

Lake Bottom Relief Condition Based on Bathymetry Measurement in Labuan Cermin Lake, East Kalimantan

Kondisi Relief Dasar Danau Berdasarkan Pengukuran Batimetri di Danau Labuan Cermin Kalimantan Timur

Muhammad Yasser MF¹, Iwan Suyatna², Paulus Taru¹, Noorsheha^{1}*

¹Dosen Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman, Indonesia

²Dosen Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman, Indonesia

Correspondence Author : noorsheha@fpik.unmul.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Diterima: 28 Juni 2023

Distujui: 20 Juli 2023

Keywords:

Bathymetry; Lake, Labuan Cermin; Tidal Currents

ABSTRACT

Biduk-biduk sub-district in East Kalimantan Province is famous for its natural beauty and richness in its waters, one of which is Labuan Cermin Lake. This study aims to determine the basic depth conditions of the waters of Lake Labuan Cermin and determine the type or type of tide. The implementation of the research includes data collection which is divided into 2, namely, data on the condition of the bottom of the waters using bathymetry and data on changes in water levels (tides). Lake area data is obtained using satellite image data processing methods (mapping or GIS programs), then ground-checking is carried out through marking coordinate points (marking) or tracking the edge of the lake using GPS. Furthermore, depth data collection is carried out by measuring the bathymetry of various points scattered throughout the lake waters. Tidal data collection begins with the installation of a scale pole (tidal palm) at the location of the lake waters. Tidal data is obtained from observations of the water level/face read on the scale pole. The results of the study obtained that Labuan Cermin Lake waters have different slopes on each side of the lake. The southern part which is near the source of fresh water springs with a depth of 10 meters is categorized as steep with a slope of 32.56% or 18.03o, the bottom of the lake waters is categorized as sloping or undulating with a percentage of 7.58% or 4.33o. The result of the type of tide in the waters of Lake Labuan Cermin is a mixed type leaning to double daily.

* Corresponding author. Tel.: +0-000-000-0000 ; fax: +0-000-000-0000.

E-mail address: author@institute.xxx

1. PENDAHULUAN

Kecamatan Biduk-biduk terkenal dengan objek keindahan dan kekayaan alam pada perairannya yang mempunyai sumber daya alam yang dapat dikatakan jarang sekali ada di tempat lain pada Pulau Kalimantan yaitu dengan tipe hutan dataran rendah yang berada diatas batu kapur serta berbatasan dengan ekosistem pesisir mulai dari hutan dataran Rendah, Kawasan Karst yang secara langsung berada dekat dengan hutan mangrove, padang lamun hingga terumbu karang. Bentang alam di Kecamatan Biduk Biduk bervariasi menurut bentuk kontur, kemiringan lereng dan ketinggian permukaan laut. Wilayah daratan juga terdapat gugusan bukit serta perbukitan kapur dimana terdapat hampir di seluruh wilayah kecamatan.

Terdapat ekosistem danau yang unik di Kecamatan Biduk-biduk yang dikenal namanya dengan Danau Labuan Cermin. Danau Labuan Cermin adalah wilayah perairan yang menjorok jauh ke arah daratan yang disebut teluk. Danau tersebut terdapat banyak lapisan air dengan adanya perbedaan salinitas antara permukaan dan kedalaman tertentu yang menjadi ciri khas dari nama lain danau ini yaitu Danau Dua Rasa. Hal tersebut menjadi daya tarik unik dari danau Labuan Cermin. Perairan ini memiliki keunikan yang tidak ditemukan di perairan lainnya karena lokasi ini memiliki dua jenis air yaitu di lapisan teratas adalah air tawar dan lapisan bawah merupakan air asin. Danau Labuan Cermin merupakan kawasan perairan yang terdapat di paling ujung yang terdapat banyak vegetasi di sekelilingnya serta biota-biota yang sangat beragam (Arum, 2018).

Batimetri merupakan teknik yang memaparkan tentang kedalaman laut atau kontur dasar laut dari hasil mengenai analisis data kedalaman (Badan Standardisasi Nasional 2010). Batimetri menjelaskan tentang suatu ukuran tinggi rendahnya dasar laut, sehingga nantinya akan tercipta sebuah peta batimetri yang memberikan penjelasan mengenai dasar laut, di mana penjelasan itu nantinya dapat memberikan fungsi dari beberapa cakupan yang berhubungan pada dasar laut, contohnya alur pelayaran untuk kapal rakyat (Febrianto et al., 2015). Batimetri sebagai cara untuk mengetahui dan melihat bentuk dasar perairan baik itu perairan terbuka atau tertutup (Dewi dan Indrayanti, 2015).

Peta batimetri dapat menjelaskan kondisi kontur dasar danau dengan adanya garis-garis bentuk kedalaman, sehingga dapat memberikan penjelasan mengenai posisi dan jarak permukaan yang diperlukan sebagai pengelolaan dan pemanfaatan secara *sustainable* dalam suatu perairan (Soeprbowati, 2012). Pengukuran batimetri penting dilakukan guna sebagai dasar melakukan penelitian agar dapat mengetahui penggambaran dasar suatu perairan (Kusumawati et al., 2015). Peta batimetri diperoleh dari data-data titik kedalaman yang dihasilkan dan dikumpulkan dari hasil pemeruman atau sounding (Siregar dan Selamat, 2019).

Penelitian mengenai danau ini belum banyak dilakukan terkait dengan kondisi biofisik dan kimia perairan. Kajian mengenai Danau Labuan Cermin yang tersedia saat ini lebih umum hanya membahas faktor sosial, ekonomi, dan budaya atau pada pengembangan kegiatan pariwisata wilayah itu sendiri. Sementara pada konteks ekowisata idealnya diperlukan pengembangan yang seimbang antara pengelolaan sumberdaya manusia dan lingkungannya. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kondisi kedalaman dasar perairan Danau Labuan Cermin serta mengetahui tipe atau jenis pasang surut yang menjadi fokus utama serta topografi dasar danau yang dapat digunakan bagi pengelola, pemerintah dan peneliti-peneliti lainnya dalam strategi pengelolaan lingkungan Danau Labuan Cermin yang lebih baik serta pemantauan berkelanjutan terhadap ekosistem yang ada. Selain itu, agar kegiatan pengembangan kawasan pariwisata tersebut nantinya akan mampu menyokong kesejahteraan masyarakat dengan tetap memanfaatkan sumberdaya alam (lingkungan) dalam batasan lestari atau berkelanjutan dalam jangka panjang.

2. METODE PENELITIAN

Perairan Danau Labuan Cermin memiliki sumber mata air tawar yang terdapat di sekitar danau dan adanya aliran air laut yang masuk. Pelaksanaan penelitian meliputi pengambilan data yang terbagi menjadi 2 yaitu, data kondisi dasar perairan dengan menggunakan batimetri dan data perubahan tinggi muka air (pasang surut).

