



Analisis Kedalaman Dermaga Menggunakan Sistem Batimetri Untuk Pemetaan Dasar Laut di PT PAL Surabaya

Rico Andhika Rizkiyono^{1*}, Sunu Arsy Pratomo², Mu'izzaddin Wa' addulloh³,
Anisa Diansisti⁴, Ratna Hidayati⁵

¹⁻⁵Universitas Maritim AMNI Semarang

Alamat: Jl. Soekarno-Hatta No. 180 Semarang

*Korespondensi penulis: rizkiyonorico31@gmail.com

Abstract. In the maritime industry, accurate seabed mapping is crucial for ensuring safe navigation, efficient port operations, and sustainable marine infrastructure management. This study analyzes the seabed depth at PT PAL Surabaya's pier using a bathymetric survey system with a singlebeam echosounder. The research aims to determine the real depth of the pier area by applying several corrections, including transducer height, fluctuation, and Low Water Spring (LWS). The study employed a quantitative descriptive approach with data collected during a field survey in September 2023. Bathymetric sounding data were processed using Microsoft Excel for correction calculations and ArcMap for seabed contour mapping. The results indicate that the West Peninsula Pier has a depth ranging from 4 to 6 meters, the West Bandar Pier ranges from 3 to 6 meters, while the North Peninsula Pier reaches up to 8 meters. These variations in depth directly affect the suitability of different ship types to safely berth, depending on their draft. This research contributes to practical maritime operations by providing updated bathymetric maps that can support decision-making in pier maintenance, dredging planning, and ship docking arrangements. Moreover, it highlights the importance of periodic bathymetric surveys in industrial shipyards to ensure operational efficiency and navigational safety.

Keywords: Bathymetry Survey, LWS, Depth

Abstrak. Dalam industri maritim, pemetaan dasar laut yang akurat sangat penting untuk menjamin keselamatan pelayaran, efisiensi operasional pelabuhan, serta pengelolaan infrastruktur laut yang berkelanjutan. Penelitian ini menganalisis kedalaman dasar laut di dermaga PT PAL Surabaya menggunakan sistem survei batimetri dengan singlebeam echosounder. Tujuan penelitian adalah mengetahui kedalaman nyata area dermaga melalui penerapan beberapa koreksi, meliputi tinggi transduser, fluktuasi, dan Low Water Spring (LWS). Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan data yang dikumpulkan melalui survei lapangan pada September 2023. Data sounding batimetri diolah menggunakan Microsoft Excel untuk perhitungan koreksi dan ArcMap untuk pemetaan kontur dasar laut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Dermaga Semenanjung Barat memiliki kedalaman antara 4 hingga 6 meter, Dermaga Bandar Barat antara 3 hingga 6 meter, sedangkan Dermaga Semenanjung Utara mencapai 8 meter. Variasi kedalaman ini secara langsung memengaruhi kesesuaian jenis kapal yang dapat bersandar dengan aman sesuai draft masing-masing. Penelitian ini memberikan kontribusi praktis bagi operasi maritim melalui penyediaan peta batimetri terkini yang dapat mendukung pengambilan keputusan terkait perawatan dermaga, perencanaan penggerukan, dan pengaturan sandar kapal. Selain itu, penelitian ini menegaskan pentingnya survei batimetri berkala di galangan kapal industri untuk menjamin efisiensi operasional dan keselamatan navigasi.

Kata Kunci: Survey Betimetri, LWS, Kedalaman

1. LATAR BELAKANG

Dalam era perkembangan teknologi maritim yang semakin maju, pemetaan dasar laut menjadi salah satu aspek penting dalam menunjang keselamatan pelayaran, perencanaan infrastruktur pelabuhan, dan pengelolaan lingkungan perairan.

Kedalaman dermaga yang terukur dengan akurat memiliki peran vital dalam memastikan kelancaran aktivitas bongkar muat, manuver kapal, serta efisiensi operasional pelabuhan (Lubis et al., 2021). Tanpa data kedalaman yang valid, risiko kandasnya kapal atau terganggunya alur pelayaran dapat meningkat, sehingga berdampak langsung pada keselamatan dan produktivitas pelayaran. Oleh karena itu, survei batimetri merupakan langkah strategis untuk menjamin pemanfaatan dermaga secara optimal.

PT PAL Indonesia, sebagai salah satu industri galangan kapal terbesar di Indonesia, memiliki kebutuhan mendesak untuk menjaga keamanan dan ketersediaan kedalaman dermaga secara periodik. Aktivitas pembangunan dan perawatan kapal di dermaga sangat bergantung pada kondisi kedalaman perairan yang stabil dan sesuai dengan standar pelayaran (Ayu et al., 2020). Dengan pemanfaatan teknologi echosounder dan metode batimetri, pemetaan dasar laut di area dermaga PT PAL diharapkan dapat memberikan informasi yang lebih presisi terkait tingkat pendangkalan serta area yang aman untuk sandar kapal.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kedalaman dasar laut di dermaga PT PAL Surabaya menggunakan sistem survei batimetri. Analisis dilakukan untuk memperoleh data koreksi kedalaman, mulai dari koreksi alat, koreksi fluktuatif, koreksi LWS (Low Water Spring), hingga kedalaman sebenarnya. Dari hasil tersebut, penelitian ini berfokus pada identifikasi area terdangkal dan terdalam di dermaga, serta menentukan tingkat keamanan dermaga untuk kapal dengan berbagai ukuran draft (Al Kautsar et al., 2019).

