

**STUDI PENGARUH BANGUNAN CONSOLIDATION DAM CD 1-1
TERHADAP LAJU SEDIMENTASI DI SUNGAI JENEBERANG**

Muhammad Syafa'at S. Kuba¹⁾ Irma Suryana²⁾ Dan Lisnawati³⁾

¹⁾Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia
Email : syafaat_skuba@rocketmail.com

²⁾Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia
Email : irmasuryana99@gmail.com

³⁾Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia
Email : lisnawati.sabar@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bangunan Consolidation Dam CD 1-1 terhadap laju sedimentasi dan volume tampungan pada bangunan Consolidation Dam CD 1-1. Pada hasil perhitungan laju sedimen menggunakan analisis berdasarkan Suripin dan perhitungan volume tampungan menggunakan perhitungan volume ruang dengan rumus prisma segitiga. Debit sedimen harian menurut Suripin dengan konsentrasi sedimen (C_s) = $1,9 \times 10^{-7}$ ton, debit sedimen harian = 0,25 ton/jam, dan 0,0864 untuk konversi satuan dari kg/sek ke ton/tahun. Untuk perhitungan laju sedimen 0,2145 ton/tahun. Volume tampungan sedimen pada bangunan Consolidation Dam CD 1-1 = 99.246 m³. Berdasarkan hasil perhitungan menunjukkan kondisi bangunan saat ini masih aman dalam jumlah volume tampungan sedimen.

Kata Kunci: *Sedimentasi, Dam Sabo, Sungai Jeneberang*

Abstract

This study aims to determine the effect of building Consolidation Dam CD 1-1 on the sedimentation rate and the volume of the container in the building Consolidation Dam CD 1-1. In the calculation result of sediment rate using analysis based on Suripin and calculation of storage volume using space volume calculation with triangular prism formula. Daily sediment discharge according to Suripin with sediment concentration (C_s) = 1.9×10^{-7} tons, daily sediment discharge = 0.25 tons / hour, and 0.0864 for unit conversion from kg / sek to ton / year. For the calculation of sediment rate 0.2145 ton / year. Sedimentary sediment volume in Building Consolidation Dam CD 1-1 = 99.246 m³. Based on the calculation shows the current condition of the building is still safe in the amount of sediment storage volume.

Keywords: *Sedimentation, Dam Sabo, Jeneberang River*

PENDAHULUAN

Air yang bercampur dengan material padat berupa pasir dan batu-batu besar dalam konsentrasi sangat tinggi, bergerak bersama dengan cepat

menuruni lereng gunung atau alur sungai memiliki kekuatan daya rusak yang besar, sehingga menimbulkan ancaman bencana sepanjang pengalirannya dari hulu ke hilir.

Curah hujan dalam waktu lama dengan intensitas tinggi, serta longsor yang terjadi di daerah pegunungan dapat menyebabkan material pegunungan mengalir menuju sungai. Kecepatan dan volume material yang besar bersifat merusak terhadap apapun yang dilalui aliran tersebut.

Banjir dan longsor merupakan permasalahan yang paling dominan di daerah hulu.

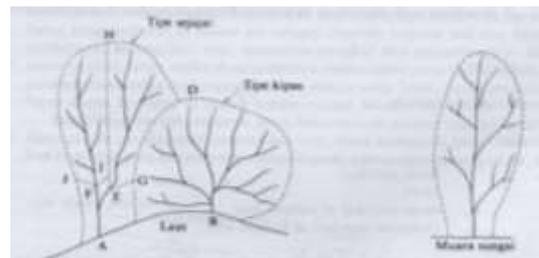
Sungai

Suatu alur yang panjang di atas permukaan bumi tempat mengalirnya air yang berasal dari hujan disebut alur sungai. Bagian yang senantiasa tersentuh aliran air ini disebut alur sungai. Dan perpaduan antara alur sungai dan aliran air di dalamnya disebut sungai.

