

Pemanfaatan Data Batimetri Untuk Identifikasi Perubahan Dasar Laut Pada Area Pertambangan Timah Di Laut Penyusuk, Pulau Bangka

Vivy Wahyu Wijayanti^{a*}, Bambang Kun Cahyono^b

^aTeknologi Survei dan Pemetaan Dasar, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

^bTeknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

Research Article

DOI:

10.22146/jgst.v4i2.25240

correspondence:

vivy.wahyu.wijayanti@mail.ugm.ac.id

Article history:

Received:

13-10-2025

Accepted:

30-05-2025

Published:

31-12-2025

ABSTRACT

Bangka Island has significant marine natural resource potential, including active tin mining activities in the Penyusuk Sea. These activities have caused serious impacts on the ecosystem, particularly changes in seafloor topography. This study aims to identify seafloor topographic changes using data obtained from dual-frequency singlebeam echosounder measurements. The data were collected from bathymetric surveys conducted on August 30, 2023, and September 12, 2023, along with tidal predictions from Pushidros. The data were tested using the Total Vertical Uncertainty (TVU) method in accordance with IHO S-44, 6.2.0 edition of 2024. Depth interpolation was performed using the kriging method, while volume estimation was conducted using the average end area method with a 20 meter interval. The analysis results show deepening in the deeper zone of Area A, with an average of 0.33 meters when measured at high frequency and 0.52 meters when measured at low frequency, while the shallow zone experienced sedimentation with an average of 0.37 meters at high frequency and 0.25 meters at low frequency. Area B experienced an average sedimentation of 0.13 meters. These findings indicate that tin mining activities have a direct impact on the seafloor topography.

Keywords: bathymetry, penyusuk sea, tin mining, seafloor change, singlebeam echosounder

INTISARI

Pulau Bangka memiliki potensi sumber daya alam laut, termasuk pertambangan timah yang aktif di Laut Penyusuk. Aktivitas ini menimbulkan dampak serius terhadap ekosistem, terutama perubahan topografi dasar laut. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi perubahan topografi dasar laut menggunakan data hasil pengukuran *singlebeam echosounder* dual frekuensi. Data diperoleh dari survei batimetri pada 30 Agustus 2023 dan 12 September, serta pasang surut prediksi dari Pushidros. Data diuji menggunakan metode TVU sesuai IHO S-44 edisi 6.2.0 tahun 2024. Interpolasi kedalaman dilakukan dengan metode *kriging*, sedangkan estimasi volume menggunakan metode *average end area* dengan interval 20 meter. Hasil analisis menunjukkan adanya pendalaman pada zona dalam di area A dengan rata-rata 0,33 meter. Ketika diukur dengan frekuensi tinggi dan 0,52 meter Ketika diukur dengan frekuensi rendah, sementara zona dangkal mengalami pendangkalan rata-rata sebesar 0,37 meter ketika diukur dengan frekuensi tinggi dan 0,25 meter ketika diukur dengan frekuensi rendah. Area B mengalami pendangkalan rata-rata 0,13 meter. Hal ini mengindikasikan adanya pengaruh aktivitas penambangan timah terhadap perubahan topografi dasar laut.

Kata kunci: batimetri, laut penyusuk, penambangan timah, perubahan dasar laut, singlebeam echosounder

1. Pendahuluan

Provinsi Kepulauan Bangka Belitung memiliki wilayah laut yang sangat luas dengan potensi yang besar dalam sektor perikanan, pariwisata, dan pertambangan timah. Laut Penyusuk merupakan lokasi pertambangan timah laut yang masih beroperasi. Namun, pengelolaan pertambangan timah

di laut belum optimal, sehingga menimbulkan dampak serius terhadap ekosistem laut, termasuk kerusakan terumbu karang di sekitar Perairan Pulau Bangka (Syari dkk., 2022). Lemahnya pengawasan terhadap eksploitasi tambang menyebabkan kerusakan pada struktur topografi dasar laut, khususnya di Selat Bangka (Maiyenti, 2013). Kegiatan penambangan laut dapat menimbulkan berbagai macam perubahan terhadap lingkungan, seperti perubahan kondisi batimetri, kondisi baku mutu air laut, terganggunya ekosistem biota bawah laut, serta terganggu habitat fauna laut (Basith dkk., 2023).

Penelitian ini menggunakan instrumen *singlebeam echosounder* dual frekuensi karena kemampuannya untuk memberikan data kedalaman yang akurat dengan tingkat presisi tinggi dimana fokusnya adalah untuk memantau perubahan kedalaman dan volume akibat aktivitas penambangan. Namun, data yang diperoleh dengan *singlebeam echosounder* harus disesuaikan dengan kondisi pasang surut setempat. Pengamatan pasang surut diperlukan untuk menentukan bidang acuan batimetri dan memberikan koreksi terhadap hasil pengukuran, sehingga menghasilkan data yang presisi dan akurat (Adiyatno dkk., 2017).

