



**PERENCANAAN KANTONG LUMPUR PADA SALURAN
IRIGASI BENDUNG
(STUDI KASUS PADA SALURAN IRIGASI BENDUNG
POROLINGGO)**

SKRIPSI

Oleh

**Anggraini Sulistiyowati
NIM 151910301023**

**PROGRAM STUDI STRATA I (S1)
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**PERENCANAAN KANTONG LUMPUR PADA SALURAN
IRIGASI BENDUNG
(STUDI KASUS PADA SALURAN IRIGASI BENDUNG
POROLINGGO)**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Anggraini Sulistiyowati
NIM 151910301023**

**PROGRAM STUDI STRATA I (S1)
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Allah swt. yang telah memberi saya kesempatan dan kekuatan untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini;
2. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan doa, semangat sekaligus dukungan kepada saya baik secara moral maupun materi sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini;
3. Ibu Dr. Ir. Entin Hidayah, M. UM. selaku pembimbing utama dan Ibu Retno Utami Agung Wiyono, S.T, M. Eng., Ph. D. selaku pembimbing anggota dalam penyusunan tugas akhir ini;
4. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember;
5. Eri Kusworowati, Ahmad Ulul Al-Bab, Muhamad Zulvi Alhamda, dan Pak Krisna selaku *partner* yang telah menemani saya dalam mengumpulkan data pada tugas akhir ini;
6. Nita Ainindia Ayuningtyas selaku teman sekamar yang selalu memotivasi, memberi semangat, dan setia menemani disaat suka maupun duka;
7. Mbak Vila, Lutfia, Fiki, Fahrin, dan Ariz yang selalu memberikan semangat dan membantu saya dalam mengerjakan tugas akhir ini;
8. Teman-teman Teknik Sipil angkatan 2015 dan semua pihak yang telah memotivasi.

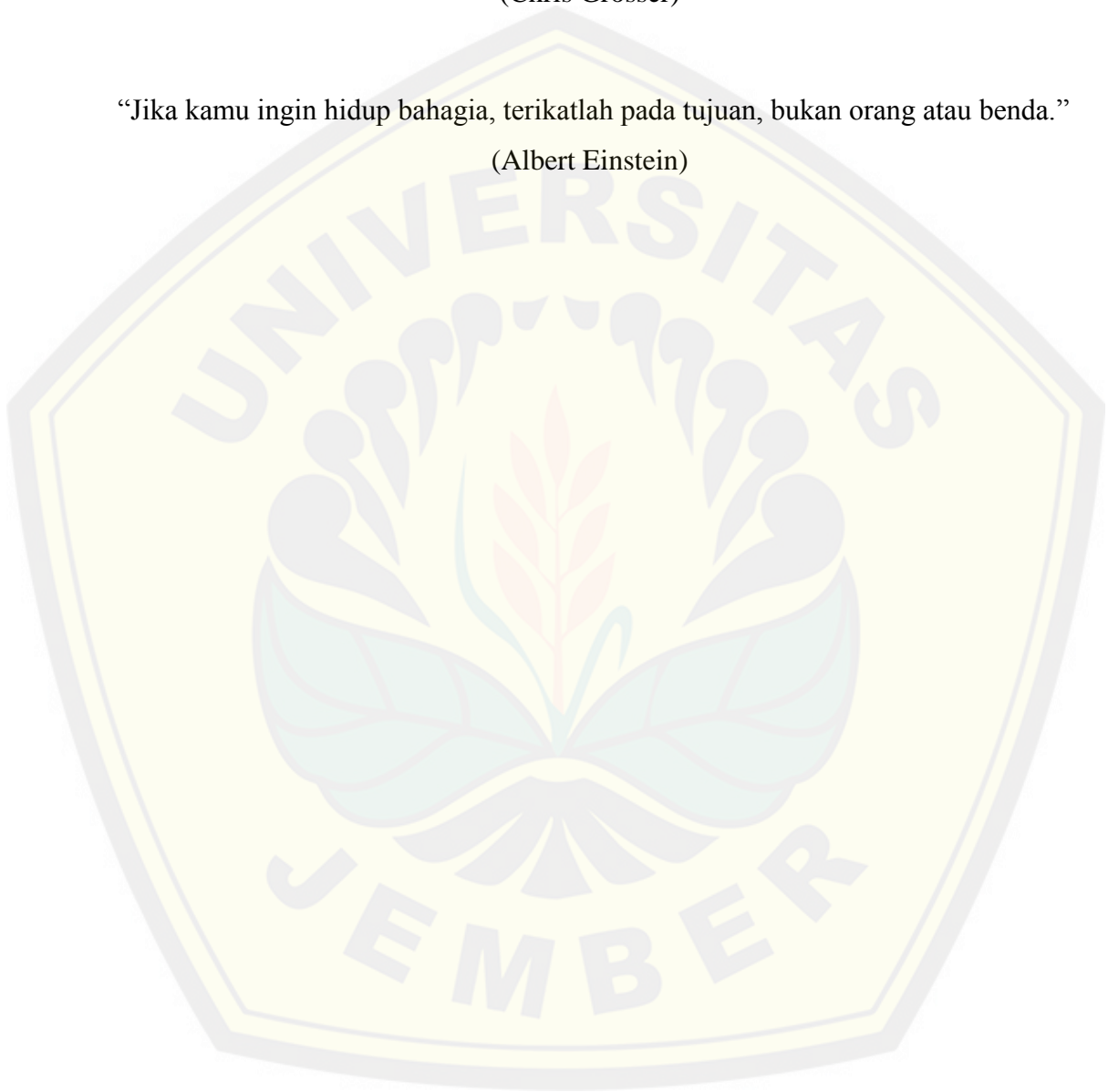
MOTTO

“Kesempatan bukanlah hal yang kebetulan. Kau harus menciptakannya.”

(Chris Grosser)

“Jika kamu ingin hidup bahagia, terikatlah pada tujuan, bukan orang atau benda.”

(Albert Einstein)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anggraini Sulistiyowati

NIM : 151910301023

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Perencanaan Kantong Lumpur Pada Saluran Irigasi Bendung (Studi Kasus Pada Saluran Irigasi Bendung Porolinggo)” adalah benar – benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 23 Juli 2019

Yang Menyatakan,

Anggraini Sulistiyowati

NIM 151910301023

SKRIPSI

**PERENCANAAN KANTONG LUMPUR PADA SALURAN
IRIGASI BENDUNG**

(Studi Kasus Pada Saluran Irigasi Bendung Porolinggo)

Oleh

Anggraini Sulistiyowati

151910301023

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Entin Hidayah, M. UM.

Dosen Pembimbing Anggota : Retno Utami A.W., S.T., M. Eng., Ph.D

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Perencanaan Kantong Lumpur Pada Saluran Irigasi Bendung (Studi Kasus Pada Saluran Irigasi Bendung Porolinggo)” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Jember pada:

hari, tanggal : Selasa, 23 Juli 2019

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji:

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M. UM

Retno Utami A.W., S.T., M.Eng., Ph. D

NIP 19661215 199503 2 001

NIP 760017219

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Wiwik Yunarni Widiarti, S.T., M.T

Paksitya Purnama Putra, S.T, M.T

NIP 19700613 199802 2 001

NIP 19900606 201903 1 022

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM.

NIP 19661215199503 2 001

RINGKASAN

Perencanaan Kantong Lumpur Pada Saluran Irigasi Bendung (Studi Kasus Pada Saluran Irigasi Bendung Porolinggo); Anggraini Sulistiyowati, 151910301023; 2019; 61 halaman; Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Bendung merupakan bangunan yang berukuran lebih kecil dibandingkan dengan bendungan yang dimanfaatkan untuk meninggikan muka air sungai agar bisa disadap. Permasalahan yang timbul karena adanya sedimentasi dapat mempengaruhi dari usia guna yang telah direncanakan sebelumnya. Terjadinya sedimentasi dikarenakan adanya erosi yang mengendap dan terbawa oleh aliran sungai yang menyebabkan alirannya melambat.

Bendung Porolinggo terletak di Dusun Salamrejo, Desa Sumbergondo, Kecamatan Glenmore, Kabupaten Banyuwangi. Daerah layanan irigasi Bendung Porolinggo meliputi Kecamatan Glenmore, Kecamatan Tegalsari, dan Kecamatan Genteng. Pada Daerah Aliran Sungai Bendung Porolinggo ini menerapkan pola tanam padi sepanjang tahun dikarenakan ketersediaan air yang mengalir sepanjang tahunnya. Maka dari itu perawatan dari bendung itu sendiri harus diperhatikan, jadi jangan sampai menurunkan fungsi dari bendung ini. Dan pengoperasian kantong lumpur harus efektif agar dapat menampung sedimentasi yang terdapat pada Bendung Porolinggo. Tujuan dilakukannya penelitian ini untuk menentukan metode yang tepat agar mendapatkan banyaknya sedimentasi kantong lumpur pada Saluran Irigasi Bendung Porolinggo dan untuk menentukan volume serta dimensi kantong lumpur yang efektif pada Saluran Irigasi Bendung Porolinggo. Penelitian ini menggunakan metode penelitian untuk menghitung angkutan sedimen menggunakan rumus-rumus empiris yaitu, metode *Yang's*, metode *Engelund and Hansen*, metode *Shen and Hung*, metode *Meyer-Peter and Muller*, metode *Einstein*, metode *Schocklitsch*, dan metode *Frijlink*.

Hasil dari penelitian ini didapatkan angkutan sedimen metode *Yang's* sebesar 7208,769 ton/hari, metode *Engelund and Hansen* sebesar 20061,5131

ton/hari, metode *Shen and Hung* sebesar 985,0603 ton/hari, metode *Meyer-Peter and Muller* sebesar 773,3581 ton/hari, metode *Einstein* sebesar 3326549,154 ton/hari, metode *Schocklitsch* sebesar 555353,4938 ton/hari, dan metode *Frijlink* sebesar 3788,5862 ton/hari. Kemudian hasil perhitungan menggunakan rumus-rumus empiris dibandingkan dengan data di lapangan menggunakan uji keandalan menggunakan NSE dengan hasil 0,5606 dikategorikan cukup baik yaitu pada metode *Meyer-Peter and Muller*. Dari estimasi pada kantong lumpur didapatkan volume kantong lumpur pada Saluran Irigasi Bendung Porolinggo adalah 43400 m³ untuk masa pengerukannya adalah 90 hari, dengan dimensi kantong lumpur yaitu panjang kantong lumpur 112 m dan lebar kantong lumpur 7 m, dan kedalaman kantong lumpur pada saat kosong yaitu 0,75 m.

Jadi, metode yang tepat untuk menghitung angkutan sedimen pada Saluran Irigasi Bendung Porolinggo ini menggunakan metode *Meyer-Peter and Muller*. Dimensi kantong lumpur yang direncanakan didapatkan panjang 112 m serta lebarnya 7 m, dengan kedalaman 0,75 m.

SUMMARY

Settling Basin Planning in Irrigation Channel Dam (Case Study Irrigation Channel of Porolinggo Dam); Anggraini Sulistiyowati, 151910301023; 2019; 61 pages; Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Jember University.