Data Kondisi Kedalaman dasar Perairan

Pengumpulan data dengan teknik batimetri atau kedalaman dasar laut dengan kaidah penginderaan atau rekaman dari permukaan dasar perairan, data tersebut diolah sehingga menghasilkan kontur dasar perairan, dan tentunya menggambarkan susunan dari garis-garis kedalaman.

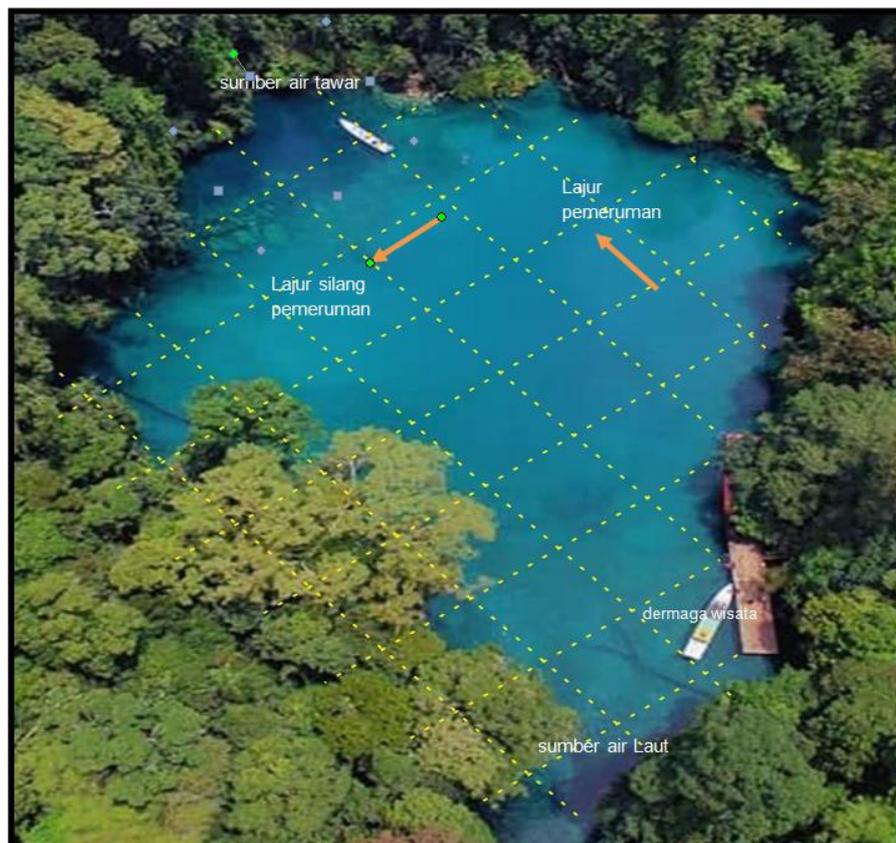
Data awal diambil terkait kajian kontur dasar perairan danau adalah untuk mendapatkan data luasan danau.

Data tersebut didapatkan dengan metode pengolahan data citra satelit (program pemetaan atau SIG), kemudian ketika berada dilapangan akan dilakukan *ground-check* melalui penandaan titik-titik koordinat (*marking*) ataupun jalur (*tracking*) pinggiran danau menggunakan GPS. Sebagai catatan, *ground-check* tersebut dilakukan pada saat kondisi level muka air tertinggi atau kondisi pasang.

Selanjutnya yaitu pengambilan data kedalaman yang dilakukan dengan pengukuran batimetri, yaitu melakukan pengukuran kedalaman pada berbagai titik yang tersebar di keseluruhan bagian perairan danau. Pengukuran data kedalaman (data pada sumbu vertikal) dilakukan menggunakan alat *echosounder*. Echosounder merupakan teknik yang banyak digunakan untuk penginderaan jarak jauh terhadap lingkungan perairan laut dan sekitarnya (Foote et al., 1991). Sementara data posisi titik pengukuran (data pada sumbu horizontal) akan ditandai secara koordinat SIG menggunakan GPS. Sebagai catatan, pemeruman dilakukan pada saat kondisi level muka air tertinggi atau kondisi pasang.

Pengukuran data kedalaman pada berbagai titik/koordinat berbeda disebut *sounding*. *Sounding* akan dilakukan dengan cara bergerak lurus dari satu sisi danau ke sisi lainnya (disebut dengan lajur *sounding*). Pada lajur tersebut akan terdapat titik-titik pengukuran kedalaman dengan jarak/interval antar titik ± 10 m atau menyesuaikan dengan luasan area perairan danau. Setelah satu lajur *sounding* selesai dilakukan, maka *sounding* berikutnya akan dilakukan dengan cara yang sama, namun lajur yang dibuat adalah sejajar dan bersebelahan (baik sisi kanan maupun kiri) dengan lajur sebelumnya dengan jarak ± 10 m (atau menyesuaikan dengan luasan area perairan danau). Setelah lajur *sounding* kedua selesai, maka *sounding* akan dilakukan lagi dengan metode yang sama untuk *sounding* lajur ketiga dan seterusnya. Pengulangan prosedur tersebut akan membentuk lajur-lajur *sounding* yang menyisir dan mencakup keseluruhan area perairan danau. Menurut Fuad et al., (2016), jarak lajur *sounding* dari lajur sebelumnya ke berikutnya adalah 50 meter guna mendapatkan data akurasi yang tinggi.

Selanjutnya, dilakukan *sounding* menyilang (*cross sounding*), yaitu mengoreksi silang data kedalaman, dengan tujuan mendapatkan hasil data kedalaman yang lebih detail. Proses pelaksanaannya dengan arah lajur *sounding* yang menyilang/tegak lurus 90° dari lajur-lajur yang telah dilakukan sebelumnya. Hasil akhir keseluruhan dari lajur pemeruman akan berbentuk pola jaring yang disajikan dari gambar 1 berikut.



