

ANALISIS ANGKUTAN SEDIMEN DASAR DI HILIR SUNGAI KAMBU (STUDI LABORATORIUM)

¹Eko Prasetyo, ²Ahmad Syarif Sukri, ³Tryantini Sundi Putri

^{1, 2, 3}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo

Koresponden Author : tryantinisputri@uho.ac.id

ABSTRAK

Sungai adalah saluran alami di permukaan bumi yang menampung dan menyalurkan air hujan dari daerah tinggi ke daerah yang lebih rendah dan akhirnya bermuara di danau atau dilaut. Sedimen yang dihasilkan oleh proses erosi dan terbawa oleh aliran air akan diendapkan pada suatu tempat yang kecepatannya melambat atau terhenti. Sungai Kambu menjadi salah satu penyumbang sedimentasi yang masuk ke teluk Kendari.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya debit aliran pada sungai Kambu. Selain itu penelitian ini juga bertujuan mengetahui besarnya angkutan sedimen material dasar pada sungai Kambu. Penelitian ini merupakan penelitian laboratorium dengan menggunakan alat *Advanced Hydrologi System* mengetahui besarnya angkutan sedimen yang terjadi dan alat *Current Meter* untuk menghitung kecepatan aliran sungai dilapangan sehingga didapatkan besarnya debit.

Berdasarkan hasil analisa data, debit sungai Kambu adalah sebesar 4,745 m³/s dan angkutan sedimen dasar (*bed load*) pada kawasan hilir sungai Kambu adalah sebesar 106.366.667 gram/menit atau 153.168.000 kg/hari.

Kata Kunci : Sungai, Bed Load, Debit

ABSTRACT

River is natural channel on the earth surface that accommodates and distributes rain water from high to low area and at the end disembogues in the lake or sea. The sediment produced by erosion process and carried away by water flow will be deposited in a place where the velocity is slowing down or stopped. Kambu river is one of the contributors to sedimentation in Kendari bay.

This study aims to know the value of Kambu River's water flow debit. Other than that, the goals is to know the value of bed load material sediment transport in the Kambu river. This is a laboratory research using Advanced Hydrology System tool to find out the value of sediment transport and current meter tool to calculate the water river velocity until the value of debit obtained.

Based on the result, the Kambu river discharged is 4,745 m³/s and the bed load sediment transport in the Kambu river downstream is 106.366.667 gram/minutes or 153.168.000 kg/day.

Keywords : River, Bed Load, Discharge

PENDAHULUAN

Sungai adalah saluran alami di permukaan bumi yang menampung dan menyalurkan air hujan dari daerah tinggi ke daerah yang lebih rendah dan akhirnya bermuara di danau atau laut (Mokonio, 2013). Aliran sungai merupakan aliran permukaan yang dapat menjadi sumber air baku guna memenuhi kebutuhan manusia akan sumber air, namun saat ini banyak sungai telah banyak mengalami penurunan produktifitasnya. Di dalam aliran sungai juga terangkut material – material sedimen yang berasal dari proses erosi yang terbawa oleh aliran air dan dapat menyebabkan pendangkalan akibat sedimentasi dimana aliran air tersebut akan bermuara di danau atau laut (Mokonio, 2013).

Menurut Mulyanto (2007) 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. Sedimen yang dihasilkan oleh proses erosi dan terbawa oleh aliran air akan diendapkan pada suatu tempat yang kecepatan alirannya melambat atau terhenti. Terjadinya sedimentasi dapat mempengaruhi kondisi morfologi sungai dimana elevasi dasar sungai akan mengecil karena adanya pendangkalan. Akibatnya, daya tampung air di sungai berkurang sehingga tidak dapat memaksimalkan fungsi sungai.

