



ANALISIS ANGKUTAN SEDIMEN DASAR PADA HILIR SUNGAI KAMBU KOTA KENDARI

¹ Momento Pabintan, ² Ahmad Syarif Sukri, ³ Tryantini Sundi Putri

¹ Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo Kendari

² Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo Kendari

³ Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo Kendari

Koresponden Author : ahmad.syarif.sukri@uho.ac.id

Info Artikel	ABSTRAK
Diajukan : 17 Mei 2019 Diperbaiki : 28 Mei 2019 Disetujui : 04 Juni 2019	<p>Sungai adalah tempat atau wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengan dibatasi kanan dan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis sempadan, ada dua fungsi utama sungai secara alami yaitu mengalirkan air dan mengangkut sedimen hasil erosi pada Daerah Aliran Sungai dan alurnya, kedua fungsi ini terjadi bersamaan dan saling mempengaruhi. Peristiwa sedimentasi umumnya terjadi pada hilir sungai, karena pada bagian hilir aliran sungai akan melambat atau terhenti, peristiwa sedimentasi dapat merubah elevasi dasar sungai sehingga akan mempengaruhi kondisi morfologi sungai, perubahan morfologi sungai tersebut sedikit banyak akan mempengaruhi ketersediaan air di lingkungan sekitar, pada musim kemarau akan berdampak kekurangan air dan pada musim hujan akan mengalami banjir. Salah satu peristiwa sedimentasi dapat kita jumpai pada hilir sungai Kambu.</p> <p>Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya debit aliran dan besarnya sedimen dasar yang terjadi pada tiga titik di hilir sungai Kambu. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran langsung pada tiga titik di hilir sungai Kambu untuk mendapatkan data morfologi sungai dan sampel sedimen dasar. Sampel sedimen kemudian diperiksa di laboratorium untuk mendapatkan ukuran diameter butiran dengan persentase lolos 35% dan 50% (D_{35}, D_{50}). Data-data yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan rumus empiris yaitu metode Schoklitsch dan metode Haywood.</p> <p>Hasil analisis menunjukkan besarnya debit aliran pada tiga titik di hilir sungai Kambu pada lokasi 1 sebesar $1,965 \text{ m}^3/\text{s}$, pada lokasi 2 sebesar $3,129 \text{ m}^3/\text{s}$, dan pada lokasi 3 sebesar $6,262 \text{ m}^3/\text{s}$. Sedimen <i>bed load</i> yang terjadi pada tiga titik di hilir sungai Kambu dengan menggunakan metode Schoklitsch pada lokasi 1 sebesar $355,9763 \text{ m}^3/\text{hari}$, pada lokasi 2 sebesar $527,7918 \text{ m}^3/\text{hari}$, dan pada lokasi 3 sebesar $2117,924 \text{ m}^3/\text{hari}$, sedangkan dengan metode Haywood diperoleh besaran sedimentasi pada lokasi 1 sebesar $446.395 \text{ m}^3/\text{hari}$, pada lokasi 2 sebesar $1.149.291 \text{ m}^3/\text{hari}$, dan pada lokasi 3 sebesar $12.169.865 \text{ m}^3/\text{hari}$.</p>

Kata Kunci : Hilir sungai, Sedimentasi, Sedimen dasar

ABSTRACT

The river is a place or container and network of water flowing from the spring to the estuary which is restricted to the right and left and along the flow by the demarcation line, there are two main functions of the river naturally, namely flowing water and transporting sediment from erosion in the watershed and its flow, second this function occurs simultaneously and affects each other. Sedimentation events generally occur at the downstream of the river, because in the downstream part of the river flow will slow down or stop, sedimentation events can change the elevation of the river bed so that it will affect the condition of river morphology, changes in the morphology of the river will more or less affect the availability of water in the surrounding environment, during the dry season will impact water deficit and in the

rainy season will be flooded. One of the sedimentation events can be found on the downstream of the Kambu River.

