

Analisis Perubahan Morfologi Sungai Akibat Penambangan di Sungai Saddang Kab. Enrekang

Sri Wahyuningsi¹ | Muhammad Yunus Ali*² | Marupah²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia.

wahyuningsi855@gmail.com

² Program Studi Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia.

muh.yunusali@unismuh.ac.id

marufah@unismuh.ac.id

Korespondensi:

*Muhammad Yunus Ali

muh.yunusali@unismuh.ac.id

ABSTRAK:

Bertujuan untuk menganalisis dampak kegiatan penambangan pasir terhadap perubahan morfologi Sungai Saddang di Desa Cemba, Kabupaten Enrekang. Metode penelitian menggunakan pendekatan survei lapangan, mengukur parameter kunci seperti kecepatan aliran, kedalaman, dan lebar, dan analisis spasial menggunakan perangkat lunak ArcGIS untuk membandingkan kondisi pada tahun 2015 dan 2025. Hasil penelitian menunjukkan perubahan morfologi yang signifikan, ditandai dengan pelebaran sungai rata-rata hingga 42% di lokasi penambangan, pendangkalan, percabangan alur sungai, dan pembentukan kolam galian. Kegiatan penambangan juga mengakibatkan erosi tebing, penurunan kualitas air, kerusakan vegetasi riparian, dan peningkatan risiko banjir dan tanah longsor. Kesimpulan penelitian ini menegaskan bahwa penambangan pasir memiliki dampak yang signifikan terhadap degradasi fisik sungai dan ekosistem di sekitarnya. Oleh karena itu, pengelolaan penambangan yang berwawasan lingkungan diperlukan untuk mencegah kerusakan lebih lanjut pada morfologi sungai di masa mendatang.

KATA KUNCI

Morfologi sungai, penambangan pasir, Sungai Saddang, erosi, ArcGIS

ABSTRACT:

This study aims to analyze the impact of sand mining activities on the morphological changes of the Saddang River in Cemba Village, Enrekang Regency. The research method used a field survey approach, measuring key parameters such as flow velocity, depth, and width, and spatial analysis using ArcGIS software to compare conditions in 2015 and 2025. The results showed significant morphological changes, characterized by an average river widening of up to 42% at the mining site, silting, branching of the river channel, and the formation of excavated ponds. Mining activities also resulted in bank erosion, decreased water quality, damage to riparian vegetation, and an increased risk of flooding and landslides. The study's conclusions confirm that sand mining has a significant impact on the physical degradation of the river and its surrounding ecosystem. Therefore, environmentally sound mining management is necessary to prevent further damage to the river's morphology in the future.

Keywords:

River morphology, sand mining Saddang River, erosion, ArcGIS

1 | PENDAHULUAN

Sungai Saddang merupakan salah satu sungai utama di Sulawesi Selatan dengan panjang $\pm 181,5$ km dan lebar rata-rata 80 m yang melintasi beberapa kabupaten, termasuk Kabupaten Enrekang. Sungai ini memiliki peranan penting sebagai sumber air irigasi, air bersih, dan penunjang aktivitas perkebunan masyarakat. Namun, dalam dua dekade terakhir, Sungai Saddang menghadapi tekanan serius akibat aktivitas penambangan pasir yang dilakukan secara intensif, terutama di wilayah Desa Cemba, Kecamatan Enrekang.

