



ANALISIS ANGKUTAN SEDIMEN METODE EINSTEN, DUBOYS DAN MEYER PETER PADA SUB DAS BANTIMURUNG KABUPATEN MAROS

Wawan Sutri Sudarwan^{1*}, Nurwinda Sari²

^{1,2}Program studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah
Makassar

e-mail : wawansutriwawan00611@gmail.com¹, nurwindasari066@gmail.com²

ABSTRAK

Abstract : Sungai Bantimurung adalah sebuah sungai yang terletak di wilayah Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan, Indonesia yang telah dijadikan sebagai sumber air baku dan air bersih dalam pemenuhan kebutuhan warga di wilayah Kecamatan Bantimurung, Turikale, Lau, dan Bontoa. Tujuan dari pada penelitian ini untuk menganalisis laju sedimen melayang pada sungai Bantimurung menggunakan metode Asdak Chay dan untuk menganalisis besar volume sedimentasi yang terangkut pada aliran sungai Bantimurung. Pada dasarnya data yang diambil adalah data yang akan digunakan sebagai parameter dalam analisis. Penelitian ini menggunakan pendekatan metode survei yaitu perolehan data dilakukan dengan secara langsung dikumpulkan dari sumber pertama atau pengukuran langsung di sungai Bantimurung. Penelitian ini dilakukan di sungai Bantimurung dengan panjang lokasi 100 meter dan dibagi menjadi 3 Patok masing-masing berjarak 50 meter per tiap titiknya. Lebar Sungainya berkisar 10-12 meter dan kedalaman rata-rata aliran berkisar antara 0,81-1 meter. Pada tahapan menghitung besar angkutan sedimen total, didapatkan hasil yang berbeda pada tiap titik untuk masing-masing metode. Nilai besar angkutan sedimen rata-rata yang dihasilkan yaitu untuk Metode Duboys sebesar 70, 709 m³ / Tahun, Metode Einsten sebesar 43,797 m³ / Tahun dan Metode Meyer Peter sebesar 57,335 m³ / Tahun.

Kata kunci : Angkutan Sedimen, Angkutan Sedimen Melayang, Angkutan Sedimen Dasar, Angkutan Sedimen Total.

I. PENDAHULUAN

Sungai Bantimurung adalah sebuah sungai yang terletak di wilayah Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan, Indonesia. Sungai Bantimurung mengalir sepanjang 7 km dari Air Terjun Bantimurung yang merupakan hulunya sampai ke Sungai Maros yang menjadi muaranya. Sungai Bantimurung telah dijadikan sebagai sumber air baku dan air bersih dalam pemenuhan kebutuhan warga di wilayah Kecamatan Bantimurung, Turikale, Lau, dan Bontoa.

Sebagai sumber daya yang banyak digunakan, tanah dapat mengalami pengikisan (erosi) dan pengendapan (sedimentasi). Sedimentasi merupakan proses pembentukan sedimen atau endapan, atau batuan sedimen yang diakibatkan oleh pengendapan atau akumulasi dari material pembentuk atau asalnya pada suatu tempat (Pettijohn dalam Mardiyanto, 2001). Pada saluran proses sedimentasi umumnya terjadi pada daerah hulu yang mengalami erosi karena material



pembentuk terbawa arus ke tempat lain dan tidak kembali ke lokasi semula. Material yang terbawa arus tersebut akan mengendap di daerah yang lebih tenang, seperti pinggir saluran atau daerah hilir saluran dan sebagainya.

Sebagai sumber daya yang banyak digunakan, tanah dapat mengalami pengikisan (erosi) dan pengendapan (sedimentasi). Sedimentasi merupakan proses pembentukan sedimen atau endapan, atau batuan sedimen yang diakibatkan oleh pengendapan atau akumulasi dari material pembentuk atau asalnya pada suatu tempat (Pettijohn dalam Mardiyanto, 2001). Pada saluran proses sedimentasi umumnya terjadi pada daerah hulu yang mengalami erosi karena material pembentuk terbawa arus ke tempat lain dan tidak kembali ke lokasi semula. Material yang terbawa arus tersebut akan mengendap di daerah yang lebih tenang, seperti pinggir saluran atau daerah hilir saluran dan sebagainya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sungai

Sungai adalah saluran di permukaan bumi terbentuk secara alamiah yang menampung dan menyalurkan air hujan dari daerah tinggi ke daerah yang lebih rendah dan akhirnya bermuara di danau atau di laut. Di dalam aliran terangkut material sedimen yang berasal dari proses erosi yang terbawa oleh aliran air dan menyebabkan terjadinya pendangkalan akibat adanya sedimentasi dimana aliran air tersebut akan bermuara baik di danau atau di laut.

Menurut Triatmodjo, (2008:103) sungai adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Pada semua titik disepanjang saluran, tekanan dipermukaan air adalah sama, yang biasanya adalah tekanan atmosfer. Variabel aliran sangat tidak teratur terhadap ruang dan waktu. Variabel tersebut adalah tampang lintang saluran, kekasaran, kemiringan dasar, debit aliran dan sebagainya.

Menurut Wardani, (2018) proses terjadinya sungai adalah air yang berada di permukaan daratan, baik air hujan, mata air, maupun cairan gletser, akan mengalir melalui sebuah saluran menuju tempat yang lebih rendah. Namun, secara proses alamiah aliran ini mengikis daerah-daerah yang dilaluinya. Akibatnya, saluran ini semakin lama semakin lebar dan panjang, dan terbentuklah sungai. Perkembangan suatu lembah sungai menunjukkan umur dari sungai tersebut. Umur disini merupakan unsur relatif berdasarkan ketampakan bentuk lembah tersebut yang terjadi dalam beberapa tingkat (stadium).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 35 Tahun 1991 Tentang Sungai. Ada bermacam-macam jenis sungai yang ada di Indonesia sungai tersebut dapat dibedakan berdasarkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan sumber air sungai dibedakan menjadi beberapa macam yaitu :
 - a) Sungai yang bersumber dari air hujan atau dari mata air. Sungai jenis ini terdapat di Indonesia. Dikarenakan Indonesia yang beriklim tropis dengan curah hujan yang tinggi dan banyak sumber air.
 - b) Sungai gletser, sungai yang sumber airnya bersumber dari lelehan gletser