Dam is a building that is smaller than a dam that is used to raise the river's water level so that it can be tapped. Problems that arise due to sedimentation can affect the age of use previously planned. Sedimentation occurs due to erosion that settles and is carried away by the river flow which causes the flow to slow down.

Porolinggo Dam is located in Salamrejo Hamlet, Sumbergondo Village, Glenmore Subdistrict, Banyuwangi Regency. The irrigation service area of Porolinggo Dam includes the Districts of Glenmore, District of Tegalsari, and District of Genteng. In the Porolinggo River Dam, the rice cropping pattern is implemented throughout the year due to the availability of water flowing throughout the year. So from that care of the weir itself must be considered, so do not reduce the function of this weir. And the operation of the mud bag must be effective in order to accommodate the sedimentation found in the Porolinggo Dam. The purpose of this study was to determine the appropriate method to obtain the amount of sedimentation of settling basin on the Porolinggo Dam Irrigation Channel and to determine the volume and dimensions of the effective settling basin on the Porolinggo Dam Irrigation Channel. This study uses a research method to calculate sediment transport using empirical formulas, namely, *Yang's* method, *Engelund and Hansen* method, *Shen and Hung* method, *Meyer-Peter and Muller* method, *Einstein* method, *Schocklitsch* method, and *Frijlink* method.

The results of this study found that sediment transport *Yang's* method was 7208,769 ton/day, *Engelund and Hansen* method was 20061,5131 ton/day, *Shen and Hung* method was 985,0603 ton/day, *Meyer-Peter and Muller* method was 773,3581 ton/day, *Einstein's* method was 3326549,154 ton/day, *Schocklitsch's*

method was 555353,4938 ton/day, and *Frijlink* method was 3788,5862 ton/day. Then the calculation results using empirical formulas compared to the data in the field using reliability tests using NSE with the results of 0,5606 categorized quite well, namely *Meyer-Peter and Muller* method. From the estimation in the settling basin, the volume of mud bags in the Porolinggo Dam Irrigation Channel is 43400 m³ for the dredging period of 90 days, with dimensions of the mud bag, namely the length of the settling basin 112 m and the width of the settling basin 7 m, and the depth of the settling basin when empty 0,75 m.

So, the right method for calculating sediment transport in the Porolinggo Dam Irrigation Channel uses *Meyer-Peter and Muller* method. The planned dimensions of the settling basin are 112 m long and 7 m wide, with a depth of 0,75 m.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perencanaan Kantong Lumpur Pada Saluran Irigasi Bendung (Studi Kasus Pada Saluran Irigasi Bendung Porolinggo)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Ir. Hernu Suyoso, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan dan Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi (S1) Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember;
3. Willy Kriswardhana S.T., M.T., selaku Ketua Komisi Bimbingan dan Gati Annisa Hayu S.T., M.T., M.Sc., selaku Sekretaris Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember;
4. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM., selaku Pembimbing Utama Tugas Akhir dan Retno Utami Agung Wiyono, S.T., M. Eng., Ph. D., selaku Pembimbing Anggota Tugas Akhir;
5. Kedua orang tua yang telah memberi dukungan serta doanya;
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Kritik dan saran yang membangun sangat diterima demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 23 Juli 2019

Penulis

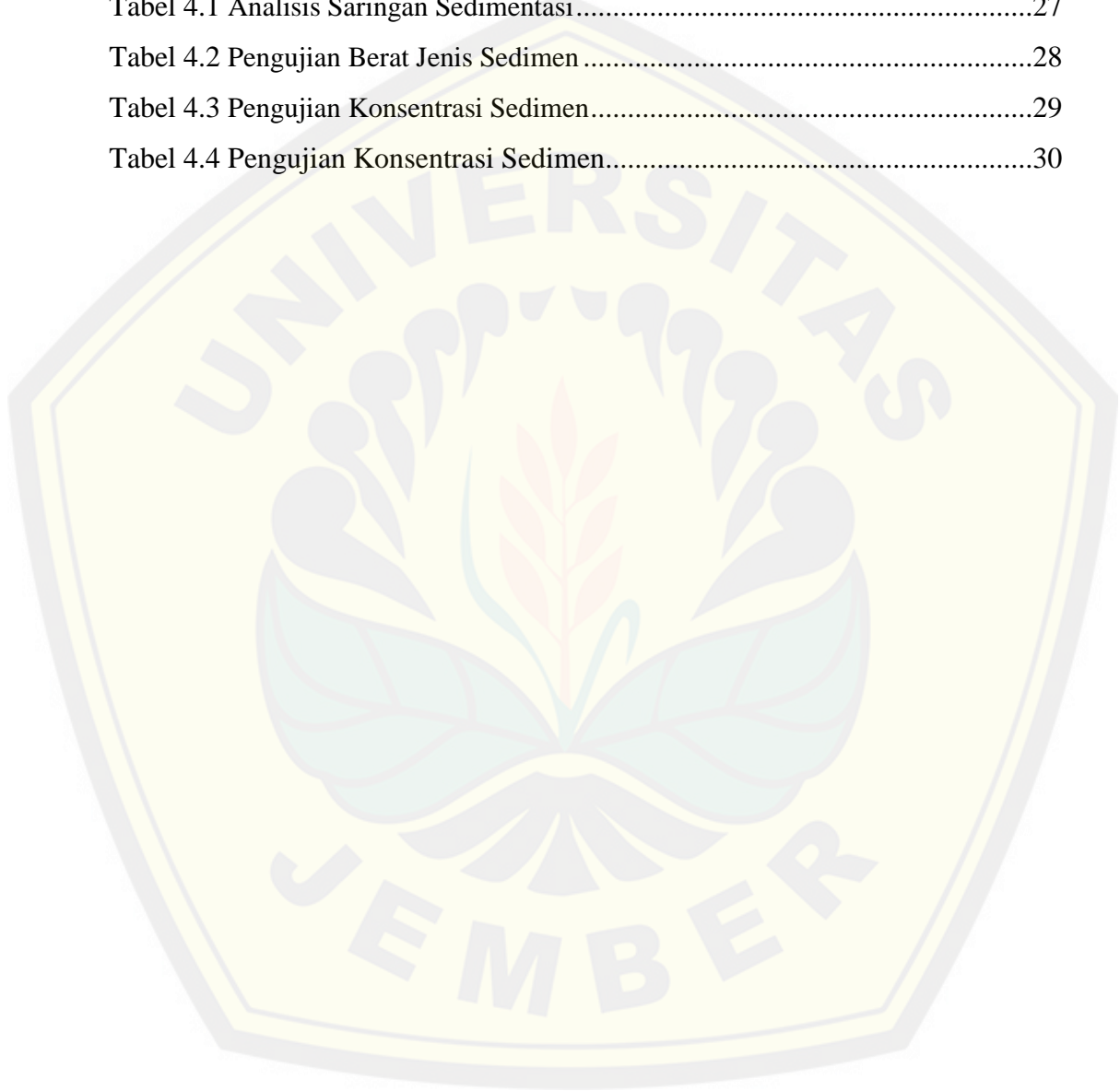
DAFTAR ISI

HALAMAN COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Operasional	7
2.3 Sedimentasi	8
2.3.1 Sedimen dan Sedimentasi	8
2.3.2 Ukuran Partikel Sedimen.....	8
2.3.3 Volume dan Berat Jenis Sedimen	10
2.3.4 Kecepatan Jatuh.....	10
2.3.5 Muatan Sedimen Dasar.....	11
2.4 Angkutan Sedimen	12

2.5 Uji Keandalan	17
2.6 Bangunan Kantong Lumpur	17
BAB 3. METODE PENELITIAN	
3.1 Lokasi Penelitian	20
3.2 Tahapan Penelitian.....	21
3.2.1 Pengumpulan Data.....	21
3.2.2 Menghitung Angkutan Sedimen.....	25
3.2.3 Bangunan Kantong Lumpur	25
BAB 4. PEMBAHASAN	
4.1 Analisa Angkutan Sedimen.....	27
4.1.1 Metode <i>Yang's</i>	31
4.1.2 Metode <i>Engelund and Hansen</i>	34
4.1.3 Metode <i>Shen and Hung</i>	36
4.1.4 Metode <i>Meyer-Peter and Muller</i>	38
4.1.5 Metode <i>Einstein</i>	40
4.1.6 Metode <i>Schocklitsch</i>	46
4.1.7 Metode <i>Frijlink</i>	47
4.2 Perencanaan Kantong Lumpur.....	52
4.2.1 Ukuran Partikel Rencana.....	52
4.2.2 Volume Kantong Lumpur.....	53
4.2.3 Estimasi Dimensi Kantong Lumpur	53
4.2.4 Penentuan Dimensi Kantong Lumpur dengan Peninjauan Kecepatan Jatuh Sedimen.....	54
4.2.5 Penentuan Panjang Kantong Lumpur	58
4.2.6 Sistem Kerja Kantong Lumpur Rencana.....	58
BAB 5. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi ukuran butiran menurut <i>American Geophysical Union</i>	9
Tabel 2.2 Kriteria penilaian NSE.....	19
Tabel 4.1 Analisis Saringan Sedimentasi.....	27
Tabel 4.2 Pengujian Berat Jenis Sedimen	28
Tabel 4.3 Pengujian Konsentrasi Sedimen.....	29
Tabel 4.4 Pengujian Konsentrasi Sedimen.....	30



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Angkutan Sedimen	12
Gambar 3.1 Lokasi penelitian Saluran Irigasi Bendung Porolinggo	20
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 4.1 Distribusi Butiran	28
Gambar 4.2 Grafik $\frac{k_s}{\delta r}$	42
Gambar 4.3 Grafik $\frac{d}{x}$	43
Gambar 4.4 Grafik koreksi gaya angkat (Y)	44
Gambar 4.5 Grafik intensitas aliran yang sudah dikoreksi	45
Gambar 4.6 Grafik angkutan sedimen untuk nilai pada persamaan <i>Frijlink</i>	49
Gambar 4.7 Grafik Hubungan antara Diameter Saringan dengan Kecepatan Endap.....	53
Gambar 4.8 Potongan Melintang kantong Lumpur dalam Keadaan Kosong (Qs).....	57
Gambar 4.9 Grafik Hubungan antara Tegangan Geser Kritis dengan Kecepatan Geser Kritis	57

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bendung merupakan bangunan yang berukuran lebih kecil dibandingkan dengan bendungan yang dimanfaatkan untuk meninggikan muka air sungai agar bisa disadap. Bendung merupakan salah satu dari bangunan utama atau biasa disebut dengan bangunan air. Bangunan air terdiri dari bendung, bangunan pengelak, bangunan pengambilan, bangunan pembilas, dan bangunan kantong lumpur. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia 03-2401-1991 tentang pedoman perencanaan hidrologi dan hidraulik untuk bangunan di sungai adalah bangunan ini dapat direncanakan dan dibangun sebagai bangunan tetap, bendung gerak, atau dikombinasikan, dan harus dapat berfungsi untuk mengendalikan aliran dan angkutan muatan di sungai sedemikian sehingga dengan meninggikan muka airnya, air dapat dimanfaatkan secara efisien sesuai dengan kebutuhan.

