kompilasi grafik bahari dengan penekanan pada fitur yang dapat mempengaruhi navigasi yang aman. Tujuan lain termasuk memperoleh informasi yang diperlukan untuk produk navigasi laut terkait dan untuk manajemen zona pesisir, teknik, dan sains.

### 2.3 Bathymetri

Bathymetri mengacu kepada pengukuran kedalaman samudra. Teknik-teknik awal Bathymetri menggunakan tali berat terukur atau kabel yang diturunkan dari sisi kapal. Keterbatasan utama teknik ini adalah hanya dapat melakukan satu pengukuran dalam satu waktu sehingga dianggap tidak efisien. Teknik tersebut juga menjadi subjek terhadap pergerakan kapal dan arus. Survey Bathymetri dimaksudkan untuk mendapatkan data kedalaman dan konfigurasi/topografi dasar laut, termasuk lokasi dan luasan obyek-obyek yang mungkin membahayakan. Survey batimetri dilaksanakan mencakup sepanjang koridor survey dengan lebar bervariasi.

*Echosounder* mengukur kedalaman perairan dengan mengirim gelombang suara/akustik melalui transduser dan menerima kembali pantulannya (Moustier, Lonsdale, & Shor, 1990). Kedalaman air dihitung dari kecepatan perjalanan suara dalam air yang diperoleh dari waktu yang diperlukan untuk perjalanan suara dua arah (R.Sathishkumar, Gupta, & Babu, 2013)

*Multibeam Echosounder System* (MBES) adalah alat yang digunakan dalam proses pemeruman dalam suatu survei hidrografi. Pemeruman (sounding) sendiri adalah proses dan aktivitas yang ditunjukkan untuk memperoleh gambaran (model) bentuk permukaan (topografi) dasar perairan (seabed surface). Sedangkan survei hidrografi adalah proses penggambaran dasar perairan tersebut, sejak pengukuran, pengolahan, hingga visualisasinya. (Vilming, 1998). Multibeam Echosounder adalah pengembangan dari alat singlebeam echosounder yang telah ada sebelumnya, untuk menutupi kekurangan yang ada pada alat tersebut. (Poerbandono & Djunarsjah, 2005)

Kecepatan suara dalam air bervariasi baik secara horizontal maupun vertikal, akan tetapi hal ini tidak berarti bahwa kecepatan suara dalam air cenderung konstan pada area yang luas atau sepanjang hari di lokasi yang berbeda. Kecepatan suara dipengaruhi beberapa komponen Salinitas (conductivity), Temperatur, Kedalaman (tekanan).

### 2.4 Pelabuhan dan Pelayaran

Pelabuhan sebagai salah satu unsur dalam penyelenggaraan pelayaran, merupakan tempat untuk menyelenggarakan pelayanan jasa kepelabuhanan, pelaksanaan kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi lainnya, ditata secara terpadu guna mewujudkan penyediaan jasa kepelabuhan sesuai dengan tingkat kebutuhan (Indonesia, 2001)

Pelabuhan ditata dalam satu kesatuan tatanan kepelabuhan nasional guna mewujudkan

penyelenggaraan pelabuhan yang handal, dan berkemampuan tinggi, menjamin efisiensi nasional dan mempunyai daya saing global dalam rangka menunjang pembangunan nasional dan daerah.

Persyaratan Teknis Penentuan Rute Pelayaran Berdasarkan standarisasi Kementerian Perhubungan Direktorat Jendral Perhubungan Laut secara umum penentuan kedalaman rute pelayaran di luar pelabuhan / laut lepas dapat ditentukan dengan Persamaan (1)

$$H = D + \Sigma t \dots\dots\dots (1)$$

dimana:

$$\Sigma t = t1 + t2 + t3 + t4 \dots\dots\dots (2)$$

H = kedalaman laut yang layak bagi rute pelayaran.

D = draft kapal.

t1 adalah angka keamanan navigasi dibawah lunas kapal berdasarkan jenis tanah dasar alur sungai dan danau. Nilai t1 seperti pada tabel 1.