- yang mencair dari pegunungan. Sungai jenis ini terdapat di pegunungan.
- c) Sungai campuran, sungai yang sumber airnya dari lelehan gletser, air hujan dan dari sumber mata air yang mengalir dan mejadi satu. Contoh sungai campuran yang ada di Indonesia adalah sungai Digul dan sungai Mamberamo yang berada di Irian Jaya.
2. Alur sungai dikategorikan menjadi tiga, sebagai berikut :
- a) Bagian hulu sungai memiliki ciri khas arus deras, erosi yang besar pada bagian bawah sungai. Dengan demikian hasil erosi tidak hanya sedimen pasir, kerikil, atau batu dapat terbawa ke hilir.
 - b) Bagian tengah yang merupakan bagian perpindahan dari hulu sungai ke bagian hilir, dan memiliki kemiringan dasar sungai yang relatif lebih landai sehingga kekuatan erosinya tidak terlalu besar dan arah erosinya mengarah ke bagian dasar dan samping serta terjadinya pengendapan.
 - c) Bagian hilir yang memiliki bagian kemiringan dasar sungai yang landai sehingga kecepatan alirannya lambat, sehingga arusnya tenang, daya erosi akibat aliran kecil dengan arah ke samping dan akan banyak endapan.

B. Sedimentasi

1. Sedimen Dasar (*bed load*)

Sedimentasi merupakan proses pengendapan material yang diangkut oleh air, angin, es atau gletser dalam sebuah cekungan. Delta muara merupakan hasil dan proses pengendapan material yang terbawa oleh air sungai, sedangkan bukit pasir (*sand dunes*) di gurun dan tepi pantai merupakan pengendapan material yang terbawa angin. Sedimentasi dapat dibagi menjadi tiga hal (Mulyanto, 2018) :

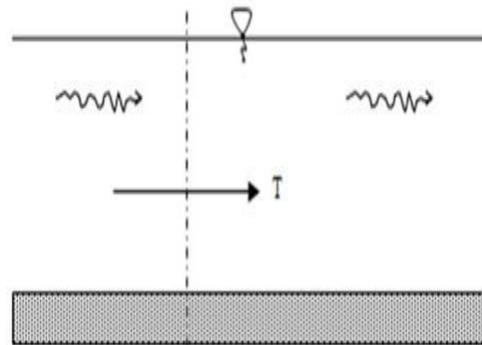
1. Sedimentasi air, contohnya terjadi di sungai.
2. Sedimentasi angin, disebut sedimentasi aeolis.
3. Sedimentasi gletser.

Ada beberapa faktor penyebab terjadinya proses sedimentasi, yaitu:

- 1) Ada sumber material sedimen
- 2) Adanya lingkungan sedimen yang sesuai (daratan, zona transisi, laut)
- 3) Terjadinya pengangkutan sumber daya material (transport)
- 4) Terjadinya pengendapan karena perbedaan arus atau gaya
- 5) Terjadi penggantian (*replacement*) dan perubahan (*rekristalisasi*) material
- 6) Diagenesis yaitu perubahan yang terjadi selama proses pengendapan berlangsung secara kimia dan fisika
- 7) Kompaksi diakibatkan oleh gaya berat dari material sedimen yang memaksa volume lapisan sedimen berkurang
- 8) Lithifikasi diakibatkan oleh kompaksi yang secara terus menerus sehingga sedimen akan mengeras. (Febriyani, 2017).

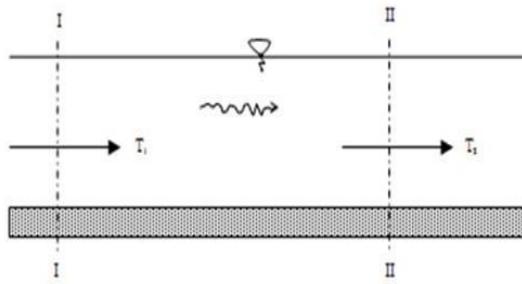
Menurut Mardjikoen (1987), angkutan sedimen merupakan perpindahan tempat bahan sedimen granular (*non kohesif*) oleh air yang sedang mengalir searah aliran. Banyaknya angkutan sedimen T dapat ditentukan dari perpindahan tempat suatu

sedimen yang melalui suatu tampang lintang selama periode waktu yang cukup. Lihat gambar 1 T dinyatakan dalam (berat, massa, volume) tiap satuan waktu.



Gbr.1 Tampang panjang saluran dengan dasar granuler. (Mardjikoen, 1987).

Laju sedimen yang terjadi biasa dalam kondisi seimbang (aquilibrium). Erosi (erosion), atau pengendapan (deposition), maka dapat ditentukan kuantitas sedimen yang terangkut dalam proses tersebut.

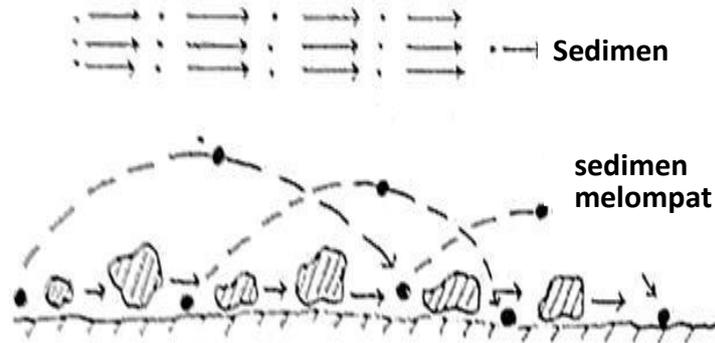


Gbr.2 Angkutan Sedimen pada Tambang panjang dengan geser granuler.

Partikel-partikel kasar yang bergerak sepanjang dasar sungai secara keseluruhan di sebut dengan muatan sedimen dasar (bed load). Adanya muatan sedimen dasar di tunjukkan 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 di tandai bercampurnya butiran partikel tersebut bergerak ke arah hilir.