Meskipun penelitian mengenai batimetri dan pemetaan kedalaman perairan telah banyak dilakukan di Indonesia, sebagian besar kajian berfokus pada pelabuhan umum atau alur pelayaran utama. Penelitian Ayu et al. (2020), misalnya, membahas batimetri untuk pengeringan pelabuhan peti kemas, sementara Lubis et al. (2020) menekankan pemanfaatan data satelit untuk batimetri. Namun, penelitian yang secara spesifik menelaah kondisi kedalaman dermaga di galangan kapal seperti PT PAL masih terbatas. Hal ini menjadi celah penelitian (research gap) yang menunjukkan bahwa studi batimetri di galangan kapal memiliki urgensi tinggi untuk mendukung operasional industri maritim nasional.

Selain itu, sebagian penelitian terdahulu lebih banyak menekankan pada aspek teknis pengukuran batimetri, sedangkan integrasi hasil survei dengan kebutuhan operasional sandar kapal belum banyak diulas. Misalnya, penelitian Defrimilsa (2022) menyoroti pentingnya akurasi sistem akustik dalam batimetri, namun tidak secara langsung menghubungkan hasil kedalaman dengan kesesuaian sandar kapal. Oleh karena itu, penelitian ini memberikan kontribusi tambahan berupa analisis praktis mengenai kedalaman dermaga dan implikasinya terhadap kelayakan sandar kapal di PT PAL Surabaya.

Manfaat penelitian ini secara teoretis adalah memperkaya literatur mengenai penerapan survei batimetri dalam pengelolaan dermaga industri galangan kapal. Secara praktis, hasil penelitian dapat menjadi referensi bagi manajemen PT PAL dalam menentukan strategi perawatan dermaga, perencanaan penggerukan, dan pengaturan sandar kapal. Dengan demikian, hasil survei batimetri tidak hanya memberikan gambaran kondisi morfologi dasar laut, tetapi juga berfungsi sebagai acuan untuk pengambilan keputusan strategis dalam mendukung keselamatan pelayaran dan efisiensi operasional (Sudibyo et al., 2021).

Lebih jauh lagi, penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi bagi pemangku kepentingan maritim di Indonesia, termasuk Kementerian Perhubungan dan TNI AL, mengenai pentingnya survei batimetri rutin di kawasan industri strategis. Dengan adanya data kedalaman yang akurat, potensi kecelakaan pelayaran dapat diminimalisasi, serta kapasitas dermaga dapat dimaksimalkan sesuai standar internasional (Wyrtki, 2019). Oleh karena itu, studi ini tidak hanya relevan bagi PT PAL, tetapi juga memiliki implikasi lebih luas bagi pengembangan sektor kemaritiman Indonesia.

2. KAJIAN TEORITIS

Dermaga merupakan infrastruktur utama dalam kegiatan kepelabuhanan yang berfungsi sebagai tempat sandar kapal untuk kegiatan bongkar muat barang maupun penumpang. Keberadaan dermaga harus didukung dengan kedalaman perairan yang sesuai agar kapal dapat melakukan manuver dengan aman. Secara teknis, dermaga dirancang dengan memperhatikan kapasitas kapal yang akan ditambatkan, kekuatan konstruksi, serta kondisi hidrodinamika perairan (Triatmodjo, 2019). Dengan

demikian, pengelolaan kedalaman dermaga menjadi aspek krusial dalam menjaga kelancaran dan keselamatan aktivitas maritim.

Pelabuhan sebagai pintu gerbang transportasi laut berfungsi tidak hanya untuk aktivitas perdagangan, tetapi juga mendukung pertahanan, pariwisata, dan industri maritim nasional. Kedalaman pelabuhan merupakan salah satu indikator kesiapan dalam menerima kapal dengan berbagai ukuran draft. Peraturan Pemerintah Nomor 61 Tahun 2009 tentang Kepelabuhanan menegaskan pentingnya penyediaan fasilitas pelabuhan yang memenuhi standar keselamatan pelayaran. Dengan kata lain, pemantauan kedalaman dermaga secara berkala harus menjadi bagian dari manajemen pelabuhan yang berkelanjutan (Marantika, 2019).

Survei batimetri merupakan teknik yang digunakan untuk memetakan topografi dasar laut dengan mengukur kedalaman perairan. Secara etimologis, batimetri berasal dari kata bathy (kedalaman) dan metry (pengukuran). Hasil survei batimetri umumnya disajikan dalam bentuk peta kontur yang menunjukkan variasi morfologi dasar laut. Informasi ini sangat penting untuk perencanaan alur pelayaran, penggerukan pelabuhan, serta penentuan lokasi pembangunan infrastruktur pantai (Moustier, 2018).