This study aims to determine the magnitude of the flow rate and the amount of bed load sediment that occurs at three points downstream of the river Kambu. In this study, direct measurements were taken at three points downstream of the Kambu River to obtain river morphology data and bed load sediment samples. Sediment samples are then examined in the laboratory to obtain a diameter size of granules with percentages of 35% and 50% (D_{35} , D_{50}). The data that has been obtained are then analyzed using an empirical formula, Schoklitsch method and Haywood method.

The results of the analysis show the magnitude of the flow discharge at three points in the downstream of the Kambu river at location 1 was $1.965 \text{ m}^3/\text{s}$, at location 2 was $3.129 \text{ m}^3/\text{s}$, and at location 3 was $6.262 \text{ m}^3/\text{s}$. bed load sediment that occurs at three points downstream of the river Kambu using the Schoklitsch method at location 1 is $355,9763 \text{ m}^3/\text{day}$, at location 2 is $527,7918 \text{ m}^3/\text{day}$, and at location 3 is $2117,924 \text{ m}^3/\text{day}$, while with Haywood method the amount of sedimentation at location 1 is $446395 \text{ m}^3/\text{day}$, at location 2 is $1.149.291 \text{ m}^3/\text{day}$, and at location 3 is $12.169.865 \text{ m}^3/\text{day}$.

Keywords : *Downstream of the river, Sedimentation, Bed load sediment*

PENDAHULUAN

Sungai adalah tempat atau wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengan dibatasi kanan dan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis sempadan [1]. Aliran sungai merupakan aliran permukaan yang dapat menjadi sumber air baku guna memenuhi kebutuhan manusia akan sumber air, namun saat ini banyak sungai telah mengalami penurunan produktifitasnya [2]. Menurut Khairan [3] ada dua fungsi utama sungai secara alami yaitu mengalirkan air dan mengangkut sedimen hasil erosi pada Daerah Aliran Sungai dan alurnya, kedua fungsi ini terjadi bersamaan dan saling mempengaruhi. Sungai adalah lokasi yang paling baik untuk mengamati pengaruh alamiah dari angkutan sedimen, sungai memperlihatkan variasi yang besar dalam morfologinya dari suatu lokasi ke lokasi lainnya. Sedimen yang dihasilkan oleh proses erosi dan terbawa oleh aliran air dari hulu akan diendapkan pada suatu tempat yang kecepatan alirannya melambat atau terhenti.

Peristiwa pengendapan material yang ditransport oleh media air ini dikenal dengan peristiwa sedimentasi, umumnya sedimentasi terjadi pada hilir sungai, karena pada bagian hilirlah aliran sungai akan melambat atau terhenti (Arsyad 2010, dalam Mokonio [4]). Pada beberapa lokasi, variasi pada komposisi sedimen sungai dapat berupa pasir halus, pasir kasar, kerikil, maupun batuan. Hal ini menunjukkan bahwa proses angkutan sedimen bergantung pada gradasi, yang meliputi variasi ukuran, kepadatan, bentuk, dan

kebulatan butiran (Junaidi, 2012, dalam Bella [5]). Peristiwa sedimentasi dapat merubah elevasi dasar sungai sehingga akan mempengaruhi kondisi morfologi sungai, perubahan morfologi sungai tersebut sedikit banyak akan mempengaruhi ketersediaan air di lingkungan sekitar, pada musim kemarau akan berdampak kekurangan air dan pada musim hujan akan mengalami banjir.

Salah satu peristiwa sedimentasi dapat kita jumpai pada hilir sungai Kambu, Kota Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara. Sungai Kambu adalah salah satu sungai besar yang ada di Kota Kendari dengan luasan wilayah DAS $22,3 \text{ km}^2$, serta termasuk salah satu sungai yang bermuara pada Teluk Kendari, dengan perkembangan daerah aliran sungai Kambu setiap tahun terjadi perubahan di sepanjang DAS tersebut, salah satu penyebabnya karena pada bagian hulu dan sepanjang daerah aliran sungai terjadi pembangunan dan penimbunan, sehingga mengakibatkan terjadinya perubahan kondisi morfologi sungai Kambu itu sendiri, pada saat air mengalir akan menyebabkan endapan pada daerah hilirnya, hal tersebut mengakibatkan terjadinya sedimen.