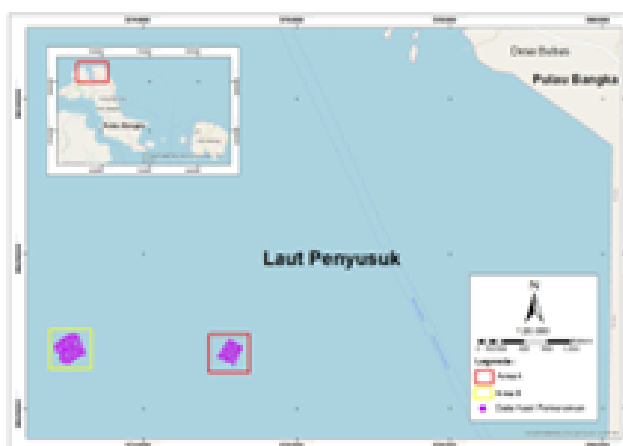
Penelitian ini difokuskan pada dua area di Laut Penyusuk yang memiliki variasi kedalaman perairan serta indikasi perubahan topografi dasar laut akibat aktivitas pertambangan dan dinamika oseanografi. Pemilihan dua area tersebut didukung oleh ketersediaan data batimetri multi-epoch yang lengkap, sehingga analisis perubahan topografi dasar laut dapat dilakukan secara lebih akurat. Melalui kegiatan pemetaan batimetri, dapat dilakukan analisis perubahan topografi dan volume dasar laut di kawasan pertambangan timah. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi perubahan topografi dasar laut di area pertambangan timah sebagai langkah awal dalam memantau dan mengurangi kerusakan ekosistem laut.

2. DATA

Perangkat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan yaitu laptop sebagai media utama untuk pengolahan data hasil pengukuran. Perangkat lunak *AutoCAD Civil 3D 2021* dimanfaatkan untuk menghitung volume perubahan dasar laut. *Surfer* digunakan dalam pembuatan model tiga dimensi topografi dasar Laut Penyusuk. *ArcMap* digunakan untuk pembuatan peta kedalaman laut. *Microsoft Excel* digunakan untuk perhitungan data kedalaman.

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain data kedalaman dan tabel prediksi pasang surut. Data kedalaman di perairan Laut Penyusuk pada bulan Agustus dan September 2023 diperoleh dari pengukuran menggunakan *singlebeam echosounder* dual frekuensi oleh PT Timah Tbk yang telah diolah hingga menghasilkan koordinat *easting*, *northing*, dan kedalaman. Tabel prediksi pasang surut dari Pushidros untuk area Laut Penyusuk bulan Agustus dan September 2023.

Lokasi dari penelitian ini berada di Laut Penyusuk, Kecamatan Belinyu, Kabupaten Bangka, Kepulauan Bangka Belitung. Lokasi ini merupakan salah satu wilayah perairan yang memiliki aktivitas pertambangan timah laut. Lokasi penelitian dibagi menjadi dua area, yaitu area A dan area B. Kedua area tersebut memiliki data batimetri hasil pemeruman bulan Agustus dan September 2023 dengan cakupan wilayah yang saling bertampalan. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian. Poligon berwarna merah merupakan area A. Poligon berwarna Kuning merupakan area B. Titik berwarna ungu merupakan titik hasil pemeruman (Sumber : OpenStreetMap).

3. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan data kedalaman Laut Penyusuk yang diukur dengan *singlebeam echosounder* dual frekuensi dan tabel prediksi pasang surut pushdiros untuk bulan Agustus dan September 2023. Data kedalaman Laut Penyusuk sudah dikoreksi barcheck dan draft transducer saat pengukuran langsung di lapangan. diperlukan koreksi data agar hasil pengukuran kedalaman dapat merepresentasikan kondisi dasar laut yang sebenarnya. Koreksi ini bertujuan untuk menyesuaikan tinggi muka air laut saat pengukuran dengan bidang referensi tetap, yaitu *chart datum* (Z_0).

Setelah semua data telah terkoreksi, maka dilakukan uji kualitas data menggunakan standar IHO S-44 Tahun 2024. Data yang dihasilkan dapat dikatakan memenuhi standar IHO apabila standar deviasi pada data sampel memiliki tingkat kepercayaan 95%. Langkah selanjutnya yaitu melakukan pembuatan peta batimetri dengan menggunakan perangkat lunak *ArcMap*. Pembuatan peta batimetri dilakukan berdasarkan hasil interpolasi kedalaman dengan metode *kriging*. Pemodelan 3 dimensi topografi dasar laut juga diinterpolasi dengan metode *kriging* pada perangkat lunak *Surfer*. Perhitungan nilai volume diestimasi menggunakan metode *Average End Area* pada perangkat lunak *AutoCAD Civil 3D*. Selanjutnya, melakukan analisis perubahan kondisi dasar Laut Penyusuk berdasarkan peta batimetri, model 3 dimensi, dan perhitungan volume yang dihasilkan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Pengukuran Batimetri

Dalam penelitian ini data kedalaman yang diperoleh pada 30 Agustus 2023 sebanyak 1408 titik dan pada tanggal 12 September 2023 sebanyak 1220 titik. Perbedaan jumlah data tersebut dapat diakibatkan karena kecepatan kapal saat melakukan survei, serta pengaruh kondisi lapangan seperti angin dan ombak. Data hasil pengukuran ini sudah dikoreksi barcheck dan draft transducer saat pengukuran langsung di lapangan. Informasi terkait nilai kedalaman terdalam, nilai kedalaman terdangkal, dan nilai rata-rata kedalaman dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Kedalaman Terdalam, Terdangkal, dan Rata-rata Kedalaman Bulan Agustus dan September (Sumber : hasil pemrosesan penulis)

Informasi	30 Agustus 2023		12 September 2023	
	Frekuensi Tinggi	Frekuensi Rendah	Frekuensi Tinggi	Frekuensi Rendah
Nilai kedalaman terdalam (m)	23,24	23,41	22,93	23,96
Nilai kedalaman terdangkal (m)	3,45	3,63	3,01	3,20
Nilai kedalaman rata-rata (m)	10,63	10,68	10,62	10,63

Hasil Uji Perbedaan nilai kedalaman terdalam, kedalaman terdangkal, dan rata-rata kedalaman pada tanggal 30 Agustus 2023 dan 12 September 2023 dengan frekuensi tinggi maupun rendah diakibatkan karena adanya aktivitas penambangan. Selain itu, selisih waktu pengukuran selama 13 hari memungkinkan terjadinya perubahan topografi akibat pengaruh hidrodinamika laut, seperti gelombang atau arus pasang surut.

4.2. Hasil Uji Kualitas Data

Uji kualitas data pada penelitian ini menggunakan standar IHO S-44 tahun 2024. Berdasarkan survei batimetri yang dilakukan pada area Laut Penyusuk menggunakan wahana *singlebeam echosounder*, ketelitian pengukuran dikategorikan pada orde 1b. Hasil Uji kualitas data batimetri dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Kualitas Data (Sumber : hasil pemrosesan penulis)

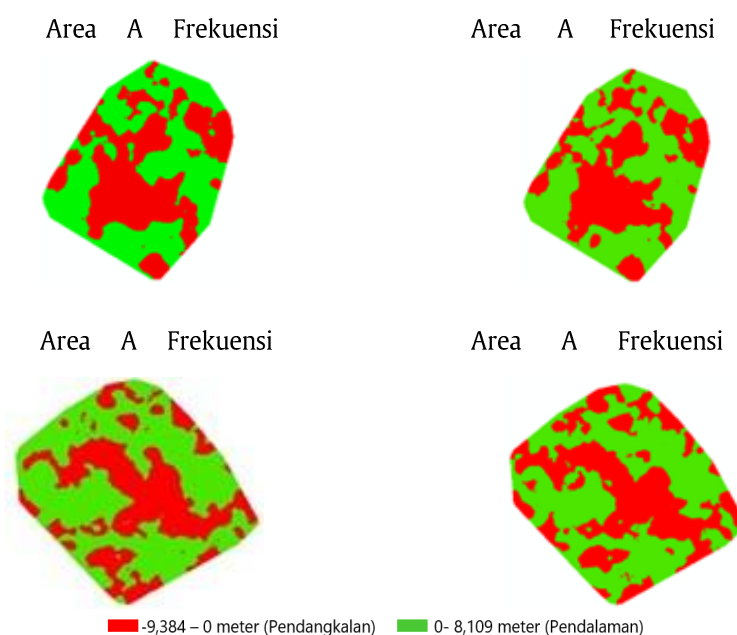
Data	30 Agustus 2023		12 September 2023	
	Frekuensi Tinggi	Frekuensi Rendah	Frekuensi Tinggi	Frekuensi Rendah
Rata-rata perbedaan absolute (m)	0,06	0,03	0,09	0,08
Kedalaman rata-rata lajur utama (m)	10,28	10,31	9,99	10,04
Kedalaman rata-rata lajur silang (m)	10,22	10,34	9,9	9,96
Standar deviasi (m)	0,1881	0,1728	0,19	0,1835
Batas toleransi (m)	0,5174	0,5177	0,5164	0,5166
Keterangan	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi

Berdasarkan hasil uji kualitas data yang telah dilakukan, data hasil survei batimetri tanggal 30 Agustus 2023 frekuensi tinggi dan rendah serta 12 September 2023 frekuensi tinggi dan rendah dinyatakan memenuhi uji kualitas IHO S-44 Tahun 2024 orde 1b. Hal tersebut ditunjukkan oleh nilai selang kepercayaan 95% pada masing-masing data yang lebih kecil dibandingkan nilai batas toleransi, yaitu $0,3687 < 0,5174$; $0,3387 < 0,5177$; $0,3724 < 0,5164$; dan $0,3598 < 0,5166$. Kedua data pengukuran tersebut layak digunakan sebagai data pembuatan peta batimetri, pemodelan 3 dimensi dasar laut, dan perhitungan volume dasar laut di Laut Penyusuk.

4.3. Hasil Peta Batimetri

4.3.1. Analisis Perubahan Kedalaman

Analisis perubahan kedalaman dasar Laut Penyusuk dilakukan untuk mengetahui dinamika topografi dasar laut yang terjadi dalam kurun waktu antara bulan Agustus dan September 2023. Hasil perubahan kedalaman dapat dilihat pada Gambar 2.

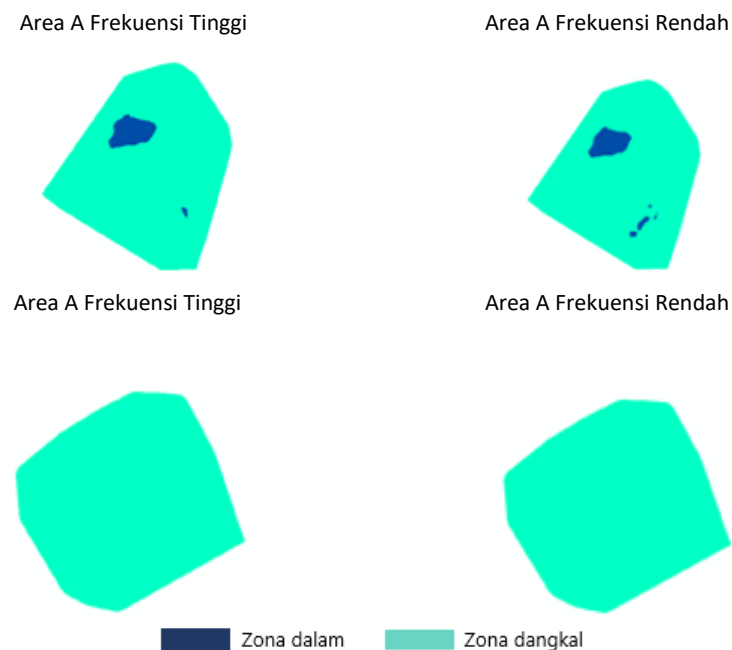


Gambar 2. Hasil perubahan kedalaman (Sumber : hasil pemrosesan penulis).

Berdasarkan hasil perubahan kedalaman Area A menunjukkan perubahan yang lebih besar dibandingkan Area B. Pendalaman terbesar di Area A mencapai 7,87 meter pada frekuensi tinggi dan 8,11 meter pada frekuensi rendah. Pendalaman terbesar di Area B mencapai 5,58 meter pada frekuensi tinggi dan 5,84 meter pada frekuensi rendah. Pendangkalan terbesar di Area A mencapai 9,21 meter pada frekuensi tinggi dan 9,00 meter pada frekuensi rendah. Pendangkalan terbesar di Area B mencapai 9,17 meter pada frekuensi tinggi dan 9,38 meter pada frekuensi rendah. Secara umum perbedaan perubahan kedalaman antara frekuensi tinggi dan rendah relatif kecil namun frekuensi rendah cenderung menunjukkan pendalaman yang lebih besar karena kemampuan penetrasi sinyal yang lebih dalam ke dasar laut.

4.3.2. Klasifikasi Zona

Klasifikasi zona kedalaman dilakukan untuk membedakan area laut berdasarkan kategori kedalaman. Pembagian zona ini mengacu pada Peraturan 37 Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG) Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. Dikarenakan hasil survei batimetri menunjukkan rentang kedalaman antara 3 hingga 23 meter maka klasifikasi zona dibatasi menjadi dua kategori. Kedalaman 0 sampai 20 meter termasuk dalam zona dangkal. Kedalaman 20 sampai 40 meter termasuk zona dalam. Hasil klasifikasi zona dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil klasifikasi zona. Warna biru menunjukkan zona dalam. Warna cyan menunjukkan zona dangkal (Sumber : hasil pemrosesan penulis).

4.3.3. Perhitungan Perubahan Per Zona

Perhitungan perubahan per zona digunakan untuk mengetahui perubahan ketebalan sedimen yang terjadi pada masing-masing kelas kedalaman, yaitu zona dangkal dan zona dalam. Hasil perhitungan perubahan per zona dapat dilihat pada tabel 3.

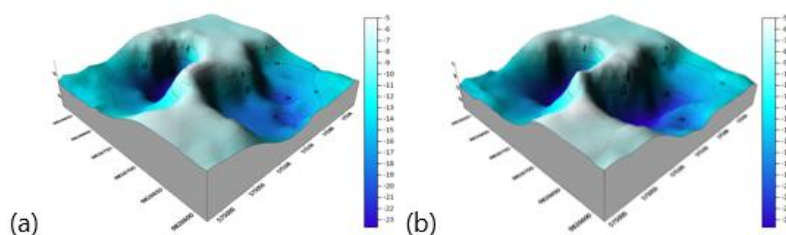
Tabel 3. Nilai perubahan ketebalan sedimen tiap zona (Sumber : hasil pemrosesan penulis)

Lokasi	Frekuensi	Zona	Terendah (m)	Tertinggi (m)	Rata-rata (m)	Total (m)
Area A	Tinggi	Dalam	-1,81	2,71	+0,33	+1.177,32
		Dangkal	-9,22	7,87	-0,37	-23.229,32
	Rendah	Dalam	-1,79	3,83	+0,52	+1.999,80
		Dangkal	-9,00	8,11	-0,25	-15.457,49
Area B	Tinggi	Dangkal	-9,17	5,57	-0,11	-9.840,56
	Rendah	Dangkal	-9,38	5,83	-0,15	-13.308,99

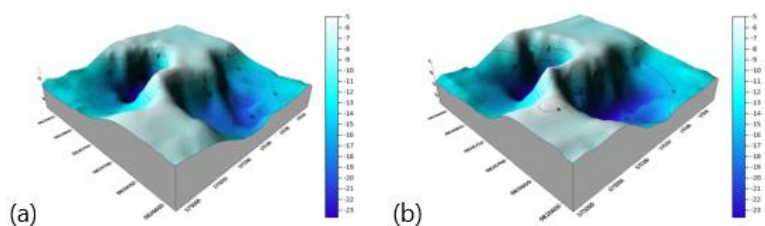
Hasil ini menunjukkan adanya perbedaan perubahan dasar laut antar zona dan frekuensi. Zona dangkal cenderung mengalami penambahan sedimen, sementara zona dalam lebih rentan terhadap proses erosi atau penggalian.

4.4. Hasil Pemodelan 3 Dimensi

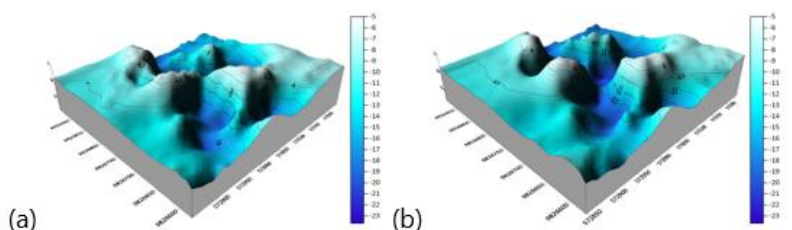
Pembuatan model 3 dimensi dasar Laut Penyusuk menggunakan perangkat lunak *Surfer* dengan metode *gridding* dan interpolasi *kriging*. Nilai *spacing* yang digunakan yaitu 10 meter berdasarkan jarak antar titik hasil survei batimetri. Model 3 dimensi dasar laut digunakan untuk mengetahui visualisasi dari permukaan profil dasar laut. Visualisasi model 3 dimensi dasar Laut Penyusuk dapat dilihat pada Gambar 4, 5, 6, dan 7.



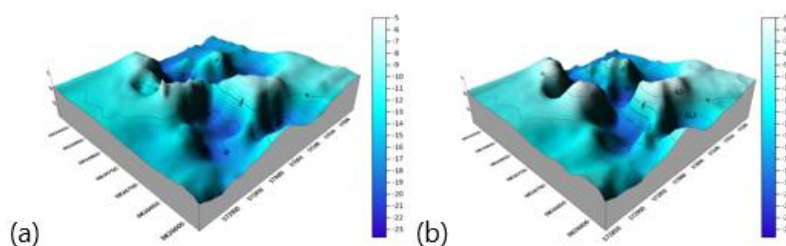
Gambar 4. Model 3 dimensi dasar laut area A dengan frekuensi tinggi pada bulan Agustus (a) dan September (b) (Sumber : hasil pemrosesan penulis)



