



TUGAS AKHIR – RC 18-4803

**ANALISA ANGKUTAN SEDIMEN PADA SUNGAI  
LANANG, DESA PENDEM, KECAMATAN KANDAT,  
KABUPATEN KEDIRI**

NADLAUTAL REYMALTA  
NRP: 03111745000027

DOSEN PEMBIMBING I  
Dr. Ir. WASIS WARDOYO, MSc  
NIP. 19610927 198701 1 001

DOSEN PEMBIMBING II  
MOHAMAD BAGUS ANSORI, S.T., M.T  
NIP. 3100201405002

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2019



TUGAS AKHIR – RC 18-4803

**ANALISA ANGKUTAN SEDIMEN PADA SUNGAI  
LANANG, DESA PENDEM, KECAMATAN KANDAT,  
KABUPATEN KEDIRI**

NADLAUTAL REYMALTA  
NRP: 03111745000027

DOSEN PEMBIMBING I  
Dr. Ir. WASIS WARDOYO, MSc  
NIP. 19610927 198701 1 001

DOSEN PEMBIMBING II  
MOHAMAD BAGUS ANSORI, S.T., M.T  
NIP. 3100201405002

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, Dan Kebumian  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2019



FINAL PROJECT – RC 18-4803

**ANALYSIS OF SEDIMENT TRANSPORT IN  
LANANG RIVERS, PENDEM VILLAGES, KANDAT  
SUB-DISTRICTS, KEDIRI**

NADLAUTAL REYMALTA  
NRP: 03111745000027

ACADEMIC SUPERVISOR I  
Dr. Ir. WASIS WARDOYO, MSc  
NIP. 19610927 198701 1 001

ACADEMIC SUPERVISOR II  
MOHAMAD BAGUS ANSORI, S.T., M.T  
NIP. 3100201405002

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
Faculty of Civil Engineering, Environment, and Earth  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2019

**ANALISA ANGKUTAN SEDIMEN PADA SUNGAI  
LANANG, DESA PENDEM, KECAMATAN KANDAT,  
KABUPATEN KEDIRI**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi S-1 Lintas Jalur Departemen Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

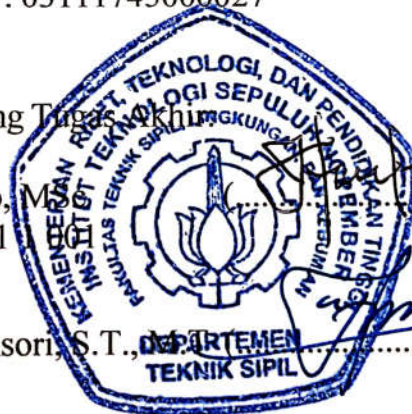
**NADLAUTAL REYMALTA**

NRP. 0311174500027

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

1. Dr. Ir. Wasis Wardoyo, M.Eng.  
NIP. 19610927 198701

2. Mohammad Bagus Ansori, S.T.,  
NIP. 3100201405002



**SURABAYA  
JULI, 2019**

# **ANALISA ANGKUTAN SEDIMEN PADA SUNGAI LANANG, DESA PENDEM, KECAMATAN KANDAT, KABUPATEN KEDIRI**

**Nama Mahasiswa : Nadlautal Reymalta**  
**NRP : 0311174500027**  
**Departemen : Teknik Sipil FTSLK – ITS**  
**Dosen Pembimbing : Ir. Wasis Wardoyo, M.Sc**  
**Mohamad Bagus Ansori, S.T., M.T**

## **ABSTRAK**

*Sungai Lanang merupakan salah satu anak sungai yang berhulu di lereng Gunung Kelud dan berhilir pada Sungai Brantas. Sungai Lanang merupakan salah satu sungai yang terkena dampak banjir lahar dingin akibat erupsi Gunung Kelud yang terjadi pada tahun 1983 dan 2014. Setelah banjir lahar dingin terjadi, sedimen yang terbawa oleh aliran air tersebut akan mengendap dan mengakibatkan berkurangnya kapasitas tampung dari Sungai Lanang, hal tersebut dapat berakibat buruk ketika terjadi angkutan sedimen. Selain terjadinya pengendapan, dampak lain yang akan terjadi adalah perubahan dasar kemiringan Sungai Lanang. Kedua hal tersebut jika dibiarkan dapat merubah karakteristik sungai. Selain itu juga, angkutan sedimen dapat berakibat buruk seperti rusaknya perkebunan dan pertanian, terjadinya banjir pada pemukiman warga serta dapat membuat aliran sungai baru. Salah satu ruas yang terkena dampak adalah pada ruas hilir Sungai Lanang yaitu sepanjang  $\pm 6.00$  km dari Sungai Brantas.*

*Oleh karena itu, disini penulis bertujuan untuk menganalisa potensi angkutan sedimen yang dilakukan dengan metode analitik, dimana potensi angkutan sedimen akan dilakukan selama satu tahun terakhir. Dari hasil analisa*