**Tabel 1.** Angka keamanan navigasi dibawah lunas kapal (Perhubungan, 2010)

| Jenis Tanah    | Angka Keamanan Berdasarkan Ukuran Kapal |              |         |
|----------------|---|--------------|---------|
|                | LOA>185 m                               | 125<LOA<185m | LOA<86m |
| Campuran Pasir | 0.2                                     | 0.2          | 0.2     |
| Pasir          | 0.3                                     | 0.25         | 0.2     |
| Padat          | 0.45                                    | 0.3          | 0.2     |
| Keras          | 0.5                                     | 0.45         | 0.201   |

t2 merupakan angka kemanan karena adanya timbulan gelombang. Nilai t2 didapat melalui persamaan (II.9).

$$t2 = 0.3 H - t1 \dots\dots\dots (II.9)$$

dimana:

H = timbulan gelombang akibat gerakan kapal

Timbulan gelombang dipengaruhi oleh kecepatan kappa dengan Bilangan Froude dibawah kecepatan kritis (Fn < 1 ) disajikan pada tabel 2.

**Tabel 2.** Angka Keamanan Akibat Timbulan Gelombang (Perhubungan, 2010)

| Kecepatan Knot | Kecepatan Km/Ja | Fn     | Tinggi gelombang maksimum (meter) |
|----------------|-----------------|--------|-----------------------------------|
|                | m               |        |                                   |
| 2              | 3.704           | 0.1401 | 0.0014                            |
| 3              | 5.556           | 0.2101 | 0.0022                            |
| 4              | 7.408           | 0.2801 | 0.0051                            |
| 5              | 9.26            | 0.3501 | 0.0722                            |
| 6              | 11.112          | 0.4201 | 0.286                             |
| 7              | 12.964          | 0.4901 | 0.4324                            |
| 8              | 14.816          | 0.5601 | 0.4019                            |
| 9              | 16.668          | 0.6301 | 0.7229                            |
| 10             | 18.52           | 0.7001 | 0.9847                            |

|    |        |        |        |
|----|--------|--------|--------|
| 11 | 20.372 | 0.7701 | 1.3089 |
| 12 | 22.224 | 0.8401 | 1.2008 |
| 13 | 24.076 | 0.9101 | 1.4003 |
| 14 | 25.928 | 0.9801 | 1.5998 |
| 15 | 27.78  | 1.0501 | 1.7867 |

Jika t2 adalah negatif, maka angka kemanan yang disebabkan oleh gerakan kapal yang didapat melalui persamaan (II.10) berikut :

$$t3 = k.v \dots\dots\dots (II.10)$$

dimana:

v = kecepatan kapal (km/jam)

k = koefisien yang tergantung ukuran kapal sebagaimana pada tabel .

t4 merupakan angka keamanan untuk pekerjaan pengerukan alur, nilainya ± 0.40 meter. Kepentingan keselamatan dan kelancaran berlayar pada perairan tertentu, pemerintah menetapkan sistem rute pelayaran yang meliputi skema pemisah lalu lintas, rute dua arah rute air dalam, garis haluan yang direkomendasikan, daerah yang harus dihindari, daerah lalu lintas pedalaman, daerah kewaspadaan dan daerah putaran. Koefisien dapat dilihat melalui tabel 3.

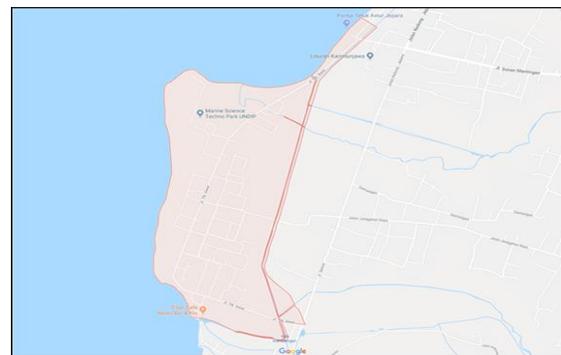
Tabel 3 Angka keamanan yang disebabkan oleh gerakan kapal (Perhubungan, 2010)

| Ukuran Kapal | LOA > 185 m | 125 < LOA < 185 m | LOA > 86 m | 125 < LOA < 86 m |
|--------------|-------------|-------------------|------------|------------------|
| Koefisien    | 0.033       | 0.027             | 0.022      | 0.017            |

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Pantai teluk awur merupakan salah satu pantai yang posisinya berada di pesisir kabupaten jepara jawa tengah. Pantai yang berada tepatnya di desa teluk awur kecamatan tahunan.