Gambar 5. Model 3 dimensi dasar laut area A dengan frekuensi rendah pada bulan Agustus (a) dan September (b) (Sumber : hasil pemrosesan penulis)



Gambar 6 Model 3 dimensi dasar laut area B dengan frekuensi tinggi pada bulan Agustus (a) dan September (b) (Sumber : hasil pemrosesan penulis)

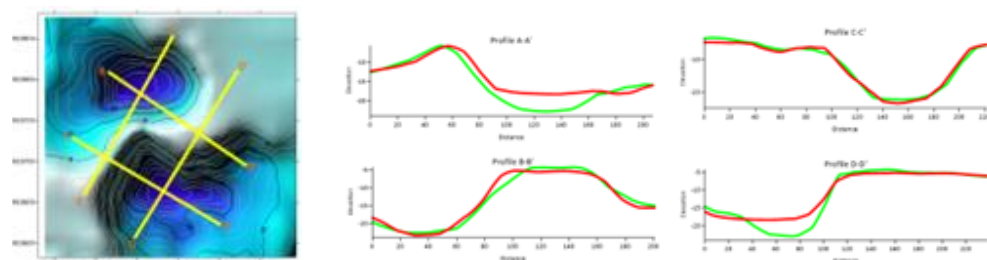


Gambar 7 Model 3 dimensi dasar laut area B dengan frekuensi rendah pada bulan Agustus (a) dan September (b) (Sumber : hasil pemrosesan penulis)

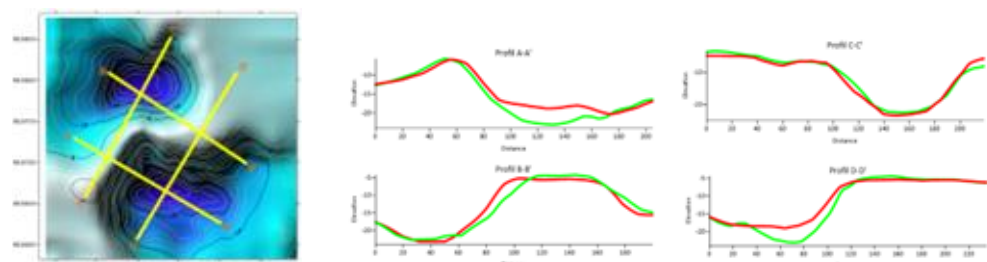
Warna kedalaman area survei batimetri Laut Penyusuk ditunjukkan dengan warna biru tua, biru muda, hingga ke putih. Warna biru menunjukkan area yang memiliki nilai kedalaman sangat dalam. Warna putih menunjukkan area yang memiliki nilai kedalaman dangkal. Perubahan bentuk model 3 dimensi diakibatkan karena adanya pendangkalan maupun penambahan sedimen yang disebabkan oleh aktivitas penambangan timah.

4.4.1. Hasil Pembuatan Profil Memanjang

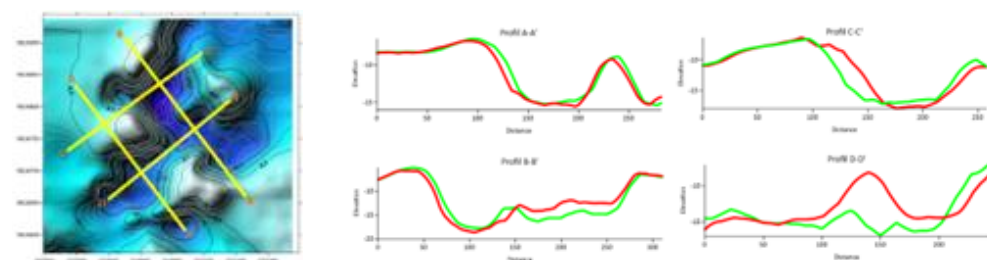
Profil memanjang digunakan untuk melihat perubahan elevasi sepanjang lintasan. Hasil pembuatan profil memanjang dapat dilihat pada Gambar 8, 9, 10, dan 11.