Menurut Asdak (2014) dalam (Indra Mulia Lubis, 2022), proses transportasi sedimen adalah begitu sedimen memasuki badan sungai, maka berlangsunglah transpor sedimen. Kecepatan transpor merupakan fungsi dari kecepatan aliran sungai dan ukuran partikel sedimen. Partikel sedimen ukuran kecil seperti tanah liat dan debu dapat di angkut aliran air dalam bentuk terlarut (wash load). Sedangkan partikel

yang lebih besar, antara lain, pasir cenderung bergerak dengan cara melompat. Partikel yang lebih besar dari pasir, misalnya kerikil (gravel) bergerak dengan cara merayap atau menggelinding di dasar sungai (bed load) seperti pada gambar di halaman berikut:



Gbr.3 Transpor sedimen dalam air sungai (asdak, 2014)

Besarnya ukuran sedimen yang terangkut aliran air di tentukan oleh interaksi faktor-faktor sebagai berikut ukuran sedimen yang masuk ke dalam sungai/saluran air, karakteristik saluran, debit, dan karakteristik fisik partikel sedimen. Besarnya sedimen yang masuk ke sungai dan besarnya debit ditentukan oleh faktor iklim, topografi, geologi, vegetasi, dan cara bercocok tanam di daerah tangkapan air yang merupakan asal datangnya sedimen. Sedangkan karakteristik sungai yang penting, dan kemiringan sungai. Interaksi dan masing-masing faktor tersebut di atas akan menentukan jumlah dan tipe sedimen serta kecepatan transpor sedimen.

Berdasarkan pada jenis sedimen dan ukuran partikel-partikel tanah serta komposisi mineral dari bahan induk yang menyusunnya, di kenal bermacam jenis sedimen seperti pasir, tanah liat, dan sebagainya. Tergantung dari ukuran partikelnya, sedimen di tentukan terlarut dalam sungai atau di sebut muatan sedimen (suspendead sediment) dan menyerap di dasar sungai atau di kenal sebagai sedimen dasar (bed load).

Ada dua kelompok cara mengangkut sedimen dari batuan induknya ke tempat pengendapannya, yakni suspensi (suspendead load) dan (bed load transport). Di bawah ini di terangkan secara garis besar ke duanya.

a) Suspensi

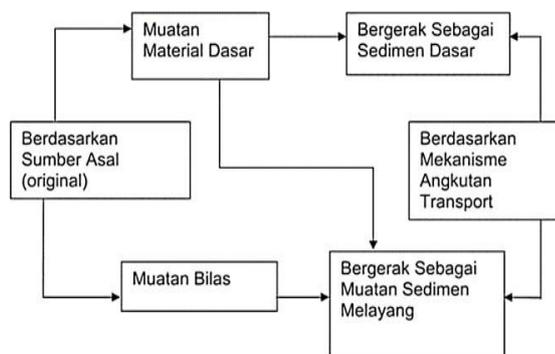
Dalam teori segala ukuran butir sedimen dapat di bawah dalam suspensi, jika arus cukup kuat. Akan tetapi di alam, kenyataannya hanya material halus saja yang dapat di angkut suspensi. Sifat sedimen hasil pengendapan suspensi ini adalah mengandung prosentase masa besar yang tinggi sehingga butiran tampak

mengambang dalam masa besar dan umumnya disertai pemilahan butir yang buruk. Ciri lain dari jenis ini adalah butir sedimen yang diangkut tidak pernah menyentuh dasar aliran.

Berdasarkan tipe gerakan pembawanya, sediemen dapat di bagi menjadi tiga:

1. Endapan arus traksi
2. Endapan arus pekat (density current) dan
3. Endapan suspensi

Secara skematis angkutan sedimen dapat di gambarkan di halaman berikut:



Gbr.4 Bagan Mekanisme dan Asal bahan sedimen (Mardjikoen, 1987).

Berdasarkan pada jenis sedimen dan ukuran partikel-partikel tanah serta komposisi mineral dan bahan induk yang menyusunnya di kenal dengan berbagai macam sedimen:

Berdasarkan keterangan di atas maka muatan sedimen dasar dapat di hitung menggunakan metode Einstein, Duboys dan Meyer Peter berikut:

1. Metode Einstein

$$\Phi = f \cdot (\Psi)$$

Dimana:

Φ = intensitas muatan sedimen dasar

$f(\Psi)$ = intensitas aliran

$$\Phi = \frac{Qb}{ys} \left(\frac{y}{ys-y} \times \frac{1}{g.D^3} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Dimana:

Qb = Volume Angkutan (m³ /dt/m)

$$f(\Psi) = \frac{ys}{y} \times \frac{D}{S.R.b}$$



$$\begin{aligned} R' &= \text{jari-jari hidrolis yang menampung muatan sedimen dasar} \\ R' &= Rb \left(\frac{n'}{n}\right)^{\frac{2}{3}} \\ \Psi &= \frac{y_s - y}{y} \times \frac{D_{35}}{R \cdot \frac{n'}{n} \cdot \frac{3}{2} \cdot S} \end{aligned}$$

Laju muatan sedimen dasar per unit lebar dasar sungai dihitung dengan rumus:

$$Q_b = \frac{q_b}{y_s} \left(\frac{y}{y_s - y} \times \frac{1}{2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Laju muatan sedimen seluruh lebar dasar sungai adalah:

$$Q_b = q_b \cdot W$$

2. Persamaan DuBoys

DuBoys (1979) mengasumsikan bahwa partikel sedimen bergerak berlapislapis di sepanjang lapisan. Lapisan ini bergerak karena gaya traksi yang bekerja di sepanjang dasar. Ketebalan setiap lapisan adalah ϵ . Dalam kondisi kesetimbangan, gaya traktif harus diimbangi oleh gaya tahanan total di antara lapisan-lapisan ini, yaitu:

$$a) \tau = y \cdot D \cdot S$$

Dimana:

$$Y = \text{Berat Jenis Air}$$

$$D = \text{Kedalaman Estuary}$$

$$S = \text{Kemiringan}$$

b) Muatan sedimen dasar (Bed Load) dapat dihitung menggunakan rumus:

$$q_b = \frac{0,173}{D^{0,75}} \cdot \tau \cdot (\tau - \tau_c)$$

Dimana:

$$D = \text{diameter partikel sedimen yang 50\% lolos saringan.}$$

c) Muatan sedimen dasar (Bed Load) per satuan lebar, dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$q_m = \frac{\sqrt{q_b}}{B} \cdot C_m$$

