



HIMPUNAN  
AHLI TEKNIK HIDRAULIK  
INDONESIA

PIT ke 36  
HATHI 2019  
Kupang, 22-24 November 2019



# Prosiding

## Pertemuan Ilmiah Tahunan HATHI XXXVI

*Tema :*

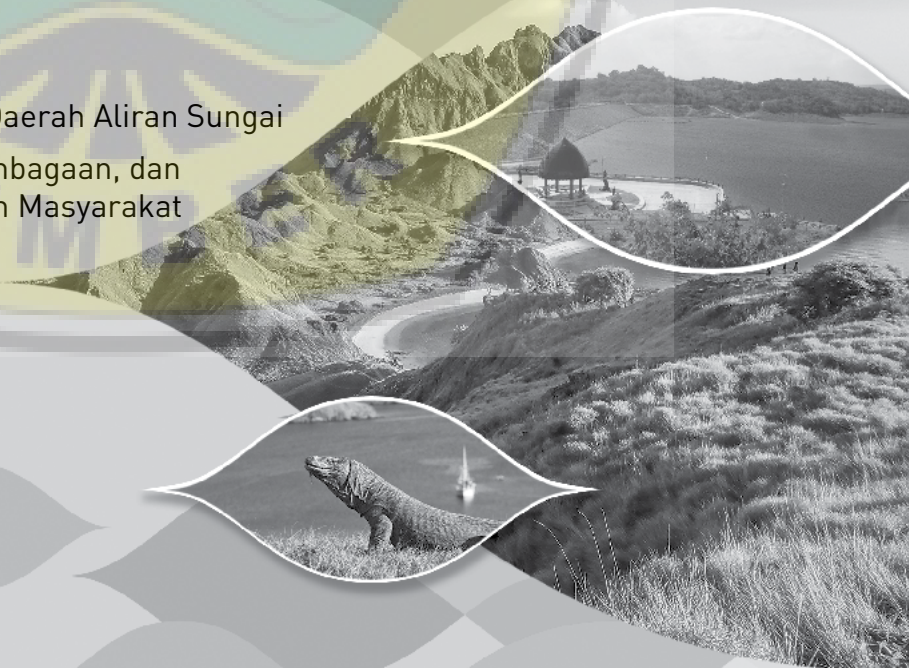
**“Pengelolaan Sumber Daya Air  
pada Daerah Semi Kering Kepulauan :  
Hambatan, Tantangan dan Peluang”**

*Kupang, NTT, 22-24 November 2019*

### *Jilid 2*

**Sub Tema 3:** Pengelolaan Daerah Aliran Sungai

**Sub Tema 4:** Hukum, Kelembagaan, dan  
Pemberdayaan Masyarakat



STUDI KASUS

## EVALUASI KINERJA KANTONG LUMPUR BERDASARKAN LAJU ANGKUTAN SEDIMEN PADA BENDUNG TALANG KABUPATEN JEMBER

Wiwik Yunarni<sup>1\*</sup>, Sri Wahyuni<sup>2</sup>, Entin Hidayah<sup>1</sup>, Gusfan Halik<sup>1</sup>, dan Ririn Endah<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember

<sup>2</sup> Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang

\*[wiwik.teknik@unej.ac.id](mailto:wiwik.teknik@unej.ac.id); [yuniteknik@ub.ac.id](mailto:yuniteknik@ub.ac.id); [entin.teknik@unej.ac.id](mailto:entin.teknik@unej.ac.id);  
[gusfan.teknik@unej.ac.id](mailto:gusfan.teknik@unej.ac.id); [ririn.teknik@unej.ac.id](mailto:ririn.teknik@unej.ac.id)

### Intisari

Endapan sedimen pada saluran baik pada saluran alami maupun buatan akan mempengaruhi kinerja saluran dalam mengalirkan air. Adanya sedimen mengakibatkan berkurangnya kapasitas saluran karena saluran yang seharusnya diisi oleh air malah terisi oleh sedimen. Oleh karena itu perlu dibangun kantong lumpur untuk mengendapkan sedimen.

