

Studi Pemodelan Pola Arus dan Kedalaman Sungai Mahakam di Bawah Jembatan Mahakam Kembar Sebagai Upaya untuk Meningkatkan Keselamatan Pelayaran

Study of Modeling in Flow Patterns and Depth of the Mahakam River Under the Twin Mahakam Bridges as an Effort to Improve Shipping Safety

Nia Kurniadin^{1*}, Radik Khairil Insanu¹, Feri Fadlin¹, Ahmad Aris Mundir Sutaji²

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Geomatika dan Survei, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Kampus Gunung Panjang Jl. Samratulangi, Samarinda, 75131, Indonesia

²Program Studi Teknologi Geomatika, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda

*Korespondensi penulis: niakurniadin@politanisamarinda.ac.id

Diterima: 22092023; Diperbaiki: 15052024; Disetujui: 21052024; Dipublikasi: 10062024

Abstrak: Survei Batimetri adalah kegiatan survei lapangan untuk mendapatkan kondisi topografi dasar perairan, data kedalaman, data pasang surut, maupun lokasi obyek yang membahayakan pelayaran. Survei batimetri pada penelitian ini berlokasi di Sungai Mahakam untuk mengetahui kondisi topografi dasar perairan dan data hidrografi lainnya. Kecelakaan sering terjadi di jalur lalu lintas sungai Mahakam (di bawah jembatan Mahakam Kembar). Selama tahun 2019 sampai 2021, kapal tongkang menabrak jembatan Mahakam Samarinda sebanyak 4 kali di pilar sisi jembatan Mahakam yang lama. Permasalahan tersebut melatarbelakangi penelitian ini untuk mengetahui kedalaman dan arus sungai sebagai salah satu faktor penyebab kecelakaan. Metode yang digunakan adalah metode lapangan dan permodelan arus sungai. Metode lapangan dilakukan untuk memperoleh data primer berupa data kedalaman, pasang surut serta data arus yang dibutuhkan untuk membuat permodelan pola arus sungai. Permodelan arus sungai menggunakan *software* HEC-RAS dengan menggabungkan data debit rata-rata, kondisi topografi dan objek jembatan yang berpengaruh. Asumsi aliran sungai Mahakam adalah aliran sungai tak tunak (*unsteady flow*) dengan debit hulu dan debit hilir sama. Hasil dari penelitian ini, kedalaman di sekitar bawah jembatan berkisar antara -42 sampai -10 m. Hasil pemodelan pola arus melingkar di bawah jembatan dengan kecepatan 0,330 - 0,420 m/s. Kecepatan dan debit rata-rata dari sungai Mahakam berkisar 0,339 m/s dengan debit sebesar 1070,84 m³/s. Hasil simulasi permodelan menunjukkan di pondasi tengah jembatan Mahakam lama dan jembatan Mahakam baru memiliki nilai kecepatan arus yang lebih tinggi daripada sekitarnya. Kecepatan arus ini yang dapat menyebabkan kapal hilang haluan. Pada tiang pondasi tengah jembatan Mahakam lama, daerah dekat fender pengaman jembatan, tersimulasikan arus yang memutar. Pada kasus kecelakaan kapal, pondasi jembatan yang ditabrak berada disisi pengaman fender dan pondasi tengah. Kejadian tersebut bisa disebabkan karena arus memutar tersebut.

Copyright © 2024 Geoid. All rights reserved.

Abstract : Bathymetric Survey is a field survey activity to obtain bottom topographic conditions, depth data, tidal data, and the location of objects that endanger shipping. The bathymetric survey in this research was located on the Mahakam River to determine the topographic conditions of the bottom waters and other hydrographic data. Accidents often occur on the Mahakam river traffic route (under the Twin Mahakam bridge). During 2019 to 2021, barges hit the Mahakam Samarinda bridge 4 times on the side pillars of the old Mahakam bridge. This problem is the background for this research to determine the depth and flow of rivers as one of the factors causing accidents. The methods used are field methods and river flow modeling. Field methods are used to obtain primary data in the form of depth data, tides and current data needed to model river flow patterns. River flow modeling uses HEC-RAS software by combining average discharge data, topographic conditions and influential bridge objects. The assumption is that the Mahakam river flow is an unsteady flow with the same upstream discharge and downstream discharge. The results of this research show that the depth under the bridge ranges from -42 to -10 m. Results of modeling circular flow patterns under the bridge with speeds of 0.330 - 0.420 m/s. The average speed and discharge of the Mahakam river is around 0.339 m/s with a discharge of 1070.84 m³/s. The modeling simulation results show that the middle foundations of the old Mahakam bridge and the new Mahakam bridge have a higher current velocity value than the surrounding area. This current speed can cause the ship to lose its course. On the central foundation pillar of the old Mahakam bridge, the area near the bridge safety fender, a rotating current is simulated. In the case of a ship accident, the foundation of the bridge that was hit was on the side of the fender guard and the middle foundation. This incident could be caused by this current.

Kata kunci: Survei Batimetri, HEC-RAS, Pola Arus, Sungai Mahakam, Jembatan

Cara untuk sitasi: Kurniadin, N., Insanu, R. K., Fadlin, F., & Sutaji, A. A. M. (2024). Studi Pemodelan Pola Arus dan Kedalaman Sungai Mahakam di Bawah Jembatan Mahakam Kembar. *Geoid*, 19(2), 224-235.

Pendahuluan

Hidrografi merupakan ilmu terapan yang membahas tentang pengukuran dan deskripsi dari bagian-bagian perairan seperti danau, sungai, laut dan kawasan pantai (IHO dalam Cahyono, 2008). Salah satu kegiatan yang termasuk dalam cabang Hidrografi yaitu Survei Batimetri. Survei Batimetri adalah kegiatan survei lapangan untuk mendapatkan kondisi topografi dasar perairan, data kedalaman, data pasang surut, maupun lokasi obyek yang membahayakan perairan dan dipermukaannya. Pada pengukuran Survei Batimetri menerapkan teknologi akustik/gelombang suara untuk mengukur dasar perairan. Alat yang digunakan yaitu *Echosounder*. *Echosounder* menggunakan sistem gema/suara/akustik yang dipasang pada kapal sebagai alat navigasi elektronik yang berfungsi untuk mengetahui bentuk dasar perairan dan mengukur kedalaman perairan. Keselamatan transportasi laut/sungai sangat dipengaruhi oleh kondisi topografi dasar laut/sungai selain faktor-faktor lain seperti arus, sedimentasi, gelombang dan sebagainya (Setiawan, 2014). Kondisi faktor keselamatan transportasi ini dibutuhkan juga untuk alur pelayaran sungai Mahakam dikarenakan lalu lintas perairan yang padat.