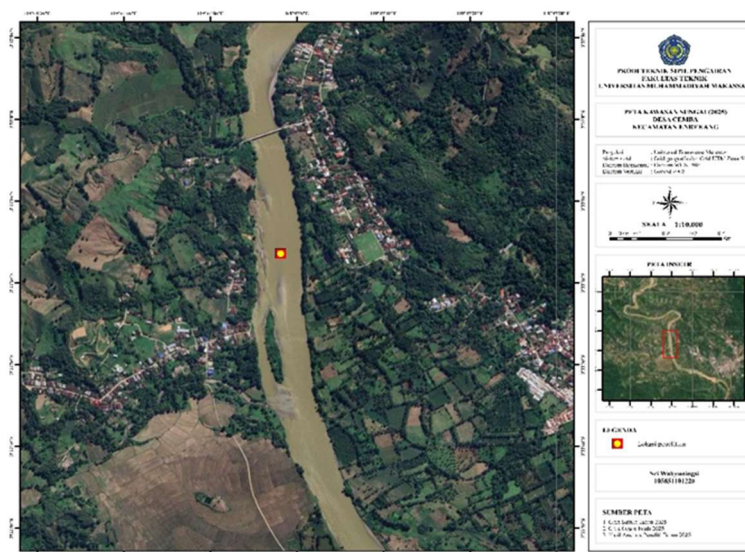
Penelitian mengenai dampak penambangan pasir terhadap perubahan morfologi sungai menjadi penting untuk memberikan pemahaman ilmiah sekaligus dasar bagi pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan. Kajian ini difokuskan pada analisis perubahan dimensi alur sungai, meliputi lebar, kedalaman, dan kecepatan aliran dengan membandingkan kondisi Sungai Saddang pada tahun 2015 dan 2025 menggunakan survei lapangan serta analisis spasial berbasis ArcGIS.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis dampak penambangan pasir terhadap perubahan morfologi Sungai Saddang di Desa Cemba, Kabupaten Enrekang, serta mengidentifikasi potensi risiko lingkungan yang ditimbulkannya. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam perencanaan pengelolaan penambangan pasir yang ramah lingkungan serta menjaga keberlanjutan fungsi sungai bagi masyarakat sekitar.

2 | METODE PENELITIAN

2.1 | Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di daerah Sungai Saddang Desa Cemba, Kab. Enrekang. Wilayah ini dipilih karena merupakan kawasan yang memiliki tambang galian C di daerah Aliran Sungai.



GAMBAR 1. Lokasi Penelitian

2.2 | Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data tersebut sebagai berikut :

1. Data Primer
Data primer penelitian ini diperoleh dari hasil pengukuran lapangan berupa kecepatan aliran, kedalaman, dan lebar sungai.
2. Data Sekunder
Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah data- data yang diperoleh dari literatur dan instansi terkait yaitu peta DAS Saddang, dimensi sungai, dll).

2.3 | Analisis Data

1. Debit aliran sungai

Untuk mengetahui debit aliran pada penelitian ini menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = V \cdot A$$

Dimana:

Q = debit air (m³/det)

V = Kecepatan Aliran Air (m)

A = Luas penampang sungai amatan (m²)

2. Analisa lebar sungai

Pengukuran luas penampang sungai dilakukan dengan perhitungan metode aljabar pendekatan analisis.

Dimana:

A = luas penampang basah (m²)

a = lebar dasar sungai (m)

b = lebar sungai (m)

y = kedalaman sungai (m)

3. Perubahan Morfologi sungai menggunakan Peta ArcGis

Dimana tahap untuk mengetahui perubahan morfologi sungai sebelum penambangan dan setelah terjadinya penambangan.

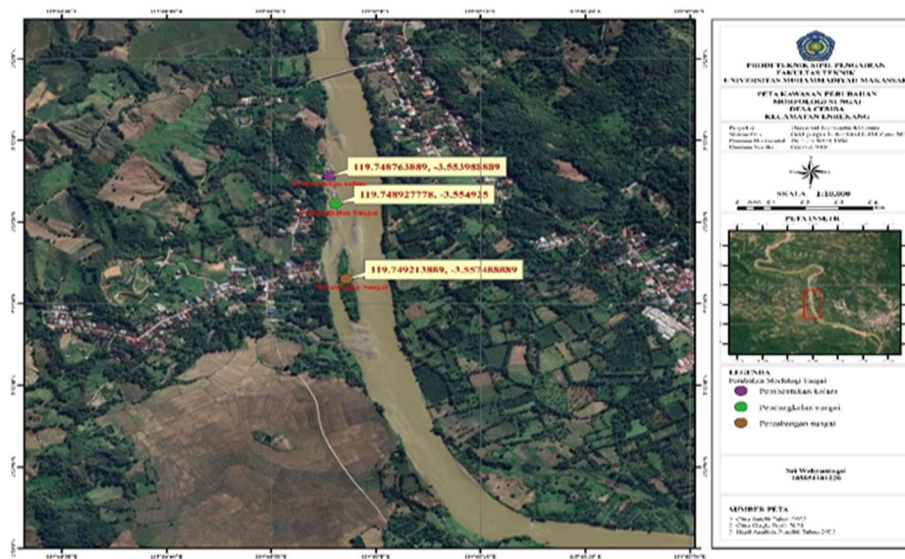
3 | HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 | Perubahan Alur Sungai

