

LAPORAN PENELITIAN

PROFIL KONTUR PERAIRAN DANAU DUA RASA LABUAN CERMIN, KECAMATAN BIDUK-BIDUK, KABUPATEN BERAU, KALIMANTAN TIMUR

Disusun Oleh :

Prof. Dr. Ir. H. Iwan Suyatna, M.Sc., DEA., IPU

Ir. Muhammad Yasser MF, S.Pi., M.Si., IPU.

Ir. Paulus Taru, M.P



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS MULAWARMAN
SAMARINDA
2021

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Penelitian : Profil Kontur Perairan Danau Dua Rasa Di Labuan Cermin, Kecamatan Biduk-Biduk, Kabupaten Berau, Kalimantan Timur
2. Ketua Tim Peneliti
 - a. Nama Lengkap : Prof. Dr. Ir. H. Iwan Suyatna, M.Sc., DEA
 - b. NIP : 195708131985031007
 - c. Jabatan Fungsional : Guru Besar
 - d. Program Studi : Ilmu Kelautan
 - e. Nomor Hand Phone : 081347935111
 - f. Surel : isuyatna@yahoo.com
3. Anggota Tim Peneliti
 - 1
 - a. Nama Lengkap : Ir. Muhammad Yasser MF, S.Pi., M.Si., IPU.
 - b. NIP : 197904092005011002
 - c. Jabatan Fungsional : Lektor
 - d. Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan
 - e. Nomor Hand Phone : 08125838062
 - f. Surel : Mondayaries79@gmail.com
 - 2
 - a. Nama Lengkap : Ir. Paulus Taru, M.P
 - b. NIP : (Non PNS)
 - c. Jabatan Fungsional : -
 - d. Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan
 - e. Nomor Hand Phone : 0821585330050
 - f. Surel : Paulustaru1951@gmail.com
4. Jumlah anggota peneliti : 3 (tiga) Orang
5. Jangka Waktu Penelitian : 4 (empat) Bulan
6. Lokasi Penelitian : Kecamatan Biduk-Biduk Kabupaten Berau, Kalimantan Timur
7. Pembiayaan :

Samarinda, 1 Desember 2021

Ketua Peneliti

Anggota Peneliti

Anggota Peneliti

Dr. Ir. H. Iwan Suyatna, M.Sc., DEA
NIP. 19570813 198503 1 007

Muhammad Yasser MF, S.Pi., M.Si
NIP. 197904092005011002

Ir. Paulus Taru, M.P
NIP. 197904092005011002

Mengetahui,
Dekan fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

Dr. Ir. Komsanah Sukarti, MP.
NIP. 19640510 198903 2 003

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Puji syukur Kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya yang telah memberikan kami segala nikmat rejeki, kesehatan dan keselamatan. Dan tidak lupa kami ucapkan terima kasih kepada Dekan FPIK UNMUL beserta jajarannya, karena telah memberikan kesempatan penulis untuk dapat melakukan kegiatan penelitian pada tahun 2021 ini.

“Profil Kontur Perairan Danau Dua Rasa Di Labuan Cermin, Kecamatan Biduk-Biduk, Kabupaten Berau.”. Merupakan judul penelitian kami yang mengarah pada pengolahan data kedalaman untuk melihat bentuk profil dasar perairan danau dengan metode akustik. Dalam survei batimetri dengan metode akustik yang diaplikasikan diperoleh gambaran umum bentuk dasar perairan terkoreksi dengan data pasang surut perairan. Bersamaan dengan pengamatan dasar perairan diperoleh data pasang surut, arus, salinitas dan suhu sehingga akan saling melengkapi dan meningkatkan akurasi dari data yang diperoleh.

Semoga hasil kegiatan ini dapat memberikan kontribusi terhadap pemerintah maupun *stakeholders* terhadap lingkungan. Sekian kami sampaikan, semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Samarinda, Desember 2021

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan Penelitian.....	2
C. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II. KONDISI UMUM LOKASI KAJIAN	
A. Kondisi Umum Wilayah Kajian.....	4
B. Kondisi Umum Perairan Danau Dua Rasa Labuan Cermin Kampung Biduk-Biduk Kecamatan Biduk-Biduk Kabupaten Berau.....	5
BAB III. METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Lokasi penelitian.....	15
B. Bahan dan Alat penelitian.....	16
C. Metode Analisis.....	16
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Kontur Dasar Perairan.....	28
B. Pasang Surut.....	32
C. Arus dan Debit Air	36
D. Salinitas dan Suhu	40
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	44
B. Saran	44
DAFTAR	45
PUSTAKA	
LAMPIRAN	47

DAFTAR TABEL

Nomor	Tubuh Utama	Halaman
1	Alat dan Bahan yang digunakan.....	16
2	Klasifikasi Kemiringan (slope) Van Zuidam (1985) pada bentang alam wilayah tropis.....	25
3	Parameter Uji Kualitas Air.....	27
4	grafik pasang surut Perairan Danau Labuan Cermin selama 3 hari di bulan Oktober tahun 2021.	32
5	Hasil Pengukuran Arus pada Surut Terendah.....	36
6	Hasil Pengukuran Arus pada Pasang Tertinggi.....	37
7	Hasil Pengukuran Arus pada Mata Air Tawar yang terbesar pada Pasang Tertinggi.....	38
8	Hasil Pengukuran Debit air pada Danau Dua Rasa Labuan Cermin.....	39
9	Hasil Pengukuran Salinitas dan Suhu pada Danau Dua Rasa Labuan Cermin.....	40

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Tubuh Utama	Halaman
1	lokasi Penelitian di Kampung Biduk-Biduk.....	15
2	Ilustrasi lajur pemeruman (<i>sounding</i>)	19
3	Simulasi Penentuan Koordinat dan Pengambilan Sampel Air.....	21
4	Ilustrasi titik pengambilan data kualitas air.....	22
5	Ilustrasi Pengambilan data Batimetri.....	23
6	Peta Batimetri Danau Labuan Cermin.....	29
7	Peta Kontur 2D Danau Labuan Cermin.....	30
8	Peta Kontur 3D Danau Labuan Cermin.....	31
9	Grafik Pasang Surut 09 Oktober 2021 Perairan Danau Labuan Cermin.....	33
10	Grafik Pasang Surut 09 Oktober 2021 Perairan Danau Labuan Cermin.....	34
11	Grafik Pasang Surut 09 Oktober 2021 Perairan Danau Labuan Cermin.....	34

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Di Kalimantan Timur, terdapat salah satu daerah yang memiliki kekayaan alam perairannya yaitu Kecamatan Biduk-biduk. Kecamatan Biduk Biduk terdiri dari enam desa yaitu Tanjung Perepat, Tanjung Harapan, Biduk Biduk, Giring Giring, Teluk Sulaiman dan Teluk Sumbang, berbatasan dengan Kecamatan Batu Putih di sebelah barat, Kabupaten Kutai Timur sebelah selatan, serta Laut Sulawesi sebelah utara dan timur. Kecamatan ini memiliki potensi Sumber Daya Alam yang sudah langka di Kalimantan yaitu hutan dataran rendah di atas batu kapur yang berbatasan dengan ekosistem pesisir lengkap yaitu dari hutan dataran Rendah, Kawasan Karst yang terhubung secara langsung dengan hutan mangrove, padang lamun hingga terumbu karang.

Kecamatan Biduk Biduk merupakan bagian dari Semenanjung Mangkaliat, terlihat sebagai tonjolan yang mencolok di sisi timur pulau Kalimantan. Mangkaliat bersama kawasan Sangkulirang meliputi areal formasi karst seluas 1.000 km² dengan hutan dataran rendah dan perbukitan di sekelilingnya, membentuk daerah karst terbesar di Asia Tenggara. Keadaan bentang alam Kecamatan Biduk Biduk bervariasi berdasarkan bentuk relief, kemiringan lereng dan ketinggian dari permukaan laut. Wilayah daratan tidak terlepas dari gugusan bukit dan perbukitan kapur yang terdapat hampir di seluruh wilayah kecamatan.

Di Kecamatan Biduk-biduk terdapat suatu ekosistem danau yang cukup unik yaitu danau Labuan Cermin. Danau ini disebut memiliki lapisan air dengan perbedaan salinitas antara permukaan dan kedalaman tertentu, sehingga danau ini juga dikenal dengan nama danau dua rasa. Hal inilah yang menjadi daya Tarik keunikan dari danau Labuan Cermin. Danau Labuan Cermin sendiri merupakan suatu kawasan perairan yang menjorok jauh ke arah daratan atau yang sering disebut dengan teluk.

Belum banyak laporan atau penelitian yang berfokus pada kondisi biofisik dan kimia pada perairan Danau Labuan Cermin. Kajian-kajian tentang Danau Labuan Cermin yang tersedia saat ini lebih umum terfokus pada faktor sosial, ekonomi, dan budaya atau pada pengembangan kegiatan pariwisata itu sendiri. Sementara pada sisi lain, terkait dengan konteks ekowisata idealnya diperlukan pengembangan yang seimbangan antara pengelolaan manusia dan lingkungannya, yaitu kegiatan pariwisata tersebut akan mampu menyokong kesejahteraan masyarakat dengan tetap memanfaatkan sumberdaya alam (lingkungan) dalam batasan lestari atau berkelanjutan.

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan berfokus mengisi sebagian dari data-data yang dirasa masih kurang/tercakup tentang Danau Labuan Cermin, yaitu ditujukan untuk mendapatkan ataupun melengkapi data fisika dan kimia dari perairan danau tersebut, yang untuk tujuan jangka panjang nantinya diharapkan menjadi satu diantara komponen data yang dapat menyokong baik untuk kajian-kajian selanjutnya maupun dalam pertimbangan-pertimbangan penyusunan strategi pengembangan ekowisata khususnya di Danau Labuan Cermin, Kecamatan Biduk-Biduk, Kabupaten Berau Kalimantan Timur.

II. Tujuan Penelitian

Berdasarkan Rumusan Masalah yang telah diuraikan diatas, maka Tujuan Penelitian yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mendapatkan informasi data sebaran kedalaman dan gambaran/profil bentuk dasar perairan Danau Labuan Cermin.
2. Untuk mengetahui kecepatan arus perairan Danau Labuan Cermin
3. Untuk mengetahui aliran debit inlet dan outlet pada perairan Danau Labuan Cermin
4. Untuk mendapatkan informasi mengenai perubahan tinggi muka air dalam Danau Labuan Cermin saat pasang dan surut.
5. Untuk mendapatkan informasi tentang kadar garam (salinitas) dan suhu perairan Danau Labuan Cermin pada lapisan permukaan,

tengah dan dasar perairan serta perbedaannya pada saat kondisi pasang dan surut.

C. . Manfaat Penelitian

1. Secara akademis penelitian ini dapat memberikan *data base* mengenai kondisi perairan 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 pada Danau Labuan Cermin.
2. Secara praktis penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan kepada pengelola, pemerintah dan peneliti-peneliti lainnya dalam pengambilan-pengambilan keputusan mengenai pengembangan kawasan Danau Labuan Cermin sebagai kawasan edukasi serta rekreasi dengan mempertimbangkan aspek-aspek yang telah diteliti.

II. KONDISI UMUM WILAYAH KAJIAN

A. Kondisi Wilayah Kajian

Kecamatan Biduk-Biduk merupakan sebuah kecamatan yang terletak di wilayah pesisir Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. Kecamatan Biduk-Biduk dengan luas wilayah 3.423,76 km² terletak antara 118° Bujur Timur sampai dan 1° Lintang Utara yang dibagi menjadi 6 desa dengan jumlah penduduk sekitar 6.744 jiwa (2019). Batas-batas Wilayah adalah di sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Batu Putih, sebelah Timur berbatasan dengan Selat Makassar, sedangkan sebelah Selatan dan Barat berbatasan dengan Kabupaten Kutai Timur. Kecamatan Biduk-Biduk memiliki beberapa objek wisata diantaranya: Danau Labuan Cermin, Lamin Guntur Eco Lodge, Teluk Sumbang, Pantai Harapan, Teluk Sulaiman

Berikut adalah batas wilayah Kecamatan Biduk-Biduk

- **Utara** : Kecamatan Batu Putih
- **Timur** : Selat Makassar
- **Selatan** : Kabupaten Kutai Timur
- **Barat** : Kabupaten Kutai Timur

Pada umumnya, semua desa yang ada di Kecamatan Biduk-Biduk dapat ditempuh melalui jalan darat dan air, baik menggunakan kendaraan roda dua, roda empat dengan kondisi permukaan jalan aspal atau beton, serta kapal motor dan speedboat. Kecamatan Biduk-Biduk secara administratif terdiri dari beberapa desa yaitu:

1. Teluk Sumbang
2. Biduk-Biduk
3. Giring-Giring
4. Pantai Harapan
5. Tanjung Perepat
6. Teluk Sulaiman

Dalam hal sektor perikanan, di Kecamatan Biduk-Biduk pada tahun 2019, di ke enam desa di Kecamatan Biduk-Biduk terdapat 1.858 rumah tangga bermata pencaharian sebagai nelayan di laut, antara lain : Desa Teluk Sumbang, Desa Biduk-Biduk, Desa Giring-Giring, Desa Pantai Harapan, Desa Tanjung Perepat, Desa Teluk Sulaiman.

B. Kondisi Umum Perairan Danau Dua Rasa Labuan Cermin Kampung Biduk-Biduk Kecamatan Biduk-Biduk Kabupaten Berau

Kabupaten Berau dikenal sebagai daerah wisata alam bawah laut, tidak hanya oleh wisatawan domestik tetapi juga wisatawan mancanegara. Tempat wisata yang menjadi daya tarik wisatawan salah satunya merupakan wisata Danau Labuan Cermin Dua Rasa di Kabupaten Berau yang terletak di Desa Biduk-Biduk, Berdasarkan data statistik Kabupaten Berau. Kecamatan Biduk-Biduk ditetapkan sebagai wilayah dengan potensi pariwisata.

Kawasan wisata Danau Labuan Cermin Dua Rasa merupakan kawasan pesisir yang terletak di Desa Biduk-Biduk, Kecamatan Biduk-Biduk, Kabupaten Berau. Pada kawasan wisata, pengunjung dapat menikmati keunikan kualitas air danau yang bersih dan keunikannya karena adanya perbedaan dua jenis air tawar di permukaan dan air asin di perairan yang lebih dalam. Letak danau yang dikelilingi hutan yang masih alami menjadi nilai tambah atraksi utama untuk dinikmati pengunjung. Selain menikmati keindahan hutan yang masih alami dan danau yang indah, sering terlihat hewan-hewan seperti kera, dan ikan-ikan yang dapat dilihat. Pengunjung juga dapat melakukan kegiatan berenang, *snorkeling* atau menyelam.

1. Kontur Profil Dasar Perairan/Batimetri

Batimetri diartikan sebagai suatu teknik yang menggambarkan kedalaman laut atau profil dasar laut dari hasil analisis data kedalaman (Badan Standardisasi Nasional 2010). Batimetri merupakan ukuran tinggi

rendahnya dasar laut, sehingga peta batimetri memberikan informasi tentang dasar laut, di mana informasi tersebut dapat memberikan manfaat pada beberapa bidang yang berkaitan dengan dasar laut, seperti alur pelayaran untuk kapal rakyat. Pengumpulan data batimetri atau kedalaman dasar laut dengan metode penginderaan atau rekaman dari permukaan dasar perairan, yang akan diolah untuk menghasilkan relief dasar perairan, sehingga dapat digambarkan susunan dari garis-garis kedalaman (kontur).

Garis kontur adalah garis dengan ketinggian yang sama dan tidak pernah salah dalam menghubungkan titik. Garis kontur akan menunjukkan bentuk umum area. Dalam menentukan ketinggian, indeks garis kontur yang digunakan harus luas. Semakin dekat jarak pengukuran garis kontur menunjukkan bentuk permukaan yang lebih detail. Perbedaan ketinggian antara garis kontur yang berdekatan disebut interval kontur. Garis kontur pada batimetri ditampilkan dalam warna biru atau hitam bergantung pada lokasinya. Warna tersebut menunjukkan bentuk dan kemiringan dasar permukaan. Interval kontur batimetri dapat bervariasi pada setiap peta dan dijelaskan di margin peta (USGS, 2017).