Sungai Mahakam merupakan sungai yang terletak di Kalimantan Timur membentang dari hulu ke hilir dengan membelah beberapa wilayah Kabupaten dan Kota di provinsi Kalimantan Timur. Sungai Mahakam sangat sering dilalui oleh kapal perusahaan kayu, kapal pengangkut batubara, kapal penumpang dan kapal lainnya, sehingga Sungai Mahakam menjadi sungai yang lalu lintasnya sangat ramai (Nugraha dkk, 2013). Di atas sungai Mahakam tersebut, terdapat Jembatan Mahakam Kembar yang menghubungkan wilayah Samarinda Seberang dengan Samarinda Kota. Jembatan Mahakam Kembar merupakan jembatan yang memiliki trafik lalu lintas yang padat, baik lalu lintas darat, maupun lalu lintas di bawah kolong Jembatan (lalu lintas Sungai). Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur sudah mengatur dengan peraturan daerah No. 01 Tahun 1989 tentang Pengaturan Lalu Lintas Yang Melintasi Jembatan Mahakam. Akan tetapi, banyak terjadi kecelakaan di Jembatan Mahakam, khususnya di lalu lintas sungai (di bawah kolong jembatan). Menurut Nugrahani (2019), selama tahun 2019, kapal tongkang menabrak Jembatan Mahakam Samarinda sebanyak 3 kali di pilar sisi Jembatan Mahakam yang lama. Pada tahun 2021, Jembatan Mahakam Samarinda kembali ditabrak kapal tongkang (Kurniawan, 2021). Ditahun-tahun sebelumnya juga kecelakaan lalu lintas sungai di bawah kolong Jembatan Mahakam juga pernah terjadi. Kecelakaan ini dapat menyebabkan kegagalan bagi struktur bawah jembatan. Menurut Istiarto (2011), beberapa kali ditemui problematika kegagalan struktur jembatan pada jembatan yang melintang sungai. Ancaman keamanan struktur ini disebabkan khususnya karena dinamika sungai. Penelitian studi pemodelan pola arus dan kedalaman Sungai Mahakam dilakukan untuk mengetahui faktor penyebab terjadinya kecelakaan di bawah Jembatan Mahakam dari parameter arus serta topografi dasar sungai yang mana parameter tersebut merupakan parameter penting dalam dinamika perairan.

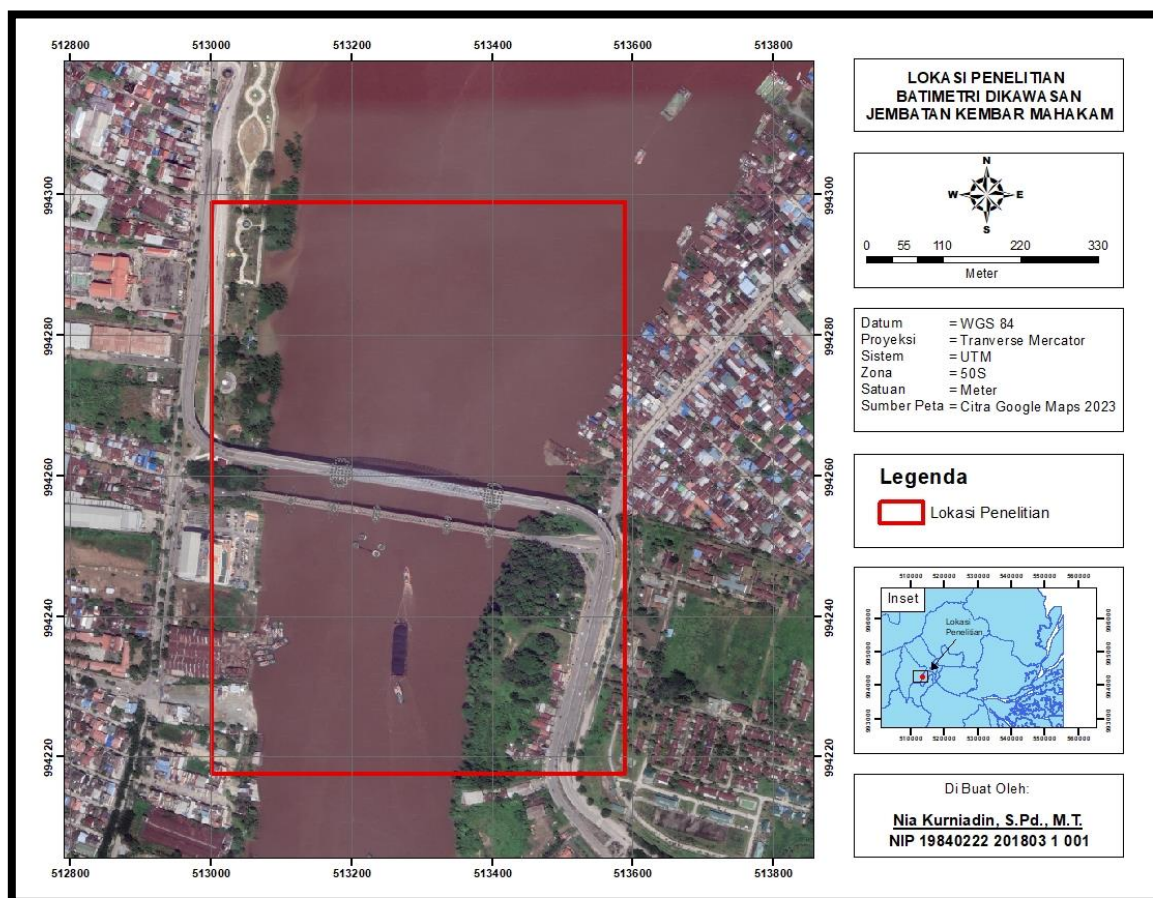
Menurut Dijkstra dalam Kasim (2020), menjelaskan bahwa parameter penting dalam dinamika perairan yaitu pasang surut, arus dan gelombang. Parameter ini yang berpengaruh terhadap wilayah laut dan pesisir laut, sehingga informasi terkait pola arus sangat dibutuhkan. Pentingnya pemodelan gelombang dan arus dalam suatu gambaran konkrit untuk melihat pola pergerakan gelombang dan arus dengan Muara Jeneberang sebagai objek penelitian, permodelan ini dilakukan dengan bantuan aplikasi pemetaan MIKE21. Hasil dari penelitian ini dominan menuju kearah barat, sementara itu untuk kondisi arus itu sendiri dominan menuju kearah timur laut dan timur. Peneliti menggunakan perangkat lunak GIS Tools (HEC GeoRAS) karena hasil dari modelnya lebih realistis. Pada penelitian Achmad (2017), mengkaji tentang pergerakan arus (model hidrodinamika) di

Muara Sungai Barito. Asumsi dari permodelan yaitu kualitas air diabaikan, kecepatan aliran dilihat dari arah sumbu x dan y, kondisi obyek penelitian diwakili dengan denah bentang memanjang dan melintang muara Sungai Barito, dan sifat aliran diasumsi aliran tak tunak (*unsteady flow*). Hasil permodelan divalidasi dan diuji pada 2 (dua) titik lokasi yaitu bagian Hulu Sungai dan bagian Muara dengan mengukur kecepatan arus akibat air pasang surut di lokasi tersebut. Perbandingan hasil pemodelan hidrodinamika secara grafis terhadap hasil pengukuran di lapangan memperlihatkan kesamaan arah dan besaran yang tidak signifikan. Perbandingan penelitian ini dan yang akan dilaksanakan Peneliti adalah parameter yang digunakan untuk memodelkan pergerakan arus ditambahkan dengan kedalaman serta fenomena pasang surut. Untuk uji validasi pada penelitian ini menjadi acuan Peneliti dalam memvalidasi hasil penelitian model pola arusnya.