Sedimen yang terbentuk pada aliran sungai Kambu akan menyebabkan kurangnya daya tampung sungai, serta akan memperparah proses pendangkalan yang terjadi di Teluk Kendari akibat dari letak geografis Teluk Kendari yang berada di tengah-tengah dan dikelilingi oleh dataran tinggi sehingga dari tahun ke tahun kondisinya semakin memprihatinkan, sehingga tidak menutup kemungkinan suatu saat Teluk Kendari akan tertimbun sepenuhnya oleh sedimen.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar debit aliran dan debit sedimentasi yang terjadi pada tiga titik di hilir sungai Kambu Kota Kendari.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Sungai

Sungai merupakan aliran air tawar dari sumber alamiah yang mengalir dari tempat tinggi ke tempat yang lebih rendah dan bermuara ke laut, danau, atau sungai yang lebih besar, sedangkan muara sungai atau estuaria adalah perairan yang semi tertutup yang berhubungan bebas dengan laut, sehingga air laut dengan salinitas tinggi dapat bercampur dengan air tawar (Pickard, 1967, dalam Wardhani [6]). Arus aliran bagian hulu sungai memiliki aliran yang lebih deras dibandingkan dengan arus sungai di bagian hilir. Seringkali aliran sungai memiliki bentuk yang berliku-liku akibat terjadinya proses pengikisan dan pengendapan di sepanjang sungai [7].

Secara alami, sungai mengalir sambil melakukan aktivitas yang satu sama lain saling berhubungan, aktivitas tersebut antara lain erosi (pengikisan), pengangkutan (transportasi), dan pengendapan (sedimentasi). Ketiga faktor tersebut tergantung pada faktor kemiringan daerah aliran sungai, debit air sungai, dan kecepatan aliran. Bahan yang diangkut oleh sungai terdiri atas material halus yang melayang, dan material kasar berupa bongkahan batu yang menggelinding di dasar sungai [8].

2. Sedimentasi

Sedimen merupakan masalah yang selalu timbul di beberapa sungai di Indonesia demikian pula halnya sungai yang ada di Kota Kendari salah satunya adalah sungai Kambu. Menurut Soewarno [9], sedimen adalah hasil proses baik proses erosi permukaan, erosi parit dan jenis erosi tanah lainnya. Sedimen biasanya mengendap dibawah kaki bukit, didaerah genangan banjir, disaluran air, sungai, waduk. Permasalahan di atas seringkali menimbulkan kesulitan dan kerugian bagi masyarakat dan pemerintah seperti: menimbulkan banjir, terganggunya lalu lintas kapal/motor air, pendangkalan sungai ini umumnya terjadi di saat musim kemarau dimana debit sungai kecil, pada saat tersebut daya dorong aliran dari sungai tidak mampu lagi untuk mengangkut sedimen di muara. Sedimentasi dapat berupa beban bilas (*wash load*), beban layang (*suspended load*) dan beban alas (*bed load*).

Dasar sungai biasanya tersusun oleh endapan material angkutan sedimen yang terbawa oleh aliran sungai dan material tersebut dapat terangkut kembali apabila kecepatan aliran cukup tinggi. Angkutan sedimen dapat bergerak, bergeser di sepanjang dasar sungai atau bergerak melayang pada aliran sungai, tergantung dari pada komposisi serta kondisi aliran.

Partikel-partikel kasar yang bergerak sepanjang dasar sungai secara keseluruhan disebut dengan muatan sedimen dasar (*bed load*). Adanya muatan sedimen dasar ditunjukkan oleh gerakan partikel-partikel dasar sungai. Gerakan itu dapat bergeser, menggelinding, atau meloncat-loncat, akan tetapi tidak pernah lepas dari dasar sungai. Gerakan ini kadang-kadang dapat sampai jarak tertentu dengan ditandai bercampurnya butiran partikel tersebut bergerak ke arah hilir [9].