Perubahan alur sungai merupakan fenomena geomorfologi yang menunjukkan dinamika interaksi antara air, sedimen, dan lingkungan sekitar, sehingga berpengaruh pada stabilitas lahan, ekosistem, serta kehidupan sosial-ekonomi masyarakat di sekitarnya. Jika dilihat dalam kurun waktu 2015–2025.



GAMBAR 2. Arah Arus Sungai Sebelum Penambangan (Tahun 1025)



GAMBAR 3. Arah Arus Sungai Setelah Penambangan (Tahun 2025)

Berdasarkan gambar 2 dan 3 kita bisa mengamati perubahan alur sungai yang signifikan selama kurang waktu 10 tahun menunjukkan beberapa dampak yang signifikan. Berikut penjelasan dampak dari perubahan alur pada sungai. Dan lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel. 2 di bawah ini.

TABEL 1. Dampak Perubahan Alur Sungai

No	Dampak	Keterangan
1.	Perubahan alur Sungai	Terjadi percabangan sungai di beberapa lokasi yang menandakan sebuah ketidakstabilan alur sungai akibat gangguan alami atau aktivitas manusia. Percabangan ini juga bisa menyebabkan abrasi tebing sungai
2.	Pelebara dan Pendangkalan Sungai	Tampak pada peta 2025, sungai menjadi lebih lebar dibandingkan kondisi tahun 2015, ini menunjukkan adanya pendangkalan sungai, sungai yang dangkal bisa kehilangan kemampuan mengalir secara normal, endapan hasil erosi dari penambangan (sedimen, lumpur, pasir) terbawa ke sungai dan menyebabkan pendangkalan.
3.	Pembentukan kolam	Jika dilihat dari gambar di atas terlihat adanya pembentukan kolam, yang biasanya terjadi akibat galian tambang yang tidak direhabilitasi. Kolam ini bisa menjadi tempat genangan air yang berpotensi menjadi sumber penyakit dan mengganggu ekosistem air.
4.	Kerusakan Ekosistem Riparian Tepi Sungai	Vegetasi di sepanjang tepi sungai tampak berkurang drastis dari tahun 2015 ke tahun 2025. Ini menyebabkan hilangnya habitat alami bagi flora dan fauna sungai

3.2 | Analisis Karakteristik Aliran

Pengukuran yang dilakukan di lokasi penelitian, meliputi beberapa pengukuran untuk dapat menghitung berapa besar perubahan aliran sungai, pengukuran tersebut terdiri dari, pengukuran lebar sungai (L), pengukuran kedalaman sungai (d) dan pengukuran kecepatan aliran sungai (v). Pengukuran ini dilakukan sebanyak 3 kali dengan ketinggian air sungai yang berbeda-beda dengan jarak pengamatan 300 m, dimana jarak setiap titiknya 150 m.

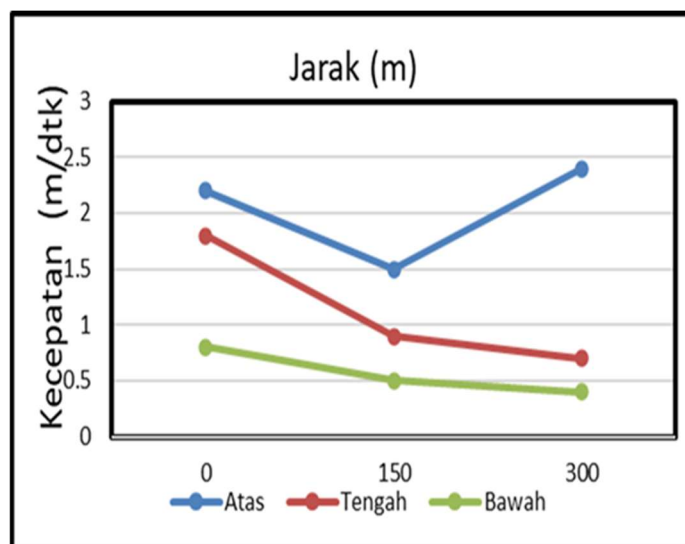
1. Kecepatan Aliran

Adapun kecepatan aliran pada Sungai Saddang desa Cemba Kab. Enrekang sebagai berikut :