Saluran Induk Bendung Talang yang terletak di Kabupaten Jember Jawa Timur mempunyai masalah sedimentasi. Tujuan penelitian ini adalah melakukan evaluasi kinerja kantong lumpur pada Dam Talang. Metode yang dipakai adalah menganalisa laju sedimentasi menggunakan lima metode yaitu: *Meyer Peter and Muller*, *Einstein*, *Frijlink*, *Yangs*, dan *Engelund and Hansen*. Hasil analisa kelima metode tersebut dibandingkan dengan data pengerukan di lapangan. Data yang dipakai dalam penelitian ini adalah *bed load*, dimensi saluran, dan dimensi kantong lumpur *existing*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa analisa laju sedimentasi yang paling mendekati dengan kondisi di lapangan adalah yang menggunakan metode *Meyer Peter and Muller*, hal ini ditunjukkan dengan nilai NSE (*Nash-Sutcliffe efficiency*) sebesar 0,96 yang merupakan kategori sangat baik. Hasil studi ini sangat bermanfaat dalam mengestimasi besarnya volume pengerukan sedimen termasuk penjadwalannya. Harapannya dengan analisa yang tepat, penentuan volume pengerukan yang tepat serta penjadwalan yang efisien, maka dapat meningkatkan kinerja kantong lumpur yang dapat berdampak baik pada kinerja saluran irigasi dan produktivitas tanaman.

Kata Kunci: Sedimentasi, Kantong Lumpur, Irigasi, Pengerukan.

### LATAR BELAKANG

Sedimentasi merupakan peristiwa pengendapan yang terjadi karena material batuan diangkut oleh tenaga angin atau air. Pada saat terjadi pengikisan batuan oleh air, maka material akan terbawa menuju sungai, danau, dan berakhir di laut. Pada saat kekuatan untuk pengangkutan menurun atau melemah, maka material batuan akan terendapkan di daerah aliran air (Anwas, 1994).

Bendung Talang merupakan Bendung yang berada di Kabupaten Jember, Kecamatan Jenggawah, Desa Jenggawah. Bendung Talang telah beroperasi selama 84 tahun. Bendung Talang membendung Sungai Mayang untuk mengairi 8.167 Hektar area pertanian. Kebutuhan akan air pada D.I di Bendung Talang sangat penting bagi petani. Pemenuhan kebutuhan air pada Bendung Talang dibagi menjadi 3 saluran, yaitu Saluran Primer Mayang, Saluran Primer Wonojati, dan Saluran Primer Mandigu.

Pengendapan sedimen pada kantong lumpur akan mempengaruhi kinerja pada saluran untuk mengalirkan air dengan debit tertentu. Pengaruh dari pengendapan sedimen pada kantong lumpur yaitu dapat meningkatkan tinggi muka air, akibat dari peningkatan elevasi tersebut dapat menyebabkan meluapnya air apabila endapan sedimen terlalu tinggi. Saluran Induk Bendung Talang mempunyai masalah yang disebabkan oleh volume sedimen dan terjadi setiap tahun. Salah satu faktor yang menyebabkan hal tersebut adalah interval waktu pembilasan kantong lumpur yang tidak efektif. Sedimen yang dibiarkan menumpuk dan menebal akan membutuhkan waktu yang lama dalam proses pembersihannya. Proses ini membutuhkan waktu 3-4 hari. Dalam proses pembersihan, saluran primer dibiarkan tidak teraliri air. Sehingga diharapkan penjadwalan dalam pengerukan sedimen pada Saluran Induk Bendung Talang perlu dilakukan untuk mengurangi dampak dari pengendapan sedimen yang akan membuat proses pembersihan sedimen dikantong lumpur menjadi lebih lama dan saluran-saluran tidak dialiri air.

Dari permasalahan yang terjadi, maka hal tersebut menjadi dasar penelitian ini, untuk mengetahui solusi terbaik pada masalah tersebut. Dalam penelitian ini, mengkaji angkutan sedimen dasar untuk mengetahui besarnya angkutan sedimen dasar pada Saluran Induk Bendung Talang dan menentukan waktu interval pembilasan pada kantong lumpur agar tidak terjadi pemberhentian distribusi air saat proses pembersihan akibat dari pembersihan volume sedimen yang melebihi kapasitas kantong lumpur.

## METODOLOGI

Dalam penelitian ini, data yang digunakan untuk menganalisis adalah data primer dan data sekunder. Data primer yang dibutuhkan adalah analisis saringan, pengukuran penampang melintang saluran dan pengukuran penampang kantong lumpur, sedangkan data sekunder yang dibutuhkan adalah data kecepatan aliran dan data elevasi tanah di hulu – hilir sebagaimana ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Kecepatan Aliran Data Sekunder

Parameter	Nilai	
<b>Kecepatan aliran</b>	0,37 m/detik	
	Hulu	Hilir
<b>Elevasi permukaan tanah</b>	71 m	69 m
<b>Elevasi muka air</b>	68,83 m	68,7 m
<b>Elevasi dasar saluran</b>	65 m	64,14

Untuk menghitung angkutan sedimen dapat menggunakan beberapa metode, salah satu metode yang sering dipakai adalah metode *Meyer Peter and Muller*, *Einstein*, *Frijlink*, *Yangs*, dan *Engelund and Hansen*.





Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Metode *Meyer Peter and Muller* (Munandar, 2014)

$$\gamma_w \left( \frac{K_s}{K_s'} \right)^{\frac{3}{2}} R I = 0,047 (\gamma_s - \gamma_w) dm + 0,25 \left( \frac{\gamma_w}{g} \right)^{1/3} T b^{2/3} \quad (1)$$

dengan:

- $\gamma_s$  dan  $\gamma_w$  = berat jenis air dan berat jenis sedimen ( $\text{kg/m}^3$ ),
- $R$  = jari-jari hidrolis (m),
- $I$  = kemiringan dasar saluran,
- $dm$  = diameter rata-rata sedimen (m),
- $g$  = percepatan gravitasi,
- $Tb$  = tingkat bedload dalam saluran, berat per waktu dan lebar ( $\text{kg/s/m}$ ),
- $\mu$  = *ripple factor*,
- $k_s$  = nilai kehilangan tenaga akibat bentuk dasar sungai,
- $k_s'$  = nilai kehilangan tenaga akibat gesekan butiran.

Metode *Frijlink*

$$T_b = \Phi d_{50} \sqrt{g \mu R I} \quad (2)$$

dengan:

- $T_b$  = nilai angkutan sedimen dasar
- $\Phi$  = nilai perbandingan dengan intensitas aliran
- $R$  = radius hidrolis saluran
- $I$  = kemiringan dasar saluran
- $g$  = percepatan gravitasi

Metode *Einstein* (Kironoto, 1997)

$$\mu = \left( \frac{C}{C'} \right)^{3/2} \quad (3)$$

$$\Psi^* = \frac{\left( \left( \frac{\gamma_s}{\gamma} \right) - 1 \right) d_{35}}{\mu R I} \quad (4)$$

$$\Phi^* = \frac{qsb}{\sqrt{\left(\left(\frac{\gamma_s}{\gamma}\right)-1\right)gd_{35}^3}} \quad (5)$$

dengan:

$\mu$  = *Ripple factor*

V = kecepatan aliran (m/det)

R = jari-jari hidraulik (m)

I = kemiringan dasar saluran

C = koefisien chezy antara butiran + konfigurasi dasar (m/det)

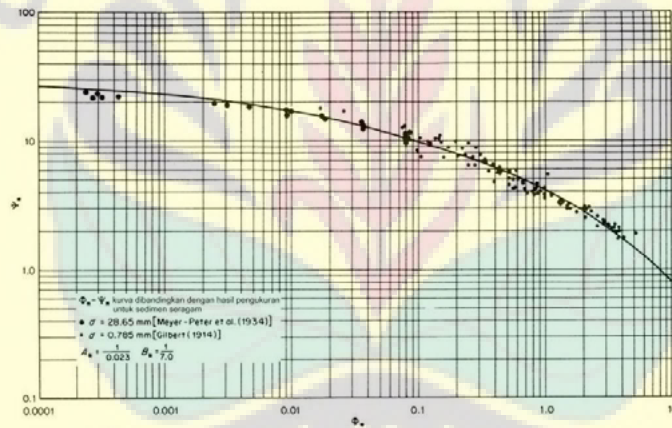
C' = koefisien chezy terhadap kekasaran butiran dengan diameter representatif

$\gamma_s$  = berat jenis sedimen (kg/m<sup>3</sup>)

$\gamma$  = berat jenis air

d<sub>35</sub> = diameter kumulatif sebanyak 35% jumlah kumulatif tertahan saringan

Dari persamaan 3 dapat digunakan untuk mencari nilai  $\Phi^*$  dengan mengetahui nilai  $\Psi^*$ . Setelah mengetahui nilai tersebut di plotkan pada gambar grafik seperti pada Gambar 2 di bawah.