*potensi angkutan sedimen selama satu tahun terakhir kemudian akan dianalisa berapa besar perubahan kemiringan dasar sungai tiap terjadi angkutan sedimen dan bagaimana pengaruh angkutan sedimen pada dasar sungai. Analisa yang dilakukan dengan metode analitik dimana hanya menghitung angkutan dasar (bed-load) dengan Formula Meyer Peter dan Muller (MPM). Setelah diketahui, besaran dan pengaruh terhadap kemiringan dasar sungai, kemudian direncanakan dimensi bangunan penahan sedimen. Perencanaan bangunan tersebut hanya sebatas menghitung dimensi bangunan saja, tanpa memperhatikan stabilitas bangunannya.*

*Dari hasil perhitungan potensi angkutan sedimen dapat diketahui bahwa selama satu tahun, besaran maksimal perubahan kemiringan dasar saluran yang mengalami aggradasi per tahun adalah sebesar 2.53 m pada ruas 1 dan rata-rata aggradasi sebesar 0.69 m/ruas. Sedangkan besaran maksimal perubahan kemiringan dasar saluran yang mengalami degradasi per tahun adalah sebesar -0.88 m pada ruas 32 dan rata-rata degradasi sebesar -0.31 m/ruas. Untuk mengatasi perubahan kemiringan dasar saluran tersebut selanjutnya direncanakan groundsill. Adapun ruas yang membutuhkan groundsill, di antaranya ruas 58, ruas 48, ruas 32, dan ruas 25. Groundsill yg direncanakan kesemuanya memiliki tipe mercu ogee dan memiliki kolam olak yg bertipe I. Adapun salah satu dimensi groundsill yaitu pada ruas 58 adalah tinggi = 0.35 m, lebar = 7.00 m dan panjang kolam olak = 1.30 m.*

***Kata Kunci : Sungai Lanang, Sedimen, Analisa Angkutan Sedimen, Kemiringan Dasar Sungai, Groundsill.***

**SEDIMENT TRANSPORT ANALYSIS IN  
LANANG RIVERS, PENDEM VILLAGES,  
KANDAT SUB-DISTRICT, KEDIRI**

**Colleger's Name : Nadlताल Reymalta**  
**NRP : 0311174500027**  
**Departmen : Teknik Sipil FTSLK – ITS**  
**Academic Supervisor : Ir. Wasis Wardoyo, M.Sc**  
**Mohamad Bagus Ansori, S.T., M.T**

**ABSTRACT**

*Lanang River is a tributary of the headwaters on the slopes of Mount Kelud and berhilir the Brantas River. Lanang River is one of the rivers of cold lava flood-affected due to the eruption of Mount Kelud which occurred in 1983 and 2014. After the cold lava flood occurred, the sediment carried by the water flow will settle and result in reduced capacities of Lanang River, it can be bad when the sediment transport, In addition to the precipitation, the other impacts will occur is a basic change in the slope of Lanang River. Both of these if left can alter the characteristics of the river. In addition, sediment transport can be bad as the destruction of plantations and agriculture, flooding in residential areas and can create new streams. One of the affected segment is the segment that Lanang River downstream along the  $\pm 6.00$  km from the Brantas River.*

*Therefore, here the author aims to analyze the potential for sediment transport is performed by the analytical method, where the potential for sediment transport will be carried out during the past year. From the analysis of the potential for sediment transport during the past one year and then analyzed how much each change in slope occur riverbed sediment transport and how the effects of sediment transport on the*

*riverbed. Analysis performed by the analytical method which only calculate basic transport (bed-load) with Formula Meyer Peter and Muller (MPM). Once known, the magnitude and impact on the slope of the river bottom, then planned dimensions of building retaining sediment. The building plan was limited to calculate the dimensions of the building alone, without regard to the stability of the building.*

*From the calculation of sediment transport potential can be seen that for a year, the amount maximum change in slope channel basis who experience agradasi per year is 2:53 am on segment 1 and the average agradasi amounted to 0.69 m / segments, Sedangkan scale maximum change in slope channel basis degraded per year amounted to -0.88 m on section 32 and the average degradation of -0.31 m / segments. To cope with the change of the channel bottom slope next planned groundsill. The segments that require groundsill, including sections 58, section 48, section 32 and section 25. groundsill who planned all of whom have type lighthouse has an ogee and megrim mouth of type I. The one-dimensional groundsill namely the segment 58 is high = 0:35 m, width = 7.00 m and a length of the pool megrim = 1.30 m.*

**Keywords :** *Lanang River, Sediment, Sediment Transport Analysis, Basic slope of the river, Groundsill.*



## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis memanjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir dengan judul “Analisa Angkutan Sedimen Pada Sungai Lanang, Desa Pendem, Kecamatan Kandat, Kabupaten Kediri” tepat pada waktunya.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak akan mampu diselesaikan tanpa arahan, bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua yang tiada hentinya selalu mendukung dan mendoakan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Ir. Wasis Wardoyo, MSc selaku dosen pembimbing I.
3. Bapak Mohamad Bagus Ansori, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II.
4. Teman-teman LJ 2017 yang telah berjuang bersama-sama menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Sipil ITS.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis mengharapkan, semoga tugas akhir ini dapat memenuhi harapan dan bermanfaat bagi kita semua, khususnya mahasiswa teknik sipil

