



Analisis Data Batimetri untuk Penentuan Alur Pelayaran Sungai Kapuas Desa Balai Belungai Kabupaten Sanggau

Ibrahim Muqsit J.A¹, Zulfian^{1*}, dan Yoga Satria Putra¹

¹*Program Studi Goefisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura*

Email: zulfiantabrani@physics.untan.ac.id

*Corresponding Author

Abstrak

Sungai Kapuas merupakan sungai yang terletak di Kalimantan Barat. Khususnya di Desa Balai Blungai, Kecamatan Toba Kabupaten Sanggau, wilayah ini memiliki peran penting dalam distribusi barang dan mobilitas kapal tongkang pengangkut pasir dan bauksit menuju muara kapuas. Kedalaman sungai dapat diketahui berdasarkan data batimetri. Batimetri merupakan ukuran dari tinggi rendahnya kontur dasar perairan (kedalaman). Tujuan penelitian ini adalah mengetahui variasi kedalaman sungai dan menentukan rekomendasi jalur transportasi pada alur sungai Kapuas desa Balai Belungai Kecamatan Toba Kabupaten Sanggau berdasarkan data batimetri. Metode penelitian yang digunakan adalah metode interpolasi digunakan untuk penghalusan batimetri adalah metode *triangulation with linear interpolation* dengan menghitung nilai suatu titik terhadap tiga titik yang mempunyai jarak terdekat sehingga pada akhirnya mendapat nilai kontur kedalaman. Lintasan untuk data barimetri sejajar sungai sebanyak 3 lintasan dengan panjang lintasan 2,7 km s.d. 4,5 km dan 6 lintasan memotong ketiga lintasan tersebut dengan panjang lintasan 906 m s.d. 971 m. Jarak antar titik pengukuran adalah 3 m. Hasil penelitian memperlihatkan Batimetri dan arus di Sungai Kapuas, Desa Balai Belungi, Kecamatan Toba, Kabupaten Sanggau bervariasi dengan kedalaman antara -2 m hingga -10 m dan arus permukaan 1,31 m/s hingga 2,40 m. Rekomendasi alur pelayaran untuk kapal bermuatan dan tongkang berada pada kedalaman -5 m hingga -10 m, dengan lebar jalur pelayaran 200 m hingga 500 m.

Kata kunci: Alur Pelayaran, Batimetri, Sungai Kapuas.

Abstract

The Kapuas River is a river located in West Kalimantan. Especially in Balai Blungai Village, Toba District, Sanggau Regency, this area has an important role in the distribution of goods and the mobility of barges carrying sand and bauxite to the Kapuas estuary. The depth of the river can be determined based on bathymetry data. Bathymetry is a measure of the height and low contour of the water base (depth). The purpose of this study was to determine the variation in river depth and determine recommendations for transportation routes on the Kapuas River channel, Balai Belungai Village, Toba District, Sanggau Regency based on bathymetry data. The research method used is the interpolation method used for bathymetry refinement is the triangulation with linear interpolation method by calculating the value of a point against three points that have the closest distance so that in the end the depth contour value is obtained. The tracks for barymetric data parallel to the river are 3 tracks with a track length of 2.7 km to 4.5 km and 6 tracks intersect the three tracks with a track

length of 906 m to 971 m. The distance between measurement points is 3 m. The results of the study showed that the bathymetry and current in the Kapuas River, Balai Belungi Village, Toba District, Sanggau Regency vary, with depths between -2 m to -10 m and surface currents of 1.31 m / s to 2.40 m. The recommended shipping lane for loaded ships and barges is at a depth of -5 m to -10 m, with a shipping lane width of 200 m to 500 m.

Keywords: *Bathymetry, Kapuas River, Shipping Lane.*

1. PENDAHULUAN

Sungai Kapuas merupakan sungai yang terletak di Kalimantan Barat. Khususnya di Desa Balai Blungai, Kecamatan Toba Kabupaten Sanggau, wilayah ini memiliki peran penting dalam distribusi barang dan mobilitas kapal tongkang pengangkut pasir dan bauksit menuju muara kapuas. Desa Balai Blungai Kecamatan Toba Kabupaten Sanggau yang terletak pada koordinat $0,0447^{\circ} - 0,1500^{\circ}$ S $110,1395^{\circ} - 110,0048^{\circ}$ E, salah satu dusun yang dilintasi oleh Sungai Kapuas. Perairan di Dusun Sayu merupakan kawasan dengan lalu lintas kapal yang tinggi, termasuk kapal tongkang, kapal kayu, serta kapal milik masyarakat sekitar. Aktivitas ini sering menimbulkan tantangan dalam pengelolaan dan pemantauan lingkungan sungai, terutama terkait keselamatan pelayaran dan dampak terhadap ekosistem pesisir. Berdasarkan observasi lapangan, di daerah perairan Sungai Kapuas di Dusun Sayu sering terjadi insiden kandas kapal tongkang. Hal ini disebabkan oleh pemilihan jalur yang melintasi area dangkal di Sungai Kapuas [1]