Kadang-kadang sungai yang bermuara di sebuah danau atau di pantai laut terdiri dari beberapa cabang, maka sungai yang paling penting, yakni sungai utama (*main river*), sedangkan cabang-cabang lainnya disebut anak sungai (*tributary*). Kadang-kadang sebelum alirannya berakhir di sebuah danau atau pantai laut, sungai membentuk beberapa buah cabang

yang disebut cabang sungai (*enfluent*).

Lokasi anak sungai dalam suatu daerah pengaliran terutama ditentukan oleh keadaan daerahnya. Sungai A pada Gambar 1 mempunyai dua anak sungai yang mengalir bersama-sama dan bertemu setelah mendekati muara yang disebut sungai tipe sejajar. Sebaliknya ada pula sungai-sungai yang anak-anak sungainya mengalir menuju suatu titik pusat (sungai B pada Gambar 1) yang disebut tipe kipas. Ada juga tipe-tipe lainnya seperti tipe cabang pohon (sungai C pada Gambar 1) yang mempunyai beberapa anak sungai yang mengalir ke sungai utama di kedua sisinya pada jarak-jarak tertentu.



Gambar 1. Daerah pengaliran sungai dan pola susunan anak-anak sungainya. (Sumber : Perbaikan dan Pengaturan Sungai, Suyono Sudarsono dan Masateru Tominaga, 2008)

Erosi

Erosi adalah pemindahan dan transportasi material permukaan Bumi yang kebanyakan berupa tanah dan debris batuan (*regolith*), bahan-bahan yang tererosi secara alami.

Secara umum, terjadinya erosi ditentukan oleh faktor-faktor iklim (terutama intensitas hujan), topografi, karakteristik tanah, vegetasi penutup tanah, dan tata guna lahan. Proses erosi terdiri atas tiga bagian yang berurutan: pengelupasan (*detachment*), pengangkutan (*transportation*), dan pengendapan (*sedimentation*).

Sedimen

Sedimen adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap di bagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, di saluran air, sungai, dan waduk.

Sedimentasi adalah suatu proses pengendapan material.

Bangunan Pengendali Sedimen

Dam Pengendali Sedimen (Dam Sabo) merupakan salah satu dari beberapa struktur bangunan pengendali sedimen yang mempunyai peranan paling dominan dalam mengendalikan sedimen.

Fungsi utama Dam Pengendali Sedimen atau Dam Sabo adalah :

- 1) Memperlandai kemiringan dasar sungai, menurangi kecepatan aliran dan mencegah terjadinya erosi vertikal
- 2) Mengatur arah aliran untuk mencegah terjadinya erosi lateral
- 3) Menstabilkan kaki bukit untuk mencegah longsor lereng bukit
- 4) Menahan dan mengendalikan sedimen yang mengalir ke arah hilir dengan mereduksi debit puncak

Tipikal Dam Sabo terdiri dari tubuh dam utama (*main dam*) sebagai struktur utama (*main structures*) yang berfungsi menahan, mengontrol dan menampung sedimen dan struktur pendukung (*supporting structures*) yang merupakan struktur bagian depan bangunan, berfungsi mengamankan keberadaan struktur utama yaitu tubuh dam utama.

Selain fungsi utama bangunan, seringkali keberadaan bangunan pengendali sedimen dapat memberikan manfaat tambahan, atau bahkan sengaja dibuat untuk dapat memberikan manfaat tambahan bagi masyarakat. Dipandang dari aspek

operasi atau eksploitasi bangunan pengendali sedimen, manfaat tambahan tersebut dapat memberikan pengaruh positif terhadap bangunan dalam menjalankan fungsi utamanya, sepanjang persyaratan teknis untuk keamanan bangunan dipenuhi.

