

Analisa Angkutan Sedimen di Sungai Tello, Kota Makassar

Muhammad Ansal Kadli, Muhammad Alam, Ratna Musa, Mas'ud Sar*

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar

*mas'ud.sar@umi.ac.id

Diajukan: 16 Juli 2024, Revisi: 28 Juli 2024, Diterima: 03 Agustus 2024

Abstract

The continuous sedimentation process causes shallowing of the river body which causes a decrease in the river's drainage capacity. Sediment particles carried by currents cause shallowing. This research aims to analyze the influence of flow discharge on sediment transport and analyze the magnitude of sediment transport that occurs in the Tello river flow. The method used in this research is direct observation measurements on the Tello river to obtain river morphology data and sediment samples on the river bed (bed load). The sediment samples are then tested in the laboratory to obtain the specific gravity of the sediment grains (G_s) and the diameter of the sediment. The data that has been obtained, both from direct measurements and data from sample testing in the laboratory, is then analyzed using the empirical formula of Einstein and Meyer Peter Muller. Based on the results of calculations to estimate sediment transport that occurs in the Tello River, Makassar City, the average value of the two methods is used as a basis for estimating sediment transport. From the analysis results, the average sediment transport value for the Einstein method was 0.107 kg/sec, and the average sediment transport value for the Meyer Peter Muller method was $5,2 \times 10^{-6}$ kg/sec. The greater the river flow, the more sediment it tends to transport. High flow rates result in increased flow velocity, which tends to transport sediment more efficiently both in quantity and sediment size.

Keywords: Bed load transport, river, sedimentation,

Abstrak

Proses sedimentasi yang terjadi terus menerus yang menyebabkan pendangkalan pada badan sungai yang menyebabkan penurunan kapasitas pengaliran sungai. Partikel sedimen yang terbawa oleh arus aliran yang mengakibatkan pendangkalan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh debit aliran terhadap angkutan sedimen serta menganalisa besar angkutan sedimen yang terjadi pada aliran sungai Tello. Metode yang dilakukan pada penelitian ini yakni observasi pengukuran langsung di sungai Tello untuk mendapatkan data-data morfologi sungai dan sampel sedimen pada dasar sungai (*bed load*). Sampel sedimen selanjutnya diuji pada laboratorium untuk mendapatkan nilai berat jenis butiran sedimen (G_s) serta ukuran diameter sedimen. Data yang telah diperoleh baik itu dari pengukuran langsung serta data hasil pengujian sampel di laboratorium kemudian di analisis menggunakan rumus empiris Einstein dan Meyer Peter Muller. Berdasarkan hasil perhitungan untuk memperkirakan angkutan sedimen yang terjadi di sungai Tello, Kota Makassar, maka digunakan nilai rata-rata dari dua metode tersebut sebagai dasar untuk memperkirakan angkutan sedimen. Dari hasil analisis diperoleh angkutan sedimen rata-rata untuk metode Einstein sebesar 0,107 kg/det, dan nilai angkutan sedimen rata-rata untuk metode Meyer Peter Muller sebesar $5,2 \times 10^{-6}$ kg/det. Semakin besar debit aliran sungai, maka cenderung mengangkut sedimen lebih banyak. Debit aliran yang tinggi mengakibatkan kecepatan aliran meningkat, yang cenderung mengangkut sedimen lebih efisien baik dalam jumlah maupun ukuran sedimennya.

Kata Kunci: Angkutan sedimen dasar, sungai, sedimentasi

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sungai adalah saluran alamiah di permukaan bumi yang menampung dan menyalurkan air hujan dari daerah yang tinggi ke daerah yang lebih rendah dan akhirnya bermuara di danau atau di laut (Sar dkk., 2023). Untuk memenuhi kebutuhan manusia akan sumber daya air, aliran sungai dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku air. Dalam aliran sungai, partikel residu juga diangkut yang terbentuk dari siklus pembusukan dan dibawa oleh aliran saluran air yang akan mengakibatkan pendangkalan atau sedimentasi di mana akan mempengaruhi kapasitas pengaliran sungai.

