

**PERENCANAAN ALUR GALANGAN KAPAL DI PERAIRAN SOCAH
BANGKALAN MADURA**

Shipyards Route Plans in The Socah Waters Bangkalan-Madura

Andri Fudza Dwi Femani¹⁾, Dian Noor Handiani²⁾

*^{1), 2)} Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Institut Teknologi Nasional (Itenas)-Bandung*

Korespondensi: andrifudza.itenas@gmail.com

Diterima 23 Juni 2026; Disetujui: 03 Agustus 2026; Dipublikasikan: 26 Agustus 2026

ABSTRACT

The waters of Socah, Madura, are an area with potential for shipyard development. The characteristics of the waters of Socah, Madura, are influenced by fairly intensive sedimentation processes and active coastal dynamics. Therefore, planning of navigation channels and dredging of the seabed are required to achieve the necessary depth. The objective of this study is to examine and analyse bathymetric profiles and sediment conditions, as well as to plan shipping channels for shipyards in the waters of Socah, Bangkalan, Madura. Data collection for this study was carried out directly in the field over a period of 15 days. Observations were conducted to obtain data on bathymetry, sediment samples and tidal data. The data obtained was then processed and analysed to design the shipyard channel using the following software: Hypack, AutoCAD, Global Mapper, Microsoft Office, and Oasis Montaj. Through data processing in accordance with IHO S-44 standards, bathymetric data was obtained with a special order TVU; the bathymetric profile of the study area has depths relative to the LWS datum ranging from -0.69metres to -2.65metres. In addition to bathymetric data, sediment samples were also obtained, which were dominated by Lanau material in the study area. Based on the bathymetric conditions and sediment samples, a channel design was developed with a minimum width of 40.2 m, a minimum turning basin radius of 90 m, and a minimum depth of 5 m. Based on the results and analysis of the study, the study area does not meet the criteria based on the size of the vessels intended to operate there, namely GT1000.

Keywords: Bathymetry, Sediment, Shipping route, Socah Waters

ABSTRAK

Perairan Socah, Madura merupakan wilayah yang memiliki potensi untuk pengembangan galangan kapal. karakteristik perairan Socah, Bangkalan, Madura dipengaruhi oleh proses sedimen yang cukup intensif dan dinamika pesisir yang aktif. Oleh karena itu di perlukan perencanaan jalur dan pengerukan dasar laut untuk memperoleh kedalaman yang di butuhkan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji dan menganalisis profil batimetri dan kondisi sedimen, serta perencanaan alur pelayaran galangan kapal di Perairan Socah, Bangkalan, Madura. Pengumpulan data dalam penelitian ini di lakukan langsung di lapangan selama 15 hari. Observasi di lakukan untuk memperoleh data: bathimetri, sample sedimen dan data pasang surut. Data yang di peroleh kemudian di proses dan di analisa sebagai alur galangan kapal dengan bantuan perangkat lunak: Hypack, autocad, Global mapper, microsoft office, dan oasis montaj. Melalui pengolahan data dengan standar IHO S-44 data batimetri di dapatkan TVU dengan orde spesial, profil batimetri di area penelitian memiliki kedalaman terhadap datum LWS antara -0.69m meter sampai -2.65m. Selain data batimetri didapatkan juga data sample sedimen yang didominasi dengan material Lanau di area penelitian. Dengan kondisi batimetri dan sample sedimen didapatkan desain alur dengan lebar minimal 40.2m, radius minimal kolam putar 90m dan kedalaman minimal 5m. Berdasarkan hasil dan analisis penelitian, area penelitian tidak memenuhi kriteria berdasarkan ukuran kapal yang akan beroperasi yaitu GT1000.