Sejak tahun 1988 tes butiran sedimen dan kemiringan dasar sungai dilanjutkan. Sebuah usaha keras dilakukan untuk memperluas jangkauan penyelidikan mengenai sedimen dasar pada sungai dengan menghubungkan kemiringan dasar sungai tersebut. Agar tidak mendapat kombinasi yang tidak wajar dari variabel, contoh butiran dari sungai dipilih sebagai dasar untuk pengujian di laboratorium. Sehingga didapat kesimpulan dalam Tabel 1 [10].

Tabel 1. Penentuan diameter menurut kemiringan dasar sungai

Kemiringan Dasar Sungai (S) (%)	Butiran Sedimen (Dm) (mm)
0,1 – 0,5	0,4 – 1
2 – 3	1,7 – 2
8	4,4

Sumber : Mardjiko, 1987

3. Muatan Sedimen Dasar (*Bed load*)

Persamaan angkutan sedimen dasar pertama kali dipelajari oleh Du Boys [11] pada tahun 1879, dan sejak saat itu, banyak peneliti lain yang mempelajari fenomena angkutan sedimen dasar. Secara umum, persamaan-persamaan angkutan sedimen yang ada dapat dikelompokkan menjadi 3, yaitu:

- 1) Persamaan yang diperoleh dengan pendekatan empirik.
- 2) Persamaan dengan pendekatan analisis dimensi.
- 3) Persamaan yang diperoleh dengan pendekatan semi-teoritik.

Adapun beberapa contoh rumus tinjauan secara empirik dalam memprediksi angkutan sedimen dasar (*bed load*) yang terjadi di suatu saluran adalah sebagai berikut:

1) Schoklitsch

Schoklitsch adalah ilmuwan yang pertama kali menggunakan parameter debit air untuk menentukan *bed load*. Dia mengembangkan lebih luas salah satu formula empiris yang digunakan Shulits (1935) dan Shulits and Hill (1968) (Handbook 1987, dalam Holmes [12]).

Formula Schoklitsch (1935) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Q_b = 2,5 \cdot \left(S^{\frac{3}{2}} \right) \cdot (q - q_0) \quad \dots\dots\dots (1)$$

dengan:

$$q_0 = 0,00532 \cdot \frac{D_{50}}{S_0^{\frac{4}{8}}} \quad (m^3/s) \quad \dots\dots\dots (2)$$

Volume timbunan sedimen dasar untuk seluruh lebar sungai [10] sebagai berikut:

$$T_b = Q_b \times B \quad \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- Q_b = Debit *bed load* ($m^3/s/m$)
- D_{50} = Diameter sedimen 50% (mm)
- q = Debit sungai (m^3/s)
- S_0 = Kemiringan dasar sungai
- T_b = Volume timbunan dasar untuk seluruh lebar sungai (m^3/s)

Dalam menggambarkan rumus, Shulits merekomendasikan menggunakan penampang dalam jangkauan langsung dari sungai dimana kedalaman air adalah seragam. Seperti yang dijelaskan oleh Shulits, rumus Schoklitsch cocok untuk pengukuran di sungai dengan ukuran partikel yang seragam sekitar 0,4 sampai 1 mm.

2) Haywood

Formula Haywood berdasarkan data percobaan Gilbert dan data dari stasiun percobaan U. S. Waterways, Vicksburg, Mississippi. Haywood menunjukkan hubungan dekat formula untuk rumus Schoklitsch, yang didasarkan pada beberapa data yang sama. Haywood percaya bahwa formula substansial setuju dengan rumus Schoklitsch dengan menggunakan ukuran besar partikel untuk menghitung angkutan dasar di sungai.

Akan tetapi menurut dia jauh lebih akurat dalam perhitungan angkutan dasar di sungai menggunakan ukuran partikel yang sangat kecil. Haywood menganggap ukuran partikel 0,2 sampai 1 mm menjadi ukuran partikel untuk penerapan rumus. Dia menganggap formulanya sebagai modifikasi dari rumus Meyer-Peter (Handbook 1987, dalam Holmes [12]).