Pengertian bendung menurut Analisa upah dan bahan BOW (*Burgerlijke Open Werken*), bendung adalah bangunan air (beserta kelengkapannya) yang dibangun melintang sungai untuk meninggikan taraf muka air sehingga dapat dialirkan secara gravitasi ke tempat yang membutuhkannya.

Supaya bendung tetap berfungsi dengan baik, maka harus diperhatikan pula perawatan dari bendung itu sendiri dan kondisinya harus diperhatikan. Seiring berjalannya waktu permasalahan akan muncul dan mempengaruhi manfaat dari pengoperasian bendung. Permasalahan yang timbul karena adanya sedimentasi dapat mempengaruhi dari usia guna yang telah direncanakan sebelumnya. Terjadinya sedimentasi dikarenakan adanya erosi yang mengendap dan terbawa oleh aliran sungai yang menyebabkan alirannya melambat.

Bendung Porolinggo terletak di Dusun Salamrejo, Desa Sumbergondo, Kecamatan Glenmore, Kabupaten Banyuwangi. Daerah Irigasi Porolinggo mendapat pasokan air dari Bendung Porolinggo yang berjarak kurang lebih 40 km dari Kota

Banyuwangi ke arah barat. Dengan debit maksimum tahunan 9,6 liter/detik. Daerah layanan irigasi Bendung Porolinggo meliputi Kecamatan Glenmore, Kecamatan Tegalsari, dan Kecamatan Genteng. Pada Daerah Aliran Sungai Bendung Porolinggo ini menerapkan pola tanam padi sepanjang tahun dikarenakan ketersediaan air yang mengalir sepanjang tahunnya. Daerah Irigasi Porolinggo melayani area irigasi seluas 4.031 Ha. Bendung ini sangat berperan penting pada masyarakat sekitar untuk mengairi sawah mereka. Maka dari itu perawatan dari bendung itu sendiri harus diperhatikan, jadi jangan sampai menurunkan fungsi dari bendung ini. Seperti pada bangunan kantong lumpurnya yang harus diperhatikan seberapa banyak sedimentasi yang mengendap. Dan pengoperasian kantong lumpur harus efektif agar dapat menampung sedimentasi yang terdapat pada Bendung Porolinggo.

Munandar dan Terunajaya, (2013) melakukan penelitian dengan menggunakan metode USLE dan menghitung sedimentasi yang terdapat pada DAS Bah Bolon. Didapatkan hasil penelitian yaitu pada perhitungan erosi pada DAS Bah Bolon besarnya mencapai 31,331 ton/ha/tahun atau sama dengan 3.574.604,0 ton/tahun dengan sedimentasi sebesar 300.606,98 ton/tahun. Untuk estimasi angkutan sedimen menggunakan empat metode yaitu metode *Yang's*, metode *Engelund and Hansen*, metode *Shen and Hung*, dan metode *Sampling Meyer Peter Muller* (MPM). Pada estimasi angkutan sedimen yang digunakan yaitu metode *Sampling Meyer Peter Muller* dikarenakan hasil yang didapatkan lebih memungkinkan dan jumlah muatan sedimen yang bisa ditampung lebih besar daripada metode lainnya yaitu sebesar 33,385 ton/hari.

Wijayanto, (2017) melakukan penelitian untuk menghitung angkutan sedimen dengan menggunakan metode *Meyer Peter Muller*. Pada hasil dari penelitian ini menunjukkan kinerja kantong lumpur Bendung Pendowo dan Pijenan Bantul masih baik karena kantong lumpur masih mampu mengendapkan serta membilas sedimen secara hidrolis dengan periode pembilasan kantong lumpur setiap 6 bulan sekali pada musim penghujan di Bendung Pendowo dan 3 bulan sekali pada musim kemarau di Bendung Pijenan. Sedimentasi yang mengendap pada kantong lumpur berdasarkan

Standar Perencanaan Irigasi sebesar 0,5 % dari debit air normal tidak sesuai dengan kondisi pada Bendung Pendowo dan Pijenan. Sedimen yang mengendap pada kantong lumpur di Bendung Pendowo sebesar 0,01 % dari debit air normal dan pada Bendung Pijenan sebesar 0,1 % dari debit air normal.

Pada kedua penelitian tersebut didapatkan metode angkutan sedimen yang sama yaitu menggunakan metode *Meyer Peter Muller*. Kedua penelitian tersebut berkemungkinan memiliki karakteristik sedimen yang sama. Setiap daerah memiliki karakteristik tanah yang berbeda-beda, maka pada penelitian ini akan digunakan perhitungan yang merupakan metode perhitungan dengan rumus empiris menghitung angkutan sedimen yang terdapat pada Bendung Porolinggo.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

- a. Metode apa yang tepat untuk perhitungan sedimentasi kantong lumpur pada Saluran Irigasi Bendung Porolinggo?
- b. Berapa volume sedimen yang dapat ditampung dan dimensi kantong lumpur yang efektif untuk menampung sedimentasi pada Saluran Irigasi Bendung Porolinggo?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

- a. Untuk menentukan metode yang tepat untuk menghitung angkutan sedimentasi kantong lumpur pada Saluran Irigasi Bendung Porolinggo.
- b. Untuk menentukan volume sedimen dan dimensi kantong lumpur yang efektif pada Saluran Irigasi Bendung Porolinggo.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini adalah :

- a) Dapat memberikan masukan maupun saran yang tepat, khususnya dalam hal menganalisa angkutan sedimen dan perencanaan kantong lumpur pada Saluran Irigasi Bendung Porolinggo.
- b) Dapat membantu pemerintah dalam hal menangani permasalahan sedimentasi pada Saluran Irigasi Bendung Porolinggo.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

- a) Pada penelitian ini hanya dilakukan perhitungan menggunakan rumus-rumus empiris.
- b) Hanya menggunakan data debit pada tahun 2018.
- c) Tidak mengukur kecepatan aliran pada Saluran Irigasi Bendung Porolinggo.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian tentang penelitian perhitungan sedimentasi kantong lumpur pada bendung maupun pada sistem drainase telah banyak dilakukan. Beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan yaitu sebagai berikut :

Munandar dan Terunajaya, (2013) melakukan penelitian dengan menggunakan metode USLE dan menghitung sedimentasi yang terdapat pada DAS Bah Bolon. Didapatkan hasil penelitian yaitu pada perhitungan erosi pada DAS Bah Bolon besarnya mencapai 31,331 ton/ha/tahun atau sama dngan 3.574.604,0 ton/tahun dengan sedimentasi sebesar 300.606,98 ton/tahun. Untuk estimasi angkutan sedimen menggunakan empat metode yaitu metode *Yang's*, metode *Engelund and Hansen*, metode *Shen and Hung*, dan metode *Sampling Meyer Peter Muller* (MPM). Pada estimasi angkutan sedimen yang digunakan yaitu metode *Sampling Meyer Peter Muller* dikarenakan hasil yang didapatkan lebih memungkinkan dan jumlah muatan sedimen yang bisa ditampung lebih besar daripada metode lainnya yaitu sebesar 33,385 ton/hari.

Perkasa, (2017) melakukan penelitian denagn menggunakan metode untuk perhitungan debit yaitu metode *Mock*, metode *Penman* dan metode lainnya. Hasil dari penelitian ini evaluasi kinerja kantong lumpur dan saluran Bendung Notog didapatkan debit andalan maksimum sebesar 69,844 m³/dt, debit yang bisa dialirkan pada saluran pembawa sebesar 53,127 m³/dt dan untuk debit kebutuhan air irigasi sawah yaitu sebesar 44,272 m³/dt. Kemampuan kantong lumpur pada Bendung Notog sudah memenuhi. Karena pada waktu pembilasan yang dilakukan selama kurang lebih 7 hari sekali didapatkan dimensi kantong lumpur yaitu lebar (b) 15 m dan panjang (l) 688 m sedangkan di lapangan dimensi kantong lumpur yaitu lebar (b) 15 m dan panjang (l) 800 m.

Wijayanto, (2017) melakukan penelitian untuk menghitung angkutan sedimen dengan menggunakan metode *Meyer Peter Muller*, mengevaluasi panjang kantong lumpur, mengevaluasi pengendapan dan mengevaluasi pembilasan pada kantong lumpur berdasarkan Standar Perencanaan Irigasi. Pada hasil dari penelitian ini menunjukkan kinerja kantong lumpur Bendung Pendowo dan Pijenan Bantul masih baik karena kantong lumpur masih mampu mengendapkan serta membilas sedimen secara hidrolis dengan periode pembilasan kantong lumpur setiap 6 bulan sekali pada musim penghujan di Bendung Pendowo dan 3 bulan sekali pada musim kemarau di Bendung Pijenan. Sedimentasi yang mengendap pada kantong lumpur berdasarkan Standar Perencanaan Irigasi sebesar 0,5 ‰ dari debit air normal tidak sesuai dengan kondisi pada Bendung Pendowo dan Pijenan. Sedimen yang mengendap pada kantong lumpur di Bendung Pendowo sebesar 0,01 ‰ dari debit air normal dan pada Bendung Pijenan sebesar 0,1 ‰ dari debit air normal.

Zhijun, dan Liu, (2013) melakukan penelitian yang menggunakan metode pengendalian kualitas seperti perkiraan ketidakpastian, kesalahan acak, kesalahan sistem dan kesalahan sistem semu. Dengan hasil penelitian yaitu, hasil analisis trend Mann-Kendall pada tingkat air tahunan rata-rata menunjukkan penurunan dan terdapat fluktuasi tinggi, terjadi perubahan kedalaman sepanjang thalweg, terdapat perbesaran luas antara periode waktu yang berbeda, dan terdapat penambahan sedimen antara Yinchang dan Zhincheng di hulu.

Wulandari, dkk, (2014) melakukan penelitian dengan metode yang digunakan dengan cara mendefinisikan fungsi tujuan dan kendala, dan kemudian melakukan optimasi. Dengan hasil penelitian yaitu, sistem operasi waduk baru dikembangkan memiliki banyak keunggulan jika dibandingkan dengan sistem operasi yang sebenarnya. Sistem ini menyediakan pengendalian banjir yang lebih baik, tingkat air yang lebih tinggi dipertahankan, dan penggunaan air lebih efektif dan efisien. Adapun kerugian dari sistem ini adalah penggunaan cairan hidrologi dirancang untuk satu tahun karena kinerjanya untuk pasokan air lebih rendah dari operasi waduk yang sebenarnya.

Djebou, (2018) melakukan penelitian dengan menggunakan metode Soil and Water Assessment Tool (SWAT) dan Modified Universal Sediment Loss Equation (MUSLE). Dengan hasil penelitian yaitu, dengan munculnya model hidrologi berbasis fisik, estimasi kehilangan tanah yang diterima secara luas alat-alat diintegrasikan ke dalam berbagai pemodelan DAS platform. Metode MUSLE dimasukkan ke dalam metode SWAT. Metode SWAT digunakan untuk memodelkan aliran di hulu dan pengaturan parameter kemudian untuk mengevaluasi besarnya kehilangan sedimen pada kerusakan kondisi. Dengan demikian, potensi implikasi dalam konservasi tanah dan pengelolaan sedimentasi waduk.