Gambar 1. Ilustrasi lajur *sounding*

Data perubahan tinggi muka air (pasang surut)

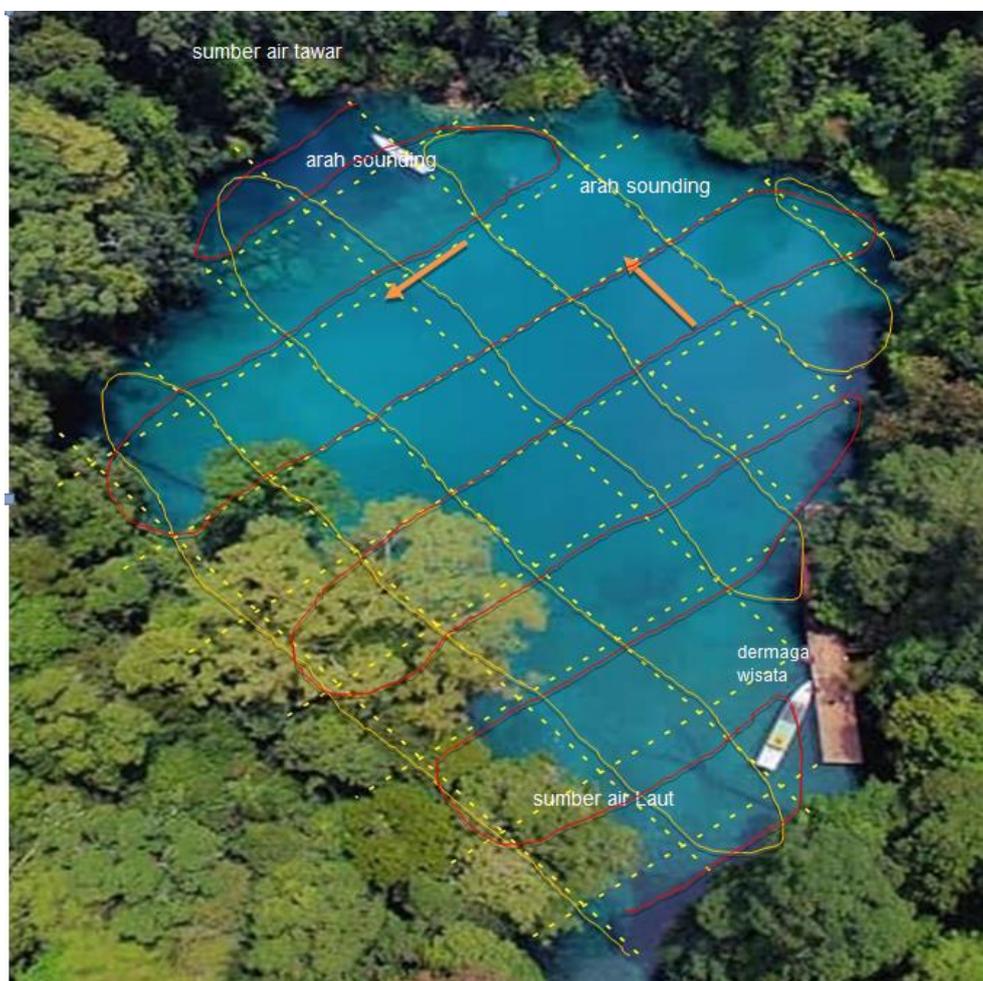
Data lain yang diambil sebagai bagian dari penyokong analisis pada data batimetri adalah perubahan tinggi muka air atau pasang surut (pasut). Pengambilan data pasut dimulai dengan pemasangan tiang berskala (palem pasut) pada lokasi perairan danau. Palembang pasut disebut juga dengan papan berskala yang diletakan di di kawasan perairan yang minim dipengaruhi oleh gelombang laut dan digenangi air pada saat pasang ataupun surut (Hendromi et al., 2015). Data pasut diperoleh dari pengamatan terhadap angka level/muka air yang terbaca pada tiang berskala tersebut. Durasi waktu pengamatan yaitu 3x24 jam dengan jarak waktu pengamatan tinggi permukaan air per 30 menit. Data pasut dalam penelitian ini akan berfungsi sebagai penentu kisaran tinggi dan duduk tengah pasut, serta sebagai faktor koreksi kedalaman pada data batimetri.

Uji Analisis Data

Batimetri

Pasang surut (pasut) sebagai pengaruh dalam penentu data batimetri, maka diperlukan adanya data kedalaman yang didasarkan pada MSL (*Mean Sea Level*). Kegiatan *sounding* dilakukan dengan mengukur pasut agar diketahui hasil MSL tersebut. Pengukuran pasut dilakukan dengan penggunaan *current* meter. Pengambilan data pasut dilakukan setiap jam selama 72 jam untuk mengetahui *mean sea level*.

Alat GPS maps berfungsi untuk mengambil data kedalaman danau. Data kedalaman diambil sesuai jalur yang telah ditentukan yang dapat dilihat pada gambar 5, dimana dapat terlihat alur lintasan diusahakan selurus mungkin sehingga meningkatkan keakuratan data yang diambil dengan titik koordinat bersamaan dengan data kedalaman. Alat GPS Maps tersebut dipasang pada kapal dengan kedalaman *transducer* sedalam 1 meter dari permukaan air. Lintasan pengambilan data kedalaman dilakukan secara paralel dengan mengikuti kondisi pinggiran danau sehingga data yang didapat sejajar dan dapat diketahui kemiringan danau berdasarkan lebar danau.



Gambar 2. Ilustrasi Pengambilan Data Batimetri (Alur lintasan untuk *sounding*)

Mean sea level (MSL) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$X = \frac{\sum Ht}{n}$$

Keterangan:

X : mean sea level

Ht : kedalaman pasut pada waktu t

n : banyaknya data kedalaman pasut

Sedangkan perhitungan batimetri atau kedalaman terkoreksi dapat dihitung dengan rumus dibawah ini.

$$H = (Hx + Hd) - (Ht - X)$$

Keterangan:

H : kedalaman terkoreksi

Hx : kedalaman hasil *sounding* pada waktu t

Hd : kedalaman *transducer*

Ht : kedalaman pasut pada waktu t

X : mean sea level

Nilai kemiringan lereng mengikuti klasifikasi acuan Van Zuidam (1985) dengan menghitung kemiringan menggunakan peta kedalaman batimetri dari hasil pengolahan data pengukuran batimetri. Perhitungan kemiringan dasar laut menggunakan persamaan seperti berikut:

$$\tan \alpha = \Delta H / L$$

Keterangan :

α : besaran sudut (o) kemiringan dasar laut

ΔH : elevasi yang didapatkan antara dua kontur batimetri (m)

L : jarak horizontal (tegak lurus) antara kedua garis kontur batimetri (m).