Formula Haywood dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Q_B = \left(\frac{q^{2/3} \cdot S_0 - 1,20 \cdot D_{35}^{4/3}}{0,117 \cdot D_{35}^{1/3}} \right)^{3/2} \quad \dots\dots (4)$$

Volume timbunan sedimen dasar untuk seluruh lebar sungai [10] sebagai berikut:

$$T_b = Q_b \times B \quad \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

- Q_B = Debit *bed load* ($m^3/s/m$)
- D_{50} = Diameter sedimen 35% (mm)
- q = Debit sungai (m^3/s)
- S_0 = Kemiringan dasar sungai
- T_b = Volume timbunan dasar untuk seluruh lebar sungai (m^3/s)
- B = Lebar sungai (m)

METODE

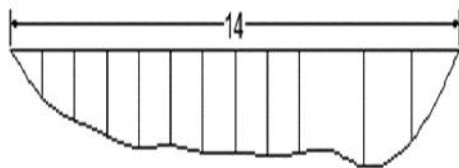
Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode tinjauan langsung, untuk mendapatkan data morfologi sungai berupa lebar sungai, kedalaman sungai, serta kecepatan aliran, dan sampel sedimen dasar. Sampel sedimen kemudian diperiksa di laboratorium untuk mendapatkan ukuran diameter butiran dengan persentase lolos 35% dan 50% (D_{35} , D_{50}), untuk menghitung berapa besar sedimentasi yang terjadi menggunakan pendekatan secara empirik dengan rumus Schoklitsch dan Haywood.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kecepatan Aliran Sungai

Dalam mengukur kecepatan aliran pada bagian hilir sungai Kambu menggunakan alat *current meter*. Pengukuran kecepatan aliran pada bagian hilir sungai Kambu menggunakan metode tiga titik kedalaman yaitu 0,2d, 0,6d, dan 0,8d dari permukaan air dengan masing-masing lokasi. Adapun hasil dari pengukuran dengan alat *current meter* yaitu sebagai berikut:

Lokasi pertama dengan lebar sungai 14 m, diperoleh data kecepatan aliran sebagai berikut:



Gambar 1. Sketsa penampang sungai pada lokasi 1
Sumber : Data analisis, 2018

Tabel 2. Hasil pengukuran kecepatan aliran pada stasiun 1

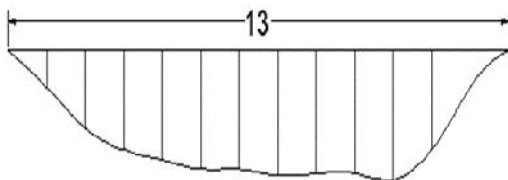
Titik	Jarak (m)	Kedalaman (m)	Kecepatan Aliran (m/s)			Kec. Rata - rata
			0,2 D	0,6 D	0,8 D	
0	0	0	0	0	0	0
1	1	0,750	0,017			0,017
2	1	1,100	0,128	0,053		0,091
3	1	1,350	0,172	0,170	0,096	0,146
4	1	1,550	0,181	0,133	0,061	0,160
5	1	1,500	0,190	0,173	0,051	0,175
6	1	1,600	0,305	0,210	0,156	0,193
7	1	1,600	0,223	0,195	0,144	0,187
8	1	1,650	0,242	0,157	0,143	0,181
9	1	1,630	0,262	0,261	0,139	0,164
10	2	1,830	0,211	0,141	0,099	0,150
11	1,5	1,420	0,185	0,144	0,098	0,110
12	1,5	0	0	0	0	0
Rata-rata		1,229				0,125

Sumber : Data analisis, 2018



Gambar 2. Grafik kecepatan aliran pada masing-masing titik pada Stasiun 1
Sumber : Data analisis, 2018

Lokasi kedua dengan lebar sungai 13 m, diperoleh data kecepatan aliran sebagai berikut:



Gambar 3. Sketsa penampang sungai pada lokasi 1
Sumber : Data analisis, 2018

Tabel 3. Hasil pengukuran kecepatan aliran pada stasiun 2

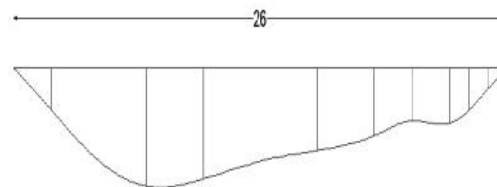
Titik	Jarak (m)	Kedalaman (m)	Kecepatan Aliran (m/s)			Kec. Rata - rata
			0,2 D	0,6 D	0,8 D	
0	0	0	0	0	0	0
1	1	0,600	0,018			0,018
2	1	1,250	0,087	0,071	0,060	0,073
3	1	1,600	0,248	0,234	0,062	0,181
4	1	1,760	0,321	0,301	0,286	0,297
5	1	1,900	0,352	0,334	0,228	0,321
6	1	1,900	0,480	0,310	0,278	0,356
7	1	2,000	0,344	0,322	0,220	0,310
8	1	1,970	0,322	0,288	0,143	0,251
9	1	1,970	0,385	0,312	0,250	0,210
10	1	2,080	0,271	0,254	0,222	0,187
11	1	1,600	0,093	0,079	0,060	0,077
12	2	0	0	0	0	0
Rata-rata		1,433				0,186

Sumber : Data analisis, 2018



Gambar 4. Grafik kecepatan aliran pada masing-masing titik pada Stasiun 2
Sumber : Data analisis, 2018

Lokasi kedua dengan lebar sungai 26 m, diperoleh data kecepatan aliran sebagai berikut:



Gambar 5. Sketsa penampang sungai pada lokasi 3
Sumber : Data analisis, 2018

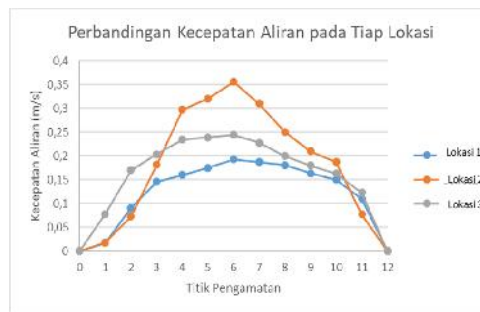
Tabel 4. Hasil pengukuran kecepatan aliran pada lokasi 3

Titik	Jarak (m)	Kedalaman (m)	Kecepatan Aliran (m/s)			Kec. Rata - rata
			0,2 D	0,6 D	0,8 D	
0	0	0	0	0	0	0
1	2	1,000	0,101	0,055	0	0,078
2	2	2,000	0,317	0,196	0,180	0,170
3	3	2,800	0,295	0,169	0,147	0,204
4	3	2,630	0,248	0,228	0,226	0,234
5	3	2,210	0,270	0,257	0,191	0,239
6	3	1,950	0,270	0,269	0,194	0,244
7	3	1,600	0,290	0,226	0,167	0,228
8	2	1,250	0,226	0,172	0,136	0,200
9	2	1,300	0,246	0,196	0,128	0,180
10	1	1,000	0,213	0,188	0,168	0,163
11	1	0,500	0,123	0	0	0,123
12	1	0	0	0	0	0
Rata-rata		1,433				0,186

Sumber : Data analisis, 2018



Gambar 6. Grafik kecepatan aliran pada masing-masing titik pada Stasiun 3
Sumber : Data analisis, 2018



Gambar 7. Perbandingan kecepatan aliran
Sumber : Data analisis, 2018

Berdasarkan ketiga grafik di atas diperoleh kecepatan aliran terkecil terjadi pada titik 1 sedangkan kecepatan aliran terbesar terjadi pada titik 6, sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin ke tengah sungai maka kecepatan alirannya semakin besar, hal ini sesuai dengan hukum fisika gesekan yaitu daerah yang terbebas dari gesekan adalah yang terderas alirannya. Perbandingan kecepatan aliran pada tiap lokasi dapat dilihat pada gambar 7.

2. Analisis Saringan Butiran Sedimen

Analisis saringan butiran sedimen menggunakan sampel sedimen yang berasal dari bagian hilir sungai Kambu untuk memperoleh diameter sedimen dengan persentase lolos 35% dan 50%, diperoleh hasil pada Tabel 5.