Pengukuran kedalaman perairan secara konvensional dilakukan dengan menggunakan metode batu duga, namun metode ini memiliki kelemahan terutama hasil yang kurang akurat. Kemajuan teknologi yang semakin pesat membuat metode ini sudah mulai ditinggalkan dan beralih ke metode pengukuran kedalaman yang menggunakan prinsip perambatan gelombang bunyi. Alat yang biasa digunakan adalah *Echosounder* dimana alat ini merekam waktu bolak balik yang ditempuh oleh pulsa suara dari permukaan hingga dasar perairan. Dengan mengetahui cepat rambat gelombang bunyi di dalam air (V) dan waktu tempuh untuk menangkap kembali gelombang bunyi yang dilepaskan (t), maka diperoleh kedalaman perairan (s).

Struktur dasar danau dapat disusun membentuk relief dasar perairan disebut batimetri. Batimetri adalah garis khayal yang menghubungkan titik-titik yang memiliki kedalaman yang sama. Data batimetri sangat dibutuhkan untuk memahami hidrodinamika suatu perairan dan umumnya disajikan dalam bentuk peta batimetri. Peta batimetri menunjukkan relief dasar danau dengan garis-garis kontur kedalaman, sehingga memberikan informasi tambahan untuk navigasi permukaan. Selain itu, data batimetri juga sangat penting untuk navigasi pengelolaan dan pemanfaatan berkelanjutan suatu perairan (Indrayani et al, 2015).

2. Pasang Surut

Pasang surut (pasut) adalah suatu fenomena naik turunnya permukaan air laut yang disertai oleh gerakan horizontal dari massa air laut secara periodik. Fenomena pasang surut diartikan sebagai naik turunnya muka laut secara berkala akibat adanya gaya tarik benda-benda angkasa terutama matahari dan bulan terhadap massa air di bumi. Timbulnya pasang surut ini disebabkan oleh adanya gaya tarik dari benda langit terutama bulan dan matahari. Fenomena pasang surut di suatu tempat berbeda-beda tergantung posisi bulan dan matahari terhadap tempat tersebut. Lebih jauh Dronkers (1964), menjelaskan pasang surut laut merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi dan bulan. Pengaruh benda angkasa lainnya dapat diabaikan karena jaraknya lebih jauh atau ukurannya lebih kecil.

Pasang surut laut merupakan hasil dari gaya tarik gravitasi dan efek sentrifugal. Efek sentrifugal adalah dorongan ke arah luar pusat rotasi. Gravitasi bervariasi secara langsung dengan massa tetapi berbanding terbalik terhadap jarak. Meskipun ukuran bulan lebih kecil dari matahari, gaya tarik gravitasi bulan dua kali lebih besar daripada

gaya tarik matahari dalam membangkitkan pasang surut laut karena jarak bulan lebih dekat daripada jarak matahari ke bumi. Gaya tarik gravitasi bumi menarik air laut ke arah bulan dan matahari menghasilkan dua tonjolan (bulge) pasang surut gravitasional di laut. Lintang dari tonjolan pasang surut ditentukan oleh deklinasi, yaitu sudut antara sumbu rotasi bumi dan bidang orbital bulan dan matahari (Priyana, 1994).

Pasang surut terbentuk karena rotasi bumi yang berada di bawah muka air yang menggelembung ini, yang mengakibatkan kenaikan dan penurunan permukaan laut di wilayah pesisir secara periodik. Gaya tarik gravitasi matahari memiliki efek yang sama namun dengan derajat yang lebih kecil. Daerah-daerah pesisir mengalami dua kali pasang dan dua kali surut selama periode sedikit di atas 24 jam (Priyana, 1994).

Perairan laut memberikan respon yang berbeda terhadap gaya pembangkit pasang surut, sehingga terjadi tipe pasang surut yang berlainan di sepanjang pesisir. Menurut Dronkers (1964), ada tiga tipe pasang surut yang dapat diketahui, yaitu :

- a. Pasang surut diurnal, yaitu bila dalam sehari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut. Biasanya terjadi di laut sekitar khatulistiwa.
- b. Pasang surut semi diurnal, yaitu bila dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut yang hampir sama tingginya.
- c. Pasang surut campuran, yaitu gabungan dari tipe 1 dan tipe 2, bila bulan melintasi khatulistiwa (deklinasi kecil), pasut bertipe semi diurnal, dan jika deklinasi bulan mendekati maksimum, terbentuk pasut diurnal.

Bentuk pasang surut di berbagai daerah tidak sama. Menurut Bambang Triatmodjo (1999) pasang surut yang terjadi di berbagai daerah dibedakan menjadi empat tipe yaitu :

1) Pasang surut harian ganda (*semidiurnal tide*)

Pasang surut tipe ini adalah dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara berurutan dan teratur. Periode pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit.

2) Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*)

Pasang surut tipe ini apabila dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut dengan periode pasang surut 24 jam 50 menit.

3) Pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing diurnal*) Pasang surut tipe ini apabila dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda.

4) Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*) Pada tipe ini dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda.

3. Arus

Arus laut terjadi karena adanya perbedaan densitas air laut yang dipengaruhi oleh perubahan massa air. Arus laut merupakan arus permukaan yang terdiri dari lapisan-lapisan yang setiap lapisannya memiliki massa air dan densitas yang berbeda-beda. Hal ini membuat biota yang hidup di dasar laut mengalami perubahan mekanisme dalam memperoleh makanan. Makanan ini akan terangkat ke permukaan oleh arus dan dibawa oleh gelombang menyebabkan terjadinya transpor sedimen sehingga mempengaruhi hewan benthik yang hidup di dasar laut. Arus adalah massa air permukaan yang selalu bergerak, gerakan ini terutama ditimbulkan oleh angin yang bertiup di atas permukaan air (Nybakken 1988). Gerakan tersebut merupakan resultan dari beberapa gaya yang bekerja dan beberapa faktor yang mempengaruhinya. Contoh

gerakan ini seperti gaya coriolis, yaitu gaya yang membelok arah arus dari tenaga rotasi bumi. Pembelokan ini akan mengarah ke kanan di belahan bumi utara dan mengarah ke kiri di belahan bumi selatan (Nontji 2002).

Kecepatan arus berpengaruh pada terhadap distribusi biota yang relatif menetap di perairan, yaitu bentos (Siegel 2003). Menurut Welch (1992), arus mempengaruhi perpindahan sedimen dan mengikis substrat dasar perairan sehingga dapat dibedakan menjadi substrat batu, pasir, liat memerlukan kecepatan arus untuk membawa makanan, oksigen dan lain-lain. Hal ini berdampak secara tidak langsung pada makrozoobentos karena semakin besar kecepatan arus maka akan terjadi kekeruhan (Nybakken 1992). Faktor utama yang mengendalikan gerakan massa air laut di kedalaman samudera adalah densitas air laut.

Perbedaan densitas antara dua massa air laut yang berdampungan menyebabkan gerakan vertikal air laut dan menciptakan gerakan massa air laut dalam yang bergerak melintasi samudera secara perlahan. Faktor internal terjadinya arus seperti perbedaan densitas air laut, gradien tekanan mendatar dan gesekan lapisan air (Gross 1990). Gerakan massa air laut dalam tersebut kadang mempengaruhi sirkulasi permukaan. Perbedaan densitas massa air laut terutama disebabkan oleh perbedaan temperatur dan salinitas air laut antara massa air yang densitasnya tinggi akan tenggelam dan menyebar dibawah permukaan air sebagai arus dalam. Oleh karena itu, gerakan massa air laut dalam tersebut juga disebut sebagai sirkulasi termohalin. Hal inilah yang mempengaruhi pola sebaran arus menyebar ke perairan Indonesia. Menurut Sudarto (1993) beberapa jenis arus yang umum dikenal antara lain:

1. Arus pasang surut adalah arus yang terjadi karena perubahan tinggi permukaan air laut akibat pasang surut. Karakteristik arus pasang surut adalah mempunyai periode yang tetap, mengikuti pola pasang surut. Oleh karena itu kita kenal arus pasang surut

diurnal, semi-diurnal dan campuran. Kecepatan maksimum arus umumnya tercapai pada waktu menjelang pasang dan menjelang surut, sedangkan arah arus pasang surut ini sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan atau topografi setempat. Di daerah pantai, arus pasang surut terbesar umumnya sejajar dengan garis pantai.

2. Arus yang diakibatkan oleh angin merupakan arus dominan yang terjadi di lapisan permukaan perairan laut lepas. Pengaruh tiupan angin musim menyebabkan terjadinya pembalikan pola sirkulasi air laut mengikuti pola tiupan angin. Selama musim angin barat, aliran air bergerak menuju timur, dan berubah ke arah barat pada saat musim timur. Jenis arus ini mempunyai arah dan kecepatan yang berbeda sesuai dengan pertambahan kedalaman air, dan umumnya menjadi sangat lemah pada kedalaman lebih spiral yang dikenal dengan nama 'Spiral Ekman'. Di perairan lintang utara arah putaran searah dengan putaran jarum jam, sedangkan di perairan lintang selatan arah putarannya berlawanan dengan putaran jarum jam. Arus akibat angin ini juga terjadi di perairan pantai akibat tiupan angin setempat.
3. Arus akibat perbedaan densitas air adalah arus yang terjadi karena adanya perbedaan ketinggian permukaan laut secara mendatar akibat dari beda densitas air. Jenis arus ini umumnya terjadi di daerah muara. Perairan yang didominasi oleh arus jenis ini mempunyai pola sirkulasi dua arah dengan arah arus di lapisan permukaan yang berdensitas lebih rendah berlawanan dengan arah arus di lapisan dekat dasar perairan. Kondisi arus demikian inilah yang menyebabkan terjadinya intrusi air laut ke sungai.

4. Salinitas

Salinitas adalah tingkat keasinan atau kadar garam terlarut dalam air. Salinitas juga dapat mengacu pada kandungan garam dalam tanah. Kandungan garam pada sebagian besar danau, sungai, dan saluran air alami sangat kecil sehingga air di tempat ini dikategorikan sebagai air tawar. Kandungan garam sebenarnya pada air ini, secara definisi, kurang dari 0,05%. Jika lebih dari itu, air dikategorikan sebagai air payau atau menjadi saline bila konsentrasinya 3 sampai 5%. Lebih dari 5%, ia disebut brine (Djoko, 2011).

Faktor – faktor yang mempengaruhi salinitas yaitu penguapan dan curah hujan. Semakin besar tingkat penguapan air laut di suatu wilayah, maka salinitasnya tinggi dan sebaliknya pada daerah yang rendah tingkat penguapan air lautnya, maka daerah itu rendah kadar garamnya. Makin besar/banyak curah hujan di suatu wilayah laut maka salinitas air laut itu akan rendah dan sebaliknya makin sedikit/kecil curah hujan yang turun salinitas akan tinggi. Banyak sedikitnya sungai yang bermuara di laut tersebut, semakin banyak sungai yang bermuara ke laut tersebut maka salinitas laut tersebut akan rendah, dan sebaliknya makin sedikit sungai yang bermuara ke laut tersebut maka salinitasnya akan tinggi (Annisa, 2008).

Air laut secara alami merupakan air saline dengan kandungan garam sekitar 3,5%. Beberapa danau garam di daratan dan beberapa lautan memiliki kadar garam lebih tinggi dari air laut umumnya. Sebagai contoh, Laut Mati memiliki kadar garam sekitar 30%. Walaupun kebanyakan air laut di dunia memiliki kadar garam sekitar 3,5 %, air laut juga berbeda-beda kandungan garamnya. Yang paling tawar adalah di timur Teluk Finlandia dan di utara Teluk Bothnia, keduanya bagian dari Laut Baltik. Yang paling asin adalah di Laut Merah, di mana suhu tinggi dan sirkulasi terbatas membuat penguapan tinggi dan sedikit masukan air dari sungai-sungai. Kadar garam di beberapa danau dapat lebih tinggi lagi (Denni, 2011).

Zat terlarut meliputi garam-garam anorganik, senyawa-senyawa organik yang berasal dari organisme hidup, dan gas-gas yang terlarut. Garam-garaman utama yang terdapat dalam air laut adalah klorida (55,04%), natrium (30,61%), sulfat (7,68%), magnesium (3,69%), kalsium (1,16%), kalium (1,10%) dan sisanya (kurang dari 1%) terdiri dari bikarbonat, bromida, asam borak, strontium dan florida. Tiga sumber utama dari garam-garaman di laut adalah pelapukan batuan di darat, gas-gas vulkanik dan sirkulasi lubang-lubang hidrotermal (hydrothermal vents) di laut dalam. Keberadaan garam-garaman mempengaruhi sifat fisis air laut (seperti: densitas, kompresibilitas, titik beku, dan temperatur dimana densitas menjadi maksimum) beberapa tingkat, tetapi tidak menentukannya. Beberapa sifat (viskositas, daya serap cahaya) tidak berpengaruh secara signifikan oleh salinitas. Dua sifat yang sangat ditentukan oleh jumlah garam di laut (salinitas) adalah daya hantar listrik (konduktivitas) dan tekanan osmosis (Ariyat, 2005).

5. Suhu

Suhu merupakan ukuran energi gerak partikel, suhu juga menyatakan ukuran hangat atau dinginnya suatu objek. Pada dasarnya profil suhu perairan secara vertikal akan berbeda-beda tergantung letak lintang masing-masing serta pola harian cuaca, musim dan iklim di tempat tersebut. Rahardjo dan Harpasis (1983) menerangkan bahwa suhu merupakan parameter laut yang sangat penting. Oleh karena itu, pada setiap penelitian pengukuran suhu permukaan laut selalu dilakukan. Pentingnya mengetahui suhu perairan ialah untuk mempelajari proses fisika, kimia maupun biologi di laut. Weyl (1970) dalam Limbong (2008) mengatakan bahwa suhu merupakan besaran fisika yang menyatakan banyaknya bahan yang terkandung dalam suatu benda. Suhu air laut terutama di lapisan permukaan sangat tergantung pada jumlah bahang dari sinar matahari.

Hasil penelitian pada tempat-tempat atau perairan yang memiliki suhu yang sama dihubungkan dalam suatu garis. Garis-garis tersebut

dikenal dengan sebutan isotherm di permukaan pada umumnya sejajar dengan garis lintang bumi. Hal ini disebabkan karena daerah-daerah yang sama pada umumnya memiliki radiasi dan penerimaan matahari yang sama (Rahardjo dan Harpasis, 1983). Valiela (1984) menerangkan bahwa dalam kaitannya dengan produktivitas primer di laut, suhu lebih berperan sebagai kovarian dengan faktor lain daripada sebagai faktor bebas. Sebagai contoh, plankton pada suhu rendah dapat mempertahankan konsentrasi pigmen-pigmen fotosintesis, enzim-enzim dan karbon yang besar. Ini disebabkan karena lebih efisiennya fitoplankton menggunakan cahaya pada suhu rendah dan laju fotosintesis akan lebih tinggi bila sel-sel fitoplankton dapat menyesuaikan dengan kondisi yang ada.

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2021 di perairan Danau Labuan Cermin Biduk-Biduk, Kecamatan Biduk-Biduk, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Perairan Danau Dua Rasa Labuan Cermin merupakan perairan dangkal yang lingkungannya dikelilingi oleh komunitas vegetasi. Perairan ini memiliki keunikan yang tidak ditemukan di daerah perairan lainnya karena lokasi ini memiliki dua jenis air yaitu di lapisan teratas adalah air tawar dan di lapisan bawah merupakan air asin. Perairan Danau Dua Rasa Labuan Cermin memiliki sumber mata air tawar yang terdapat di sekitar danau dan adanya aliran air laut yang masuk seperti pada gambar 1. Di bawah ini.



Gambar 1. lokasi Penelitian di Kampung Biduk-Biduk

B. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang dipakai dan digunakan selama penelitian seperti yang tercantum pada table 1 adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Alat dan Bahan yang digunakan

No.	Alat dan Bahan	Keterangan
1.	Tissue	Untuk membersihkan alat
2.	Akuades	Untuk membersihkan alat
3.	Pelampung <i>life jacket</i>	Pengamanan bagi tim survey terhadap bahaya tenggelam di laut
4.	Kamera GoPro dan Kamera Handphone	Dokumentasi
5.	<i>Global Positioning System (GPS)</i>	Menentukan dan menandai koordinat lokasi sampling dan
	Garmin 60 CSX dan Garmin Dakota 20	membuat track ke lokasi sampling
6.	<i>Current Meter</i>	Mengukur kecepatan arus
7.	Refraktometer	Mengukur salinitas perairan
8.	<i>Echosounder Multi Beam</i>	Menentukan kedalaman Perairan
9.	Tide Gauge	Mengukur pasang surut perairan
10.	Termometer	Mengukur suhu perairan
11.	Nansen Water Sampler	Untuk mengambil sampel air
12.	Kendaraan Darat (mobil)	Pengangkutan logistik darat
13.	Kapal bermotor	Mengangkut tim survei dan peralatan <i>sampling</i>
14.	Generator	Pembangkit listrik berbahan bakar bensin
15.	Alat tulis menulis	Mencatat data yang telah diukur dan dihitung
16.	Senter	Untuk penerangan

C. Metode Analisis

1. Prosedur Penelitian

Pelaksanaan Penelitian terdiri dari empat tahapan yaitu: 1) Perencanaan, 2) Observasi, 3) Pelaksanaan Penelitian, 4) Uji

Analisis Data. Setiap tahapan tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Perencanaan

Pada tahap perencanaan ini kegiatannya meliputi :

- a. Penentuan dan pemilihan masalah.
- b. Latar Belakang Masalah.
- c. Perumusan atau Identifikasi masalah.
- d. Telaah Kepustakaan.
- e. Perumusan Hipotesis
- f. Metode Penelitian.

2. Observasi

Pada tahap observasi ini kegiatan yang dilaksanakan yaitu mengobservasi terhadap pelaksanaan Perencanaan dengan menggunakan lembar observasi yang telah dipersiapkan.

3. Pelaksanaan Penelitian

a. Kontur/profil dasar perairan (Batimetri)

Data awal yang diambil terkait kajian kontur/profil dasar perairan danau adalah mendapatkan data luasan danau. Hal ini dilakukan melalui pengolahan data citra satelit (menggunakan perangkat lunak/program pemetaan atau SIG), kemudian saat berada dilapangan/lokasi studi 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.

Aktivitas berikutnya adalah pengambilan data kedalaman yang dilakukan melalui kegiatan batimetri, yaitu melakukan pengukuran kedalaman pada berbagai titik yang tersebar di keseluruhan bagian perairan danau. Pengukuran data kedalaman (data pada sumbu vertikal) dilakukan

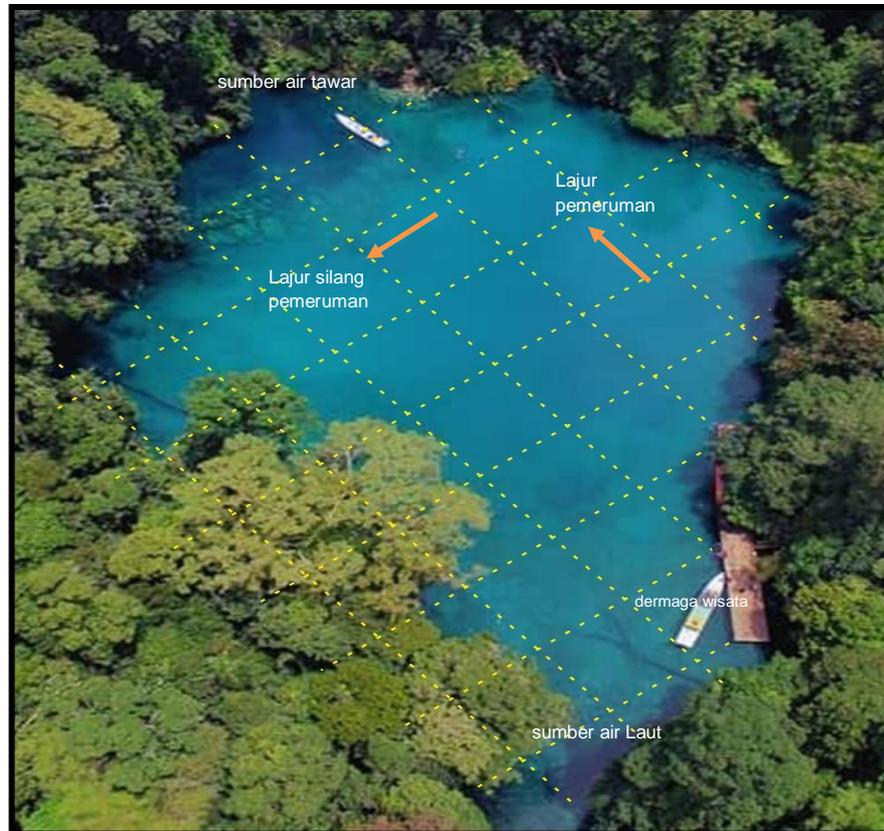
menggunakan alat echosounder. Sementara data posisi titik pengukuran (data pada sumbu horizontal) akan ditandai secara koordinat SIG menggunakan GPS. Sebagai catatan, pemeruman dilakukan pada saat kondisi level muka air tertinggi atau kondisi pasang.

Pengukuran data kedalaman pada berbagai titik-titik/koordinat berbeda disebut dengan pemeruman atau *sounding*. Pemeruman akan dilakukan dengan cara bergerak lurus dari satu sisi danau ke sisi lainnya (disebut dengan lajur pemeruman). 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 pemeruman selesai dilakukan, maka pemeruman 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 pemeruman kedua selesai, maka pemeruman akan dilakukan lagi dengan cara yang sama untuk pemeruman lajur ketiga, keempat, dan seterusnya. Melalui pengulangan prosedur tersebut akhirnya akan terbentuk lajur-lajur pemeruman yang menyisir dan mencakup keseluruhan area perairan danau.

Guna mendapatkan sebaran data kedalaman yang lebih detail serta melakukan koreksi silang data kedalaman, maka akan dilakukan pemeruman menyilang (*cross sounding*). Proses pelaksanaan pemeruman adalah sama dengan prosedur pemeruman di atas, namun dengan arah lajur pemeruman yang menyilang/tegak lurus 90° dari lajur-lajur yang telah dilakukan sebelumnya di atas. Dengan tehnik ini,

maka hasil akhir keseluruhan lajur-lajur pemeruman akan berbentuk pola jaring seperti pada Gambar 2



Gambar 2. Ilustrasi lajur pemeruman (*sounding*)

b. Data perubahan tinggi muka air (pasang surut)

Komponen data lainnya yang juga diambil sebagai bagian dari penyokong analisis data batimetri adalah perubahan tinggi muka air atau pasang surut (pasut). Kegiatan pengambilan data pasut dimulai dengan pemasangan tiang berskala (palem pasut) pada lokasi perairan danau. Data pasut diperoleh dari pengamatan terhadap angka level/muka air yang terbaca pada tiang berskala tersebut. Durasi atau lama waktu pengamatan adalah 3x24jam dengan interval pengamatan tinggi permukaan air per 30 menit. Data pasut dalam penelitian ini akan berfungsi untuk menentukan kisaran

tinggi pasut dan duduk tengah pasut, serta sebagai faktor koreksi kedalaman pada data batimetri.

Oleh karena hal tersebut, maka waktu pelaksanaan pengamatan pasut adalah di sekitar saat fase bulan purnama atau bulan baru. Kemudian dimulainya pengamatan pasut haruslah sebelum dimulainya *ground-check* pinggiran danau dan pemeruman (batimetri), dan haruslah berakhir lebih lambat (setelah) selesainya pelaksanaan *ground-check* pinggiran danau dan pemeruman (batimetri).

Sebagai catatan sehubungan dengan sifat data pasut tersebut, jika proses pelaksanaan *ground-check* pinggiran danau dan pemeruman (batimetri) memerlukan waktu yang lebih lama dari yang direncanakan, maka lama waktu pengamatan pasut akan diperpanjang pula guna mencakup data yang diperlukan.

c. Debit air

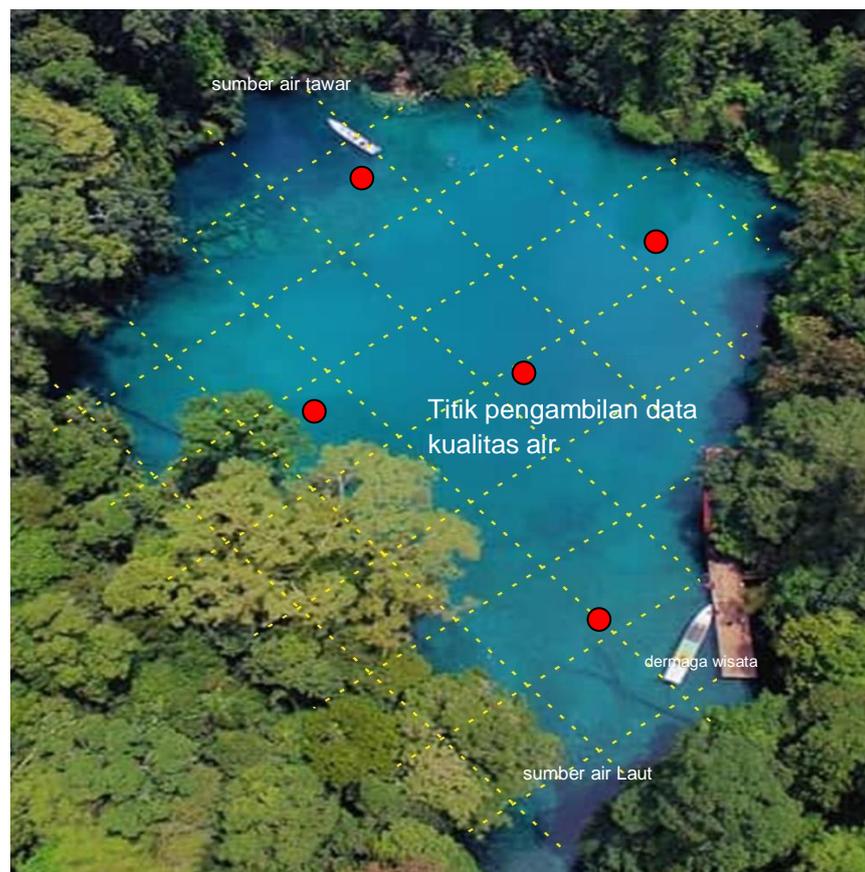
Data debit air diperoleh dari formulasi data kecepatan arus dan luas penampang alur badan air. Data debit tersebut akan mencakup dua titik pengamatan, yaitu pada inlet sumber air tawar dan air laut.. Pengambilan kedua data, masing-masing akan dilakukan sebanyak dua periode, yaitu pada kondisi arus terkuat saat pasang dan surut.

Pengukuran lebar dan kedalaman alur badan air dilakukan secara manual menggunakan meteran gulung atau tiang berskala. Sementara pengukuran kecepatan arus akan dilakukan menggunakan alat current meter.

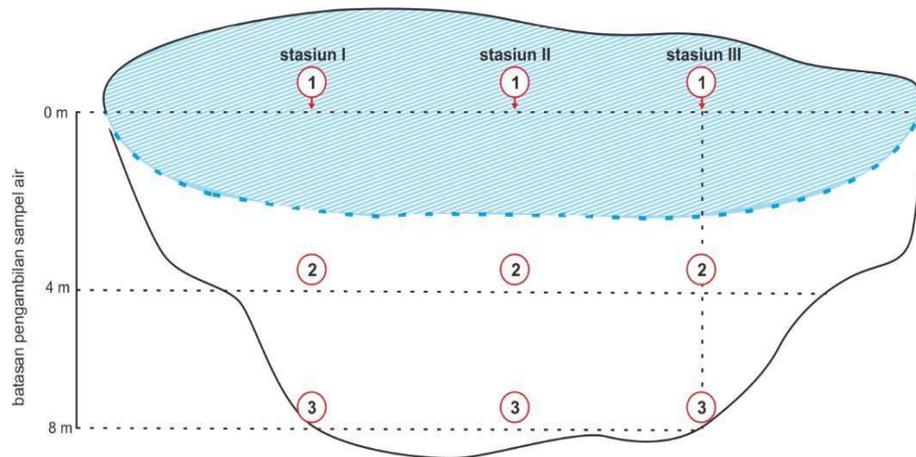
d. Kadar garam (salinitas) dan suhu perairan

Pengambilan data salinitas dan suhu perairan (yang selanjutnya disebut data kualitas air), akan dilakukan secara *insitu* sebanyak dua periode, yaitu pada saat kondisi puncak

pasang dan surut. Pengambilan data kualitas air dilakukan pada lima titik pengamatan (Gambar 3) dan pada tiga lapisan kedalaman, yaitu pada permukaan, tengah dan dasar perairan ((Gambar 4)). Alat yang digunakan untuk pengukuran salinitas adalah refractometer dan untuk suhu adalah termometer, sementara untuk pengambilan sampel air pada kedalaman dibantu menggunakan alat Nansen bottom water sampler.



Gambar 3. Simulasi Penentuan Koordinat dan Pengambilan Sampel Air.



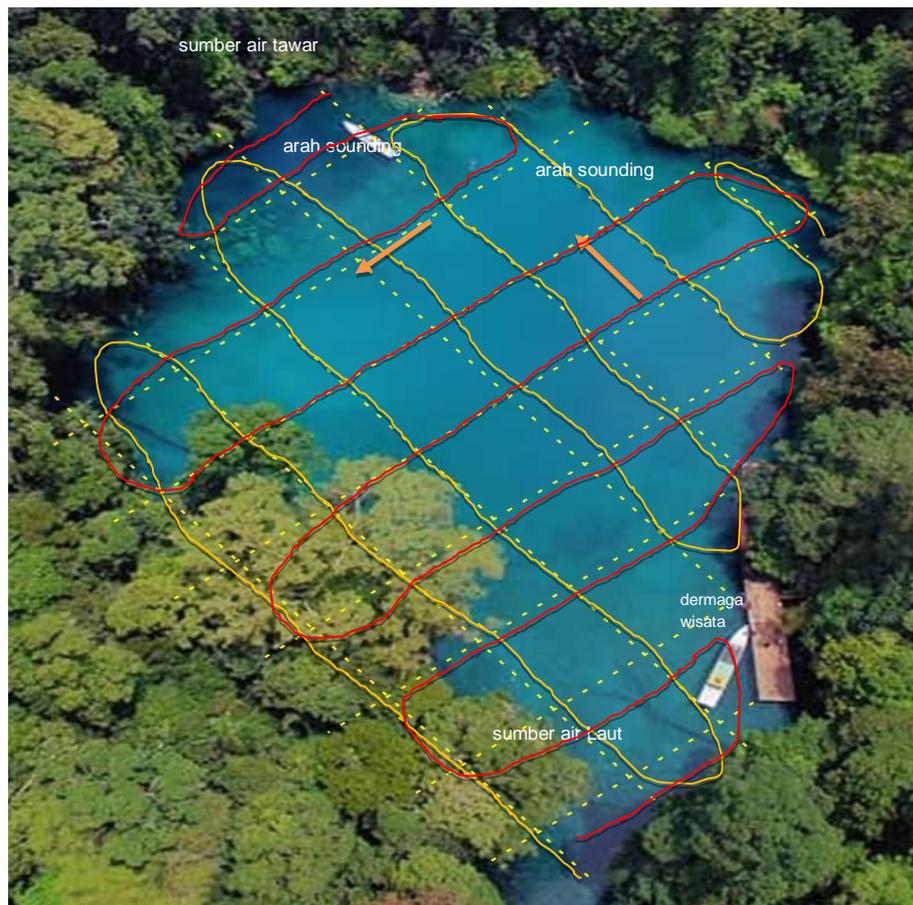
Gambar 4. Ilustrasi titik pengambilan data kualitas air

4. Uji Analisis Data

Keberhasilan dari studi ini dihasilkannya output berupa Jurnal/publikasi ilmiah mengenai kondisi danau Labuan cermin yang ditujukan pada pengambilan-pengambilan keputusan berikutnya dalam pengelolaan dan pengawasan kawasan danau Labuan cermin. Pengujian dilakukan dengan metode :

a. Batimetri

Penentuan batimetri dipengaruhi oleh pasang surut. Data kedalaman berdasarkan muka laut rata-rata atau MSL (Mean Sea Level). Bersamaan dengan kegiatan sounding dilakukan pengukuran pasang surut untuk mengetahui MSL. Pengukuran pasang surut ini dilakukan dengan menggunakan current meter. Pengambilan data pasang surut dilaksanakan setiap jam selama 48 jam untuk mengetahui mean sea level (rata-rata muka air laut).



 Alur lintasan yang direncanakan untuk perenuman
 Gambar 5. Ilustrasi Pengambilan data Batimetri

Pengambilan data kedalaman perairan Danau dilakukan dengan menggunakan peralatan GPS Maps yang kelistrikkannya bersumber dari aki mobil dengan amper 30. Data kedalaman diambil sesuai jalur yang telah ditentukan seperti gambar di atas (Gambar 5) dimana dapat terlihat alur lintasan diusahakan selurus mungkin sehingga meningkatkan keakuratan data yang diambil dengan titik koordinat bersamaan dengan data kedalaman. GPS Maps dipasang di kapal dengan kedalaman transducer sedalam 1 meter dari permukaan air. Lintasan pengambilan data kedalaman dibuat paralel dengan mengikuti kondisi pinggiran danau agar data yang didapat sejajar. Selain

itu, lintasan dibuat paralel agar dapat diketahui kemiringan danau berdasarkan lebar danau.

- Pengolahan data

Mean sea level dihitung dengan menggunakan rumus:

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

Keterangan:

X : mean sea level

Ht : kedalaman pasang surut pada waktu t

n : banyaknya data kedalaman pasang surut

- Perhitungan batimetri atau kedalaman terkoreksi dapat dihitung menggunakan rumus:

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

Keterangan:

H : kedalaman terkoreksi

Hx : kedalaman hasil *sounding* pada waktu t

Hd : kedalaman *transducer*

Ht : kedalaman pasang surut pada waktu t

X : mean sea level

- Kemiringan Lereng Dasar Perairan

Pengklasifikasian nilai kemiringan lereng didasarkan pada klasifikasi Van Zuidam (1985) dengan menghitung kemiringan (slope) menggunakan peta kontur batimetri dari hasil pengolahan data batimetri. Perhitungan kemiringan dasar laut menggunakan persamaan seperti berikut:

$$\text{Tan } \alpha = \Delta H / L$$

Keterangan :

α : besarnya sudut (α) kemiringan dasar laut (slope)

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

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

Tabel 2. Klasifikasi Kemiringan (slope) Van Zuidam (1985) pada bentang alam wilayah tropis

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

b. Pasang Surut

Pasang-surut (pasut) merupakan salah satu gejala alam yang tampak nyata di laut, yakni suatu gerakan vertikal (naik turunnya air laut secara teratur dan berulang-ulang) dari seluruh partikel massa air laut dari permukaan sampai bagian terdalam dari dasar laut. Gerakan tersebut disebabkan oleh pengaruh gravitasi (gaya tarik menarik) antara bumi dan bulan, bumi dan matahari, atau bumi dengan bulan dan matahari

Pengolahan Data Pasang Surut:

Data pasang surut diolah dengan menggunakan metode *Admiralty*, sehingga memperoleh nilai komponen harmonik

pasang surut air laut (S0, M2, S2, N2, K2, K1, O1, P1, MS4 dan M4), sehingga dapat dihitung nilai Formzahl untuk mengetahui tipe pasang surut dan nilai MSL sebagai koreksi data kedalaman laut untuk memperoleh kedalaman laut sebenarnya.

c. Debit Air

Pengukuran debit dilakukan dengan maksud untuk mendapatkan debit sesaat. Data pengukuran debit yang diperoleh dari suatu pos duga air pada kondisi muka air rendah, muka air sedang, dan muka air tinggi selanjutnya digunakan untuk pembuatan grafik hubungan antara tinggi muka air dengan debit (Rating Curve-Lengkung Aliran). Penggunaan metode, peralatan, dan pemilihan lokasi pengukuran sangat berpengaruh pada kualitas data pengukuran.

Pengolahan Data Debit Air:

Prinsip pelaksanaan pengukuran debit adalah mengukur kecepatan aliran, luas penampang basah, dan kedalaman. Penampang basah dihitung berdasarkan lebar rai dan muka air. Debit dapat dihitung dengan rumus :

$$q_x = V_x a_x$$

$$Q = \sum_{x=1}^n q_x$$

Keterangan:

q_x adalah debit pada bagian ke x, (m^3/s)

V_x adalah kecepatan aliran rata-rata pada bagian penampang ke x (m/s);

a_x adalah luas penampang basah pada bagian ke x, (m^2);

Q adalah debit seluruh penampang, (m^3/s);

n adalah banyaknya penampang bagian.

a. Kecepatan Aliran Rata-Rata Pada Saluran Terbuka

Kecepatan aliran rata-rata dihitung dengan rumus:

$$\bar{v} = \frac{Q}{A}$$

Keterangan:

- \bar{v} adalah kecepatan aliran rata-rata pada seluruh penampang, (m/s);
A adalah luas seluruh penampang basah, (m²);
Q adalah debit seluruh penampang, (m³/s).

d. Parameter Kualitas Air

Pada penelitian ini, pengujian parameter kualitas air dilakukan dengan dua cara yaitu :

1. Insitu

Pengujian data yang dilakukan langsung di lapangan dengan parameter yang sudah ditentukan (sampel parameter kualitas air tidak dibawa ke laboratorium).

Tabel 3. Parameter Uji Kualitas Air

No.	Parameter	Satuan
Parameter Fisika		
1.	Suhu	°C
Parameter Kimia		
2.	Kadar garam (Salinitas)	ppt

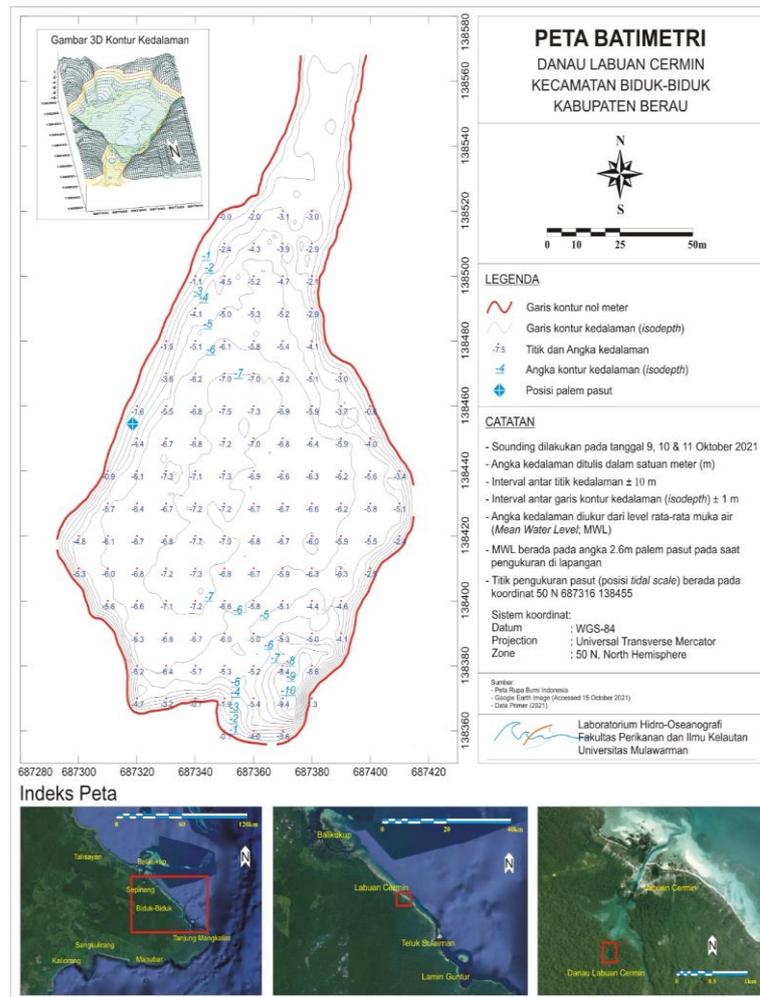
Data hasil penelitian akan disajikan dalam bentuk deskriptif, *table*, dan gambar. Setiap proses pelaksanaan penelitian ini akan divideokan untuk dijadikan laporan kegiatan serta untuk kebutuhan lainnya dalam penelitian lanjutan.. Selain itu, penelitian ini akan dipublikasikan pada jurnal nasional ber ISSN.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kontur Dasar Perairan

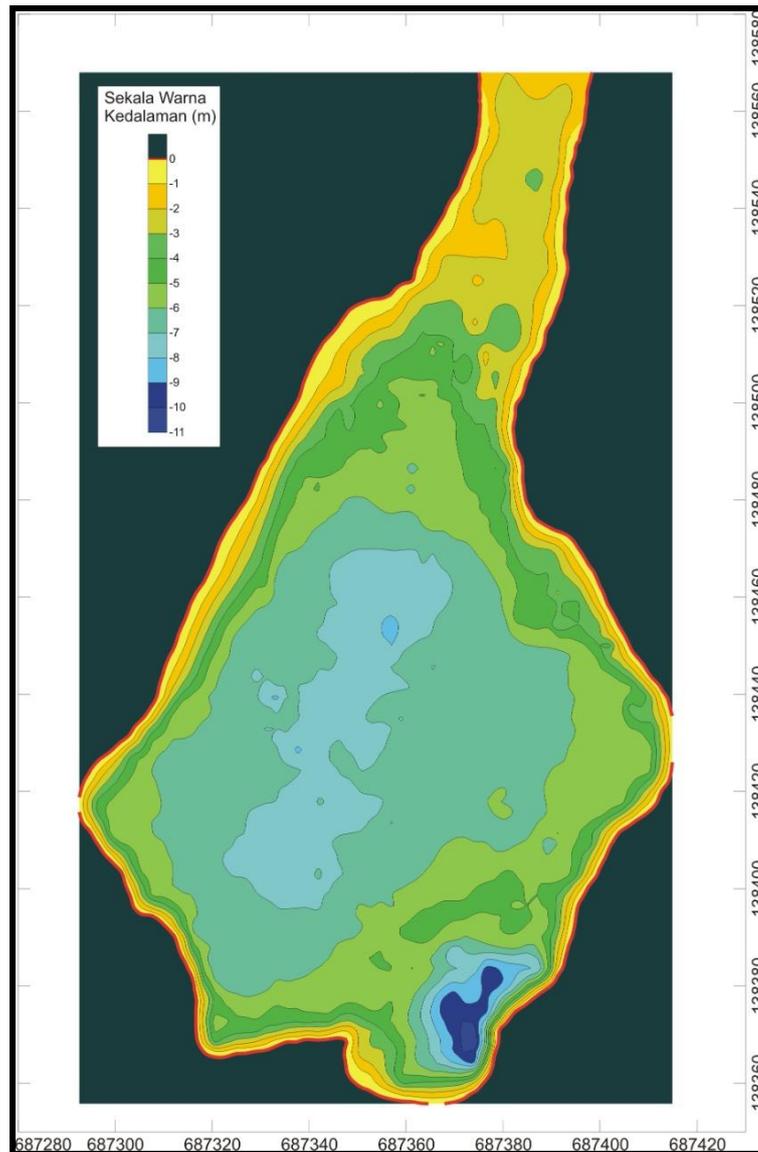
Berdasarkan bentuk horizontal pada dasar permukaan danau Dua Rasa Labuan Cermin Menampilkan kedalaman jarak horizontal yang terkoreksi dari sumber mata air tawar ke aliran masuknya air laut, memiliki jarak kedalaman yang bervariasi dengan kisaran kedalaman dari 0.9 meter hingga >10 meter. Peta batimetri dua dimensi perairan Danau Dua Rasa Labuan Cermin memperlihatkan adanya kedalaman maksimum yaitu 11 meter yang berada di bagian Utara dengan kondisi terlihat menganjur ke dalam (cekungan), sedangkan dari bagian Selatan menuju ke arah bagian Utara terlihat pada tampilan peta mempunyai dasar perairan yang hampir rata karena perbedaan kedalaman yang kecil, dikarenakan bentuk dari dasar Danau Dua Rasa Labuan Cermin hampir menyerupai mangkuk. Dapat dilihat pada tampilan peta dua dimensi yang menggunakan interval kontur 1 meter (Gambar xx). Hal ini dibuat agar kontur terlihat jelas dan dapat mewakili seluruh area penelitian. Kondisi topografi secara keseluruhan tampak terlihat adanya perbedaan yang tidak begitu signifikan dikarenakan perbedaan kedalaman yang relatif rendah.

Nilai kedalaman setelah dilakukan koreksi pasang surut ± 10 meter. Secara visual yang ditampilkan pada peta kontur dua dimensi terlihat tidak adanya perbedaan antara peta yang sebelum dikoreksi dan peta yang sudah dikoreksi karena selisih nilai kedalaman hanya berkisar ± 1 meter sehingga setelah dipetakan nilai kedalaman terendah dan tertinggi terlihat tidak begitu signifikan perbedaannya. Nilai kedalaman terendah yaitu 0.9 meter terletak di bagian utara perairan Danau Dua Rasa Labuan Cermin atau letak dimana masuknya air laut.



Gambar 6. Peta Batimetri Danau Labuan Cermin

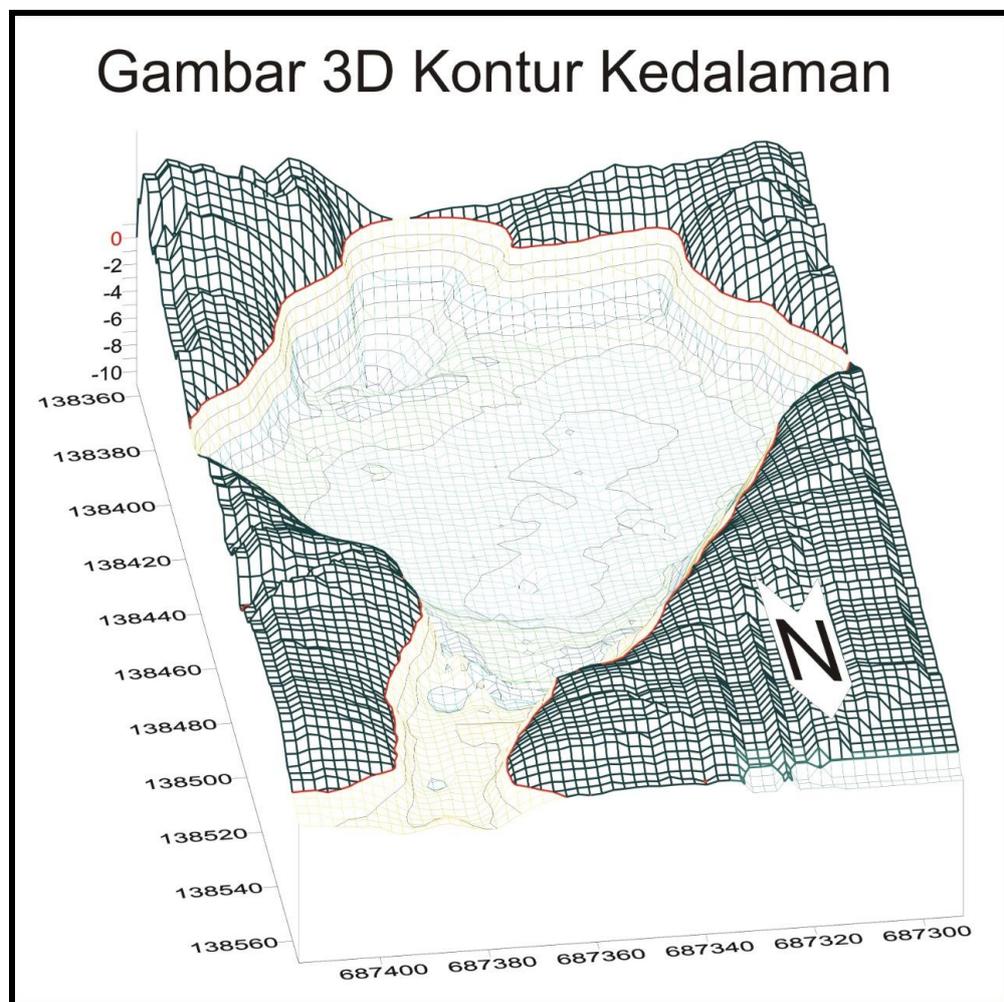
Batimetri menggambarkan bentuk topografi dasar danau sehingga dapat memperlihatkan kondisi di dasar danau untuk keperluan tertentu dan informasi tentang topografi dasar perairan, ini akan lebih mudah digambarkan dengan tampilan model tiga dimensi berdasarkan data yang didapat ketika survei. pengambilan data batimetri dengan perangkat akustik yang digunakan untuk pengukuran kedalaman perairan danau di lokasi studi. Batimetri juga secara khusus dilakukan untuk menghitung koreksi pasang-surut dengan referensi Water Mean Level (WML), dan juga penggambaran profil dan klasifikasi kemiringan lereng dasar perairan. Pada gambar xx menunjukkan bahwa rentang nilai kedalaman relatif bergantung pada gradasi warna yang menandakan semakin gelap warna perairan pada peta, maka semakin tinggi nilai kedalaman relatifnya.



Gambar 7. Peta Kontur 2D Danau Labuan Cermin

Perairan Danau Labuan Cermin memiliki kemiringan atau *slope* yang berbeda pada setiap sisi danau. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan persamaan Wentworth dan kriteria kemiringan lereng yang dikemukakan oleh Sunarto (1991), bahwa pada bagian selatan yang berada dekat sumber mata air tawar dengan kedalaman 10 meter (cekungan) terkategori curam dengan tingkat kemiringan 32.56% atau 18.03° , bagian dasar perairan danau terkategori miring atau bergelombang dengan persentase 7,58% atau 4.33° . 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 dan menunjukkan bahwa kedalaman pada bagian perairan dasar Danau Dua Rasa Labuan Cermin memiliki kemiringan yang teratur. Semakin ke tengah perairan dasar danau nilai kontur semakin tinggi karena perairan semakin dalam. Sedangkan pada bagian aliran masuknya air laut tampilan kontur memperlihatkan garis kontur yang menandai bagian tersebut memiliki kemiringan dengan besaran yang tinggi.



Gambar 8. Peta Kontur 3D Danau Labuan Cermin

B. Pasang Surut

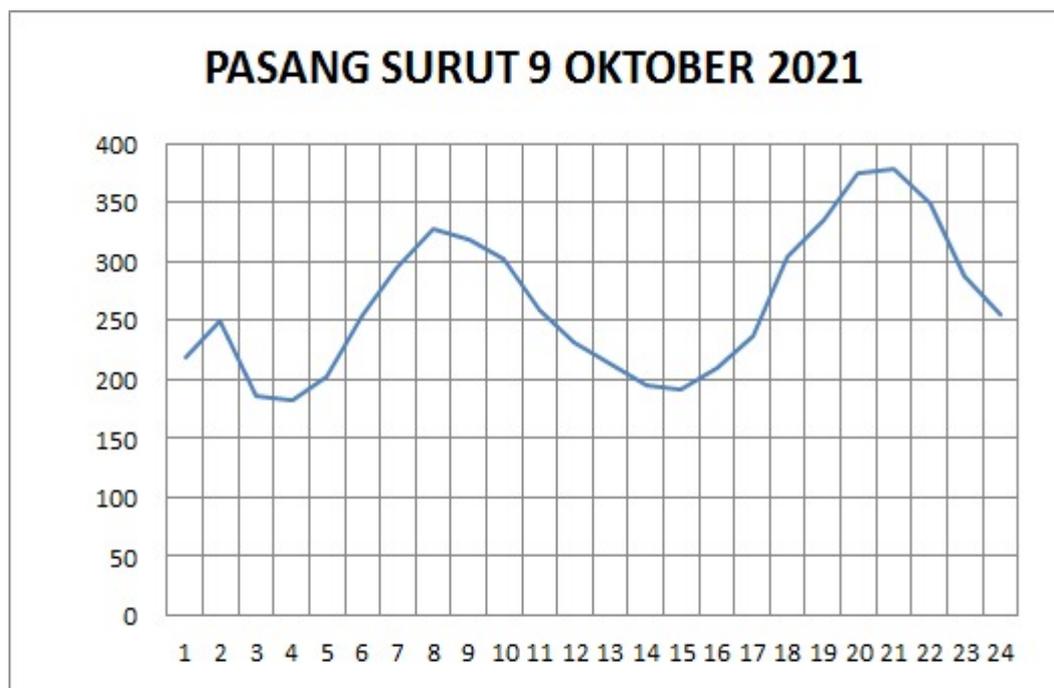
Analisis harmonik pasut adalah suatu proses pengolahan data pasut untuk mendapatkan nilai amplitudo dan beda fase konstanta harmonik pasut. Untuk parameter pasut yang diamati dalam penelitian ini, yaitu terdiri dari 9 konstanta pasut (M2, S2, K2, N2, K1, O1, P1, M4 dan MS4), dua diantaranya termasuk dalam konstanta pasut perairan dangkal (shallow water). Menurut Weinstenink (1989), konstanta pasut perairan dangkal akan meningkat pengaruhnya pada daerah pantai, sehingga perlu diikutsertakan dalam perhitungan agar dapat mempresentasikan keadaan perairan laut secara akurat. Menurut Supriyono et al., (2015) dalam menganalisis data pasut menggunakan hitungan kuadrat terkecil, amplitudo dan fase dari persamaan harmonik pasut dihitung berdasarkan data pengukuran terhadap kedudukan muka laut dalam jangka waktu tertentu menggunakan komponen pasut yang diketahui frekuensinya. Menurut Mihardja dan Setiadi (1989), komponen pasut yang ditimbulkan oleh faktor astronomis bersifat periodik, sedangkan gangguan faktor meteorologi bersifat musiman.

Berdasarkan dari analisa karakteristik pasang surut di Perairan Danau Labuan Cermin menggunakan Metode Admiralty dengan data pasang surut tanggal 09 sd 11 Oktober tahun 2021 (3 piantan) 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 pasang surut Perairan Danau Labuan Cermin selama 3 hari di bulan Oktober tahun 2021. Hasil tersebut dapat dilihat pada tabel .

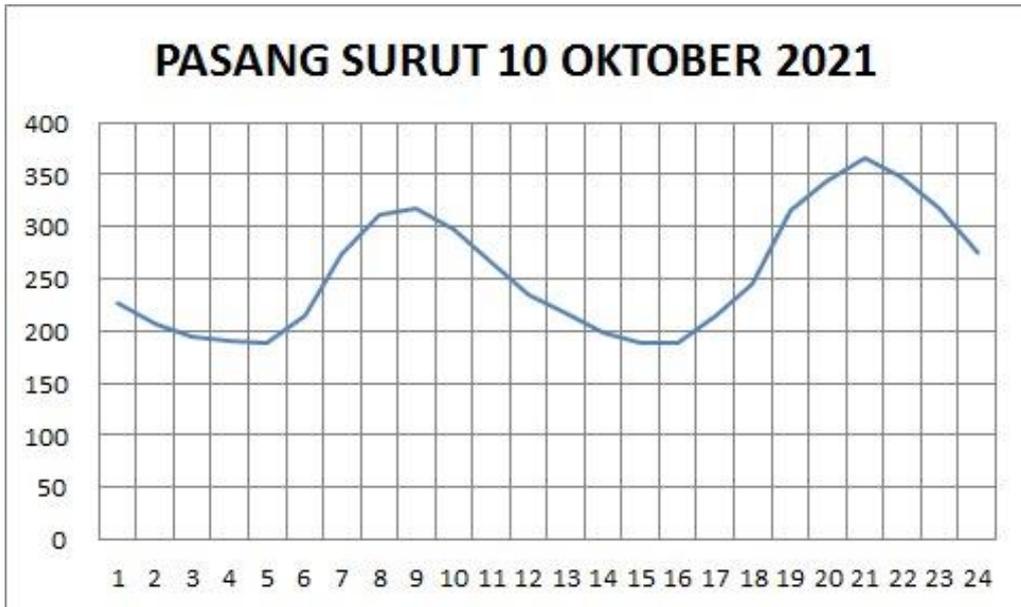
Tabel 4. grafik pasang surut Perairan Danau Labuan Cermin selama 3 hari di bulan Oktober tahun 2021.

	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

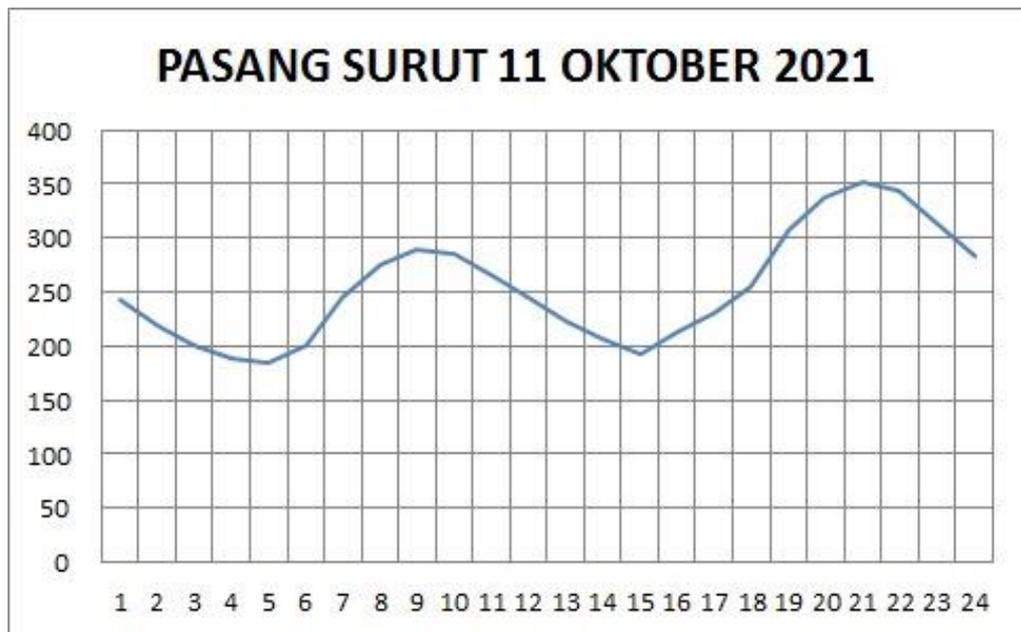
Karakteristik pasang surut ditentukan besarnya nilai amplitudo (A) dari komponen M2 dan S2 yang juga nilai ini akan digunakan pada perhitungan bilangan Formzahl untuk menentukan tipe pasang surut. Gaya pembangkit pasang surut dari hasil nilai amplitudo pada komponen M2 dan S2 (Tabel 4) pengaruh gaya pembangkit pasang surut dari bulan (M2) dan pengaruh gaya pembangkit pasang surut dari matahari (S2) dengan nilai amplitudo M2 sebesar 15 cm dan nilai amplitudo S2 sebesar 5 cm. Sehingga pasang surut di perairan Danau Labuan Cermin didominasi oleh gaya pembangkit pasang surut dari bulan. Gaya pembangkit ini sesuai dengan penjelasan Doodson (1928) bahwa M2 dan S2, saling terkait satu sama lain dalam pasang surut. Sehingga nilai amplitudonya M2 lebih besar daripada nilai S2. Namun, secara alami, nilai amplitudo ini dapat bervariasi dan dalam keadaan khusus, mungkin lebih besar nilai S2 daripada M2.



Gambar 9. Grafik Pasang Surut 09 Oktober 2021 Perairan Danau Labuan Cermin.



Gambar 10. Grafik Pasang Surut 09 Oktober 2021 Perairan Danau Labuan Cermin



Gambar 11. Grafik Pasang Surut 09 Oktober 2021 Perairan Danau Labuan Cermin

Tipe Pasang Surut Tipe pasang surut ditentukan menggunakan perhitungan Formzahl dengan menggunakan amplitudo dari komponen harmonik bulan (M2), matahari (S2), deklinasi bulan dan matahari (K1)

dan deklinasi matahari (P1). Berdasarkan hasil perhitungan bilangan Formzahl, dapat diketahui bahwa hasil tipe pasang surut perairan Balikpapan adalah tipe pasang surut campuran, condong ke harian ganda (mixed, prevailing semidiurnal tide) dengan nilai F sebesar 0,33 sesuai dengan klasifikasi pasang surut, condong ke harian ganda adalah $0,25 \leq F \leq 1,5$ (Tabel xx). Tipe ini adalah tipe pasang surut yang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam 1 piantan, namun kadang terjadi 1 kali pasang atau 1 kali surut. Hasil dari tipe pasang surut Perairan Danau Dua Rasa Labuan Cermin ini sejalan dengan hasil penelitian dari Sinaga (2013), Sulardi (2016), Siagian (2016) dan Hidayat (2016), yang menyatakan bahwa tipe pasang surut di Perairan Danau Dua Rasa Labuan Cermin adalah tipe campuran condong ke harian ganda. Grafik pasang surut Perairan Danau Labuan Cermin merupakan hasil dari pasang surut selama 3 hari di bulan Oktober tahun 2021.

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 2021. Dari hasil perhitungan pasang surut pada 3 hari pengamatan, waktu yang dibutuhkan dari pasang menuju surut memiliki durasi yang sama. Pasang surut pada perairan Danau Labuan Cermin terlihat perubahan muka air yang signifikan dalam jangka waktu 24 jam.

Salah satu keunikan dari pola pasang surut yang terjadi di Danau Dua Rasa Labuan Cermin adalah kondisi ketika air laut mulai pasang dan kondisi di perairan danau mulai surut berdasarkan data di lapangan hal ini diduga terjadi karena adanya aliran masuk air laut sehingga debit air yang keluar dari danau memanfaatkan momentum dari luas penampang dari aliran masuknya air laut.

C. Arus dan Debit Air

1. Arus

Pengukuran arus dilakukan pada saat keadaan air pasang tertinggi dan surut terendah, dengan kondisi kanal dari Danau Dua Rasa Labuan Cermin dikelilingi dengan batuan karst atau batuan kapur yang tajam dan kokoh sehingga menyulitkan pengukuran data arus dan waktu pengambilan menambah resiko karena puncak air surut terendah berada pada waktu dini hari sehingga memerlukan perlengkapan yang digunakan pada waktu tersebut, selain itu dengan rendahnya posisi air menyulitkan pergerakan kapal dalam bermanuver diantara tiga titik kanal. Hasil pengukuran dari kecepatan arus baik di saat pasang maupun surut adalah sebagai berikut :

Tabel 5 . Hasil Pengukuran Arus pada Surut Terendah

Lokasi	Waktu	Lapisan	Kecepatan arus (m/det)	Kedalaman (m)
Kanal 1	03.15 wita	Permukaan	149	1,55 m
		Tengah	-	
		Dasar	153	
Kanal 2	3.20 wita	Permukaan	375	1,55 m
		Tengah	341	
		Dasar	193	
Kanal 3	3.35 wita	Permukaan	163	0,64 m
		Tengah	121	
		Dasar	109	

Dari pengukuran arus pada surut terendah diperoleh data bahwa kecepatan arus lebih cepat dibandingkan pada saat pasang tertinggi yang dimungkinkan karena jumlah air yang keluar lebih banyak dibandingkan pada saat pasang tertinggi. Hal ini diduga pada saat surut terendah air yang keluar di bantu oleh pergerakan surut air terendah laut sehingga membantu atau menambah kecepatan arus dimana air yang tertampung

di dalam Danau Dua Rasa Labuan Cermin memiliki massa yang berbeda yang mana massa air laut lebih berat dibandingkan massa air tawar yang berada di permukaan perairan sehingga memberikan dorongan ke arah luar.

Tabel 6. Hasil Pengukuran Arus pada Pasang Tertinggi

Lokasi	Waktu	Lapisan	Kecepatan arus (m/det)	Kedalaman (m)
Kanal 1	21.16 wita	Permukaan	157	2,59 meter
		Tengah	117	
		Dasar	7	
Kanal 2	21.40 wita	Permukaan	99	3,69 meter
		Tengah	101	
		Dasar	33	
Kanal 3	21.27 wita	Permukaan	75	2,28 meter
		Tengah	76	
		Dasar	51	

Pengukuran arus pada pasang tertinggi yang terdiri dari tiga titik pengambilan data yaitu, pada permukaan, tengah, dan dasar dengan lebar penampang kanal 19.30 meter dengan kedalaman 2,5 meter pada titik kanal 1 dan 3,69 meter pada titik kanal 2 serta 2,28 meter pada titik kanal 3 dengan panjang kanal dari dalam ke luar sekitar 28 meter. Kecepatan arus lebih lambat dibandingkan dengan pengukuran arus pada saat surut terendah, dimana kedalaman dari tiga titik kanal yang diambil yaitu di pinggir, tengah, dan di pinggir sebrang dengan kedalaman kisaran 0,64 meter sampai dengan 1,55 meter pada tiga titik yang sama pada pengukuran arus di pasang tertinggi dari Danau Dua Rasa Labuan Cermin atau dapat disimpulkan berdasarkan hasil pengukuran arus secara vertikal pada tiga kedalaman yaitu permukaan, tengah dan dasar perairan diperoleh hasil yang bervariasi. Rata-rata dari hasil pengukuran arus pada surut terendah di permukaan, tengah, dan dasar perairan adalah 229

m/detik, 152 m/det, 231 m/det. Sedangkan pada pasang tertinggi diperoleh hasil pengukuran arus di permukaan, tengah, dan dasar perairan yaitu, 128 m/det, 30 m/det, 98 m/det. Perbandingan hasil menunjukkan bahwa arus mengalir lebih cepat pada saat surut terendah

Tabel 7. Hasil Pengukuran Arus pada Mata Air Tawar yang terbesar pada Pasang Tertinggi

Waktu	Lapisan	Kecepatan Arus (m/det)	Kedalaman (m)
9.23 wita	Permukaan	48	0,57 m
	Tengah	59	
	Dasar	53	

Pengukuran juga dilakukan pada sumber mata air tawar yang berada di sebelah Selatan yang merupakan mata air tawar yang terbesar di antara beberapa mata air tawar di sekitar Danau Dua Rasa Labuan Cermin. Sumber air tawar ini hingga saat ini masih digunakan masyarakat sebagai kebutuhan sumber air bersih bagi masyarakat sekitar Biduk-Biduk yang dialirkan melalui pipa karet berdiameter 6 inch, sehingga dianggap perlu untuk diukur. Adapun hasil pengukuran diperoleh angka pada permukaan 48 m/det, tengah 59 m/det, dan dasar 53 m/det dengan kedalaman 0,57 meter. Ini membuktikan bahwa frekuensi yang keluarnya air tawar dari sumber mata air tersebut juga mempengaruhi sebaran air tawar di permukaan Danau Dua Rasa Labuan Cermin walaupun volume air tidak sebanyak air laut yang masuk ke dalam danau, tetapi secara langsung berdampak pada jumlah air tawar yang tidak pernah habis tetapi mungkin bisa berkurang dan ditambah lagi dengan sumber-sumber mata air tawar yang tersebar di sekeliling pinggiran Danau Dua Rasa Labuan Cermin.

Hal unik yang terjadi pada saat pengukuran arus adalah ketika dua jam sebelum puncak pasang air laut, arus dua titik secara vertikal yaitu permukaan dan tengah aliran masuknya air laut atau kanal danau adalah

adanya perubahan arah arus dimana arah arus di dasar perairan berbeda dengan arah arus yang berada di tengah dan permukaan perairan.

2. Debit Air

Berdasarkan pengolahan data dari kecepatan arus maka hasil data debit air berbanding lurus dengan data debit air dikarenakan hasil data debit diperoleh dari data kecepatan arus dengan perhitungan data kecepatan arus dikalikan luas penampang basah lokasi pengambilan data.

Tabel 8. Hasil Pengukuran Debit air pada Danau Dua Rasa Labuan Cermin

Waktu	Lapisan	Debit (m ³ /det)	Luas penampang	Tinggi muka air	
03.15-03.15 wita	Permukaan	123752	540,4 m ²	Surut terendah	
	Tengah	81961			
	Dasar	124832			
21.16-21.40 wita	Permukaan	69171		116 m ²	Pasang tertinggi
	Tengah	52959			
	Dasar	16392			
9.23 wita	Permukaan	5568	116 m ²		Pasang tertinggi
	Tengah	6844			
	Dasar	6148			

Dari perhitungan di atas diperoleh debit air permukaan sebesar 123.752 m³/det, tengah 81.961 m³/det, dan dasar 124.832 m³/det pada surut terendah dan di saat pasang tertinggi diperoleh debit sebesar, permukaan 69.171 m³/det, tengah 52.959 m³/det, dan dasar 16.392 m³/det sedangkan pada sumber mata air tawar pada saat pasang tertinggi diperoleh debit air pada permukaan sebesar 5.568 m³/det, tengah 6.844 m³/det, dan dasar 6.148 m³/det. Sehingga dapat disimpulkan bahwa debit air yang paling besar pada saat surut terendah.

Maka dari itu, dapat dilihat dengan jelas keterkaitan atau adanya hubungan yang kuat antara nilai kecepatan arus dan nilai debit air, ini dibuktikan melalui hasil perhitungan arus dan debit air berbanding lurus

D. Salinitas dan Suhu

Berdasarkan data salinitas dan suhu yang diperoleh pada saat pasang tertinggi dan surut terendah, kondisi pada stasiun 1,3,4, dan 5 yang berada di sekeliling pinggir perairan danau menunjukkan data suhu yang rendah dikarenakan tutupan vegetasi seperti pohon besar yang rindang dan menjulang tinggi sehingga menghalangi sinar matahari mencapai perairan berbanding terbalik dengan stasiun yang berada di tengah danau yang lebih banyak terkena paparan sinar matahari dan tidak ada halangan untuk menerima sinar matahari sehingga suhu stasiun yang berada di tengah danau menunjukkan data yang lebih tinggi dengan nilai 24-28 derajat celcius dan diduga pengaruh dari sumber mata air tawar yang memiliki suhu rendah yang berpotensi mengakibatkan menurunkan suhu perairan permukaan danau, sedangkan suhu di bagian tengah hingga dasar perairan berbanding terbalik dengan suhu yang berada di permukaan perairan danau .

Data salinitas di setiap stasiun memiliki nilai rendah dengan kisaran 4 - 23 ppm pada bagian dasar perairan danau, tengah berkisar antara 4 - 8 ppm, dan permukaan perairan danau 0 ppm. Berdasarkan data tersebut dapat dibuktikan bahwa bagian permukaan perairan danau merupakan air tawar dan pada kedalaman tertentu hingga dasar perairan danau merupakan air laut.

Tabel 9. Hasil Pengukuran Salinitas dan Suhu pada Danau Dua Rasa
Labuan Cermin

Pasang tertinggi	Stasiun 1 (mata air Tawar)		
	Lapisan	Salinitas	Suhu
	Permukaan	0	25

Pasang tertinggi	Tengah	4	25
	Dasar	6	26
	Stasiun 2 (tengah danau)		
	Lapisan	Salinitas	Suhu
	Permukaan	0	25
	Tengah	8	25,5
	Dasar	23	28
	Stasiun 3 (mata air Tawar)		
	Lapisan	Salinitas	Suhu
	Permukaan	0	25
	Tengah	5	25
	Dasar	6	25
	Stasiun 4 (sebelah barat danau)		
	Lapisan	Salinitas	Suhu
	Permukaan	0	24
	Tengah	5	25
	Dasar	8	25,5
	Stasiun 5 (bagian terdalam danau)		
	Lapisan	Salinitas	Suhu
	Permukaan	0	25
Tengah	5	25	
Dasar	4	25	
Surut terendah	Stasiun 1 (mata air Tawar)		
	Lapisan	Salinitas	Suhu

Surut Terendah	Permukaan	1	25
	Tengah	3	25
	Dasar	5	26
	Stasiun 2 (tengah danau)		
	Lapisan	Salinitas	Suhu
	Permukaan	1	25
	Tengah	17	26
	Dasar	19	28
	Stasiun 3 (mata air Tawar)		
	Lapisan	Salinitas	Suhu
	Permukaan	2	25
	Tengah	4	25
	Dasar	9	26
	Stasiun 4 (sebelah barat danau)		
	Lapisan	Salinitas	Suhu
	Permukaan	1	25
	Tengah	3	25
	Dasar	4	25
	Stasiun 5 (bagian terdalam danau)		
	Lapisan	Salinitas	Suhu
	Permukaan	0	25
	Tengah	8	25,5
	Dasar	9	26
	Sumber air tawar terbesar		

Surut Terendah	Lapisan	Salinitas	Suhu
	Permukaan	0	24,5
	Tengah	-	-
	Dasar	0	25

Pada umumnya kondisi salinitas dan suhu di laut ketika cuaca cerah dan dengan naiknya suhu secara otomatis akan meningkatkan salinitas dan berbeda jika dibandingkan dengan kondisi di Danau Dua Rasa Labuan Cermin. Kondisi ini terjadi dikarenakan adanya pencampuran air tawar dan air laut sehingga memunculkan keunikan tersendiri pada perairan Danau Dua Rasa Labuan Cermin.

Jika dilihat dari hasil penelitian tentang salinitas dan suhu dapat disimpulkan, bahwasanya fenomena yang terjadi perubahan salinitas dan suhu yang terjadi di Danau Dua Rasa Labuan Cermin dapat dikategorikan unik, berdasarkan data dan fakta yang ada pada saat pengambilan data.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Terbentuknya peta kontur dasar perairan Danau dengan kondisi pasang surut yang unik menghasilkan pola arus dan debit air yang berbeda dengan keadaan perairan pesisir dan laut pada umumnya, secara langsung fenomena tersebut mempengaruhi pola suhu dan salinitas yang berada di Danau Dua Rasa Labuan Cermin.

B. SARAN

Diharapkan penelitian ini dapat menjadi data acuan untuk penelitian selanjutnya. Untuk penelitian berikutnya perlu adanya kajian lebih lanjut untuk algoritma yang sesuai untuk melengkapi kekurangan dalam penelitian ini di perairan Danau Dua Rasa Labuan Cermin.

DAFTAR PUSTAKA

- Standar Nasional Indonesia. 2010. Survei Hidrografi Menggunakan Singlebeam Echosounder. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- USGS, 2017. Topographic Map Symbols. Uni Soviet Department of the Interior.
- Indrayani, E., K. H. Nitimulyo., S. Hadisusanto dan Rustadi. 2015. Peta Batimetri Danau Sentani Papua. Jurnal Depik. 4 (3):116-120.
- Dronkers, J. J., 1964, Tidal Computations in rivers and coastal waters, NorthHolland Publishing Company, Amsterdam.
- Priyana, 1994, Studi Pola Arus Pasang Surut di Teluk Labuhantereng Lombok, Nusa Tenggara Barat, Skripsi Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan Dan Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Triatmodjo Bambang. (1999). Teknik Pantai. Unit Antar Universitas Ilmu Teknik, Universitas Gaja Mada, Beta Offset, Yogyakarta.
- Nybakken, W.J., 1988. Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologis. Gramedia, Jakarta: 459 hal.
- Nontji, A., 2002. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan. Jakarta: 59-67.
- Gross, M. 1990. Oceanography sixth edition. New Jersey : Prentice-Hall.Inc.
- Sudarto,1993, Pembuatan Alat Pengukur Arus Secara Sederhana, osena, Jakarta
- Djoko. 2011. Laut Nusantara. Jakarta : Erlangga
- Annisa. 2008. Pengamatan Perairan. Jakarta : Djambatan
- Denni. 2011. Konsep Fisika dan Kimia Laut. Jakarta: Erlangga
- Ariyat, D. (2005). Pengantar Oseanografi. Jakart 10 pta: UI Press
- Raharjo, S. dan Harpasis S. S. 1982. Oseanografi Perikanan 1. CV. Petra Djaja. Jakarta.
- Valiela, I. 1995. Marine ecological processes. 2nded. Springer-Verlag, New York, 686 p.

Sunarto., 1991. Geomorfologi Pantai. Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik.
Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 52 hal.

Van Zuidam, et, al 1983. Guide to Geomorphologic aerial photographic
interpretation and mampping.

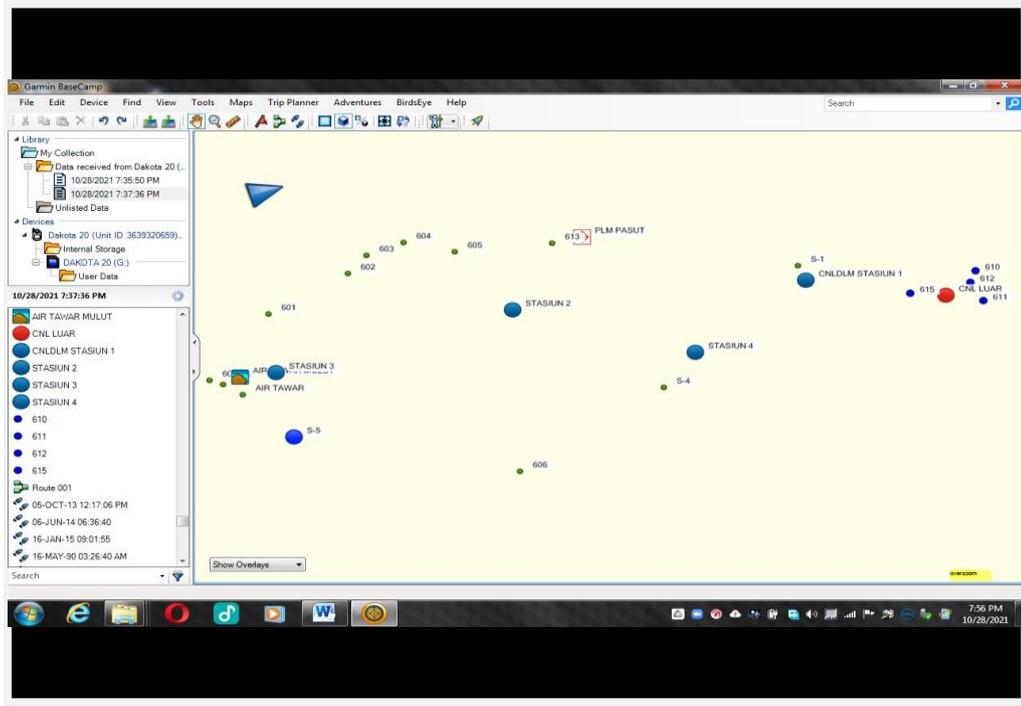
LAMPIRAN



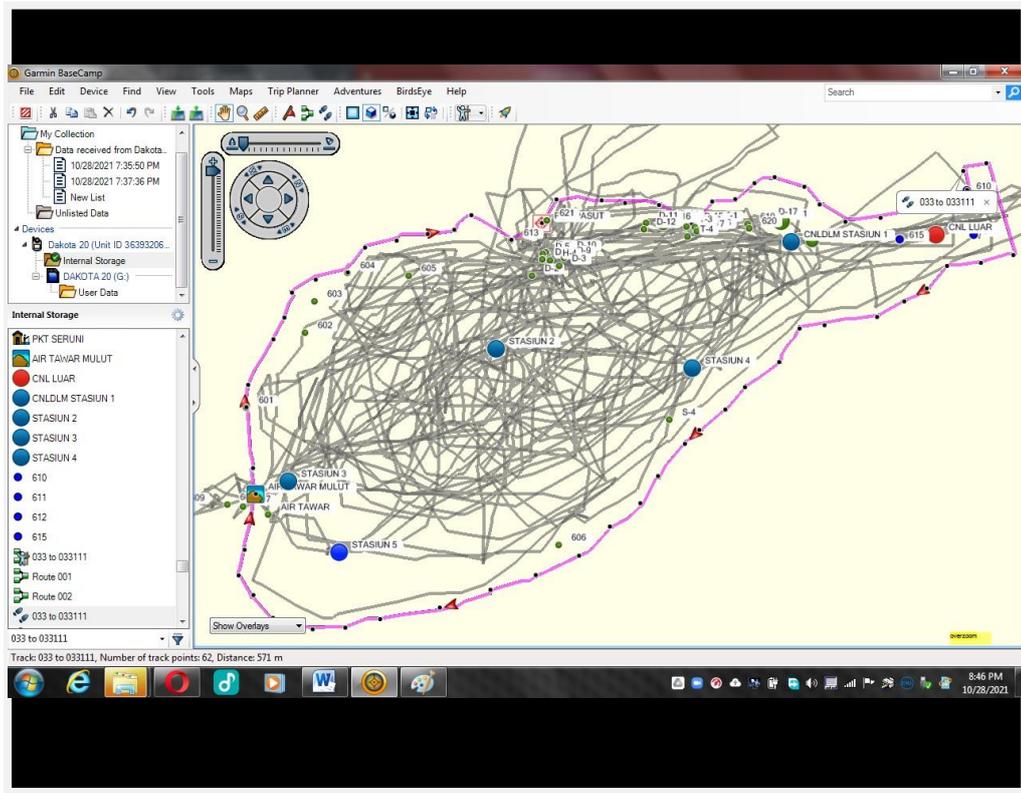
lokasi Penelitian di Kampung Biduk-Biduk



Danau Dua Rasa di Kampung Biduk-Biduk



Tampilan stasiun Penelitian



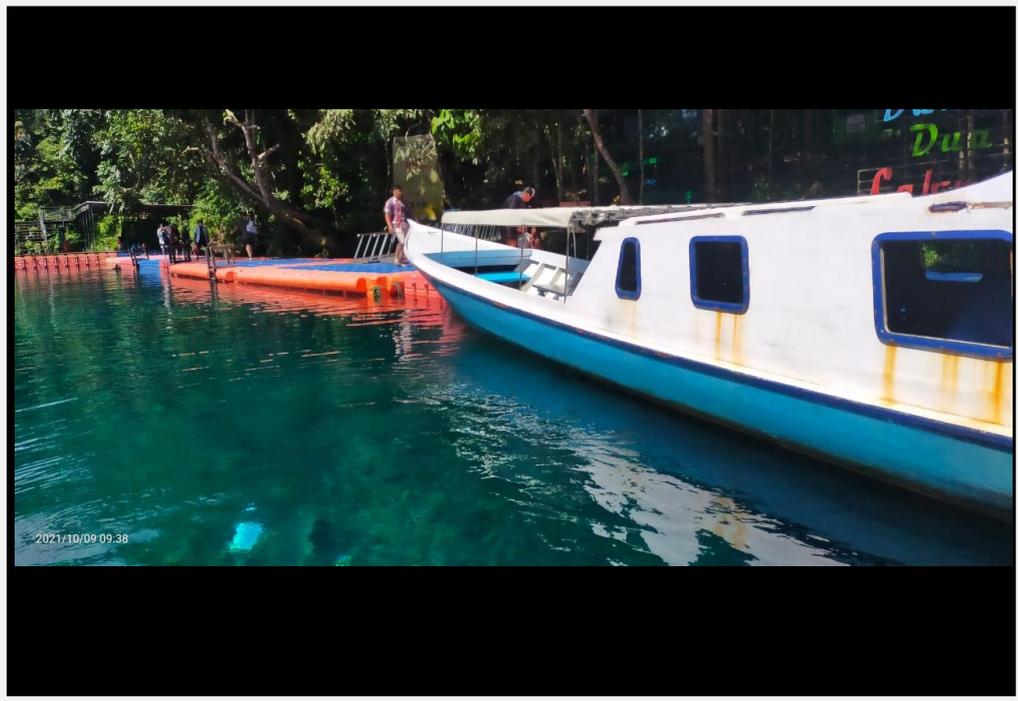
Track Batimetri pada saat Pengambilan data



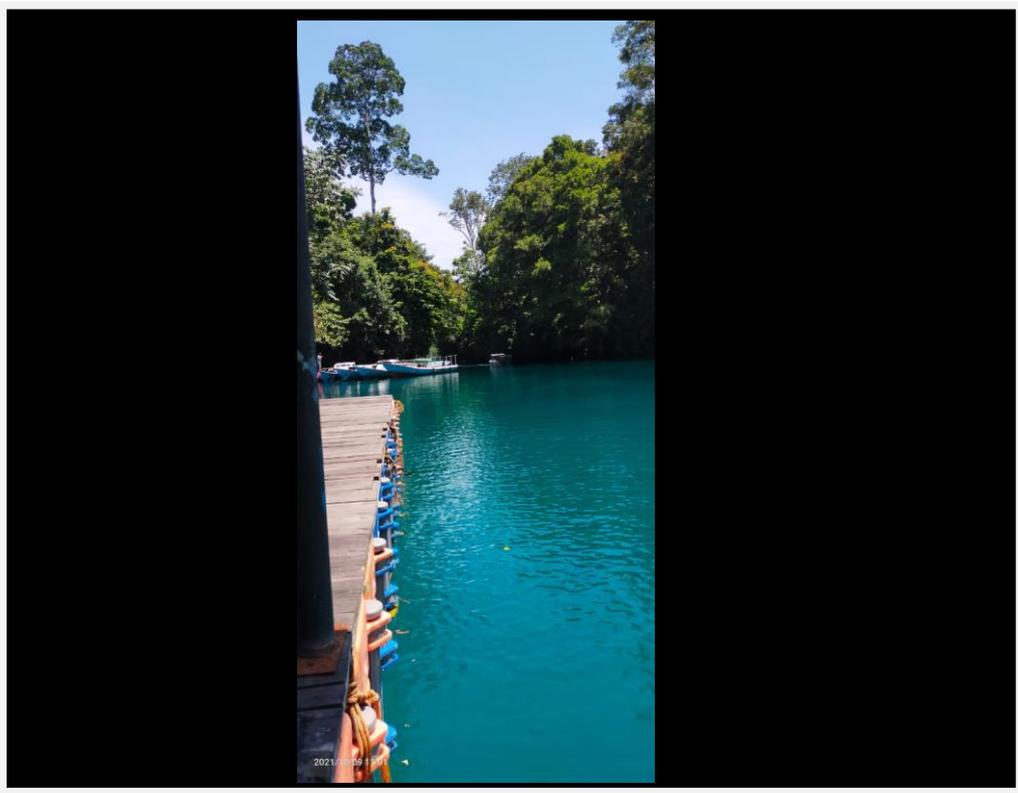
Pertemuan dengan Kepala Kampung Biduk-Biduk



Diskusi dengan Kepala Kampung Biduk-Biduk



Aktivitas pengunjung di Danau Dua Rasa Labuan Cermin



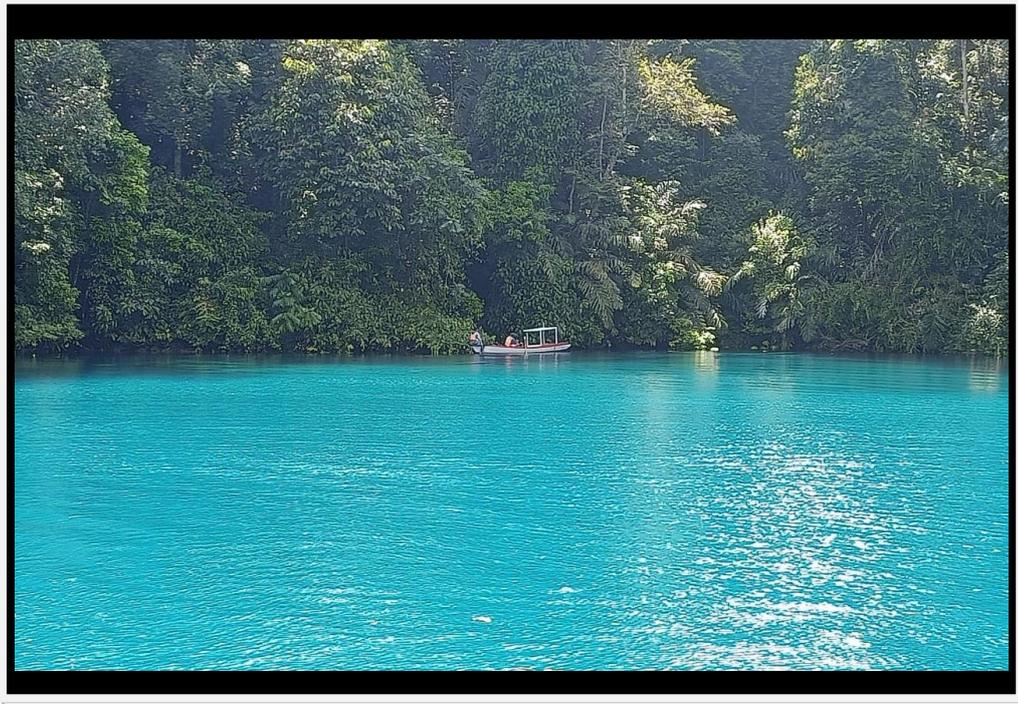
Kapal Pengunjung



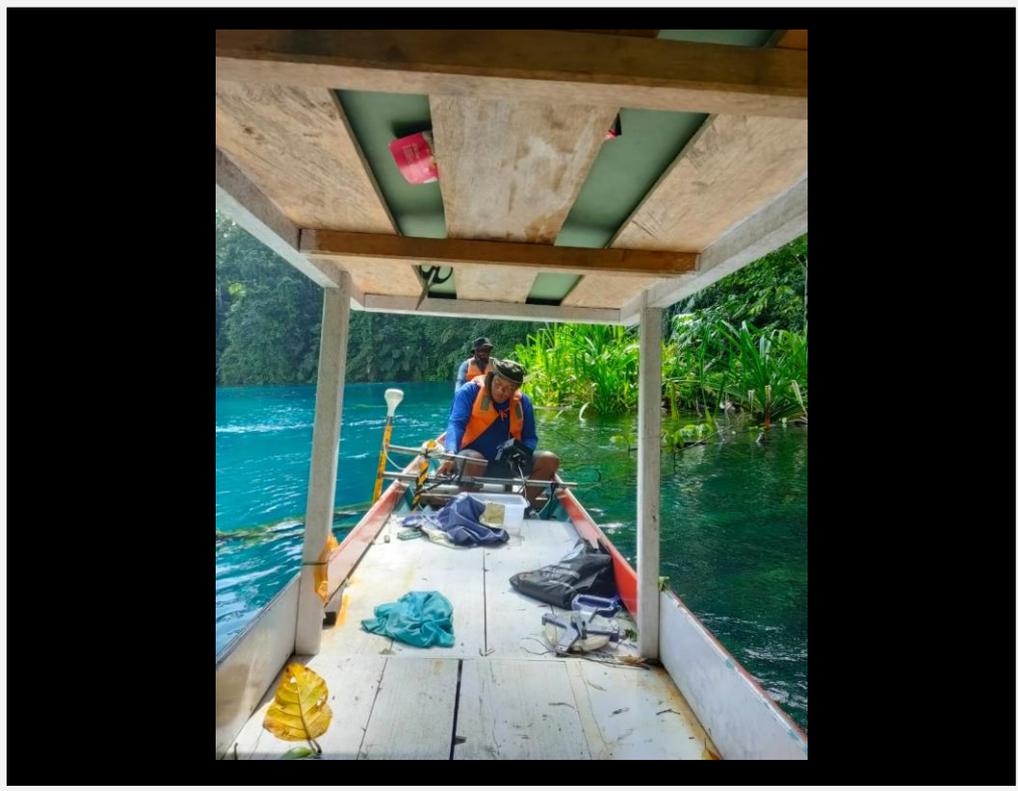
Kondisi Dermaga DANau Dua Rasa Labuan Cermin