Surabaya, 2019

Penulis

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR GRAFIK.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan.....	3
1.5. Manfaat.....	4
1.6. Lokasi Studi.....	5
BAB II TINJAUAN PUSATAKA.....	7
2.1. Sungai.....	7
2.1.1. Morfologi Sungai.....	8
2.1.2. Daerah Aliran Sungai.....	8
2.1.3. Muara Sungai.....	8
2.2. Klasifikasi Distribusi Ukuran Butiran.....	9
2.3. Analisa Ukuran Butiran Sedimen.....	11

2.2.1.	Analisa Saringan .....	11
2.2.2.	Menentukan Berat Jenis .....	12
2.4.	Analisa Hidrologi.....	13
2.4.1.	Curah Hujan Rata-rata Daerah ( <i>Basin Rainfall</i> ) .....	13
2.4.2.	<i>Run-off Coeficient</i> (Koefisien Pengaliran) ....	14
2.4.3.	<i>Time of Concentration</i> .....	17
2.4.4.	Intensitas Hujan.....	17
2.4.5.	Debit Sungai Tersedia.....	18
2.5.	Sedimentasi .....	19
2.5.1.	Formulasi Angkutan Sedimen.....	20
2.6.	Perencanaan <i>Groundsill</i> .....	22
2.6.1.	Pengertian <i>Groundsill</i> .....	22
2.6.2.	Pemilihan <i>Groundsill</i> .....	23
2.6.3.	Perhitungan <i>Groundsill</i> .....	23
BAB III METODOLOGI.....		27
3.1.	Umum .....	27
3.2.	Tahap Persiapan .....	27
3.2.1.	Studi Lapangan .....	27
3.2.2.	Studi Literatur .....	27
3.3.	Pengumpulan Data .....	28
3.3.1.	Data Sedimen .....	28
3.3.2.	Data Hidrologi.....	28
3.3.3.	Data Geometri Sungai .....	28

3.4.	Tahap Analisa Perencanaan .....	28
3.4.1.	Analisa Sedimen .....	29
3.4.2.	Analisa Hidrologi.....	29
3.4.3.	Analisa Angkutan Potensi Sedimen .....	29
3.4.4.	Perencanaan <i>Groundsill</i> .....	29
3.5.	Kesimpulan .....	30
3.6.	Diagram Alir .....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		33
4.1.	Pengumpulan Data .....	33
4.1.1.	Pengumpulan Data Sedimen .....	33
4.1.2.	Pengumpulan Data Hidrologi.....	33
4.1.3.	Pengumpulan Data Geometri Sungai .....	34
4.2.	Analisa Perencanaan .....	34
4.2.1.	Analisa Sedimen .....	34
4.2.2.	Analisa Hidrologi.....	68
4.2.3.	Analisa Angkutan Total Potensi Sedimen.....	79
4.2.4.	Perencanaan <i>Groundsill</i> .....	92
BAB V KESIMPULAN.....		105
5.1.	Kesimpulan .....	105
5.2.	Saran .....	106
DAFTAR PUSTAKA .....		107
Lampiran 1 .....		109
Lampiran 2.....		135

Lampiran 3 .....	149
Lampiran 4 .....	179
BIODATA PENULIS .....	185

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Peta Lokasi Studi (Sumber: Google Earth) .....	5
Gambar 2. 1. Polygon Thiessen .....	14
Gambar 2. 2. Skema angkutan sedimen .....	20
Gambar 2. 3. Grafik perbandingan $S$ vs $\theta_{cr}$ .....	24
Gambar 3. 1. Diagram Alir .....	31
Gambar 4. 1. Ruas 1.....	35
Gambar 4. 2. Ruas 2.....	35
Gambar 4. 3. Ruas 3.....	36
Gambar 4. 4. Ruas 4.....	36
Gambar 4. 5. Ruas 5.....	37
Gambar 4. 6. Daerah Pengaruh Stasiun Hujan.....	71

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1. Kurva S Analisa Saringan Ruas Satu Sisi Kiri ..	41
Grafik 4. 2. Kurva S Analisa Saringan Ruas Satu Sisi Kanan .....	42
Grafik 4. 3. Kurva S Analisa Saringan Ruas Dua Sisi Tengah .....	45
Grafik 4. 4. Kurva S Analisa Saringan Ruas Tiga Sisi Kiri..	49
Grafik 4. 5. Kurva S Analisa Saringan Ruas Tiga Sisi Kanan .....	50
Grafik 4. 6. Kurva S Analisa Saringan Ruas Empat Sisi Kiri	54
Grafik 4. 7. Kurva S Analisa Saringan Ruas Empat Sisi Kanan .....	55
Grafik 4. 8. Kurva S Analisa Saringan Ruas Lima Sisi Kiri.	59
Grafik 4. 9. Kurva S Analisa Saringan Ruas Lima Sisi Kanan .....	60
Grafik 4. 10. Grafik perbandingan $S$ vs $\theta_{cr}$ .....	94
Grafik 4. 11. Lengkung Groundsill.....	99
Grafik 4. 12. Perubahan Kemiringan Dasar Saluran Tanggal 1 Januari 2018 hingga Tanggal 1 Januari 2019.....	103
Grafik 4. 13. Rekapitulasi Perubahan Kemiringan Tanggal 1 Januari 2018, Tanggal 1 Januari 2019 dan Akibat Groundsill .....	104