**Gambar 1.** Peta Wilayah Studi MSTP Teluk Awur Jepara (Google, n.d.)

Marine Science Techno Park diresmikan oleh Wakil Presiden Masa Soeharto, Try Sutrisno tahun 1995. Marine Science Techno Park ini sudah terbentuk cukup lama, namun sempat terabaikan bahkan dinonaktifkan. Marine Science Techno Park ini merupakan bentuk nyata Undip dalam pengimplementasikan pengabdian kepada masyarakat pesisir di Jepara untuk "mencerdaskan" mereka dengan memberdayakan masyarakat pesisir di sana dan mengelolanya agar mereka dapat mengelola wilayah kepesisirannya.

### 3.2 Pemeruman dengan Multibeam Echosounder

Penentuan area pemeruman merupakan tahap penentuan luasan cakupan penelitian yang akan dijadikan sebagai batasan wilayah penelitian. Pembuatan Lajur perum sesuai karakteristik perairan Lajur utama satu dengan yang lainnya paralel, sedapat mungkin tegak lurus terhadap garis pantai.

Perekaman data posisi dan kedalaman dilakukan secara otomatis dan simulatan dalam bentuk digital sehingga terhindar dari kesalahan-kesalahan akibat sinkronisasi data posisi dan kedalaman secara manual. Setiap satu lajur ukuran akan disimpan dalam satu file dengan pemberian nama file yang unik sehingga memudahkan untuk pengecekan, pencarian dan pemrosesan data. Secara real time profile dasar laut pada lajur suvey tampil pada display komputer dan apabila dikehendaki dapat langsung dilakukan print out. Semua kegiatan survey pada tahap pelaksanaan ini terintegrasi dan dikendalikan oleh software EIVA.

### 3.2 Pengolahan dan Kalibrasi data Pemeruman

Data hasil pemeruman disimpan dalam database berbentuk digital. Data pemeruman masih adalah raw data dan masih mengandung kesalahan, sehingga perlu dilakukan pengolahan dan kalibrasi.

Cepat rambat gelombang yang dihasilkan oleh Multibeam Echosounder perlu dilakukan kalibrasi untuk mengetahui nilainya (Lanzoni & Weber, 2010), (Perrot et al., 2014). Perambatan gelombang akustik dalam kolom air akan mengalami distorsi. Kecepatan sinyal akustik yang melalui sepanjang kolom air dipengaruhi oleh kecepatan suara yang menyebabkan refraksi atau pembelokan gelombang, sehingga mempengaruhi nilai kedalaman (Hellequin, Boucher, & Lurton, 2003)

### 3.3 Pemilihan Jalur Pelayaran

Kapal yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu KM Sapta Pesona, memiliki LOA (*Length Over All*) sepanjang 11 meter, dihitung dari bagian terdepan kapal hingga buritan kapal. Nilai keamanan yang baik untuk kapal KM Sapta Pesona

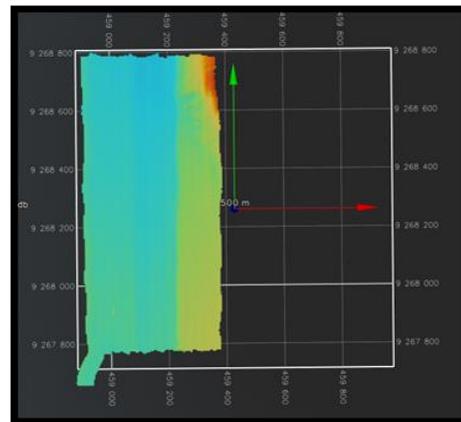
dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dari Departemen Perhubungan.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Pengolahan Data Pemeruman

Visualisasi 3D dari hasil pengolahan data multibeam echosounder menggunakan EIVA secara keseluruhan cenderung memiliki tekstur yang rata dan tidak terlalu banyak obyek yang terlihat di kedalaman  $\pm 6$  meter. Adanya objek yang cukup dangkal pada daerah yang terdapat di dekat dermaga. Luasan penelitian yang digunakan ialah sebesar 400 m x 1500 m, di dapat beberapa objek yang tertangkap oleh MBES.