Ada beberapa faktor penyebab penurunan kapasitas sungai salah satunya pendangkalan akibat sedimentasi, Pendangkalan yang terjadi akibat proses erosi. Erosi merupakan peristiwa pindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat ke tempat lain oleh media alami (Mallombasi dkk., 2023). Sedimentasi terjadi apabila banyaknya sedimen yang terangkut lebih besar dari pada kapasitas sedimen yang ada (Musa dkk., 2021). Kemampuan sungai dalam mengalirkan air akan berkurang, akibat partikel sedimen terbawa aliran sungai dari hulu ke hilir sungai. Akibatnya pengendapan akan terjadi di satu lokasi. Banyaknya sedimen yang dibuang ke sungai dipengaruhi oleh cuaca, aktivitas manusia, dan variasi kecepatan aliran. Debit pengaliran merupakan salah satu parameter yang dapat berpengaruh pada tingginya gerusan lokal yang terjadi (Latif dkk., 2022). Tingginya debit muatan sedimen dasar dipengaruhi oleh gerusan didasar maupun di dinding sungai pada dasarnya bentuk dari sungai akan selalu berubah bergantung pada aliran partikel yang terbawa oleh aliran sungai sehingga partikel tersebut akan mengalami pengendapan pada bagian sungai yang lain.

Sungai Tello yang berhulu di gunung Kallapolompo pada ketinggian +1100 di atas MDPL dengan luas daerah pengaliran sungai (DPS) 316,60 km² dan panjang sungai 72 km mempunyai kemiringan dasar saluran yang relatif sangat landai (+1/10000) pada bagian hilir, kecepatan alirannya lambat dengan laju sedimentasi yang cukup tinggi. Sungai ini mengalir melalui bagian utara kota Makassar dan bermuara di selat Makassar.

Pemeriksaan estimasi angkutan sedimentasi pada dasarnya sulit untuk diprediksi secara tepat karena terdapat banyak sudut pandang yang dapat mempengaruhi siklus sedimentasi di dasar sungai. Terjadinya sedimentasi dapat mempengaruhi kondisi morfologi sungai dimana elevasi dasar sungai akan mengecil karena adanya pendangkalan (Ashad dkk., 2022). Estimasi angkutan sedimen memang mempunyai implikasi terhadap berbagai keadaan di lapangan. Oleh karena itu, rumusan dikembangkan untuk memperkirakan besarnya debit transpor sedimen dasar yang substansial berdasarkan kondisi lokasi penelitian.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh debit aliran terhadap angkutan sedimen yang terjadi pada sungai Tello, Kota Makassar?
2. Berapa besar angkutan sedimen pada aliran sungai Tello, Kota Makassar?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk menganalisa besarnya pengaruh debit aliran sungai terhadap angkutan sedimen yang terjadi di sungai Tello, Kota Makassar.
2. Menganalisis besarnya angkutan sedimen pada area aliran sungai Tello, Kota Makassar.

2. METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis eksplorasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksplorasi kuantitatif, yaitu pengumpulan informasi melalui persepsi luas yang meliputi estimasi kecepatan aliran,

estimasi kedalaman sungai, estimasi lebar sungai, melakukan uji berat jenis, pengujian analisa saringan dan hidrometer di laboratorium yang diharapkan dapat menganalisis faktor-faktor penelitian dan secara umum akan stabil dan tidak mengejutkan. Kemudian memecah informasi hasil eksplorasi dengan mengikuti teknik yang ada. Perumusan masalah, pengembangan kerangka konseptual, pengujian hipotesis, dan penarikan kesimpulan merupakan langkah-langkah penelitian kuantitatif.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi studi tugas akhir “Analisa Angkutan Sedimen Pada Sungai Tello Kota Makassar” dilakukan pada aliran sungai Tello. Dimana penelitian dilakukan terbagi menjadi 2 tahap yakni, pengambilan sampel sedimen dasar di sungai tello serta pengujian sampel sedimen di laboratorium mekanika tanah.



Gambar 1 Peta Lokasi Sungai Tello, Kota Makassar

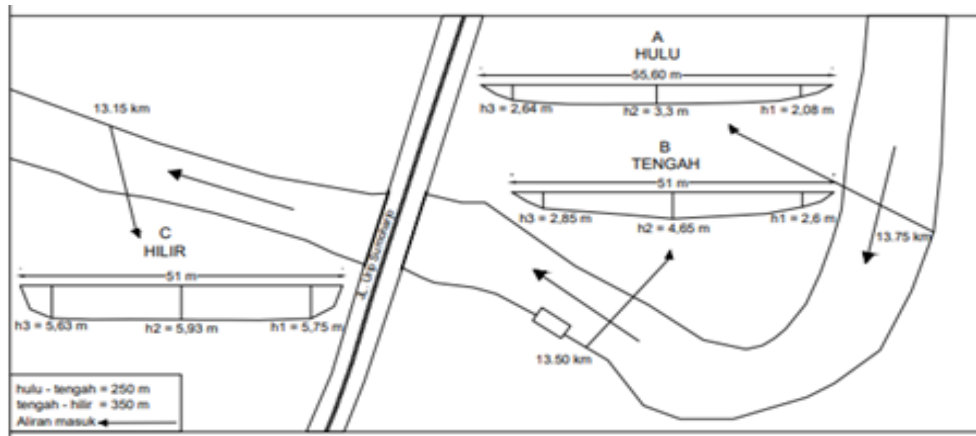


Gambar 2 Lokasi Bagian Tengah Pada Penelitian di Sungai Tello, Kota Makassar

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Hasil Pengukuran di Lapangan