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Klasifikasi Ukuran Butiran menurut American Geophysical Union (AGU) .....	10
Tabel 2. 2. Pengujian Analisa Saringan Agregat .....	12
Tabel 2. 3. Koefisien Limpasan untuk Metode Rasional .....	15
Tabel 4. 1. Analisa Saringan Ruas Satu Sisi Kiri.....	38
Tabel 4. 2. Analisa Saringan Ruas Satu Sisi Kanan.....	39
Tabel 4. 3. Analisa Saringan Ruas Dua Sisi Tengah.....	43
Tabel 4. 4. Analisa Saringan Ruas Tiga Sisi Kiri .....	46
Tabel 4. 5. Analisa Saringan Ruas Tiga Sisi Kanan .....	48
Tabel 4. 6. Analisa Saringan Ruas Empat Sisi Kiri .....	51
Tabel 4. 7. Analisa Saringan Ruas Empat Sisi Kanan .....	53
Tabel 4. 8. Analisa Saringan Ruas Lima Sisi Kiri .....	56
Tabel 4. 9. Analisa Saringan Ruas Lima Sisi Kanan .....	58
Tabel 4. 10. Harga Koefisien Thiessen .....	69
Tabel 4. 11. Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah.....	72
Tabel 4. 12. Hasil Perhitungan Intensitas Hujan.....	76
Tabel 4. 13. Hasil Perhitungan Debit Tersedia .....	78
Tabel 4. 14. Rekapitulasi Angkutan Sedimen Tahun 2018 - 2019 .....	90
Tabel 4. 15. Perhitungan harga koefisien limpahan (C).....	97
Tabel 4. 16. Koordinat Lengkung Groundsill .....	99
Tabel 4. 17. Rekapitulasi Perhitungan Groundsill .....	102

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Erupsi adalah proses keluarnya magma dan material lain yang kemudian mengalir ke lereng-lereng puncak gunung. Bahaya yang dikibatkan oleh erupsi ada dua macam, yaitu bahaya primer dan bahaya sekunder. Bahaya primer adalah bahaya yang langsung dialami bersamaan dengan terjadinya erupsi, disebabkan oleh material yang ikut keluar saat erupsi. Bahaya sekunder adalah bahaya yang tidak langsung dirasakan saat erupsi, seperti banjir lahar dingin.

Banjir lahar dingin merupakan salah satu bencana yang prosentase terjadinya sangat sering di anak-anak sungai gunung berapi. Saat intensitas hujan tinggi, sungai yang berada pada lereng gunung berapi tersebut akan mengalami banjir lahar dingin, yaitu bencana sedimen yang memiliki tipe aliran debris dan memiliki daya rusak yang cukup besar. Daya rusak yang diakibatkan oleh banjir lahar dingin seperti rusaknya perkebunan dan pertanian di sekitar sungai. Dampak lainnya yaitu adanya perubahan luas atau bentuk kali, sehingga menciptakan bentuk kali yang baru. Setelah terjadinya banjir lahar dingin, sedimen yang terbawa oleh aliran air tersebut kemudian mengendap. Kecepatan dari banjir lahar dingin juga dapat berakibat kepada terjadinya erosi pada dasar sungai. dimana erosi tersebut akan terjadi pada sungai-sungai yang memiliki kemiringan dasar saluran yang cukup curam.

Sungai Lanang merupakan salah satu anak sungai yang berhulu di lereng Gunung Kelud dan berhilir pada Sungai Brantas. Sungai Lanang merupakan salah satu sungai yang terkena dampak banjir lahar dingin akibat erupsi Gunung Kelud yang terjadi pada tahun 1983 dan 2014. Setelah banjir lahar dingin terjadi, sedimen yang terbawa oleh aliran air

tersebut akan mengendap dan mengakibatkan berkurangnya kapasitas tampung Sungai Lanang. Berkurangnya kapasitas dari Sungai Lanang dapat berakibat buruk ketika terjadi angkutan sedimen. Selain terjadinya pengendapan, dampak lain yang akan terjadi adalah perubahan dasar kemiringan Sungai Lanang. Disaat terdapat ruas yang memiliki kemiringan cukup curam dan kecepatan aliran yang membawa angkutan sedimen cukup besar, maka sangat memungkinkan terjadinya erosi pada dasar sungai tersebut. Disini perlu diketahui bahwa angkutan sedimen terjadi setiap hari selama terdapat debit yang mengalir pada sungai tersebut. Maka dapat ditarik kesimpulan, semakin seringnya angkutan sedimen yang terjadi akan mengakibatkan bertumpuknya sedimen dan terjadinya erosi. Kedua hal tersebut jika dibiarkan dapat merubah karakteristik sungai. Selain itu juga, angkutan sedimen dapat berakibat buruk seperti rusaknya perkebunan dan pertanian, terjadinya banjir pada pemukiman warga serta dapat membuat aliran sungai baru. Salah satu ruas yang terkena dampak adalah pada ruas hilir Sungai Lanang yaitu sepanjang  $\pm 6.00$  km dari Sungai Brantas.