Dalam praktiknya, survei batimetri dapat dilakukan dengan beberapa metode, salah satunya menggunakan echosounder. Alat ini bekerja dengan prinsip akustik, yaitu memancarkan gelombang suara ke dasar laut dan merekam waktu pantulan kembali untuk menghitung kedalaman (Al Kautsar et al., 2019). Teknologi singlebeam echosounder lazim digunakan untuk area perairan dangkal, sedangkan multibeam echosounder dipakai untuk cakupan yang lebih luas dengan akurasi tinggi (Sasmita, 2018). Pemilihan metode sangat dipengaruhi oleh kondisi lapangan, kebutuhan survei, dan tingkat presisi yang diinginkan.

Selain data kedalaman, faktor pasang surut juga berpengaruh signifikan dalam menentukan hasil pengukuran batimetri. Pasang surut merupakan fenomena naik turunnya muka air laut akibat gaya tarik gravitasi bulan dan matahari terhadap bumi. Data pasang surut digunakan untuk melakukan koreksi terhadap hasil sounding sehingga kedalaman yang diperoleh mencerminkan kondisi sebenarnya (real depth) (Wyrtki, 2019). Oleh karena itu, integrasi antara data batimetri dan data pasut menjadi kunci dalam menghasilkan peta kedalaman yang valid.

Peta batimetri tidak hanya menggambarkan kondisi dasar laut, tetapi juga menjadi basis perencanaan dalam berbagai aspek. Misalnya, peta ini digunakan untuk menentukan lokasi budidaya perikanan, jalur pipa bawah laut, atau area konservasi laut. Defrimilsa (2022) menekankan pentingnya pembaruan peta batimetri secara berkala karena kondisi dasar laut sangat dinamis akibat sedimentasi, arus laut, dan aktivitas manusia. Dengan demikian, pemetaan kedalaman tidak dapat dilakukan sekali saja, tetapi harus dilakukan secara periodik.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa survei batimetri telah banyak diaplikasikan dalam berbagai konteks. Ayu et al. (2020) melakukan pengukuran batimetri di Pelabuhan Belawan, Sumatera Utara, untuk merencanakan penggerukan kolam pelabuhan peti kemas. Hasil penelitian tersebut menegaskan bahwa data batimetri berperan penting dalam mendukung kelancaran arus logistik nasional. Sementara itu, Lubis et al. (2021) melakukan studi morfologi dasar laut dengan survei batimetri di Pantai Pasar Palik, Bengkulu Utara, yang hasilnya berguna untuk analisis perubahan garis pantai.

Studi serupa juga dilakukan oleh Febrianto et al. (2019) yang memetakan batimetri perairan dangkal Pulau Tunda, Banten, menggunakan singlebeam echosounder. Penelitian ini berhasil menggambarkan variasi kedalaman dasar laut dan potensi sedimentasi di kawasan tersebut. Di sisi lain, penggunaan teknologi citra satelit untuk mendukung survei batimetri juga mulai dikembangkan. Lubis et al. (2020) menunjukkan bahwa data kedalaman perairan dapat diidentifikasi dengan memanfaatkan algoritma tertentu dari citra Landsat, meskipun akurasinya masih perlu dibandingkan dengan pengukuran lapangan.

Jika dibandingkan dengan penelitian-penelitian tersebut, kajian batimetri di galangan kapal seperti PT PAL relatif jarang dilakukan. Putra (2022) melaporkan pentingnya kedalaman dermaga di PT PAL dalam mendukung aktivitas pembangunan kapal, namun penelitian yang bersifat kuantitatif dan berbasis pemetaan batimetri masih terbatas. Hal ini menunjukkan adanya celah penelitian yang dapat diisi dengan studi terbaru mengenai analisis kedalaman dermaga menggunakan metode batimetri. Dengan pendekatan ini, hasil penelitian dapat memberikan kontribusi praktis sekaligus memperkuat literatur terkait batimetri di kawasan industri maritim.

Secara keseluruhan, landasan teori dan penelitian terdahulu menunjukkan bahwa survei batimetri memiliki peran strategis dalam mendukung keselamatan pelayaran, efisiensi operasional pelabuhan, serta pengelolaan wilayah pesisir. Namun, penerapannya pada konteks dermaga galangan kapal seperti PT PAL Surabaya masih minim. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan nilai tambah dengan mengintegrasikan hasil survei batimetri ke dalam analisis operasional dermaga, khususnya dalam menentukan area aman untuk sandar kapal berdasarkan variasi kedalaman aktual.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif, dengan tujuan untuk menganalisis kedalaman dermaga di PT PAL Surabaya melalui survei batimetri menggunakan instrumen echosounder. Pendekatan ini dipilih karena mampu memberikan gambaran numerik dan visual terkait kondisi morfologi dasar laut yang menjadi dasar bagi analisis keamanan sandar kapal.

1. Jenis dan Sumber Data

Data penelitian terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui pengukuran langsung di lapangan menggunakan singlebeam echosounder pada area dermaga PT PAL Surabaya. Data yang dikumpulkan mencakup kedalaman perairan pada lintasan pengukuran yang telah ditentukan, posisi koordinat (X, Y), serta waktu pengambilan data. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait, seperti data pasang surut dari Stasiun Pasut terdekat, dokumen teknis dari PT PAL, serta literatur pendukung terkait survei batimetri dan pengelolaan dermaga.