TABEL2. Kecepatan Aliran

Percobaan	Patok	V(m/dtk)			Kedalaman
		Atas	Tengah	Bawah	
Hulu	P1	2,7	2,2	0,9	2,5
	P2	2,2	1,8	0,7	3,8
	P3	1,9	1,5	0,8	5,1
	Rata-rata	2,2	1,8	0,8	3,8
Tengah	P1	1,7	1,1	0,7	2,9
	P2	1,5	1	0,6	3,5
	P3	1,3	0,8	0,3	5,7
	Rata-rata	1,5	0,9	0,5	4
Hilir	P1	3,5	1	0,6	3,7
	P2	2	0,7	0,5	4,8
	P3	1,7	0,5	0,2	5,6
	Rata-rata	2,4	0,7	0,4	4,7

Sumber: Hasil Perhitungan

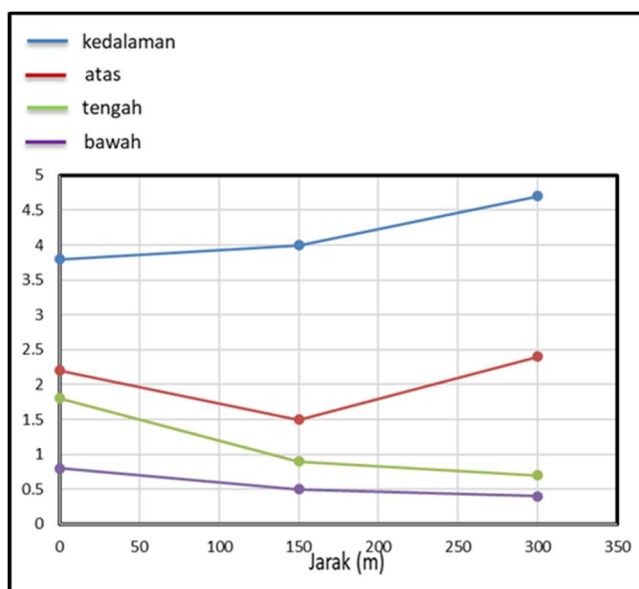
**GAMBAR 4.** Grafik hubungan jarak dan rata-rata kecepatan aliran tahun 2025

Berdasarkan pada Gambar 4. Grafik hubungan jarak dan rata-rata kecepatan aliran tahun 2025 di atas dengan model line charts di peroleh model hubungan persamaan masing-masing yaitu:

Atas dengan jarak 0 m: 2,2 m/dtk, jarak 150m: 1,5m/dtk dan jarak 300m: 2,4 m/dtk.

Tengah dengan jarak 150 m: 1,8 m/dtk, jarak 150 m: 0,9 m/dtk dan jarak 300 m : 0,7m/dtk.

Bawah dengan jarak 300 m: 0,8m/dtk, jarak 150 m: 0,5 m/dtk dan jarak 300 m : 0,4 m/dtk



Gambar 5. Grafik hubungan pengukuran rata-rata kedalaman dan Rata-rata kecepatan

Berdasarkan hasil analisis hubungan pengukuran kedalaman dan kecepatan dengan model scatter charts diperoleh model hubungan persamaan masing-masing kecepatan rata-rata yaitu.

Hulu dengan jarak 0 m pada pengukuran atas : 2,2 m/dtk, tengah 1,8 m/ dtk dan bawah 0,8m/dtk.

Tengah dengan jarak 150 m pada pengukuran atas: 1,5 m/dtk, tengah: 0,9 m/dtk dan bawah: 0,5 m/dtk.

Hilir dengan jarak 300 m pada pengukuran atas : 2,4 m/dtk , tengah 0,7 m/ dtk dan bawah 0,4m/dtk.

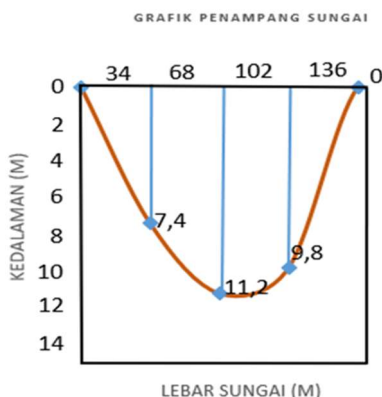
Sedangkan rata-rata kedalaman pada jarak 0 m: 3,8 m, jarak 150 m: 4 m, dan jarak 300 m : 4,7 m.

Dari persamaan tersebut dapat dilihat bahwa semakin tinggi muka air suatu penampang sungai maka semakin besar kecepatan aliran sungai begitupun sebaliknya semakin rendah muka air suatu penampang sungai semakin kecil pula kecepatan aliran sungai yang dihasilkan. Hubungan kedalaman dan kecepatan aliran dan berdasarkan hasil dari grafik nilai tertinggi pada rata-rata kecepatan yaitu ada pada jarak 300 m pada pengukuran atas yaitu 2,4m/dtk, dan nilai rata-rata tertinggi kedalaman ada pada jarak 300 m sebesar 4,7 m.

3.3 | Analisis Perubahan Penampang Sungai

Kecepatan aliran Sungai merupakan komponen aliran yang sangat penting. Hal ini disebabkan oleh pengukuran debit Sungai secara langsung disuatu penampang Sungai tidak dapat dilakukan (paling tidak dengan cara konvensional). Untuk jarak pengamatan yaitu 300 m, Dimana jarak setiap titiknya 100 m.

1. Penampang Sungai bagian titik 1 (Lokasi penambangan) tahun 2025 Sungai Saddang desa Cemba kab. Enrekang..



GAMBAR 6. Penampang sungai bagian titik 1 tahun 2025

Data kedalaman aliran berdasarkan pias masing-masing patok di bagi ke dalam 4 pias, Dimana jarak setiap pias 34 m dan lebar keseluruhan 136 m, dapat dilihat pada gambar di atas yaitu:

$$h1 = 7,4 \text{ m}$$

$$h2 = 11,2 \text{ m}$$

$$h3 = 9,8 \text{ m}$$

TABEL 3. Penampang sungai bagian titik 1 tahun

Ruas sungai	Jarak (m)	Kedalaman (h)	Luas Penampang (A) m^2	B
PO-P1	34	0	125,8	
P1-P2	34	7,4	316,2	136
P2-P3	34	11,2	357	
P3-P4	34	9,8	166,6	

Sumber : Hasil Perhitungan

Ruas 1 (P0-P1)

$$\begin{aligned}
 A1 &= \frac{1}{2} \times a \times t \\
 &= \frac{1}{2} \times 34 \times 7,4 = 125,8 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Ruas 2 (P1-P2)

$$\begin{aligned}
 A2.1 &= P \times L \\
 &= 34 \times 7,4 = 251,6 \text{ m}^2 \\
 A2.2 &= \frac{1}{2} \times a \times t \\
 &= \frac{1}{2} \times 34 \times 3,8 = 64,6 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A \text{ total} &= A2.1 + A2.2 \\
 &= 251,6 + 64,6 = 316,2 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Ruas 3 (P2-P3)

$$\begin{aligned}
 A3.1 &= P \times L \\
 &= 34 \times 9,8 = 333,2 \text{ m}^2 \\
 A3.2 &= \frac{1}{2} \times a \times t \\
 &= \frac{1}{2} \times 34 \times 1,4 = 23,8 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A \text{ total} &= A3.1 + A3.2 \\
 &= 333,2 + 23,8 = 357 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

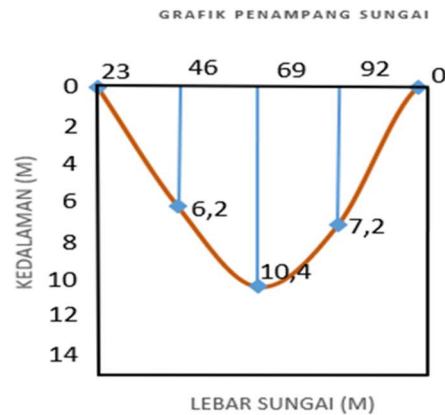
Ruas 4 (P3-P4)

$$\begin{aligned}
 A5.1 &= \frac{1}{2} \times a \times t \\
 &= \frac{1}{2} \times 34 \times 9,8 = 166,6 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total luas penampang} &= A1 + A2 + A3 + A4 \\
 &= 125,8 + 316,2 + 357 + 166,6 \\
 &= 965,6 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan bagian titik 2 dan titik 3 sungai menggunakan cara yang sama Pada pada langkah diatas.

1. Bagian titik 1 lokasi penambangan tahun 2015 pada Sungai Saddang desa Cemba kab. Enrekang



GAMBAR 7. Penampang sungai bagian titik 1 tahun 2015

Data kedalaman aliran berdasarkan pias masing-masing patok di bagi ke dalam 4 pias, Dimana jarak setiap pias 23 m dan lebar keseluruhan 92 m, dapat dilihat pada gambar di atas yaitu:

$$h_1 = 6,2 \text{ m}$$

$$h_2 = 10,4 \text{ m}$$

$$h_3 = 7,2 \text{ m}$$

TABEL 4. Penampang Sungai Bagian Titik 1

Ruas Sungai	Jarak (m)	Kedalaman (h) m2	Luas Penampang (A) m2	B
P0-P1	23	0	71,3	
P1-P2	23	6,2	190,9	92
P2-P3	23	10,4	202,4	
P3-P4	23	7,2	82,4	

Sumber : Hasil Perhitungan

Ruas 1 (P0-P1)

$$A1 = \frac{1}{2} \times a \times t$$

$$= \frac{1}{2} \times 23 \times 6,2 = 71,3 \text{ m}^2$$

Ruas 2 (P1-P2)

$$A2.1 = P \times L$$

$$= 23 \times 6,2 = 142,6 \text{ m}^2$$

$$A2.2 = \frac{1}{2} \times a \times t$$

$$= \frac{1}{2} \times 23 \times 4,2 = 48,3 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{total}} = A2.1 + A2.2$$

$$= 142,6 + 48,3 = 190,9 \text{ m}^2$$

Ruas 3 (P2-P3)

$$A3.1 = P \times L$$

$$= 23 \times 7,2 = 165,6 \text{ m}^2$$

$$A3.2 = \frac{1}{2} \times a \times t$$

$$= \frac{1}{2} \times 23 \times 3,2 = 36,8 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{total}} = A3.1 + A3.2$$

$$= 165,6 + 36,8 = 202,4 \text{ m}^2$$

Ruas 4 (P3=P4)

$$A5.1 = \frac{1}{2} \times a \times t$$

$$= \frac{1}{2} \times 23 \times 7,2 = 82,8 \text{ m}^2$$

$$\text{Total luas penampang} = A1 + A2 + A3 + A4$$

$$= 71,3 + 190,9 + 202,4 + 82,8$$

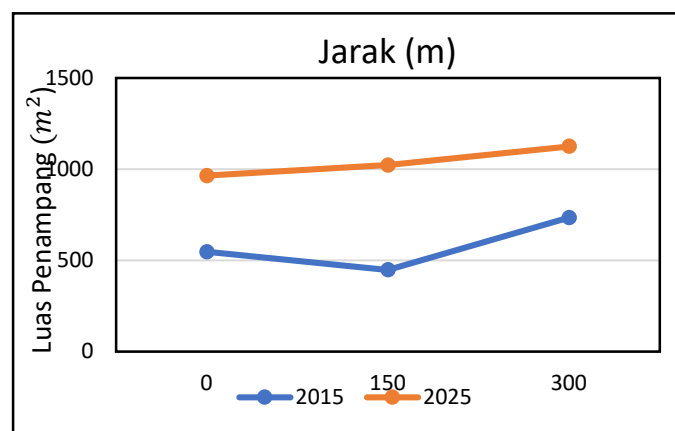
$$= 547,4 \text{ m}^2$$

Untuk perhitungan bagian titik 2 dan titik 3 sungai menggunakan cara yang sama Pada pada langkah diatas.

TABEL 5. Total Luas Penampang Sungai

Titik	Luas Penampang (A) m ²		Selisih	%
	2015	2025		
Hulu	547,4	965,6	418,2	30%
Tengah	448,5	1022,4	573,9	42%
Hilir	735,29	1126,1	390,81	28%
Total			1382,91	100%

Sumber: Hasil Perhitungan



GAMBAR 8. Grafik Luas Penampang Sungai Pada Tahun 2015 dan 2025.

Dintinjau dari hasil pengamatan langsung dilapangan dan berdasarkan hasil perhitungan lebar Sungai Saddang pada desa Cemba kab. Enrekang mengalami perubahan ukuran lebar sungai, pada tahun 2015 sebelum ada penambangan dengan lebar sungai pada bagian hulu yaitu 547,4 m², tahun 2025 pada bagian hulu sebesar 965,6 m² pada bagian tengah tahun 2015 sebesar 448,5 m², tahun 2025 sebesar 1022,4 m² dan pada bagian hilir tahun 2015 sebesar 735,29 m², tahun 2025 sebesar 1126,1 m². Persentase perubahan luas penampang dari tahun 2015 sampai 2025 yaitu:

Titik 1 : 30 %

Titik 2 : 42 %

Titik 3 : 28 %

Perubahan luas penampang Sungai Saddang yang berada di desa Cemba kab. Enrekang dalam kurun waktu 10 tahun (2015-2025) mengalami perubahan pada luas penampang yang berada pada tengah sungai (lokasi penambangan) sebesar 42%. Peningkatan pelebaran pada Sungai Saddang ini disebabkan karena pengambilan sedimen secara terus menerus sehingga terjadinya erosi yang mengakibatkan terjadinya pelebaran sungai.

4 | KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai laju infiltrasi dan hubungannya dengan aliran permukaan di Kecamatan Panakkukang, maka dapat disimpulkan.

1. Perubahan morfologi di Sungai Saddang yang terjadi di Desa Cemba antara tahun 2015 dan 2025 menunjukkan dampak besar akibat aktivitas penambangan sungai, Penambangan pasir secara langsung berperan dalam perubahan morfologi sungai melalui beberapa dampak utama. Aktivitas ini menyebabkan pengikisan dasar dan tebing sungai, perubahan alur sungai, serta pendangkalan di beberapa bagian akibat gangguan keseimbangan sedimen. Selain itu, perubahan morfologi ini diperparah oleh kerusakan vegetasi bantaran, penurunan kualitas air, dan gangguan pada sistem aliran air. Jika tidak dikelola dengan baik, penambangan pasir akan mempercepat degradasi bentuk fisik sungai, mengganggu ekosistem, serta meningkatkan
2. Berdasarkan hasil pengamatan kondisi alur sungai menggunakan Arcgis dimana terdapat perubahan morfologi sungai yang signifikan dari tahun 2015 ke periode setelah penambangan, meliputi perubahan arah arus, pengurangan endapan/pulau sedimen, peningkatan kekeruhan air dan terjadi erosi yang menyebabkan terjadinya pelebaran di Sungai Saddang desa Cemba kab. Enrekang. Hal ini mengindikasikan dampak nyata dari aktivitas penambangan terhadap lingkungan sungai.

Daftar Pustaka

- Asdak, C. (2004). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (edisi kedua). Asdak, C. 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Atmajayani, R. D. (2022). Analisis Kondisi Lingkungan Fisik dan Sosial Ekonomi Masyarakat di Daerah Aliran Sungai Brantas Akibat Penambangan Pasir (Studi Kasus Kali Brantas Kecamatan
- Basri, N., & Purwanto, A. (2018). Studi Laju Sedimentasi Bagian Hilir Sungai Saddang. Universitas Muhammadiyah Makassar, Makassar.
- Dhiaurrahma. 2018. Pengaruh Keberadaan Tambang Pasir Terhadap Lingkungan Pemukiman di Desa Ujung Baji Kecamatan Sanrobone Kabupaten takalar. Skripsi. Makassar: Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Dyahwanti, I. N. (2007). Kajian dampak lingkungan kegiatan penambangan pasir pada daerah sabuk hijau Gunung Sumbing di Kabupaten Temanggung (Doctoral dissertation, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro).
- Fauziyah R, Kironoto, BA, Legono, D. (2018). Kajian Angkutan Sedimen Di Sungai Pabelan, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah. *Semesta Teknika*, 21(1), 53-59.
- Harsanto, P, Ikhsan, J, Pujiyanto, A., Hartono, E., Fitriadin, A. A., & Kuncoro, A. H. B. (2015). Karakteristik Bencana Sedimen Pada Sungai Vulkanik. In *Seminar Nasional Teknik Sipil* (pp. 200-207).
- Hidup, K. L. (2003). Laporan Status Lingkungan Hidup Tahun 2002. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.
- Ibisch, R. dan Borchardt, D. 2009. Integrated Water Resouces Management (IWRM): From Reasearch to Implementation.
- Junaidi, F. F. (2014). Analisis distribusi kecepatan aliran sungai musi (ruas jembatan ampera sampai dengan pulau kemaro) (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).
- Jayadi, R., Legono, D., & Nahrowi, J. S. A. (2003). Analisis Biaya Manfaat Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Semawung Kabupaten Kulon Progo (Doctoral dissertation, Palgrave Macmilla
- KEPUTUSAN MENTERI ENERGI DAN SUMBERDAYA MINERAL (2003) : NOMOR : 716 k/40/mem/2003. Tentang Batas Horisontal Cekungan Airtanah di Pulau Jawa dan Pulau Madura.
- Kurniawan, R., Sutikno, S., & Sujatmoko, B. (2017). Analisis Perubahan Morfologi Sungai Rokan Berbasis Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh (Doctoral dissertation, Riau University).
- Kurniawan, A. (2020). Monitoring Perubahan Pola Alur Sungai Menggunakan Citra Satelit Resolusi Spasial Menengah Berbasis Spectral Classification. *Jurnal Nasional Teknologi Terapan (JNTT)*, 3(1), 1-12.

- Kumala, F.Y.E. 2018. Teknik Sungai. Bandung : Unpar Press, 2018
- Mananoma, T., Tanudjaja, L., & Jansen, T. (2016). Desain sistem jaringan dan distribusi air bersih pedesaan (studi kasus desa warembungan). *Jurnal Sipil Statik*, 4(11), 687-694.
- Muminingsih, S. (2019). Pengaruh pergerakan meander terhadap keseimbangan alur sungai. *Indonesian Journal of Construction Engineering and Sustainable Development (Cesd)*, 1(2), 45-52.
- Murati, F., Iashania, Y., Prayoga, A., Yohanes, Y., Pramana, A., Ambeng, R. R., ... & Agustina, L. (2023). Analisis dampak negatif dan solusi penyelesaiannya terhadap kegiatan penambangan emas tanpa izin pada kawasan bukit Naga: analysis of negative impact and its solutions on unlimited gold mining activities in the bukit Naga area. *Jurnal Teknik Pertambangan*, 23(2), 1-10.
- Mugade, U. R., & Sapkale, J. B. (2015). Influence of aggradation and degradation on river channels: a review. *International Journal of Engineering and Technical Research*, 3(6), 209-212.
- Najib, & Junaedi. (2012). Kajian Kelayakan Kegiatan Pertambangan Bahan Galian Golongan C Di Kecamatan Cepogo Kabupaten Boyolali. *Teknik*, 30(2), 136–138.
- Pangestu, H., & Haki, H. (2013). Analisis angkutan sedimen total pada sungai dawas Kabupaten Musi Banyuasin. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 1(1), 103-109.
- Rahmi, F., 1995. Sistem dan Alat Tambang, ISSN: 2088-0308
- Salim HS, 2014, Hukum Pertambangan Mineral dan Batu Bara, Jakarta : Sinar Grafika
- Suripin. 2004, Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan, ANDI. Yogyakarta.
- Soemarto, C. D. (1995). Hidrologi Teknik (Edisi ke-2). Erlangga. Jakarta.