Fenomena serupa dapat kita jumpai pada aliran hilir sungai Kambu yang bermuara ke teluk Kendari, Kota Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara. Menurut penelitian Sungai Kambu

adalah salah satu sungai besar yang berada di Kota Kendari dengan luasan Daerah Aliran Sungai (DAS) 22,3 km², debit rata – rata sebesar 0,605 m³/detik (Safirudin, 2013). Dengan debit sebesar itu, sungai Kambu menjadi salah satu penyumbang sedimentasi yang masuk ke teluk Kendari. Kalau diamati secara visual pada saat surutnya air laut di daerah hilir sungai Kambu yang bermuara ke teluk Kendari, saat ini terbentuk semacam daratan luas akibat pendangkalan dasar sungai yang tersusun dari hasil sedimentasi yang dibawa oleh aliran air sungai Kambu. Hal ini merupakan alasan mendasar untuk mengetahui seberapa besar angkutan sedimen sungai Kambu.

KAJIAN LITERATUR

a. Sungai

Sungai adalah tempat-tempat dan wadah-wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengan dibatasi kanan dan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis sempadan (Peraturan Pemerintah RI No. 35, 1991). Sungai juga bisadiartikan sebagai bagian permukaan bumi yang letaknya lebih rendah dari tanah disekitarnya dan menjadi tempat mengalirnya air tawar menuju ke laut, danau, rawa atau ke sungai yang lain. Sungai adalah bagian dari permukaan bumi yang karena sifatnya, menjadi tempat air mengalir (Syarifudin, dkk. 2000).

b. Sedimentasi

Menurut Prof. Ir. Mardjikon (1987), sedimentasi adalah peristiwa pengendapan material batuan yang telah diangkut oleh tenaga air atau angin. Pada saat pengikisan terjadi, air membawa batuan mengalir ke sungai, danau, dan akhirnya sampai di laut. Pada saat kekuatan pengangkutannya berkurang atau habis, batuan diendapkan di daerah aliran air.

Proses sedimentasi adalah proses pengendapan material karena aliran sungai tidak mampu lagi mengangkut material yang dibawanya. Apabila tenaga angkut semakin berkurang, maka material yang berukuran besar dan lebih berat akan mengendap terlebih dulu, baru kemudian material yang lebih halus dan ringan.

c. Angkutan Sedimen Dasar (*Bed Load*)

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 (Soewarno, 1991).

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.

d. Skala Model

Studi model ada dua tipe yaitu model matematik dan model fisik. Model matematik dapat digunakan apabila permasalahan yang ada dapat dirumuskan secara matematis. Model fisik di klasifikasikan dalam dua tipe yaitu model tak distorsi dan model distorsi. Pada model tak distorsi bentuk geometrik antara model dan prototip adalah sama tetapi berbeda ukuran dengan suatu perbandingan ukuran atau skala tertentu, sedangkan model distorsi bentuk geometrik antara model dan prototip tidak sama. Model ini banyak digunakan apabila prototip mempunyai dimensi horizontal yang jauh lebih besar dari dimensi vertical seperti sungai, pelabuhan, dan sebagainya.

Studi model dilakukan dengan menggunakan angka tak berdimensi. Penggunaan masing-masing angka tak berdimensi tergantung pada permasalahan yang diselidiki.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian laboratorium dengan menggunakan alat *Advanced Hydrologi System* yang bertujuan mengetahui besarnya angkutan sedimen dasar dan alat *current meter* untuk mengetahui kecepatan aliran sungai Kambu. Penelitian ini akan dilaksanakan di hilir sungai Kambu yang berada di Sulawesi Tenggara Kota Kendari Jalan Z. A. Sugianto tepatnya di Jembatan Triping kedua dimulai pada tanggal 6 September 2018 sampai 30 November 2018.