Mulu, dan Dwarakish, (2015) melakukan penelitian yang menggunakan metode Brune's. Dengan hasil penelitiannya yaitu, Metode Brune's memperkirakan efisiensi kantung lumpur yang digunakan untuk memperkirakan jumlah sedimen terakumulasi dalam waduk dengan menggunakan parameter kapasitas waduk dan ketersediaan air. Akan tetapi jika waduk tersebut tidak memiliki ketersediaan air bisa memperkirakan dengan parameter kapasitas waduk dan kebutuhan air yang dikeluarkan. Untuk mengembangkan metode Brune's tanpa mempertimbangkan rembesan dan penguapan akan menyebabkan perbedaan besar dalam estimasi sedimen waduk.

Gharehkhani, R, (2011) melakukan penelitian yang menggunakan metode hidrologi atau hidrolis. Menurut hasil regional, sudah diperkirakan bahwa sedimen halus rata-rata dibawa oleh sungai ke tempat yang direkomendasikan adalah sekitar 442.583 ton/tahun hampir 418 ton/tahun. Sehingga bendungan ini kehilangan 1% dari volume waduk untuk sedimen pintu masuk yang setelah 50 tahun masa manfaat bendungan secara praktis berakhir kecuali metode deposisi baik.

2.2 Operasional

Singarimbun (1997), operasional adalah suatu unsur penelitian yang merupakan petunjuk tentang bagaimana suatu variable diukur dalam rangka memudahkan pelaksanaan penelitian di lapangan sehingga memerlukan operasionalisasi dari

masing-masing konsep yang digunakan dalam menggambarkan perilaku atau gejala yang dapat diamati dengan kata-kata yang dapat diuji dan diketahui kebenarannya. Pada penelitian ini operasional yang dimaksudkan merujuk kepada pengerukan kantong lumpur saluran irigasi Bendung Porolinggo.

2.3 Sedimentasi

2.3.1 Sedimen dan Sedimentasi

Ponce (1989) mengatakan bahwa sedimen adalah produk disintegrasi dan dekomposisi batuan. Disintegrasi mencakup seluruh proses dimana batuan yang rusak atau pecah menjadi butiran-butiran kecil tanpa perubahan substansi kimiawi. Dekomposisi mengacu pada pemecahan komponen mineral batuan oleh reaksi kimia. Dekomposisi mencakup proses karbonasi, hidrasi, oksidasi dan solusi. Karakteristik butiran mineral dapat menggambarkan properti sedimen, antara lain ukuran (*size*), bentuk (*shape*), berat volume (*specific weight*), berat jenis (*specipfic gravity*) dan kecepatan jatuh/endap (*fall velocity*).

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 (Anwas, 1994).

2.3.2 Ukuran Partikel Sedimen

Ukuran partikel merupakan karakteristik sedimen yang dapat diukur secara nyata. Abdul Ghani, dkk. (2012) menggunakan klasifikasi berdasarkan standar *U.S. Army Corps Engineer (USACE)* untuk analisa saringan sampel sedimen. Syahrul Purnawan, dkk. (2011) menggunakan teknik analisis penyaringan dengan metode ayak basah yang menggunakan saringan sedimen bertingkat dengan diameter berbeda-beda (4,75 mm, 1,7 mm, 250 μ m, 850 μ m, 150 μ m). Beberapa ahli hidraulika menggunakan klasifikasi ukuran butiran menurut AGU (*American*

Geophysical Union) sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 1. Ponce (1989) menyatakan bahwa batu besar (*boulders*) dan krakal (*cobbles*) dapat diukur tersendiri, kerikil (*gravel*) dapat diukur tersendiri atau dengan ayakan, dan pasir diukur dengan ayakan. Ayakan nomor 200 digunakan untuk memisahkan partikel pasir dari partikel yang lebih halus seperti lumpur dan lempung, sedangkan lumpur dan lempung dipisahkan dengan mengukur perbedaan kecepatan jatuhnya pada air diam.

Tabel 2.1 Klasifikasi ukuran butiran menurut *American Geophysical Union*

Interval/range (mm)	Nama	Interval/range (mm)	Nama
4096 – 2048	Batu sangat besar (<i>Very Large Boulders</i>)	1/2 - 1/4	Pasir Sedang (<i>Medium Sand</i>)
2048 – 1024	Batu besar (<i>Large Boulders</i>)	1/4 - 1/8	Pasir halus (<i>Fine Sand</i>)
1024 – 512	Batu sedang (<i>Medium Boulders</i>)	1/8 – 1/16 (s/d 0.0625 mm)	Pasir sangat halus (<i>Very Fine Sand</i>)
512 – 256	Batu kecil (<i>Small Boulders</i>)	1/16 – 1/32	Lumpur kasar (<i>Coarse Silt</i>)
256 – 128	Kerakal besar (<i>Large Cobbles</i>)	1/32 – 1/64	Lumpur sedang (<i>Medium Silt</i>)
128 – 64	Kerikil kecil (<i>Small Cobbles</i>)	1/64 – 1/128	Lumpur halus (<i>Fine Silt</i>)
64 – 32	Kerikil sangat kasar (<i>Very Coarse Gravel</i>)	1/128 – 1/256	Lumpur sangat halus (<i>Very Fine Silt</i>)
32- 16	Kerikil kasar (<i>Coarse Gravel</i>)	1/256 – 1/512	Lempung kasar (<i>Coarse Clay</i>)
16 – 8	Kerikil sedang (<i>Medium Gravel</i>)	1/512 – 1/1024	Lempung sedang (<i>Medium Clay</i>)
8 – 4	Kerikil halus	1/1024 – 1/2048	Lempung halus

	(<i>Fine Gravel</i>)		(<i>Fine Clay</i>)
4 – 2	Kerikil sangat halus (<i>Very Fine Gravel</i>)	1/2048 – 1/4096	Lempung sangat halus (<i>Very Fine Clay</i>)
2 – 1	Pasir sangat kasar (<i>Very Fine Coarse</i>)		Koloid

Sumber : Garde dan Raju, 1985

2.3.3 Volume dan Berat Jenis Sedimen

Berat volume (*specific weight*) sedimen adalah berat butir partikel sedimen setiap satu satuan volume, sedangkan berat jenis (*specific gravity*) sedimen adalah rasio berat butir partikel sedimen terhadap berat volume air (Ponce, 1989). Berat jenis sedimen pada umumnya diperkirakan sekitar 2,65, kecuali untuk material yang berat seperti magnetik (berat jenis 5,18).

2.3.4 Kecepatan Jatuh

Kecepatan jatuh (*fall velocity*) partikel merupakan kecepatan akhir sedimen untuk mengendap pada air diam. Menurut Ponce (1989), kecepatan jatuh merupakan fungsi ukuran, bentuk, berat volume partikel, berat volume dan kekentalan air di sekitarnya.

Untuk partikel dengan bentuk seperti bola saat gaya hambatan partikelnya di suatu fluida dengan gaya gravitasi, kecepatan jatuhnya dapat dinyatakan dengan:

- Untuk $Re > 1$:

$$W_s = \left[\frac{4(s-1)gd^2}{3C_D} \right]^{0,5} \dots\dots\dots(5)$$

- Untuk $Re < 1$:

$$W_s = \frac{(s-1)gd^2}{18\nu} \dots\dots\dots(6)$$

Drag coefficient merupakan fungsi angka Reynold dari partikel R , yang ditentukan dengan :

$$R = \left[\frac{w d_s}{\nu} \right] \dots\dots\dots(7)$$

dengan ν adalah kekentalan kinematik cairan. Untuk angka Reynold partikel lebih kecil dari 0,1, maka $C_D=24/R$.

Sedangkan untuk kecepatan jatuh yan partikelnya tidak berbentuk bola dinyatakan dalam rumus sebagai berikut :

- Untuk ukuran $1 < d \leq 100 \mu\text{m}$:

$$W_s = \frac{(s-1)gd^2}{18\nu} \dots\dots\dots(8)$$

- Untuk ukuran $100 \mu\text{m} < d < 1000 \mu\text{m}$:

$$W_s = \frac{10\nu}{d} \left[\left(1 + \frac{0,01(s-1)gd^3}{\nu^2} \right)^{0,5} - 1 \right] \dots\dots\dots(9)$$

- Untuk ukuran $d \geq 1000 \mu\text{m}$:

$$W_s = 1,1[(s-1)dg]^{0,5} \dots\dots\dots(10)$$

dimana :

w = kecepatan jatuh (m/s)

g = percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

d = diameter partikel (mm)

CD = koefisien larutan (drag coefficient)

2.3.5 Muatan Sedimen Dasar

Muatan Sedimen Dasar (*bed load*) adalah partikel–partikel kasar yang bergerak sepanjang sepanjang dasar sungai secara keseluruhan (Soewarno, 1991). Adanya sedimen muatan dasar ditunjukkan oleh gerakan partikel di dasar sungai, gerakan itu

dapat bergeser, menggelinding atau meloncat–loncat 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.



Gambar 2.1 Skema Angkutan Sedimen

Sumber : Soewarno, 1991

2.4 Angkutan Sedimen

Angkutan sedimen di Indonesia memiliki sifat lebih bervariasi dan spesifik yang disebabkan sifat sungai yang berbeda. Selain itu adanya perbedaan dengan jenis endapan dan keadaan musim yaitu musim hujan dan kemarau. Hasil sedimen dari suatu daerah pengaliran tertentu dapat ditentukan dengan pengukuran sedimen pada titik kontrol alur sungai atau dengan menggunakan rumus – rumus empiris atau semi empiris yaitu metode *Meyer Peter Muller*, metode *Schocklitsch*, metode *Frijlink*, metode *Einstein* metode *Yang's*, metode *Engelund and Hansen* (1967), dan metode *Shen and Hungs*. Pengukuran angkutan sedimen dapat menggunakan rumus-rumus pendekatan di bawah ini :

a. Rumus *Meyer Peter Muller* (1948) :

$$\frac{\gamma_w R_b \left(\frac{k}{k'}\right)^{3/2}}{D \cdot (\gamma_s - \gamma)} - 0,047 = 0,25 \sqrt[3]{\rho} \frac{(q'_B)^{2/3}}{D \cdot (\gamma_s - \gamma)} \dots\dots\dots(13)$$

$$q_B = q'_B \frac{\gamma_s}{(\gamma_s - \gamma)} \dots\dots\dots(14)$$

$$Q_B = B \cdot q_B \dots\dots\dots(15)$$

dengan :

k/k' : Koefisien kekasaran saluran

R_b : Jari – jari hidrolis (m)

D : Diameter butir sedimen (mm)

γ_w : Berat jenis air (kg/m³)

γ_s : Berat jenis sedimen (kg/m³)

q_B : Laju beban alas (kg/(detik)(m))

Q_B : Berat sedimen per satuan waktu (kg/(detik)(m))

b. Metode *Schocklitsch* (1932) :

$$q_B = 2500 S^{3/2} (q - q_c) \dots\dots\dots(16)$$

$$q = d \cdot u \dots\dots\dots(17)$$

$$q_c = \frac{(1944) \cdot (10^{-5} D)}{S^{4/3}} \dots\dots\dots(18)$$

$$Q_B = B \cdot q_B \dots\dots\dots(19)$$

dengan :

q_B = laju beban alas (kg/(detik)(m))