Kata kunci: Batimetri, Sedimen, Alur pelayaran, Perairan Socah

PENDAHULUAN

Perairan Socah merupakan kawasan perairan pesisir yang terletak di Kecamatan Socah, Kabupaten Bangkalan, Pulau Madura, Provinsi Jawa Timur. Secara geografis, wilayah ini berada di sisi barat Pulau Madura dan berhadapan langsung dengan Selat Madura yang menjadi salah satu jalur pelayaran penting di kawasan Jawa Timur (Rosyadewi dan Hidayah 2020). Lokasi yang strategis menjadikan Perairan Socah memiliki potensi besar untuk pengembangan infrastruktur maritim, termasuk pelabuhan dan galangan kapal.

Pengembangan infrastruktur maritim pada kawasan pesisir memerlukan informasi kondisi perairan yang memadai, terutama terkait kondisi dasar perairan, kedalaman dan dinamika sediment dasar. Penelitian oleh Rosyadewi dan Hidayah (2020) menunjukkan Muara Socah memiliki laju sedimentasi sebesar 1,02 m³/hari dengan dominasi sedimen *silt (lumpur halus)*. Kondisi ini berpotensi menimbulkan pendangkalan cukup cepat pada area alur pelayaran galangan kapal. Selanjutnya, penelitian tersebut juga belum didukung oleh data batimetri yang akurat dan terkini untuk dapat digunakan sebagai dasar perencanaan teknis alur pelayaran menuju galangan kapal. Adapun perencanaan pembangunan alur galangan kapal memerlukan gambaran kondisi topografi dasar perairan aktual untuk memastikan keamanan alur pelayaran, serta pengelolaan wilayah perairan secara berkelanjutan (Ikbal, M. 2024). Sehingga, survei batimetri sangat diperlukan untuk pengembangan di wilayah Perairan Socah.

Survei batimetri merupakan metode penting dalam memperoleh informasi morfologi dasar laut dan menentukan kedalaman perairan secara presisi (Setiadarma dkk., 2019). Menurut standar *International Hydrographic Organization* (IHO S-44), kualitas data batimetri harus memenuhi tingkat ketelitian tertentu sesuai kebutuhan operasional, terutama pada kawasan penting seperti pelabuhan, dermaga, dan jalur pelayaran. Selain data batimetri, integrasi dengan parameter hidro-oseanografi seperti pasang surut dan kondisi sedimen dinilai penting untuk menghasilkan perencanaan alur pelayaran yang optimal dan berkelanjutan (Setiadarma dkk., 2019).

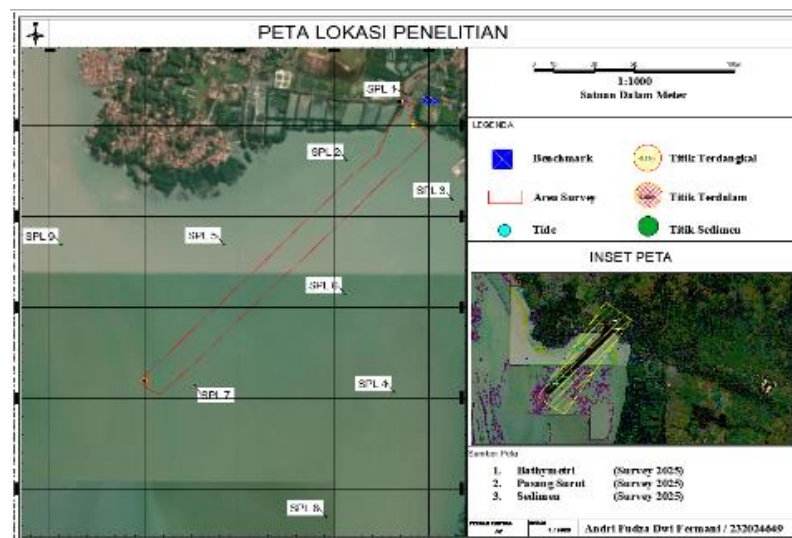
Perencanaan alur pelayaran yang aman merupakan langkah fundamental dalam menjamin keselamatan navigasi laut dan mencegah risiko kecelakaan kapal. Menurut *International Maritime Organization* (IMO), perancangan dimensi alur pelayaran harus secara ketat memperhitungkan karakteristik manuver kapal dan memastikan ketersediaan jarak aman antara lunas kapal dengan dasar laut (*under-keel clearance*), khususnya pada alur galangan kapal sebagai lalu lintas masuk dan keluarnya kapal (IMO).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang alur pelayaran galangan kapal sesuai spesifikasi kapal yang melintas di perairan tersebut (kisaran kapal 1000 *GrossTonnage*/GT). Perencanaan tersebut berdasarkan analisis profil batimetri berdasarkan standar IHO-S44. Selain itu, perencanaan juga berdasarkan kondisi sedimen dasar laut Perairan Socah, sesuai dengan kondisi perairan yang memiliki intensitas sedimentasi cukup tinggi (Rosyadewi dan Hidayah, 2020). Hasil perancangan diharapkan dapat menjadi dasar teknis dalam perencanaan alur pelayaran yang aman sesuai dengan standarisasi *International Maritime Organization* (IMO).

