

KAJIAN BATIMETRI DAN MORFOMETRI DANAU PANGOLOMBIAN KOTA TOMOHON

Christian Beckham Liuw^{1*}, Maxi Tendean², Joyce Christian Kumaat³

^{1,2,3} Program Studi Geografi, Fakultas Ilmu Sosial dan Hukum, Universitas Negeri Manado

liuwchristianbeckham@gmail.com

Abstract: Lakes play an important role in freshwater ecosystems, ecological functions, fish farming, and the socio-economic aspects of communities. The Pangolombian Lake in Tomohon City is often utilized by the community for fish farming and other activities. The lack of physical data is an obstacle in its management, so more in-depth research is needed for sustainable lake management. The purpose of this study was to determine the bathymetry and morphometric aspects of Lake Pangolombian, Tomohon City. The type of research used is descriptive quantitative with survey and field observation methods, including measurement of lake depth using echosounder, and morphometric analysis through mapping and GIS techniques. The results showed that lake pangolombian tomohon city based on bathymetry aspects, there are variations in depth which are divided into 8 classifications. Depths ranging from 8.82 - 11.88 meters, located in the middle of the lake, and depths of 0.30 - 4.25 meters, as shallow waters scattered along the edges of the lake. In the morphometric aspect, the lake has a surface area of 37,651.72 m², a maximum length of 284.93 m, a maximum width of 156.92 m, and a length of the lake circumference of 915 m. The average depth value is 4.73 m, the maximum depth is 11.88 m. While the development of the lake volume shows a value of 1.19, with a total lake water volume of 178,092,635.6 m³ and a water discharge of 0.21883 m³/second.

Keywords: Bathymetry, Morphometry, Mapping and GIS, Pangolombian Lake, Tomohon

Abstrak: Danau berperan penting dalam ekosistem air tawar, fungsi ekologis, budidaya perikanan, dan aspek sosial ekonomi masyarakat. Danau pangolombian kota tomohon sering dimanfaatkan masyarakat untuk budidaya ikan dan aktivitas lainnya. Kurangnya data fisik menjadi hambatan dalam pengelolaannya, sehingga diperlukan penelitian lebih mendalam untuk manajemen danau yang berkelanjutan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui aspek batimetri dan morfometri danau pangolombian kota tomohon. Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif deskriptif dengan metode survei dan observasi lapangan, meliputi pengukuran kedalaman danau menggunakan echosounder, dan analisis morfometri melalui teknik pemetaan maupun SIG. Hasil penelitian menunjukkan bahwa danau pangolombian kota tomohon berdasarkan aspek batimetri, terdapat variasi kedalaman yang terbagi menjadi 8 klasifikasi. Kedalaman berkisar 8.82 – 11.88 meter, berada pada bagian tengah danau, dan kedalaman 0.30 – 4.25 meter, sebagai perairan dangkal tersebar di sepanjang tepi danau. Sedangkan aspek morfometri, danau ini memiliki luas permukaan 37.651, 72 m², panjang maksimum 284.93 m, lebar maksimum 156.92 m, dan panjang keliling danau 915 m. Nilai kedalaman rata-rata 4.73 m, kedalaman maksimum 11.88 m. Sedangkan perkembangan volume danau menunjukkan nilai 1.19, dengan volume total air danau 178.092.635,6 m³ dan debit air yaitu 0.21883 m³/detik.

Kata Kunci: Batimetri, Morfometri, Pemetaan dan SIG, Danau Pangolombian, Tomohon

PENDAHULUAN

Perairan tawar terbagi atas dua jenis habitat, yaitu perairan lotik yang mengalir dan perairan lentik yang tergenang. Danau adalah contoh perairan tergenang yaitu memiliki air yang dalam dan tepian yang curam, dengan air yang jernih dan tanaman air terbatas di

tepiannya. Danau memiliki peran ekologis, budidaya, dan sosial ekonomi yang penting bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup manusia, termasuk menjaga keseimbangan ekosistem air dan kehidupan di dalamnya, kegiatan budidaya perikanan tawar, serta

sebagai sumber penghidupan bagi masyarakat sekitar.

