

Analisis Batimetri untuk Evaluasi Pendangkalan di Kolam Pelabuhan Perikanan Nusantara Pekalongan, Kota Pekalongan

Alvaro Theondra Undap*, Alfi Satriadi, Sugeng Widada

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia
Email: *alvarotheondraundap@students.undip.ac.id

Abstrak

Kolam Pelabuhan Perikanan Pekalongan Nusantara merupakan salah satu infrastruktur penting di sektor perikanan yang berfungsi sebagai tempat sandar kapal yang akan memuat dan membongkar ikan. Seiring berjalannya waktu, kolam pelabuhan tersebut mengalami masalah pendangkalan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi morfologi dan mengevaluasi pendangkalan yang berkaitan dengan keselamatan kapal. Metode yang digunakan adalah kondensasi, penggambaran morfologi, dan analisis kesesuaian kedalaman kapal. Data yang digunakan terdiri dari data pengeboran tahun 2022, data kedalaman kapal, dan data ketinggian pasang surut yang diperoleh dari BIG. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kolam Pelabuhan Perikanan Nusantara Pekalongan memiliki kedalaman terendah 0,54 meter dan kedalaman tertinggi 2.982 meter. Secara keseluruhan, persentase kemiringan dasar laut rata-rata di Kolam Pelabuhan Perikanan Pekalongan Nusantara sekitar 3,332%, yang menunjukkan bahwa kolam pelabuhan ini memiliki kemiringan dasar laut yang landai. Berdasarkan rencana kedalaman, kapal yang diperbolehkan masuk ke pelabuhan adalah kapal dengan kedalaman maksimum 3,068 meter. Oleh karena itu, perencanaan pengerukan diperlukan untuk menjaga kedalaman kolam pelabuhan agar tetap aman bagi kapal.

Kata kunci : Pelabuhan, Kolam Pelabuhan, Batimetri, Pasang Surut, Pendangkalan

Abstract

Bathymetric Analysis for Pekalongan Nusantara Fishery Port Pool Siltation Evaluation, Pekalongan City

The Pekalongan Nusantara Fisheries Port Pond is one of the important infrastructures in the fisheries sector which acts as a docking place for ships that will load and unload fish. Over time, the port pond experienced siltation problems. This study aims to determine morphological conditions and evaluate siltation related to ship safety. The methods used are condensation, morphological depiction and analysis of ship draft suitability. The data used consisted of 2022 drilling data, ship draft data, and tidal elevation data obtained from BIG. The results of the study show that the Pekalongan Nusantara Fisheries Port Pond has the lowest depth of 0.54 meters and the highest depth of 2,982 meters. Overall, the average percentage of seafloor slope in the Pekalongan Nusantara Fisheries Port Pond is around 3.332%, which indicates that this harbor pond has a sloping seabed slope. According to the draft plan, the ships that are allowed to enter the port are ships with a maximum draft of 3,068 meters. Therefore, dredging planning is needed to keep the depth of the harbor pond safe to a ship.

Keywords : Harbor, Harbor Pool, Bathymetry, Tidal, Siltation

PENDAHULUAN

Pelabuhan memiliki peran yang sangat signifikan bagi negara-negara yang memiliki wilayah maritim, termasuk Indonesia. Sebagai negara kepulauan, pelabuhan berfungsi sebagai penghubung vital antara transportasi darat dan laut, serta menjadi elemen penting dalam menjaga kesinambungan dan kelancaran

aktivitas ekonomi di wilayah tersebut. Pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan sekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, berlabuh, naik turun penumpang atau bongkar muat barang yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran. Nur *et al.* (2021) juga memperkuat hal ini dengan menyatakan bahwa pelabuhan berperan sebagai pintu gerbang dan penghubung yang memfasilitasi hubungan antar daerah, pulau, negara, bahkan bangsa, yang pada gilirannya dapat mendorong kemajuan di wilayah-wilayah yang terkait (daerah pengaruh). Dalam jaringan transportasi, pelabuhan mempunyai peranan penting sebagai penghubung transportasi laut dan darat yang sangat bergantung pada perencanaan, pelaksanaan dan pemeliharaan yang berkesinambungan. Kolam pelabuhan berperan sebagai tempat kapal keluar masuk dan bersandar, sehingga kedalaman kolam yang terjaga sangat diperlukan karena akan menjamin keselamatan lalu lintas kapal (Mappangra, 2016). Pemeliharaan kolam pelabuhan yang paling penting adalah pengerukan untuk menjaga kestabilan kedalaman. Menurut Wijaya *et al.* (2021), tahapan pekerjaan pengerukan berkaitan dengan survei hidrografi untuk menghasilkan peta batimetri sebagai sumber data utama dalam desain dan volume pengerukan. Agar kolam pelabuhan masih sesuai dengan draft kapal maka perlu monitoring dan evaluasi secara berkala, apabila sedimentasi berlebihan di daerah dermaga perlu dilakukan pengerukan (Javier, *et al.*, 2023)