Data-data yang diperoleh dari pengukuran di lapangan berupa lebar basah penampang sungai, kecepatan aliran dan kedalaman sungai. Dimana sungai Tello memiliki lebar penampang basah pada lokasi (A) sebesar 55 meter, pada lokasi (B) sebesar 51 meter, dan pada lokasi (C) lebar penampang sungai sebesar 51 meter. Panjang lokasi pengamatan sebesar 600 meter. Dimana data-data yang diperoleh di lapangan bisa di lihat di sketsa berikut:



Gambar 3 Sketsa Lokasi Penelitian Pada Sungai Tello

Tabel 1 Data Hasil Pengukuran Kedalaman Sungai di Lapangan

Data Pengukuran Kedalaman Sungai (m)					
No	Lokasi	Jarak antar penampang (m)	h (m)		
			1	2	3
1	A (hulu)	250	2,64	3,3	2,08
2	B (tengah)		2,85	4,65	2,6
3	C (hilir)	250	5,63	5,93	5,75

Tabel 2 Data Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran di Lapangan Menggunakan Carrent Meter

No	Lokasi	h (m)	Kecepatan aliran (m/det)			V (m/det)	A (m ²)	Q (m ³ /det)
			0,2 h	0,6 h	0,8 h			
1	Hulu	2,64	0,15	0,24	0,16	0,18	109,68	20,108
2		3,30	0,28	0,32	0,21	0,27		29,614
3		2,08	0,22	0,25	0,13	0,20		21,936

No	Lokasi	h (m)	Kecepatan aliran (m/det)			V (m/det)	A (m ²)	Q (m ³ /det)
			0,2 h	0,6 h	0,8 h			
4	Tengah	2,85	0,13	0,19	0,24	0,19	139,238	25,991
5		4,65	0,25	0,33	0,22	0,27		37,130
6		2,60	0,14	0,27	0,12	0,18		24,599
7	Hilir	5,63	0,15	0,24	0,14	0,18	234,045	41,348
8		5,93	0,23	0,34	0,18	0,25		58,511
9		5,75	0,13	0,16	0,11	0,13		31,206

B. Data Hasil Pengujian di Laboratorium

a) Pengujian Berat Jenis

Perbandingan antara berat suatu satuan volume suatu bahan dengan berat volume air itu sendiri pada suhu antara berat volume butir dan berat volume air dikenal dengan istilah berat jenis. Pada pengujian berat jenis di laboratorium didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 3 Data Hasil Pengujian Berat Jenis di Laboratorium

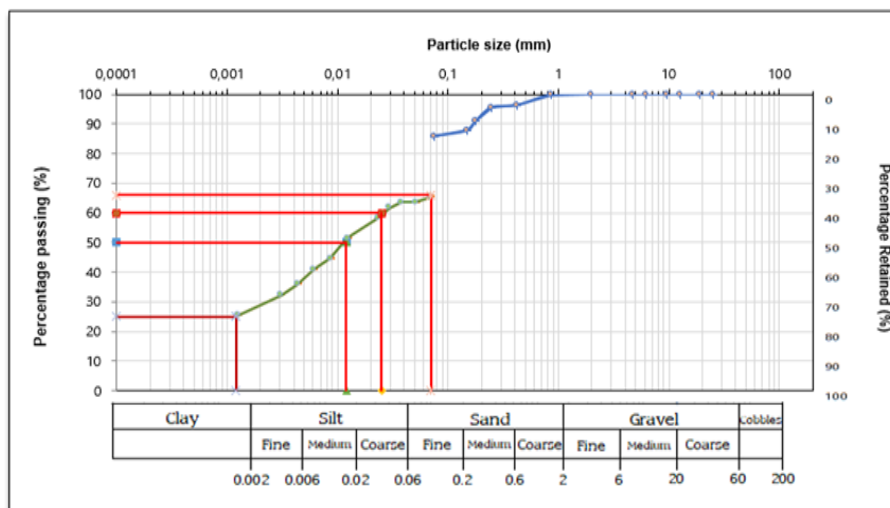
No sampel	Lokasi	K	Berat Jenis (Gs)
1	A (hulu)	26°C	2,6004
2		26°C	2,7368
3		26°C	2,6256
4	B (tengah)	26°C	2,6376
5		26°C	2,6241
6		26°C	2,6331
7	C (hilir)	26°C	2,6609
8		26°C	2,5520
9		26°C	2,5343