Tabel 5. Diameter butiran sedimen pada tiap lokasi

Diameter Butiran	Sampel I (mm)	Sampel II (mm)	Sampel III (mm)
D ₃₅	0,341	0,364	0,297
D ₅₀	0,458	0,483	0,446

Sumber : Data analisis, 2018

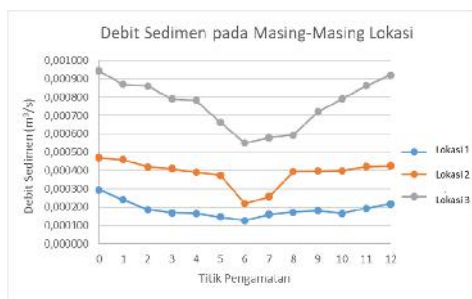
3. Analisis Muatan Sedimen

Perhitungan angkutan sedimen akan dilakukan dengan menggunakan dua rumus empiris yaitu metode Schoklitsch, dan metode Haywood. Setelah dilakukan analisa didapatkan hasil perhitungan yang disajikan tabel 6 di bawah ini:

Tabel 6. Hasil perhitungan sedimen dasar dengan metode Schoklitsch pada tiap lokasi

Lokasi	D ₅₀		S	q	q ₀	Q _b	T _b		
	mm	m					(m ³ /s)	(m ³ /s)	((m ³ /s)/m)
1	0,458187	0,000458		1,954212	0,0137248	0,000295	0,0041	356,7501	130213,8
2	0,483650	0,000484	0,001538	3,022099	0,0144875	0,000469	0,0061	526,5521	192191,5
3	0,359933	0,00036		6,263003	0,0133871	0,000946	0,0246	2124,209	775336,5

Sumber : Data analisis, 2018



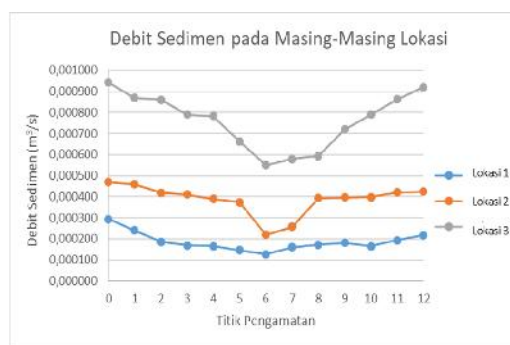
Gambar 8. Debit sedimen pada masing-masing lokasi dengan metode Schoklitsch
Sumber : Data analisis, 2018

Berdasarkan gambar 8, menunjukkan besarnya debit sedimen dasar yang terjadi di setiap lokasi penelitian. Besarnya debit sedimen dasar yang terjadi pada lokasi 1 sebesar 0,000295 (m³/s)/m, pada lokasi 2 sebesar 0,000469 (m³/s)/m, dan pada lokasi 3 sebesar 0,000946 (m³/s)/m, dari grafik di atas diketahui debit sedimen terbesar terjadi pada titik 1 yang berada pada tepi sungai karena pada titik itulah kecepatan aliran melambat sehingga menyebabkan timbunan sedimen besar.

Tabel 7. Hasil perhitungan sedimen dasar dengan metode Haywood pada tiap lokasi

Lokasi	D ₃₅		S	Q (m ³ /s)	Qb (m ³ /s/m)	Tb		
	mm	m				(m ³ /s)	(m ³ /hari)	(m ³ /tahun)
1	0,341469	0,000341		1,969	0,3708506	5,1919083	448581	163732022
2	0,364334	0,000364	0,0015	3,122	1,0178346	13,231849	1143232	417279597
3	0,297399	0,000297		6,282	5,4536965	141,79611	12251184	4471682090

Sumber : Data analisis, 2018



Gambar 9. Debit sedimen pada masing-masing lokasi dengan metode Haywood
Sumber : Data analisis, 2018

Berdasarkan gambar 9, menunjukkan hubungan antara debit sungai dengan debit sedimen dasar. Debit sedimen dasar yang terjadi pada lokasi 1 sebesar 0,370 (m³/s)/m lebih kecil dibandingkan dengan lokasi 2 sebesar 1,017 (m³/s)/m, dan lokasi 3 sebesar 5,453 (m³/s)/m. Hal ini dikarenakan debit sungai pada lokasi 2 dan 3 lebih besar dibandingkan dengan lokasi 1. Dari grafik di atas hubungan yang terjadi adalah berbanding lurus sehingga disimpulkan bahwa semakin besar debit air maka semakin besar pula debit sedimen yang terjadi.