Pengumpulan data dilakukan dengan tinjauan langsung lapangan dan laboratorium. Data yang didapat dilapangan yaitu lebar sungai, kecepatan aliran sungai, koordinat titik penelitian, jarak antar titik penelitian, sedimen sungai dan foto-foto dokumentasi. Sedangkan data yang didapat dilaboratorium berupa data pembacaan alat angkutan sedimen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kecepatan Aliran

Data kecepatan aliran didapat dari pengukuran alat *current meter* dengan 4 titik lokasi. Berikut adalah tabel hasil data pengukuran kecepatan aliran.

a. Lokasi 1

Tabel 4.1. Kecepatan Aliran Sungai Kambu Lokasi 1

Sta	Jarak	Kedalaman (m)	Kecepatan Aliran (m/s ²)			Kec. Rata - rata (m/s ²)
			0,2 D	0,6 D	0,8 D	
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	0,125
5	1	1,500	0,190	0,173	0,051	0,138
6	1	1,600	0,305	0,210	0,156	0,224
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	0,221
10	2	1,830	0,211	0,141	0,099	0,150
11	1,5	1,420	0,185	0,144	0,098	0,142
12	1,5	0				0
Kecepatan Rata-rata						0,125

b. Lokasi 2

Tabel 4.2. Kecepatan Aliran Sungai Kambu Lokasi 2

Sta	Jarak	Kedalaman (m)	Kecepatan Aliran (m/s ²)			Kec. Rata - rata (m/s ²)
			0,2 D	0,6 D	0,8 D	
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	0,303
5	1	1,900	0,352	0,334	0,228	0,305
6	1	1,900	0,480	0,310	0,278	0,356
7	1	2,000	0,344	0,322	0,220	0,295
8	1	1,970	0,322	0,288	0,143	0,251
9	1	1,970	0,385	0,312	0,250	0,316
10	1	2,080	0,271	0,254	0,222	0,249
11	1	1,600	0,093	0,079	0,060	0,077
12	1,5	0,500	0,097			0,097
13	1,5	0				0
Kecepatan Rata-rata						0,180

c. Lokasi 3

Tabel 4.3. Kecepatan Aliran Sungai Kambu Lokasi 3

Sta	Jarak	Kedalaman (m)	Kecepatan Aliran (m/s ²)			Kec. Rata - rata (m/s ²)
			0,2 D	0,6 D	0,8 D	
0	0	0				0
1	3	1,000	0,101	0,055		0,078
2	3	2,000	0,317	0,196	0,180	0,231
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	3	1,250	0,226	0,172	0,136	0,178
9	3	1,300	0,246	0,196	0,128	0,190
10	1	1,000	0,213	0,188	0,168	0,190
11	1	0,500	0,123			0,123
12	1	0				0
Kecepatan Rata-rata						0,165

d. Lokasi 4

Tabel 4.4. Kecepatan Aliran Sungai Kambu Lokasi 4

Sta	Jarak	Kedalaman (m)	Kecepatan Aliran (m/s ²)			Kec. Rata - rata (m/s ²)
			0,2 D	0,6 D	0,8 D	
0	0	0				0
1	4	1,800	0,134	0,065	0,048	0,082
2	4	2,000	0,108	0,058	0,047	0,071
3	4	2,100	0,181	0,067	0,051	0,100
4	4	1,900	0,148	0,115	0,049	0,104
5	4	1,900	0,090	0,055	0,053	0,066
6	4	2,200	0,136	0,038	0,036	0,070
7	4	2,100	0,094	0,090	0,067	0,084
8	5	1,590	0,085	0,057	0,045	0,062
9	5	1,100	0,127	0,101	0,063	0,097
10	5	0,900	0,027			0,027
11	5	0				0
Kecepatan Rata-rata						0,064

4.2. Analisa Debit

Debit sungai diperoleh dari hasil perhitungan debit dengan variabel kecepatan dan luasan morfologi sungai pada masing-masing titik pengukuran, kemudian di rata-ratakan sehingga didapatkan debit running. Analisa debit dihitung menggunakan rumus $Q = v \times A$, sehingga di dapatkan debit sebagai berikut.