S = kemiringan saluran

d = kedalaman aliran (m)

u = kecepatan aliran (m/detik)

q_C : Laju perpindahan sedimen (kg/(detik)(m))

QB : Berat sedimen per satuan waktu (kg/(detik)(m))

c. Metode *Frijlink* (1991) :

$$\Delta = \gamma_s - \gamma_w \dots\dots\dots(20)$$

$$\Psi = \frac{\Delta d_{50}}{\mu R I} \dots\dots\dots(21)$$

$$Q_B = \phi d_{50} \sqrt{g \mu R I} \dots\dots\dots(22)$$

dengan :

D : Diameter butir sedimen (mm)

γ_s : Berat jenis sedimen (kg/m³)

γ_w : Berat jenis air (kg/m³)

qB : Laju beban alas (kg/(detik)(m))

QB : Berat sedimen per satuan waktu (kg/(detik)(m))

d. Metode *Enstein* (1950) :

$$\phi = f(\Psi) \dots\dots\dots(23)$$

$$\Psi = \frac{\rho_s - \rho}{\rho} \cdot \frac{D}{S \cdot R_b} \dots\dots\dots(24)$$

$$\phi = \frac{q_B}{\gamma_s} \sqrt{\frac{\rho}{\rho_s - \rho} \frac{1}{g \cdot D^3}} \dots\dots\dots(25)$$

$$Q_B = B \cdot q_B \dots\dots\dots(26)$$

dengan :

Rb : Jari – jari hidrolis (m)

D : Diameter butir sedimen (mm)

S : Kemiringan saluran

d : Kedalaman aliran (m)

γ_s : Berat jenis sedimen (kg/m³)

ψ : Intensitas geser pada butir sedimen

ϕ : Intensitas transport pada butir sedimen

q_B : Laju beban alas (kg/(detik)(m))

Q_B : Berat sedimen per satuan waktu (kg/(detik)(m))

e. Metode Yang's (1973) :

$$\log C_t = 5.435 - 0.286 \log \frac{\omega d_{50}}{v} = 0.457 \log \frac{U_*}{\omega} + \left(1.799 - 0.409 \log \frac{\omega d_{50}}{v} - 0.314 \log \frac{U_*}{\omega} \right) \log \left(\frac{V_{S_s}}{\omega} - \frac{V_{cr S_s}}{\omega} \right) \dots\dots\dots(27)$$

$$G_w = \gamma * W * D * V \dots\dots\dots(28)$$

$$Q_s = Ct * Gw \dots\dots\dots(29)$$

dengan :

C_1 = konsentrasi sedimen total

d_{50} = diameter sedimen 50% dari material dasar (mm)

ω = kecepatan jatuh (m/s)

V = kecepatan aliran (m/s)

V_{cr} = kecepatan kritis (m/s)

S_s = kemiringan saluran

U_* = kecepatan geser (m/s)

B = lebar saluran (m)

D = kedalaman saluran (m)

Q_s = muatan sedimen (kg/s)

f. Metode Engelund and Hansen (1967) :

$$q_s = 0.05 \gamma_s V^2 \left[\frac{d_{50}}{g(\gamma_s - 1)} \right]^{1/2} \left[\frac{\tau_0}{(\gamma_s - \gamma) d_{50}} \right] \dots\dots\dots(30)$$

$$Q_s = B * q_s \dots\dots\dots(31)$$

$$\tau_0 = \gamma * D * S_s \dots \dots \dots (32)$$

dengan :

τ_0 = tegangan geser (kh/m²)

Q_s = muatan sedimen (kg/s)

B = lebar saluran (m)

D = kedalaman saluran (m)

S_s = kemiringan saluran

g. Metode *Shen and Hungs* (1971) :

$$\begin{aligned} \text{Log } C_t = & -107404.459 + 324214.747 * Y - 326309.589 * Y^2 \\ & + 109503.87 * Y^3 \dots \dots \dots (33) \end{aligned}$$

$$G_w = \gamma * B * D * V \dots \dots \dots (34)$$

$$Q_s = C_t * G \dots \dots \dots (35)$$

$$Y = \left[\frac{V S_s^{0.57}}{\omega^{0.82}} \right]^{0.0075} \dots \dots \dots (36)$$

dengan :

C_t = konsentrasi sedimen total

V = kecepatan aliran (m/s)

ω = kecepatan jatuh (m/s)

S_s = kemiringan sungai

W = lebar saluran (m)

D = kedalaman saluran (m)

Q_s = muatan sedimen (kg/s)

Persamaan diatas digunakan untuk perkiraan pengangkutan sedimen. Karena itu dapat memberikan perkiraan keragaman dalam laju dan volume yang dimungkinkan.

Sebenarnya tidak ada pengganti yang sejati untuk mengambil alih pengukuran laju pengangkutan sedimen paling sedikit harus ada pengukuran yang diperoleh dan dibandingkan dengan hasil perhitungan.

Rumus-rumus yang hasilnya paling mendekati hasil pengukuran dapat dipergunakan dengan keyakinan lebih besar untuk meramal besarnya pengangkutan sedimen pada keadaan aliran yang berbeda-beda.

2.5 Uji Keandalan NSE (Nash-Sutcliffe Efficiency)

Nilai NSE dapat dicari menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$NSE = 1 - \left(\frac{\sum (Q_{observasi} - Q_{simulasi})^2}{\sum (Q_{observasi} - Q_{rata})^2} \right) \dots\dots\dots(37)$$

NSE memiliki beberapa kriteria seperti ditunjukkan pada Tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Kriteria penilaian NSE

Nilai NSE	Kriteria Penilaian
$0,75 < NSE \leq 1,00$	Sangat baik
$0,65 < NSE \leq 0,75$	Baik
$0,5 < NSE \leq 0,65$	Cukup
$NSE \leq 0,5$	Buruk

2.6 Bangunan Kantong Lumpur

Bangunan kantong lumpur merupakan bangunan pelengkap atau bagian dari bangunan utama yang berfungsi untuk mengelakkan angkutan sedimen dasar dan layang terutama fraksi pasir dan yang lebih besar agar tidak masuk ke jaringan pengairan. Bangunan kantong lumpur pada umumnya dibangun di hilir bangunan pengambil (intake) sebelum masuk ke saluran induk.

$$L \cdot B = \frac{Q_{\text{desain}}}{w} \dots\dots\dots(38)$$

dengan :

L = panjang kantong lumpur (m)

B = lebar kantong lumpur (m)

Q = debit rencana (m³/dt)

w = kecepatan jatuh rencana (m/s)

Dimensi kantong sebaiknya juga sesuai dengan kaidah bahwa $L/B > 8$, untuk mencegah agar aliran tidak meander di dalam kantong. Apabila topografi tidak memungkinkan diturutinya kaidah ini, maka kantong harus dibagi-bagi ke arah memanjang dengan dinding-dinding pemisah (*divider wall*) untuk mencapai perbandingan antara L dan B ini.

Menghitung kemiringan energi di kantong lumpur selama eksploitasi normal, untuk ini digunakan rumus manning sebagai berikut :

$$V_n = 1/n \cdot R_n^{2/3} \cdot I_n^{1/2} \dots\dots\dots(39)$$

$$Q_n = V_n \cdot A_n \dots\dots\dots(40)$$

dengan :

V_n = kecepatan rata-rata selama eksploitasi normal (m/s)

n = koefisien kekasaran manning

R_n = jari-jari hidrolis selama eksploitasi normal (m)

I_n = kemiringan energi selama eksploitasi normal

Q_n = kebutuhan pengambilan rencana (m³/det)

A_n = luas penampang basah eksploitasi normal (m²)

Menghitung kemiringan energi di kantong lumpur selama pembilasan dalam keadaan kosong maka digunakan rumus manning sebagai berikut :

$$V_s = 1/n \cdot R_s^{2/3} \cdot I_s^{1/2} \dots\dots\dots(41)$$

$$Q_s = V_s \cdot A_s \dots\dots\dots(42)$$

dengan :

V_s = kecepatan rata-rata selama pembilasan (m/s)

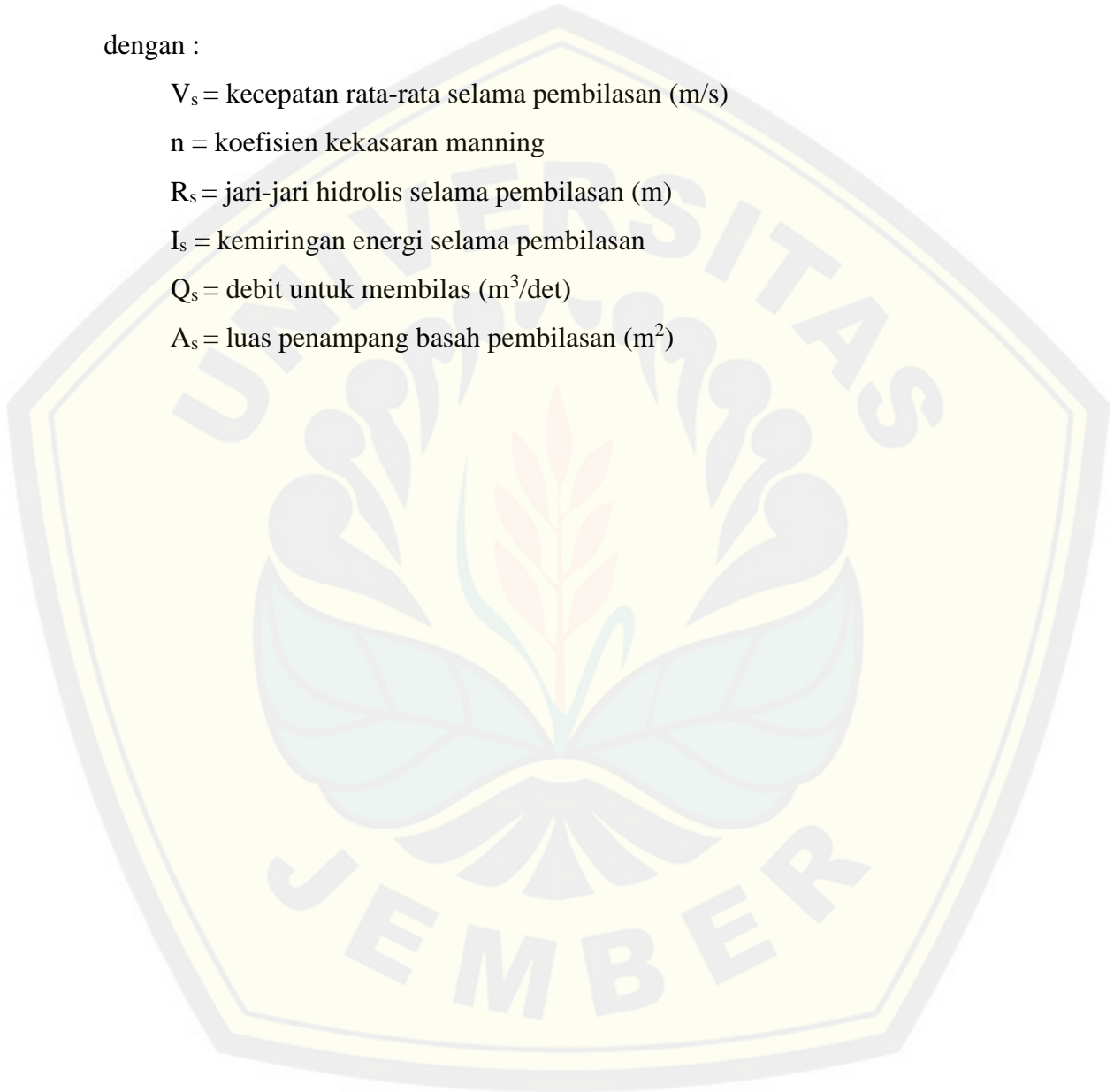
n = koefisien kekasaran manning

R_s = jari-jari hidrolis selama pembilasan (m)

I_s = kemiringan energi selama pembilasan

Q_s = debit untuk membilas (m^3/det)

A_s = luas penampang basah pembilasan (m^2)



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Bendung Porolinggo terletak di Dusun Salamrejo, Desa Sumbergondo, Kecamatan Glenmore, Kabupaten Banyuwangi. Daerah Irigasi Porolinggo mendapat pasokan air dari Bendung Porolinggo yang berjarak kurang lebih 40 km dari Kota Banyuwangi ke arah barat. Dengan debit maksimum tahunan 9,6 liter/detik. Daerah layanan irigasi Bendung Porolinggo meliputi Kecamatan Glenmore, Kecamatan Tegalsari, dan Kecamatan Genteng. Pada Daerah Aliran Sungai Bendung Porolinggo ini menerapkan pola tanam padi sepanjang tahun dikarenakan ketersediaan air yang mengalir sepanjang tahunnya. Daerah Irigasi Porolinggo melayani area irigasi seluas 4.031 Ha.



Gambar 3.1 Lokasi penelitian Bendung Porolinggo

Sumber : Google Image

3.2 Tahapan Penelitian

3.2.1 Pengumpulan Data

a. Data Primer

Data primer yang digunakan pada penelitian ini yaitu berat jenis sedimen, ukuran partikel sedimen, konsentrasi sedimen, lebar sungai, elevasi sungai, kedalaman sungai dan suhu air sungai. Cara pengambilan data primer ini adalah dengan mengambil sampel sedimentasi yang terdapat pada Bendung Porolinggo. Berikut adalah beberapa cara pengambilan data sedimentasi dan prosedur pengujian pada Bendung Porolinggo :

1) Prosedur pengambilan sampel

- Menyiapkan peralatan yang digunakan untuk pengambilan tanah
- Menentukan lokasi pengambilan tanah
- Menggali tanah dengan mencampurkan tanah sedimen sehingga homogen
- Kemudian ambil tanah secukupnya untuk sampel

2) Berat jenis sedimen

a) Alat dan bahan

Berikut adalah alat dan bahan yang diperlukan pada saat pengujian berat jenis sedimen, yaitu :

- *Picnometer* 100 ml
- Oven
- Neraca 0,01 mm
- Saringan 2 mm
- Sprayer
- *Hot plate*
- Tanah 50 gr lolos saringan 2 mm

b) Prosedur pengujian

- Membersihkan picnometer yang akan digunakan dan menimbang picnometer (W1)
- Menyiapkan 50 gr benda uji yang lolos saringan 2 mm dan masukkan benda uji ke dalam picnometer kemudian ditimbang (W2)
- Menambahkan air suling ke dalam picnometer sehingga benda uji terendam
- Mendidihkan picnometer dengan *hot plate* hingga mengeluarkan gelembung udara
- Menambahkan air sedikit demi sedikit sampai leher *picnometer*, kemudian menimbang *picnometer* + tanah + air (W3)
- Mencuci picnometer sampai bersih dan mengisi air suling mencapai leher *picnometer*, kemudian menimbang *picnometer* + air (W4)

3) Ukuran partikel sedimen

a) Alat dan bahan

Berikut adalah alat dan bahan yang diperlukan pada saat pengujian ukuran partikel sedimen, yaitu :

- Satu set saringan
- Oven
- Neraca 1 gram
- *Shieve shaker*
- Talam
- Scraper
- Tanah asli sebanyak 500 gr

b) Prosedur pengujian

- Menimbang berat bersih masing-masing ayakan yang akan digunakan
- Menghancurkan benda uji dengan palu karet sebelum dilakukan pengayakan
- Menimbang benda uji ± 500 gr (bila benda uji yang diperiksa mengandung butiran kasar lebih besar dari ayakan nomor 4 benda uji perlu ditambah)
- Menyaring benda uji melalui urutan-urutan saringan menggunakan *shieve shaker* selama 10 menit
- Menimbang masing-masing saringan dan benda uji setelah melakukan pengayakan
- Mengurangkan berat tanah (e) – (a) yang memberikan hasil berat tanah yang tertinggal (jumlah berat butir yang tertinggal harus dikontrol dengan berat semula)
- Bila bagian benda uji yang tertinggal pada saringan nomor 200 cukup besar, dalam hal tersebut dilakukan pencucian. Pencucian ini dilakukan dengan mencuci tanah yang tertinggal dalam ayakan dengan memasukkan air ke dalam ayakan tersebut. Kumpulkan tanah yang telah dicuci, kemudian dikeringkan, dan ditimbang berat benda uji yang tertinggal pada ayakan nomor 200 dan dijumlahkan hasil tersebut pada berat tanah yang tertinggal di Pan pada (f)

4) Konsentrasi sedimen

a) Alat dan bahan

Berikut adalah alat dan bahan yang diperlukan pada saat pengujian konsentrasi sedimen, yaitu :

- Kertas saring
- Gelas ukur
- Neraca 1 gram

- Oven
 - Air sungai sebanyak 1000 ml
- b) Prosedur pengujian
- Timbang terlebih dahulu kertas saring yang akan digunakan
 - Tuangkan air sungai sebanyak 1000 ml ke dalam gelas ukur
 - Kemudian saring air sungai yang berada di dalam gelas ukur menggunakan kertas saring
 - Kertas saring yang telah digunakan untuk menyaring air sungai lalu di oven hingga benar-benar kering
 - Timbang kertas saring yang sudah dikeluarkan dari oven
- 5) Berat Volume
- a) Alat dan bahan
- Berikut adalah alat dan bahan yang diperlukan pada saat pengujian konsentrasi sedimen, yaitu :
- Ring berat isi
 - Jangka sorong
 - Neraca
 - Oven
 - Cawan
 - Pan
- b) Prosedur pengujian
- Bersihkan ring besi isi yang akan digunakan
 - Ukur diameter dalam dan tingginya dengan menggunakan jangka sorong, hitung volumenya
 - Timbang ring tersebut dengan ketelitian 0,01 gram

- Masukkan sampel tanah ke dalam ring langsung dari tabung sampel dengan menggunakan sampel ekstruder
- Ratakan permukaan tanah di kedua timbangan kembali berikut pan
- Bersihkan bagian luar ring kemudian timbangan kembali berikut pan
- Masukkan ring yang berisi sampel tanah dan tanah tadi ke dalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam
- Tunggu hingga mencapai suhu ruangan kemudian timbangan kembali

b. Data Sekunder

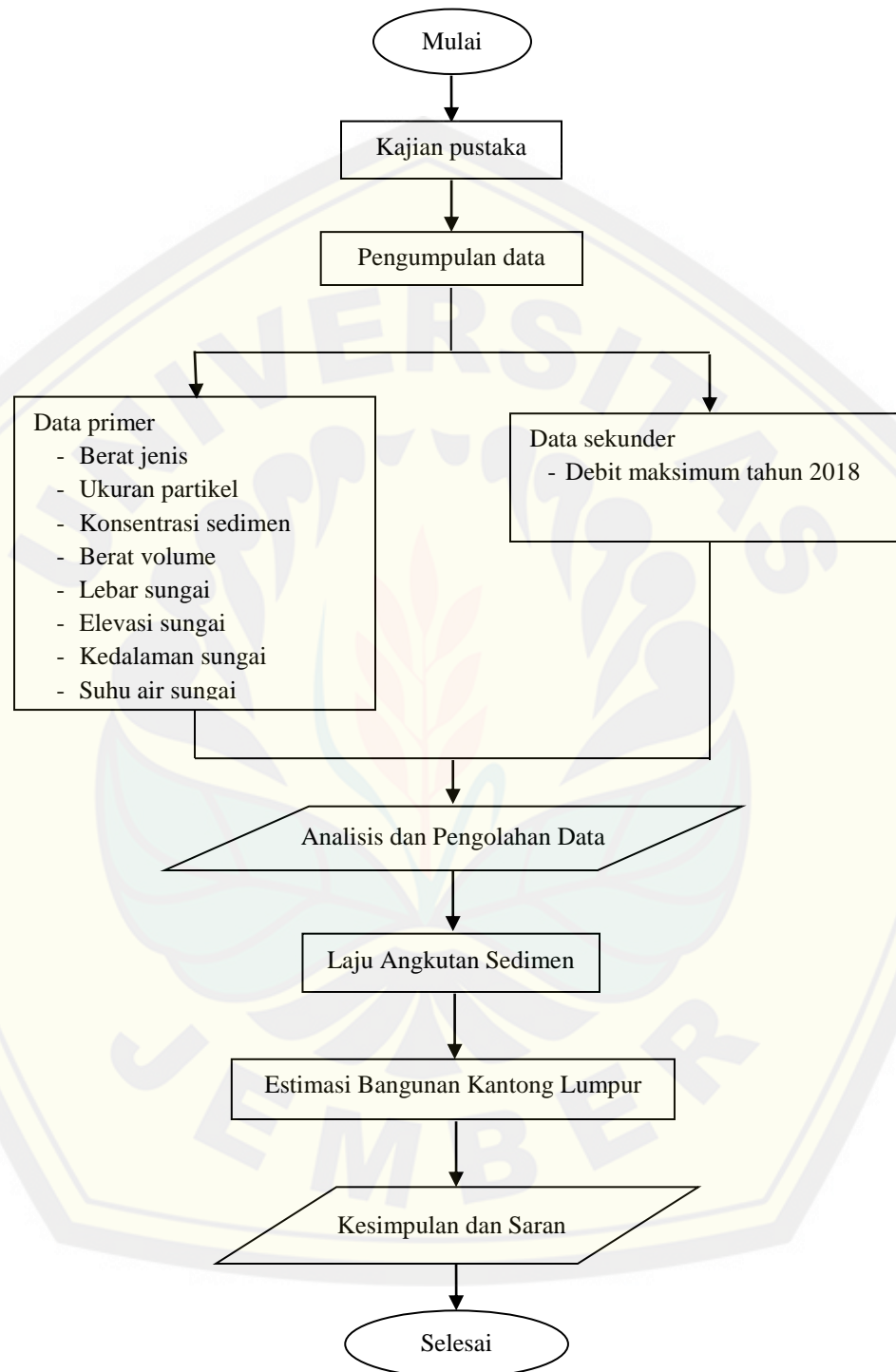
Data sekunder yang dibutuhkan yaitu data debit maksimum tahunan yang diperoleh dari Saluran Irigasi Bendung Porolinggo. Data debit yang diperlukan yang diambil pada tahun 2018.

3.2.2 Menghitung Angkutan Sedimen

Pada penelitian ini untuk menghitung angkutan sedimen menggunakan rumus-rumus empiris yaitu metode *Meyer Peter Muller*, metode *Schocklitsch*, metode *Frijlink*, metode *Enstein*, metode *Yang's*, metode *Engelund and Hansen*, dan metode *Shen and Hungs*.

3.2.3 Menghitung Bangunan Kantong Lumpur

Bangunan kantong lumpur dihitung dari hasil angkutan sedimen kemudian dikalikan dengan waktu pembilasan. Kemudian dihitung kapasitas bangunan kantong lumpur yang mampu menampung banyaknya angkutan sedimen tersebut.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil Analisa dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode yang tepat untuk perhitungan sedimentasi pada Saluran Irigasi Bendung Porolinggo yaitu Metode *Meyer-Peter and Muller*, dikarenakan nilai perhitungan angkutan sedimen pada Metode *Meyer-Peter and Muller* hampir mendekati dengan angkutan sedimen di lapangan dengan nilai NSE sebesar 0,5606 dengan kriteria cukup baik.
2. Dari estimasi sedimentasi pada kantong lumpur maka didapatkan volume kantong lumpur pada Saluran Irigasi Bendung Porolinggo adalah 43400 m³ untuk masa pengerukannya adalah 90 hari, dengan dimensi kantong lumpur yaitu panjang kantong lumpur 112 m dan lebar kantong lumpur 7 m, dan kedalaman kantong lumpur pada saat kosong yaitu 0,75 m.

5.2 Saran

Dalam penelitian ini diharapkan pada Saluran Irigasi Bendung Porolinggo lebih memperhitungkan waktu dalam pengerukan sedimentasi yang terdapat di sepanjang saluran agar pasokan air yang tersedia untuk irigasi tetap terpenuhi.

DAFTAR PUSTAKA

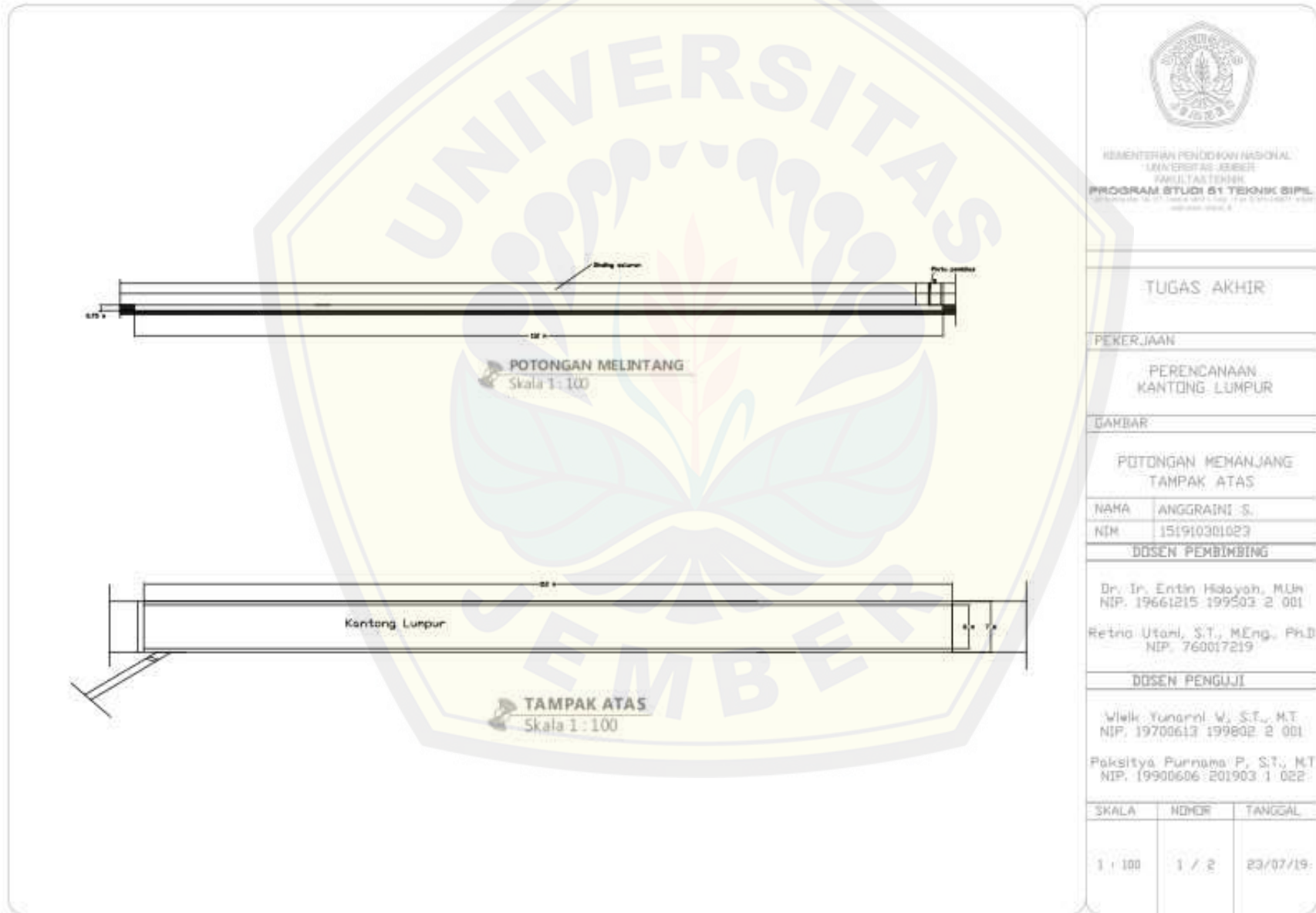
- Abdul G. N.A.A., Othman. N., Baharudin. M.K.H, 2012, Study on Characteristics of Sediment and Sedimentation Rate at Sungai Lembing, Kuantan, Pahang, Precedia Engineering of Malaysian Technical Universities Conference on Engineering & Technology 2012, MUCET 2012 Part 3 - Civil and Chemical Engineering.
- Anwas, M, 1994, Bentuk Muka Bumi, [http:// elcom.umy.ac. id/elschool/muallimin_muhammadiyah /file. php/1/materi/Geografi /Bentuk%20muka%20bumi](http://elcom.umy.ac.id/elschool/muallimin_muhammadiyah/file.php/1/materi/Geografi/Bentuk%20muka%20bumi). Pdf, diakses pada tanggal 20 April 2015.
- Asdak Chay, 2007, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Boangmanalu Arta O, 2012, *Kajian Laju Angkutan Sedimen pada Sungai Wampu*, Tugas Akhir, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
- Djebou, D. C. S. 2018. Assessment of sediment inflow to a reservoir using the SWAT model under undammed conditions: A case study for the Somerville reservoir, Texas, USA. *International Soil and Water Conservation Research* 1-8.
- Garde, R.J., Raju, K.G.R., 1985, *Mechanics of Sediment Transportation and Alluvial Stream Problems*, Second Edition, Wiley Eastern Limited, Roorkee, India.
- Gharehkhani, R. 2011. Issues Problems of Sedimentation in Reservoir Siazakh Dam Case Study. *International Journal of Geological and Environmental Engineering* 5: 829-831.
- Ginting, P. 2016. Evaluasi Dimensi Hidrolis Bangunan Intake Kantong Lumpur, dan Saluran Induk Kiri Pada Bendung Lahat Kota Lahat-Propinsi Sumatera Selatan. *Skripsi*. Jakarta: Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercubuana Jakarta.
- Mulu, A., dan G. S. Dwarakish. 2015. Different Approach for Using Trap Efficiency for Estimation of Reservoir Sedimentation. An Overview. *International Conference On Water Resources, Coastal And Ocean Engineering (Icwrcoe 2015)* 4: 847-852.
- Munandar, A., dan Terunajaya. 2014. Analisis Laju Angkutan Sedimen Bagi Perhitungan Kantong Lumpur pada D.I Perkotaan Kabupaten Batubara. *Skripsi*. Medan: Bidang Studi Teknik Sumber Daya Air Departemen Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara.

- Perkasa, I. K. 2017. Evaluasi Kinerja Kantong Lumpur dan Saluran Primer Bendung Notog dalam Melayani Kebutuhan Irigasi. *Skripsi*. Surakarta: Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Ponce, V.M., 1989, *Engineering Hydrology, Principles and Practice*, Prentice-Hall Inc., New Jersey.
- Purnawan, S., Setiawan, Ichsan., Marwantim, 2012, Studi sebaran sedimen berdasarkan ukuran butir di perairan Kuala Gigieng, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh, *Jurnal Depik Vol 1 Nomor 1*, Hal31-36.
- Siwi, D. R., dan R. Wiziarti. 2014. Evaluasi Perencanaan Bangunan Kantong Lumpur pada PDAM Meureudu Kecamatan Kabupaten Pidie Jaya. *Skripsi*. Medan: Program Studi Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Medan.
- Soewarno, 1991, *Hidrologi: Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*, Nova, Bandung, Hal.643 –795.
- Wulandari, D. A., D. Legono, dan S. Darsono. 2014. Reservoir Operation to Minimize Sedimentation. *International Journal of Science and Engineering (IJSE)* 6: 16-23.
- Zhijun, D., dan J. T. Liu. 2013. Impacts of large dams on downstream fluvial sedimentation: An example of the Three Gorges Dam (TGD) on the Changjiang (Yangtze River). *Journal of Hydrology* 480: 10-18.

KOREK AIR IRIGASI WILAYAH GLENMORE			PELAKSANAAN DAN RENCANA PEMBAGIAN AIR								Laporan : Formulir : Korek Air Irigasi Dinas					
Derah Irigasi :			Pelaksanaan pada tanggal 1 s/d 10 Desember 2018								Rencana pada tanggal S.d					
Saluran Irigasi :		Baku sawah (Ha)	Debit Rata-Rata (Ltr/detik)				LPR (ha.pol)	FPR (ltr/det/ha.pol)	Kehilangan (-) / Suplai (+) air		Efisiensi (%)	Jika pembagian air terus menerus			Jika pembagian air secara bergilir	
			Primer dari sungai	Skunder dari Primer	Tersier dari Primer	Tersier dari sekunder			(ltr/det)	(%)		LPR (ha. pol)	FPR (ltr/det/ha. pol)	Debit (lt/ det)	Debit (lt/ det)	Tgl. dan jam
No	P = Primer Skunder =Tersier	S= T	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	2	3														
	BS 6	84				84	288									
	BD. Singo	26				38	127									
	BS 5	172				170	565									
	BST Ka	74				88	279									
	BST Te	95				85	268									
	BST Ki	3				6	18									
	BS 2	111				172	566									
	BS 3	7				13	42									
	BS 4 Ka	30				43	142									
	BS 4 Te	21				38	130									
	BS 4 Ki	53				74	252									
	PR 0	99				127	427									
	PR 1 Ka	3				6	18									
	PR 1 Ki	4				6	24									
	PR 2 Ka	42				50	149									
	Pr 2 Ki	50				76	236									
	BS 1	141				159	561									



Lampiran 2. Gambar Perencanaan Kantong Lumpur



KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN
KANTONG LUMPUR

GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG
TAMPAK ATAS

NAMA ANGGRAINI S.

NIM 151910301023

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.Eng.
NIP. 19661215 199503 2 001

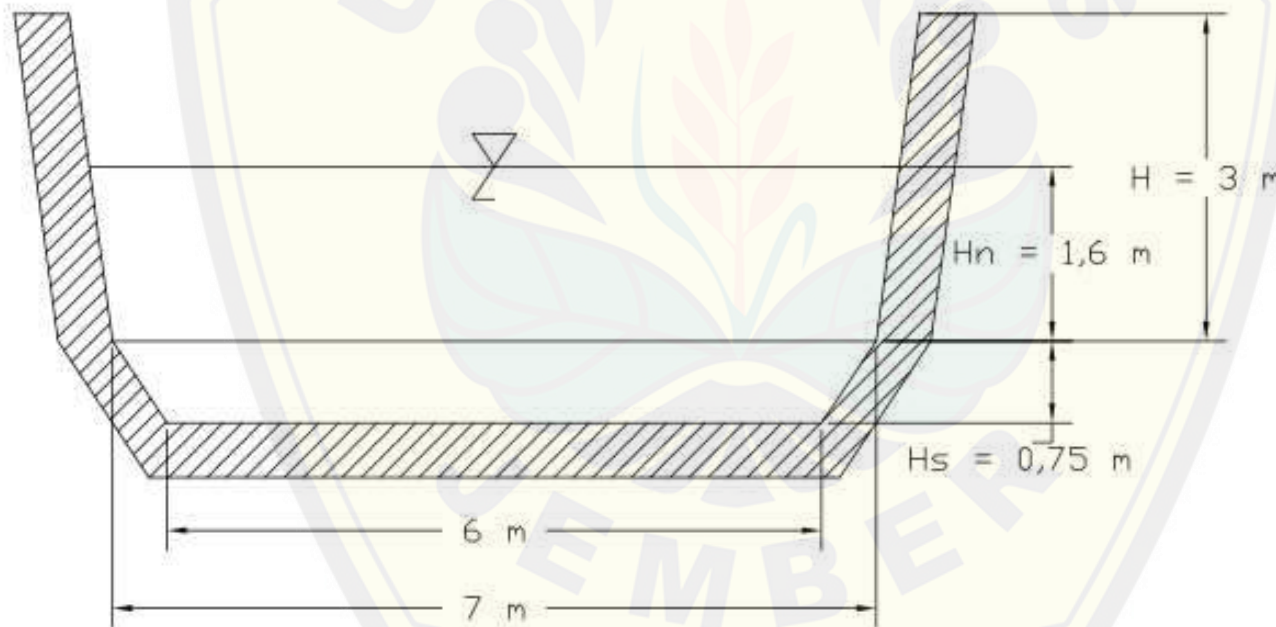
Retno Utami, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 760017219

DOSEN PENGUJI

Wiek Yunarni W., S.T., M.T.
NIP. 19700613 199802 2 001

Paksitya Purnama P., S.T., M.T.
NIP. 19900606 201903 1 022

SKALA	NOMOR	TANGGAL
1 : 100	1 / 2	23/07/19-



 **POTONGAN MEMANJANG**
Skala 1 : 10



KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL

TUGAS AKHIR

PEKERJAAN

PERENCANAAN
KANTONG LUMPUR

GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG

NAMA: ANGGRAINI S.

NIM: 151910301023

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.Eng.
NIP. 19661215 199503 2 001

Retno Utami, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 760017219

DOSEN PENGUJI

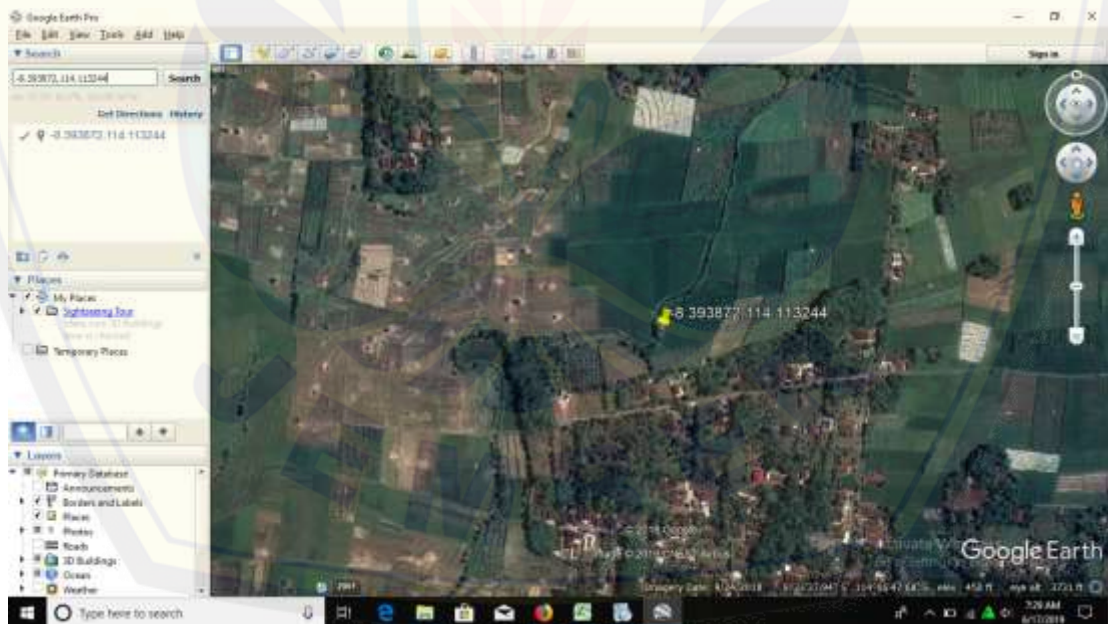
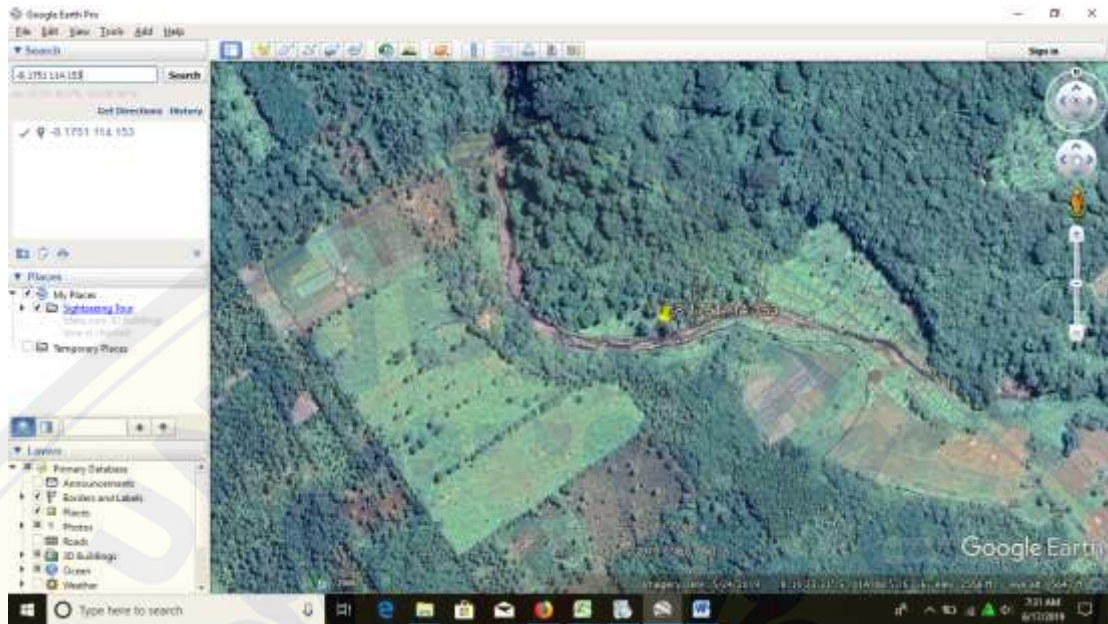
Wilek Yunorri W, S.T., M.T.
NIP. 19700613 199802 2 001

Pakisty Purnana P, S.T., M.T.
NIP. 19900606 201903 1 022

SKALA: NOMBOR: TANGGAL:

1 : 10 2 / 2 23/07/19

Lampiran 3. Elevasi Hulu dan Hilir pada *Google Earth*



Lampiran 4. Foto Pengambilan Sampel Air dan Sedimen



Lampiran 5. Foto Pengujian Berat Jenis



Lampiran 6. Foto Pengujian Analisa Saringan



Lampiran 7. Foto Pengujian Konsentrasi Sedimen



Lampiran 8. Foto Pengujian Berat Volume



Lampiran 8. Foto Pengerukan Sedimentasi



Lampiran 9. Hasil Uji Berat Volume

Berat Volume A

No. Contoh	Kedalaman (m)	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin (gr)	Berat Tanah (gr)	Volume Cincin (cm ³)	Berat Volume (gr/cm ³)	Rata-rata (gr/cm ³)
1	1	61,82	132,71	70,89	64,31	1,10	1,070
2		61,82	130,25	68,43	64,31	1,06	
3		61,82	128,90	67,08	64,31	1,04	

Berat Volume B

No. Contoh	Kedalaman (m)	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin (gr)	Berat Tanah (gr)	Volume Cincin (cm ³)	Berat Volume (gr/cm ³)	Rata-rata (gr/cm ³)
1	1	61,82	128,45	66,63	64,31	1,04	1,092
2		61,82	134,00	72,18	64,31	1,12	
3		61,82	133,73	71,91	64,31	1,12	

Berat Volume C

No. Contoh	Kedalaman (m)	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin (gr)	Berat Tanah (gr)	Volume Cincin (cm ³)	Berat Volume (gr/cm ³)	Rata-rata (gr/cm ³)
1	1	61,82	127,29	65,47	64,31	1,02	1,040
2		61,82	129,31	67,49	64,31	1,05	
3		61,82	129,42	67,60	64,31	1,05	

Berat Volume D

No. Contoh	Kedalaman (m)	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin (gr)	Berat Tanah (gr)	Volume Cincin (cm ³)	Berat Volume (gr/cm ³)	Rata-rata (gr/cm ³)
1	1	61,82	127,52	65,70	70,89	1,02	1,005
2		61,82	125,10	63,28	68,43	0,98	
3		61,82	126,83	65,01	67,08	1,01	

Berat Volume E

No. Contoh	Kedalaman (m)	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin (gr)	Berat Tanah (gr)	Volume Cincin (cm ³)	Berat Volume (gr/cm ³)	Rata-rata (gr/cm ³)
1	1	61,82	121,77	59,95	64,31	0,93	0,907
2		61,82	119,58	57,76	64,31	0,90	
3		61,82	119,10	57,28	64,31	0,89	

Berat Volume F

No. Contoh	Kedalaman (m)	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin (gr)	Berat Tanah (gr)	Volume Cincin (cm ³)	Berat Volume (gr/cm ³)	Rata-rata (gr/cm ³)
1	1	61,82	120,25	58,43	64,31	0,91	0,914
2		61,82	119,61	57,79	64,31	0,90	
3		61,82	121,85	60,03	64,31	0,93	