MATERI DAN METODE

Lokasi Studi

Pengambilan data dilakukan di bulan Juli 2025 dan lama pengambilan data adalah 15 hari. Lokasi studi bertempat di Perairan Socah, Kabupaten Bangkalan, Provinsi Madura dan ditunjukkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Alat dan Data

Adapun alat dan bahan yang di gunakan dalam penelitian ini disajikan dalam **Tabel 1** di bawah ini:

Tabel 1. Alat yang digunakan dalam penelitian

No.	Nama	Alat	Fungsi	Data hasil
1	Singlebeam Echosounder	Teledyne Odom Echotrack CV100	Akuisisi data batimetri	Raw data bathimetri
2	GNSS	Hemisphere Vector VS1000 GNSS	Sistem posisi dan navigasi	
3	Tide data logger	Valeport TideMaster	Pengambilan data pasang surut	Data pasang surut
4	Grab sample		Pengambilan sample sedimen di permukaan dasar laut	Data Sample Sedimen
5	Laptop		Navigasi, akusisi dan pengolahan data	

Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui serangkaian tahapan terstruktur yang disusun berdasarkan alur kerja pengumpulan langsung di lapangan dengan lama penelitian 15 hari. Tahapan tersebut ditunjukkan pada diagram alir **Gambar 2.** yang bertujuan untuk mendukung proses evaluasi kelayakan rencana alur galangan kapal.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Tahapan penelitian ini terdiri atas empat tahap utama, yaitu persiapan, pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis kelayakan teknis. Tahap persiapan meliputi perizinan, penyediaan alat dan bahan, penyiapan sumber daya manusia, serta perencanaan survei yang mencakup penentuan jalur pengukuran dan pemberian arahan terkait metode pengukuran yang akan digunakan.

Pengumpulan data, baik data utama (Data Batimetri menggunakan SBES Odom CV100 dan Data Sedimen menggunakan *grab sampler*) maupun data pendukung (Data Pasang Surut menggunakan *Valeport Tide Master*) yang dilakukan langsung di Perairan Socah, Kabupaten Bangkalan, Madura yang digunakan sebagai bahan pengolahan data dan kajian uji kualitas.

Tahap pengolahan data meliputi penentuan datum vertikal berdasarkan nilai *Lowest Water Spring* (LWS) yang diperoleh dari titik BM-01 yang tersedia di lokasi penelitian. Selanjutnya dilakukan kajian ketelitian data batimetri melalui perhitungan *Total Vertical Uncertainty* (TVU) sesuai standar IHO S-44 Orde Khusus dengan persamaan:

$$TVU = \pm \sqrt{a^2 + (b \times d)^2}$$

dengan (a) merupakan kesalahan independen, (b) merupakan faktor kesalahan yang bergantung pada kedalaman, dan (d) merupakan rata-rata kedalaman hasil pengukuran. Analisis karakteristik sedimen dilakukan menggunakan metode Granulometri melalui tahapan *sieving* dan *pipette test* di laboratorium. Selanjutnya, desain alur pelayaran direncanakan mengacu pada standar *International Maritime Organization* (IMO), dengan radius minimum kolam putar sebesar 1,2 kali panjang total kapal, kedalaman alur sebesar 1,1 kali draft kapal terbesar, serta lebar minimum alur sebesar tiga kali lebar kapal.