Gambar 2. Grafik untuk mencari nilai  $\Phi^*$

Metode *Engelund and Hansen* (Munandar, 2014)

$$qs = 0,05 \gamma_s V^2 \left[ \frac{d_{50}}{g\left(\frac{\gamma_s}{\gamma}-1\right)} \right]^{1/2} \left[ \frac{\tau_0}{(\gamma_s-\gamma)d_{50}} \right]^{3/2} \quad (6)$$

$$Qs = B * qs \quad (7)$$

$$\tau_0 = \gamma * D * Ss \quad (8)$$

dengan:

$\gamma$  = berat jenis air

$\tau_0$  = tegangan geser (kh/m<sup>2</sup>)

QS = muatan sedimen (kg/s)

B = lebar saluran (m)

D = kedalaman saluran (m)

Ss = kemiringan saluran

Metode Yang's (Boangmanalu, 2012):

$$\log Ct = 5,435 - 0,286 \log \frac{\omega d_{50}}{v} = 0,457 \log \frac{U_*}{\omega} + (1,799 - 0,409 \log \frac{\omega d_{50}}{v} - 0,314 \log \frac{U_*}{\omega}) \log \left( \frac{V_{Ss}}{\omega} - \frac{V_{cr Ss}}{\omega} \right) \quad (9)$$

$$Gw = \gamma * W * D * V \quad (10)$$

$$Qs = Ct * Gw \quad (11)$$

dengan:

C1 = konsentrasi sedimen total

d50 = diameter sedimen 50% dari material dasar (mm)

$\omega$  = muatan sedimen (kg/s)

V = kecepatan aliran (m/s)

V<sub>cr</sub> = kecepatan kritis (m/s)

SS = kemiringan saluran

U\* = kecepatan geser (m/s)

B = lebar saluran (m)

D = kedalaman saluran (m)

Ss = kemiringan saluran

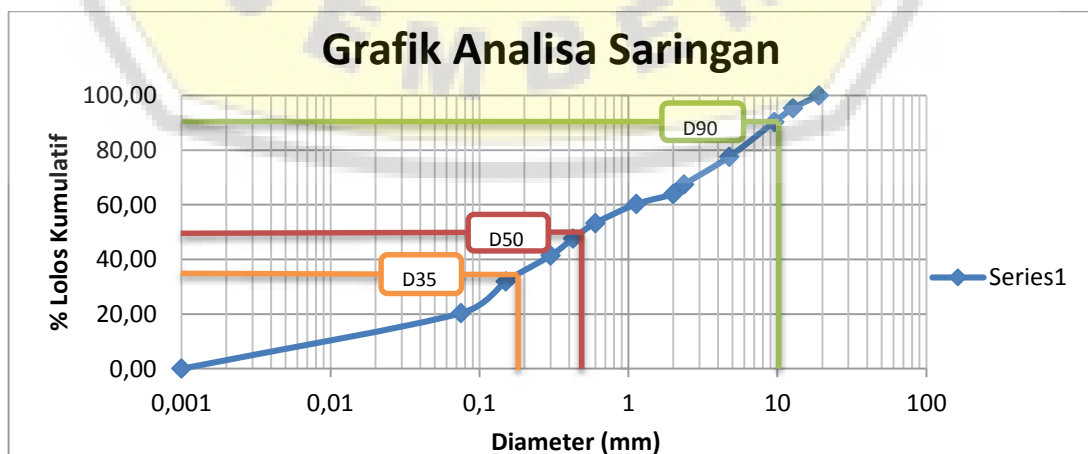
Uji Keandalan NSE (Nash-Sutcliffe Efficiency) (Moriassi et al, 2007)

$$NSE = 1 - \left( \frac{\sum(Q_{observasi} - Q_{simulasi})^2}{\sum(Q_{observasi} - Q_{rata})^2} \right) \quad (12)$$

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Analisis Sedimen

Analisis sedimen dilakukan dengan mengambil sampel sedimen di kantong lumpur. Hal ini bertujuan untuk mengetahui gradasi butiran dan klasifikasi sampel sedimen berdasarkan uji analisis saringan dan berat jenis yang nantinya data tersebut digunakan sebagai parameter untuk perhitungan angkutan sedimen.