Oleh karena itu, disini penulis bertujuan untuk menganalisa potensi angkutan sedimen yang dilakukan dengan metode analitik, dimana potensi angkutan sedimen akan dilakukan selama satu tahun terakhir. Dari hasil analisa potensi angkutan sedimen selama satu tahun terakhir kemudian akan dianalisa berapa besar perubahan kemiringan dasar sungai tiap terjadi angkutan sedimen dan bagaimana pengaruh angkutan sedimen pada dasar sungai. Setelah diketahui, besaran dan pengaruh terhadap kemiringan dasar sungai, kemudian direncanakan dimensi bangunan penahan erosi.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Berapa besar perubahan kemiringan dasar saluran Sungai Lanang yang diakibatkan oleh angkutan potensi sedimen selama satu tahun?
2. Bagaimana pengaruh potensi angkutan sedimen selama satu tahun pada kemiringan dasar saluran Sungai Lanang?
3. Berapa dimensi teknis dari bangunan penahan sedimen?

### 1.3. Batasan Masalah

Untuk menghindari adanya penyimpangan pembahasan dalam tugas akhir ini maka dibuatlah suatu batasan dalam analisisnya. Adapun batasan-batasan masalah dalam tugas akhir ini antara lain :

1. Analisa potensi angkutan sedimen tidak memperhatikan terjadinya *base-flow*.
2. Analisa potensi angkutan sedimen hanya menghitung *bed-sediment* saja dan tidak menghitung *suspended-sediment*.
3. Analisa potensi angkutan sedimen tidak memperhatikan laju erosi.
4. Analisa potensi angkutan sedimen tidak memperhatikan pengambilan sedimen akibat penambangan pasir.
5. Perencanaan bangunan penahan sedimen tidak memperhitungkan kekuatan struktur.
6. Perencanaan bangunan penahan sedimen tidak memperhitungkan biaya pembangunan.

### 1.4. Tujuan

Dengan rumusan masalah tersebut, maka tujuan yang diharapkan akan tercapai adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui besaran perubahan kemiringan dasar saluran Sungai Lanang yang diakibatkan oleh angkutan potensi sedimen selama satu tahun.

2. Mengetahui pengaruh potensi angkutan sedimen selama satu tahun pada kemiringan dasar saluran Sungai Lanang
3. Mengetahui dimensi teknis dari bangunan penahan sedimen.

### **1.5. Manfaat**

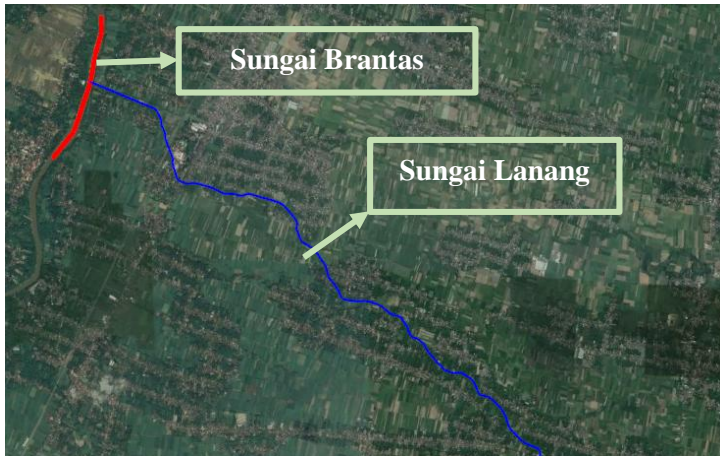
Manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan tugas akhir ini antara lain:

1. Bagi penulis sebagai syarat pengajuan tugas akhir bidang hidroteknik, mampu menganalisa potensi angkutan sedimentasi, mampu memprediksi perubahan yang terjadi pada kemiringan dasar saluran yang diakibatkan oleh angkutan potensi sedimen dan mampu merencanakan bangunan penahan sedimen
2. Bagi pembaca, sebagai referensi dalam memprediksi laju sedimentasi, memprediksi perubahan kemiringan dasar saluran yang diakibatkan oleh potensi angkutan sedimen dan perencanaan bangunan penahan sedimen.
3. Bagi instansi terkait, yaitu Balai Penanggulangan Lahar Gunung Kelud di bawah Dinas Pekerjaan Umum, sebagai bahan referensi dalam penanganan perubahan kemiringan dasar saluran Sungai Lanang dan perencanaan bangunan penahan sedimen.