Metoda pengukuran kedalaman perairan mengalami perkembangan seiring kemajuan teknologi, pada mulanya hanya dilakukan secara konvensional dengan bandul pemberat (bola duga) tetapi sekarang telah berkembang metode hidrografi akustik. Metode pemeruman dengan *singlebeam echosounder* mempunyai daya tarik tersendiri bagi para peneliti karena biaya yang relatif murah dan ketelitian yang memadai terutama untuk perairan dangkal (Saron & Basith, 2022). Penelitian batimetri yang dilakukan Wiratama *et al.*, (2021) menggunakan *multibeam echosounder* dengan mereduksi data yang diperoleh dari persilangan jalur pemeruman, hasilnya kesalahan sistematis dapat dikoreksi dan metode ini menghasilkan peta batimetri yang cukup representatif. Pemanfaatan sistem hidrografi akustik juga dapat digunakan untuk analisis material sedimen perairan berdasarkan analisis fase atau perbedaan amplitudo (Prayoga *et al.*, 2023)

Kolam Pelabuhan Perikanan Nusantara Pekalongan merupakan salah satu infrastruktur penting dalam sektor perikanan yang berperan sebagai tempat bongkar muat dan penjualan ikan yang seiring berjalannya waktu, kolam pelabuhan tersebut mengalami masalah pendangkalan. Ikhwan *et al.* (2015) juga menyebutkan hal yang sama bahwa masalah pendangkalan yang mengganggu kapal-kapal yang menggunakan jalur tersebut untuk pelayaran. Menurut Eyres and Bruce (2012) pendangkalan di kolam pelabuhan merupakan masalah umum yang dapat berdampak pada kelancaran dan keselamatan operasional kapal yang berlabuh di dalamnya. Perubahan kedalaman atau proses pendangkalan ditentukan oleh kondisi lingkungan sekitar dan jenis sedimen (Kirby, 2011). Penelitian batimetri untuk perencanaan pengerukan di Pelabuhan Perikanan Nusantara Pekalongan belum pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian batimetri yang dilakukan di sekitar pelabuhan lebih banyak berfokus pada pemetaan kedalaman dan morfologi dasar perairan untuk navigasi dan analisis sedimentasi. Dengan mengetahui batimetri dapat diperoleh permodelan tiga dimensi dari kedalaman dasar laut dan memetakan area yang mengalami pendangkalan dengan lebih akurat sehingga dapat direncanakan pekerjaan pengerukan yang berkelanjutan (Irwan *et al.*, 2021). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi batimetri dan morfologi kolam Pelabuhan Perikanan Nasional Pekalongan dan mengevaluasi pendangkalan untuk perencanaan pengerukan pada kolam pelabuhan tersebut.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini menggunakan dua jenis data, yaitu data kedalaman perairan hasil pemeruman langsung di lapangan dan data pasang surut daristasiun BIG yang diolah menggunakan metode *Admiralty*. Pemeruman dilakukan menggunakan *Garmin GPSMap 585*. Data *draft* kapal terbesar yang dijadikan acuan evaluasi kedalaman diperoleh dari data hasil pengerukan tahun 2014 milik Kantor Pelabuhan Perikanan Nusantara Pekalongan, Kota Pekalongan.

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode pemeruman sesuai dengan metode survey hidrografi, dan analisis kesesuaian draft kapal. Pemeruman telah dilakukan pada tahun 2022 dengan elevasi pasang surut yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial sesuai waktu pemeruman.