Gambar 3. Grafik Distribusi Diameter Butiran

Tabel 2. Klasifikasi Tanah

Jenis Tanah	Berat Jenis
Pasir	2,65 – 2,67
Pasir berlanau	2,67 – 2,70
Lempung organik	2,70 – 2,80
Tanah dengan kandungan besi	2,75 – 3,00
Gambut	< 2,00
Tanah humus	1,37
Gravel	> 2,70

Sumber : (Hardiyatmo, 2012)

Tabel 3. Berat Jenis Sedimen

No.Piknometer	1	2	3
Berat Piknometer W1 (gram)	63,82	59,30	54,42
Berat Piknometer + Tanah W2 (gram)	89,43	85,42	79,65
Berat Tanah $W_t = W_2 - W_1$ (gram)	25,61	26,12	25,23
Berat piknometer + air + tanah W3 (gram)	175,71	175,88	171,75
Berat piknometer + air W4 (gram)	160,01	159,86	156,55
Berat piknometer + air W4' (gram)	159,69	159,54	156,24
Faktor koreksi	0,998	0,998	0,998
Suhu (°C)	28	28	27
Spesific Gravity (gram/cm <sup>3</sup> )	2,67	2,67	2,73
Rata-rata Spesific Gravity		2,69	

Berdasarkan Tabel 3, didapatkan hasil 2,67 gram/cm<sup>3</sup> pada pengujian pertama, 2,67 gram/cm<sup>3</sup> pada pengujian kedua dan 2,73 gram/cm<sup>3</sup> pada pengujian ketiga. Jumlah rata-rata dari ketiga hasil pengujian tersebut adalah 2,69 gram/cm<sup>3</sup>. Hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa sedimen yang terdapat di Bendung Talang adalah pasir berlanau (berdasarkan Tabel 2), karena nilai berat jenisnya berada diantara 2,67-2,70 gram/cm<sup>3</sup>.

### Analisis Angkutan Sedimen

Angkutan sedimen dapat dihitung menggunakan pendekatan rumus empiris yang membutuhkan parameter-parameter untuk mendapatkan hasil angkutan sedimen yang terjadi pada Saluran Induk Bendung Talang. Perhitungan angkutan sedimen pada penelitian ini menggunakan 5 (lima) metode empiris, yaitu metode *Yang's*, *Engelund and Hansen*, *Meyer-Peter and Muller*, *Einstein*, dan *Frijlink*. Data yang diperlukan dalam menganalisis angkutan sedimen terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data untuk Perhitungan Angkutan Sedimen

Radius Hidrolik	1,05 m
Luas Penampang	23,44 m <sup>2</sup>
Keliling Penampang	22,40 m <sup>2</sup>
Kedalaman	3,83 m
Kecepatan Aliran	0,37 m/detik
Debit	8,67 m <sup>3</sup> /detik
Lebar Penampang	13 m
Kemiringan	0,00057
Berat Jenis	2.690 kg/m <sup>3</sup>
Diameter Butiran Sedimen	D35 = 0,198 mm D50 = 0,498 mm D90 = 9,416 mm

Hasil observasi volume sedimen dari tahun ke tahun disajikan pada Tabel 6.

Tabel 5. Hasil Observasi Lapangan

Tahun	Volume Sedimen (m <sup>3</sup> /tahun)
2016	1.300
2017	1.400
2018	1.225
2019	1.250
Rata-rata	1.294

Hasil perhitungan angkutan sedimen berdasarkan 5 (Lima) metode empiris disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan Angkutan Sedimen Berdasarkan 5 (Lima) Metode Empiris

Metode Empiris	Angkutan Sedimen (m <sup>3</sup> /tahun)
<i>Meyer-Peter and Muller</i>	1.049
<i>Frijlink</i>	1.793
<i>Einstein</i>	176
<i>Yang's</i>	33.246
<i>Engelund and Hansen</i>	71.450

Berdasarkan hasil perhitungan angkutan sedimen di atas dapat dibandingkan dengan data angkutan sedimen yang ada di lapangan yang ditampilkan pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Kriteria Penilaian Nilai NSE (*Nash-Sutcliffe Efficiency*)

Nilai NSE	Kriteria Penilaian
$0,75 < NSE \leq 1,00$	Sangat Baik
$0,65 < NSE \leq 0,75$	Baik
$0,50 < NSE \leq 0,65$	Cukup
$NSE \leq 0,50$	Kurang

Sumber : (Moriassi et al, 2007)

Tabel 8. Perhitungan Nilai NSE (*Nash-Sutcliffe Efficiency*)

Metode Empiris	NSE
<i>Meyer-Peter and Muller</i>	0,96
<i>Frijlink</i>	0,85
<i>Einstein</i>	0,25
<i>Yang's</i>	609
<i>Engelund and Hansen</i>	2.940

Berdasarkan hasil perhitungan 5 (lima) metode empiris, metode yang memiliki jumlah angkutan sedimen yang hampir sama dengan jumlah angkutan sedimen di lapangan adalah metode *Meyer-Peter and Muller* yang mempunyai angkutan sedimen sebesar 1.049 m<sup>3</sup>/tahun. Metode *Meyer-Peter and Muller* dikatakan mendekati data di lapangan karena nilai NSE mendekati nilai 1 yaitu sebesar 0,96 dan nilai NSE tersebut masuk dalam kategori sangat baik.