Pada penelitian studi pemodelan pola arus dan kedalaman sungai Mahakam ini mengkaji dan mengembangkan penelitian sebelumnya terkait parameter yang menjadi faktor permodelan yaitu topografi dasar sungai dan arus sungai. Pemodelan pada penelitian ini menggunakan HEC RAS dengan asumsi aliran sungai tak tunak (*unsteady flow*). Program HEC-RAS merupakan salah satu program pemodelan analisis hidraulika aliran pada saluran/sungai (Ismawati, 2017). Dengan program ini dapat mensimulasikan pola aliran yang ada pada sungai awal (hulu) yang dilanjut dengan aliran yang melewati pelimpah (*spillway*) dan berakhir pada sungai bagian hilir. Pendefinisian untuk permodelan pada penelitian ini yaitu sungai awal (hulu) adalah sungai sebelum melewati jembatan, sedangkan sungai bagian hilir adalah sungai setelah melewati jembatan.

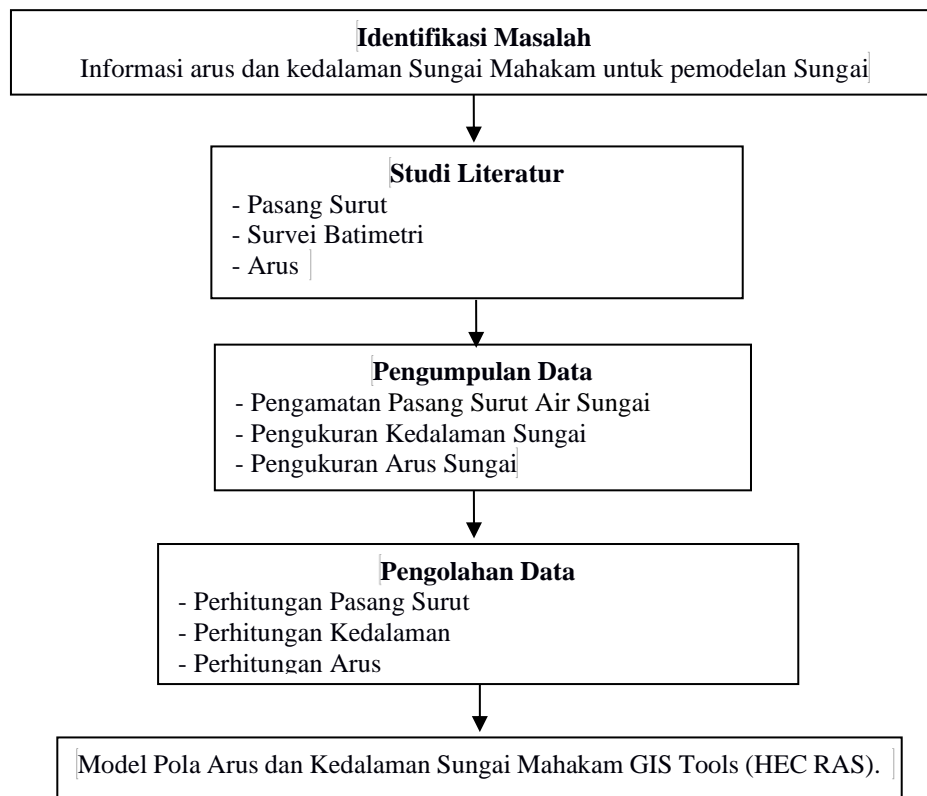
Data dan Metode

Penelitian ini berlokasi di Sungai Mahakam, di bawah jembatan Mahakam Kembar. Pada Gambar 1 dapat dilihat gambaran lokasi dilakukannya penelitian.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

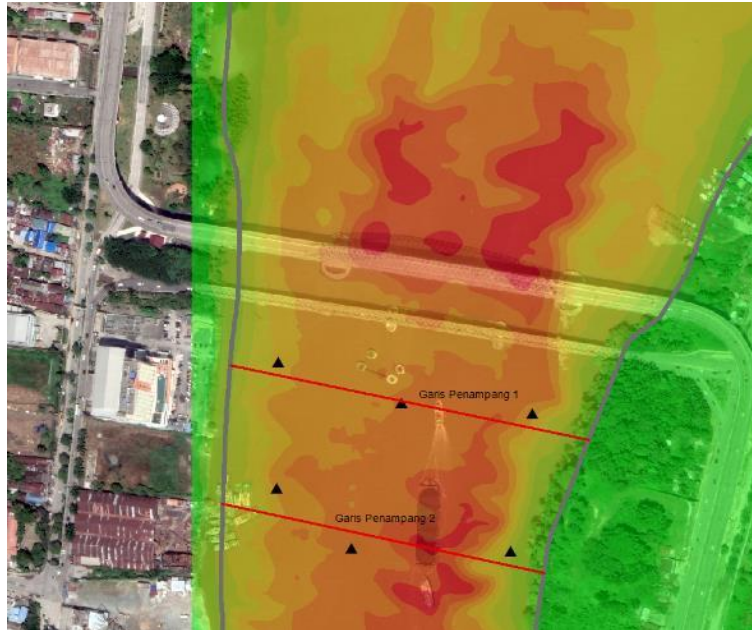
Tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian diawali dengan melakukan identifikasi masalah yang terjadi di bawah jembatan Mahakam Kembar. Salah satu permasalahan yang terjadi adalah beberapa kalinya terjadi kecelakaan kapal tongkang menabrak Jembatan Mahakam. Salah faktor penyebab terjadinya kecelakaan tersebut adalah arus atau pola aliran air sungai di bawah Jembatan Mahakam Kembar tersebut. Sehingga perlu dilakukan penelitian untuk menyajikan informasi arus dan kedalaman sungai serta pembuatan pemodelan arus sungai sehingga dapat diketahui pola aliran air dan faktor penyebab terjadinya kecelakaan di bawah jembatan Mahakam Kembar. Dilanjutkan dengan studi literatur untuk mendapatkan pustaka/referensi yang berhubungan dengan arus, pasang surut Sungai Mahakam, survei batimetri, pemodelannya yang mendukung serta penelitian-penelitian terdahulu dengan berbagai metode dari jurnal dan media massa cetak dan elektronik.