Data batimetri diperoleh dengan menggunakan *echosounder Garmin GPSMap 585* secara langsung di lapangan. Doloksaribu *et al.* (2014) menjelaskan bahwa pemeruman batimetri dilakukan untuk mengukur nilai kedalaman dan kelerengan (topografi dasar laut). Sebelum melakukan pemeruman, perlu dibuat jalur perencanaan perum rencana. Dalam hal ini, dua jenis jalur perencanaan harus disiapkan, yaitu jalur

perencanaan utama dan jalur perencanaan silang. Jalur perencanaan utama harus membentuk sudut tegak lurus dengan garis pantai, dengan interval maksimum 1 cm pada skala survei. Jalur perencanaan silang diperlukan untuk memastikan keakuratan posisi pemetaan dan mengurangi dampak pasang surut. Jarak antara jalur perencanaan utama dan jalur perencanaan silang diatur setara dengan 10 kali lebar jalur utama dan membentuk sudut antara 60° hingga 90°. Sesuai dengan standar Badan Standar Nasional tahun 2010, tahap pemeruman harus mengikuti langkah-langkah yang telah ditetapkan.

Pengambilan data pasang surut dilakukan secara langsung di lapangan menggunakan stasiun pasang surut yang dimiliki BIG. Pengambilan data pasang surut berlangsung selama 29 hari dengan interval tiap 1 menit secara terus-menerus dan bersamaan. Data pasang surut dapat *download* pada website BIG yaitu <http://ina-sealevelmonitoring.big.go.id/>

Data pasang surut diolah menggunakan metode Admiralty menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel*. Tujuan dari pengolahan data pasang surut ini adalah untuk mendapatkan nilai MSL (*Mean Sea Level*), LLWL (*Lowest Low Water Level*), HHWL (*Highest High Water Level*), serta nilai *Formzahl* yang akan menentukan jenis pasang surutnya. Proses pengolahan data ini akan menggunakan komponen harmonik pasang surut untuk menghitung nilai tersebut. Rumus yang diterapkan dalam pengolahan data ini merujuk pada Ongkosongko dan Suyarso (1989). Setelah memperoleh nilai komponen pasang surut, pengidentifikasian jenis pasang surut dapat dihitung menggunakan rumus bilangan *Formzahl*. Tipe pasang surut ditentukan menurut klasifikasi menurut Ongkosongko dan Suyarso (1989) seperti pada Tabel 1.

Pengolahan data batimetri melibatkan penggunaan informasi tentang kedalaman dan posisi. Ketika melakukan pemetaan, titik-titik tetap direkam dengan data koordinat (x, y) dan kedalaman (z) secara simultan. Soeprapto (2001) menjelaskan bahwa hasil pengukuran batimetri harus diperbaiki dengan mempertimbangkan posisi permukaan air laut pada saat pengukuran dilakukan. Koreksi terhadap pengaruh pasang surut air laut dapat dihitung dan diterapkan guna mendapatkan nilai kedalaman yang lebih akurat. Setelah mencari hasil dari persamaan tersebut yang menentukan nilai koreksi terhadap pasang surut air laut, langkah berikutnya adalah melakukan perhitungan kedalaman sebenarnya. Pengolahan data batimetri dilakukan dengan metode interpolasi *Spline* pada *software ArcGIS 10.8*. Interpolasi ini bertujuan untuk menghasilkan kontur kedalaman. Model Interpolasi adalah teknik yang digunakan untuk menghitung kedalaman pada suatu titik berdasarkan tiga titik kedalaman terdekat dengan menggunakan pembobotan berdasarkan jarak (Poerbandono dan Djunarsah, 2005). Pengolahan batimetri 3D dilakukan menggunakan *software Surfer 11* untuk dapat dianalisa kondisi batimetrinya.

Draft kapal merupakan salah satu komponen penting dalam melakukan pengerukan. Sebagai acuan dalam melakukan pengerukan adalah berdasarkan draft kapal terbesar yang masuk atau meninggalkan pelabuhan tersebut.