b) Pengujian Analisa Saringan dan Hidrometer

Data Pengujian Analisa Saringan

Weight of the dry soil sample test, w (gr)			500		
Weight of sample after pretreatment wp (gr)			70,34		
Sieve Number	Sieve Size	Mass retained (gr)	Percentage of mass retained (%)	Cumulative of mass retained (%)	Percentage Passing (%)
	(mm)				
(1)	(2)	(3)	(4)=[(3)/W]x100	(5)	(6)=100-(5)
1"	25,400	0	0	0,000	100,000
3/4"	19,050	0	0	0,000	100,000
1/2"	12,700	0	0	0,000	100,000
3/8"	9,525	0	0,000	0,000	100,000
1/4"	6,300	0	0,000	0,000	100,000

Weight of the dry soil sample test, w (gr)		500			
Weight of sample after pretreatment wp (gr)		70,34			
Sieve Number	Sieve Size (mm)	Mass retained (gr)	Percentage of mass retained (%)	Cumulative of mass retained (%)	Percentage Passing (%)
4	4,750	0	0,000	0,000	100,000
10	2,000	0,16	0,032	0,032	99,968
20	0,850	1,22	0,244	0,276	99,724
40	0,425	17,08	3,416	3,692	96,308
60	0,250	3,52	0,704	4,396	95,604
80	0,180	22,5	4,500	8,896	91,104
100	0,150	16,5	3,300	12,196	87,804
200	0,075	9,36	1,872	14,068	85,932
PAN		-			
Total weight of sample (W _i)		70,34 Gr			



Gambar 4 Gradasi Butiran Sedimen

Tabel 4 Data Pengujian Hydrometer

Hydrometer Type	:	152 H			Zero Corr, Fz	:	-3
Weight of Sample	:	50			Meniscus Corr, Fm	:	-2
Spesific Gravity	:	2,6004			Temperature	:	26
Time t	Hydrometer Reading	Rcp	L	A**	$D = A\sqrt{(L/t)}$	% Finer (a*Rcp/Ws) X 100	N'
(min)	R	R+F _T -F _Z	(cm)		(mm)		
0,25	45	43,65	7,40	0,0129	0,0702	88,17	75,76
0,5	44	42,65	7,80	0,0129	0,0509	86,15	74,03
1	44	42,65	8,60	0,0129	0,0378	86,15	74,03
2	43	41,65	10,40	0,0129	0,0294	84,13	72,29

Hydrometer Type	:	152 H	Zero Corr, Fz	:	-3
Weight of Sample	:	50	Meniscus Corr, Fm	:	-2
Spesific Gravity	:	2,6004	Temperature	:	26

Time t (min)	Hydrometer Reading R	Rcp R+F _T -F _Z	L (cm)	A**	D = A√(L/t) (mm)	% Finer (a*Rcp/Ws) X 100	N'
4	41	39,65	13,20	0,0129	0,0234	80,09	68,82
15	37	35,65	13,52	0,0129	0,0122	72,01	61,88
30	33	31,65	13,56	0,0129	0,0087	63,93	54,93
60	31	29,65	13,60	0,0129	0,0061	59,89	51,46
120	28	26,65	13,62	0,0129	0,0043	53,83	46,26
240	26	24,65	13,64	0,0129	0,0031	49,79	42,78
1440	22	20,65	13,66	0,0129	0,0013	41,71	35,84

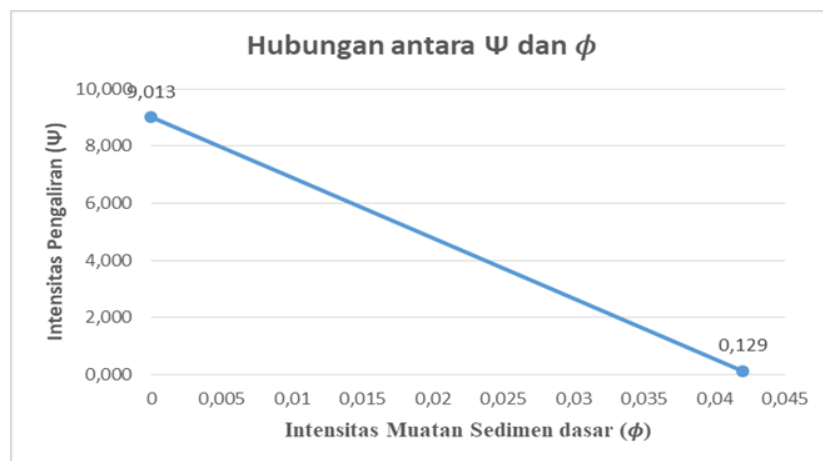
a Lihat tabel 5.1 A** Lihat tabel 5.2 L = 16,3 - 0,16R FT = -4,85 + 0,25T*