Beberapa manfaat tambahan bangunan pengendali sedimen yang dapat dieksploitasi, antara lain:

- 1) Pemanfaatan tampungan pasir di sebelah hulu dam pengendali sedimen atau bangunan lainnya untuk bahan galian golongan C, dapat memberikan kontribusi positif terhadap penyediaan kembali kapasitas tampung bangunan untuk banjir yang akan datang
- 2) Pemanfaatan air sungai yang diambil di bangunan pengendali sedimen untuk berbagai keperluan, seperti irigasi, pembangkit listrik tenaga air berskala kecil (*mini hydro power*) dan sebagainya
- 3) Pemanfaatan dam pengendali sedimen untuk jembatan pelintas
- 4) Pemanfaatan sumber daya atau operasi bangunan yang dilakukan sesuai ketentuan teknis akan

memberikan kontribusi positif terhadap bangunan.

Dampak Negatif Pembangunan Sabo

Hampir mustahil melakukan kegiatan pembangunan tanpa sedikitpun dampak negatif, terkhususnya mempengaruhi lingkungan. Meskipun sistem sabo tujuannya adalah memperbaiki kerusakan alur sungai dan sekitarnya.

Dampak negatif penerapan sistem sabo yang dapat terjadi terhadap lingkungan antara lain:

- 1) Kekhawatiran terhadap degradasi dasar sungai di hilirnya, yang dapat mempengaruhi pada kerusakan pilar jembatan dan dasar revetment, kesulitan pengambilan air pada bangunan intake irigasi akibat muka air turun
- 2) Kekhawatiran akumulasi deposit sementara di bagian hulu, yaitu: genangan atau banjir areal endapan, perubahan erosi lateral pada tanggul
- 3) Kekhawatiran terhadap menurunnya kualitas biologi, seperti: Pengaruh terhadap

perikanan darat, pengaruh terhadap penghutanan kembali atau *reforestation* dan kerusakan lahan dan panorama pemandangan

Perhitungan Laju Sedimentasi

Untuk mendapatkan jumlah sedimen yang lewat pada suatu periode tertentu (*Sediment rate*), maka dilakukan metode dengan menggunakan persamaan sebagai berikut : Metode hubungan debit air (Q_w) dengan debit sedimen (Q_s). Dimana harga Q_s dapat diperoleh setelah didapat konsentrasi sedimen (C_s) dari hasil contoh sedimen dilapangan yang dianalisa di laboratorium.

Perhitungan besarnya debit sedimen harian menurut Suripin, 2002 dihitung dengan rumus :

$$Q_s = 0.0864 C_s Q_w$$

Dimana:

Q_s = Debit sedimen harian (ton/hari)

Q_w = Debit aliran harian (m^3/det)

C_s = Konsentrasi sedimen layang (mg/l)

0.0864 = Konversi satuan dari kg/sek ke ton/hari

= 24 x 30 x 30 (ton/hari) dikalikan dengan 30 hari untuk ton/bulan

Konsentrasi sedimen (C_s) adalah banyaknya sedimen yang tersuspensi

dalam volume air tertentu. Pengukuran dilakukan dengan cara mengambil sampel/ccontoh air dan membawa ke laboratorium untuk dapat diketahui konsentrasi sedimen dalam mg/liter. (Supangat, 2014)

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di bagian hulu Sungai Jeneberang tepatnya pada bangunan Consolidation DAM CD 1-1 Sungai Jeneberang dengan rencana waktu penelitian selama 6 bulan.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan penelitian terdiri dari:

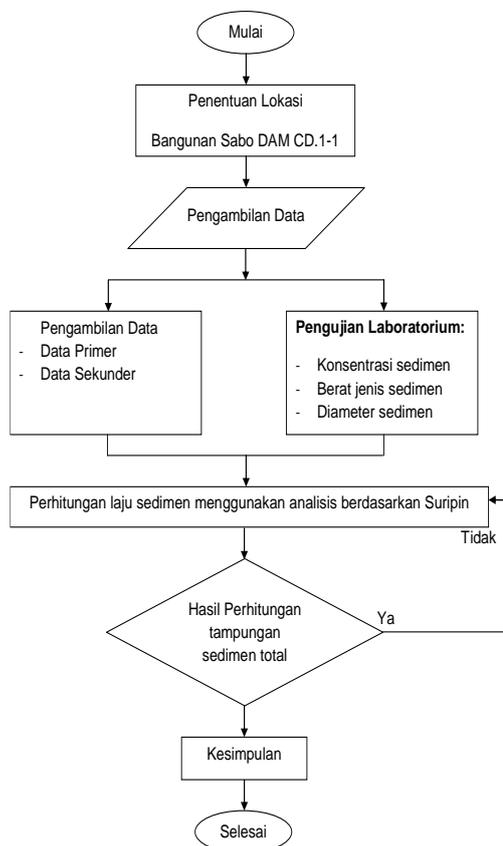
- 1) Buku dan jurnal yang menunjang penelitian ini
- 2) Data-data sekunder dan primer berupa: (1)
 - a) Peta topografi
 - b) Data sedimen Kaldera Bawakaraeng
 - c) Data bangunan Consolidation CD.1-1
 - d) Data debit aliran

Alat-Alat yang Digunakan

- 1) Bola Pimpong
- 2) Botol air tembus pandang
- 3) Tongkat penggantung
- 4) Alat ukur waktu (*stopwacth*)

- 5) Alat ukur panjang (*meteran*)
- 6) Kertas dan alat tulis untuk mencatat data-data yang diperlukan.
- 7) Kamera digital digunakan untuk dokumentasi.
- 8) Komputer, printer dan scanner digunakan untuk membantu dalam menganalisa data.

Bagan Alur Penelitian



Gambar 2. Gambar Flow Chart Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Konsentrasi Sedimen

Untuk perhitungan Konsentrasi Sedimen (C_{s1}) rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$C_s = \frac{W_s}{W_{total}}$$

$$\text{Untuk } C_{s1} = \frac{1 \text{ gram}}{6 \text{ gram}}$$

$$= 0,17 \text{ gram}$$

$$\text{Untuk } C_{s2} = \frac{2 \text{ gram}}{9 \text{ gram}}$$

$$= 0,22 \text{ gram}$$

$$\text{Jadi, } C_s = \frac{0,17+0,22}{2} = 0,19 \text{ gram}$$

Tabel 1. Hasil Perhitungan Konsentrasi Sedimen

No.	Keterangan	I (gram)	II (gram)
1	Berat sampel basah	100	100
2	Berat sampel kering (sebelum dicuci)	95	93
3	Berat air (1-2)	5	7
4	Berat sampel setelah dicuci	94	91
5	Berat kadar lumpur (2-4)	1	2
$C_s = \frac{W_s}{W_{total}}$			
6	Konsentrasi sedimen	0,17	0,22
Rata-rata		0,19	

Perhitungan Berat Jenis Sedimen

Untuk perhitungan Berat Jenis Sedimen (G_s) rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Untuk } G_{s1} = \frac{\alpha \cdot W_s}{(W_2 + W_s - W_3)}$$

$$= \frac{0,99267 \times 25}{(142,1 + 25 - 158,2)}$$

$$= 2,79$$

$$\text{Untuk } G_{s2} = \frac{\alpha \cdot W_s}{(W_2 + W_s - W_3)}$$

$$= \frac{0,99267 \times 25}{(144,2 + 25 - 159,2)}$$

$$= 2,59$$

Jadi, $G_s = \frac{2,79+2,59}{2} = 2,69$

Tabel 2. Hasil Pengujian Berat Jenis Sedimen

Nomor Percobaan	I	II
Berat Piknometer, W_1 (gram)	45	46
Berat Piknometer + air, W_2 (gram)	142,1	144,2
Berat Piknometer + air + tanah, W_3 (gram)	158,2	159,6
Berat tanah kering, W_s (gram)	25	25
Temperatur, °C	28	28
Faktor koreksi, α	0,99267	0,99267
Berat Jenis, G_s	2,79	2,59
Berat Jenis Rata-rata, G_s	2,69	

Perhitungan Diameter Sedimen

Penentuan diameter sedimen dalam hal ini adalah melalui percobaan analisa saringan yang dilakukan di laboratorium, sehingga dari hasil percobaan tersebut dapat kita peroleh nilai diameter butiran atau koefisien gradasi dari sedimen tersebut. Adapun nilai diameter yang seragam (d_{50}) yang diperoleh yaitu = 0,5089 mm.

Tabel 3. Hasil Pengujian Analisa Saringan

Saringan No.	Diameter (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat Kumulatif (gram)	Persen (%) Tertahan	Persen (%) Lolos
4	4,75	0	0	0	100
10	2	38	38	7,6	92,4
18	0,84	70	108	21,6	78,4
40	0,425	178	286	57,2	42,8
60	0,25	175	461	92,2	7,8
100	0,15	31	492	98,4	1,6
200	0,075	8	500	100	0
Pan	-	0	500	100	0

Menghitung D_{50}

$$\frac{42,8 - 78,4}{42,8 - 50} = \frac{0,425 - 0,84}{0,425 - X}$$

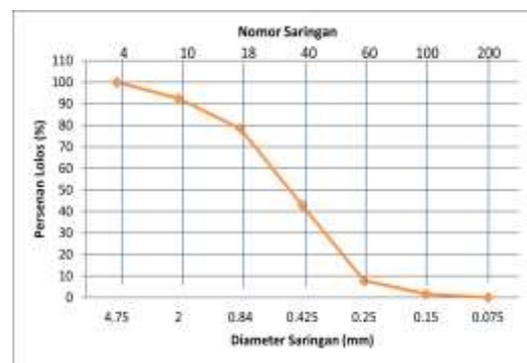
$$\frac{-35,6}{-7,2} = \frac{-0,415}{0,425 - X}$$

$$2,988 = -15,13 + 35,6 X$$

$$2,988 + 15,13 = 35,6 X$$

$$18,118 = 35,6 X$$

$$X = 0,5089 \text{ mm}$$



Gambar 3. Grafik Analisa Saringan

Berdasarkan diameter sedimen diatas, maka sedimen ini dapat diklarifikasikan sebagai sedimen dengan jenis sedang (medium sand) karena ukurannya yang berada di antara 0,2 mm sampai 0,6 mm.

Perhitungan Debit Sedimen

Pada pengujian perhitungan debit sedimen, dilakukan pengukuran langsung pada lokasi penelitian dengan menggunakan Metode Apung, berupa pengukuran luas penampang dan kecepatan aliran pada sungai tersebut.

Perhitungan Luas Penampang (A)

Tabel 4. Penghitungan Luas Penampang (A)

Titik	Lebar (L) (Meter)	Kedalaman (H) (Meter)		
		H ₁	H ₂	H ₃
Titik 1	67,65m	0,67	0,75	0,63
Titik 2	48,40	0,23	0,45	0,56
Titik 3	54,96	0,36	0,42	0,39
Jumlah	171,01	Jumlah Kedalaman (H)		4,46
Rata-Rata	57,003	Rata-Rata Kedalaman (H)		0,49

Luas penampang (A) merupakan hasil perkalian antara lebar rata-rata (L) saluran/ aliran dengan kedalaman rata-rata (H) saluran/ aliran.

$$A = L_{rata-rata} \times H_{rata-rata}$$

$$A = 57,003 \times 0,49$$

$$A = 27,93 \text{ m}$$

Perhitungan Kecepatan (V)

Panjang saluran/lintasan pengukuran (P) = 50 meter (panjang lintasan harus tetap)

Tabel 5. Perhitungan Kecepatan

Pengulangan	Waktu Pengukuran (T) (detik)
Pengukuran 1	14,70
Pengukuran 2	24,35
Pengukuran 3	29,93
Jumlah	68,98
Rata-rata	22,99

Kecepatan (v) adalah hasil pembagian antara panjang saluran/aliran (P)

dibagi dengan waktu rata-rata (T rata-rata).

$$V = \frac{P}{T_{rata-rata}}$$

$$V = \frac{50}{22,99}$$

$$V = 2,17 \text{ m/detik}$$

Perhitungan Debit Air

Debit air (Q) merupakan hasil perkalian antara luas penampang (A) saluran/aliran dengan kecepatan (V) aliran air.

$$Q = A \times V$$

$$Q = 27,93 \times 2,17$$

$$Q = 60,61 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Perhitungan Laju Sedimentasi berdasarkan Persamaan

Perhitungan besarnya debit sedimen harian menurut Suripin (2002, terlampir) dihitung dengan rumus :

$$Q_s = 0.0864 C_s Q_w$$

$$Q_{sm} = 0.0864 \times C_s \times Q_w$$

$$= 0.0864 \times (1,9 \times 10^{-7}) \times 0,25$$

$$= 4,13 \times 10^{-9} \times 24 \times 60 \times 60 \times 365$$

$$= 0,13 \text{ ton/tahun}$$

$$Q_{sd} = 65 \% \times 0,13$$

$$= 0,0845 \text{ ton/tahun}$$

$$Q_{total} = 0,13 + 0,0845$$

$$= 0,2145 \text{ ton/tahun}$$

Perhitungan Volume Tampungan

Berdasarkan data, BBWS Pompengan Jeneberang menghitung volume tampungan Sabo DAM berdasarkan garis kontur, dimulai dari garis kontur paling bawah pada bangunan Consolidation DAM CD.1-1 +.EL 539,282 sampai kontur teratas pada bangunan Consolidation DAM CD.2 +.EL 697,000 yang menjadi tampungan air pada kondisi normal maupun banjir. Dengan garis kontur yang berupa poligon tertutup, dengan software Cad dapat dihitung luasnya. Bila ada pulau atau gundukan maka luasnya dikurangi dengan luas dari kontur yang elevasinya sama dari pulau atau gundukan tersebut. Berdasar daftar elevasi dan luas dapat dihitung volume ruang dengan rumus prisma segitigasebagai berikut.

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

$$LA = \frac{1}{2} \times 116,76 \times 5$$

$$LA = 291,9 \text{ m}^2$$

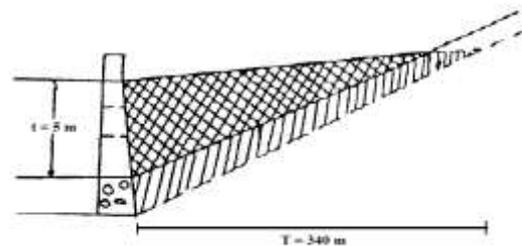
Dan untuk volume tampungan sedimen pada bangunan Consolidation DAM CD 1-1 adalah:

$$V = LA \times T_{prisma}$$

$$V = 291,9 \times 340$$

$$V = 99.246 \text{ m}^3$$

Jadi, untuk kapasitas volume tampungan sedimen pada bangunan Consolidation DAM CD 1-1 adalah 99.246 m^3 .



Gambar 4. Sketsa Volume Tampungan Pada Bangunan Consolidation DAM CD 1-1

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa :

- 1) Perhitungan laju sedimentasi menggunakan metode Suripin pada bangunan Consolidation Dam CD 1-1 di Sungai Jeneberang, kecepatan peningkatan sedimennya masih tinggi walaupun sudah ada beberapa bangunan sebelum bangunan Consolidation Dam CD 1-1.
- 2) Dari hasil perhitungan volume tampungan sedimentasi pada bangunan Consolidation Dam CD

1-1 ini masih dalam kondisi aman dengan persentase 15%.