Setelah diketahui draft kapal terbesar tersebut kemudian ditentukan syarat aman kapal untuk berlabuh dan melakukan pergerakan. Menurut panduan teknis pengerukan (Badan Standar Nasional. 2016), sudah ditentukan bahwa rumus yang digunakan untuk melihat nilai penambahan kedalaman untuk alur di dalam pelabuhan, yaitu :

$$d \geq 1,1 D$$

Berdasarkan draft kapal terbesar yang masuk kedalam kolam Pelabuhan Perikanan Nasional Pekalongan yaitu Jati Rahayu II dengan draft 3,068 m (Basyarudin et al., 2021) sehingga :

$$d \geq 1,1 D$$

$$d \geq 1,1 \times 3,068$$

$$d \geq 3,375$$

Tabel 1. Tipe Pasang Surut

| Nilai F | Tipe Pasang Surut |
|-----------------|---|
| 0,00 < F < 0,25 | Pasang surut harian ganda beraturan |
| 0,25 < F < 1,50 | Pasang surut campuran condong ke harian ganda |
| 1,50 < F < 3,00 | Pasang surut campuran condong ke harian tunggal |
| F > 3,00 | Pasang surut harian tunggal beraturan |

Perhitungan evaluasi pendangkalan menggunakan metode *grid* dengan sistem *section*. Analisis slope dilakukan dengan menarik garis penampang melintang yang representatif untuk menghitung persentase kemiringannya dan dapat diketahui klasifikasi kemiringan lerengnya (Triatmodjo 2010). Perhitungan menggunakan rumus :

$$\tan \alpha = \frac{y}{x}$$

Setelah itu, penentuan klasifikasi kemiringan lereng dilakukan berdasarkan metode yang dibuat oleh Van Zuidam (1985).

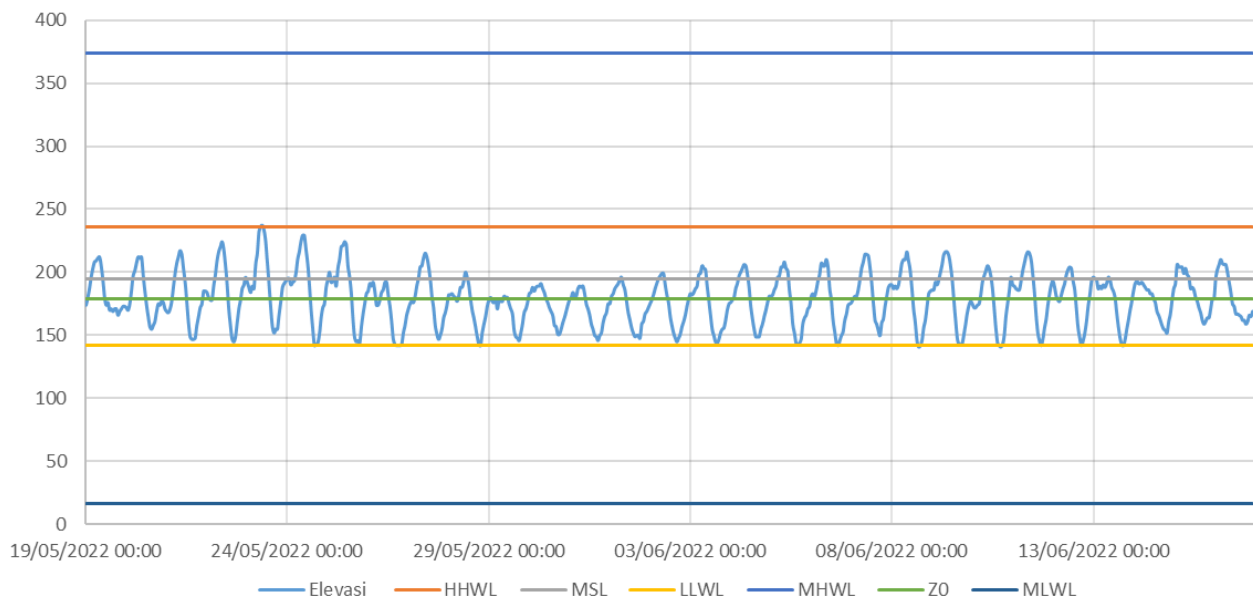
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Pasang Surut

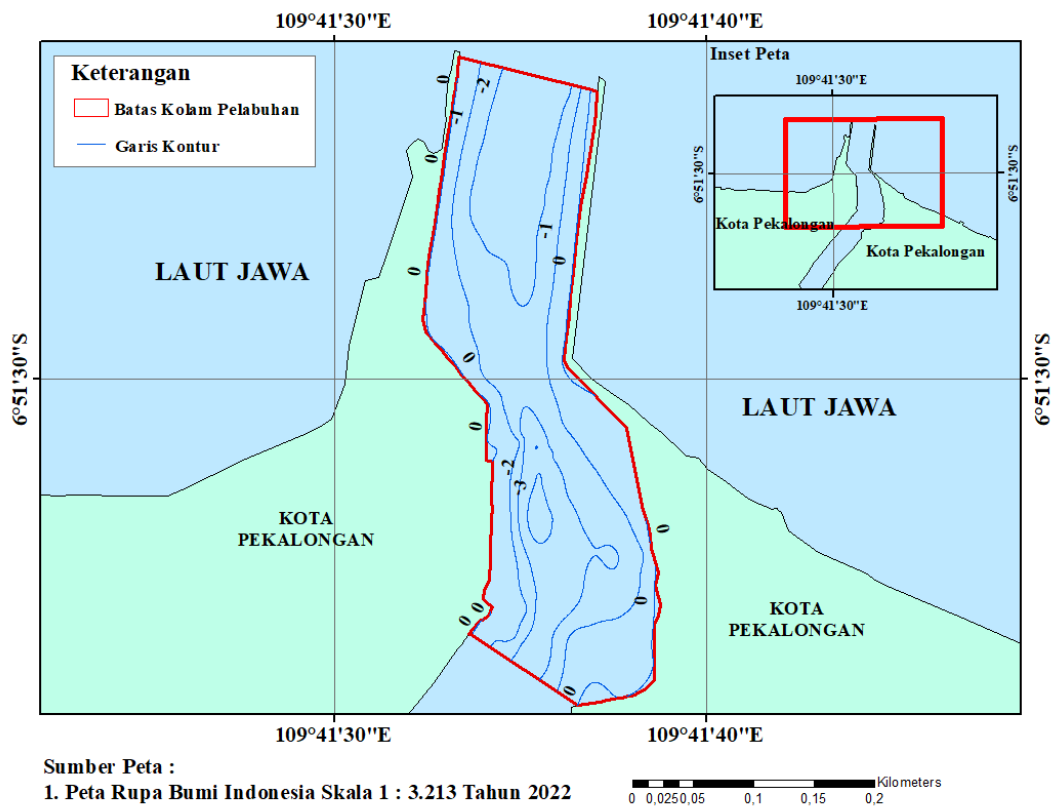
Berdasarkan hasil dari pengolahan data pasang surut dari 19 Mei 2022 hingga 16 Juni 2022, diperoleh hasil MSL yaitu 194,986 cm, Zo sebesar 178,667 cm, LLWL sebesar 141,605 cm, HHWL sebesar 235,728 cm. Berdasarkan konstanta harmonik, didapatkan nilai *Formzahl* sebesar 2,846. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa pasang surutnya berjenis campuran condong ke harian tunggal. Ongkosongko dan Suyarso (1986) berkata bahwa pasang surut dengan nilai *Formzahl* di antara $1,50 < F < 3,00$ termasuk dalam tipe pasang surut campuran condong ke harian tunggal.

Batimetri

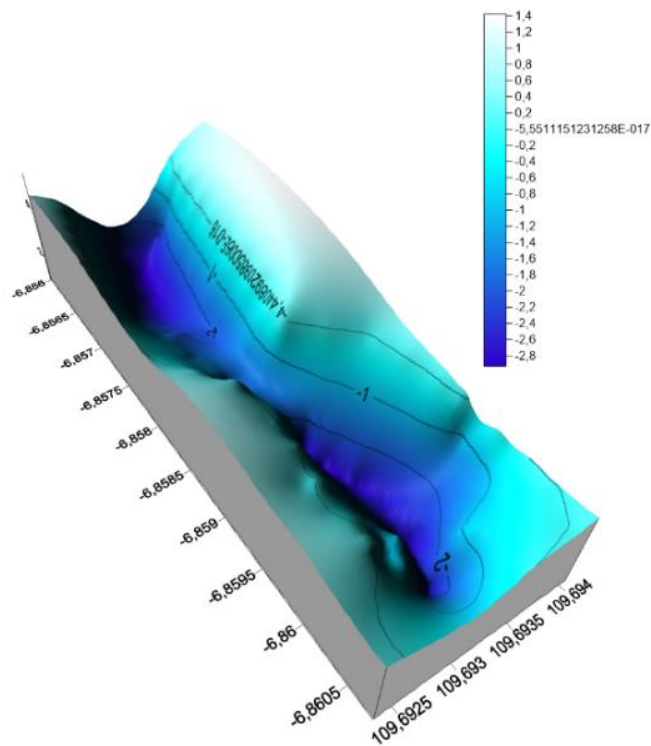
Hasil diliniasi menunjukkan bahwa luas Kolam Pelabuhan Perikanan Nasional Pekalongan sebesar 61256,425 m². Berdasarkan hasil pemeruman yang telah dikoreksi dengan pasang-surut, kedalaman kolam pelabuhan berkisar dari 0,54 m hingga 2,982 m. Kolam pelabuhan tersebut termasuk dalam perairan yang dangkal karena memiliki kedalaman yang kurang dari 5 m. Kondisi kedalaman kolam pelabuhan ditunjukkan dengan peta batimetri seperti pada Gambar 2. Garis kontur pada pengolahan data batimetri terdapat garis kontur yang rapat dan tertutup. Kontur yang padat mengindikasikan perbedaan kedalaman yang berdekatan. Hasil dari peta batimetri menunjukkan bahwa bagian tepi dari kolam pelabuhan memiliki kedalaman yang dangkal, sedangkan bagian tengah kolam pelabuhan memiliki kedalaman yang dalam. Hal tersebut diperkuat oleh Enzeline *et al.* (2015) yang menyebutkan bahwa hal tersebut diakibatkan oleh adanya osilasi kapal yang menyebabkan air bergerak dan juga adanya sedimentasi. Hal tersebut juga diperkuat dengan pembuatan peta batimetri 3D yang ditunjukkan pada Gambar 3.



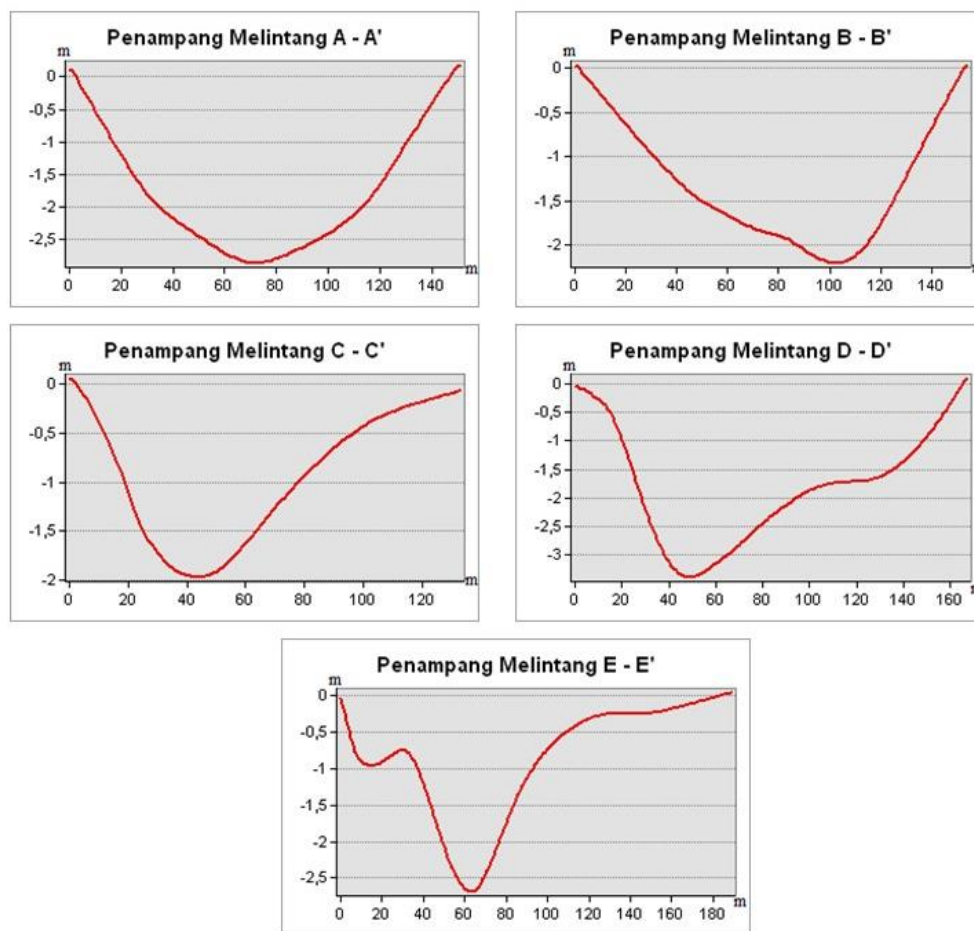
Gambar 1. Grafik Pasut Selama 29 Hari pada Pelabuhan Perikanan Nasional Pekalongan dalam periode 19 Mei 2022 – 16 Juni 2022



Gambar 2. Kontur Batimetri



Gambar 3. Peta Kontur Batimetri 3D



Gambar 4. Penampang melintang

Klarifikasi kemiringan lereng dihitung dengan menarik penampang melintang (Khomsin et al., 2018). Gambar 4 menunjukkan hasil penampang melintang. Penampang melintang dibuat berdasarkan 5 *section* yang mewakili kondisi dari kedalaman kolam pelabuhan. Penampang melintang A-A' mendapat persentase sebesar 4,286%, sehingga terklasifikasi kemiringan lereng landai sampai curam. Penampang melintang B-B' mendapat persentase sebesar 2,381%, sehingga terklasifikasi kemiringan lereng landai. Penampang melintang C-C' mendapat persentase sebesar 4,651%, sehingga terklasifikasi kemiringan lereng landai sampai curam. Penampang melintang D-D' mendapat persentase sebesar 9,302%, sehingga terklasifikasi kemiringan lereng curam. Penampang melintang E-E' mendapat persentase sebesar 5,551%, sehingga terklasifikasi kemiringan lereng landai sampai curam. Secara rata-rata, Kolam Pelabuhan Perikanan Nusantara Pekalongan memiliki persentase sebesar 5,234% dan terklarifikasi kemiringan lereng landai sampai curam.

Perhitungan Volume Keruk

Menghitung volume keruk yang telah disesuaikan dengan draft kapal yang berlalu-lalang dari kolam pelabuhan adalah langkah pertama dalam proses pengerukan. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui berapa banyak sedimen yang harus dikeruk agar kolam pelabuhan dapat dilewati oleh kapal dengan aman (Eisma 2006). Draft kapal terbesar yang melewati Kolam Pelabuhan Perikanan Nusantara Pekalongan sebesar 3,068 m. Sehingga, nilai kedalaman yang dikatakan aman yaitu sebesar 3,375 m. Perhitungan volume keruk dilakukan dengan membagi kolam pelabuhan menjadi 7 *section* dengan grid agar memudahkan dalam perhitungan volumenya. Setelah itu, nilai kedalaman yang aman dikurangi dengan hasil nilai batimetri yang ada untuk mendapatkan luas gridnya dan kemudian dikalikan dengan selisih dari kedalaman aman dan nilai batimetri. Setelah perhitungan, didapatkan bahwa volume sedimen yang harus dikeruk sebesar 89667,481 m³, dimana *section 2* memiliki volume keruk lebih besar dibanding ke-7 *section* lainnya.

KESIMPULAN

Kolam Pelabuhan Perikanan Nusantara Pekalongan memiliki variasi kedalaman antara 0 meter hingga 3 meter. Kedalaman terendah mencapai 0,54 meter, sedangkan kedalaman tertinggi mencapai 2,982 meter. Persentase kemiringan lereng dari kolam pelabuhan tersebut sebesar 5,234%, dimana kolam pelabuhan ini memiliki kemiringan dasar laut yang landai sampai curam. Kolam pelabuhan tersebut memiliki kedalaman aman sebesar 3,375 meter, sehingga berdasarkan hasil pengolahan batimetri, dibutuhkan pengerukan sebesar 89667,481 m³. Pengerukan perlu dilakukan berkala untuk menghindari terjadinya kapal karam.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standar Nasional. 2016. Metode Pengukuran Kedalaman Menggunakan Alat Perum Gema Untuk Menghasilkan Peta Batimetri. *Standar Nasional Indonesia*, 14: 16–20.
- Basyarudin, Azkia, S., Solihin, I. M., & Retno. 2021. Perkembangan Operasional Pelabuhan Perikanan Nusantara Pekalongan pada Periode 1995–2020. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Doloksaribu, W. F., Ismanto, A., & Handoyo, G. 2014. Pemetaan Batimetri dan Sedimen Dasar di Perairan Pantai Lunci, Kabupaten Sukamara, Kalimantan Tengah. *Jurnal Oseanografi*, 3(1): 87–93.
- Eisma, D. 2006. *Dredging in Coastal Water*. London: Taylor & Francis.
- Enzeline, V. E., Widada, S., & Atmodjo, W. 2015. Kondisi Batimetri dan Sedimen Dasar Perairan di Kolam Pelabuhan Cargo PT. Pertamina RU VI Balongan, Jawa Barat. *Journal of Oceanography*, 4(3): 625–634.
- Eyres, D. J., & Bruce, C. J. 2012. *Ship Construction*. 7th Edition. USA: Elsevier Ltd.
- Ikhwan, R., Saputro, S., & Hariadi, H. 2015. Studi Sebaran Sedimen Dasar di Sekitar Muara Sungai Pekalongan, Kota Pekalongan. *Journal of Oceanography*, 4(3): 617–624.
- Irwan, Surnata, Tungkup, D. L., & Perdana, F. W. 2021. *Karakteristik Pelabuhan Penyeberangan*. Makassar: Nas Media.
- Javier, J., Zahrina, N., Yanfeto, B., & Agassi. 2023. Pemodelan Pola Sedimentasi di Perairan Pelabuhan Kuala Tanjung Untuk Mendukung Pemeliharaan Kedalaman Perairan Pelabuhan Menggunakan Mike 21. *Jurnal Hidrografi Indonesia*, 5(1): 31–36. <https://doi.org/10.62703/jhi.v5i1.18>
- Kirby, R. 2011. Minimising Harbour Siltation—Findings of PIANC Working Group 43. *Ocean Dynamics*, 61: 233–244.
- Khomsin, Handoko, E. Y., Pratomo, D. G., & Yusuf, I. M. 2018. Dredging Volume Analysis Using Multi Beam Echo Sounder Data. *Proceedings of the 3rd International Conference on Marine Technology (SENTA 2018)*: 27–31.
- Mappangara, A. C. 2016. Kajian Pengembangan Pelabuhan Tadete Belopa Kabupaten Luwu. *Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan*, 14(1): 159–170.
- Nur, N. K., Halim, H., Mahyuddin, Tumpu, M., Gani, I., Setiawan, A. M., Isdyanto, A., & Karamma, R. 2021. *Perancangan Pelabuhan Laut*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Ongkosongo, O. S. R., & Suyarso. 1989. *Pasang Surut*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi LIPI.
- Poerbandono, & Djunasjah, E. 2005. *Survei Hidrografi*. Bandung: Refika Aditama.
- Prayoga, A., Sobarudin, D. A., & Setiadi. 2023. Analisis Pengolahan Acoustic Backscatter pada Data Multibeam Echosounder Untuk Klasifikasi Jenis Dasar Perairan. *Indonesian Maritime Journal*, 11(4): 23–33. <http://doi.org/10.52307/jmi.v9i2.154>
- Sarano, & Basith, A. 2022. Uji Kualitas Data Pengukuran Batimetri Singlebeam Echosounder Berdasarkan SNI-7647 Tahun 2010 (Studi Kasus Survei Batimetri Menggunakan Hi-Target HD370 di Laguna Pantai Glagah, Kulon Progo). *Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, 5(1): 21–26. <https://doi.org/10.22146/jgise.69749>
- Soeprapto. 2001. *Survei Hidrografi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Standar Nasional Indonesia. 2010. *Survei Hidrografi Menggunakan Singlebeam*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Triatmodjo, B. 2010. *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Van Zuidam, R. A. 1985. *Guide to Geomorphologic Aerial Photographs Interpretation and Mapping*. Enschede, Netherlands.

- Wijaya, M. I., Satriadi, A., & Widada, S. 2021. Survei Batimetri Untuk Penentuan Volume Pengerukan Alur Pelayaran Pelabuhan Patimban, Subang, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Transportasi Laut*, 23(2): 39–48. <https://doi.org/10.25104/transla.v23i2.1684>
- Wiratama, E. Y., Guruh, D., & Adi, A. P. 2021. Analisis Efektivitas Lajur Overlap dan Lajur Silang Sebagai Kontrol Kualitas Data Batimetri Multibeam Echosounder. *Jurnal Chart Datum*, 6(1): 37–51. <https://doi.org/10.37875/chartdatum.v6i1.172>