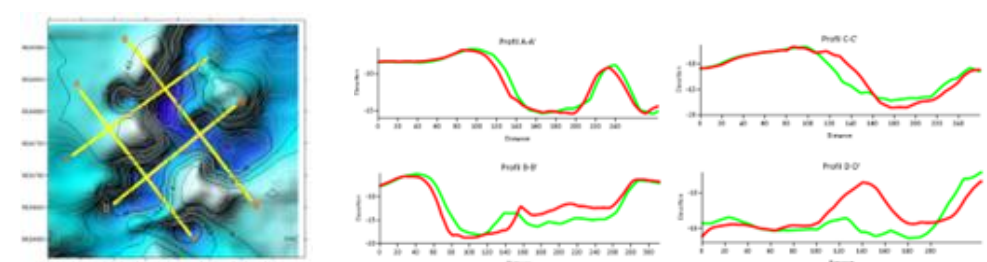
Gambar 8. Tampilan profil memanjang area A dengan frekuensi tinggi (Sumber : hasil pemrosesan)



Gambar 9. Tampilan profil memanjang area A dengan frekuensi rendah (Sumber : hasil pemrosesan)



Gambar 10. Tampilan profil memanjang area B dengan frekuensi tinggi (Sumber : hasil pemrosesan)



Gambar 11. Tampilan profil memanjang area B dengan frekuensi rendah (Sumber : hasil pemrosesan)

Berdasarkan hasil profil memanjang tersebut, dapat dilihat bahwa terjadi perubahan profil dasar laut antara bulan Agustus dan September. Penurunan elevasi pada titik-titik tertentu menunjukkan adanya proses erosi atau pengangkatan material sedimen, sedangkan kenaikan elevasi pada bagian lainnya menunjukkan adanya proses pengendapan atau penimbunan sedimen. Perubahan elevasi ini menunjukkan bahwa aktivitas pertambangan mempengaruhi bentuk topografi dasar laut.

4.5. Hasil Perhitungan Volume

Perhitungan volume dasar laut dilakukan menggunakan perangkat lunak *AutoCAD Civil 3D* dengan metode *average end area*. Interval yang digunakan yaitu 20 meter berdasarkan jarak antar jalur survei. Hasil perhitungan volume berupa nilai galian (*cut*) dan timbunan (*fill*). Galian terbentuk jika *surface* bulan Agustus lebih tinggi dari *surface* bulan September. Timbunan terbentuk jika *surface* bulan

September lebih tinggi dari bulan Agustus. Tabel perhitungan volume ditampilkan pada Tabel 4. Hasil perhitungan volume secara keseluruhan dapat dilihat pada lampiran.

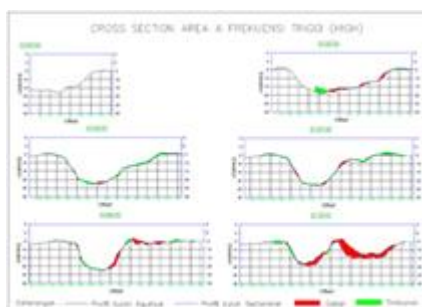
Tabel 4. Tabel hasil perhitungan volume (Sumber : hasil pemrosesan penulis)

		Volume Galian			Volume Timbunan			Selisih Volume Total (m ³)
		Terbesar (m ³)	Terkecil (m ³)	Total (m ³)	Terbesar (m ³)	Terkecil (m ³)	Total (m ³)	
Area A	Frekuensi Tinggi	11.622,75	0	52.853,05	3.119,26	0	21.265,32	31.569,73
	Frekuensi Rendah	10.962,69	0	48.678,67	3.752,45	0	25.863,90	22.814,77
	Frekuensi Tinggi	6.930,60	0	50.478,10	4.749,12	0	41.129,22	9.348,88
Area B	Frekuensi Rendah	6.539,17	0	50.222,20	4.413,10	0	37.121,05	13.101,15

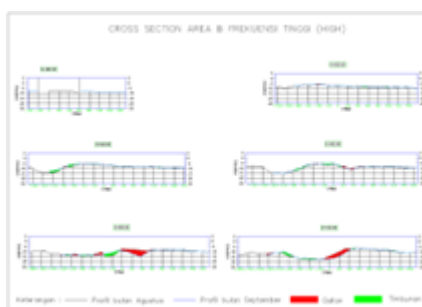
Jumlah volume galian dan timbunan yang berbeda-beda disebabkan oleh kondisi topografi yang berbeda di setiap stasiun. Perbedaan antara volume galian dan timbunan menunjukkan bahwa proses erosi atau pengangkatan sedimen lebih dominan dibandingkan proses pengendapan. Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian besar area mengalami penurunan elevasi, yang disebabkan oleh aktivitas pertambangan timah seperti pengerukan atau pengambilan material dasar laut.

4.6. Hasil Pembuatan Potongan Melintang

Pembuatan potongan melintang dilakukan menggunakan perangkat lunak *AutoCAD Civil 3D* dengan interval 20 meter sesuai jarak antar jalur. Potongan melintang digunakan untuk memberikan informasi perubahan kedalaman bulan Agustus dan September. Perubahan tersebut dapat menunjukkan adanya penambahan maupun pengurangan sedimen. Contoh hasil pembuatan potongan melintang dapat dilihat pada Gambar 12 dan 13. Hasil pembuatan potongan melintang secara keseluruhan dapat dilihat pada lampiran.