Dimana:

$$q_m = \text{muatan sedimen dasar (Bed Load) per satuan lebar}$$

$$B = \text{Lebar estuary/saluran}$$

$$C_m = \text{konsentrasi berat kering sedimen}$$

3. Persamaan Meyer Peter

$$\frac{q^{2/3} \cdot s}{D} = 9,27 \cdot \left(\frac{y_s - y}{y} \right)^{10/9} = 0,462 \cdot \frac{[y_s - y]^{1/3}}{y^{1/3}/D} \times \left(\frac{y_s - y}{y_s} \right)^{2/3}$$

Keterangan:

$$q = \text{debit aliran perunit lebar (m}^3/\text{det)}$$

$$q_b = \text{debit muatan sedimen dasar (kg/det/m)}$$

$$y = \text{berat jenis (specific gravity) dari air (1,00 ton/m}^3)$$

$$y_s = \text{berat jenis partikel muatan sedimen dasar (2,6 - 2,70)}$$

$$D = \text{diameter butiran (m)}$$



S = Kemiringan garis energi (m/m)

1. Sedimen Melayang (*suspended load*)

Dengan asumsi bahwa konsentrasi sedimen merata pada seluruh bagian penampang sungai, maka debit sedimen dapat dihitung sebagai hasil perkalian antara konsentrasi dan debit air yang dirumuskan (Asdak, Chay, 2004), sebagai berikut;

$$Q_{sm} = 0,0864 \times C_s \times Q_w$$

Dimana:

Q_{sm} = debit sedimen melayang (m³/tahun)

C_s = konsentrasi sedimen beban melayang (mg/liter)

Q_w = debit air (m³ /det)

Berdasarkan persamaan di atas maka dapat di jelaskan melalui penjabaran berikut:

1) konsentrasi sedimen beban melayang (C_s)

$$C_s = \frac{1000}{V} \times (a - b) \times 1000$$

Dimana:

C_s = konsentrasi sedimen beban melayang (mg/liter)

V = Volume sampel sedimen (mm)

B = berat cawan berisi endapan sedimen (gr)

A = berat cawan kosong (gr)

2) Debit Air (Q_w)

Metode yang umum diterapkan untuk menetapkan debit sungai adalah metode profil sungai (cross section).

$$Q_w = A \times V$$

Dimana:

A = luas penampang vertikal (m²)

V = kecepatan aliran (m/det)

2. Perhitungan Sedimen Total (*total load*) (S)

Sedimen total dapat di hitung sebagai pejumlahan antara debit sedimen melayang dengan debit sedimen dasar yang di rumuskan sebagai berikut:

$$S = Q_s + Q_b$$

Dimana:

Q_s = sedimen melayang (m³/tahun)

Q_b = sedimen dasar (m³/tahun)

III. METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Secara Geografis lokasi penelitian terletak di wilayah Kabupaten Maros dan Kabupaten Gowa Propinsi Sulawesi Selatan, tepatnya berada di Kecamatan Marusu, Maros Baru, Turikale, Mandai, Tanralili, Simbang, Bantimurung, Cenrana, dan Tompobulu Kabupaten Maros Serta Kecamatan Tinggi Mongcong Kabupaten Gowa ,dan secara geografis terletak antara $4^{\circ} 58' 27''$ LS sampai $5^{\circ} 12' 40''$ LS dan $119^{\circ} 28'$ BT sampai $119^{\circ} 55' 38''$ BT.



Gbr.5 Lokasi Penelitian.

Daerah aliran sungai (DAS) Maros berdasarkan peraturan Menteri Pekerjaan umum No. 39/PRT/1989 tentang pembagian Wilayah sungai termasuk bagian dari Satuan Wilayah Sungai (SWS) 05.17 Jeneberang. Luas (DAS) Maros $\pm 646,36$ Km² dengan panjang sungai utama sekitar 76,73 km.

Sungai ini mengalir melalui Kota Turikale setelah pertemuan dengan beberapa anak sungai utamanya, yakni Sungai Bantimurug dan Sungai Aparang, dan akhirnya bermuara di Selat Makassar. Arus utama sungai ini sangat berliku-liku menuju hilir sepanjang Kota Turikale. Kemiringan memanjang sungai di dekat hilir (dari muara hingga kira-kira 10 km ke hulu diperkirakan sebesar $1/9.000$ hingga $1/4.500$. Bagian hulu Sungai Maros tertutupi oleh batu besar yang terbentuk oleh gunung berapi yang hampir tidak terkikis dan karenanya menghasilkan sedikit aliran permukaan sedimen.

Di Kabupaten Maros, Daerah Aliran Sungai Maros termasuk DAS besar yang melewati Ibu Kota Kabupaten Maros dan sekaligus jalur lintas provinsi Sulawesi Selatan sering terjadi banjir.

B. Data Yang Dibutuhkan.



Penelitian ini menggunakan pendekatan metode survei, yaitu perolehan data dilakukan dengan secara langsung dikumpulkan dari sumber pertama atau pengukuran langsung di lapangan (data skunder).

1. Data Primer

Teknik pengumpulan data primer diperoleh melalui pengambilan sample tanah, kecepatan aliran, kemiringan lereng, pengambilan sampel sedimen secara langsung ke lokasi penelitian untuk dilakukan analisis di laboratorium. Data primer yang dikumpulkan yaitu:

Data sifat fisik yang diperlukan dalam studi ini adalah Kecepatan aliran (V) Kemiringan dasar sungai (I) Sedimen melayang (Qs) Sedimen dasar (Qb) Lebar dasar sungai (b).

2. Data Sekunder

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan metode observasi nonpartisipan dimana peneliti tidak terlibat secara langsung, jenis data sekunder yang dibutuhkan adalah:

- Peta sungai Bantimurung
- Panjang Sungai Bantimurung

C. Metode Pengambilan Data

Pengumpulan data yang dilakukan yaitu :

1. Observasi

Metode Observasi dilakukan secara langsung untuk melengkapi data-data yang ada terutama untuk mendapatkan gambaran mengenai keadaan daerah penelitian.

2. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan metode untuk mendapatkan data dengan mempelajari dan mengumpulkan bahan-bahan yang berkaitan dengan seluruh data yang digunakan dalam penelitian.

D. Analisis Data

Analisis ini dilakukan dengan cara menghitung besarnya debit aliran, kecepatan aliran, berat jenis air, lebar penampang sungai, lebar dasar sungai. Pengambilan sample sedimen dasar dan sedimen melayang untuk selanjutnya dilakukan uji lab untuk mengetahui besar butiran dan berat jenis sedimen yang ada pada sungai.