### 1.6. Lokasi Studi

Tugas Akhir ini dilakukan di Sungai Lanang, Desa Pendem, Kecamatan Kandat, Kabupaten Kediri. Sketsa peta situasi lokasi Sungai Lanang dapat dilihat pada Gambar 1.1.



**Gambar 1. 1.** Peta Lokasi Studi  
(Sumber: Google Earth)

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSATAKA**

#### **2.1. Sungai**

Sungai adalah air tawar yang mengalir dari sumbernya di daratan menuju dan bermuara di laut, danau atau sungai yang lebih besar, aliran sungai merupakan aliran yang bersumber dari limpasan, limpasan yang berasal dari hujan, gletser, limpasan dari anak-anak sungai dan limpasan dari air tanah.

Berdasarkan asal airnya sungai dapat di kelompokkan menjadi beberapa jenis yaitu:

1. Sungai mata air, adalah sungai yang airnya berasal dari mata air. Yang banyak ditemui di daerah yang mempunyai curah hujan sepanjang tahun dan daerah alirannya masih tertutup vegetasi yang cukup lebat.
2. Sungai hujan, adalah sungai yang airnya berasal hanya dari hujan. Jika hujan tidak turun, sungai akan menjadi kering. Sungai ini dapat ditemui di daerah yang bervegetasi jarang atau terletak di daerah lereng, gunung atau perbukitan.
3. Sungai gletser, adalah sungai yang airnya berasal dari pencairan es atau salju. Sungai ini dapat ditemui di puncak gunung yang tinggi. Contohnya sungai Membramo di Papua.
4. Sungai campuran, adalah sungai yang airnya berasal dari berbagai macam sumber, baik dari hujan, mata air ataupun pencairan salju atau es. Artinya, air dari berbagai sumber tersebut bercampur menjadi satu dan mengalir sampai lautan.

### **2.1.1. Morfologi Sungai**

Sifat sungai dipengaruhi oleh luas, bentuk Daerah Aliran Sungai (DAS) serta kemiringannya. Pembentukan sedimentasi dipengaruhi oleh bentuk tebing, dasra muara dan pesisir didepan muara (Sudarman, 2011).

### **2.1.2. Daerah Aliran Sungai**

Punggung-punggung gunung adalah batasa dari DAS dimana punggung-punggung tersebut mampu menampung air hujan yang jatuh pada daerah tersebut yang kemudian dialirkan melalui sungai kecil menuju sungai utama (Asdak, 1995).

### **2.1.3. Muara Sungai**

Muara sungai adalah bagian hilir sungai yang berhubungan dengan laut. Permasalahan yang terdapat di muara sungai dapat ditemui pada bagian mulut sungai dan estuary. Mulut sungai adalah bagian paling hilir dari muara sungai yang langsung bertemu dengan laut. Sedangkan estuari adalah bagian dari sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut.

Fungsi muara sungai adalah sebagai pengeluaran aliran debit sungai ke laut secara khusus yaitu pada saat banjir. Muar sungai juga harus cukup lebar dan dalam agar dapat dilewati debit yang bias lebih besar dari aliran sungai yang ditimbulkan oleh pasang surut. (Triyanti Anasiru, 2006).

Muara sungai dapat dibedakan dalam tiga kelompok, yang tergantung pada faktor dominan yang mempengaruhinya. Ketiga faktor dominan tersebut adalah gelombang, debit sungai dan pasang surut (Nur Yuwono, 1994).

- a. Muara yang didominasi gelombang laut  
Angkutan sedimen yang timbul akibat gelombang besar pada pantai berpasir baik dalam arah tegak lurus maupun sejajar atau sepanjang pantai menyebabkan angkutan

sedimen dapat masuk menuju muara sungai dengan kondisi gelombang yang sudah tenang sehingga sedimen akan mengendap.

- b. Muara yang didominasi debit sungai  
Muara ini terjadi pada sungai dengan debit sepanjang tahun yang cukup besar dan bermuara di laut dengan gelombang relatif kecil. Sedimen akan terdorong ke muara dan menyebar dilaut pada saat air pasang surut. Selama periode sekitar titik balik di mana kecepatan aliran kecil, sebagian suspensi mengendap. Pada saat dimana air mulai pasang, kecepatan aliran bertambah besar dan sebagian suspensi dari laut masuk kembali ke sungai bertemu dengan sedimen yang berasal dari hulu. Selama dua periode antara titik balik pasang maupun air surut, kecepatan aliran akan semakin meningkat hingga mencapai titik maksimum dan kembali menurun. Pengendapan di depan mulut sungai terjadi karena jumlah sedimen yang mengendap lebih banyak daripada yang tererosi, kejadian ini terjadi dalam satu siklus pasang surut.
- c. Muara yang didominasi pasang surut  
Volume air pasang yang masuk ke sungai sangat besar jika tinggi pasang surut juga cukup besar. Air tersebut akan bercampur bersamaan dengan air dari hulu sungai. Volume air yang sangat besar akan mengalir keluar dalam masa waktu tertentu bergantung pada tipe pasang yang terjadi saat air pasang surut. Dengan demikian kecepatan arus selama air surut tersebut besar, yang cukup potensial untuk membentuk muara sungai. Muara sungai tipe ini berbentuk corong atau lonceng