Tahap selanjutnya adalah pengumpulan data, berupa data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan berupa data pengamatan pasang surut Sungai Mahakam, data kedalaman sungai, dan data arus. Pengamatan pasang surut air sungai dilaksanakan selama 1 piantan (25 Jam dengan interval pembacaan 15 menit). Selanjutnya dilakukan pengukuran kedalaman sungai dan penentuan posisi horisontal kapal menggunakan alat *Garmin Mapsounder 585plus*, serta pengukuran arus menggunakan currentmeter dengan skema 2 kedalaman dengan posisi di as sungai, tepi kanan dan kiri sungai. Sebaran titik pengambilan data arus dapat dilihat pada Gambar 3 dengan simbol segitiga. Data sekunder yang digunakan yaitu data citra *google maps* untuk *basemap*, dan vektor sungai dari inaGeoportal. Data pondasi jembatan disimulasikan dari penampakan foto pada saat pengambilan data.



Gambar 3. Sebaran Titik Pengambilan Data Arus

Pada tahap pengolahan data, data pasang surut 1 piantan menghasilkan nilai surut paling rendah dan pasang paling tinggi, *chart datum* dan nilai muka air sesaat (MSL sesaat). Pada pengolahan data batimetri menghasilkan gambaran topografi dasar sungai. Kedalaman data batimetri menggunakan acuan MSL sesaat dari pengamatan pasang surut 1 piantan. Pada pengolahan arus, didapatkan hasil kecepatan arus beserta arah arus. Hasil kecepatan arus dengan menggunakan alat pengukur arus/ *current meter* di titik pengamatan dihitung dengan Persamaan 1 (Valeport Marine Scientific LTD, 1985).

$$V = An + B$$

$$V = 0,2583 N + 0,0086 \text{ m/detik} \quad (1)$$

dimana :

- V : Kecepatan Aliran (m/detik)
- A, B : Konstanta Alat
- n : Jumlah Putaran
- N : n/waktu

Hasil dari tahap pengolahan data, selanjutnya dibuat permodelan spasial pola arus dengan data kedalaman serta data pasang surut sungai. Menurut Istiarto (2019), HEC-RAS 2D bagus dalam memberikan simulasi kecepatan aliran. Permodelan menggunakan HEC-GeoRAS 2D dengan parameter arah dan kecepatan arus, parameter lainnya yaitu kedalaman. Permodelan dibuat dengan skenario debit sungai sebelum melewati jembatan sama setelah debit setelah melewati jembatan. Hasil permodelan selanjutnya dianalisis pola yang terbentuk dari arus, arah dan topografi dasar sungai beserta bangunan jembatan. Analisis jalur pelayaran dibagi menjadi 3 karakteristik kapal. Karakter kapal jenis 1 yaitu dengan maksimal 6 m atas garis air, panjang maksimal 50 m, lebar 20 m. Kapal jenis 2 yaitu kapal yang bergandeng dengan ponton maksimal panjang 100 m, lebar 25 m, dengan tinggi 10 m di atas garis air. Kapal jenis 3 yaitu rakit kayu bundar dengan panjang diatas 50 m sampai 80 m, lebar maksimal diatas 20 m sampai 30 m dan tinggi 10 m di atas garis air.

Hasil dan Pembahasan

1. Pasang dan Surut Sungai Mahakam

Pengamatan pasang surut dilaksanakan dengan menggunakan rambu ukur selama 25 jam pengamatan yang dipasang pada lokasi yang sudah ditentukan. Data pengamatan pasang surut dibaca dengan interval 5 menit

saat pemeruman berlangsung, dan 15 menit saat tidak melakukan pemeruman. Hasil bacaan pengamatan pasang surut dapat dilihat pada Tabel 1.

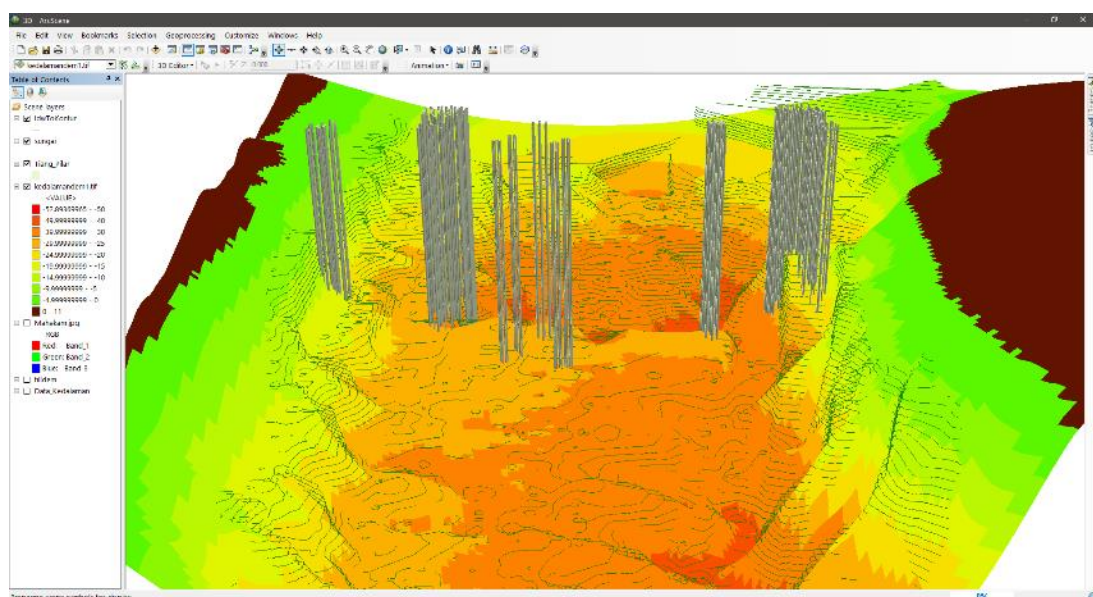
Tabel 1. Data Pasang dan Surut Sungai Mahakam