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan dua metode di atas diperoleh besaran sedimen *bed load* terbesar dengan menggunakan metode Haywood dan merupakan metode yang paling sesuai dengan kondisi lapangan karena dipengaruhi langsung oleh parameter debit sungai, berbeda dengan metode Schoklitsch, pada parameter debit sungai (q) terlebih dahulu harus dikurangi dengan nilai q₀.

PENUTUP

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa :

- Besaran debit yang terjadi pada tiga titik di hilir sungai Kambu pada lokasi 1 sebesar 1,965 m³/s, pada lokasi 2 sebesar 3,129 m³/s, dan pada lokasi 3 sebesar 6,262 m³/s. Debit yang terjadi pada lokasi 3 paling besar hal ini disebabkan karena perbedaan luas penampang yang cukup signifikan antara lokasi 3 dengan lokasi 2 dan lokasi 1.
- Sedimen *bed load* yang terjadi pada tiga titik di hilir sungai Kambu dengan menggunakan metode Schoklitsch pada lokasi 1 sebesar 355,763 m³/hari, pada lokasi 2 sebesar 527,792 m³/hari, dan pada lokasi 3 sebesar 2117,924 m³/hari, sedangkan dengan metode Haywood diperoleh sedimen *bed load* pada lokasi 1 sebesar 446.395 m³/hari, pada lokasi 2 sebesar 1.149.291 m³/hari, dan pada lokasi 3 sebesar 12.169.865 m³/hari.

2. Saran

Adapun saran yang dapat saya berikan berdasarkan hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Perlunya penelitian lebih lanjut tentang sedimen *bed load* yang terjadi pada hilir sungai Kambu dengan menggunakan metode pendekatan yang lain.
- Perlunya perhatian serius pemerintah berkaitan dengan sedimen *bed load* yang terjadi di hilir sungai Kambu terutama penanggulangannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Presiden RI, *Peraturan Pemerintah No. 35 Tahun 1991 tentang Sungai*. 1991.
- A. S. Sukri, "Analisis Sedimentasi pada Bendung Laeya Kabupaten Konawe Selatan," *ILTEK*, vol. 8, no. 15, pp. 1111–1115, 2013.
- R. Khairan, "Karakteristik Sedimen di Perairan Desa Tanjung Momong Kecamatan Siantan Kabupaten Kepulauan Anambas," Riau, 2014.

- [4] O. Mokonio, "Analisis Sedimentasi di Muara Sungai Saluwangko di Desa Tounelet Kecamatan Kakas Kabupaten Minahasa," Manado, 2014.
- [5] R. Bella, "Analisis Perhitungan Muatan Sedimen (Bed Load) pada Muara Sungai Lilin Kabupaten Musi - Banyuasin," *J. Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 2, no. 1, pp. 125–130, 2014.
- [6] Wardhani, "Analisis Kualitas Air Kota pada Sungai Bengawan Solo," Semarang, 2002.
- [7] I. Saud, "Prediksi Sedimentasi Kali Mas Surabaya," Surabaya, 2008.
- [8] T. Lopa, "tudi Angkutan Sedimen Pada Inlet dan Outlet Danau Unhas," Makassar, 2014.
- [9] Soewarno, *Hidrologi Operasional Jilid Kesatu*. Bandung: PT. Aditya Bakti, 2000.
- [10] P. Mardjikoan, "Transpor Sedimen," Yogyakarta, 1987.
- [11] W. H. Graf, *Hydraulics of Sediment Transport*. New York: Mc. Graf Hill, 1984.
- [12] R. Holmes, *Measurement of Bedload Transport in Sand-Bed Rivers; A Look at Two Indirect Sampling Methods*. United States: Geological Survey, 2010.