2. Instrumen Penelitian

Instrumen utama penelitian adalah alat echosounder yang bekerja dengan prinsip akustik, yaitu memancarkan gelombang suara ke dasar laut dan merekam waktu pantulan kembali untuk menentukan kedalaman. Alat ini dilengkapi dengan sensor posisi (GPS) untuk mencatat koordinat pengukuran. Selain itu, penelitian juga menggunakan penggaris ukur untuk kalibrasi transduser, komputer dengan perangkat lunak Microsoft Excel untuk pengolahan awal, serta aplikasi ArcMap/GIS untuk pembuatan peta batimetri.

3. Desain dan Prosedur Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui survei lapangan di dermaga PT PAL Surabaya pada September 2023. Lintasan pengukuran ditentukan sejajar dengan dermaga dan memanjang ke arah laut untuk memastikan cakupan yang representatif. Jarak antar lintasan diatur agar variasi kedalaman dapat terekam dengan baik. Setiap titik sounding mencatat data kedalaman, posisi koordinat, waktu, dan kondisi permukaan laut. Sebelum pengukuran dimulai, dilakukan kalibrasi alat dengan metode bar check untuk memastikan akurasi echosounder.

4. Teknik Pengolahan Data

Data hasil sounding diolah melalui beberapa tahapan koreksi, yaitu:

- a. Koreksi Alat (T): penyesuaian berdasarkan tinggi transduser dari permukaan air.
- b. Koreksi Fluktuatif: mengeliminasi error akibat pergerakan kapal atau gelombang kecil.
- c. Koreksi LWS (Low Water Spring): penyesuaian berdasarkan data pasang surut terendah yang diacu sebagai datum kedalaman.
- d. Perhitungan Kedalaman Sebenarnya (Z_o) dengan rumus:

$$(Z+T)-P=LWS$$

di mana Z adalah kedalaman awal, T adalah tinggi transduser, dan P adalah nilai pasang surut saat pengukuran. Hasil pengolahan data kemudian divisualisasikan dalam bentuk peta batimetri menggunakan perangkat lunak ArcMap untuk menghasilkan kontur kedalaman.

5. Validitas dan Reliabilitas Data

Untuk menjamin keabsahan data, dilakukan uji konsistensi antara hasil sounding dengan data pasang surut dari stasiun terdekat. Selain itu, prosedur kalibrasi bar check dilakukan sebelum dan sesudah survei. Data yang terindikasi mengalami outlier akibat gangguan teknis dieliminasi dalam proses validasi. Dengan langkah ini, reliabilitas hasil pengukuran diharapkan dapat terjamin sesuai standar survei hidrografi.

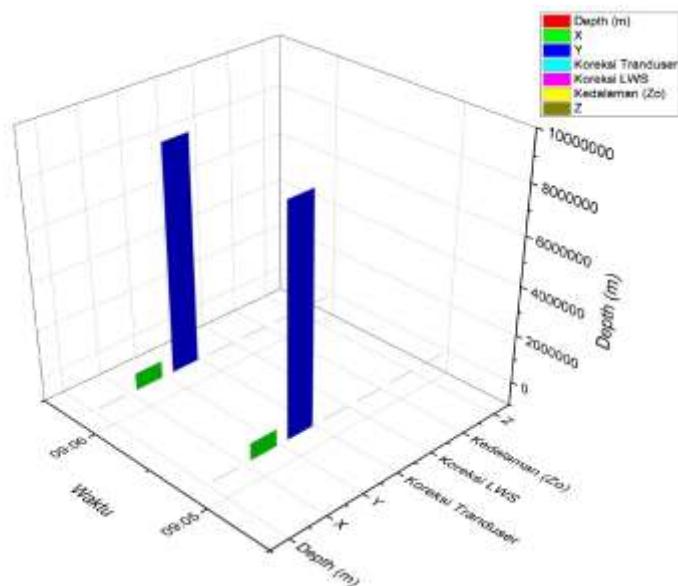
6. Analisis Data

Analisis dilakukan dengan mengidentifikasi variasi kedalaman di setiap dermaga (Semenanjung Barat, Bandar Barat, dan Semenanjung Utara). Data kedalaman kemudian dibandingkan dengan standar minimal kedalaman dermaga sesuai regulasi nasional untuk menentukan kelayakan sandar kapal. Selanjutnya, informasi tersebut dikaitkan dengan spesifikasi draft kapal sehingga dapat disimpulkan area mana yang aman untuk sandar dan area mana yang membutuhkan penggerukan atau perawatan lebih lanjut.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perhitungan Kedalaman Final

Menghitung data kedalaman nol LWS adalah data kedalaman sebenarnya di kurangi data pasang surut.



Gambar 1. Grafik origin kedalaman final

Berdasarkan hasil grafik origin, yaitu menggambarkan hasil titik koordinat di lapangan X dan Y yang berbeda dengan perbedaan waktu. Berikut rincian apa yang mungkin Anda lihat dalam grafik tersebut:

- | | |
|---------|--|
| Sumbu X | : Biasanya mewakili jarak sepanjang dasar laut, diukur dari titik referensi (misalnya, dermaga). |
| Sumbu Y | : Mewakili kedalaman air, biasanya diukur dalam meter di bawah permukaan laut. |

Grafik menunjukkan bentuk dan kemiringan dasar laut saat menurun dari dermaga. Bisa di lihat pada kemiringan yang bertahap, yang menunjukkan elevasi dasar laut yang berubah seiring jarak.

2. Survei Bulan September 2023

Survei Bulan September dilaksanakan pada hari Selasa, 26 September 2023 pukul 09.05 – 11.34 WIB. Pada survei bulan September didapat data – data kedalaman yang kemudian diolah menggunakan excel diantaranya yaitu Koreksi Alat, Koreksi Fluktuatif, Koreksi LWS (*Low Water Spring*), dan *Real Depth* (kedalaman sebenarnya). Dari kegiatan survei, didapat data koordinat dan kedalaman bulan ini, data seperti tabel dibawah :

$$\text{Kedalaman (zo)} = \text{depth} + \text{koreksi alat} + \text{koreksi fluktuatif} - \text{koreksi LWS dikali} (-1)$$

Tabel 1 Data Koordinat dan Kedalaman September 2023

NO	Waktu	Dept h (m)	X	Y	Koreksi Trandus er	Koreksi Fluktua tif	Korek si LWS	Zo
1	26/09/2 0239:05	6,8 5	69208 7	920349	0,7	0,00	2,36	- 5,14
2	26/09/2 0239:05	6,8 5	69208 7	920349	0,7	0,00	2,36	- 5,14
3	26/09/2 0239:05	6,8 5	69208 7	920349	0,7	0,00	2,36	- 5,14
4	26/09/2 0239:05	6,8 5	69208 7	920349	0,7	0,00	2,36	- 5,14
5	26/09/2 0239:06	6,8 5	69208 7	920349	0,7	0,00	2,36	- 5,14
6	26/09/2 0239:06	6,8 5	69208 7	920349	0,7	0,00	2,36	- 5,15
7	26/09/2 0239:06	6,8 5	69208 7	920349	0,7	0,00	2,36	- 5,15
8	26/09/2 0239:06	6,8 5	69208 7	920349	0,7	0,00	2,36	- 5,15
	26/09/2 0239:06	6,8 5	69208 7	920349	0,7	0,00	2,36	- 5,15

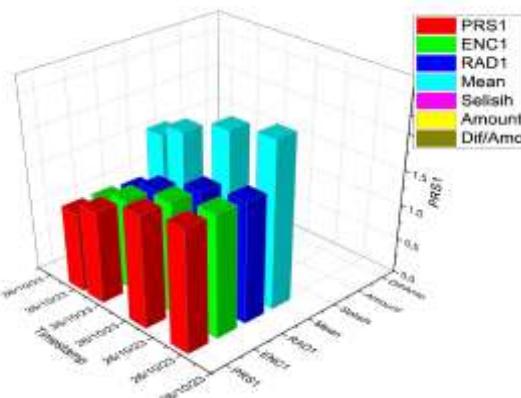
3. Pasang Surut

Dibawah ini merupakan hasil dari pengukuran pasang surut 30 hari dan juga hasil pengukuran pasang surut selama survei berlangsung.

Tabel 2 Data Pasang Surut September 2023

Timestamp	PRS 1	ENC 1	RAD 1	Average	Selisih	Jumlah Data
26/09/2023 2:05:00	1,74	1,72	1,72	2,36	-0,26	830
26/09/2023 3:00:00	1,48	1,46	1,46	2,10	-0,31	901
26/09/2023 4:00:00	1,17	1,15	1,15	1,79	-0,20	509
26/09/2023 4:34:00	0,98	0,94	0,96	1,59		

Setelah data diolah diperoleh data X, Y, dan Z. Dimana X dan Y adalah titik koordinat dan Z adalah kedalaman sebenarnya diukur berdasarkan letak LWS yang ada. Berikut merupakan hasil olah data yang sudah menjadi Peta Batimetri menggunakan aplikasi Archmap.



Gambar 2 Grafik origin pasang surut September 2023

Berdasarkan hasil pasang surut, dibuatlah bentuk Grafik origin yang menunjukkan data pasang surut kedalaman area dermaga. Grafik ini banyak digunakan dalam navigasi pesisir, khususnya di Indonesia, untuk membantu pelaut dan untuk memastikan kestabilan kedalaman area dermaga

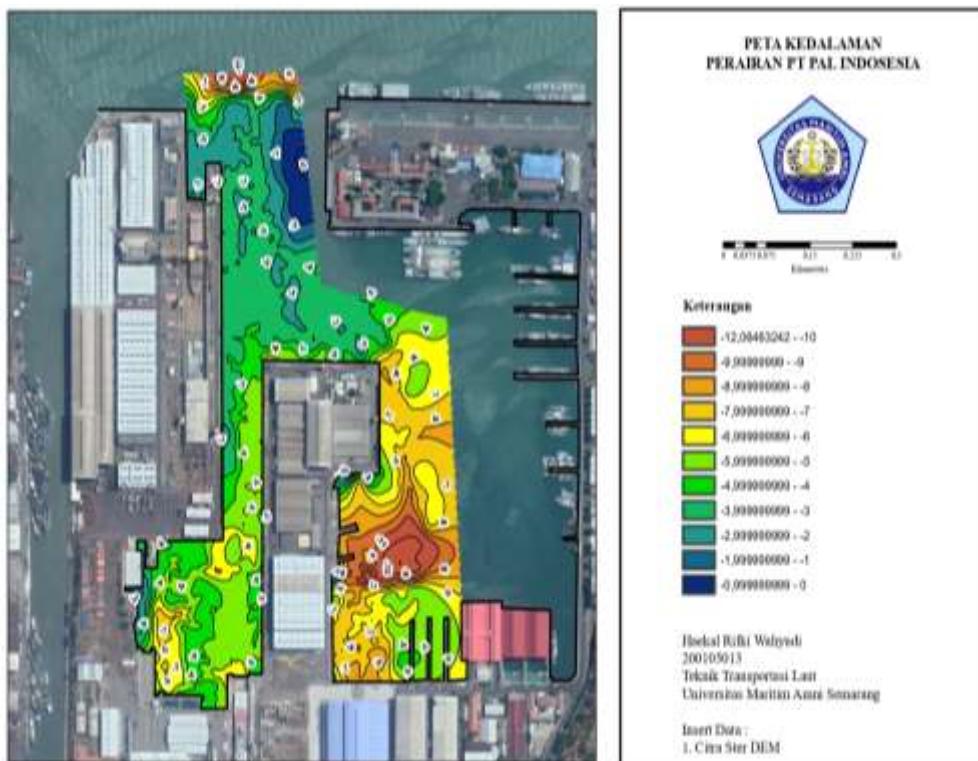
4. Kedalaman Dermaga

Hasil penelitian di dermaga PT PAL Surabaya menunjukkan bahwa kedalaman secara keseluruhan berkisar antara -3 hingga -10 meter. Dalam penelitian ini terdapat

3 Dermaga yang diteliti yaitu Dermaga Semenanjung Barat, Dermaga Bandar Barat dan Dermaga Semenanjung Utara. Berdasarkan hasil perhitungan kedalaman dermaga menggunakan *echosunder* dan di petakan menjadi peta barimetri pada bulan September 2023 untuk ketiga dermaga adalah Dermaga Semenanjung Barat berada di kedalaman 4 sampai 6 meter, Dermaga Bandar Barat berada pada kedalaman 3 sampai 6 meter sedangkan untuk Dermaga Semenanjung Utara dengan kedalaman 8 meter. Hal tersebut sesuai dengan Tabel 4.3 Kedalaman dermaga.

Tabel 3 Kedalaman Dermaga

No	Nama Dermaga	Kedalaman Dermaga paling dangkal (m)	Kedalaman dermaga paling dalam (m)	Rata-Rata Kedalaman (m)
1	Semenanjung Barat	4 m	6 m	4,5 m
2	Bandar Barat	3 m	6 m	4,5 m
3	Semenanjung Utara	3 m	8 m	4 m



4. Sandar Kapal

Berdasarkan hasil perhitungan kedalaman dermaga menggunakan *echosunder* dan di petakan menjadi peta barimetri pada bulan September 2023 berada di kedalaman 4 sampai 6 meter untuk Dermaga Semenanjung Barat. Kedalaman di tandai dengan

warna kuning yang memberikan informasi bahwa aman untuk sandar kapal dan dengan pemetaan ini dapat mempermudah tantang kedalaman dasar laut suatu dermaga wilayah tertentu. dengan hasil perhitungan kedalaman area dermaga menggunakan hasil peta batimetri aman untuk sandar kapal sebagai berikut :

Tabel 4 Daftar sandar kapal Dermaga Semenanjung Barat

N O	Bagian / Dock Nama Kapal	Dr aft	Dimensi	G T	Owner	Flag	Ship Type
1	<i>KRI USMAN HARUN</i>	3,6 m	89,9 / 13 m	19 40	TNI AL	INDON ESIA	FREGAT
2	<i>KRI MALAHAYATI (362)</i>	3,3 m	83,85 / 11,1 m	14 50	TNI AL	INDON ESIA	FREGAT
3	<i>TB LAUT UTARA 1</i>	4,2 m	36/10	-	-	INDON ESIA	Tug
4	<i>FC OBT DAY SPRING</i>	6 m	66 / 100 m	-	-	INDON ESIA	-
6	<i>FC STRAITS VENTURE II</i>	-	85 / 24 m	28 77	STRAITS Singapore	INDON ESIA	Crane vessel
7	<i>OFT APOLLO</i>	3,6 m	100 / 32 m	14 50	-	INDON ESIA	-
8	<i>KLM AYANA</i>	3 m	89 / 14 m	99	-	-	-
9	<i>KM MUTIARA BARAT</i>	6,6 m	155 / 25 m	16 5	-	INDON ESIA	Roro/passenger ship
10	<i>TB SEDAYU 01</i>	3 m	26 / 8 m	72	-	INDON ESIA	Tug
11	<i>KM.M PATRICIA</i>	4,8 m	152 / 22 m	-	-	INDON ESIA	Tanker

Berdasarkan hasil perhitungan kedalaman dermaga menggunakan echosunder dan di petakan menjadi peta batimetri pada bulan September 2023 berada di kedalaman 3 sampai 6 meter untuk dermaga bandar barat. Kedalaman di tandai dengan warna kunyit, orange dan kuning yang memberikan informasi bahwa aman untuk sandar kapal dan dengan pemetaan ini dapat mempermudah tantang kedalaman dasar laut suatu dermaga wilayah tertentu. dengan hasil perhitungan kedalaman area dermaga menggunakan hasil peta batimetri aman untuk sandar kapal sebagai berikut :

Tabel 5 Daftar sandar kapal Dermaga Bandar Barat

N O	Dermaga / Nama Kapal	Dock Draf t	Dimensi	GT	Owner	Flag
--------	-------------------------	-------------------	---------	----	-------	------

Analisis Kedalaman Dermaga Menggunakan Sistem Batimetri Untuk Pemetaan Dasar Laut di PT PAL Surabaya

1	<i>KM.M PATRICIA</i>	7,2 m	152/22m	1052 7	Naviera Vizcaina (2008)	SA	INDONESI A
2.	<i>FC. OBT DAYSPRING</i>	6 m	160 / 26 m	-	-	-	INDONESI A
3	<i>TB. LAUT UTARA I</i>		36/10 m	-	-	-	INDONESI A
4	<i>KM. HAIDA</i>	6 m	110 / 20 m	9456	-	-	INDONESI A
5	KM MUSTAFA	8,2 m	89,9 / 13 m	1951 1	A.P.Moller (1994)	-	INDONESI A
6	<i>TB. SEDAYU 01</i>	3 m	29 / 8 m	225		-	INDONESI A
7	KM. <i>SENTOSA</i>	4 m	69 / 11 m	699	MAMIRI LINE MAKASAR INDONESIA	-	INDONESI A

Berdasarkan hasil perhitungan kedalaman dermaga menggunakan *echosounder* dan di petakan menjadi peta barimetri pada bulan September 2023 berada di kedalaman 8 meter untuk dermaga semenanjung utara kedalaman di tandai dengan warna hijau menandakan kedalaman paling dalam di area dermaga yang memberikan informasi bahwa aman untuk sandar kapal dan dengan pemetaan ini dapat mempermudah tantang kedalaman dasar laut suatu dermaga wilayah tertentu. dengan hasil perhitungan kedalaman area dermaga menggunakan hasil peta batimetri aman untuk sandar kapal sebagai berikut :

Tabel 6 Daftar sandar kapal Dermaga Semenanjung Utara

N o	Dermaga / Dock Nama Kapal	Dra ft	Dimensi	G T	Owner	Flag	Ship Type
1	<i>KRI MALHAYATI</i> (362)	3,6 m	89,9 / 13 m	19 40	TNI AL	INDON ESIA	FREG AT
2	<i>KM. LOGISTIK</i> <i>NUSANTARA 6</i>	7,5 m	122 / 20 m	75 79	FEMCO BARAT - ST.PETER SBURG	INDON ESIA	Cargo Ship
3	<i>KM. GLORIA</i> <i>SENTOSA</i>	4 m	69 / 11 m	69 9	MAMIRI LINE MAKASA R INDONESI A	INDON ESIA	TAN KER
4	<i>KRI TELUK ENDE</i> (517)	4,2 m	144/100 m	75 00	TNI AL	INDON ESIA	FREG AT

5	<i>KRI. MALAHAYATI (362)</i>	3,3 m	83,85 / 11,1 m	14 50	TNI AL	INDON ESIA	FREG AT
6	<i>KRI. LAMBUNG MANGKURAT (374)</i>	2,6 5 m	75,2 / 9,78 m	85 4	TNI AL	INDON ESIA	FREG AT

Berdasarkan Tataan Kepelabuhan Nasional keputusan mentri perhubungan tahun 2015, kedalaman air minimal pelayaran -10m LWS dengan panjang alur pelayaran 1.728 nautical miles (NM) dan berdasarkan hal tersebut, ukuran dan syarat (draft) kapal yang adapat melalui alur pelayaran ini pada saat kedalaman -10 LWS dengan draft maksimum 8.2 meter.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil dari survey batimetri di PT. PAL Bulan September 2023 maka didapatkan data kedalaman pada area PT. PAL, yaitu dermaga semenanjung barat berada di kedalaman terdangkal 4 meter dan paling dalam yaitu 6 meter di tandai dengan warna kuning. Sedangkan kedalaman terdangkal pada dermaga bandar barat yaitu 3 meter dan paling dalam yaitu 6 meter di tandai dengan warna kunyit, orange dan kuning. Pada dermaga semenanjung utara kedalaman paling dalam yaitu 8 meter di tandai dengan warna hijau pekat.
2. Kapal yang bisa masuk dan aman untuk bersandar pada dermaga semenanjung barat memiliki draft minimal 3 meter dengan kedalaman 6 meter. Pada dermaga bandar barat kapal yang aman bersandar memiliki draft minimal 3 meter dengan kedalaman 6 meter. Sedangkan pada dermaga semenanjung utara kapal yang aman bersandar memiliki minimal draft 2,65 meter dengan kedalaman 8 meter.
3. Berdasarkan hasil survey batimetri dan kedalaman di setiap dermaga, Bisa di simpulkan dengan hasil pengukuran area dermaga di PT. PAL melalui peta batimetri yang menunjukkan titik paling dangkal 3 meter hingga titik paling dalam 8 meter di setiap area dermaga. Dari hasil tersebut bisa di ketahui kapal-kapal apa saja yang bisa masuk atau *docking* di setiap area dermaga tertentu yaitu dengan kapal yang minimal memiliki draft 2,65 m.

b. Saran

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh penulis dalam penelitian yang telah dilakukan, ada beberapa saran yang disampaikan oleh peneliti antara lain: Untuk meningkatkan efisiensi kegiatan survei batimetri adalah dengan mengembangkan alat atau teknologi yang dapat mencakup pengukuran wilayah yang lebih luas secara kontinu, bukan hanya pengukuran titik ke titik. Dengan cara ini, laporan hasil survei dapat memberikan manfaat yang lebih besar dan lebih akurat dalam pemahaman kondisi kedalaman perairan dan peta topografi perairan. Dan survey batimetri akan sangat lebih mempermudah area dermaga mengetahui titik kedangkalan dan juga mengetahui titik mana yang berbahaya untuk alur arus keluar masuk kapal di area dermaga. Pengembangan ini akan membantu PT. PAL Indonesia (Persero) dalam pengelolaan perairan dan menjaga keamanan pelayaran.

DAFTAR REFERENSI

- Al Kautsar, Muhammad, Sasmito B, Hani'ah. 2019. Aplikasi Echosounder HiTarget Hd 370 Untuk Pemeraman Di Perairan Dangkal(Studi Kasus : Perairan Semarang). *Jurnal Geodesi Undip*.Volume 2, Nomor 4.Hal : 222-239.
- AlWahida, R. Z. (2017). Pemetaan Batimetri Kolam dan Alur Pelayaran di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Ayu, S. M., Subardjo, P., Widada, S., & Purwanto, P. (2020). Pengukuran batimetri untuk perencanaan pengeringan kolam pelabuhan peti kemas belawan sumatera utara. *Indonesian Journal of Oceanography*, 2(3), 210-224.
- Defrimilsa, 2022. Studi Perbandingan Profil Batimetri Perairan Utara Belitung Hasil Deteksi Sistem Akustik Bim Terbagi SIMRAD EY-500 Dengan Profil Batimetri Peta Dishidros TNI-AL. Skripsi. Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Febrianto, Hestirianoto, Agus, 2019. Pemetaan Batimetri Di Perairan Dangkal Pulau Tunda, Serang, Banten Menggunakan Singlebeam Echosounder. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan* Vol.6 No.2. Program Teknologi Kelautan. Institut Pertanian Bogor.

Lekkerker dan Huibert Jan, 2021. *Handbook of Offshore Surveying : Acquisition and Processing, Fugro, Netherlands*

Lubis, A. M., Sari, N., Sinaga, J., Hasanudin, M., & Kusmanto, E. (2021). Studi Morfologi Dasar Laut dengan Survey Batimetri di Daerah Pantai Pasar Palik, Bengkulu Utara. *Buletin Oseanografi Marina Februari*, 10(1), 1-12.

Lubis, M. Z., Puspita, W. R., Budiana, B., Purba, J. H., & Hakim, R. (2020). Identifikasi Kedalaman Perairan (Batimetri) Terhadap Nilai Kedalaman Data Satelit di Perairan Batu Ampar, Batam. *Journal of Applied Sciences, Electrical Engineering and Computer Technology*, 1(2), 6-12.

Moustier, 2018. Course Multibeam Sonar Method. Publication Data. Inggris.

Marantika, H. A. W. (2019). Perbandingan Nilai Chart Datum dan Akurasi Prediksi Pasang Surut Air Laut Berdasarkan Variasi Lama Waktu Pengamatan Menggunakan Metode *Least Square* (Doctoral dissertation, Intitut Teknologi Sepuluh Nopember).

Peraturan Pemerintah No. 61 Tahun 2009 Tentang Kepelabuhanan (“PP No.61/2009).

Putra, Ilham Farhansyah (2022) *Laporan Kerja Praktek 28 Februari 2022 - 18 Juni 2022 di PT. PAL INDONESIA (PERSERO)*

Sasmita, 2018. Aplikasi MultibeamEchosounderSystem (MBES) untuk Keperluan Batimetri. Program Studi Teknik Geodesi dan Geomatika. Institut Teknologi Bandung.

Setiawan, Osawa T, I.W. Nuarsa, 2014. Aplikasi Algoritma Van Hengel dan Spitzer untuk Ekstraksi Informasi Batimetri Menggunakan Data Landsat, Magister Ilmu Lingkungan Universitas Udayana, Bali

Sudibyo, Y., Suryoputro, A. A. D., Hariyadi, H., Subardjo, P., & Widiaratih, R. (2021). Analisis Batimetri Guna Perencanaan Pengerukan Kolam Pelabuhan I, Tanjung Priok, Jakarta Utara. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(2), 128-133.

Triatmodjo B,1992. Hidraulika, Beta Offset.Yogyakarta

Wyrki, 2019. *Physical oceanography of the southeast Asian Waters, Naga report Vol 2. California, The University of California Scripps Institution of Oceanography. 195p.*