C. Perhitungan Angkutan Sedimen Menggunakan Persamaan Einstein dan Meyer Peter Muller

1. Metode Einstein

$$\text{Rumus } q_b = \Phi \cdot \sqrt{\left[\frac{G_s - G_w}{G_w} \right]} \times g \times D \times G_s \dots\dots\dots (1)$$

- q_b = Debit muatan sedimen dasar (kg/det)
 Φ = Intensitas muatan sedimen dasar
 Ψ = Intensitas pengaliran
 G_s = Berat jenis sedimen
 G_w = Berat jenis air
 G = Percepatan gravitasi (m/s²)
 D = Diameter butiran sedimen (mm).



Gambar 5 Hubungan antara Φ dan Ψ Secara Grafis

$$q_b = \Phi \cdot \sqrt{\left[\frac{G_s - G_w}{G_w} \right]} \times g \times D \times G_s$$

$$q_b = 0,129 \cdot \sqrt{\left[\frac{2,6004 - 1,00}{1,00} \right]} \times 9,81 \times 0,0250 \times 1,00$$

$$= 0,0401 \text{ kg/det}$$

Tabel 5 Rekapitulasi Debit Sedimen Dasar (*bed load*) pada Metode Einstein

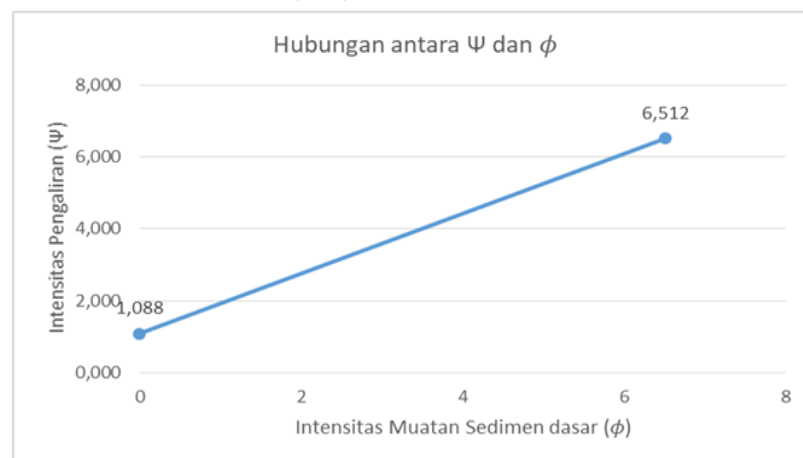
No	Lokasi	qb (kg/det)	D60 (mm)	Q (m ³ /det)	Ψ'	Φ
1	A (hulu)	0,0401 kg/det	0,0250 mm	20,108 m ³ /det	9,031	0,129
2		0,1792 kg/det	0,1300 mm	29,614 m ³ /det	3,248	1,066
3		0,1175 kg/det	0,0100 mm	21,936 m ³ /det	3,487	0,939
4	B (tengah)	0,0607 kg/det	0,0075 mm	25,991 m ³ /det	3,124	1,142
5		0,0966 kg/det	0,0170 mm	37,130 m ³ /det	3,814	0,799
6		0,0425 kg/det	0,1300 mm	24,599 m ³ /det	5,161	0,450
7	C (hilir)	0,1223 kg/det	0,0070 mm	41,348 m ³ /det	2,799	1,382
8		0,2730 kg/det	0,0060 mm	58,511 m ³ /det	1,544	3,723
9		0,0858 kg/det	0,0080 mm	31,206 m ³ /det	3,609	0,883

2. Metode Peter Muller

Untuk perhitungan besarnya debit angkutan sedimen dasar (*qb*) dengan metode Meyer Peter Muller dinyatakan dalam persamaan:

$$\frac{Q^{2/3}}{D} - 9,57 \left\{ \frac{G_s - G_w}{G_w} \right\}^{\frac{10}{9}} = 0,462 \frac{(G_s - G_w)^{\frac{1}{3}}}{G_s^{\frac{1}{3}} - D} \left(\frac{G_s - G_w}{G_w} q_b \right)^{3/2} \dots\dots\dots (2)$$