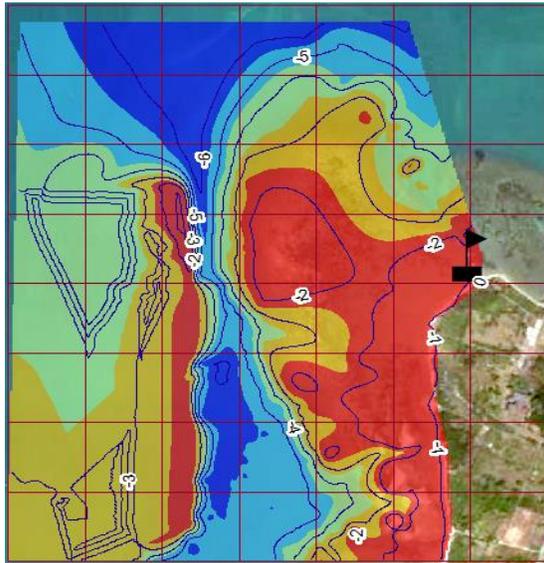
Visual hasil MBES yang ditunjukkan pada Gambar 5 menggambarkan bahwa tidak adanya objek yang tertangkap pada daerah terluar dari garis yang memiliki kedalaman 6 meter hingga 3 meter. Terjadi adanya pendangkalan pada daerah terdekat dengan garis pantai yang menyebabkan kedalam berubah drastis hingga mencapai kedalaman kurang dari 2 meter. Rencana pemeruman yang awalnya akan dilakukan sejauh 200 meter hingga 1000 meter dari garis pantai harus dikurangi menjadi 400 meter dari garis pantai dengan alasan keamanan.



Gambar 2. Visualisasi hasil MBES

Data singlebeam echosounder (SBES) dan multibeam echosounder (MBES) digabungkan untuk memberlebar jalur penelitian yang lebih detail. Hal ini dilakukan karena pemeruman menggunakan MBES dilakukan sejauh 400 meter dari bibir pantai, sedangkan daerah di dekat dermaga tidak tersapu oleh beam dari MBES. Data SBES melingkupi antara garis pantai hingga 400 meter. Kenampakan topografi daerah cakupan SBES didapatkan dengan menggunakan teknik interpolasi. Bentuk topografi bawah laut secara jelas dapat dilihat dengan menginterpolasi data keseluruhan antara data MBES dan data SBES. Dengan demikian

didapatkan data yang lebih detail dan bahaya apa saja yang berada di bawah laut Teluk Awur.



**Gambar 3.** Bentuk Topografi Teluk Awur

#### 4.2 Kajian Jalur Pelayaran

Kapal yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu KM Sapta Pesona, memiliki LOA (Length Over All) sepanjang 11 meter, dihitung dari bagian terdepan kapal hingga buritan kapal. Nilai keamanan yang baik untuk kapal KM Sapta Pesona dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dari Departemen Perhubungan. Berikut ini merupakan perhitungan nilai keamanan kapal KM Sapta Pesona:

$$H = D + \Sigma t$$

Dengan keterangan:

D : Draft kapal sebesar 1 meter, yaitu kedalaman celup antara permukaan kapal hingga bawah kapal

$$\Sigma t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

Nilai  $t_1$ ,  $t_2$ , dan  $t_3$  didapatkan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$t_1 = 0.2$$

$$t_2 = 0.3 \times (0.0051^*) - 0.2$$

$$t_3 = 7.408 \times 0.017$$

Nilai  $t_4$  merupakan angka keamanan untuk pekerjaan pengerukan alur sebesar  $\pm 0.4 \text{ meter} \times 0.0051$  yang menunjukkan tinggi gelombang maksimum yang dihitung berdasarkan kecepatan kapal rata-rata sebesar 4 knot atau 7,408 km/jam.

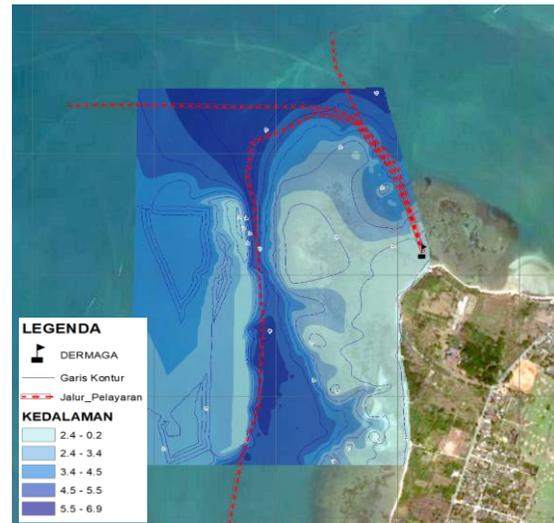
Dengan angka di atas, dapat kita hitung besaran H yang terjadi yaitu:

$$H = 1 + 0.725 \text{ m}$$

$$H = 1.725 \text{ m}$$

Berdasarkan LOA kapal yang ada di daerah Teluk Awur, yaitu sebesar 11 meter dan kedalaman minimal 1.725 m, maka jalur pelayaran yang direkomendasikan

berdasarkan kedalaman yang ada di Teluk Awur ialah melewati jalur yang berwarna merah. Hal ini dilakukan



untuk menjaga keselamatan kapal, nahkoda, dan penumpang.

**Gambar 4.** Jalur Pelayaran (garis biru) yang direkomendasikan sesuai bentuk kontur yang terbentuk

#### 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari kajian ini adalah wilayah perairan pada pelabuhan MSTP Teluk awur relatif dangkal dan landai. Kedalaman perairan didapatkan mulai dari 0 sampai 9 meter. Kondisi perairan pantai terdapat karang-karang kecil. Potensi jalur keluar masuk kapal ke pelabuhan dibuat 3 (tiga) jalur yang di ilustrasikan pada gambar 7.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan pada dukungan peralatan Survei Hidrografi dari PT. Geotronix Pratama Indonesia serta Laboratorium Survei Hidrografi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Google. (n.d.). Google Maps. Retrieved from [https://www.google.co.id/maps/place/Teluka wur,+Tahunan,+Jepara+Regency,+Central+J ava/@-6.6246689,110.6351087,15z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x2e711e3ef79b22ed:0xe19ef4d2a3c274b8!8m2!3d-6.6253264!4d110.6422198](https://www.google.co.id/maps/place/Teluk+awur,+Tahunan,+Jepara+Regency,+Central+Java/@-6.6246689,110.6351087,15z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x2e711e3ef79b22ed:0xe19ef4d2a3c274b8!8m2!3d-6.6253264!4d110.6422198)
- Hellequin, L., Boucher, J.-., & Lurton, X. (2003). Processing of high-frequency multibeam echo sounder data for seafloor characterization. *IEEE Journal of Oceanic*

- Engineering*, 28(1), 78–89.  
<https://doi.org/10.1109/JOE.2002.808205>
- IHO. (2005). *MANUAL ON HYDROGRAPHY* (Vol. 2005).
- Indonesia, R. (2001). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 69 Tahun 2001 Tentang Kepelabuhanan.
- Indonesia, R. (2008). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2008 Tentang Pelayaran.
- Lanzoni, J. C., & Weber, T. C. (2010). High-resolution calibration of a multibeam echo sounder. In *OCEANS 2010 MTS/IEEE SEATTLE* (pp. 1–7).  
<https://doi.org/10.1109/OCEANS.2010.5664519>
- Moustier, C. de, Lonsdale, P. F., & Shor, A. N. (1990). Simultaneous operation of the Sea Beam multibeam echo-sounder and the SeaMARC II bathymetric sidescan sonar system. *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, 15(2), 84–94.  
<https://doi.org/10.1109/48.50693>
- Perhubungan, K. (2010). Standar Kapal Non-Konvensinon-Convention Vessel Standard Berbendera Indonesia, 1–39.
- Perrot, Y., Brehmer, P., Roudaut, G., Gerstoff, P., Josse, E., Perrot, Y., ... Gerstoff, P. (2014). Efficient multibeam sonar calibration and performance evaluation, 3(4), 808–820.
- Poerbandono, D., & Djunarsjah, E. (2005). *Survei Hidrografi*. Refika Aditama. Bandung.
- R.Sathishkumar, Gupta, T. V. . P., & Babu, M. A. (2013). Echo Sounder for Seafloor Object Detection and Classification. *Journal of Engineering, Computers & Applied Sciences (JEC&AS)*, 2(1), 32–37.
- Vilming, S. (1998). The development of the multibeam echosounder: An historical account. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 103(5), 2935.  
<https://doi.org/10.1121/1.422177>