No	Jam	Bacaan Rambu	Tanggal	No	Jam	Bacaan Rambu	Tanggal
1	10.00	3298	29 juli 2022	61	20.15	2785	29 juli 2022
2	10.15	3220	29 juli 2022	62	20.30	2795	29 juli 2022
3	10.30	3148	29 juli 2022	63	20.45	2784	29 juli 2022
4	11.00	3052	29 juli 2022	64	21.00	2779	29 juli 2022
5	11.15	2988	29 juli 2022	65	21.15	2765	29 juli 2022
6	11.30	2900	29 juli 2022	66	21.30	2718	29 juli 2022
7	11.45	2810	29 juli 2022	67	21.45	2685	29 juli 2022
8	12.00	2731	29 juli 2022	68	22.00	2617	29 juli 2022
9	12.15	2630	29 juli 2022	69	22.15	2572	29 juli 2022
10	12.30	2546	29 juli 2022	70	22.30	2520	29 juli 2022
11	12.45	2465	29 juli 2022	71	22.45	2440	29 juli 2022
12	13.00	2372	29 juli 2022	72	23.00	2429	29 juli 2022
13	13.15	2296	29 juli 2022	73	23.15	2305	29 juli 2022
14	13.30	2232	29 juli 2022	74	23.30	2265	29 juli 2022
15	13.45	2160	29 juli 2022	75	23.45	2187	29 juli 2022
16	14.00	2090	29 juli 2022	76	00.00	2090	30 juli 2022
17	14.15	2000	29 juli 2022	77	00.15	2045	30 juli 2022
18	14.30	1972	29 juli 2022	78	00.30	1985	30 juli 2022
19	14.45	1936	29 juli 2022	79	00.45	1942	30 juli 2022
20	15.00	1872	29 juli 2022	80	1.00	1877	30 juli 2022
21	15.15	1815	29 juli 2022	81	1.15	1822	30 juli 2022
22	15.20	1775	29 juli 2022	82	1.30	1780	30 juli 2022
23	15.25	1752	29 juli 2022	83	1.45	1708	30 juli 2022
24	15.30	1747	29 juli 2022	84	2.00	1695	30 juli 2022
25	15.35	1735	29 juli 2022	85	2.15	1655	30 juli 2022
26	15.40	1727	29 juli 2022	86	2.30	1641	30 juli 2022
27	15.45	1717	29 juli 2022	87	2.45	1608	30 juli 2022
28	15.50	1707	29 juli 2022	88	3.00	1600	30 juli 2022
29	15.55	1697	29 juli 2022	89	3.15	1602	30 juli 2022
30	16.00	1705	29 juli 2022	90	3.30	1605	30 juli 2022
31	16.05	1706	29 juli 2022	91	3.45	1656	30 juli 2022
32	16.10	1707	29 juli 2022	92	4.00	1705	30 juli 2022
33	16.15	1708	29 juli 2022	93	4.15	1786	30 juli 2022
34	16.20	1710	29 juli 2022	94	4.30	1915	30 juli 2022
35	16.25	1720	29 juli 2022	95	4.45	2092	30 juli 2022
36	16.30	1737	29 juli 2022	96	5.00	2240	30 juli 2022
37	16.35	1748	29 juli 2022	97	5.15	2396	30 juli 2022
38	16.40	1767	29 juli 2022	98	5.30	2512	30 juli 2022
39	16.45	1790	29 juli 2022	99	5.45	2789	30 juli 2022
40	15.50	1805	29 juli 2022	100	6.00	2863	30 juli 2022

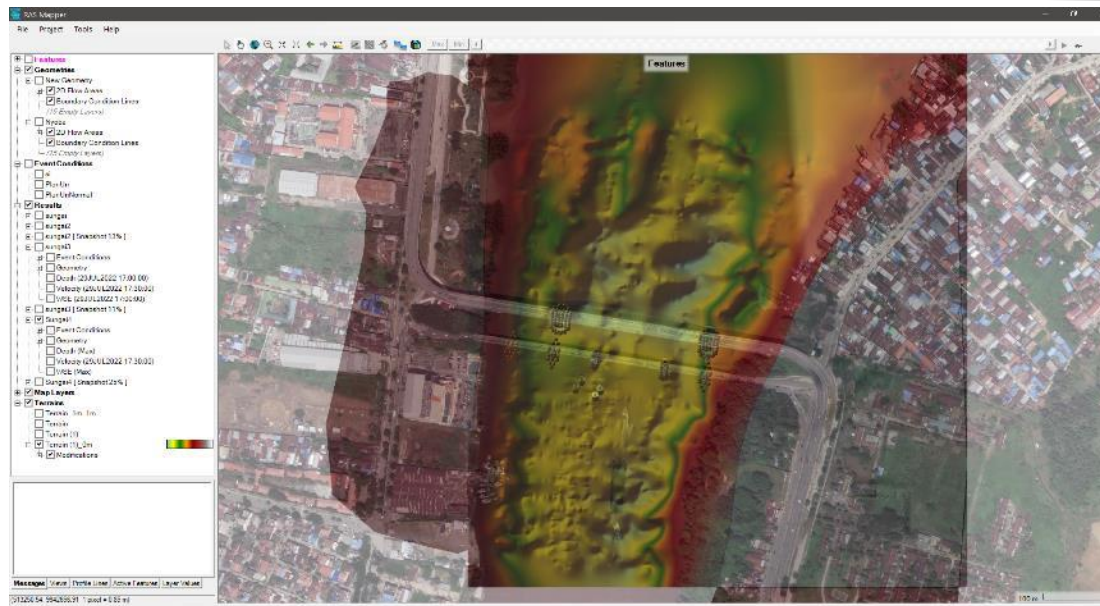
No	Jam	Bacaan Rambu	Tanggal	No	Jam	Bacaan Rambu	Tanggal
41	16.55	1827	29 juli 2022	101	6.15	2908	30 juli 2022
42	17.00	1852	29 juli 2022	102	6.30	2970	30 juli 2022
43	17.05	1887	29 juli 2022	103	6.45	3065	30 juli 2022
44	17.10	1907	29 juli 2022	104	7.00	3125	30 juli 2022
45	17.15	1945	29 juli 2022	105	7.15	3185	30 juli 2022
46	17.20	1975	29 juli 2022	106	7.30	3316	30 juli 2022
47	17.25	2005	29 juli 2022	107	7.45	3371	30 juli 2022
48	17.30	2045	29 juli 2022	108	8.00	3400	30 juli 2022
49	17.35	2087	29 juli 2022	109	8.15	3455	30 juli 2022
50	17.40	2125	29 juli 2022	110	8.30	3475	30 juli 2022
51	17.45	2205	29 juli 2022	111	8.45	3490	30 juli 2022
52	18.00	2250	29 juli 2022	113	9.00	3480	30 juli 2022
53	18.15	2346	29 juli 2022	114	9.15	3477	30 juli 2022
54	18.30	2454	29 juli 2022	115	9.30	3470	30 juli 2022
55	18.45	2520	29 juli 2022	116	9.45	3468	30 juli 2022
56	19.00	2666	29 juli 2022	117	10.00	3445	30 juli 2022
57	19.15	2686	29 juli 2022	118	10.15	3395	30 juli 2022
58	19.30	2729	29 juli 2022	119	10.30	3335	30 juli 2022
59	19.45	2760	29 juli 2022	120	10.45	3240	30 juli 2022
60	20.00	2790	29 juli 2022	121	11.00	3177	30 juli 2022

2. Survei Batimetri

Pada pengukuran Survei Batimetri didapatkan luas area pengukuran 26,840 Ha (hektar) yang didapatkan dari batas pengambilan data melalui pengolahan software ArcGIS dan koordinat hasil pengukuran berjumlah 8.796 titik kedalaman. Titik kedalaman didapatkan dari hasil perhitungan pasang surut air laut untuk mendapatkan referensi MSL sesaat. Kedalaman paling dalam di sekitar jembatan Mahakam berkisar -52,8 m.