- qb = debit muatan sedimen dasar (kg/det)
 Q = Debit sungai (m³/det)
 Gw = berat jenis air
 Gs = berat jenis partikel muatan sedimen dasar
 D = diameter butir (mm)

**Gambar 6 Hubungan antara Φ dan Ψ secara grafis**

$$\frac{20,108^{2/3}}{0,0250} - 9,5 \left\{ \frac{2,6004 - 1,00}{1,00} \right\}^{\frac{10}{9}} = 0,462 \frac{(2,6004 - 1,00)^{\frac{1}{3}}}{1,00^{\frac{1}{3}} - 0,0250} \left(\frac{2,6004 - 1,00}{1,00} qb \right)^{2/3}$$

$$5274,739 = 0,1009 qb$$

$$qb = \frac{0,1009}{5274,739}$$

$$qb = 0,000019 \text{ kg/det}$$

$$qb = 1,9 \times 10^{-5} \text{ kg/det}$$

Tabel 6 Rekapitulasi Debit Sedimen Dasar (*bed Load*) pada Metode Meyer Peter Muller

No	Lokasi	Qb (kg/det)	D60 (mm)	Q (m ³ /det)	Ψ'	Φ
1	A (hulu)	$1,9 \times 10^{-5} \text{ kg/det}$	0,0250 mm	20,108 m ³ /det	6,512	1,088
2		$4,4 \times 10^{-6} \text{ kg/det}$	0,1300 mm	29,614 m ³ /det	4,561	0,572
3		$6,2 \times 10^{-6} \text{ kg/det}$	0,0100 mm	21,936 m ³ /det	2,243	2,024
4	B (tengah)	$3,3 \times 10^{-6} \text{ kg/det}$	0,0075 mm	25,991 m ³ /det	3,140	1,132
5		$3,8 \times 10^{-6} \text{ kg/det}$	0,0170 mm	37,130 m ³ /det	1,504	3,887
6		$6,4 \times 10^{-6} \text{ kg/det}$	0,1300 mm	24,599 m ³ /det	2,057	2,329
7	C (hilir)	$1,2 \times 10^{-6} \text{ kg/det}$	0,0070 mm	41,348 m ³ /det	3,183	1,105
8		$4,7 \times 10^{-7} \text{ kg/det}$	0,0060 mm	58,511 m ³ /det	1,535	3,758
9		$2,1 \times 10^{-6} \text{ kg/det}$	0,0080 mm	31,206 m ³ /det	3,227	1,078

D. Pembahasan Hasil Penelitian

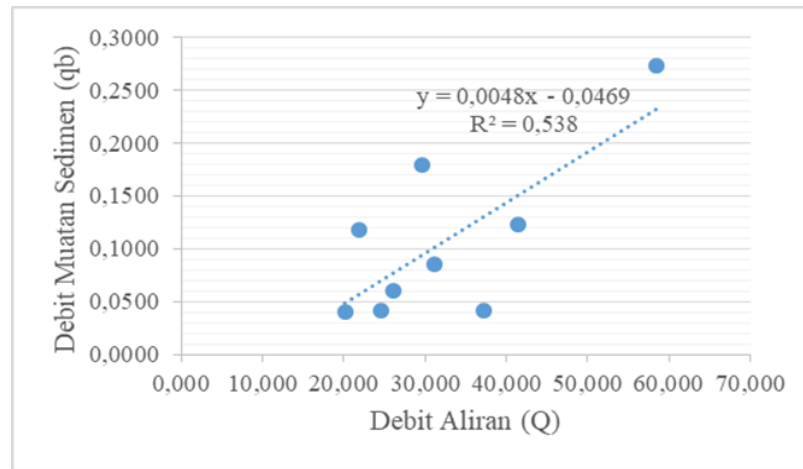
Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode Meyer Peter- Muller dan Einstein dapat terlihat pada Grafik menyatakan bahwa debit atau intensitas aliran (Ψ') sangat berpengaruh terhadap nilai intensitas muatan sedimen dasar (Φ). Semakin tinggi nilai intensitas aliran (Ψ') maka cenderung mengangkut lebih banyak muatan sedimen pada dasar sungai mengikuti arus dari sungai.

Pada hasil perhitungan angkutan sedimen dengan metode Einstein pada masing-masing titik pengamatan pada lokasi penelitian menunjukkan angkutan sedimen yang terjadi bervariasi, angkutan sedimen yang paling terbesar terjadi pada titik pengamatan Hilir bagian tengah (8), sebesar 0,273 kg/det dan perkiraan nilai angkutan sedimen yang terkecil terdapat pada titik pengamatan Hulu tepi kanan (1) sebesar 0,040 kg/det.

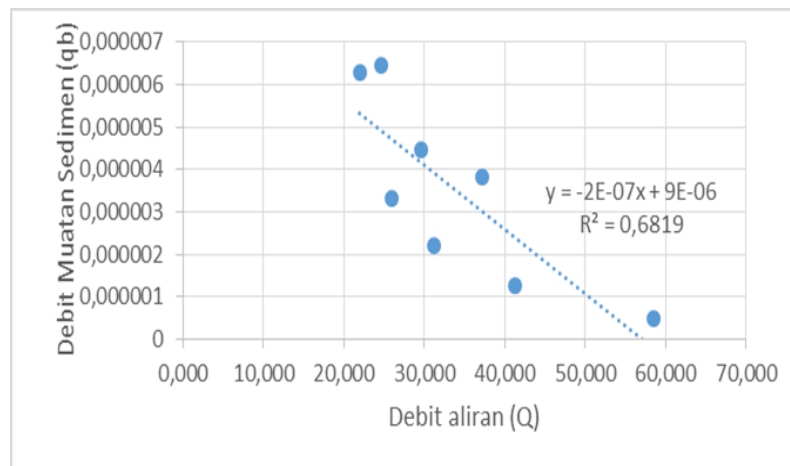
Pada perhitungan angkutan sedimen dengan metode Meyer peter muller pada masing-masing titik pengamatan pada lokasi penelitian menunjukkan angkutan sedimen yang terjadi bervariasi, angkutan yang paling terbesar terjadi pada titik pengamatan Hulu samping kanan (1), sebesar $1,9 \times 10^{-5} \text{ kg/det}$ dan nilai perkiraan angkutan sedimen yang terkecil terdapat pada titik pengamatan Hilir (2) sebesar $4,7 \times 10^{-7} \text{ kg/det}$.

Berdasarkan hasil perhitungan untuk memperkirakan angkutan sedimen yang terjadi di sungai Tello, Kota Makassar, maka digunakan nilai rata-rata dari dua metode tersebut sebagai acuan untuk memperkirakan angkutan sedimen pada penelitian ini. Di mana nilai perkiraan

angkutan sedimen rata-rata untuk metode Einstein sebesar 0,107 kg/det, dan nilai perkiraan angkutan sedimen rata-rata untuk metode Meyer Peter Muller sebesar $5,2 \times 10^{-6}$ kg/det.



Gambar 7 Hubungan Muatan sedimen dasar (qb) dan Debit aliran (Q) metode Einstein



Gambar 8 Hubungan Muatan sedimen dasar (qb) dan Debit aliran (Q) metode Meyer Peter Muller

4. PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Semakin besar debit aliran sungai, maka cenderung mengangkut sedimen lebih banyak. Debit aliran yang tinggi mengakibatkan kecepatan aliran meningkat, yang cenderung mengangkut sedimen lebih efisien baik dalam jumlah maupun ukuran sedimennya. faktor yang mempengaruhi bayaknya sedimen yang terangkut yaitu ukuran butir partikel sedimen serta kemiringan dasar saluran.
2. Besarnya debit angkutan sedimen pada aliran sungai sangat berdampak pada kinerja sungai yang lama kelamaan mengalami pendangkalan. Perhitungan besarnya angkutan sedimen (qb) pada sungai Tello dengan menggunakan metode Einstein dengan nilai rata-rata dari setiap pendekatan sebesar 0,107 kg/det dan pada metode Meyer Peter Muller nilai angkutan sedimen (qb) dengan nilai rata-rata dari setiap pendekatan sebesar $5,2 \times 10^{-6}$ kg/det

B. Saran

1. Pada penelitian ini, hanya menggunakan 2 metode dalam menganalisis angkutan sedimen dasar di sungai tello, maka disarankan agar penelitian selanjutnya dapat menambahkan metode lain sebagai perbandingan metode mana yang lebih layak digunakan untuk penelitian selanjutnya
2. Pada penelitian ini pengambilan data tidak dilakukan pada saat pasang dan surut, disarankan pada penelitian selanjutnya agar pengambilan data dilakukan pengukuran pada saat pasang tertinggi dan surut terendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Artia, & Fatima, S. (2018). Sedimentasi Sungai Walanae Kabupaten Wajo Disusun Oleh : *UNISMUH Makassar*, 96. https://digilibadmin.unismuh.ac.id/upload/1711-Full_Text.pdf
- Aryangganis, R. (2020). Analisa Angkutan Sedimen Dasar Pada Hilir Sabodam Kali Nangka Desa Belanting Kecamatan Sambelia Kabupaten Lombok Timur. *Universitas Muhammadiyah Mataram*, 21(1), 1–9.
- Asfani, M. D. (2020). Analisis Sedimentasi Pada Sungai Meninting Dengan Metode Meyer-Peter Muller, Einstein, Dan Usbr. *Universitas Mataram*, July, 1–23. <http://eprints.unram.ac.id/id/eprint/40908>
- Ashad, H., Musa, R., & Hartono, R. E. (2022). Kajian Efektivitas Galian Normalisasi terhadap Angkutan Sedimen Pasca Banjir Sungai Masamba Kabupaten Luwu Utara. *Jurnal Konstruksi*, 01(08), 43–54. <https://pasca-umi.ac.id/index.php/kons/article/view/1159/1299>
- Basri, N., & Purwanto, A. D. I. (2018). Studi Laju Sedimentasi Bagian Hilir Sungai Saddang. *UNISMUH Makassar*, 17–18. https://digilibadmin.unismuh.ac.id/upload/3810-Full_Text.pdf
- Endy, Kartini, & Gunarto, D. (2012). Analisa Angkutan Sedimen Di Sungai Jawi Kecamatan Sungai Kakap Kabupaten Kubu Raya. *JeLAST Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang*. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.26418/jelast.v4i4.22665>
- Hermawan, A., & Afiato, E. (2021). Analisis Angkutan Sedimen Dasar (Bed Load) Pada Saluran Irigasi Mataram Yogyakarta. *Teknisia*, XXVI(1). <https://doi.org/10.20885/teknisia.vol26.iss1.art3>
- IB, G. P., W, W., Y, Y., IW, Y., & Y, S. (2022). Analisis Angkutan Sedimen Bed Load dan Sedimen Suspended Load pada Sungai Ngolang dan Sungai Tebelo di Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Mandalika. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 19(2), 182–190. <https://doi.org/10.30630/jirs.v19i2.887>
- Latif, A. A., Arsal, A. S. F., & Putra, W. D. (2022). Studi Percobaan Dampak Debit Aliran Pada Kedalaman Gerusan Terhadap Hilir Pintu Air Dengan Dasar Tanah Liat/Lempung. *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, 4, 1349–1358.
- Mallombasi, A., Musa, R., & Ilyas, M. A. (2023). Experimental Study of Erosion Control Using Shiponi Bell. *Journal of Sciencetech Research and Development*, 5(1), 537–548.
- Muhammad Akbar, & Rahmawati. (2023). Analisis Sedimentasi Pada Bendung Awo Kabupaten Wajo. *Jurnal Karajata Engineering*, 3(1), 44–51. <https://doi.org/10.31850/karajata.v3i1.2058>
- Musa, R., Mallombasi, A., & Annisa, H. (2021). Studi Karakteristik dan Laju Sedimen Sungai Maros. *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 6(1), 26–35. <https://doi.org/>

10.33096/jtsm.v6i1.276

- Nugraha, A. D. (2019). Analisis Laju Sedimen Melayang Pada Sungai Saddang. *UNIVERSITAS HASANUDDIN*, 8(5), 55. http://repository.unhas.ac.id/3838/2/19_D11114308%28FILEminimizer%29..ok 1-2.pdf
- Sar, M., Musa, R., & Haikal, A. (2023). Model Sedimentasi Dengan Menggunakan Aplikasi Hec-Ras” (Studi Kasus : Sungai Pappa Kab. Takalar). *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 3(3), 8004–8013. <http://j-innovative.org/index.php/Innovative/article/view/3092>
- Shabri, K. (2019). Analisa Total Angkutan Sedimen Dasar (Bed Load) Di Sungai Kumu Desa Rambah Hilir. *Universitas Pasir Pengaraian*. <http://repository.upp.ac.id/id/eprint/484>
- Soewarno. (1991). Hidrologi: Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri). In *Hidrologi* (hal. 643–741).
- Wuaya, Y., Koagouw, Y., Mananoma, T., Swingly, J., & Sumarauw, F. (2021). Analisis Transpor Sedimen Pada Sungai Tondano Ruas Kairagi-Singkil. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 11(1), 2087–9334. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/jime/article/view/35977/33541>
- Yolanda, O. A. P., Melani, W. R., & Muzammil, W. (2020). Karakteristik sedimen pada Perairan Sei Carang, Kota Tanjung pinang - Indonesia. *Journal IPB*, 1(2), 11. <https://doi.org/10.29244/haj.1.2.11>