1. Muatan sedimen dasar dapat di analisis menggunakan persamaan

$$\text{Einstein} = Q_b = \frac{Q_b}{y_s} \left(\frac{y}{y_s - y} \times \frac{1}{2} \right)^2,$$

$$\text{Dubois} = q_b = \frac{0,173}{D^{0,75}} \cdot T \cdot (T - T_c)$$

Meyer Peter =

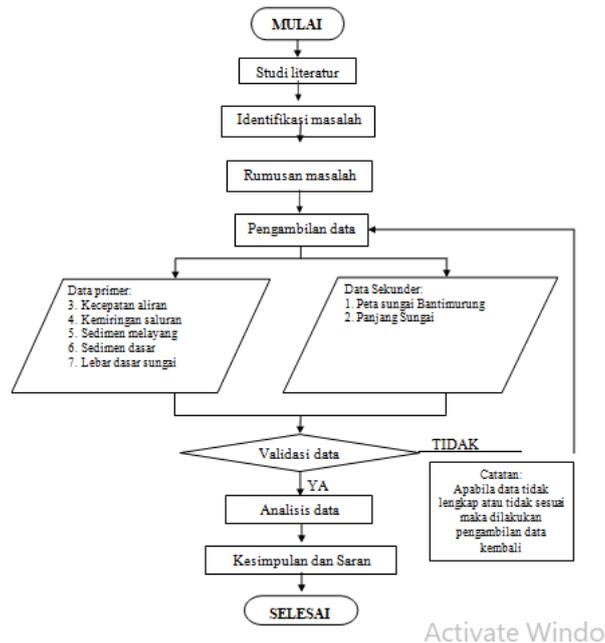
$$\frac{q^{2/3} \cdot s}{D} = 9,27 \cdot \left(\frac{y_s - y}{y} \right)^{10/9} = 0,462 \cdot \frac{[y_s - y]^{1/3}}{y^{1/3}/D} \times \left(\frac{y_s - y}{y_s} \right)^{2/3}$$

2. Muatan sedimen melayang di analisis menggunakan persamaan Asdak Chay.

$$C_s = \frac{1000}{v} \times (a - b) \times 1000$$



E. Bagan Alir



Gbr. 6 *Flow Chart* Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data Penelitian

1. Data Kedalaman Sungai

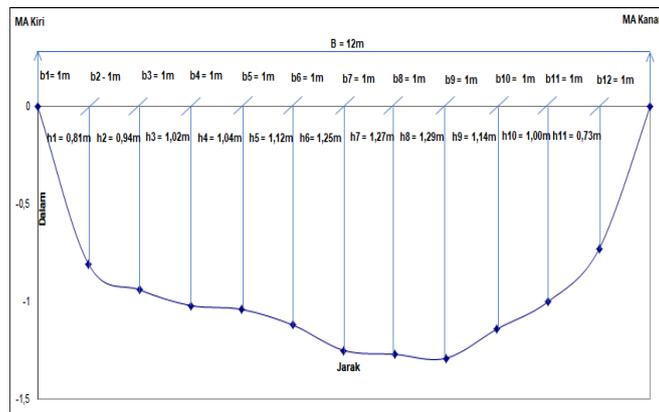
Pengukuran kedalaman dilakukan dengan cara membagi 3 titik patok pengamatan dimana patok 1 ke 2 berjarak 50 m, patok 2 ke 3 berjarak 50 m, dan disetiap titik patok pengamatan di bagi menjadi 12 pias dengan jarak perpias dibagi dengan lebar sungai titik pengamatan seperti halnya di patok 1 diketahui lebar sungai (B) = 12 m.

2. Analisis Debit Aliran Sesaat (Q)

Pengambilan data menggunakan alat current meter dengan metode pengambilan kecepatan aliran secara vertikal pada kedalaman 0,2 h dan 0,8 h. Current Meter memberikan data kecepatan aliran secara otomatis terhadap titik patok pengamatan yang telah ditentukan.

Tabel 1 Kecepatan aliran pengukuran pada lokasi 1

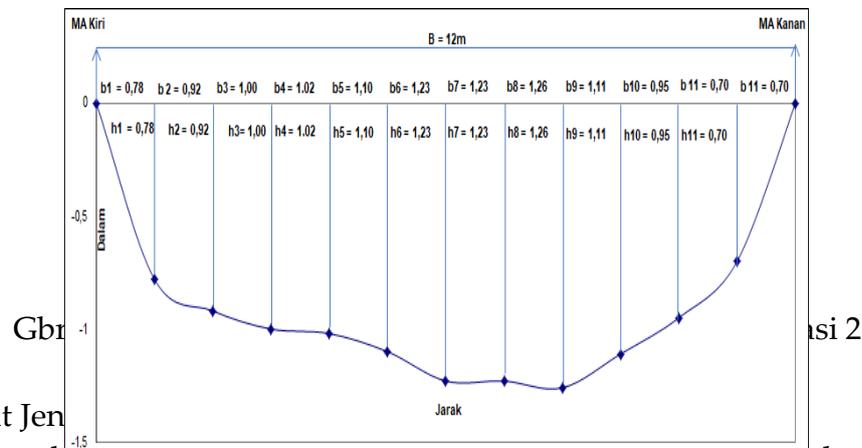
Lebar b (m)	Kedalaman h (m)	Kecepatan V (m/det)			Luas A (m ²)	Debit Q (m ³ /det)
		0.2h	0.8h	Rata ² V		
1,00	0,81	0,15	0,07	0,112	0,81	0,091
1,00	0,94	0,17	0,09	0,132	0,94	0,124
1,00	1,02	0,19	0,11	0,150	1,02	0,153
1,00	1,04	0,16	0,07	0,116	1,04	0,120
1,00	1,12	0,17	0,10	0,135	1,12	0,151
1,00	1,25	0,22	0,11	0,163	1,25	0,204
1,00	1,27	0,10	0,06	0,078	1,27	0,099