Tabel 4.5. Hasil Hitungan Debit (Q)

Lokasi	Lebar	h rata-rata	Kedalaman rata-rata	Luas Penampang (A)	Kec. Aliran Rata-rata (v)	Kec. Aliran rata-rata (v)	Debit (Q)	
							m ³ /s	m ³ /s
1	14	1,229	1,366	18,878	0,125	0,133	2,355	4,745
2	14	1,366		19,780	0,180		3,561	
3	30	1,403		50,420	0,165		8,295	
4	48	1,466		75,000	0,064		4,769	
							17081490,070	

4.3. Skala Model

Studi model yang digunakan pada penelitian ini adalah model distorsi dengan klasifikasi tipe model distorsi dimana skala vertikal dan horizontal berbeda. Hal ini di karenakan bentuk geometrik antara model dan prototip tidak sama.

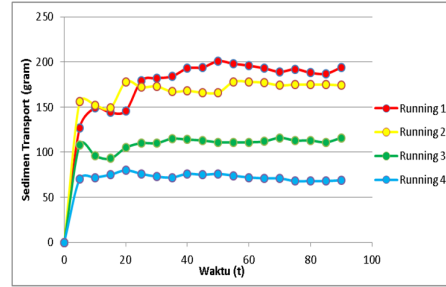
Berikut adalah hasil dari perhitungan skala model.

Tabel 4.6 Skala Model Dan Pprototip

No	Uraian	Proto tipe	Satuan	Skala				Satuan
				1000	200	20	4,472	
1	Panjang Saluran	2000	m	200				cm
	Lokasi 1-2	544,04	m	54,4				cm
	Lokasi 2-3	869,07	m	86,9				cm
	Lokasi 3-4	587,01	m	58,7				cm
Kedalaman Sungai								
2	Lokasi 1	1,229	m			6,1		cm
	Lokasi 2	1,366	m			6,8		cm
	Lokasi 3	1,403	m			7,0		cm
	Lokasi 4	1,466	m			7,3		cm
Lebar sungai								
3	Lokasi 1	14	m			7,0		cm
	Lokasi 2	14	m			7,0		cm
	Lokasi 3	30	m			15,0		cm
	Lokasi 4	48	m			24,0		cm
4	Kecepatan Aliran	0,134	m/s				0,0299	md
5	Debit	17081490,070	lh				191,0	lh

4.4. Analisa Angkutan Sedimen

Dari hasil running di Laboratorium Keairan untuk uji transport sedimen pada sungai Kambu dengan menggunakan alat *Advanced Hidrology system* di peroleh data yang beragam analisa. Dari percobaan ini, dapat dibuat grafik hubungan antara besarnya sedimen yang berpindah (gram) dan waktu pengamatan setiap 5 menit per pengambilan data selama 4 jam. Data tersebut kemudian di rata-ratakan untuk mendapatkan kecenderungan perilaku dari sedimen transport pada Sungai Kambu. Berikut adalah hasil perunningan angkutan sedimen.



Gambar 1. Grafik Transport Sedimen Running 1 s/d Running 4

Tabel 4.7. Hasil Running 1 dan 2

Running 1			Running 2		
No	Waktu	Sedimen Transport	No	Waktu	Sedimen Transport
	menit	gram		menit	gram
1	5	127	1	5	156
2	10	149	2	10	152
3	15	144	3	15	149
4	20	146	4	20	178
5	25	179	5	25	172
6	30	182	6	30	173
7	35	184	7	35	167
8	40	193	8	40	168
9	45	194	9	45	166
10	50	201	10	50	166
11	55	198	11	55	178
12	60	196	12	60	178
13	65	193	13	65	177
14	70	189	14	70	174
15	75	192	15	75	175
16	80	188	16	80	175
17	85	187	17	85	175
18	90	194	18	90	174

Tabel 4.8. Hasil Running 3 dan 4

Running 3			Running 4		
No	Waktu	Sedimen Transport	No	Waktu	Sedimen Transport
	menit	gram		menit	gram
1	5	108	1	5	70
2	10	96	2	10	72
3	15	93	3	15	75
4	20	105	4	20	80
5	25	110	5	25	76
6	30	110	6	30	73
7	35	115	7	35	72
8	40	114	8	40	76
9	45	113	9	45	75
10	50	111	10	50	76
11	55	111	11	55	74
12	60	111	12	60	72
13	65	112	13	65	71
14	70	116	14	70	71
15	75	113	15	75	68
16	80	113	16	80	68
17	85	111	17	85	68
18	90	116	18	90	69

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat perbedaan angka yang terjadi tiap running dimana pada running pertama menunjukkan angkutan sedimen yang lebih besar, dan tiap kali running angkutan sedimen yang terjadi semakin berkurang. Hal ini disebabkan oleh adanya penggerusan dan pengendapan disepanjang saluran penampang sungai yang dapat merubah bentuk morfologi sungai.