## **2.2. Klasifikasi Distribusi Ukuran Butiran**

Ukuran partikel merupakan karakteristik sedimen yang dapat diukur secara nyata. Beberapa ahli hidraulika menggunakan klasifikasi ukuran butiran menurut AGU

(American Geophysical Union), sebagaimana yang diperlihatkan pada tabel 2.1. dibawah. Serta menggunakan teknik analisis penyaringan dengan metode ayak kering dan ayak basah yang menggunakan saringan sedimen bertingkat dengan diameter berbeda-beda. Ayakan nomor 200 digunakan untuk memisahkan partikel pasir dari partikel yang lebih halus seperti lumpur dan lempung. Ukuran butiran ditetapkan berdasarkan ukuran saringan (untuk butiran kasar) dan ukuran/diameter sedimentasi (untuk butiran halus).

**Tabel 2. 1.** Klasifikasi Ukuran Butiran menurut American Geophysical Union (AGU)

Interval / Range ( mm )	Nama	Interval / Range ( mm )	Nama
4096 - 2048	Batu Sangat Besar	$\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{4}$	Pasir Sedang
2048 - 1024	Batu Besar	$\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{8}$	Pasir Halus
1024 - 512	Batu Sedang	$\frac{1}{8}$ - $\frac{1}{16}$	Pasir Sangat Halus
512 - 256	Batu Kecil	$\frac{1}{16}$ - $\frac{1}{32}$	Lumpur Kasar
256 - 128	Kerakal Besar	$\frac{1}{32}$ - $\frac{1}{64}$	Lumpur Sedang
128 - 64	Kerakal Kecil	$\frac{1}{64}$ - $\frac{1}{128}$	Lumpur Halus
64 - 32	Kerikil Sangat Besar	$\frac{1}{128}$ - $\frac{1}{256}$	Lumpur Sangat Halus
32 - 16	Kerikil Kasar	$\frac{1}{256}$ - $\frac{1}{512}$	Lempung Kasar
16 - 8	Kerikil Sedang	$\frac{1}{512}$ - $\frac{1}{1024}$	Lempung Sedang
8 - 4	Kerikil Halus	$\frac{1}{1024}$ - $\frac{1}{2048}$	Lempung Halus
4 - 2	Kerikil Sangat Halus	$\frac{1}{2048}$ - $\frac{1}{4096}$	Lempung Sangat Halus
2 - 1	Pasir Sangat Kasar		Koloid
1 - $\frac{1}{2}$	Pasir Kasar		

*Sumber : Garde & Raju, 1985*

### 2.3. Analisa Ukuran Butiran Sedimen

Analisa butiran menjadi dasar tes laboratorium dalam melakukan identifikasi tanah untuk sistem klarifikasi teknik. Analisis saringan agregat merupakan penentuan presentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian digambarkan dalam presentase grafik pembagian butiran (SNI 03-1969- 1990). Pengujian dilakukan dengan menggunakan satu set saringan standart ASTM (*American Society for Testing and Materials*), yang meliputi oven untuk mengeringkan sampel, cawan untuk menyimpan sedimen setelah ditimbang maupun sebelum ditimbang, timbangan untuk menimbang sampel yang tertahan disetiap saringan.

Setiap tanah memiliki grafik tertentu karena antara tanah yang satu dengan yang lainnya memiliki butir-butir yang berbeda bentuk dan distribusinya tidak pernah sama. Penulis disini menentukan gradasi menggunakan literatur buku Mekanika Tanah Jilid I karangan Braja M. Das. Adapun cara menentukan gradasi adalah :

#### 2.2.1. Analisa Saringan

Menurut Muntohar (2009;68-69), dalam menentukan ukuran partikel perlu menggunakan metode yang berdasarkan pada batas bawah ukuran lubang saringan, dimana untuk ukuran terkecil partikel pasir berdasarkan batas terbawah dalam saringan. Dalam analisis saringan yang memiliki ukuran berbeda disusun mulai dari ukuran terkecil kemudian ke ukuran terbesar. Sampel tanah dikeringkan dengan oven, kemudian gumpalan tanah dihancurkan dan sampel tanah akan lolos melalui saringan setelah digetarkan. Tanah yang tertahan pada masing-masing saringan ditimbang dan selanjutnya dihitung persentase tanah yang tertahan pada saringan tersebut. Bila  $W_i$  adalah berat tanah yang tertahan pada saringan ke- $i$  (dari atas susunan saringan) dan  $W$  adalah berat tanah total, maka persentase berat yang tertahan adalah % berat tertahan pada saringan =  $\frac{w_i}{w} \times 100\%$ .....(2.1)

Dengan :

Wi = Berat Tertahan

W = Berat Total Tertahan

**Tabel 2. 2.** Pengujian Analisa Saringan Agregat

No Saringan ( mm )	Berat Tertahan Saringan ( mm )	% Tertahan ( gr )	% Tertahan Kumulatif ( gr )	% Lolos Kumulatif
2"				
1"				
1/2"				
4.76				
3.36				
2.00				
1.00				
0.50				
0.25				
0.125				
0.075				
PAN				