Tabel 1. Klasifikasi Kemiringan Dengan Acuan Van Zuidam (1985) pada bentang alam wilayah tropis

Sifat	Kelas Lereng (%)	Morfologi (°)
Datar hingga hampir datar	0 – 2	0 – 2
Agak miring atau landai	2 – 7	2 – 4
Miring atau bergelombang	7 – 15	4 – 8
Agak curam	15 – 30	8 – 16
Curam	30 – 70	16 – 35
Sangat curam	70 – 140	35 – 55
Curam sekali	7>140	> 55

Pengolahan Data Pasang Surut

Data pasut diolah dengan menggunakan metode *Admiralty*. Metode *Admiralty* adalah sebuah metode untuk perhitungan konstanta pasut harmonik yang diperoleh ketika mengamati ketinggian air laut selama 15 plantan (Ramadhan, 2011). Metode *Admiralty* dapat menelaah kisaran data yang pendek dan tidak dapat dipergunakan untuk hasil data yang panjang atau lebih dari 29 hari (Hikmah et al., 2020). Setelah

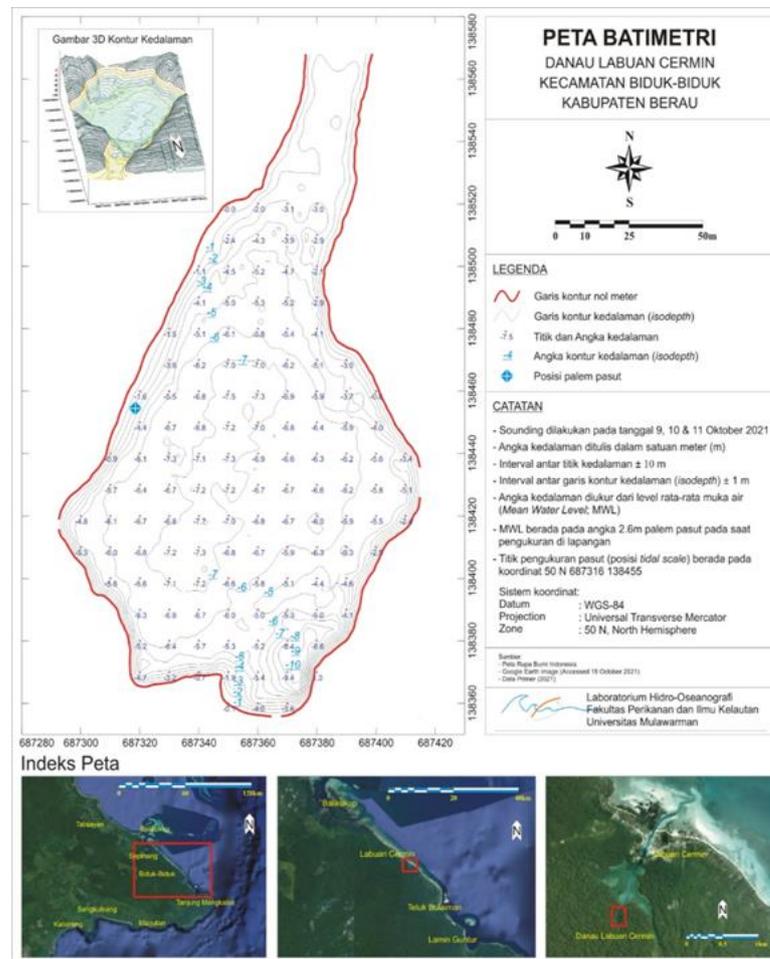
mendapatkan data pasut maka diperoleh nilai komponen harmonik pasang surut air laut (S0, M2, S2, N2, K2, K1, O1, P1, MS4 dan M4), setelah itu menghitung nilai Formzahl untuk mengetahui tipe pasut dan nilai dari MSL untuk mengoreksi data kedalaman laut agar memperoleh kedalaman laut sebenarnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kontur Kedalaman Dasar Perairan

Berdasarkan bentuk horizontal pada dasar permukaan Danau Labuan Cermin menampilkan kedalaman jarak horizontal yang terkoreksi dari sumber mata air tawar ke aliran masuknya air laut, memiliki jarak kedalaman yang bervariasi dengan kisaran kedalaman dari 0.9 meter hingga >10 meter. Peta batimetri dua dimensi perairan danau tersebut memperlihatkan adanya kedalaman maksimum yaitu 11 meter yang berada di bagian Utara dengan kondisi terlihat cekung ke dalam, sedangkan dari bagian Selatan menuju ke arah bagian Utara yang terdapat pada tampilan peta yang mempunyai dasar perairan hampir rata dikarenakan adanya perbedaan kedalaman yang kecil, sehingga bentuk dari dasar danau ini hampir menyerupai mangkuk. Gambar 3 tersebut menggunakan interval kontur 1 meter pada tampilan peta dua dimensi, sehingga kontur terlihat jelas dan dapat mewakili seluruh wilayah penelitian. Kondisi topografi secara menyeluruh tampak perbedaan yang tidak begitu berbeda atau nyata dikarenakan adanya perbedaan kedalaman yang relatif rendah.

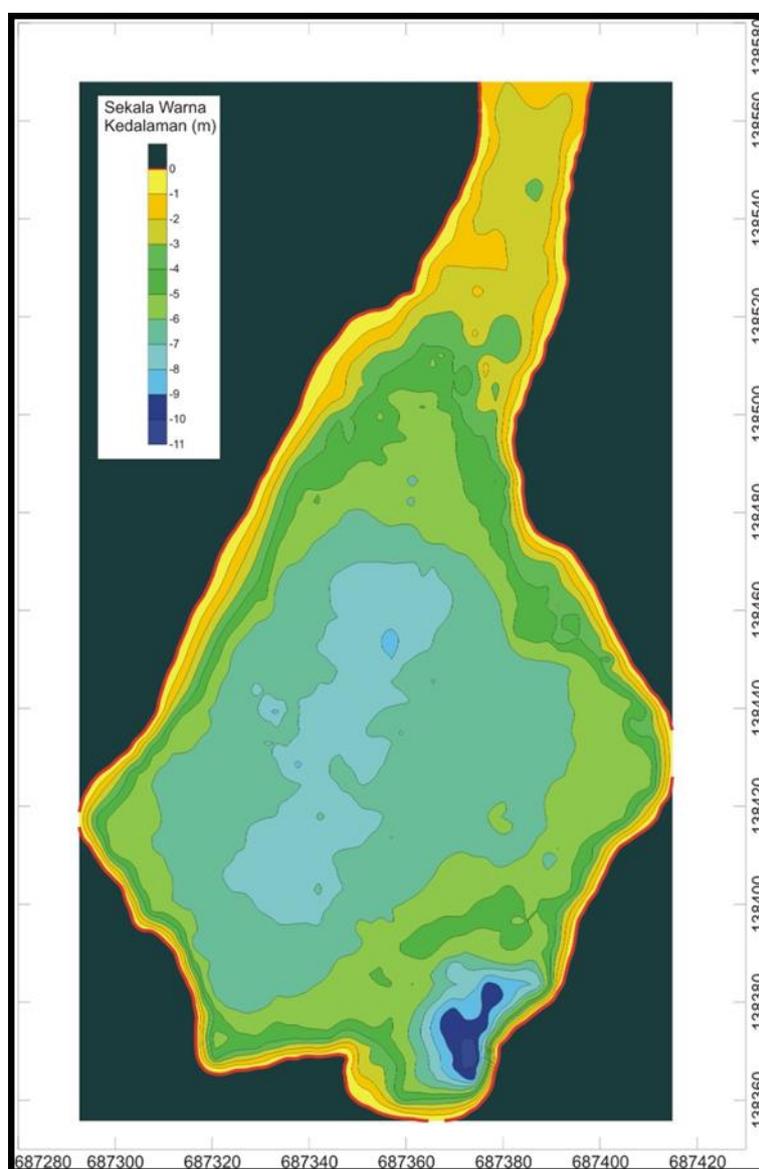
Nilai kedalaman setelah dilakukan koreksi pasang surut ± 10 meter. Secara nyata peta kontur dua dimensi tampak tidak ada perbedaan pada peta sebelum dan sesudah dikoreksi, hal itu dikarenakan selisih nilai kedalaman hanya sebesar ± 1 meter sehingga hasil setelah dipetakan nilai kedalaman terendah dan tertinggi perbedaannya tidak signifikan. Nilai kedalaman terendah yaitu 0.9 meter terletak di bagian utara perairan Danau Labuan Cermin atau letak dimana masuknya air laut.



Gambar 3. Peta Batimetri Danau Labuan Cermin

Pengambilan data batimetri menggunakan perangkat akustik sebagai pengukuran kedalaman perairan danau di lokasi studi dilakukan untuk menghitung koreksi pasut dengan referensi *Water Mean Level* (WML), serta penggambaran kontur dan klasifikasi kemiringan lereng dasar perairan. Pada gambar 4 menunjukkan bahwa rentang nilai kedalaman relatif bergantung pada tingkatan warna yang ditandai semakin gelap warna perairan pada peta maka semakin tinggi nilai kedalaman relatifnya.

Perairan Danau Labuan Cermin memiliki *slope* yang berbeda pada setiap sisi danau. Sunarto (1991) mengemukakan bahwa dengan menggunakan persamaan *Wentworth* dan kriteria kemiringan lereng bahwa pada bagian selatan yang berada dekat sumber mata air tawar dengan kedalaman 10 meter dikategorikan curam dengan tingkat kemiringan 32.56% atau 18.03° , bagian dasar perairan danau dikategorikan miring atau bergelombang dengan persentase 7,58% atau 4.33° . Informasi batimetri sangatlah penting dalam menentukan dan mengkaji lingkungan hidup di wilayah laut. Menurut Mohamed et al., (2016), pemetaan bawah air diperlukan informasi mengenai kedalaman suatu perairan yang nantinya data tersebut dapat sebagai pengelolaan yang berkelanjutan.

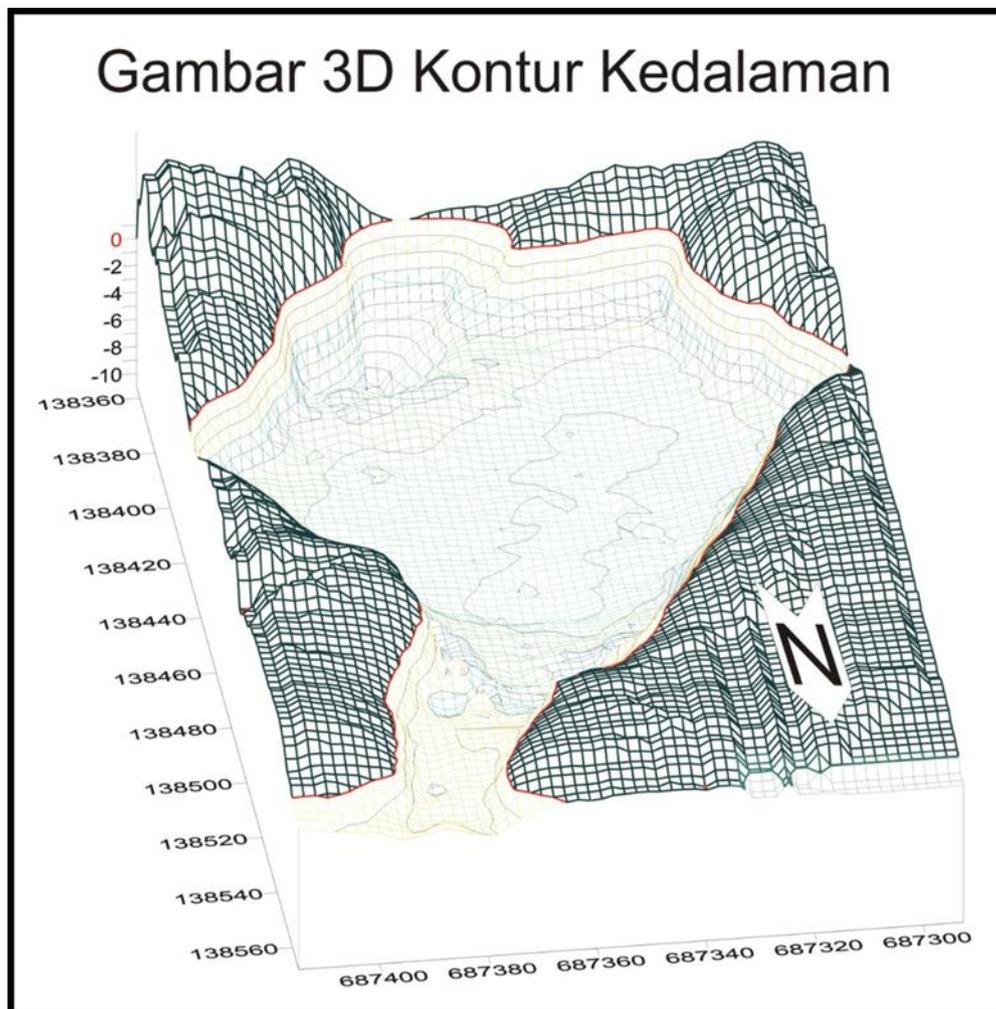


Gambar 4. Peta Kontur 2D Danau Labuan Cermin

Berdasarkan pada gambar peta kontur tersebut pada bagian aliran air laut masuk atau arah Utara memiliki persentase nilai 19,58% atau 11.07° dan termasuk dalam kategori agak curam, dibandingkan dengan tingkat kemiringan di arah Selatan dimana terdapat cekungan, nilai kemiringan di arah Utara tempat dimana masuknya air laut memiliki hasil yang lebih rendah. Pada dasar perairan Danau Labuan Cermin nilai kontur memiliki jarak satu sama lain yang tidak berbeda jauh yang menunjukkan bahwa kedalaman pada bagian perairan dasar Danau Labuan Cermin memiliki kemiringan yang sistematis. Jika ditinjau semakin berada di tengah perairan dasar danau maka nilai kontur semakin tinggi, hal tersebut dikarenakan perairan yang semakin dalam. Sedangkan di bagian aliran masuknya air laut tampilan relief memperlihatkan garis relief yang menandai bagian tersebut memiliki kemiringan dengan besaran yang tinggi.

Pasang Surut

Untuk parameter pasang surut yang diamati dalam penelitian ini terdiri dari sembilan konstanta pasang surut (M2, S2, K2, N2, K1, O1, P1, M4 dan MS4), 2 diantaranya termasuk dalam konstanta pasut perairan dangkal atau dikenal dengan *shallow water*. Menurut Malo *et al.*, (2017), adanya pengaruh peningkatan konstanta pasang surut pada perairan dangkal pada wilayah pantai, sehingga perhitungannya perlu dilakukan guna memaparkan keadaan perairan laut secara akurat.



Gambar 5. Peta Kontur 2D Danau Labuan Cermin

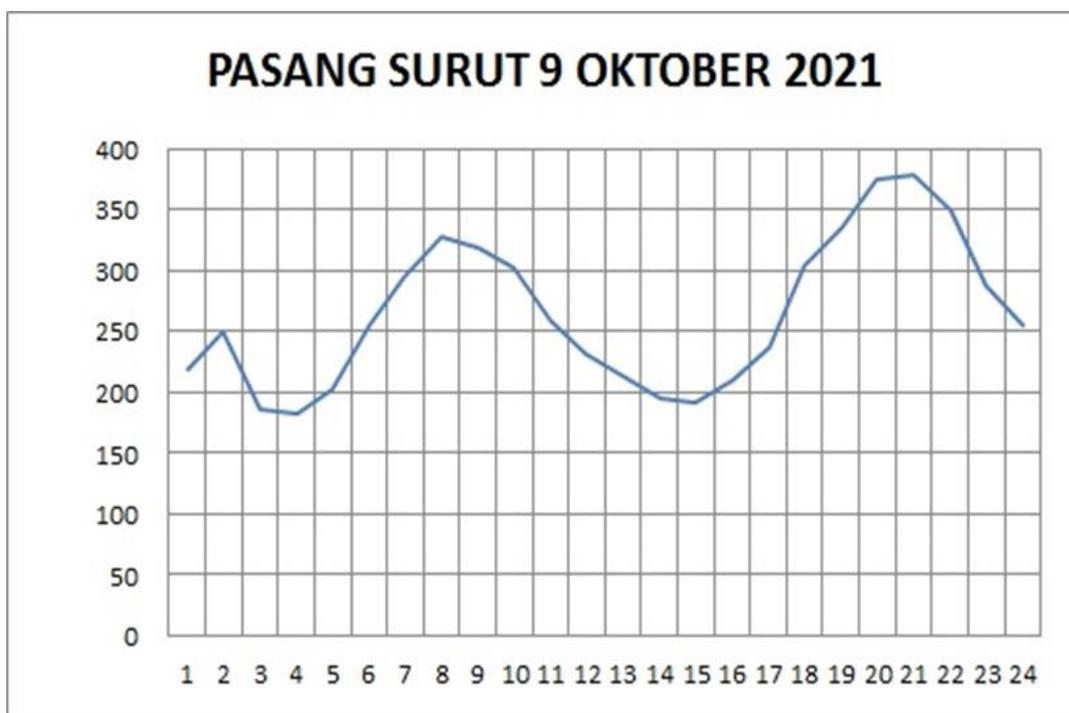
Menurut Supriyono *et al.*, (2015) perhitungan kuadrat terkecil, amplitudo dan fase persamaan harmonik digunakan dalam analisis data pasang surut yang dihitung berdasarkan data pengukuran letak permukaan muka laut selama periode tertentu yang menggunakan komponen pasang surut yang frekuensinya diketahui. Menurut Mihardja dan Setiadi (1989), komponen pasang surut disebabkan oleh faktor astronomis yang bersifat periodik, sedangkan gangguan yang disebabkan oleh faktor meteorologi bersifat musiman.

Berdasarkan dari analisa karakteristik pasut di Perairan Danau Labuan Cermin digunakan Metode Admiralty dengan data pasut selama 3 hari yaitu pada tanggal 9 s.d 11 Oktober dengan interval waktu pengamatan per 1 jam diperoleh nilai amplitudo (A) dan sudut fase (g°) komponen harmonik pasang surut, nilai S0, M2, S2, N2, K1, O1, M4, MS4, K2, P1, serta grafik pasut Perairan Danau Labuan Cermin selama 3 hari di bulan Oktober. Hasil data analisis disajikan dalam tabel 2 berikut.

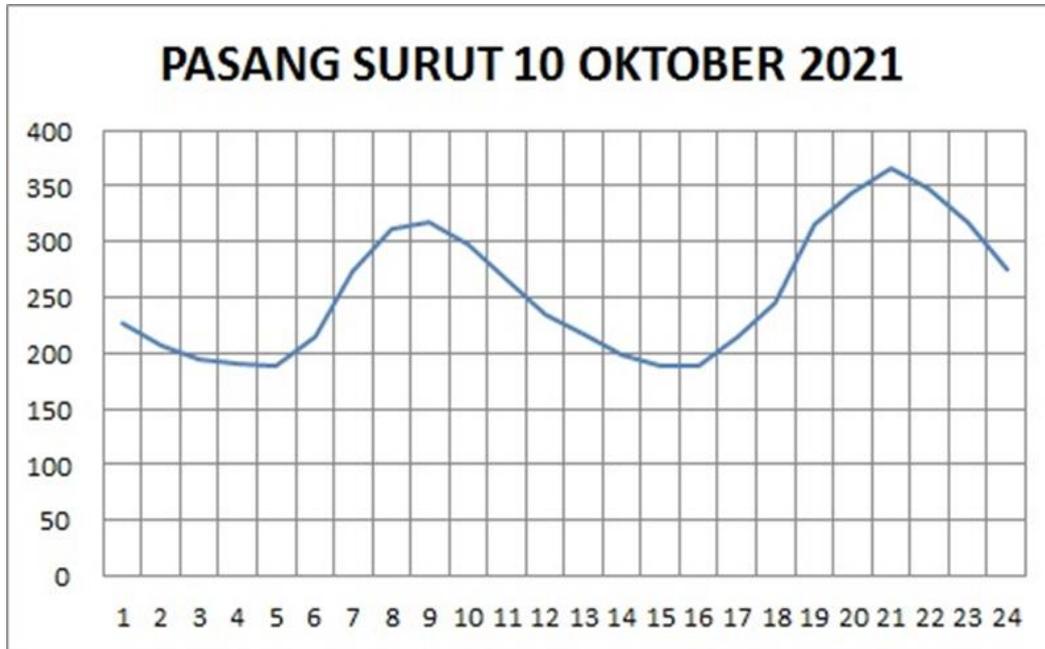
Tabel 2. Grafik pasut perairan Danau Labuan Cermin selama 3 hari di bulan Oktober

	S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
A cm	27	15	5	0	3	4	3	4	1	1
g^*		217	252	314	280	343	305	219	252	280

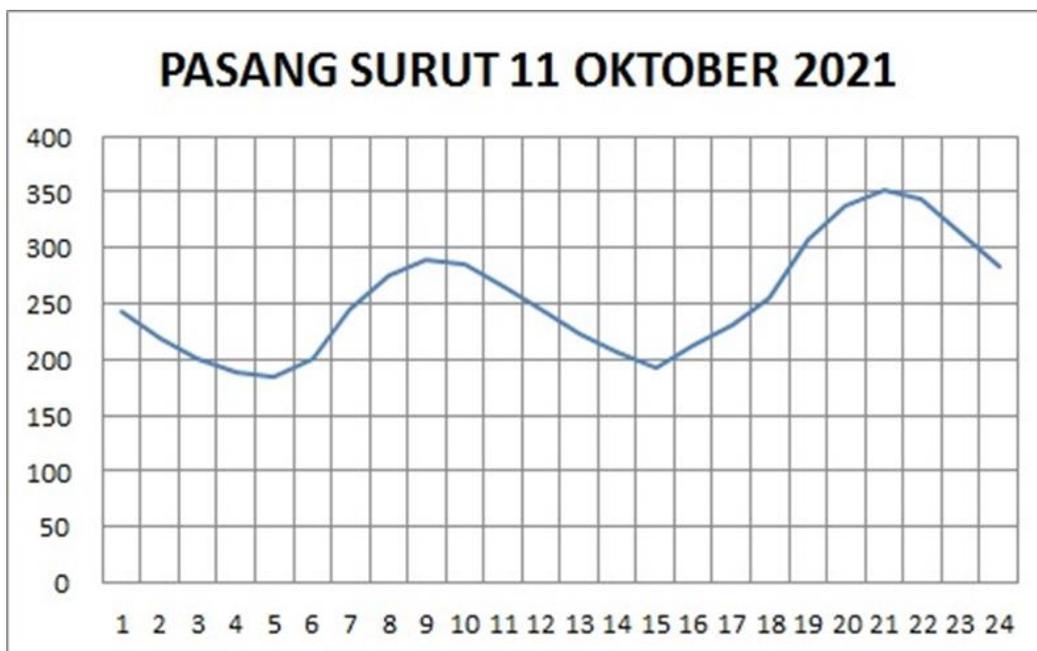
Karakteristik pasut ditentukan besarnya nilai amplitudo (A) dari komponen M2 dan S2 dimana nilai tersebut diperuntukkan pada perhitungan bilangan Formzahl dalam menentukan tipe pasut. Gaya pembangkit pasut dari hasil nilai amplitudo pada komponen M2 dan S2 (Tabel 4) pengaruh gaya pembangkit pasut dari bulan (M2) dan pengaruh gaya pembangkit pasang surut dari matahari (S2) dengan nilai amplitudo M2 adalah 15 cm dan nilai amplitudo S2 adalah 5 cm. Sehingga pasang surut di perairan Danau Labuan Cermin dengan gaya pembangkit pasang surut dari bulan yang mendominasi. Gaya pembangkit ini sesuai dengan penjelasan Octaferina dan Prasetya (2021) bahwa M2 dan S2, saling terkait satu sama lain dalam pasut, dimana nilai amplitudonya M2 lebih tinggi daripada nilai S2. Tetapi, secara alami nilai amplitudo tersebut dapat bervariasi dan dalam keadaan spesifik kemungkinan lebih tinggi nilai dari S2 daripada M2.



Gambar 6. Grafik Pasang Surut 09 Oktober Perairan Danau Labuan Cermin.



Gambar 7. Grafik Pasang Surut 10 Oktober Perairan Danau Labuan Cermin.



Gambar 8. Grafik Pasut 11 Oktober Perairan Danau Labuan Cermin.

Tipe pasut ditetapkan dari perhitungan Formzahl dengan menggunakan amplitudo dari komponen harmonik Bulan (M₂), Matahari (S₂), deklinasi Bulan dan Matahari (K₁) serta deklinasi Matahari (P₁). Hasil perhitungan bilangan Formzahl, diketahui bahwa hasil tipe pasut perairan danau ini bertipe pasut campuran, condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*) dengan nilai F sebesar 0,33 sesuai dengan klasifikasi pasut, condong ke harian ganda adalah $0,25 < F \leq 1,5$ (dapat dilihat pada tabel 2). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Fadilah et al., (2014) dengan hasil bilangan Formzahl sebesar 0,48 di Bulan Mei dan 0,47 di Bulan juni yang artinya jika nilai Formzahl berkisar $0,25 < F \leq 1,5$ maka tipe pasutnya adalah tipe campuran condong ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*). Tipe pasut campuran condong ke harian ganda tersebut merupakan tipe pasut yang terjadi dua kali pasang dan surut dalam 1 hari 24 jam, tetapi kadang terjadi 1 kali pasang atau surut. Hasil dari tipe pasut danau Labuan Cermin menyatakan bahwa tipe pasut di danau ini termasuk tipe campuran condong ke harian ganda. Grafik pasut Perairan Danau Labuan Cermin merupakan

hasil dari pasang surut selama 3 hari di bulan Oktober.

Berdasarkan grafik diatas selama 3 berturut-turut nilai pasang surut tertinggi terdapat pada pukul 21.00 dan terendah pada pukul 4.00 di tanggal 9 Oktober serta pukul 5 di tanggal 10 dan 11 Oktober. Dari hasil perhitungan pasang surut pada 3 hari pengamatan, menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan dari pasang menuju surut memiliki durasi yang sama. Pasang surut pada perairan Danau ini terlihat perubahan muka air yang signifikan dalam jangka waktu 24 jam.

Salah satu keunikan dari pola pasang surut yang terjadi di Danau Labuan Cermin yaitu dimana saat kondisi ketika air laut mulai pasang dan kondisi di perairan danau mulai surut berdasarkan data di lapangan, hal ini diduga karena adanya aliran masuk air laut sehingga debit air yang keluar dari danau memanfaatkan momentum dari luas penampang dari aliran masuknya air laut. Menurut Lisnawati et al., (1999) mengatakan bahwa dengan adanya data pasut yang diamati dan dianalisis maka dapat diketahui kedalaman suatu perairan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Perairan Danau Labuan Cermin memiliki *slope* yang berbeda pada setiap sisi danau. Pada bagian selatan yang berada dekat sumber mata air tawar dengan kedalaman 10 meter dikategorikan curam dengan tingkat kemiringan 32.56% atau 18.03°, bagian dasar perairan danau dikategorikan miring atau bergelombang dengan persentase 7,58% atau 4.33°. Berdasarkan pada gambar peta kontur, bagian aliran air laut masuk atau arah Utara memiliki persentase nilai 19,58% atau 11.07° dan termasuk dalam kategori agak curam, dibandingkan dengan tingkat kemiringan di arah Selatan dimana terdapat cekungan, nilai kemiringan di arah Utara tempat dimana masuknya air laut memiliki hasil yang lebih rendah. Pada dasar perairan Danau Labuan Cermin nilai kontur memiliki jarak satu sama lain yang tidak berbeda jauh yang menunjukkan bahwa kedalaman pada bagian perairan dasar Danau Labuan Cermin memiliki kemiringan yang sistematis. Jika ditinjau semakin berada di tengah perairan dasar danau maka nilai kontur semakin tinggi, hal tersebut dikarenakan perairan yang semakin dalam. Sedangkan di bagian aliran masuknya air laut tampilan relief memperlihatkan garis relief yang menandai bagian tersebut memiliki kemiringan dengan besaran yang tinggi. tipe pasut yang terjadi dua kali pasang dan surut dalam 1 hari 24 jam, tetapi kadang terjadi 1 kali pasang atau surut. Hasil dari tipe pasut danau Labuan Cermin menyatakan bahwa tipe pasut di danau ini termasuk tipe campuran condong ke harian ganda. Grafik pasut Perairan Danau Labuan Cermin merupakan hasil dari pasang surut selama 3 hari di bulan Oktober. Sehingga, pasut di perairan Danau Labuan Cermin didominasi dengan gaya pembangkit pasut dari bulan. Nilai pasang surut tertinggi terdapat pada pukul 21.00 dan terendah pada pukul 4.00 di tanggal 9 Oktober serta pukul 5 di tanggal 10 dan 11 Oktober. Dari hasil perhitungan pasang surut pada 3 hari pengamatan, menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan dari pasang menuju surut memiliki durasi yang sama. Pasang surut pada perairan Danau ini terlihat perubahan muka air yang signifikan dalam jangka waktu 24 jam.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Arum, E. S., Hariani, N., & Hendra, M. (2018). STRUKTUR KOMUNITAS PLANKTON PERMUKAAN PADA DANAU LABUAN CERMIN KEC. BIDADUK-BIDADUK, KAB. BERAU. *Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, 9(1), 47-56.
- Badan Standar Nasional Indonesia. 2010. Survei Hidrografi Menggunakan Singlebeam Echosounder. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Dewi, L. S., Ismanto, A., & Indrayanti, E. (2015). Pemetaan batimetri menggunakan singlebeam echosounder di perairan Lembar, Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat. *Journal of Oceanography*, 4(1), 10-17.
- Fadilah, F., Suripin, S., & Sasongko, D. P. Menentukan Tipe Pasang Surut Dan Muka Air Rencana Perairan Laut Kabupaten Bengkulu Tengah Menggunakan Metode Admiralty. *Maspri Journal*, 6(1), 1-12.
- Febrianto, T., Hestirianoto, T., & Agus, S. B. (2015). Pemetaan batimetri di perairan dangkal Pulau Tunda, Serang, Banten menggunakan singlebeam echosounder. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 6(2), 139-147.
- Foote, K. G., Knudsen, H. P., Korneliussen, R. J., Nordbo, P. E., & Ro/ang, K. (1991). Postprocessing system for echo sounder data. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 90(1), 37-47.
- Fuad, M. A. Z., Sambah, A. B., Isdianto, A., & Andira, A. (2016). Pemetaan batimetri sebagai informasi dasar untuk penempatan fish apartment di perairan Bangsring, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur (Bathymetry mapping as basic information for fish apartment placement in Bangsring waters, Banyuwangi, East Java). *Depik*, 5(3).
- Hendromi, M.I. Jumarang, dan Y.S. Putra. 2015. Analisis Karakteristik Fisik Sedimen Pesisir Pantai Sebala Kabupaten Natuna. *Jurnal Prisma Fisika*. 3: 21-28.
- Hikmah, D., Arisanti, L. E., & Irmawan, D. (2020). Dengan Metode Admiralty. 2, 86–95.

- Kusumawati, E. D., Handoyo, G., & Hariadi, H. (2015). Pemetaan Batimetri Untuk Mendukung Alur Pelayaran Di Perairan Banjarmasin, Kalimantan Selatan. *Journal of Oceanography*, 4(4), 706-712.
- Lisnawati, L. A., Rochaddi, B., & Ismunarti, D. H. (2013). Studi Tipe Pasang Surut di Pulau Parang Kepulauan Karimunjawa Jepara Jawa Tengah. *Journal of Oceanography*, 2(3), 214-220.
- Malo, S., Mamuaya, G., & Rampengan, R. (2017). Konstanta pasut perairan laut di sekitar kepulauan Sangihe. *JURNAL PESISIR DAN LAUT TROPIS*, 5(3), 38-46.
- Mihardja, D. K., & Setiadi, R. (1989). Analisis Pasang Surut di Daerah Cilacap dan Surabaya. Pasang-surut. ASEAN-Australia cooperative programs on marine science (Project I: Tides and tidal phenomena), Puslitbang Oseanologi-LIP}, Jakarta, 201-230.
- Mohamed, H., Negm, A., Zahran, M., & Saavedra, O. C. (2016). Bathymetry determination from high resolution satellite imagery using ensemble learning algorithms in Shallow Lakes: Case study El-Burullus Lake. *International Journal of Environmental Science and Development*, 7(4), 295.
- Octaferina, A. R., & Prasetya, F. A. S. (2021). Kajian Karakteristik Pasang Surut Di Perairan Teluk Balikpapan Menggunakan Metode Admiralty. *Buletin Poltanesa*, 22(1), 38-44.
- Ramadhan, M. (2011). Komperasi Hasil Pengamatan Pasang Surut di Perairan Pulau Pramuka dan Kabupaten Pati dengan Prediksi Pasang Surut Tide Tipe Driver. Jakarta Anggraini, R. R. (2015). Metode Pengolahan Data Pasang Surut Menggunakan Metode Admiralty di Dinas Hidro-Oseanografi (DISHIDROS) TNI AL, Jakarta Utara, Jakarta. Indralaya: Universitas Sriwijaya.
- Siregar, V. P., & Selamat, M. B. (2009). Intepolator Dalam Pembuatan Kontur Peta Batimetri. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 1(1).
- Soeprbowati, T.R. 2012. Peta batimetri Rawa Pening. *BIOMA*, 14(2):75-78.
- Supriyono, S., Pranowo, W. S., Rawi, S., & Herunadi, B. (2015). Analisa dan Perhitungan Prediksi Pasang Surut Menggunakan Metode Admiralty dan Metode Least Square (Studi Kasus Perairan Tarakan dan Balikpapan): Tide Prediction Analysis and Calculation Using Admiralty Method and Least Square Method (Case Study of Tarakan and Balikpapan Waters). *Jurnal Chart Datum*, 1(1), 9-20.
- Van Zuidam, R. A. (1985). *Guide to Geomorphologic Aerial Photographys Interpretation and Mapping*. Enshede The Netherlands.