Gbr. 7 Sketsa Penampang Sungai Pengukuran pada lokasi 1

Tabel 2 Kecepatan aliran pengukuran pada lokasi 2

Lebar b (m)	Kedalaman h (m)	Kecepatan V (m/det)			Luas A (m ²)	Debit Q (m ³ /det)
		0.2h	0.8h	Rata ² V		
1,00	0,78	0,13	0,07	0,101	0,78	0,078
1,00	0,92	0,16	0,09	0,125	0,92	0,115
1,00	1,00	0,19	0,10	0,143	1,00	0,143
1,00	1,02	0,15	0,07	0,111	1,02	0,113
1,00	1,10	0,17	0,09	0,128	1,10	0,141
1,00	1,23	0,22	0,10	0,158	1,23	0,195
1,00	1,23	0,09	0,05	0,072	1,23	0,088
1,00	1,26	0,14	0,07	0,101	1,26	0,127
1,00	1,11	0,10	0,05	0,076	1,11	0,085
1,00	0,95	0,16	0,07	0,116	0,95	0,110



3. Data Berat Jenis

Untuk mendapatkan berat jenis sedimen atau yang berat air ketahuilah maka terlebih dahulu dilakukan pengambilan sampel sedimen pada sungai Bantimurung, setelah uji laboratorium dengan cara sampel yang telah diambil lalu dikeringkan menggunakan oven lalu selanjutnya dilakukan penimbangan sampel yang telah ditentukan yaitu sebanyak 1000 gram, Selanjutnya dilakukan analisa saringan untuk penyaringan sampel, selanjutnya sampel yang telah ditimbang kemudian ditimbang dan pisahkan jumlah tertahan berdasarkan nomor saringan yang telah ditentukan lalu kemudian mengambil sampel yang paling halus sebanyak 50 gram lalu kemudian digabung dengan air yang beratnya telah ditentukan lalu kemudian dimasukkan ke dalam cawan dan di oven selama 24 jam, setelah sampel di oven selama 24 jam selanjutnya dilakukan penimbangan sampel untuk kemudian melakukan perbandingan antara berat basah atau sebelum di oven dengan berat kering atau setelah di oven. Adapun tabel berat jenis hasil uji laboratorium yang telah dilakukan dapat dilihat pada halaman berikut:

Tabel 3 Berat Jenis Sedimen

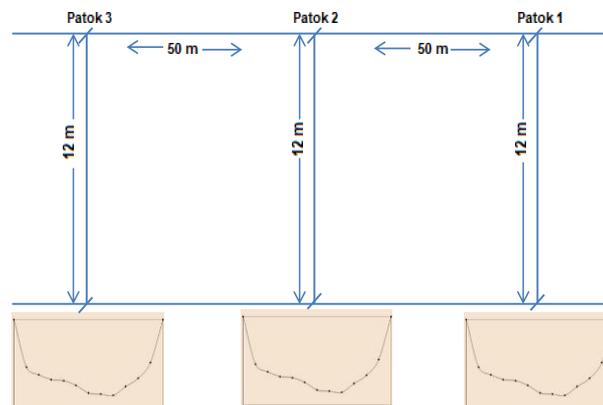
Pemeriksaan		Satuan	Patok 1	Patok 2	Patok 3
W1	Berat sampel	gram	50	50	50
W2	Berat Cawan	gram	74,73	60,69	70,53
W3	Berat labu ukur	gram	134,41	134,41	134,41
W4	Berat labu ukur+sampel	gram	184,41	184,41	184,41
W5	Berat labu ukur+sampel+Air	gram	301,99	302,14	301,87
W6	Berat labu+Air	gram	271,41	271,44	271,46
W7	Berat setelah di Oven	gram	49	49,1	48,9
W8	Suhu	°C	30	30	30
W9	Faktor koreksi		0,9974	0,9974	0,9974
Berat Jenis			2,653	2,662	2,638

4. Data konsentrasi Sedimen (Cs)

Untuk mendapatkan konsentrasi sedimen melayang yang belum di ketahui maka akan melakukan pengambilan sampel sedimen pada sungai Bantimurung, Setelah sampel sedimen melayang siap, akan di lakukan pengendapan di selama 1 kali 24 jam dan selanjutnya di lakukan pengurasan air setelah itu di lakukan uji laboratorium. Adapun tabel konsentrasi sedimen melayang pada di lihat pada halaman berikut:

Tabel 4 Rekapitan Hasil Uji Laboratorium sedimen melayang

Patok	Segmen	Berat tinbox (W_1)	Berat tinbox+sedimen sebelum di oven (W_2)	Berat tinbox+sedimen setelah di oven (W_3)	Berat sedimen melayang ($W_3 - W_1$)
1	1	13,39	24,21	13,50	0,11
	2	13,20	27,47	13,72	0,52
	3	13,07	21,60	13,63	0,56
2	1	13,04	39,42	13,35	0,31
	2	13,39	23,47	13,73	0,34
	3	13,11	42,19	13,36	0,25
3	1	13,11	33,72	13,92	0,81
	2	13,12	29,21	13,78	0,66
	3	13,10	25,47	13,67	0,57



Gbr. 9 Sketsa titik pengambilan sampel sedimen melayang

B. Analisis Gerakan Sedimen (Q_b)

Permulaan gerak butiran sedimen dasar merupakan awal mula angkutan sedimen. Salah satu faktor yang menyebabkan permulaan gerak sedimen adalah kecepatan, di uraikan pada tabel 9 dan 10 berikut:

Tabel 5 Hasil analisis pergerakan sedimen $\tau_o > \tau_c$ metode Duboys

LOKASI	Q (m^3/dt)	V (m/dtk)	h (m)	τ (kg/m^2)	τ_c (kg/m^2)	Keterangan
1	1,432	0,123	1,08	2,787	0,149	$\tau_o > \tau_c$ (Bergerak)
2	1,328	0,118	1,06	2,714	0,149	$\tau_o > \tau_c$ (Bergerak)
3	1,198	0,109	1,03	2,557	0,149	$\tau_o > \tau_c$ (Bergerak)

Tabel 6 Hasil analisis pergerakan sedimen $\tau_o > \tau_c$ metode Einsten

LOKASI	Q (m ³ /dt)	V (m/dtk)	h (m)	T (kg/m ²)	T _c (kg/m ²)	Keterangan
1	1,432	0,123	1,08	2,787	0,149	$\tau_o > \tau_c$ (Bergerak)
2	1,328	0,118	1,06	2,714	0,149	$\tau_o > \tau_c$ (Bergerak)
3	1,198	0,109	1,03	2,557	0,149	$\tau_o > \tau_c$ (Bergerak)
Rata-rata	1,319	0,116	1,05	2,686	0,149	$\tau_o > \tau_c$ Bergerak