### Perhitungan Waktu Interval Pembilasan Kantong Lumpur

Pembilasan kantong lumpur pada Bendung Talang dilakukan setiap 1 (satu) tahun sekali. Hal inilah yang menyebabkan sedimen di kantong lumpur menumpuk dan terbawa hingga saluran primer dan tersier. Oleh sebab itu, dilakukan perhitungan waktu interval pembilasan kantong lumpur yang efektif sehingga sedimen tidak lagi menumpuk dan terbawa ke saluran primer dan sekunder.

Berdasarkan hasil observasi, Bendung Talang memiliki kantong lumpur yang panjangnya 50 meter, lebar bawah 13 meter, lebar atas 15 meter dan kedalaman 1 meter. Maka volume kantong lumpur adalah sebagai berikut.

$$v = \frac{(a+b)xt}{2} \times L$$

$$v = \frac{(13+15)x1}{2} \times 50$$

$$v = 700 \text{ m}^3$$

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan volume kantong lumpur sebesar 700 m<sup>3</sup>. Setelah itu, mencari interval waktu yang efektif untuk pembilasan kantong lumpur dengan sedimen yang masuk per hari sebesar 2,88 m<sup>3</sup>/hari. Angkutan sedimen yang terangkut dikalikan dengan lamanya hari untuk mengisi volume kantong lumpur sebesar 700 m<sup>3</sup>. Didapatkan perhitungan sebagai berikut.

$$2,88 \text{ m}^3/\text{hari} \times 243 \text{ hari} = 699 \text{ m}^3$$

Berdasarkan perhitungan, dalam waktu 243 hari didapatkan sedimen sebesar 699 m<sup>3</sup>. Nilai tersebut masih kurang dari volume kantong lumpur yaitu sebesar 700 m<sup>3</sup>. Maka interval waktu pembilasan yang efektif yaitu dilakukan setiap 243 hari atau 8 bulan 10 hari dalam satu tahun.

### KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil perhitungan analisa angkutan sedimen didapatkan hasil angkutan sedimen (m<sup>3</sup>/tahun) untuk metode *Meyer-Peter and Muller* sebesar 1.049, metode *Frijlink* sebesar 1.793, metode *Einstein* sebesar 176, metode *Yang's* sebesar 33.246 dan metode *Engelund and Hansen* sebesar 71.450.
2. Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, metode *Meyer-Peter and Muller* merupakan metode yang hasilnya mendekati hasil pengerukan di lapangan dengan nilai NSE sebesar 0,96 dan masuk ke dalam kategori sangat baik. Urutan kedua metode yang mendekati hasil pengerukan di lapangan adalah *Frijlink* dengan nilai NSE 0,85 yang juga merupakan kategori sangat baik.
3. Interval waktu pembilasan kantong lumpur yang efektif yaitu dilakukan setiap 243 hari atau 8 bulan 10 hari dalam satu tahun.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anwas, M., 1994. *Bentuk Muka Bumi*, [https://www.academiaedu.edu/12020191/bentuk\\_muka\\_bumi?auto=download](https://www.academiaedu.edu/12020191/bentuk_muka_bumi?auto=download). Pdf, [diakses pada tanggal 20 Mei 2019].
- Boangmanalu, A.O., 2012. *Kajian Angkutan Sedimen Pada Sungai Wampu. Skripsi*. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara.
- Hardiyatmo, H.C., 2012. *Mekanika Tanah I*, Edisi Keenam. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Kironoto, B.A., 1997. *Hidrolik Transpor Sedimen*, Program Studi Teknik Sipil Program Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Moriasi, D.N. dkk., 2007. Model Evaluation Guidelines for Systematic Quantification of Accuracy in Watershed Simulations. *Transactions of the ASABE* Vol. 50(3): 885–900 2007 American Society of Agricultural and Biological Engineers ISSN 0001–2351.
- Munandar, A., 2014. *Analisis Laju Angkutan Sedimen Untuk Perencanaan Kantong Lumpur Pada D.I Perkotaan Kabupaten Batubara. Skripsi*. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara.