

ANALISIS BATIMETRI GUNA PERENCANAAN Pengerukan KOLAM PELABUHAN KALIBARU TANJUNG PRIOK MENGGUNAKAN *SINGLE BEAM ECHOSOUNDER*

Farid Abdurrahman¹, Awliya Tribhuwana^{1*}

¹Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Swadaya Gunung Jati

Info Artikel	<i>Abstract (font: Times New Roman 9 pt, bold)</i>
<p>Diajukan : 4 Januari 2023 Diperbaiki : 18 Januari 2023 Disetujui : 16 Februari 2023</p> <p><i>Keywords: Bathymetry, Harbor Pools, Dredging, Tanjung Priok Port</i></p> <p>Kata kunci: Pelabuhan Tanjung Priok, Batimetri, Kolam Pelabuhan, Pengerukan</p>	<p><i>The Kalibaru Port of Tanjung Priok, North Jakarta, is one of the ports that is used for shipping and loading and unloading activities. Bathymetry information is needed to support one of the activities in the port, namely in terms of shipping. The purpose of this research is to map the bathymetry in the harbor pool area and to find out the areas that need to be dredged in the Kalibaru Tanjong Priok harbor pond. This research was conducted on May 24, 2022 in the pond area of Tanjung Priok Harbor, North Jakarta. This research was conducted using a single beam echosounder using a Garmin GPSmap 420s tool to determine the depth of the harbor pool. Data processing using Ms. excel, Auto CAD land desktop, surfer to generate depth contours and calculate dredge volume. The volume calculation uses the average end area method. The calculation result of dredging volume is the sum of the cross-sectional area multiplied by the section distance. The results showed that the depth of the Tanjung Priok harbor waters ranged from 3 to 17 meters and the dredged volume reached 165,319 m³.</i></p> <p>Kolam Pelabuhan kalibaru Tanjung Priok Jakarta Utara, merupakan salah satu pelabuhan yang difungsikan untuk aktivitas pelayaran dan bongkar muat kapal. Informasi batimetri sangat diperlukan guna menunjang kegiatan pelayaran. Tujuan dari penelitian ini yaitu memetakan batimetri di area kolam pelabuhan dan mengetahui area yang perlu dilakukan pengerukan di kolam pelabuhan kalibaru tanjong priok. Penelitian di lakukan dengan <i>single beam echosounder</i>, alat Garmin GPSmap 420s untuk mengetahui kedalaman kolam pelabuhan. Pengolahan data menggunakan Ms.excel, <i>Auto CAD land dekstop</i>, surfer untuk menghasilkan kontur kedalaman dan menghitung volume keruk. Perhitungan volume menggunakan metode <i>average end area</i>. Hasil perhitungan volume pengerukan merupakan penjumlahan dari luasan profil melintang di kalikan dengan jarak <i>section</i>. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedalaman perairan pelabuhan tangjung priok berkisar antara 3 hingga 17 meter dan menghasilkan volume keruk mencapai 165.319 m³</p>

1. Pendahuluan

Indonesia sebagai negara sedang berkembang yang bersaing dengan negara-negara berkembang lainnya di dunia dalam hal pembangunan [1]. Pembangunan infrastruktur di wilayah Indonesia untuk menunjang kemajuan ekonomi negara. Dengan adanya pembangunan infrastruktur yang semakin pesat maka kebutuhan untuk bahan pembangunan juga meningkat. Sarana transportasi yang digunakan untuk memobilisasi berbagai barang ke negara lain. Sarana transportasi yang cocok untuk kegiatan tersebut adalah melalui jalur laut karena transportasi melalui jalur ini dapat lebih efektif dan efisien[2]. Survey batimetri merupakan suatu kegiatan memperoleh data kedalaman dan kondisi topografi dasar laut[3], juga lokasi objek-objek yang berpotensi menimbulkan bahaya. Pemetaan batimetri merupakan kebutuhan dasar dalam penyediaan informasi spasial dalam perencanaan, kegiatan dan pengambilan keputusan terkait informasi di bidang kelautan [4]. Peta batimetri memiliki peranan yang sangat penting. Salah satu peran penting peta batimetri adalah memberikan informasi untuk

kegiatan rekayasa kelautan, penambangan minyak, penentuan jalur pelayaran, mitigasi bencana, dan pembangunan infrastruktur pinggir pantai.

Salah satu teknologi dalam survey batimetri adalah *echosounder*, yaitu alat pengukuran kedalaman perairan berbasis gelombang akustik. Alat ini memberikan data kedalaman perairan dengan konsep perhitungan waktu saat gelombang [1] dipancarkan sampai gelombang dipantulkan kembali.

2. Metode

Metode pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif karena data penelitian berupa angka-angka dan analisis menggunakan statistik atau model [5], [6]. Metode kuantitatif memperoleh nilai yang tertera pada peta kedalaman atau batimetri. Metode kuantitatif mendeskripsikan gambaran secara sistematis menghasilkan nilai yang tertera pada peta kedalaman atau batimetri yang kemudian dimodelkan dan didapatkan alur pelayaran. Pengolahan data pasang surut untuk mendapatkan komponen pasang surut, sedangkan koreksi antara kedalaman dan pasang surut menggunakan excel, kemudian pembuatan peta kontur dasar dan layout peta menggunakan **AutoCAD**.

Survei batimetri dibagi 4 jenis yaitu sebagai berikut:

1. Pre-Survey
Dilaksanakan sebelum pekerjaan pengerukan dimulai, dan dijadikan acuan untuk perhitungan volume dan pekerjaan pengerukan itu sendiri[7].
2. Middle Survey
Dilaksanakan setelah pengerukan berjalan, digunakan untuk internal sebagai bahan evaluasi progress pekerjaan dan pengendalian proyek.
3. Progress Survey Dilaksanakan setelah pekerjaan selesai sesuai Tahapan pembayaran, digunakan sebagai dasar untuk penagihan.
4. Post Survey Dilaksanakan setelah seluruh pekerjaan pengerukan selesai, dan digunakan sebagai dokumen untuk penyerahan pekerjaan kepada Pemilik Pekerjaan.[8]

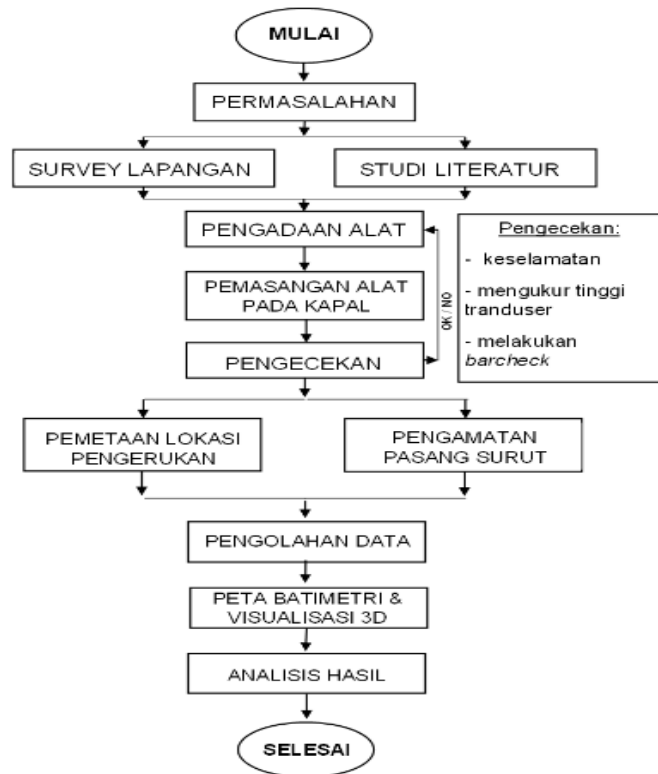
Lokasi penelitian

Lokasi penelitian ini adalah di kawasan pelabuhan Tanjung Priok, Jakarta Utara. Secara geografis pelabuhan Tanjung Priok terletak di 106°52'57.8" BT dan 6°5'48.44" LS, lebih tepatnya berada di pantai Utara Pulau Jawa, Daerah khusus Ibukota Jakarta. luas pelabuhan Tanjung Priok 1028 ha meliputi luas pelabuhan 424ha dan luas lahan 604 ha.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.1 Alur penelitian



Gambar 2. Alur Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Kecepatan Arus

Kecepatan maximum arus umum mencapai 1 knot dengan arah sekitar 050° , terjadi pada waktu surut. Arus bukan pasut mempunyai kecepatan sekitar 0.3 knot dengan arah 045° . Kecepatan

Arus pasut mencapai 1,1 knot pada waktu pasang perbani. dengan arah sekitar 050° Pada waktu surut dan sekitar 230° pada waktu pasang [9].

3.2 Analisis Pasang Surut

Data pasang surut sangat berpengaruh dalam kegiatan survey batimetri karena apabila data ini keliru dapat berakibat fatal. Berikut contoh perbedaan kedalaman akibat perbedaan data pasang surut :

- Data pasang surut pada saat survey mendapat angka 0,9 dan kedalaman terkoreksi transduser pada tabel 4.5 nomor 1 mendapat angka 14,6, z ?

$$Z = \text{kedalaman ter koreksi TR - Pasut terkoreksi} = 14.6 - 0.9 = 13.7 \text{ m}$$

- Sedangkan Data pasang surut dari pushidrosal mendapat angka 0,4 dan kedalaman terkoreksi transduser pada tabel 4.5 nomor 1 mendapat angka 14,6, z ?

$$Z = \text{kedalaman ter koreksi TR - Pasut terkoreksi} = 14.6 - 0.4 = 14.2 \text{ m}$$

Perbedaan dari angka pasang surut tersebut mengakibatkan selisih kedalaman 0,5 sangat berpengaruh pada volume keruk [10] dan mengakibatkan perbedaan biaya.

3.3 Data Pasang Surut

Pengukuran ini dilakukan dengan cara membaca tinggi permukaan air [11], [12] dengan menurunkan alat ukur (meteran/papan duga) hingga menyentuh air dengan interval waktu per 15 menit selama kegiatan *sounding* berlangsung.

Berikut ini adalah hasil pengamatan pasang surut pada saat *sounding*.

Tabel 1. Data Pasang Surut

Waktu	Tinggi Dermaga	Hasil Pengamatan	Setelah koreksi(cm)	dm
10:00	262	173	89	9
10:15	262	175	87	9
10:30	262	178	84	8
10:45	262	180	82	8
11:00	262	183	79	8
11:15	262	187	75	8
11:30	262	187	75	8
11:45	262	189	73	7
12:00	262	191	71	7
12:15	262	191	71	7
12:30	262	195	67	7
12:45	262	195	67	7
13:00	262	193	69	7
13:15	262	198	64	6
13:30	262	200	62	6
13:45	262	204	58	6

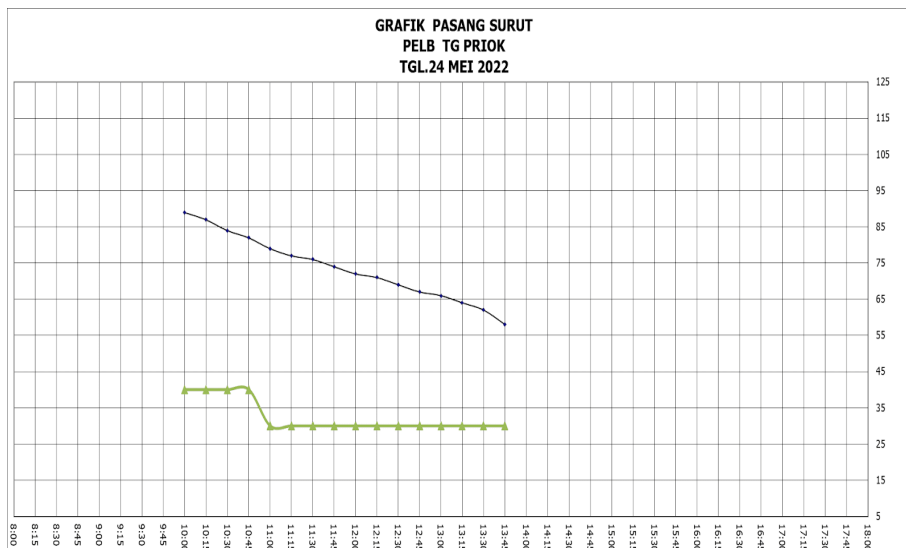
Tabel diatas menunjukkan beberapa data pasang surut yang diperoleh dari pengamatan pada saat *sounding* yang dilaksanakan pada tanggal 24 mei 2022 mulai pukul 10.00 sampai 13.45. berikut adalah contoh perhitungannya:

Rumus : Tinggi Dermaga – Hasil Pengamatan =(dm)

: 262 – 173 = 89 cm = 8,9dm ~ 9 dm

Tabel 2. Ramalan Pasut dari PUSHIDROSAL

T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	T
21	1.0	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	21
22	1.0	0.9	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	22
23	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	23
24	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	24
25	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	25
26	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	26
27	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	0.9	0.8	27
28	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	28
29	0.8	0.7	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	0.9	29
30	0.8	0.7	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	30
31	0.9	0.8	0.6	0.5	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1	1.1	1.2	1.1	1.0	31



Gambar 3. Pasang Surut

Dari dua data pasang surut diatas memiliki perbedaan ada beberapa factor yang membuat data pasang surut itu berbeda diantaranya yaitu:

1. Lokasi pengukuran berbeda.
2. Pengamatan dilakukan secara manual.
3. Data dari pushidrosal dibuat berdasarkan ramalan dalam 1 tahun.

Namun data yang di gunakan adalah data pemangatan manual dikarenakan lokasi pengukuran sudah ditetapkan oleh pemilik proyek.

3.4 Data Batimetri

Hasil pemeruman adalah data kedalaman yang didapat echosounder dan juga data kordinat yang di dapat dari GPS yang terletak tepat di atas tranduser dari echosounder agar mendapatkan data kordinat yang lebih akurat. Untuk selanjutnya adalah proses bagaimana memasukan nilai pasang surut kedalam koreksi survei batimetri.

Pada proses ini kolam pelabuhan kalibaru mempunyai titik acuan ketinggian yaitu LWS sebesar 262 cm. Proses pengerjaannya kita menggunakan alat Garmin 420s

Berikut ini adalah contoh perhitungan mencari nilai Z(kedalaman terkoreksi) :

Diketahui :

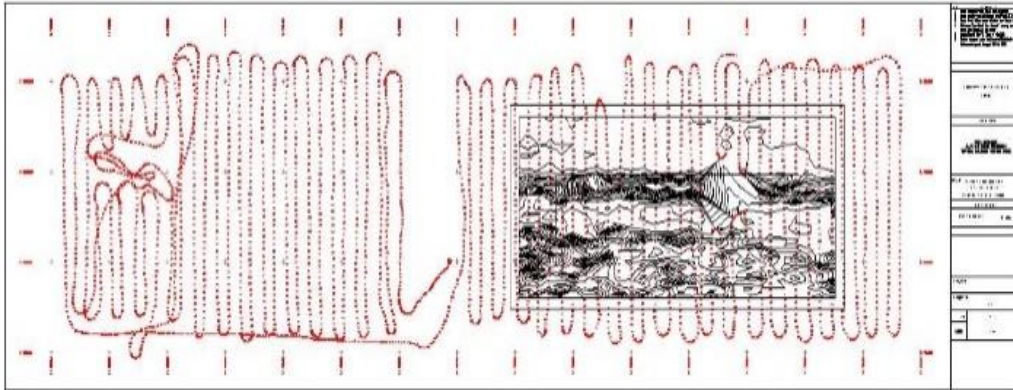
- Pada titik 1 dengan kedalaman duga = 13.9
- Tinggi tranduser terendam = 70cm ~ 0.7 dm
- Seliaih LWS – bacaan pasut = 09 dm

Ditanya : Kedalaman terkoreksi(Z)

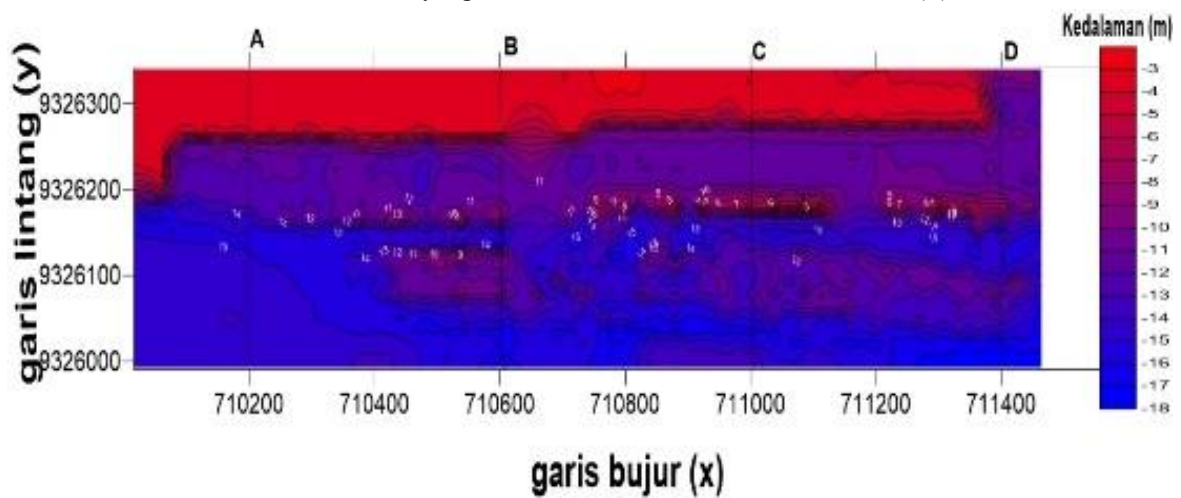
$$Z = \text{kedalaman duga} + \text{tinggi TR} - \text{Pasut terkoreksi} = 13.9 + 0.7 - 0.9 = 13.7 \text{ m}$$

Tabel 2. Hasil yang sudah di filter dan kedalaman terkoreksi (Z)

TITIK DUGA	TANGGAL/WAKTU	KEDALAMAN DUGA	TINGGI TRANSDUSER	TERKOREKSI TRANSDUSER	PASUT	KEDALAMAN TERKOREKSI(z)	X	Y
1	5/24/2022 10:18	13.9	0.7	14.6	0.9	13.7	710685	9326102
2	5/24/2022 10:20	10.8	0.7	11.5	0.9	10.6	710687	9326100
3	5/24/2022 10:22	13.5	0.7	14.2	0.8	13.4	710687	9326102
4	5/24/2022 10:26	12.2	0.7	12.9	0.8	12.1	710686	9326100
5	5/24/2022 10:26	14.8	0.7	15.5	0.8	14.7	710683	9326100
6	5/24/2022 10:27	8.4	0.7	9.1	0.8	8.3	710684	9326097
7	5/24/2022 10:27	11.7	0.7	12.4	0.8	11.6	710683	9326094
8	5/24/2022 10:27	10	0.7	10.7	0.8	9.9	710680	9326092
9	5/24/2022 10:27	13.1	0.7	13.8	0.8	13	710677	9326091
10	5/24/2022 10:27	15.3	0.7	16	0.8	15.2	710675	9326089
11	5/24/2022 10:27	15.9	0.7	16.6	0.8	15.8	710672	9326088
12	5/24/2022 10:27	16.2	0.7	16.9	0.8	16.1	710669	9326086
13	5/24/2022 10:27	16	0.7	16.7	0.8	15.9	710666	9326083
14	5/24/2022 10:27	15.8	0.7	16.5	0.8	15.7	710663	9326081
15	5/24/2022 10:27	8.7	0.7	9.4	0.8	8.6	710661	9326079

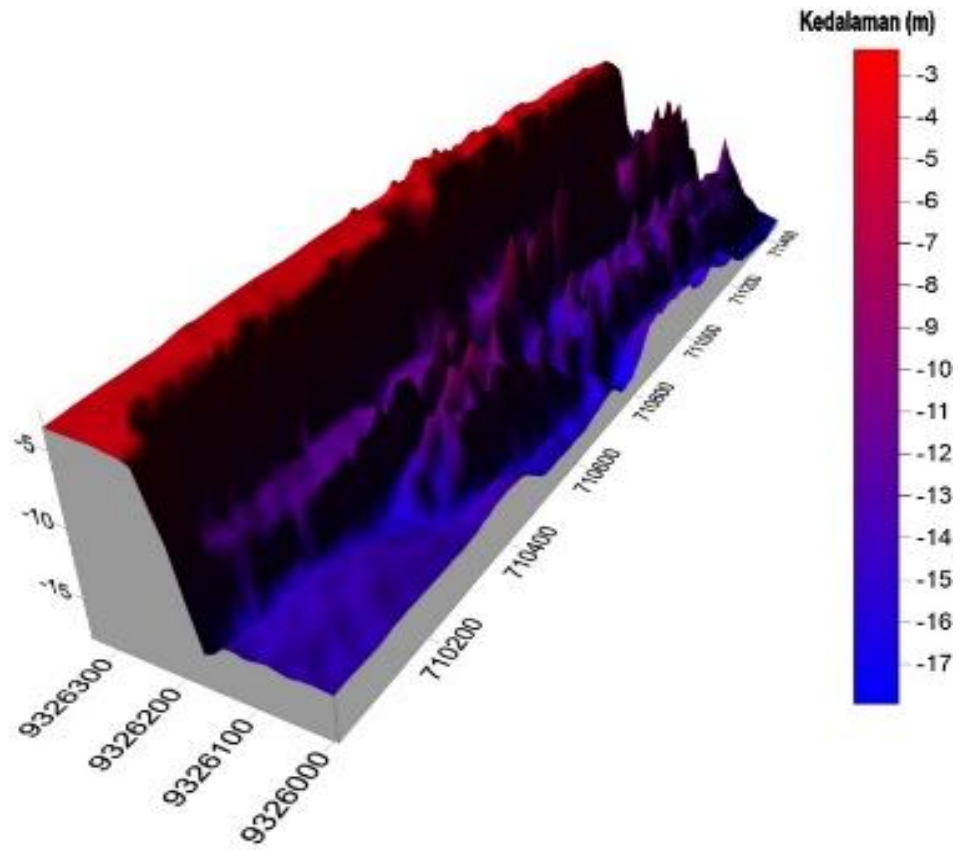


Gambar 4. Hasil yang sudah di filter dan kedalaman terkoreksi (Z)

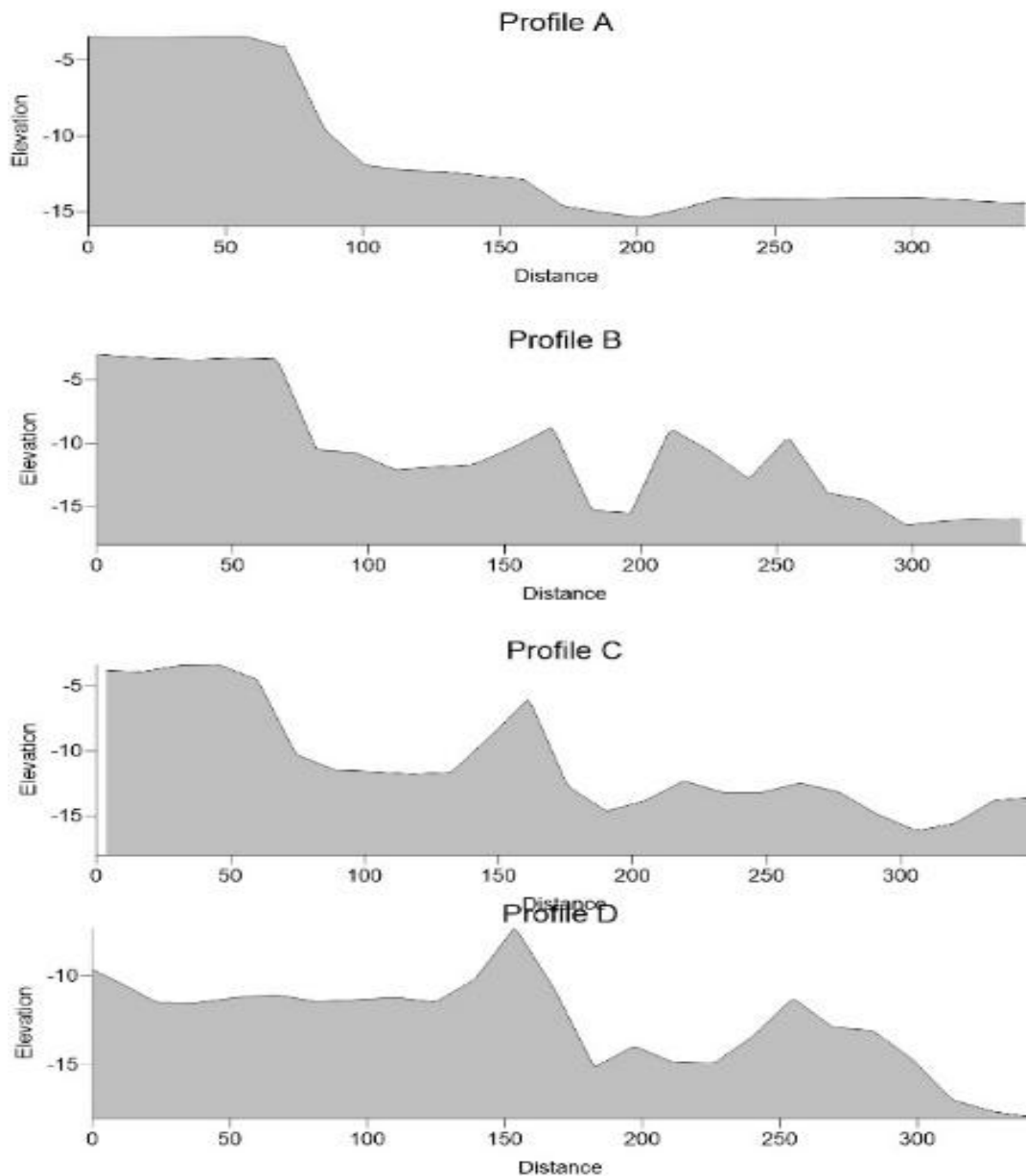


Gambar 5. peta batimetri

Tanda A' menunjukkan nilai rata-rata kemiringan sebesar $2,40^\circ$, B' menunjukkan nilai rata-rata kemiringan $2,63^\circ$, C' menunjukkan kemiringan $2,18^\circ$, dan yang bagian D' memiliki kemiringan $1,55^\circ$. Garis kontur [13] yang digambarkan mempunyai interval 1 meter. Kondisi kedalaman menunjukkan adanya garis-garis kontur yang rapat dan beberapa kontur tertutup. Wilayah kolam pelabuhan bagian atas memiliki kontur yang rapat. Hal ini diduga karena banyaknya aktivitas pelabuhan sehingga menyebabkan kondisi dasar laut tidak beraturan [2]. Kontur tertutup tersebar di berbagai sisi pelabuhan, kontur tersebut berarti sebagai adanya cekungan pada dasar laut.



Gambar 6. Kontur 3D



Gambar 7. Potongan Melintang

4.5 Volume Pengerukan

Kedalaman yang telah direncanakan -16mLWS dengan *slope 1:5*. volume pengerukan hasil dari survey batimetri [2], [4] yang dilakukan.

Pada tabel diatas menyajikan penambahan nilai volume tiap *sectionnya*. Dari hasil volume menggunakan AutoCAD Land Desktop didapatkan nilai volume terkecil 328m³ yang terletak pada *section 0+025*, nilai terkecil tersebut dikarenakan kedalaman [14] pada *section* tersebut mendekati -16 meter maka *surface eksisting* yang berada diatas desain keruk sedikit. Nilai volume terbesar 11329 m³ yang terletak pada *section 0+325*, nilai terbesar tersebut dikarenakan kedalaman di *section* tersebut cukup dangkal maka *surface* ekisting yang berada diatas desain keruk cukup banyak.

Perhitungan volume [15], [16] tersebut menggunakan metode *average end area*. Hasil perhitungan volume pengerukan [1] merupakan penjumlahan dari luasan profil melintang di kalikan dengan jarak *section* menghasilkan volume sebesar 165.319 m³.

Tabel 3. Volume Pengerukan

Project: 24ulg							
Site: 24ulg	Surface 1: s	face1 Surfa	2: surface2 Vo	lume tag: 24ulg	Mon Augu		
	Cut	Fill	Cut 1.0000	Fill 1.0000	Cut 1.0000	Fill 1.0000	
Station	Area (m 2)	Area (m 2)	Volume (m 3)	Volume (m 3)	Tot Vol (m	Tot Vol (m	Mass Ordinate
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
0+000	0	0					
			0	26394	0	26394	-26394
0+025	0	2112					
			328	38869	328	65263	-64935
0+050	26	998					
			4897	20745	5225	86008	-80783
0+075	365	662					
			7892	16637	13117	102645	-89528
0+100	266	669					
			7646	16194	20762	118839	-98077
0+125	346	626					
			8505	15101	29267	133940	-104672
0+150	335	582					
			9295	14516	38563	148456	-109893
0+175	409	579					
			10113	15032	48676	163488	-114812
0+200	400	623					
			9975	14917	58651	178405	-119754
0+225	398	570					
			9968	14330	68620	192735	-124115
0+250	400	576					
			9873	14674	78493	207409	-128916
0+275	390	598					
			10016	14449	88510	221859	-133349
0+300	411	558					
			10338	13517	98848	235376	-136528
0+325	416	523					
			11329	13012	110177	248388	-138211
0+350	490	518					
			9648	13182	119825	261570	-141745
0+375	282	537					
			7090	13487	126915	275058	-148142
0+400	286	542					
			8106	13407	135021	288464	-153443
0+425	363	530					
			9346	13802	144367	302266	-157899
0+450	385	574					
			8954	13979	153322	316245	-162924
0+475	332	544					
			7743	13684	161064	329930	-168866
0+500	288	550					
			3927	19004	164991	348933	-183943
0+525	26	970					
			328	35658	165319	384591	-219272
0+550	0	1883					
			0	23534	165319	408125	-242805
0+575	0	0					

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pada penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan seperti yang tertera berikut ini.

1. Permasalahan yang sering terjadi dikolam pelabuhan adalah pendangkalan, dimana dangkalnya kolam pelabuhan akan sangat mengganggu aktivitas pelabuhan untuk menjamin keselamatan dan keamanan pelayaran kapal yang keluar masuk Pelabuhan Kalibaru Tanjung priuk. Permasalahan utama yang terjadi pada kolam pelabuhan kalibaru tanjung priuk adalah adanya kapal-kapal besar yang akan sandar dengan kedalaman draf lebih dari 14 m. sehingga, perlu adanya pengerukan untuk menunjang kapal-kapal tersebut agar dapat masuk ke area pelabuhan dengan aman.

2. Dari peta yang telah di buat menggambarkan kondisi kedaaman dengan garis kontur yang rapat dan beberapa kontur tertutup. Kontur tertutup tersebar di berbagai sisi pelabuhan, kontur tersebut berarti sebagai adanya cekungan pada dasar laut.
3. Terdapat perbedaan pada data pasang surut pengamatan dengan data dari hidros.
4. Jiksa salah menentukan pasut sangat berpengaruh pada volume keruk dan mengakibatkan perbedaan biaya.
5. Dari hasil survei yang dilakukan di area kolam pelabuhan mendapatkan kedalaman 3-17 m dengan total volume 165.319 m³.

Daftar Pustaka

- [1] P. THERSIAN, "PENGARUH TUMPAHAN CLINKER TERHADAP KELANCARAN PROSES SANDAR KAPAL DI LINGKUNGAN DERMAGA PELABUHAN SEMEN INDONESIA TUBAN," pp. 1–8, 2017.
- [2] A. D. WITANTONO, "Survei Batimetri Dan Pasang Surut Untuk Perawatan Kolam 1 Pelabuhan Tanjung Priok," *Jur. Tek. Geomatika*, 2014.
- [3] H. S. Naryanto, "Analisis Kejadian Bencana Tanah Longsor Tanggal 12 Desember 2014 Di Dusun Jemblung, Desa Sampang, Kecamatan Karangobar, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah," *J. Alami J. Teknol. Reduksi Risiko Bencana*, vol. 1, no. 1, p. 1, 2017, doi: 10.29122/alami.v1i1.122.
- [4] A. F. Akbar, "Pemetaan Barimetri Dan Klasifikasi Profil Dasar Laut Menggunakan Data Multibeam Echosunder," pp. 0–1, 2017.
- [5] B. H. Setiadji *et al.*, "Pyrolysis of Reclaimed Asphalt Aggregates in Mortar," *Int. J. Technol.*, vol. 13, no. 4, pp. 751–763, 2022, doi: 10.14716/ijtech.v13i4.5621.
- [6] M. Qomaruddin, H. A. Lie, Widayat, B. H. Setiadji, and M. A. Wibowo, "Mapping Literature of Reclaimed Asphalt Pavement Using Bibliometric Analysis by VOSviewer BT - Proceedings of the 5th International Conference on Rehabilitation and Maintenance in Civil Engineering," 2023, pp. 1085–1093.
- [7] A. Chairunnisa Amin, Khotibul Umam, "ANALISA PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN GALIAN DAN TIMBUNAN (STUDI KASUS : PROYEK PEMBANGUNANA JALAN TOL SEMARANG – DEMAK PAKET 2 – STA 10 + 394 – 26 + 704)," *J. Konstr. dan infrastruktur*, vol. X, no. 1, pp. 1–6, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.ugj.ac.id/index.php/Konstruksi/article/view/6586/2754>.
- [8] J. Mahendra, "Pusat Maritim dan Logistik Indonesia," *IPC Learn. Consult.*, 2016.
- [9] P. R. Indonesia, *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja*, no. 14. 1970.
- [10] A. Triyano, D. Rochmanto, and Y. A. Saputro, "Analisa Partikularitas Endapan Sungai Wisu Kabupaten Jepara," *J. Civ. Eng. Study*, vol. 01, 2021.
- [11] M. Sutasoma, A. P. Azhari, and M. Arisalwadi, "Identifikasi Air Tanah Dengan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger Di Candi Dasa Provinsi Bali," *Konstan - J. Fis. Dan Pendidik. Fis.*, vol. 3, no. 2, pp. 58–65, 2018, doi: 10.20414/konstan.v3i2.8.
- [12] ERICK MANGAPUL GULTOM, "ANALISIS PENGARUH KONTAMINAN TERHADAP KEKESATAN (SKID RESISTANCE) PADA PERMUKAAN PERKERASAN," UNIVERSITAS SUMATERA UTARA, 2017.
- [13] W. Iin, U. Khotibul, and R. Decky, "... Pembangunan Spal Dan Ipal Untuk Sarana Peningkatan Kualitas Lingkunga Kampung Nelayan Tanjungsari Kabupaten Rembang," *J. Civ. Eng. Study*, vol. 02, no. 1, pp. 25–34, 2022, [Online]. Available: <http://eprints.unisnu.ac.id/id/eprint/517/>.
- [14] S. Megananda, A. Marianti, and S. Indra, "Studi Alternatif Perencanaan Struktur Bawah Gedung Menggunakan Pondasi Bore Pile (Studi Kasus Gedung Pascasarjana Unisma)," *J. Sondir*, vol. 1, pp. 11–12, 2020.
- [15] Y. A. S. Nadya Faizatur Rosyidah, Decky Rochmanto, "ANALISIS KINERJA LALU LINTAS MENGGUNAKAN METODE MKJI 1997 DAN MIKROSIMULASI PTV VISSIM STUDENT VERSION PERKIRAAN 10 TAHUN KEDEPAN (STUDI KASUS JEMBATAN SINANGGUL-MLONGGO)," *J. Konstr. dan infrastruktur*, vol. X, no. 1, pp. 1–6, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.ugj.ac.id/index.php/Konstruksi/article/view/6586/2754>.
- [16] Y. A. S. Aditya Milenia Sumarsono, Decky Rochmanto, "ANALISIS ALINYEMEN HORIZONTAL DAN ALINYEMEN VERTIKAL BERDASARKAN BINA MARGA TAHUN 1997 (JL. WAHID HASYIM KM 01 S/D KM 02, DESA BAPANGAN, KABUPATEN JEPARA)," *J. Konstr. dan infrastruktur*, vol. X, no. 1, pp. 1–6, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.ugj.ac.id/index.php/Konstruksi/article/view/6586/2754>.