C. Analisis Sedimen

1. Analisis Sedimen Melayang

Tabel 7 Hasil analisis sedimen melayang

Patok	Titik	B (m)	A (m ²)	R (m)	V (m ³ /det)	Q _{um} (m ³ /hari)	Q _{um} (m ³ /bulan)	Q _{um} (m ³ /5bulan)
1	Kiri	12	11,61	1,021	0,123	0,0095	0,285	1,425
	Tengah	12	11,61	1,021	0,123	0,0448	1,344	6,72
	Kanan	12	11,61	1,021	0,123	0,0483	1,449	7,245
2	Kiri	12	11,30	0,996	0,118	0,0267	0,801	4,005
	Tengah	12	11,30	0,996	0,118	0,0293	0,879	4,395
	Kanan	12	11,30	0,996	0,118	0,0215	0,645	3,225
3	Kiri	12	11,01	0,971	0,109	0,0699	2,097	10,485
	Tengah	12	11,01	0,971	0,109	0,0573	1,719	8,595
	Kanan	12	11,01	0,971	0,109	0,0491	1,473	7,365
RATA-RATA (Q _{um})						0,0396	1,188	5,94

2. Analisis Sedimen Dasar

Tabel 8 Hasil analisis sedimen dasar metode Duboys

Patok	A (m ²)	Q (m ³ /dt)	R (m)	V (m ³ /dt)	τ (kg/m)	τ _c	q _b (kg/dt)	Q _b (m ³ /hari)	Q _b (m ³ /bln)	Q _b (m ³ /5 bln)
1	11,61	1,432	1,021	0,123	2,787	0,149	0,054	0,199	5,97	29,85
2	11,30	1,328	0,996	0,118	2,714	0,149	0,049	0,188	5,64	28,2
3	11,01	1,198	0,971	0,109	2,557	0,149	0,046	0,166	4,98	24,9
RATA-RATA (Q _b)								0,184	5,53	27,67

Tabel 9 Hasil analisis sedimen dasar metode Einstein

Patok	A (m ²)	Q (m ³ /dt)	V (m ³ /dt)	n	n'	Ψ	Φ	q _b (kg/dt)	Q _b (m ³ /hari)	Q _b (m ³ /bln)	Q _b (m ³ /5 bln)
1	11,61	1,432	0,123	0,455	0,033	0,125	179,409	0,0013	0,116	3,48	17,4
2	11,30	1,328	0,118	0,449	0,033	0,132	165,814	0,0012	0,108	3,24	16,2
3	11,01	1,198	0,109	0,458	0,033	0,142	147,92	0,0012	0,106	3,18	15,9
RATA-RATA (Q _b)									0,111	3,3	16,5

Tabel 8 Hasil analisis sedimen dasar metode Duboys



Patok	A (m ²)	Q (m ³ /dt)	V (m/dt)	n	n'	Ψ	Φ	qb (kg/dt)	Qb (m ³ /hri)	Qb (m ³ /bln)	Qb (m ³ /5bln)
1	11,61	1,432	0,123	0,472	0,035	19,453	0,045	0,162	0,170	5,1	25,5
2	11,30	1,328	0,118	0,447	0,035	14,579	0,025	0,152	0,157	4,71	23,55
3	11,01	1,198	0,109	0,495	0,035	17,238	0,009	0,111	0,115	3,45	17,25
RATA-RATA (Qb)									0,147	4,42	22,13



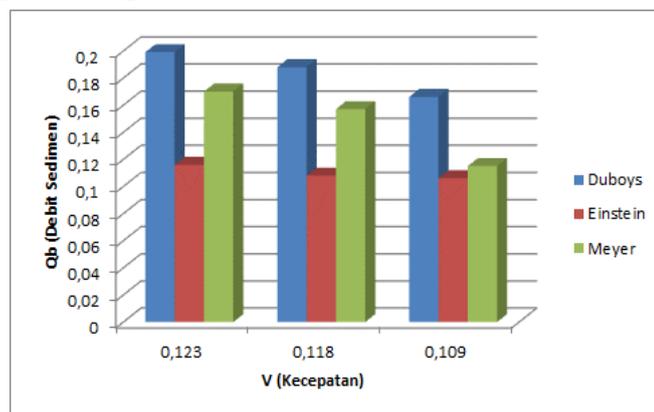
3. Analisis Sedimen Total

Tabel 9 Hasil Analisis Sedimen Total

Metode	Qb m ³ /Hari	Qb m ³ /bulan	Qb m ³ /5 bulan
Dubois	0,184	5,53	27,65
Einstein	0,111	3,33	16,54
Meyer	0,147	4,42	22,13
Rata-Rata	0,147	4,42	22,10

D. Grafik Pengaruh Hubungan Sedimen (Qb).

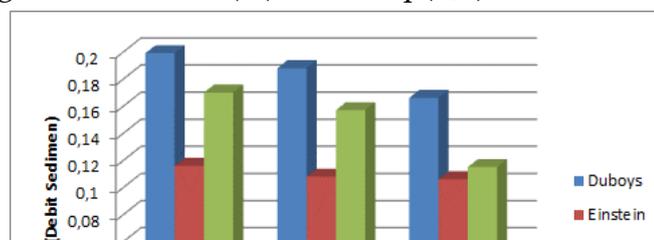
1. Pengaruh Hubungan Kecepatan Sedimen (Qb)



Gbr. 10 Grafik hubungan (V) terhadap (Qb)

Berdasarkan gambar 12 dapat di lihat bahwa pada hasil analisis menggunakan metode Dubois apabila pada hubungan kecepatan (V) aliran pengaruh angkutan sedimen dapat di lihat pada debit tertinggi pada patok 1= 0,199 m³/hari. Pada patok 2= 0,188 m³/hari. Pada patok 3= 0,166 m³/hari.. Sedangkan pada hasil analisis menggunakan metode Einstein dapat di lihat untuk debit sedimen tertinggi yaitu: pada patok 1= 0,116 m³/hari. Patok 2= 0,108 m³/hari. patok 3=0,106 m³/hari. Untuk metode Meyer Peter yaitu: Patok 1= 0,170 m³/hari, Patok 2= 0,157 m³/hari, Patok 3= 0,115 m³/hari. Dapat di simpulkan bahwa kecepatan aliran sangat berpengaruh terhadap proses pengangkutan sedimen pada sungai dimana semakin besar kecepatan aliran yang terjadi maka semakin besar pula sedimen yang terangkut yang melalui sungai tersebut.

2. Pengaruh Hubungan Kedalaman (H) Terhadap(Qb)

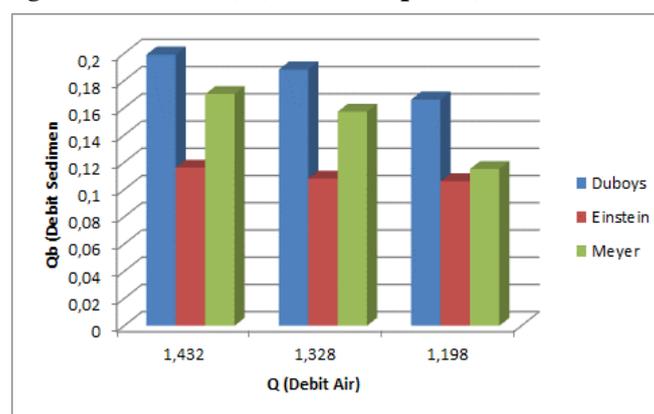




Gbr. 11 Grafik hubungan (H) terhadap (Qb)

Berdasarkan gambar 13 dapat di lihat bahwa pada hasil analisis menggunakan metode Duboys apabila pada hubungan kedalaman (H) pengaruh angkutan sedimen dapat di lihat pada debit tertinggi pada patok 1= 0,199 m³/hari. Pada patok 2= 0,188 m³/hari. Pada patok 3= 0,166 m³/hari.. Sedangkan pada hasil analisis menggunakan metode Einstein dapat di lihat untuk debit sedimen tertinggi yaitu: pada patok 1= 0,116 m³/hari. Patok 2= 0,108 m³/hari. patok 3=0,106 m³/hari. Untuk metode Meyer Peter yaitu: Patok 1= 0,170 m³/hari, Patok 2= 0,157 m³/hari, Patok 3= 0,115 m³/hari. Dapat di simpulkan bahwa kedalaman aliran sangat berpengaruh terhadap proses pengangkutan sedimen pada sungai dimana semakin dalam aliran maka semakin besar pula sedimen yang terangkut yang melalui sungai tersebut.

3. Pengaruh Hubungan Debit Air (Q) Terhadap(Qb)



Gbr. 12 Grafik hubungan (Q) terhadap (Qb)



Berdasarkan gambar 14 dapat di lihat bahwa pada hasil analisis menggunakan metode Duboys apabila pada hubungan debit (Q) pengaruh angkutan sedimen dapat di lihat pada debit tertinggi pada patok 1= 0,199 m³/hari. Pada patok 2= 0,188 m³/hari. Pada patok 3= 0,166 m³/hari.. Sedangkan pada hasil analisis menggunakan metode Einstein dapat di lihat untuk debit sedimen tertinggi yaitu: pada patok 1= 0,116 m³/hari. Patok 2= 0,108 m³/hari. patok 3=0,106 m³/hari. Untuk metode Meyer Peter yaitu: Patok 1= 0,170 m³/hari, Patok 2= 0,157 m³/hari, Patok 3= 0,115 m³/hari. Dapat di simpulkan bahwa debit aliran sangat berpengaruh terhadap proses pengangkutan sedimen pada sungai dimana semakin besar volume aliran yang melalui sungai tersebut maka semakin besar pula sedimen yang terangkut yang melewati sungai tersebut.

V. PENUTUP

Dari hasil analisis dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka kami selaku penulis menarik kesimpulan bahwa: Berdasarkan hasil analisis besarnya laju sedimen melayang perhari sungai Bantimurung pada musim kemarau dengan menggunakan pendekatan Asdak Chay adalah: $Q_{sm} = 0,0396$ m³/hari, $Q_{sm} = 5,94$ m³/5 bulan. Berdasarkan hasil analisis besarnya volume sedimen dasar perhari sungai Bantimurung pada musim kemarau menggunakan pendekatan Duboys = 1,891 m³/hari, sedangkan pada pendekatan Einstein = 0,150 m³/hari, Meyer = 0,147 m³/hari, sedangkan untuk besarnya volume sedimen perlima bulan: rata-rata Duboys= 27,63 m³/5 bulan, Einstein= 16,54 m³/5 bulan, Meyer Peter= 22,13 m³/5 bulan

Pada penelitian ini telah diketahui seberapa besar laju angkutan sedimen pada sungai Bantimurung, maka kami selaku penulis menyarankan agar penelitian selanjutnya dapat menentukan langkah selanjutnya terhadap sedimen tersebut. Untuk penelitian selanjutnya jika menggunakan metode yang sama sebaiknya pada saat pengambilan sampel sedimen agar untuk menghitung proses pengangkutan sedimen pada musim hujan mengingat penelitian kami di lakukan sebatas pada musim kemarau saja. Pada penelitian ini penulis hanya menggunakan tiga metode dalam menganalisis volume angkutan sedimen, maka kami menyarankan agar peneliti lainnya dapat menambahkan metode lainnya sebagai pembanding.

DAFTAR PUSTAKA

Mardiyanto, edy 2001. Studi tentang sedimen di perairan segara anakan menggunakan data landsat TM Multitemporal, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro: Semarang.

Bambang Triadmodjo 2008.: "*Hidrologi Terapan*". Yogyakarta: Beta Offset.



Feny Yuliana Wardani, Dkk 2018: Studi Muatan Suspended Load Dan Bed Load Pada Upstream Bendung Di Hulu Sungai-Sungai Kabupaten Banyuwangi

JURNAL LOGIC, VOL, 18N0. 1 MARET 2018.

H,R. Mulyanto. 2018. Sungai dan Sifat-Sifatnya. Jakarta: Mobius.

Adak C. 2014. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Cetakan Ke). Yogyakarta: Gadjah Mada Press.

Asdak, Chay, 2004. Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Edisi III, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.