Saran

- 1) Kondisi bangunan Consolidation DAM CD 1-1 saat ini masih aman dalam hal jumlah sedimen yang tertampung, akan tetapi berdasarkan analisa perhitungan volume sedimen dalam periode bangunan 1 tahun maka diperlukan penambahan bangunan Consolidation DAM.
- 2) Perlu adanya pengamatan serta pengukuran debit, pengukuran sedimentasi dan kecepatan aliran yang berkelanjutan, untuk mendapatkan data-data yang akurat.
- 3) Perlu adanya penelitian selanjutnya untuk menghitung periode tumpukan 10 tahun kemudian dan jumlah total laju sedimentasi di hulu.
- 4) Untuk Perpustakaan Jurusan Sipil dan Perpustakaan Umum Universitas Muhammadiyah Makassar sebaiknya menyiapkan dan melengkapi buku-buku sipil tentang sedimen untuk menunjang proses belajar mengajar dan penyusunan tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, dkk., 2011. Dampak Longsoran Kaldera Terhadap Tingkat Sedimentasi Di Waduk Bili-Bili Provinsi Sulawesi Selatan, *Jurnal Teknik Sipil Universitas Institut Pertanian Bogor*.
- Arham. Nasti, A. Ismail., 2016. Pengaruh Kecepatan Aliran Terhadap Volume Angkutan Sedimen Dasar Pada Saluran Terbuka Dengan Pendekatan Empiris, *Jurnal Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Makassar*.
- Asdak, Chay. 2010. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Belle, Resnie., 2014. Analisis Perhitungan Muatan Sedimen (Bed Load) Pada Muara Sungai Lilin Kabupaten Musi – Banyuasin, *Jurnal Teknik Sipil Universitas Sriwijaya*.
- Dunne, T., dan Leopold, L. B., 1978. *Water in Environmental Planning*. W.H. Freeman and Company, San Fransisco.
- HR, Nur Khuzaimah., 2013. Studi Penyebaran Sedimen Muara Sungai Jeneberang, *Jurnal Teknik Sipil Universitas Hasanuddin*.
- Ismanto, Ardi., 2012. Pengukuran Debit Air Secara Sederhana. Konservasi Alam- BBKSDA.

- Kusumosubroto, Haryono., 2012. Desain Bangunan Pengendali Sedimen. Pemutakhiran Buku Teknologi Sabo, Kementrian PU, Jakarta.
- Kusumosubroto, Haryono., 2012. Implementasi Sabo, Kementrian PU, Jakarta.
- Kusumosubroto, Haryono., 2012. Operasi & Pemeliharaan Bangunan Pengendali Sedimen (O & P), Kementrian PU, Jakarta.
- Mokonio, Olviana., 2013. Analisis Sedimentasi Di Muara Sungai Saluwangko Di DesaTounelet Kecamatan Kakas, Jurnal Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi
- Mulyanto, HR., 2008. Efek Konservasi dari Sistem SABO untuk Pengendalian Sedimentasi Waduk:Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Munir, Abdul., 2015. Studi Karakteristik Angkutan Sedimen Dasar Pada Upstream Sungai Jeneberang, Jurnal Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.
- Riskiyanti, Siti., 2015. Studi Laju Sedimentasi Waduk Bili-Bili Pasca Pengembangan Bangunan Penahan Sedimen, Jurnal Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.
- Sari, Tati Eka. 2011. Kajian Sedimentasi Dengan Model Musle Pada Das Babon Propinsi Jawa Tengah, Jurnal Teknik Sipil Universitas Semarang.
- Suripin. 2002. Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Supangat, Agung B., 2014. Perhitungan Sedimen.
- Suyono. Tominaga, Masateru., 2008. Perbaikan dan Pengaturan Sungai: PT.Pradnya Paramita, Jakarta.
- Syawal Fitra, Fahri., 2016. Studi Keandalan Tampungan Sedimen Sabo DAM Sehati Pulau Seram Maluku Tengah, Jurnal Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.