Tahap akhir berupa analisis kelayakan teknis lokasi sebagai alur menuju galangan kapal berdasarkan ukuran kapal minimum sebesar 1.000 GT dengan dimensi panjang 75 m, lebar 13,4 m, dan draft 4 m. Analisis dilakukan dengan membandingkan kebutuhan kedalaman alur berdasarkan dimensi kapal terhadap kondisi kedalaman eksisting di lokasi penelitian.

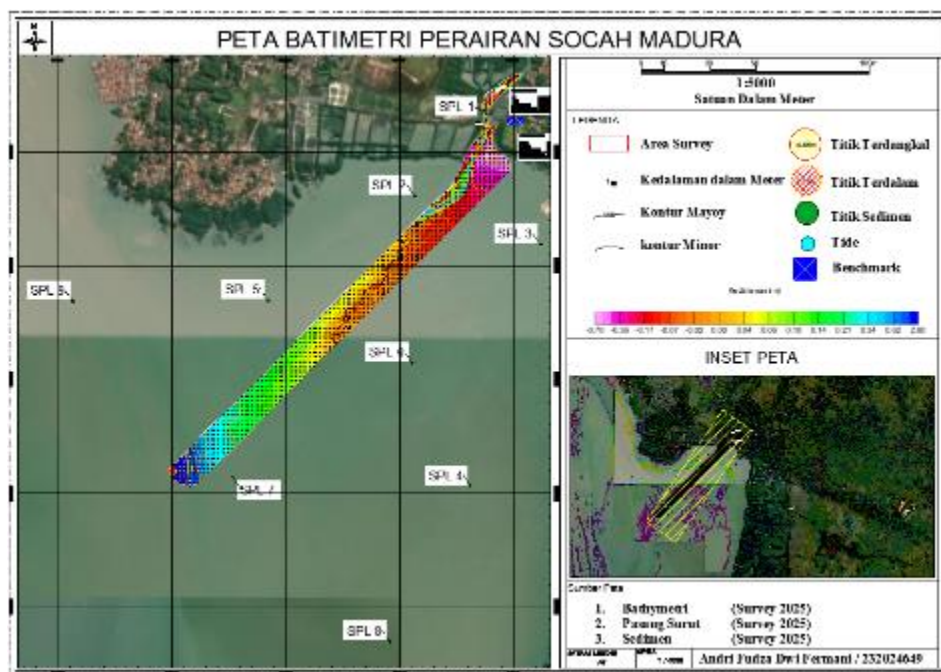
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemetaan Batimetri (kedalaman)

Hasil uji akurasi terhadap 576 titik pengukuran menunjukkan nilai *Total Vertical Uncertainty* (TVU) pada selang kepercayaan 95% sebesar 0,096 m. Nilai tersebut masih berada di bawah batas toleransi TVU yang diizinkan (batas maksimal toleransi) yaitu 0,250 m. Hasil perbandingan antara *main lines* dan *cross lines* juga menunjukkan kedalaman rata-rata yang relatif seragam, dengan nilai masing-masing sebesar -0,174 m dan -0,171 m. Nilai simpangan baku (*standard deviation*) sebesar 0,049 m menandakan sebaran kesalahan vertikal yang rendah dan stabil. Pada **Tabel 2**. Dimana data batimetri dinyatakan memenuhi standar akurasi vertikal IHO S-44 dan layak digunakan untuk analisis teknis perencanaan alur galangan kapal.

Tabel 2. Nilai akurasi pengukuran batimetri

Parameter yang Diukur	Existing Survey Hasil Pengukuran (m)
Perbedaan absolut rata-rata (m)	- 0.003
Rata-rata kedalaman <i>main lines</i> (m)	-0.174
Rata-rata kedalaman <i>cross lines</i> (m)	-0.171
<i>Standard deviation</i> (m)	0.048
95% Selang kepercayaan	0.094
Batas toleransi (TVU yang di izinkan)	0.250
Hasil	Diterima



Gambar 3. Peta Batimetri Socah

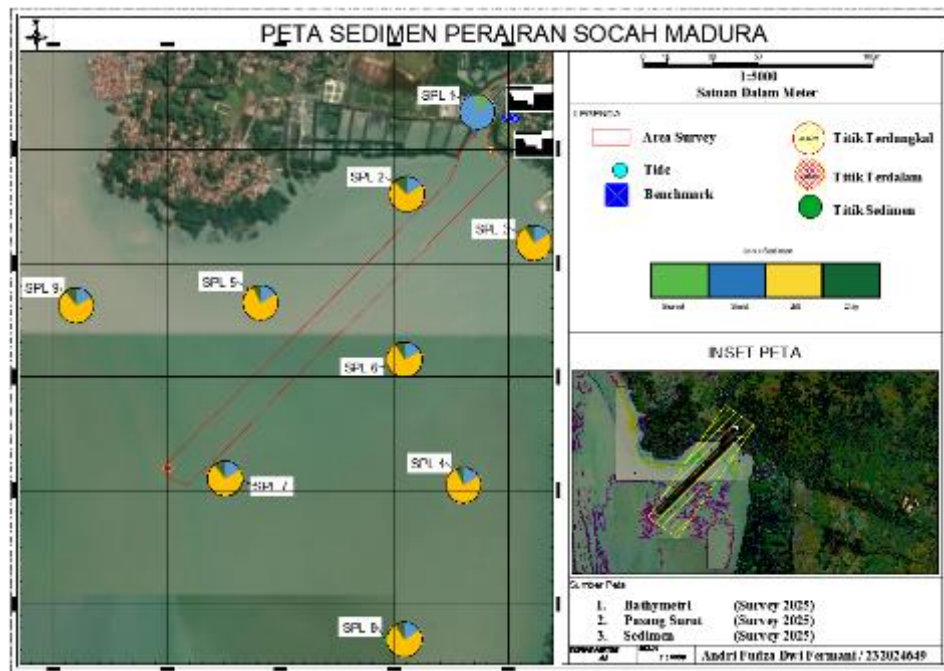
Pada **Gambar 3.** menunjukkan Perairan Socah relatif dangkal dengan kedalaman minimum sebesar -0,69m di bagian utara area survei dan maksimum -2,65m di bagian selatan. Pola kontur memperlihatkan gradien dasar laut yang landai dari pesisir menuju laut tanpa adanya palung signifikan. Warna kuning-merah pada peta menandakan area terdangkal di dekat pesisir sedangkan warna biru-hijau menunjukkan bagian lebih dalam menuju Selat Madura. Sesuai dengan *International maritime organization* (IMO), hal ini menunjukkan bahwa area pengamatan memiliki area yang sangat dangkal untuk menjadi alur galangan dengan kapal dengan GT1000 yang memerlukan minimal kedalaman minimal 4m.

Karakteristik Sedimen

Berdasarkan hasil analisis granulometri sedimen dasar laut yang di tunjukkan pada **Tabel 3**, distribusi ukuran butir menunjukkan adanya perbedaan karakteristik yang signifikan antara titik SPL 1 dan SPL 2-9 (**Gambar 1**). Sedimen pada SPL 1 didominasi oleh fraksi pasir sebesar 86,63% dan kerikil sebesar 12,25%, dengan kandungan lanau hanya 1,12% dan tanpa fraksi lempung. Karakteristik sedimen yang lebih kasar ini mengindikasikan pengaruh lingkungan berenergi tinggi yang berkaitan dengan keberadaan muara sungai sebagai sumber pasokan sedimen dari daratan, sehingga material berukuran lebih besar seperti pasir dan kerikil lebih dominan terendapkan di lokasi tersebut. Sebaliknya, sedimen pada SPL 2-9 didominasi oleh fraksi halus berupa lanau (71,80–76,93%) dan lempung (7,39–12,41%).

Tabel 3. Persentase Hasil Pengolahan Sedimen

Sampel No.	Kerikil (%)	Pasir (%)	Lanau (%)	Lempung (%)	Klasifikasi Tanah
SPL 1	12.25	86.63	1.12	0.00	Pasir berkerikil sedikit sekali lanau
SPL 2	0.03	15.75	71.80	12.41	Lanau berpasir berlempung
SPL 3	0.00	15.62	75.28	9.09	Lanau berpasir berlempung
SPL 4	0.53	15.40	76.69	7.39	Lanau berpasir berlempung
SPL 5	0.02	15.66	76.93	7.40	Lanau berpasir sedikit lempung
SPL 6	0.58	15.76	74.64	9.02	Lanau berpasir berlempung
SPL 7	0.03	15.73	73.51	10.74	Lanau berpasir sedikit lempung
SPL 8	0.03	15.69	75.21	9.07	Lanau berpasir sedikit lempung
SPL 9	0.63	16.08	72.66	10.64	Lanau berpasir sedikit lempung



Gambar 4. Sebaran sedimen

Karakteristik dominasi sedimen halus berkaitan dengan kondisi oseanografi Perairan Socah, Bangkalan, yang dipengaruhi oleh proses sedimentasi dari muara sungai (Rosyadewi & Hidayah, 2020). Sedimen berukuran kecil seperti Lanau dan Lempung lebih mudah mengalami transpor sedimen akibat pengaruh arus, pasang surut, dan gelombang (Perera *et al.*, 2023), Sehingga akumulasi sedimen tersebut menyebabkan berkurangnya kedalaman efektif perairan dan berpotensi mengganggu aktivitas navigasi kapal di Perairan Socah, Madura, yang direncanakan sebagai lokasi pembangunan alur galangan kapal. Dominasi sedimen lanau dan lempung pada hampir seluruh sampel juga menunjukkan potensi laju sedimentasi yang tinggi pasca pengerukan (*dredging*), karena material halus mudah terbawa arus sebagai sedimen suspensi dan kemudian mengendap pada area alur yang lebih dalam, sehingga memicu pendangkalan serta meningkatkan kebutuhan pemeliharaan pengerukan (*maintenance dredging*) secara berkala guna menjaga kedalaman operasional dan keselamatan bernavigasi (Wang *et al.*, 2024).

Desain Alur Kapal

Perencanaan alur galangan kapal yang dilakukan mengacu kepada standar keselamatan navigasi *International Maritime Organization* (IMO) dengan

mempertimbangkan dimensi kapal terbesar yang akan beroperasi pada area tersebut. Kapal rencana memiliki kapasitas sebesar 1000GT dengan panjang total (LOA) 75m, lebar, 13.4m, dan draft kapal 4m. dimensi ukuran desain alur yang di butuhkan seperti pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Dimensi desain alur galangan kapal

Parameter	Dasar Perhitungan	Hasil Perhitungan	Nilai Rencana
Kolam Putar	$R \text{ min} = 1.2 \times \text{LOA}$	$1.2 \times 75 = 90\text{m}$	$R = 90 \text{ m};$ $D = 180 \text{ m}.$
Kedalaman Alur	$H = 1.1 \times d$	$1.1 \times 4 = 4.4 = 5\text{m}$	5 m
Lebar Alur	$L \text{ min} = 3 \times \text{lebar kapal}$	$3 \times 13.4 = 40.2 \text{ m}$	40.2 m
Kemiringan <i>slope</i>	Berdasarkan karakteristik sedimen	Dominasi lanau dan lempung (>70%)	1:3

Kedalaman rencana sebesar 5 m merupakan kedalaman minimum operasional berdasarkan penambahan *under keel clearance* (UKC) sebesar 10% dari draft kapal. Namun, pada tahap desain perlu dipertimbangkan faktor tambahan seperti gelombang dan variasi pasang surut. Sementara, kemiringan lereng 1:3 dipilih karena kondisi sedimen di lokasi penelitian didominasi oleh lanau dan lempung, sehingga diperlukan lereng yang lebih landai untuk meningkatkan stabilitas terhadap longsor.



Gambar 5. Desain Alur Galangan Kapal

Perencanaan kedalaman dilakukan dengan pertimbangan draft kapal terbesar dan *under keel clearance* (UKC) sebesar 10% dari draft kapal. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh kedalaman seperti pada **Tabel 5** di bawah :

Tabel 5. perbandingan kondisi existing dengan kebutuhan desain alur

Parameter.	Kedalaman Existing (m)	Kedalaman desain (m)
Kedalaman Minimum	-0.69	-5.00
Kedalaman maksimum	-2.65	-5.00
Kekurangan kedalaman Minimum	4.31	
Kekurangan kedalaman Maksimum	2.35	

Tabel 5 menunjukkan bahwa seluruh area rencana alur dan kolam putar belum memenuhi persyaratan kedalaman untuk kapal 1.000 GT dengan draft 4 m. Dengan demikian, pembangunan alur galangan kapal pada lokasi penelitian memerlukan pengerukan awal (*capital dredging*) yang cukup besar untuk mencapai kedalaman rencana. Selain itu, hasil analisis sedimen yang menunjukkan dominasi lanau dan lempung pada sebagian besar area mengindikasikan potensi sedimentasi ulang yang tinggi, sehingga setelah pengerukan awal dilakukan, diperlukan program pengerukan pemeliharaan (*maintenance dredging*) secara berkala guna mempertahankan kedalaman operasional dan menjamin keselamatan navigasi kapal yang keluar masuk galangan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian batimetri, karakteristik sedimen, dan perencanaan alur galangan kapal, Perairan Socah, pada kondisi eksisting belum layak digunakan sebagai alur manuver menuju galangan kapal untuk kapal berkapasitas 1.000 GT. Hasil pemetaan batimetri menunjukkan bahwa kedalaman perairan relatif dangkal, berkisar antara -0,69 m hingga -2,65 m, dengan morfologi dasar laut yang landai. Sementara itu, berdasarkan standar perencanaan, kapal rencana dengan panjang 75 m, lebar 13,4 m, dan draft 4 m memerlukan alur dengan kedalaman minimum 5 m, lebar 40,2 m, radius kolam putar 90 m, dan kemiringan lereng 1:3. Perbandingan antara kondisi eksisting dan kebutuhan desain menunjukkan kekurangan kedalaman sebesar 2,35 - 4,31 m, sehingga diperlukan

pengerukan awal (*capital dredging*) dengan volume sekitar 1.626.275,3 m³ untuk membentuk alur pelayaran dan kolam putar yang memenuhi persyaratan keselamatan navigasi.