Danau Pangolombian merupakan sebuah danau alami dan merupakan sebuah danau yang tidak memiliki inlet namun tetap memiliki outlet. Hal ini terjadi disebabkan oleh karena inlet atau sumber pasokan air danau ini berasal dari sumber yang tidak terlihat atau tidak dapat dilihat secara langsung seperti air tanah maupun mata air. Danau Pangolombian adalah sumber daya vital bagi masyarakat sekitar. Selain sebagai tempat budidaya ikan melalui keramba air tawar, danau ini juga sering menjadi tempat untuk memancing maupun wisata walaupun tidak begitu optimal. Airnya pun digunakan masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari seperti mencuci pakaian maupun kegiatan lainnya. Informasi atau data dasar mengenai danau ini masih terbatas. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengumpulkan data dasar tentang kondisi fisik danau. Data yang terkumpul akan mendukung pengelolaan yang berkelanjutan dan optimal di kawasan Danau Pangolombian di masa depan.

Danau adalah sistem hayati (ekosistem) air tawar yang tergenang (lentik), dan ukurannya lebih besar dari kolam karena cekungan/basin yang berada di permukaan bumi yang terisi oleh air. Sumber air danau pada umumnya berasal dari berbagai sumber seperti mata air, air tanah, air sungai dan juga berasal dari air hujan. Danau merupakan sumber air yang membantu dan mendukung fungsi keanekaragaman hayati, merupakan tempat dan sumber pembentukan dari protein, mengendalikan toksisitas pada badan air, meredam fluktuasi banjir sungai, mengisi air tanah, mengendalikan iklim, digunakan untuk transportasi, olahraga, dan pariwisata, serta memainkan peran penting dalam tradisi, budaya, dan agama (Soeprbowati, 2012).

Batimetri merupakan studi tentang kedalaman air danau maupun dasar perairan. Konstruksi atau yang sering dikenal sebagai struktur dari dasar danau dapat disusun dan membentuk kontur atau relief dasar perairan yang kemudian dipahami sebagai batimetri. Menurut Indrayani et al., (2015) data batimetri, yang biasanya disajikan dalam bentuk peta, diperlukan untuk memahami hidrodinamika suatu badan air. Batimetri adalah garis khayal atau garis imajiner yang menghubungkan titik-titik dengan kedalaman yang sama. Survei batimetri dapat menjadi aspek penting dalam

rangka perencanaan pengelolaan sebuah wilayah baik pesisir atau lainnya (Tendean et al., 2020). Peta batimetri menunjukkan bentuk dasar danau dengan garis kontur kedalaman, sehingga memberikan data tambahan guna keperluan navigasi permukaan. Data batimetri diperoleh dengan teknik interpolasi untuk pendugaan kedalaman (Soeprbowati, 2012). Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sebuah bidang dinamis yang akan memberikan kemampuan untuk menangkap, menyimpan, menganalisis dan memvisualisasikan data dengan berbagai cara yang sebelumnya sulit untuk dibayangkan (Kumaat, 2023). Pengertian SIG sendiri merupakan teknologi atau alat yang sangat penting untuk menyimpan, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan kondisi alam menggunakan data atribut dan data spasial.

Data morfometri diperlukan untuk menentukan lapisan danau dan seberapa banyak atau seberapa besar potensi danau tersebut dapat dimanfaatkan oleh manusia. Deskripsi atau gambaran terkait morfometri dan kualitas air merupakan kekuatan atau daya awal yang mendasari kemampuan (potensi) danau. Aspek morfometri berguna untuk mengetahui ada tidaknya pendangkalan dan untuk mengetahui beberapa indeks kesuburan perairan. Kondisi perairan tersebut dapat diketahui dengan bantuan informasi mengenai morfologi, waktu tinggal air, dan kedalaman. Informasi morfometri akan memberikan data seperti kedalaman air, luas perairan, bentuk danau, penetrasi cahaya, perbaikan maupun perkembangan danau dan lain-lain. Dari data tersebut akan diperoleh informasi mengenai keadaan danau yang pada akhirnya akan dimanfaatkan untuk mengelola perairan sehingga pemanfaatan perairan dapat dikelola secara berkelanjutan (Ma'rufi et al., 2015).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui aspek batimetri dan morfometri Danau Pangolombian di Kecamatan Tomohon Selatan, Kota Tomohon.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif deskriptif, dengan metode survei dan observasi lapangan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September s/d November 2023, di Danau Pangolombian yang berada di Kelurahan

Pangolombian, Kecamatan Tomohon Selatan, Kota Tomohon, Provinsi Sulawesi Utara. Danau ini terletak pada titik koordinat $1^{\circ} 15' 48''$ LU - $124^{\circ} 50' 24''$ BT dan $1^{\circ} 15' 54''$ LU - $124^{\circ} 50' 30''$ BT.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Pada tahap pengambilan data, pengukuran batimetri dilakukan di lapangan menggunakan alat *Echosounder* dan GPS. *Echosounder* digunakan untuk mendapatkan data kedalaman dan bentuk dasar perairan, sementara GPS digunakan untuk memperkirakan lokasi kapal atau objek di permukaan air. Data titik lokasi pengukuran kedalaman danau diperoleh dengan membuat grid pengukuran di seluruh permukaan danau, di mana jumlah titik pengukuran dapat disesuaikan dengan tingkat akurasi yang diinginkan. Setelah pola grid dibuat, *Echosounder* digunakan untuk mengukur kedalaman di setiap titik pengukuran dengan frekuensi suara yang lebih tinggi untuk mengatasi gangguan seperti pantulan rumput di dasar danau. Data batimetri dan morfometri yang diperoleh di lapangan diolah menggunakan *software* Microsoft *Excel*, Google Earth Pro, dan ArcMap. Data morfometri diperoleh melalui pengukuran langsung dengan GPS dan kemudian diproses untuk analisis lebih lanjut menggunakan ArcMap.

Perangkat lunak Surfer 11 juga digunakan untuk mengolah data dalam penelitian ini dimana *software* ini merupakan perangkat lunak dan salah satu program pemodelan atau demonstrasi mendalam yang digunakan untuk membuat bentuk kontur. Dengan menggunakan perangkat lunak Surfer titik-titik kontur dihubungkan satu sama lain

dan membuat garis kontur dengan ketinggian yang sama di setiap garis.

Integrasi antara analisis kuantitatif dan analisis deskriptif digunakan dalam penelitian ini, dimana data hasil pengukuran lapangan mendukung analisis deskriptif. Hasil analisis data batimetri disajikan dalam peta tematik dan peta 3D untuk memberikan pemahaman yang komprehensif tentang topografi danau, sementara analisis morfometri melibatkan penggunaan data lapangan untuk menghitung berbagai dimensi permukaan dan bawah permukaan danau, dengan hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel.

Dimensi permukaan (*surface dimension*)

Panjang maksimum / L_{max} (meter) diperoleh dengan mengukur jarak antara dua stasiun di tepi danau.

Lebar maksimum / W_{max} (meter) diperoleh dengan menghitung jarak antara dua stasiun terjauh di tepi permukaan danau yang ditarik tegak lurus dengan panjang maksimum (L_{max}).

Luas permukaan danau / A_0 (hektar, kilometer², atau meter²) dapat diamati dan dianalisis menggunakan perangkat lunak ArcMap. Luas permukaan sama dengan luas wilayah permukaan danau itu sendiri.

Panjang garis keliling danau (SL) yang kemudian dinyatakan dalam meter dapat diukur atau diperkirakan dan dianalisis dari peta batimetri melalui ArcMap.

Dimensi Bawah Permukaan (*subsurface dimension*)

Pengukuran dilakukan dengan membagi volume dengan luas permukaan. Rumus perhitungan kedalaman rata-rata mengacu kepada Ridoan et al., (2016) :

$$\bar{z} = \frac{V}{A_0}$$

Titik terdalam danau diwakili disebut juga kedalaman maksimum / Z_{max} (meter). Peta batimetri dapat digunakan untuk mendapatkan data pengukuran kedalaman maksimum ini.

Perkembangan volume danau (VD) adalah tindakan (ukuran) yang menggambarkan keadaan atau bentuk dasar danau secara umum. Rumus yang digunakan mengacu pada Ridoan et al., (2016) :

$$VD = \frac{A_o \times \bar{z}}{\frac{1}{3} \times (Z_{max} \times A_o)}$$

Keterangan :

- A_o = luas permukaan air - m²
- Z = kedalaman rata-rata - m
- Z_{max} = kedalaman maksimum - m

Dasar danau berbentuk kerucut jika VD kurang dari 1, sedangkan jika VD lebih besar dari 1, berarti dasar perairan relatif datar.

Luas permukaan dikalikan dengan kedalaman rata-rata disebut juga Volume total air danau / V (m³). Volume total air di danau adalah jumlah air yang dapat ditampung danau. Perhitungan volume total:

$$\text{Volume Total (V)} = A_o \times Z$$

Keterangan :

- A_o = luas permukaan air danau - m²
- Z = kedalaman rata-rata - m

Debit / Q (m³/detik), adalah volume yang mengalir pada rentang waktu tertentu. Persamaan perhitungan mengacu kepada Ridoan et al., (2016). Perhitungan debit:

$$Q = A \times V$$

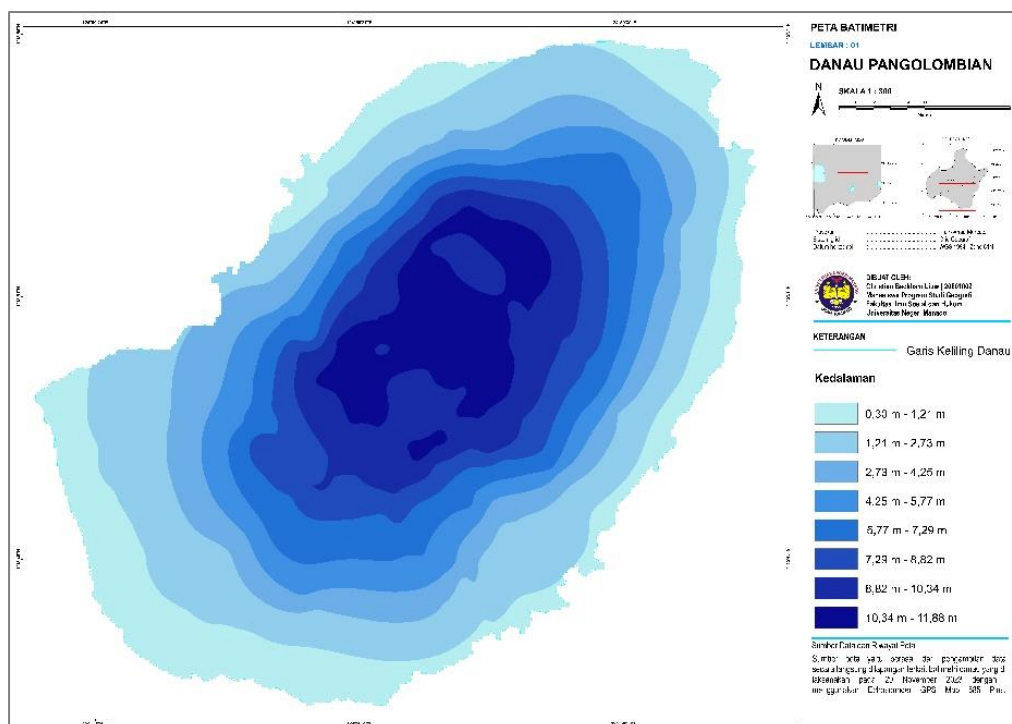
Keterangan :

- Q = debit air - m³/detik
- A = luas penampang sungai/saluran air - m²
- V = kecepatan aliran/arus - m/detik

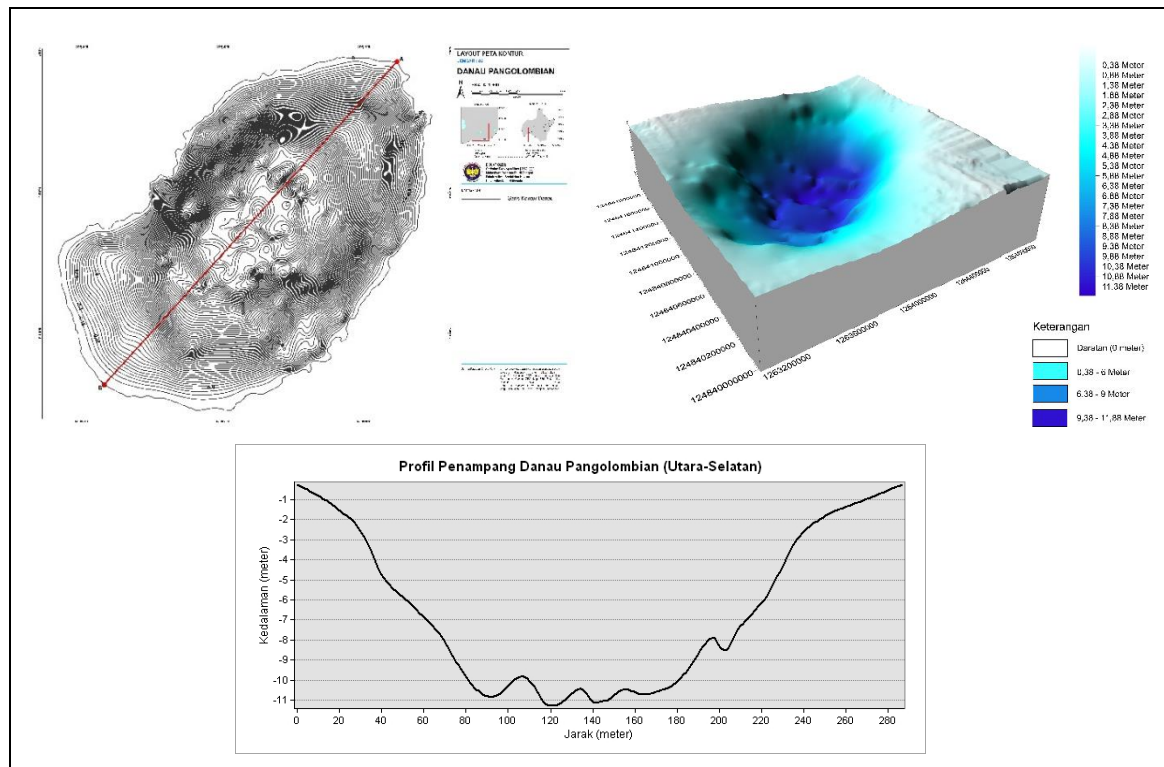
HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi Kedalaman, Bentuk dan Ukuran Danau Pangolombian

Pengolahan data batimetri Danau Pangolombian menghasilkan peta batimetri yang dapat dilihat pada gambar 2, yang memungkinkan visualisasi data lebih mendalam. Pendekatan SIG digunakan dalam penelitian ini melalui penggunaan *Software ArcMap* yang digunakan untuk mengolah dan memperoleh data kedalaman/topografi danau yang kemudian memberikan pemahaman lebih dalam tentang struktur dan karakteristik perairan. Hasilnya menunjukkan kedalaman terdalam Danau Pangolombian adalah 11,88 meter. Peta kontur yang dihasilkan dengan jelas menampilkan topografi dan struktur permukaan danau. Layout kontur yang juga menampilkan profil penampang melintang, serta visualisasi tiga dimensi (3D) dari kedalaman danau, memberikan gambaran detail tentang relief dasarnya yang dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 2. Peta Batimetri Danau Pangolombian



Gambar 3. Peta Layout Kontur, Visualisasi 3D dan Profil Penampang Danau Pangolombian

Tabel 1. Data parameter Dimensi Permukaan

No.	Parameter	Satuan	Nilai
1.	Panjang Maksimum (Lmax)	m	284, 93
2.	Lebar Maksimum (Wmax)	m	156, 92
3.	Luas Permukaan (Ao)	m ²	37.651,72
4.	Panjang Keliling Danau (SL)	m	915

Sumber: Hasil olah data penelitian, 2023

Tabel 2. Data parameter Dimensi Permukaan

No.	Parameter	Satuan	Nilai
1.	Kedalaman Rata-Rata (Z)	m	4,73
2.	Kedalaman Maksimum (Zmax)	m	11,88
3.	Perkembangan Volume Danau (VD)		1,19
4.	Volume Total (V)	m ³	178.092.635,6
5.	Debit (Q)	m ³ /detik	0,21883

Sumber: Hasil olah data penelitian, 2023

Variasi Kedalaman dan Karakteristik Morfometri Danau Pangolombian

Hasil pengolahan data batimetri menunjukkan bahwa kedalaman terdalam danau ini adalah 11,88 meter. Variasi kedalaman di bagian tengah danau berkisar dari 8,82 meter hingga 11,88 meter. Danau ini memiliki kedalaman dangkal di tepinya, mulai dari 0,30 hingga 4,25 meter. Hasil olahan

data batimetri menghasilkan 8 klasifikasi kedalaman Danau Pangolombian, mulai dari yang dangkal hingga terdalam, antara lain: (1) 0,30 – 1,21 meter, (2) 1,21 – 2,73 meter, (3) 2,73 – 4,25 meter, (4) 4,25 – 5,77 meter, (5) 5,77 – 7,29 meter, (6) 7,29 – 8,82 meter, (7) 8,82 – 10,34 meter, (8) 10,34 – 11,88 meter.

Layout peta kontur merupakan representasi visual dari bentuk dasar danau serta konturnya. Hasilnya bahwa pada sisi

Barat dan Timur danau, kontur digambarkan rapat, menunjukkan kedalaman yang curam dan dalam. Sementara itu, sisi Utara dan Selatan menampilkan kedalaman yang dangkal dan landai dengan kontur yang lebih jarang. Profil penampang, yang dibuat berdasarkan data kontur dari sisi Utara ke Selatan danau, memberikan gambaran kedalaman dan struktur dasar danau yang penting untuk keperluan batimetri.

Visualisasi 3D Danau Pangolombian adalah peta yang menggambarkan permukaan air dan relief danau secara realistis. Peta ini membantu memahami kondisi danau dengan lebih jelas dan komprehensif, karena menampilkan informasi ketinggian atau kedalaman dalam tiga dimensi. Tampilan 3D memanfaatkan software Surfer 11, dimana software ini merupakan salah satu software yang inovatif dan memudahkan dalam pelaksanaan analisis dan memahami karakteristik geografis Danau Pangolombian dengan tingkat akurasi tinggi (Yulianandha et al., 2022).

Panjang maksimum (L_{max}) Danau Pangolombian adalah 284,93 meter, diukur dari titik terpanjang danau ke titik terjauh. Data koordinat yang telah terukur di lapangan kemudian diolah lebih lanjut menggunakan software ArcMap. Hasil pengukuran diperoleh menggunakan *tools Measure* (planar) atau *Calculate Geometry* pada *attribute table*. Panjang maksimum danau merupakan sebuah jarak terpanjang danau dengan mengambil titik terjauh pada danau tersebut, hal ini sesuai dengan Hollister & Stachelek, (2017).

Lebar maksimum (W_{max}) Danau Pangolombian adalah 156, 92 meter. Lebar maksimum merupakan jarak antara dua stasiun pengukuran atau titik terjauh tepi permukaan danau yang kemudian ditarik tegak lurus terhadap panjang maksimum (L_{max}) hal ini sesuai dengan Ridoan et al., (2016). Data mengenai lebar maksimum juga diperoleh dengan metode yang sama seperti data panjang maksimum. Titik koordinat di lapangan diolah menggunakan *software* ArcMap dengan menghubungkan titik-titik koordinat tersebut. Data berupa angka lebar maksimum diperoleh menggunakan *tools Measure* (planar) atau *Calculate Geometry* pada *attribute table*.

Luas permukaan (A_o) Danau Pangolombian adalah 37.651,72 m², setara dengan 3,765 Ha atau 0,03765 km². Perolehan

data tersebut sesuai dengan Agnesia et al., (2017) dimana dengan menggunakan program ArcMap, luas permukaan dapat diperoleh melalui peta batimetri dengan membuat polygon sesuai dengan luasan permukaan danau meliputi keseluruhan badan air danau hingga pada tepian danau dan kemudian dihitung luas dari poligon tersebut dengan *Calculate Geometry* pada *attribute table*. Danau Pangolombian tergolong pada klasifikasi danau sangat kecil dimana kategori ukuran danau sangat kecil yaitu < 1 km². Hal ini pun sesuai dengan Nugroho et al., (2014) bahwa berdasarkan luas, danau dapat diklasifikasikan menjadi empat kategori, yakni (1) danau besar dengan luas 10.000-1.000.000 km², (2) danau medium dengan luas 100-10.000 km², (3) danau kecil dengan luas 1-100 km², dan (4) danau sangat kecil dengan luas < 1 km².

Panjang keliling (SL) Danau Pangolombian adalah 915 meter atau 0,915 km. Perolehan data terkait panjang garis keliling danau sesuai dengan Ridoan et al., (2016) diukur atau diperkirakan dan dianalisis dari peta batimetri dengan menggunakan pemrograman atau software ArcMap. Salah satu metode yang digunakan dalam penelitian adalah dengan memanfaatkan perangkat lunak GIS, di mana polyline dibuat mengelilingi setiap sudut tepi perairan untuk menghitung panjang garis tepian danau pada data citra atau peta orthophoto. Panjang garis ini kemudian dihitung menggunakan fungsi *Calculate Geometry* pada *attribute table*. Peta orthophoto merupakan peta yang dibuat dari citra udara ataupun citra satelit yang selanjutnya diolah dengan berbagai *software* sedemikian rupa sehingga menghasilkan suatu peta dengan tingkat ketelitian tinggi (Mustofa & Prasetyo, Y, 2016).

Perbandingan antara volume air dan juga luas permukaan air akan menghasilkan atau akan diperolehnya data kedalaman rata-rata, hal ini sesuai dengan Ridoan et al., (2016). Kedalaman rata-rata (Z) Danau Pangolombian adalah 4,73 meter. Meskipun kedalaman mempengaruhi tingkat produktivitas perairan melalui intensitas sinar matahari yang diterima organisme di dalamnya, hal ini tidaklah langsung. Faktor lain seperti kondisi lingkungan, jenis dan kemampuan organisme, serta ketersediaan nutrisi juga berperan penting. Kedalaman rata-rata dapat memengaruhi ketersediaan nutrisi dan kemampuan organisme hidup. Data mengenai kedalaman rata-rata

sangat berkaitan dengan produktivitas perairan, hal ini sesuai dengan Munirma et al., (2020).

Danau Pangolombian memiliki kedalaman maksimum (Z_{max}) sebesar 11,88 meter. Kedalaman maksimum ini merupakan elemen penting dalam studi morfometri danau, karena membantu memahami struktur dan distribusi kedalaman air danau. Data ini tidak hanya bermanfaat untuk ilmu geografi dan lingkungan, tetapi juga memberikan kontribusi dalam pengelolaan sumber daya alam danau.

Perkembangan volume danau (VD) dari Danau Pangolombian yaitu 1,19. Angka ini mencerminkan bahwa danau tersebut dapat diklasifikasikan sebagai danau yang relatif dangkal dengan dasar yang relatif rata. Hal ini juga sesuai dengan Ridoan et al., (2016) dimana nilai $VD > 1$ akan menggambarkan suatu danau yang relatif dangkal dan memiliki bentuk dasar yang rata, namun jika VD berkisar < 1 maka dapat diidentifikasi bahwa danau tersebut memiliki dasar kerucut dan curam.

Data volume total (V) air Danau Pangolombian adalah 178.092.635,6 m³ atau 178.092.635.600 liter. Volume air yang besar ini memiliki potensi untuk menyimpan dan mendistribusikan air ke seluruh danau, menciptakan lingkungan yang kaya sumber daya perairan. Pemantauan rutin terhadap perubahan volume air memungkinkan pemahaman yang lebih dalam tentang dinamika ekosistem dan dampak aktivitas manusia atau alami terhadap Danau Pangolombian.

Hasil pengukuran langsung di lapangan menunjukkan bahwa debit air (Q) dari Danau Pangolombian adalah 0,21883 m³/detik. Debit air merupakan volume air yang mengalir selama selang waktu tertentu, hal ini sesuai dengan Ridoan et al., (2016). Debit air dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti curah hujan, aliran inlet dan outlet, serta faktor-faktor lainnya. Pengukuran debit memberikan informasi berdasarkan persamaan kontinuitas, di mana debit masuk melalui inlet sama dengan debit keluar melalui outlet (Fathona, 2014). Debit air diukur dengan cara menentukan panjang aliran sejauh 5 meter. Kedalaman aliran air diukur sebesar 30 cm atau 0,30 m, sedangkan lebarnya adalah 150 cm atau 1,5 meter. Metode yang digunakan untuk mengukur debit air adalah metode apung, yang sering digunakan dalam bidang hidrologi. Metode pengukuran ini dilakukan dengan menghanyutkan benda terapung dari titik start

ke titik batas yang ditentukan, mengikuti kecepatan aliran. Waktu tempuh benda terapung tersebut dicatat sebagai hasil pengukuran, hal ini sesuai dengan Pranowo et al., (2019). Metode apung dapat digunakan pada kondisi aliran serba sama dengan kedalaman kurang dari 1 meter, aliran serba sama dalam hal ini berarti situasi aliran air tersebut memiliki sifat-sifat yang sama meliputi intensitas, volume, dan kecepatan. Hasil pengukuran debit menunjukkan aliran air saat itu cukup deras, yang disebabkan oleh ketersediaan air yang melimpah dan topografi yang curam.

KESIMPULAN

Aspek batimetri Danau Pangolombian memperlihatkan variasi kedalaman perairan danau. Kedalaman di bagian tengah danau berkisar antara 8,82 meter hingga titik terdalam 11,88 meter, sementara di sepanjang tepi danau, kedalaman berkisar antara 0,30 hingga 4,25 meter.

Layout kontur danau pun menunjukkan bahwa sisi Barat dan Timur dari danau memiliki kontur yang curam dan dalam dengan kerapatan kontur yang padat. Sebaliknya, pada sisi Utara dan Selatan memiliki kontur yang lebih dangkal dan landai, dengan kerapatan kontur yang jarang.

Aspek morfometri Danau Pangolombian, memiliki luas permukaan 3,765 Ha dengan panjang maksimum 284,93 meter dan lebar maksimum 156,92 meter. Keliling danau ini adalah 915 meter atau 0,915 km. Kedalaman rata-rata danau ini adalah 4,73 meter dengan kedalaman maksimum 11,88 meter. Volume total air di Danau Pangolombian adalah 178.092.635,6 m³ atau setara dengan 178.092.635.600 liter. Debit air Danau Pangolombian adalah 0,21883 m³/detik, dan perkembangan volume danau menunjukkan nilai 1,19.

Penelitian ini berfokus pada aspek fisik Danau Pangolombian, termasuk bentuk dan volume. Namun, untuk memanfaatkan potensi danau secara optimal, diperlukan penelitian lebih lanjut tentang parameter pendukung lain yang belum dibahas, serta penelitian tentang daya dukung perairan. Hasil perhitungan daya dukung perairan dapat membantu pengelolaan potensi danau, seperti pengembangan

pariwisata dan pemanfaatan lain di wilayah danau dan sekitarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agnesia, D., Bakti, D., & Harahap, Z. A. (2017). Kajian Hidromorfologi Danau Martubung Indah Kecamatan Medan Labuhan Sumatera Utara (Hydromorphology Study of Martubung Indah Lake Distric of Medan Labuhan North Sumatera). *Aquacoastmarine*, 5(1), 60–71.
<https://jurnal.usu.ac.id/index.php/aquacoastmarine/article/view/17260>
- Fathona, F. J. (2014). Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Sungai Musi (Ruas Jembatan Ampera sampai dengan Pulau Kemaro). *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(3), 603–609.
- Hollister, J., & Stachelek, J. (2017). Lakemorpho: Calculating lake morphometry metrics in R. *F1000Research*, 6, 1–17.
<https://doi.org/10.12688/f1000research.12512.1>
- Indrayani, E., Handoyo Nitimulyo, K., Hadisusanto, S., & . R. (2015). Peta batimetri Danau Sentani Papua. *Depik*, 4(3), 116–120.
<https://doi.org/10.13170/depik.4.3.2723>
- Kumaat, J. C. (2023). Sistem Informasi Geografis : Suatu Pengantar Pemodelan. In *EUREKA MEDIA AKSARA*.
- Ma'rufi, M., Yunasfi, & Muhtadi, A. (2015). Kajian morfometri danau pondok lapan desa naman jahe kecamatan salapian kabupaten langkat. *Jurnal Aquacoastmarine*, 9(4), 23–33.
- Munirma, Kasim, M., Irawati, N., Halili, Nadia, L. O., & Salwiyah. (2020). Studi Produktivitas Primer Fitoplankton Di Perairan Danau Motonuno Desa Lakarinta Kecamatan Lohia Kabupaten Muna. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan*, 5(1), 8–16.
- Mustofa, H., & Prasetyo, Y, H. (2016). Analisis Ketelitian Planimetrik Orthofoto Pada Topografi Perbukitan Dan Datar Berdasarkan Kuantitas Titik Kontrol Tanah. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(4), 73–81.
- Nugroho, A. S., Djalal Tanjung, S., & Hendarto, B. (2014). Distribusi serta Kandungan Nitrat dan Fosfat di Perairan Danau Rawa Pening. *Bioma*, 3(1), 27–41.
- Pranowo, D. D., Erwanto, Z., & Arianto, L. (2019). Evaluasi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Sumber Mata Air Rambut Muko di Desa Gunungsari Kecamatan Glenmore Kabupaten Banyuwangi. *Prosiding Seminar Nasional (SEMSINA) "Infrastruktur Berkelanjutan Era Revolusi Industri 4.0" Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 65–72.
- Ridoan, R., Muhtadi, A., & Patana, P. (2016). Morfometri Danau Kelapa Gading Kota Kisaran, Kabupaten Asahan Provinsi Sumatera Utara. *Depik*, 5(2), 77–84.
<https://doi.org/10.13170/depik.5.2.4913>
- Soeprobowati, T. R. (2012). Peta Batimetri Danau Rawapening. *Bioma*, 14(2), 78–84.
- Tendean, M., Moningkey, A. T., & Kumaat, J. C. (2020). Pemanfaatan Data Hidro Oseanografi dan Batimetri Untuk Penataan Pantai Tatapaan, Minahasa Selatan. *Jurnal Episentrum*, 1(1), 1–6.
<https://doi.org/10.36412/jepst.v1i1.1803>
- Yulianandha, A., Arafah, F., & S, L. T. (2022). Pembuatan Peta 3D Urban Model Untuk Visualisasi Dampak Banjir. *Faktor Exacta*, 15(1), 243–251.
<https://doi.org/10.30998/faktorexacta.v15i4.11419>