Gambar 4. Relief 3D Kedalaman Sungai Mahakam di bawah Jembatan Mahakam



Gambar 5. Penampakan Kedalaman Sungai Mahakam di bawah Jembatan Mahakam

3. Arus dan Permodelan Arus

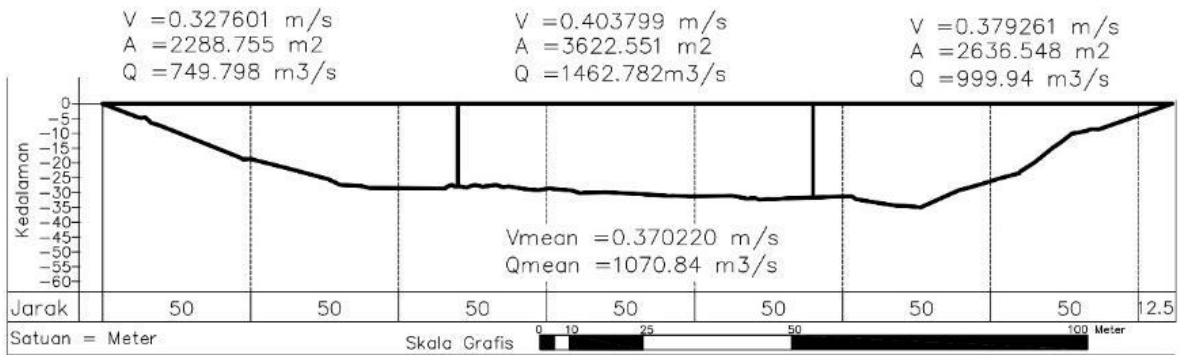
Hasil kecepatan arus dengan menggunakan alat pengukur arus / *current meter* di titik pengamatan dari hasil perhitungan ditampilkan secara lengkap pada Tabel 2. Tabel 2 berisi informasi posisi pengambilan data, kedalaman dasar sungai dan alat ukur, waktu dan jumlah pengambilan data, serta arah alat ukur arusnya. Pengambilan data ini diambil dengan dua kedalaman dan arus masing-masing dihitung menggunakan rumus 1. Hasil rata-rata untuk kecepatan harus sebesar 0,339224 m/s dimana didapat dari nilai rata-rata kecepatan arus di 6 titik pengambilan data. Perhitungan debit sungai dihitung dari kecepatan arus masing-masing titik dikalikan dengan luas penampang. Luas penampang dihitung dari gambar penampang melintang. Titik pengambilan data arus dan penampang yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3. Gambar penampang melintang dan perhitungan debitnya dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.

Tabel 2. Data Pengukuran Arus

DATA PENGUKURAN KECEPATAN ARUS SUNGAI					
LOKASI		: Jembatan Mahakam		TGL : 29/7/2022	
DESA		: -		Waktu: 17:30 WITA	
KOTA		: Samarinda			
P1	50S	513129	9942505	10	
Kedalaman (m)	22	Waktu(s)	Putaran	Kec. (m/s)	Arah (derajat)
1	3	50	60	0,318560	298
2	3	50	53	0,282398	
3	6	50	73	0,385718	315
4	6	50	61	0,323726	
				1,310402	
P2	50S	513244	9942467	10	
Kedalaman (m)	28,4	Waktu(s)	Putaran	Kec. (m/s)	Arah (derajat)
1	3	50	77	0,406382	357

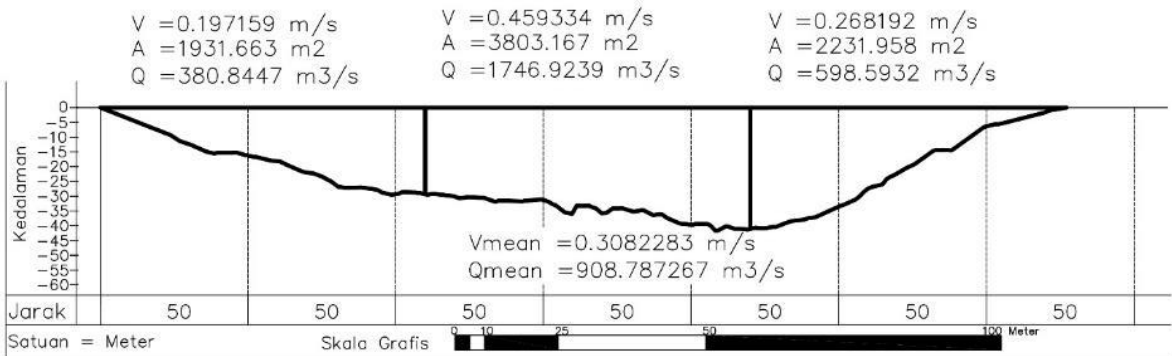
2	3	50	77	0,406382	
3	6	50	83	0,437378	316
4	6	50	69	0,365054	
				1,615196	
P3	50S	513366	9942457	10	
Kedalaman (m)	28,4	Waktu(s)	Putaran	Kec. (m/s)	Arah (derajat)
1	3	50	78	0,411548	324
2	3	50	102	0,535532	
3	6	50	36	0,194576	10
4	6	50	71	0,375386	
				1,517042	
P4	50S	513127	9942387	10	
Kedalaman (m)	26,4	Waktu(s)	Putaran	Kec. (m/s)	Arah (derajat)
1	3	50	9	0,055094	336
2	3	50	35	0,189410	
3	6	50	53	0,282398	348
4	6	50	49	0,261734	
				0,788636	
P5	50S	513197	9942331	10	
Kedalaman (m)	26,4	Waktu(s)	Putaran	Kec. (m/s)	Arah (derajat)
1	3	50	79	0,416714	294
2	3	50	120	0,628520	
3	6	50	94	0,494204	
4	6	50	56	0,297896	
				1,837334	
P6	50S	513346	9942328	10	
Kedalaman (m)	11,3	Waktu(s)	Putaran	Kec. (m/s)	Arah (derajat)
1	3	50	47	0,251402	345
2	3	50	54	0,287564	
3	6	50	56	0,297896	358
4	6	50	44	0,235904	
				1,072766	
Kec Arus Rata-Rata (m/s)				0,339224	