Persiapan pengambilan Data



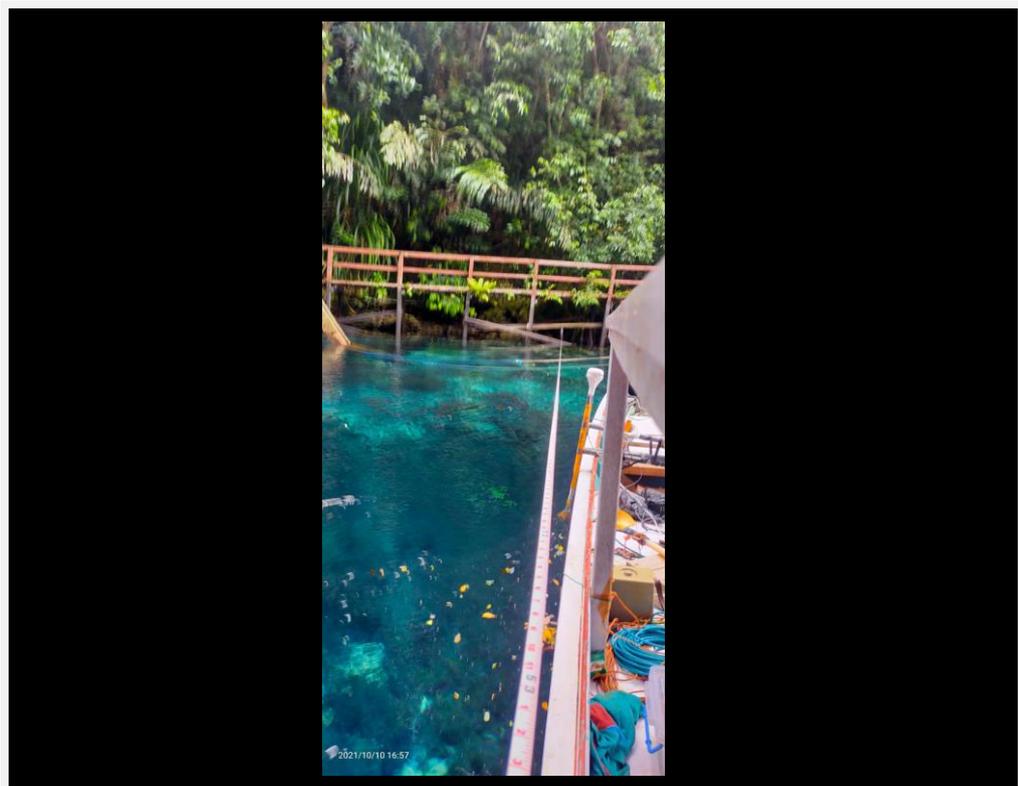
Pengambilan data batimetri



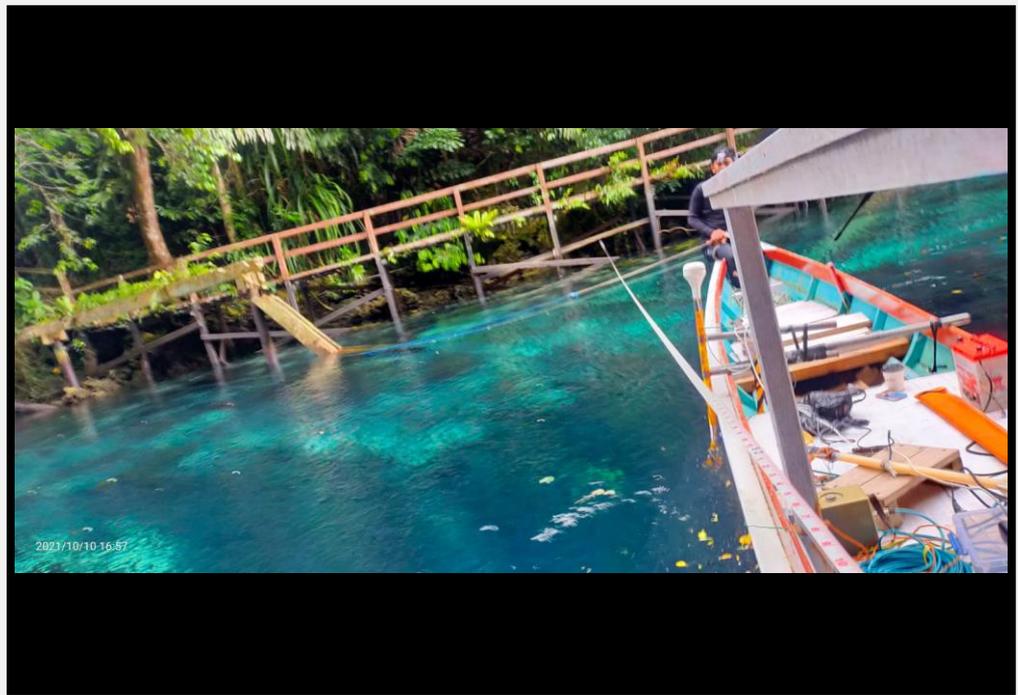
Situasi Pengambilan data batimetri



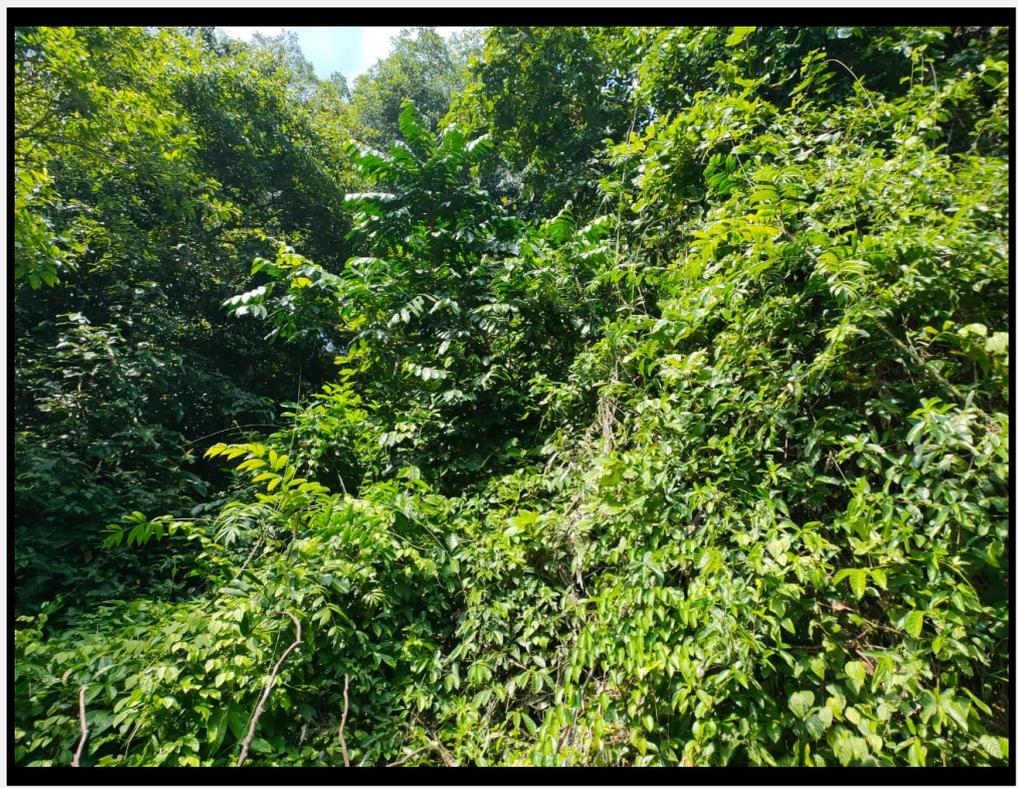
Situasi Pengambilan data batimetri



pengukuran lebar kanal danau



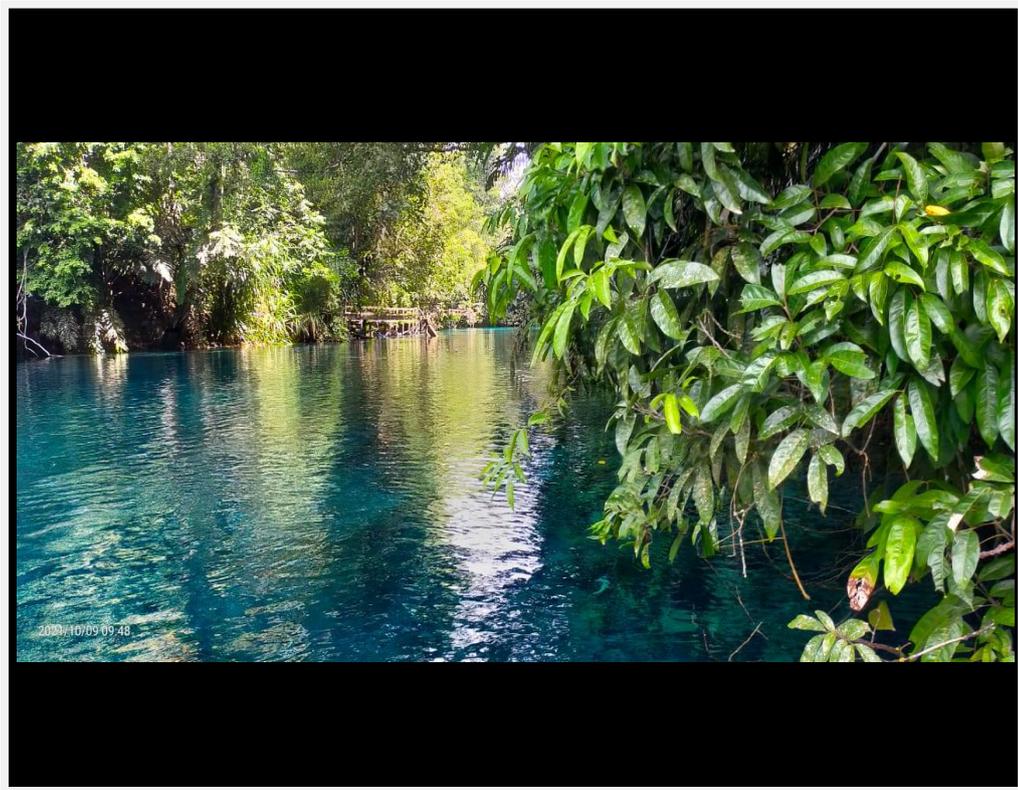
Gambar 1. pengukuran lebar kanal danau



Vegetasi di pinggir danau



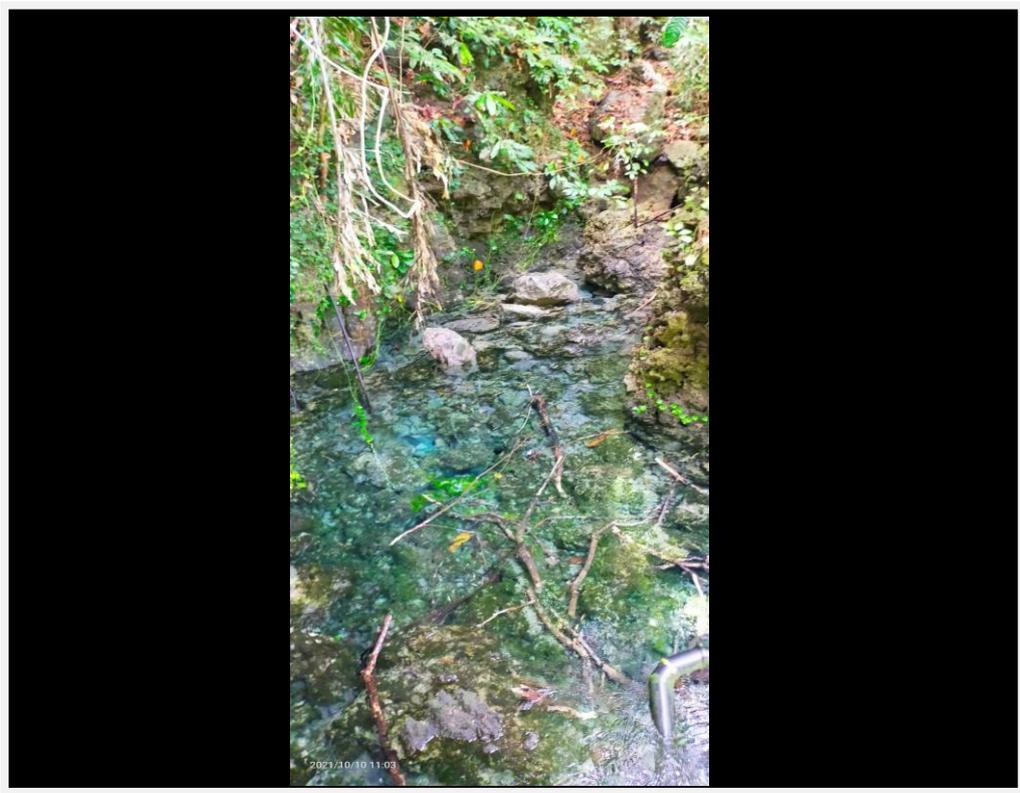
Vegetasi di pinggir danau



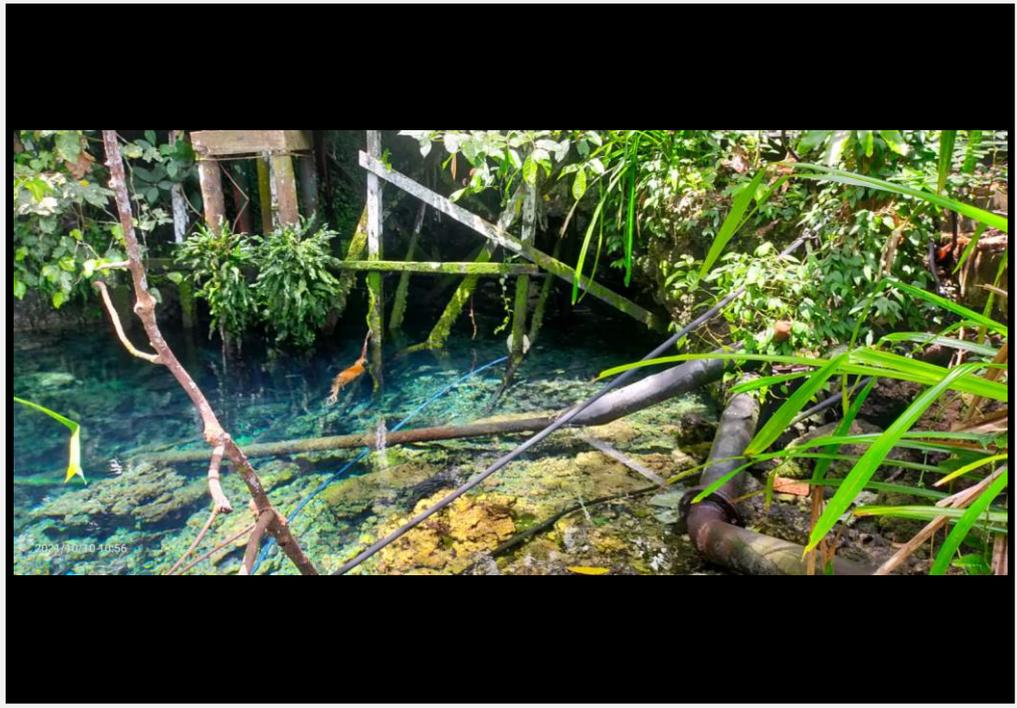
Kanal tampak dari dalam danau



sumber mata air tawar



Gambar 1. lokasi Penelitian di Kampung Biduk-Biduk



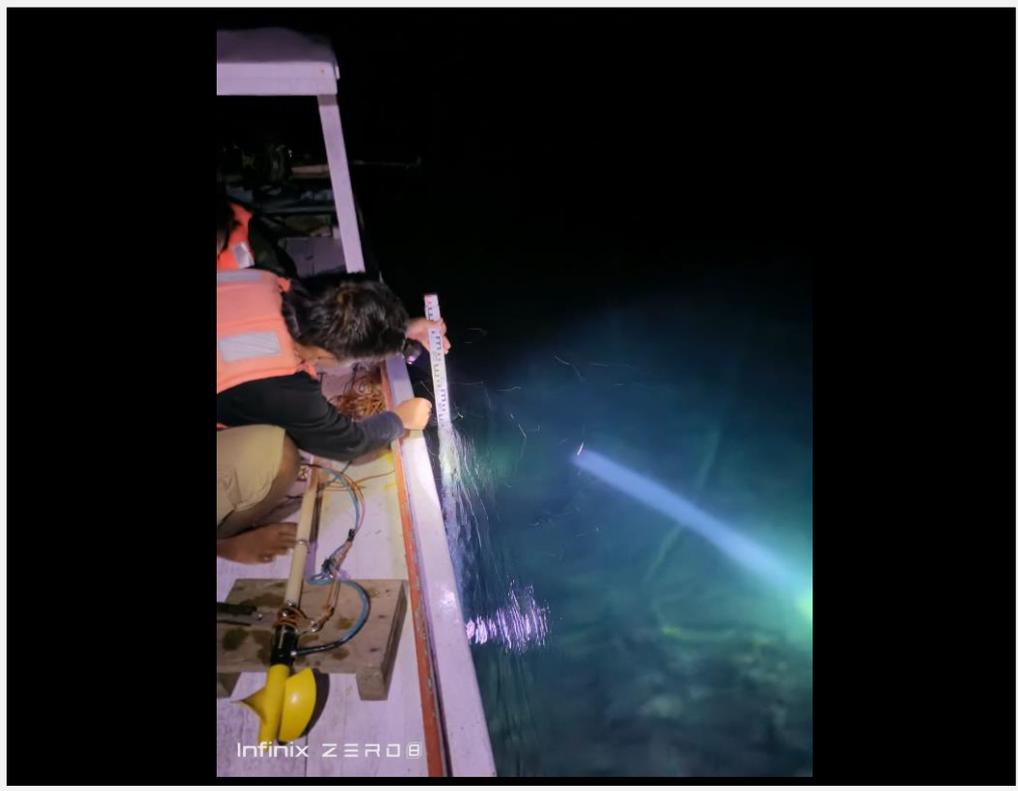
Pipa air bersih untuk masyarakat Biduk-Biduk di danau



Mata air tawar tampak dari dekat



Pengambilan data pada saat malam hari



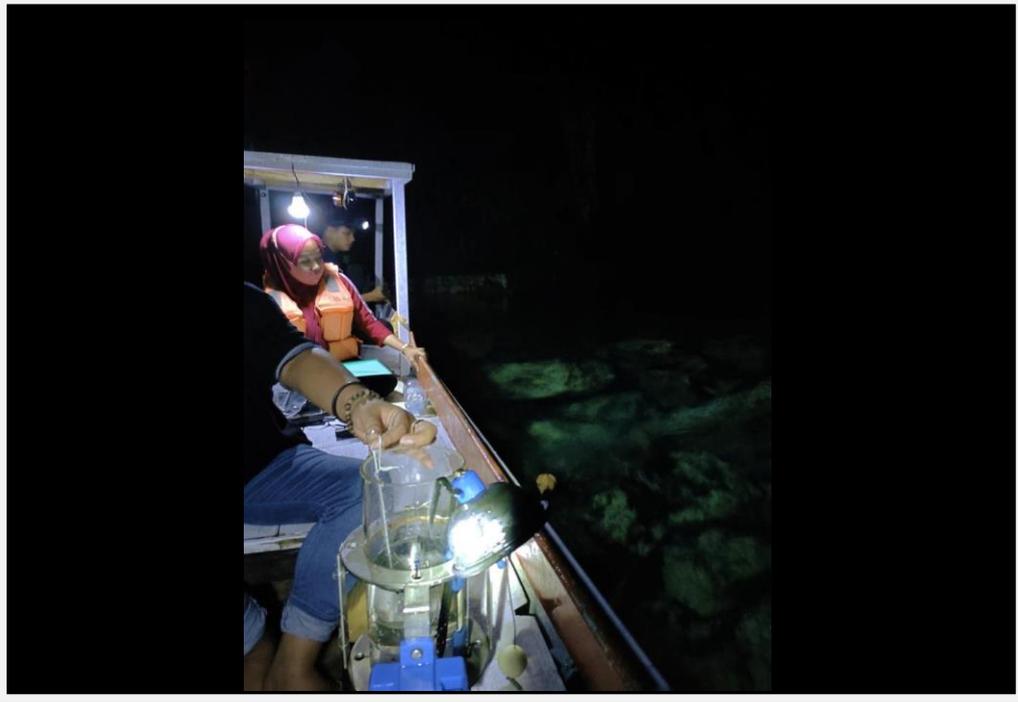
Pengambilan data pada saat malam hari



Pengambilan data pada saat malam hari



Pengambilan data pada saat malam hari



Pengambilan data pada saat malam hari



Base team