Hasil penelitian uji model di Laboratorium Keairan di dapatkan total 45 data, dalam waktu satu kali 90 menit dan perpengambilan data tiap 5 menit. Running yang dilakukan sebanyak 4 kali. Kemudian dari tiap running di jumlahkan untuk mendapatkan total angkutan sedimen yang terjadi dalam 90 menit.

Tabel 4.13. Jumlah Berat Angkutan Sedimen Tiap Running

Running	Waktu	Σ
	menit	Angkutan (g)
1	90	3236
2	90	3053
3	90	1978
4	90	1306
Σ	360	9573

Perhitungan analisa transport sedimen dirumuskan :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\Sigma \text{ jumlah berat sedimen}}{\Sigma \text{ jumlah waktu running}} \\
 &= \frac{9537}{360} \\
 &= 26,59 \text{ gram/menit}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diperoleh kecepatan transport sedimen senilai 26,59 gram/menit.

Hasil yang didapatkan merupakan hasil uji model, maka untuk memperoleh nilai prototype menggunakan persamaan:

$$nV = \frac{Vp}{Vm} = \frac{Lp \ bp \ hp}{Lm \ bp \ hp} = nL \ nb \ nh$$

$$\begin{aligned}
 nV &= nL \cdot nb \cdot nh \\
 &= 1000 \times 200 \times 20 \\
 &= 4.000.000
 \end{aligned}$$

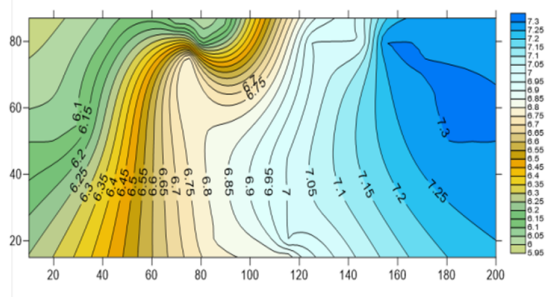
Maka,

$$\begin{aligned}
 Vp &= Vm \times nV \\
 &= 26,59 \text{ gram/menit} \times 4.000.000 \\
 &= 106.366.667 \text{ gram/menit} \\
 &= 153.168.000 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil penelitian di dapatkan jumlah angkutan material sedimen di sungai Kambu sebesar 106.366.667 gram/menit atau 153.168.000 kg/hari.

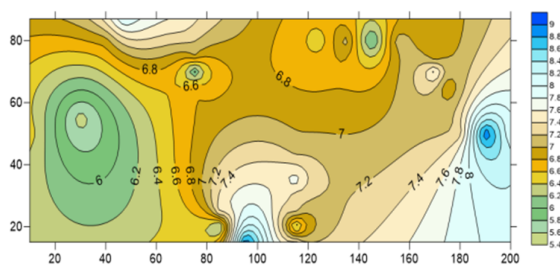
4.5. Peta Kontur

Berikut adalah peta kontur skala model sebelum alat di running. Data kedalaman sungai yang dimodel diplot di aplikasi surfer, sehingga didapatkan kontur sebagai berikut:



Gambar 2. Peta Kontur Sebelum Running.
Sumber : Surfer, 2018

Berikut adalah peta kontur skala model setelah dilakukan perunningan.



Gambar 3. Peta Kontur Setelah Running.
Sumber : Surfer, 2018

Berdasarkan kontur diatas, setelah dilakukan perunningan di alat *Advanced Hydrologi System*, dapat dilihat adanya penggerusan dan pengendapan di sepanjang aliran sungai sehingga menyebabkan terjadinya perubahan morfologi kedalaman sungai.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil seluruh pembahasan yang telah diuraikan pada penelitian ini, maka dapat di tarik kesimpulan dalam penelitian dengan sebagai berikut :

1. Besarnya debit aliran sungai Kambu diperoleh sebesar 4,745 m³/s atau 17081490,070 l/jam kemudian setelah di skala model di peroleh debit running sebesar 191 l/jam.
2. Besarnya angkutan sedimen dasar pada kawasan Hilir Sungai Kambu hasil uji model sebesar 26,59 gram/menit, dan untuk nilai prototipe adalah 106.366.667 gram/menit atau 153.168.000 kg/hari

Berdasarkan kesimpulan yang telah dijelaskan dalam penelitian ini, terdapat saran dan rekomendasi yang diberikan, yaitu:

1. Kepada peneliti berikutnya, di harapkan hasil penelitian ini bisa menjadi salah satu rujukan dalam melaksanakan penelitian serupa dengan lebih meningkatkan dan mengembangkan pada bidang yang lebih luas untuk memperoleh hasil yang lebih baik.
2. Untuk pihak laboratorium Keairan, sekiranya alat – alat yang berada di dalam laboratorium agar selalu dijaga kalibrasinya sehingga data yang diambil dilapangan tidak terlalu besar kesalahan erornya.
3. Penelitian ini hanya sebatas pada menghitung besarnya angkutan transport sedimen dasar yang tidak dipengaruhi oleh vegetasi tumbuhan yang memiliki pengaruh terhadap laju transport sedimen. Sehingga dapat menjadi pengembangan pada penelitian selanjutnya.
4. Intansi terkait yang mengeluarkan kebijakan dalam hal ini pemerintah Kota Kendari sebaiknya menjaga kelestarian vegetasi tumbuhan di sekitar sungai Kambu karena memiliki manfaat untuk menahan laju angkutan sedimen.

DAFTAR PUSTAKA

Aprilyan, Dwi. 2015. *Software Pemetaan*. Bandung.

Chay Asdak 2002, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press.

- Gambar *Advance Hydrology System*. Experiment Instructions. GUNT Hamburg. Jerman.
- Gambar Siklus Hidrologi. <http://www.google.com>
- Triatmodjo B. 2008. (Diakses tanggal 07 Agustus 2018 pukul 00.57 Wita).
- GUNT Manual. 2005. *Experiment Instructions HM 145 Advanced Hydrology System*. GUNT Hamburg. Jerman.
- Holmes, Robert dkk. 2010. *Measurement of Bedload Transport in Sand-Bed Rivers; A Look at Two Indirect Sampling Methods*. United States: Geological Survey.
- Murdjikoone, Prof. Ir. Progujono. 1987. *Transport Sedimen*. PAU Ilmu Teknik Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Olviana Mokonio dkk. 2013, *Analisis Sedimentasi di Muara Sungai Saluwangko di Desa Tounelet Kecamatan Kakas Kabupaten Minahasa*. Manado.
- Peraturan Pemerintah RI No. 35 Tahun 1991 Tentang Sungai. <http://www.google.com>. (Di akses tanggal 07 Agustus 2018 pukul 01.02 Wita).
- Safirudin, La Ode. 2013, *Kajian Karakteristik Sedimen Sungai Yang Masuk Ke Teluk Kendari Sulawesi Tenggara*. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Saud, Ismail. 2008. *Prediksi Sedimentasi Kali Mas Surabaya*. Program Studi D-III Teknik Sipil FTSP – ITS. Surabaya.
- Soewarno. 1991. *Hidrologi Operasional Jilid Kesatu*. PT. Aditya Bakti. Bandung.
- Syarifudin, dkk. 2000. *Sains Geografi*. Bumi Kasara. Jakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 2010. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 2010. *Hidraulika I*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 2010. *Hidraulika II*. Beta Offset. Yogyakarta.