Hasil analisis granulometri menunjukkan bahwa sedimen dasar perairan didominasi oleh fraksi lanau (71,80-76,93%) dan lempung (7,39-12,41%) pada sebagian besar lokasi pengamatan, sedangkan sedimen kasar berupa pasir dan kerikil hanya dominan pada daerah sekitar muara sungai. Dominasi sedimen halus tersebut mengindikasikan kondisi perairan dengan proses sedimentasi yang aktif dan potensi sedimentasi ulang yang tinggi setelah pengerukan. Oleh karena itu, selain pengerukan awal, diperlukan program pengerukan pemeliharaan (*maintenance dredging*) secara berkala untuk mempertahankan kedalaman operasional alur dan menjamin keselamatan kapal yang keluar masuk galangan.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan untuk melakukan survei batimetri dan pemantauan sedimen secara berkala guna mengetahui perubahan kedalaman serta laju pendangkalan di Perairan Socah. Selain itu, diperlukan penelitian lanjutan mengenai kondisi hidrodinamika perairan, meliputi arus, gelombang, dan transport sedimen, untuk mendukung perencanaan dan pengelolaan alur yang lebih optimal. Kegiatan pengerukan pemeliharaan (*maintenance dredging*) secara rutin juga perlu dilakukan untuk mempertahankan kedalaman operasional dan menjamin keselamatan navigasi. Di samping itu, kajian dampak lingkungan perlu dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh aktivitas pengerukan dan pembangunan alur terhadap kondisi ekosistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, T., Hendra, H., Rahmatullah, A., & Manik, H. M. 2023. Uji Kualitas Data Pengukuran Batimetri Singlebeam Echosounder Teledyne Echotrac CV 100 Menggunakan Standar IHO SP-44 Edisi ke V di Perairan Kolam Ancol Pesisir Jakarta Utara. *Jurnal Riset Jakarta*, 16(1), 15-24.
- Ashury, A., & Suyono. 2023. Study of the shipping flow of the Pattumbukang Ferry Port, Selayar Islands Regency South Sulawesi. *Maritime Technology and Society*, 2(2), 31–36.

- Ikbal, M. 2024. Rencana Induk Ultimate Galangan Kapal Layar Perkasa Nusantara Shipyard Kabupaten Barru, Provinsi Sulawesi Selatan (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin). Tersedia pada <https://repository.unhas.ac.id/id/eprint/39978/>
- International Maritime Organization. 2024. *Maritime safety and security*. <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/Default.aspx>
- International Hydrographic Organization. 2024. *IHO Standards for Hydrographic Surveys (S-44)*, Edition 6.2.0. *International Hydrographic*: Bureau.
- Perera, U. L. H. P., Ratnayake, A. S., Weerasingha, W. A. D. B., Subasinghe, H. C. S., & Wijewardhana, T. D. U. 2023. *Grain size distribution of modern beach sediments in Sri Lanka*. *Anthropocene Coasts*, 6 (10).
- Rosyadewi, R., & Hidayah, Z. 2020. Perbandingan laju sedimentasi dan karakteristik sedimen di Muara Socah Bangkalan dan Porong Sidoarjo. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 1(1), 75–86.
- Setia, V., Fadly, R., & Zakaria, A. 2024. Analisis Perbandingan Hasil Pengolahan Data Pasang Surut Menggunakan Metode Least Square Dan Admiralty Di Pelabuhan Bakauheni Lampung. *Datum: Journal of Geodesy and Geomatics*, 4(2), 32-41.
- Setiadarma, A. P., Sasmito, B., & Amarrohman, F. J. 2019. Analisis Pengaruh Data SVP (Sound Velocity Profiler) pada Hasil Pengolahan Data Multibeam Echosounder Menggunakan Perangkat Lunak EIVA (Studi Kasus: Marine Station Teluk Awur, Jepara). *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1), 83-92.
- Tribhuwana, A., & Abdurrahman, F. 2023. Analisis Batimetri Guna Perencanaan Pengerukan Kolam Pelabuhan Kalibaru Tanjung Priok Menggunakan Single Beam Echosounder. *Jurnal Civil Engineering Study*, 3(01), 23-31.
- van Rijn, L. C. 2021. *Principles of sediment transport in rivers, estuaries and coastal seas (updated edition)*. Aqua Publications.
- Wang, Y., Li, J., Chen, Z., & Zhang, H. 2024. *Numerical study of cohesive sediment resuspension and siltation in navigation channels under tidal currents*. *Ocean Engineering*, 301, 117420.