Kedalaman sungai dapat diketahui berdasarkan data batimetri. Batimetri adalah pengukuran terkait tinggi atau rendahnya kontur dasar perairan (kedalaman). Secara umum, data batimetri diperoleh melalui teknik survei akustik menggunakan alat echosounder. Pemetaan batimetri di perairan dangkal memiliki peranan yang sangat penting dalam kegiatan pembuatan jalur pelayaran, keselamatan pelayaran, serta pemasangan dan pemeliharaan kabel atau pipa bawah laut. Penyusunan peta batimetri, yang merupakan bagian dari kajian hidrografi, menjadi sumber informasi untuk memahami kondisi perairan. Perubahan kondisi hidrografi di wilayah perairan laut dan pantai dapat disebabkan oleh faktor alam, serta fenomena perubahan penggunaan lahan di kawasan hulu sungai.

Peta batimetri memiliki berbagai manfaat dalam aplikasi kelautan, di antaranya untuk menentukan jalur pelayaran yang aman, merencanakan pembangunan di sepanjang pantai, mendeteksi potensi bencana tsunami, serta mendukung kegiatan pertambangan minyak lepas pantai. Selain itu, peta batimetri juga sangat penting untuk memahami kondisi morfologi suatu wilayah perairan [4].

Alur pelayaran memiliki peranan yang sangat penting bagi kelancaran keluar masuk kapal. Pengelolaan alur pelayaran harus memperhatikan aspek keselamatan, keamanan, dan kenyamanan selama pelayaran. Alur pelayaran harus memiliki kedalaman dan lebar yang cukup aman untuk kapal yang melintas, serta bebas dari hambatan apa pun, guna menghindari kecelakaan yang tidak diinginkan.

Peta batimetri dapat dimanfaatkan untuk penentuan jalur pelayaran, perencanaan pembangunan pinggir pantai, pendeteksian bencana bawah air (tsunami dan ledakan gunung laut), mengetahui karakteristik morfologi suatu perairan, relief dasar bawah air, dan lain-lain.

Dengan metode akustik single beam *echosounder* untuk memperoleh nilai kedalaman. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kontur pada peta batimetri menggambarkan perairan dengan kedalaman terendah 0,17 m yang terletak di tepi sungai bagian barat, dan kedalaman tertinggi 9,91 m yang terletak di muara sungai. Selain itu, terdapat cekungan pada topografi perairan yang terbentuk akibat proses sedimentasi [5]. Penelitian serupa digunakan sebagai salah satu langkah penting dalam pengukuran batimetri secara akurat dengan metode kuantitatif, yang mendeskripsikan gambaran secara sistematis. Hasilnya, nilai kedalaman yang tertera pada peta batimetri dapat digunakan untuk memodelkan alur pelayaran [6].

Dari pemaparan latar belakang, penelitian terkait batimetri daerah Sungai Kapuas di Desa Balai Blungai dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis data batimetri untuk keperluan rekomendasi alur pelayaran di Sungai Kapuas terkhusus yang melewati Desa Balai Blungai. Dari penelitian ini akan dimanfaatkan untuk rekomendasi alur pelayaran yang aman di daerah tersebut. Selain itu, penelitian ini juga dapat digunakan oleh pemerintah daerah atau instansi terkait untuk membuat perencanaan jangka panjang di daerah penelitian.

2. METODE PENELITIAN

Alat dan bahan dalam penelitian ini yaitu, *echosounder* untuk mengukur kedalaman sungai, aki untuk menghidupkan alat *echosounder*, *speedboat* untuk transportasi menuju lokasi, *life jacket* untuk *safety*, *avenza map* untuk *mapping*, QGIS untuk pengolahan data, dan laptop untuk penunjang software. Data yang telah terkumpul kemudian dianalisis menggunakan Quantum Geographic Information System (QGIS).

Langkah pertama dalam proses pengambilan data adalah pemancar sinyal alat Echosounder dipasangkan pada bagian sisi *speedboat*. Alat pemancar tersebut diatur sedemikian rupa ada bagian yang masuk ke dalam sungai sedalam 0,5 m dari permukaan sungai dan ada bagian yang tidak terkena air sungai. Alat pemancar yang terpasang di *speedboat* disajikan pada Gambar 1.

Alat pemancar sinyal ini disambungkan ke main unit *Echosounder*. Setelah semua kabel terpasang dan dapat dipastikan aman maka selanjutnya main unit *Echosounder* dihubungkan dengan aki. Alat *Echosounder* dihidupkan dengan menekan tombol *power*. Sebelum pengambilan data dilakukan, alat harus terlebih dahulu dikalibrasi dengan cara *barcheck*. Proses kalibrasi *barchek* ini dilakukan dengan membandingkan suatu nilai kedalaman yang diukur dengan manual dengan nilai kedalaman yang diukur dengan alat *Echosounder* tersebut.