Gambar Penampang 1

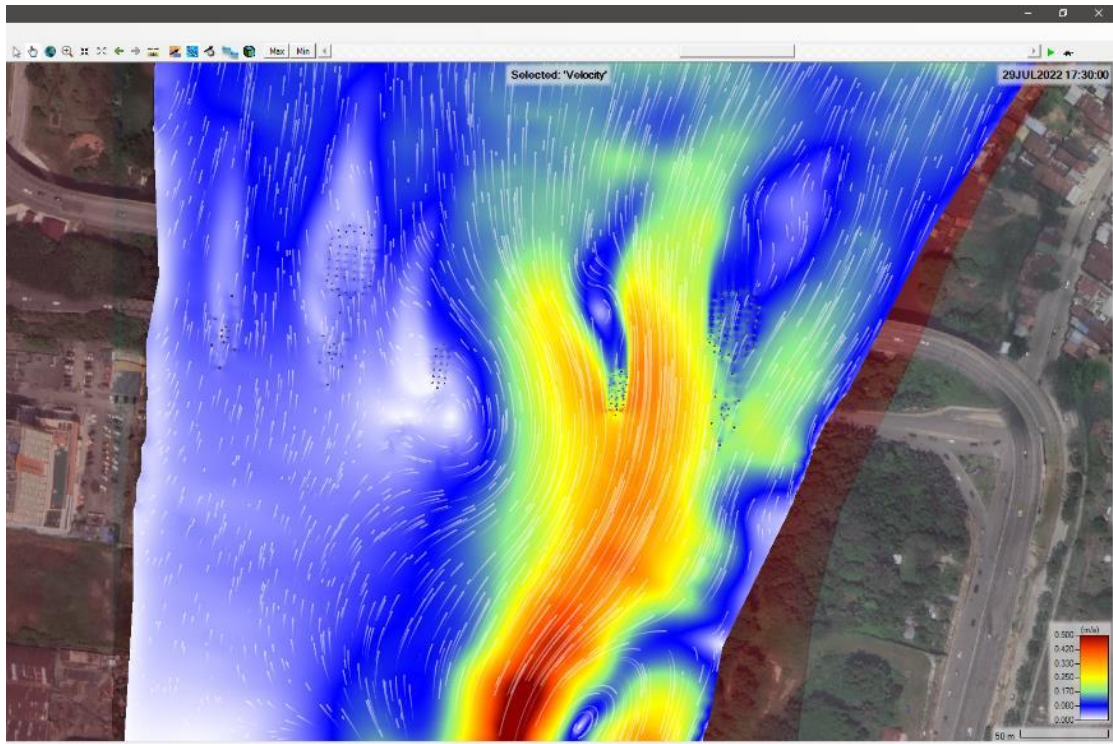


Gambar 6. Penampang 1 Kedalaman Serta Hitungan Kecepatan Arus dan Debit Sungai

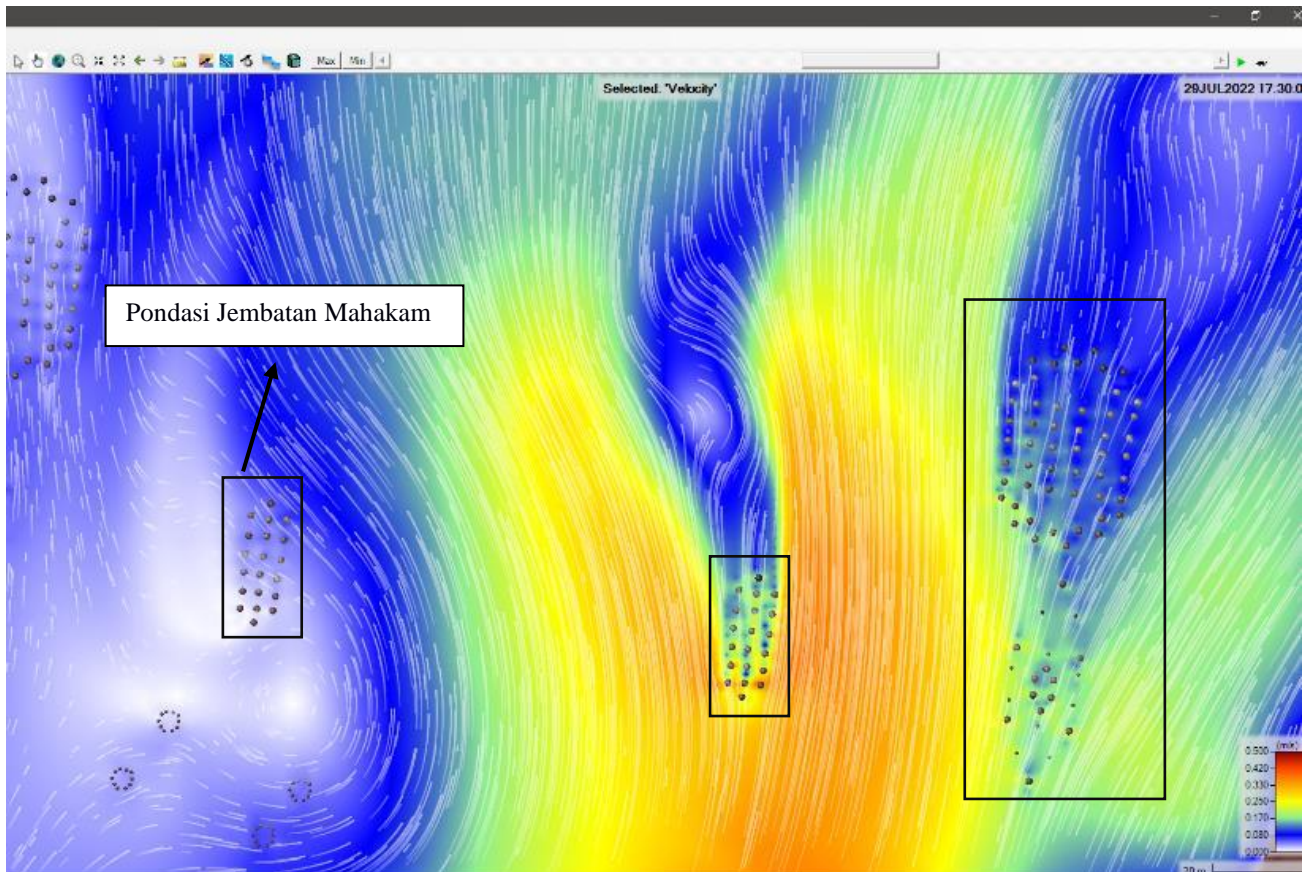
Gambar Penampang 2



Gambar 7. Penampang 2 Kedalaman Serta Hitungan Kecepatan Arus dan Debit Sungai



Gambar 8. Model Aliran Arus Sungai Mahakam dengan HEC-RAS.



Gambar 9. Model Aliran Arus Sungai Mahakam Melewati Pilar Pondasi Jembatan Mahakam.