Gambar 12. Contoh Hasil Pembuatan Potongan Melintang Area A (Sumber : hasil pemrosesan penulis).



Gambar 13. Contoh Hasil Pembuatan Potongan Melintang Area B (Sumber : hasil pemrosesan penulis)

Hasil potongan melintang area B data batimetri frekuensi tinggi antara bulan Agustus dan September menunjukkan adanya perubahan topografi dasar laut. Garis warna hitam merupakan profil kedalaman pada bulan Agustus. Garis warna biru menunjukkan profil kedalaman pada bulan September. Poligon berwarna hijau menunjukkan adanya galian. Poligon berwarna merah menunjukkan adanya timbunan. Galian terjadi apabila profil bulan September lebih tinggi dari pada bulan Agustus yang menunjukkan adanya penambahan sedimen. Timbunan terjadi apabila profil

bulan Agustus lebih tinggi dari pada bulan September yang menunjukkan adanya pengurangan sedimen. Perubahan kedalaman yang besar di beberapa titik mengindikasikan adanya pengaruh aktivitas penambangan terhadap topografi dasar laut.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa topografi dasar Laut Penyusuk mengalami perubahan pada bulan Agustus dan September 2023. Pada area A zona dalam mengalami pendalaman dengan rata-rata sebesar 0,33 meter untuk data frekuensi tinggi dan 0,52 meter untuk data frekuensi rendah. Sebaliknya, zona dangkal di area A mengalami pendangkalan dengan rata-rata 0,37 meter untuk frekuensi tinggi dan 0,25 meter untuk frekuensi rendah. Pada area B, baik data frekuensi tinggi maupun rendah menunjukkan area dangkal dengan rata-rata pendangkalan sebesar 0,13 meter. Zona dangkal cenderung mengalami pendangkalan karena penumpukan sedimen, sementara zona dalam mengalami pendalaman akibat pengerukan. Perubahan kedalaman yang besar di beberapa titik mengindikasikan adanya pengaruh aktivitas penambangan terhadap topografi dasar laut.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada atas fasilitas yang telah diberikan. Terima kasih juga kepada Bapak Ir. Abdul Basith dan Hidayat Panuntun selaku dosen penguji yang telah memberikan nasihat, kritik, dan saran. Terima kasih juga penulis tujuan kepada keluarga dan teman-teman yang senantiasa memberikan doa, bantuan, dan dukungannya.

7. Daftar Pustaka

- Adiyatno, S., Rifa'i, M. A., & Dewi, I. P. (2017). Pemetaan Karakteristik Pasang Surut dan Batimetri di Selat Semau Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Marine, Coastal and Small Islands Journal*, 1(1), 44–55. <https://doi.org/10.20527/m.v1i1.3307>.
- Basith, M., Dono Guntoro., & Novriadi. (2023). Rencana Teknis dan Biaya Reklamasi Tambang Timah Blok Sangau B.3 PT XYZ. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 41 46. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v3i1.2125>.
- Badan Informasi Geospasial. Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 1516. Cibinong.
- Badan Standardisasi Nasional. 2010. Standar Nasional Indonesia (SNI) 7646:2010: Survei hidrografi menggunakan singlebeam echosounder. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- De Jong, C. D. (2010). *Hydrography*. Delft: VSSD.
- IHO. (2024). International Hydrographic Organization Standards for Hydrographic Surveys S-44 Edition 6.2.0 International Hydrographic Organization Standards for Hydrographic Surveys.
- Maiyenti, Elisa. (2013). Analisis Perubahan Bentuk Topografi Dasar Laut Selat Bangka. Skripsi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Muda, I. (2008). Teknik survei dan pemetaan: Untuk Sekolah Menengah Kejuruan, Jilid 3. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Poerbandono, & Djunasjah. (2005). Survei hidrografi. Bandung: Refika Aditama.
- Siregar, V. P., & Selamat, M. B. (2009). Interpolator dalam pembuatan kontur peta batimetri (Interpolator in bathymetric map contouring). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 1(1). <https://doi.org/10.29244/jitkt.v1i1.7937>.
- Syari, I. A., Nugraha, M. A., & Hudatwi, M. (2022). Dampak Penambangan Timah di Laut Terhadap Ekosistem Terumbu Karang di Pulau Pemuja dan Malang Duyung, Kabupaten Bangka Barat, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Journal of Tropical Marine Science*, 5(1), 63–69. <https://doi.org/10.33019/jour.trop.mar.sci.v5i1.2965>.
- Wibowo, C. (2022). Pemetaan Batimetri untuk Pendeskripsian Objek Bahaya Navigasi Menggunakan Data Multibeam Echosounder (Studi Kasus: Pelabuhan Benoa). Skripsi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.