Pengambilan data dilakukan di sungai Kapuas Desa Balai Belungai Kecamatan Toba Kabupaten Sanggau. Pengukuran data batimetri ini dilakukan selama satu hari pada tanggal 27 Juli 2023. Data batimetri yang diambil mengikuti lintasan yang telah dirancang dan lintasan tersebut ditunjukkan pada Gambar 2. Lintasan pengambilan data yang dibuat tampak sejajar, sementara yang lainnya saling berpotongan. Pengambilan data menggunakan *speedboat* dengan kecepatan 5 – 10 knot. Lintasan untuk data batimetri sejajar sungai sebanyak 3 lintasan dengan panjang lintasan 2,7 Km s.d. 4,5 Km dan 6 lintasan memotong ketiga lintasan tersebut dengan panjang lintasan 906 m s.d. 971 m. Jarak antar titik pengukuran adalah 3 m.



Gambar 1. Alat pemancar sinyal yang terpasang pada *speedboat* pada saat pengambilan data batimetri.



Gambar 2. Rute pengambilan data batimetri.

Data batimetri diinterpolasi menggunakan *triangulation with linear interpolation*. Prinsip dari metode ini dengan menghitung nilai suatu titik terhadap tiga titik yang mempunyai jarak terdekat sehingga pada akhirnya mendapat nilai kontur kedalaman.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Kecepatan Arus

Data kecepatan arus yang didapat berupa data kecepatan arus sungai di lokasi penelitian pada kedalaman tertentu. Data kecepatan arus ini disajikan oleh Tabel 1. Dari Tabel 1 pengukuran yang dilakukan sebanyak 9 titik yang tersebar pada daerah penelitian. Dari sembilan titik pengukuran yang dilakukan, daerah pengukuran merepresentasikan pengukuran arus sungai di bagian hulu, tengah, dan hilir dari lokasi penelitian. Setiap daerah tersebut dilakukan tiga titik pengukuran dan juga dihubungkan membentuk sebuah lintasan di masing-masing daerah. Jika di setiap daerah ketiga titik pengukuran dihubungkan, maka seolah-olah membentuk tiga lintasan pengukuran data arus sungai yang disajikan oleh Gambar 3. Jarak titik ukur arus sungai pada lintasan A-A' sebesar 300 m s.d. 346 m. Jarak titik ukur arus sungai pada lintasan B-B' adalah 443 m s.d. 487 m. Jarak titik ukur arus sungai pada lintasan C-C' adalah 300 m s.d. 456 m. Di setiap titik pengukuran, data arus sungai diukur dengan memvariasikan kedalaman $0,2H$, $0,6H$, dan $0,8H$. H merupakan kedalaman sungai di titik lokasi pengukuran.



Gambar 3. Peta titik pengukuran kecepatan arus sungai.

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa kecepatan arus pada permukaan sungai memiliki kecepatan tertinggi dengan nilai 2,40 m/s dan terendah dengan nilai 1,31 m/s. Kondisi tersebut menyebabkan kecepatan arus di hulu cukup tinggi. Kecepatan arus pada bagian hilir sungai mengalami penurunan akibat lebar sungai yang lebih besar. Penambahan lebar sungai akan mengurangi kecepatan aliran sungai. Berdasarkan analisis citra, lebar sungai di bagian hulu sungai sebesar 750 m, sedangkan lebar sungai bagian hilir 1.100 m. Kecepatan sungai di

daerah penelitian juga dipengaruhi oleh pembelokan sungai. Pada Gambar 3. dapat dilihat Sungai Kapuas membelok ke arah utara pada bagian hulu dan membelok lagi di bagian Tengah ke arah Selatan. Pembelokan sungai dapat mempengaruhi kecepatan arus, kecepatan arus akan lebih cepat pada sisi luar belokan sungai, sedangkan pada dalam sungai akan lebih lambat [7].

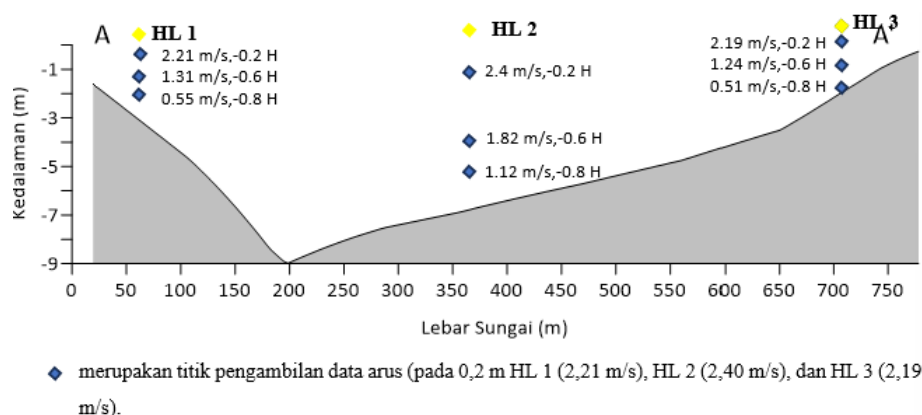
Tabel 1. Data kecepatan arus daerah penelitian.

No.	Lintang Selatan	Bujur Timur	Titik Data	Kecepatan Arus Sungai (m/s)			Kedalaman Titik ukur (m)*
				-0,2 H	-0,6 H	-0,8 H	
1	0°3'0,792"	110°1'43,212"	HL1	2,21	1,31	0,55	4
2	0°3'9,396"	110°1'47,676"	HL2	2,40	1,82	1,12	9
3	0°3'18,936"	110°1'52,716"	HL3	2,19	1,24	0,51	3
4	0°3'23,904"	110°0'46,836"	TGH1	1,62	0,92	0,51	3
5	0°3'37,368"	110°0'55,152"	TGH2	1,83	1,13	0,65	9
6	0°3'49,464"	110°1'2,172"	TGH3	1,69	0,93	0,59	5
7	0°3'51,624"	109°59'54,348"	HLR1	1,31	0,79	0,45	3
8	0°4'3,900"	110°0'2,592"	HLR2	1,62	0,95	0,59	8
9	0°4'11,820"	110°0'8,496"	HLR3	1,69	1,07	0,65	7

Kecepatan arus sungai berkurang seiring dengan kedalaman sungai yang disajikan oleh Tabel 1. Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa pada bagian tengah sungai yang ditandai dengan titik HL2, TGH2, dan HLR 2 dominan lebih cepat dibandingkan pada bagian tepi sungai yang ditandai dengan HL1 dan HL3, TGH1 dan TGH3, HLR1 dan HLR3 dikarenakan kedalaman pada bagian HL2, TGH2, dan HLR2 lebih dalam dibandingkan pada bagian sungai yang mendekati tepi sungai. Arus pada kedalaman 0,2H lebih besar daripada arus pada kedalaman 0,6H dan arus pada kedalaman 0,8H lebih kecil daripada kedalaman 0,6H. Semakin dekat dengan dasar sungai maka semakin kecil arus sungai karena bergesekan dengan dasar sungai. Kecepatan arus semakin kecil jika semakin dalam perairan tersebut. Material dasar perairan yang telah mempengaruhi gaya gesekan dasar dan kecepatan di dasar perairan lebih kecil sehingga terjadi perbedaan kecepatan arus tersebut [8].

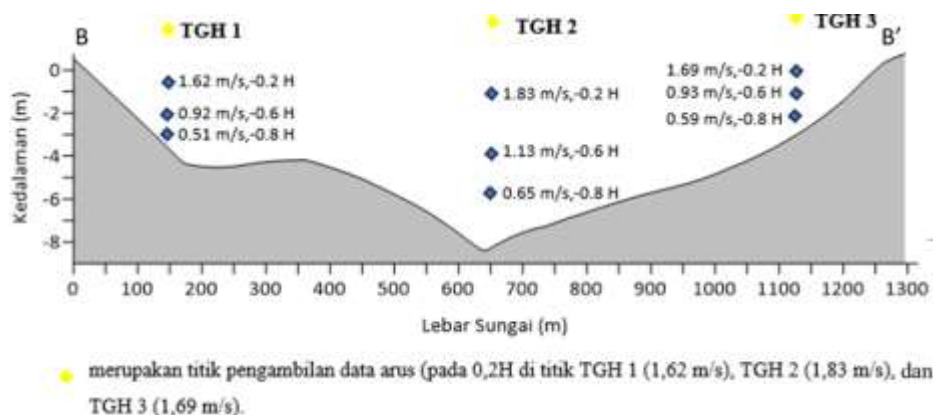
Profil sungai A-A' terletak pada bagian hulu berada pada koordinat 0°2'58.497"LS 110°1'42,255"BT sampai 0°3'21,457"LS 110°1'54,632"BT. Profil ini melintang sepanjang ± 800 m dengan rentang kedalaman -2 m hingga -7 m. Pada Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa sungai mengalami pendangkalan pada jarak 550 m – 750 m dengan rentang -5 m hingga -1 m berada di hulu selatan sungai dan mendalam pada jarak 100 m – 400 m dengan kedalaman -5 m hingga -9 m. Pendangkalan ini terjadi dikarenakan pada hulu sungai terdapat pulau yang menyebabkan terbagi dua. Perpotongan kedua sungai ini menyebabkan adanya penurunan arus pada titik HL3 yaitu 2,19 m/s. Dari Gambar 4.4 dan Tabel 4.1, kecepatan arus sungai di titik HL1 dan HL3 lebih rendah dikarenakan kedalaman di HL1 dan HL3 lebih dangkal. Menurut [8], arus memiliki kecepatan yang berbeda-beda pada setiap kedalaman. Kecepatan

arus semakin kecil jika semakin dalam perairan tersebut. Penurunan arus ini menyebabkan transport sedimen menjadi lambat dan mengalami pengendapan sehingga mengalami pendangkalan [9].

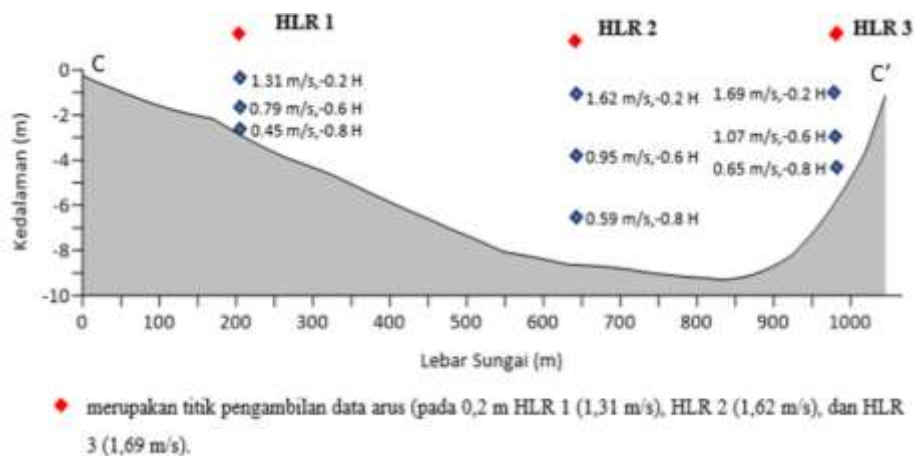


Gambar 4. Profil sungai A-A' dan data kecepatan arus sungai.

Profil sungai B-B' terletak pada bagian tengah berada pada koordinat $0^{\circ}3'19,584''$ LS $110^{\circ}0'43,873''$ BT sampai $0^{\circ}3'55,228''$ LS $110^{\circ}1'5,830''$ BT. Profil ini melintang sepanjang ± 1.300 m dengan rentang kedalaman 0 m hingga -8 m. Dari Gambar 4.7, profil sungai B-B' pada jarak 200 hingga 600 m yang ditunjukkan dengan adanya gundukan pada profil kedalaman sungai tersebut. Gundukan ini hanya terdapat pada daerah tersebut, sedangkan pada jarak 700 hingga 1300 m menunjukkan tren yang menaik tanpa ada gundukan. Pendangkalan pada 200 m – 600 m dikarenakan profil sungai B-B' berada di daerah belokan sungai sehingga terjadi penurunan kecepatan arus pada titik TGH 1 sebesar 1,62 m/s. dan TGH 3 yaitu 1,69 m/s. Kecepatan arus pada titik TGH 1 dan TGH 3 lebih rendah dibandingkan titik TGH 2 yaitu 1,83 m/s. Pembelokan dan kecepatan arus sungai dapat mempengaruhi penumpukan sedimen karena adanya perbedaan kecepatan aliran air di sisi dalam dan luar tikungan. Di sisi dalam tikungan aliran air lebih lambat, sedangkan di sisi luar tikungan aliran air lebih cepat sehingga sedimen cenderung mengendap pada bagian dalam tikungan [10].



Gambar 5. Profil sungai B-B' dan data kecepatan arus sungai.

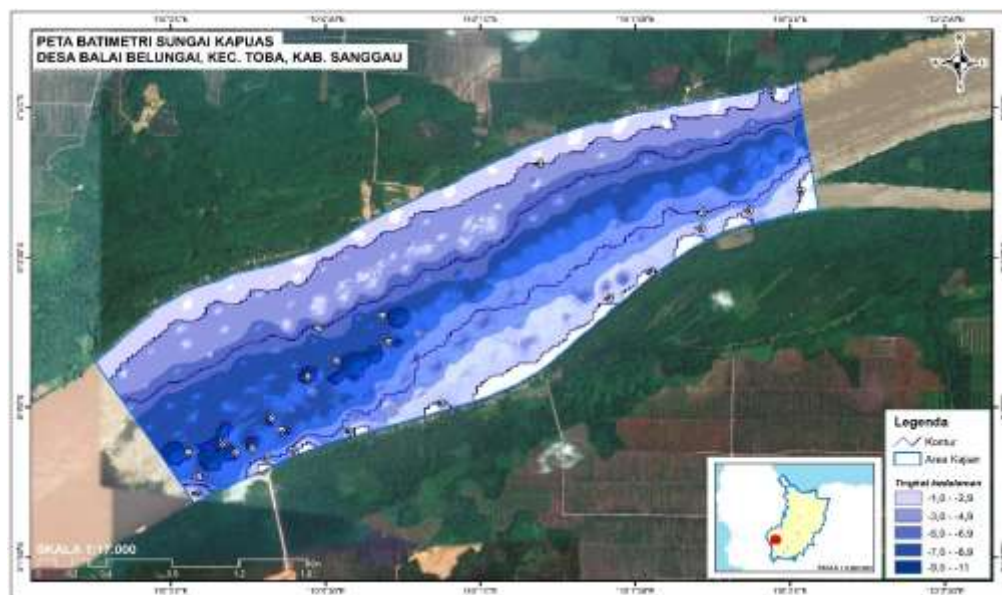


Gambar 6. Profil sungai C-C' dan data kecepatan arus sungai.

Profil sungai C-C' terletak di hilir sungai berada pada koordinat $0^{\circ}3'44,352''\text{LS}$ $109^{\circ}59'51,540''\text{BT}$ sampai $0^{\circ}4'15,564''\text{LS}$ $110^{\circ}0'11,484''\text{BT}$. Profil ini melintang sepanjang 1057 m dengan rentang kedalaman -1 m hingga -9 m. Pada Gambar 4.10 dapat dilihat pada jarak 350 m – 950 m lebih dalam dengan rentang -8 m hingga -5 m sedangkan pada jarak 0 m – 350 m memiliki kedalaman yang dangkal dengan rentang -5 m hingga 0 m. Pendangkalan pada jarak 50 m – 350 m disebabkan karena pembelokan sungai dan kecepatan arus rendah pada titik HLR1 yaitu 1,31 m/s daripada pada titik HLR2 dan HLR3 yaitu masing-masing 1,62 m/s dan 1,69 m/s. Profil sungai A-A' hingga C-C' memperlihatkan perubahan arah penampakan sedimentasi sungai. Pada profil A-A' penumpukan sedimen terfokus pada arah selatan yang merupakan sisi dalam belokan sungai yang menyebabkan terjadinya penurunan arus dan penumpukan sedimen. Pada profil B-B' hingga C-C' terjadi pembelokan sungai. Pembelokan ini menyebabkan penurunan arus dan penumpukan sedimen pada arah utara yang merupakan sisi dalam belokan sungai sehingga profil B-B' hingga C-C' mengalami pendangkalan pada bagian Utara. Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian besar partikel yang ada di kelokan sungai berupa pasir sedang dan pasir kasar. Kelokan sungai terbagi menjadi dua bagian, yaitu kelokan tepi dalam dan kelokan tepi luar. Belokan tersebut dapat memperlambat kecepatan arus di hilir sungai, yang menyebabkan ukuran butir lebih banyak ditemukan dengan tekstur kasar dan sedang [11].

3.2 Analisis Data Batimetri dan Jalur Pelayaran

Pengukuran kedalaman Sungai di Desa Sayu, Kecamatan Tayan Hilir, Kabupaten Sanggau diukur menggunakan alat Echosounder. Data yang diperoleh dari pengukuran ini berupa data kedalaman, selanjutnya data ini dimasukkan ke dalam aplikasi *excel*. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan kemudian diproses menggunakan QGIS untuk membuat model peta batimetri. Hasil pemetaan batimetri yang diperoleh melalui penggunaan QGIS dapat dilihat pada Gambar 7.

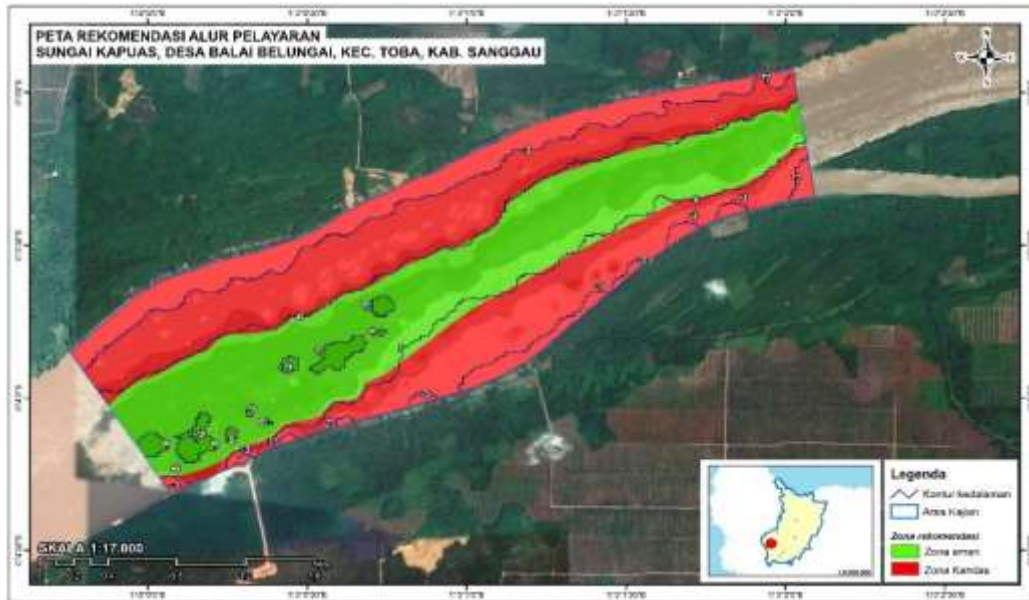


Gambar 7. Peta Batimetri sungai kapuas di Desa Balai Belungai.

Kedalaman sungai Kapuas di daerah penelitian adalah -1 m s.d. -10 m (Gambar 7). Tanda minus menunjukkan kedalaman sungai yang diukur dari permukaan sungai. Warna-warna pada peta batimetri mengindikasikan variasi kedalaman, di mana kontur berwarna biru keputihan menunjukkan kedalaman dangkal (-1 m) dan kontur berwarna biru gelap menunjukkan daerah yang paling dalam (-10 m). Informasi ini sangat penting dalam menilai kondisi morfologi sungai dan menjadi dasar utama dalam penentuan jalur pelayaran yang aman.

Zona yang dapat dijadikan alur pelayaran adalah daerah sungai yang memiliki kedalaman -5 m sampai -10 m (Gambar 8). Pada Gambar 8, area yang memiliki kedalaman -5 m s.d. -10 m disajikan dengan daerah berwarna hijau. Jalur pelayaran di sungai harus memiliki kedalaman sungai minimal -6 m [12]. Selain itu, juga kedalaman sungai yang menjadi jalur pelayaran minimal memiliki kedalaman -5 m hingga -6 m. Lebar zona aman ini berkisar antar 200 m – 500 m [6]. Daerah ini aman untuk dilintasi oleh tongkang ataupun kapal muatan lainnya. Zona aman terletak di tengah serta sedikit ke selatan sungai. Hal ini dikarenakan pada tengah sungai memiliki kedalaman dan arus yang tinggi daripada di samping utara. Dari data kecepatan arus sungai, daerah pada zona aman memiliki kecepatan dekat permukaan (0,2H) yang lebih besar dibandingkan kecepatan arus pada zona kandas. Titik HL2, TGH 2, HRL 2 dan HLR 3 merupakan titik kecepatan arus sungai yang masuk kedalam zona aman. Keempat titik ini memiliki kecepatan arus sungai yang lebih besar dibandingkan titik lainnya (Tabel 4.1). Arus dekat permukaan lebih besar juga menunjukkan bahwa daerah tersebut memiliki kedalaman yang lebih dalam dibandingkan titik pengukuran arus sungai yang lainnya. Dari profil sungai yang disajikan oleh Gambar 4, 5, dan 6, keempat titik tersebut lebih dalam dibandingkan titik kecepatan arus yang lainnya. Kecepatan arus ada

bagian tengah ini menyebabkan pengendapan sedimen menjadi sedikit dan beralih pada arus yang lebih lambat.



Gambar 8. Peta rekomendasi alur pelayaran di Desa Balai Belungai.

Dari Gambar 8, area dengan -4 m sampai -1 m disajikan dengan daerah berwarna merah. Zona kandas berada pada tepi sungai. Berdasarkan observasi lapangan pada saat pengambilan data lapangan, kapal tongkang kandas pada daerah berwarna merah. Penentuan zona kandas ini dilakukan dengan melihat data batimetri dan data arus sungai. Pada zona kandas di utara pendangkalan terjadi dikarenakan oleh arus sungai dan pembelokan sungai, hal ini dapat mempengaruhi transport sedimen dan menyebabkan terjadinya pendangkalan sungai, pendangkalan sungai ini dapat menyebabkan terjadinya beberapa kapal bermuatan menjadi kandas. Arus menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi sedimentasi dimana sedimen dengan diameter 10^{-4} μm akan tererosi oleh arus dengan kecepatan $1,5$ m/s. dan terbawa arus pada kecepatan antara $0,9$ - $1,5$ m/s. selanjutnya mengendap pada kecepatan $< 0,9$ m/s [13]. Hal yang sama untuk sedimen halus dengan diameter 10^{-2} μm yang dapat tererosi pada kecepatan arus $> 0,3$ m/s dan terdeposisi pada kecepatan $< 0,15$ m/s. Zona kandas yang berada pada utara dan selatan sungai terjadi karena arus permukaan pada utara sungai lebih rendah daripada bagian tengah sungai. Zona kandas ini memiliki lebar 204 m s.d. 479 m dari tepi sungai. Pembelokan sungai dapat mempengaruhi proses sedimentasi dengan mengubah aliran air dan kecepatan arus. Kecepatan arus akan melambat pada dalam belokan dan akan terjadi pengendapan sedimen. Sebaliknya pada luar belokan arus akan cepat dan mengikis tanah dan memindahkan sedimen [14].

Dari analisis batimetri, alur pelayaran kapal yang direkomendasikan baik dari arah hilir ke hulu ataupun sebaliknya berada pada zona yang berwarna hijau. Jika kapal bergerak dari arah hilir ke hulu, sebaiknya kapal di posisikan berada diantara kordinat $0^{\circ}4'2,417''\text{LS}$

109°59'53,189"BT hingga 0°4'14,261"LS 110°0'1,256"BT. Selanjutnya kapal diarahkan menuju kearah N62,8°E hingga kebatas hulu peta batimetri yang dibuat. Daerah hulu yang dituju direkomendasikan pada koordinat 0°3'0,994"LS 110°2'2,274"BT hingga 0°3'8,910"LS 110°2'3,602"BT. Jika kapal bergerak dari arah hulu ke hilir, sebaiknya kapal di posisikan berada diantara kordinat 0°3'0,994"LS 110°2'2,274"BT hingga 0°3'8,910"LS 110°2'3,602"BT. Selanjutnya kapal diarahkan menuju kearah N117,1°E hingga ke batas hilir peta batimetri yang dibuat. Daerah hilir yang dituju direkomendasikan pada koordinat 0°4'2,417"LS 109°59'53,189"BT hingga 0°4'14,261"LS 110°0'1,256"BT. Zona rekomendasi alur pelayaran ini memiliki batimetri sungai kapuas di Desa Balai Belungai khususnya di Dusun Sayu dengan rentang kedalaman sungai 6 hingga 10 meter [15].

4. SIMPULAN

Berdasarkan data batimetri dan arus pada sungai Kapuas Desa Balai Belungi Kecamatan Toba Kabupaten Sanggau bervariasi. Kedalaman yang terukur berkisar -1 m sampai -10 m dan rentang arus permukaan 1,31 m/s hingga 2,40 m/s. Kedalaman dan arus sungai juga dipengaruhi oleh bentuk belokan sungai di Desa Balai Belungi. Penentuan alur pelayaran untuk kapal bermuatan dan tongkang dilakukan dengan berdasarkan kedalaman sungai. Rekomendasi jalur pelayaran di sungai kapuas Desa Balai Belungi, Kecamatan Toba, Kabupaten Sanggau pada kedalaman -5 m hingga -10 m. Rekomendasi jalur pelayaran memiliki lebar 200 m hingga 500 m.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Nursaini dan A. Harahap, "Kualitas Air Sungai," *Bioedusains: Jurnal Pendidik. Biol. dan Sains*, vol. 5, no. 1, pp. 312–321, 2022.
- [2] R. Pradipta, D. Yuwono, dan B. Sudarsono, "Analisis Ketelitian Humminbird Helix 5 Chirp Si GPS G2 dengan Menggunakan USV (Unmanned Surface Vehicle) (Studi Kasus: Waduk Pendidikan Diponegoro, Semarang)," *J. Geod. Undip*, vol. 7, no. 3, pp. 42–52, 2018.
- [3] T. Febrianto, T. Hestirianoto, dan S. B. Agus, "Pemetaan Batimetri Di Perairan Dangkal Pulau Tunda, Serang, Banten Menggunakan Singlebeam Echosounder," *J. Teknol. Perikan. dan Kelaut.*, vol. 6, no. 2, pp. 139–147, 2016.
- [4] W. Ambarwati dan Y. Johan, "Sejarah Dan Perkembangan Ilmu Pemetaan," *J. Enggano*, vol. 1, no. 2, pp. 80–82, 2016, doi: 10.31186/jenggano.1.2.80-82.
- [5] D. N. Sayyid, E. N. Ningsih, dan G. Diansyah, "Survei Batimetri Sungai Banyuasin Menggunakan Single Beam Echosounder," *Maspatri J. Mar. Sci. Res.*, vol. 12, no. 2, pp. 37–44, 2020.
- [6] E. D. Kusumawati, G. Handoyo, dan H. Hariadi, "Pemetaan Batimetri Untuk Mendukung Alur Pelayaran Di Perairan Banjarmasin, Kalimantan Selatan," *J. Oceanogr.*, vol. 4, no. 4, pp. 706–712, 2015.

- [7] B. Hamuna, L. Dimara, S. Pujiyati, dan N. M. N. Natih, “Hambur Balik Akustik Permukaan Substrat Dasar Perairan Menggunakan Echosounder Bim Tunggal,” *J. Sumberd. Akuatik Indopasifik*, vol. 11, no. 1, p. 23, 2018, doi: 10.30862/jsai-fpik-unipa.2017.vol.1.no.2.31.
- [8] S. E. Arvianto, A. Satriadi, dan G. Handoyo, “Pengaruh Arus Terhadap Sebaran Sedimen Tersuspensi Di Muara Sungai Silugonggo Kabupaten Pati,” vol. 5, pp. 116–125, 2016.
- [9] I. Sarjito dan I. W. A. Siswanto, *Mekanika dan Dinamika Fluida*. Muhammadiyah University Press, 2018.
- [10] M. N. Ali dan A. Satriadi, “Analisa Pengaruh Arus Terhadap Sebaran Sedimen Dasar,” *J. oseanografi*, vol. 6, no. 1, pp. 288–294, 2017.
- [11] H. I. Akbar *et al.*, “Studi Pendahuluan Pengaruh Arus Laut Musiman terhadap Waktu Tempuh Kapal Melalui Perairan Selat Lombok,” *J. Hidrogr. Indones.*, vol. 5, no. 2, pp. 91–98, 2024.
- [12] A. K. Nurdianti, W. Atmodjo, dan S. Saputro, “Studi Batimetri dan Kondisi Alur Pelayaran di Muara Sungai Kapuas Kecil, Kalimantan Barat,” *J. Oceanogr.*, vol. 5, no. 4, pp. 538–545, 2016.
- [13] M. A. A. Masrukhin, D. N. Sugianto, dan A. Satriadi, “Studi Batimetri dan Morfologi Dasar Laut dalam Penentuan Jalur Peletakan Pipa Bawah Laut,” *J. Oseanografi*, vol. 3, no. 1, pp. 94–104, 2014.
- [14] B. J. Bluck, “Sedimentation in the meandering River Endrick,” *Scottish J. Geol.*, vol. 7, no. 2, pp. 93–138, 2020.
- [15] M. Huda, R. Harahap, dan R. H. Simbolon, “Analisis pengukuran batimetri dan pasang surut untuk menentukan kedalaman Sungai Batang Hari Provinsi Jambi,” *J. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 2, pp. 210–216, 2022.