Pada Gambar 9, dapat dijelaskan bahwa, hasil simulasi permodelan aliran arus sungai menunjukkan bahwa dipondasi tengah jembatan Mahakam lama dan jembatan Mahakam baru memiliki nilai kecepatan arus yang lebih tinggi daripada sekitarnya. Kecepatan arus ini yang dapat menyebabkan kapal hilang haluan. Pada tiang pondasi tengah jembatan Mahakam lama, daerah dekat fender pengaman jembatan, tersimulasikan arus yang memutar (turbulensi). Pada kasus kecelakaan kapal, pondasi jembatan yang ditabrak berada disisi pengaman fender dan pondasi tengah. Kejadian tersebut dapat disebabkan karena arus memutar (turbulensi) tersebut. Untuk menghindari terjadinya kecelakaan kapal, khususnya kapal yang melintas ditengah, maka sistem yang diberlakukan yaitu menggunakan kapal bantuan untuk menggiring muatan kapal tongkang supaya tidak terserat arus memutar.

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini menggambarkan pola arus yang melingkar di bawah jembatan dengan kecepatan 0,330 - 0,420 m/s. Kecepatan dan debit rata-rata dari sungai Mahakam berkisar 0,339 m/s dengan debit sebesar 1070,84 m³/s. Kedalaman di sekitar bawah jembatan berkisar antara -42 sampai -10 m. Kesimpulan dari simulasi permodelan menunjukkan di pondasi tengah jembatan Mahakam lama dan jembatan Mahakam baru memiliki nilai kecepatan arus yang lebih tinggi daripada sekitarnya. Kecepatan arus ini yang dapat menyebabkan kapal hilang haluan. Pada tiang pondasi tengah jembatan Mahakam lama, daerah dekat fender pengaman jembatan, tersimulasikan arus yang memutar. Pada kasus kecelakaan kapal, pondasi jembatan yang ditabrak berada disisi pengaman fender dan pondasi tengah. Kejadian tersebut bisa disebabkan karena arus memutar tersebut.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Politeknik Pertanian Negeri Samarinda terkait dana PNPB dengan no DIPA-023.18.2.677611/2022 yang telah membiayai penelitian ini. Pada pihak warga Kelurahan Sungai Keledang dan Kelurahan Sungai Kunjang yang telah memberikan ijin lokasi untuk pengambilan data penelitian. Mahasiswa Diploma 3 Program Studi Teknologi Geomatika yang telah membantu dalam pengambilan data di lapangan dan kontribusinya yang mendukung penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Achmad, R, & Anwari. (2017). Kajian Pergerakan Arus (Model Hidrodinamika) Muara Sungai Barito. URL : <http://eprints.ulm.ac.id/id/eprint/2528> diakses pada 11 Mei 2022.
- Ahmadi, dkk. (2016). Model Pengelolaan Alur Pelayaran Sungai Barito Dengan Pendekatan Sistim Dinamik. *Jurnal Analisa Sistem & Riset Operasi* Vol. 5 Hal. 1 – 12.
- Cahyono, D,T, & Pratomo, D,G. (2008). Analisa hasil pengamatan pasang surut air laut metode langsung dan tidak langsung. *Geoid* Vol. 3 No. 2 Hal. 130-138.
- Islami, Ahmad Ayyash. (2018). Analisis Kedalaman Sungai Untuk Alur Pelayaran Kapal Batu Bara Menggunakan Multibeam Echosounder (Studi Kasus: Sungai Mahakam, Kalimantan Timur). Tugas Akhir. Surabaya: Departemen Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ismawati, Sintya M. dan Lasmito, Umboro. (2017). Pemodelan Aliran 1D pada Bendungan Tugu Menggunakan Software HEC-RAS. *JURNAL HIDROTEKNIK* Vol. 2, No. 2, Hal. 19 – 25.
- Istiarto. (2011). Problematika Jembatan di Sungai. <https://istiarto.staff.ugm.ac.id/index.php/2011/05/problematika-jembatan/> diakses pada tanggal 12 Mei 2022.
- Istiarto. (2019). HEC-RAS: Simulasi 1D-2D. <https://istiarto.staff.ugm.ac.id/index.php/2019/10/hec-ras-simulasi-1d-2d/> diakses pada tanggal 12 Mei 2022.
- Kasim, Muh, R, S. (2020). Pemodelan Arus Dan Gelombang Di Muara Sungai Jeneberang Dengan Aplikasi *MIKE 21*. Tugas Akhir. Departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.
- Kurniawan, Budi. (2021). Jembatan Mahakam Rusak Ditabrak Tongkang, Otoritas Investigasi. *detikNews* : Senin, 30 Agustus 2021 19:42 WIB. <https://news.detik.com/berita/d-5702776/jembatan-mahakam-rusak-ditabrak-tongkang-otoritas-investigasi> diakses pada tanggal 17 April 2022
- Kusumawati, Elok D. dkk. (2015). Pemetaan Batimetri Untuk Mendukung Alur Pelayaran Di Perairan Banjarmasin, Kalimantan Selatan. *Jurnal Oseanografi* Vol 4, No 4, Hal. 706-712. Semarang.
- Nugraha, A, R, dkk. (2013). Pemetaan Batimetri dan Analisis Pasang Surut untuk Menentukan Elevasi Lantai dan Panjang Dermaga 136 di Muara Sungai Mahakam, Sanga-Sanga, Kalimantan Timur. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik* Vol. 16 No. 1 Hal 21-30.
- Nugrahani, A.W. (2019). Jembatan Mahakam Samarinda Kembali Ditabrak Kapal Tongkang, Sudah 3 Kali Terjadi di Tahun 2019. *Tribunnews* : Selasa, 19 November 2019 16:08 WIB. <https://www.tribunnews.com/regional/2019/11/19/jembatan-mahakam-samarinda-kembali-ditabrak-kapal-tongkang-sudah-3-kali-terjadi-di-tahun-2019?page=2> diakses pada tanggal 17 April 2022.
- Nurdianti, A, K, dkk. (2016). Studi Batimetri Dan Kondisi Alur Pelayaran Di Muara Sungai Kapuas Kecil, Kalimantan Barat. *Jurnal Oseanografi* Vol. 5 No. 4 Hal. 530 – 545.
- Setiawan, A. dkk. (2014). Survey Batimetri Dan Pengamatan Kondisi Kualitas Air Di Perairan Musi, Gerokgak, Bali Untuk Budidaya Laut. Balai Penelitian Dan Observasi Laut - BPPKP. Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Valeport Marine Scientific LTD. (1985). Braystoke BFM001 Current Flow Meter: Operating & Maintenance Instruction Manual with Calibration Chart. South Devon UK
- Yuniska, Harmi. (2015). Pemetaan Batimetri Di Perairan Sungai Carang Kota Tanjung Pinang. Skripsi. Tanjungpinang: Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji.



This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).