*Sumber : Braja M. Das Jilid I*

Kemudian hasilnya digambarkan pada grafik presentase yang lebih kecil dari pada saringan yang diberikan (partikel yang lolos saringan) pada sumbu partikel dan ukuran partikel pada sumbu horizontal (dalam skala logaritma). Grafik ini dinamakan dengan kurva distribusi ukuran partikel atau kurva gradasi

### 2.2.2. Menentukan Berat Jenis

Berat jenis sedimen merupakan perbandingan antara berat sedimen dengan berat air, dimana volumenya tetap



sama namun dengan temperatur yang berbeda. Untuk mendapatkan nilai berat jenis butir tanah, digunakan rumus :

$$Gs = \frac{(W2-W1)}{(W2-W1)-(W4-W3)} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

Gs = berat jenis butir sedimen

W1 = berat cawan (gram)

W2 = berat cawan + sedimen (gram)

W3 = berat piknometer + air (gram)

W4 = berat picnometer + air + sedimen (gram)

## 2.4. Analisa Hidrologi

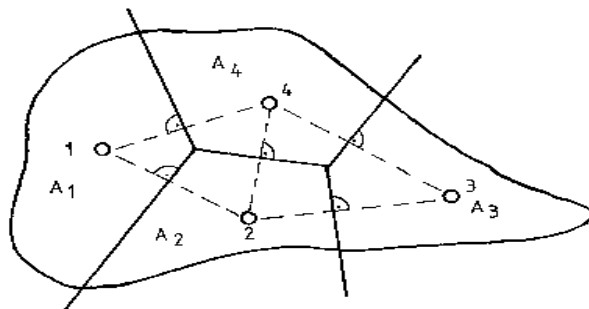
Dalam perhitungan analisa hidrologi akan dikaji rata-rata hujan, intensitas hujan dan debit tersedia.

### 2.4.1. Curah Hujan Rata-rata Daerah (*Basin Rainfall*)

Hujan yang turun disekitar stasiun hujan terdekat akan tercatat pada staisun hujan tersebut, hal ini disebut dengan curah hujan. Cutrah hujan rata-rata dari seluruh daerah digunakan untuk menyusun suatau rancangan pemanfaatan air dan pengendalian banjir. Curah hujan tersebut biasa dikenal dengan curah hujan wilayah atau daerah yang dinyatakan dalam satuan millimeter. Nilai curah hujan rata-rata wilayah atau daerah dapat dihitung dengan menentukan curah hujan dari stasiun hujan yang bersangkutan. Dalam menghitung nilai curah hujan rata-rata wilayah atau daerah dapat menggunakan beberapa metode. Antara lain Matematika (Aritmatika), Polygon Thiessen ataupun Isohyet.

Metode yang digunakan untuk menghitung curah hujan rata-rata disini yaitu dengan dengan Polygon. Thiessen. Polygon Thiessen yaitu dengan memasukkan faktor pengaruh daerah yang diwakili oleh stasiun penakar hujan yang disebut faktor pembobot (*weighing factor*). Besarnya faktor pembobot tergantung dari luas daerah yang diwakili oleh

suatu stasiun yang dibatasi oleh poligon-poligon yang memotong tegak lurus pada tengah-tengah garis penghubung dua stasiun.



**Gambar 2. 1.** Polygon Thiessen

$$\bar{R} = \frac{A_1R_1+A_2R_2+A_3R_3+\dots+A_nR_n}{A_{total}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

- $\bar{R}$  = Curah hujan rata-rata daerah (mm)
- $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$  = Tinggi hujan pada masing-masing stasiun hujan (mm)
- $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$  = Bagian daerah yang mewakili titik pengamatan/stasiun (m<sup>2</sup>)
- $n$  = Banyaknya stasiun hujan

**2.4.2. Run-off Coefficient (Koefisien Pengaliran)**

Koefisien pengaliran adalah perbandingan besarnya aliran permukaan (bagian hujan yang membentuk limpasan) dengan hujan total. Hujan yang jatuh di atas permukaan tanah, sebelum melimpas atau mengalir di atas permukaan tanah akan mengalami hal – hal berikut :

- a. Intersepsi  
Air hujan membasahi segala suatu yang ada di atas permukaan tanah, seperti tanaman – tanaman dan bangunan – bangunan.
- b. Infiltrasi  
Merembesnya air dari permukaan tanah ke dalam tanah yang lamanya sangat tergantung dari jenis dan kondisi tanah.
- c. Retensi  
Air hujan mengisi celah-celah dan retakan – retakan serta cekungan yang ada di atas tanah.

Peristiwa intersepsi, infiltrasi, dan retensi merupakan suatu peristiwa “kehilangan air” ditambah dengan evapotranspirasi aatau penguapan – penguapan.

$$\text{Limpasan permukaan} = \text{Hujan Total} - \text{Kehilangan Air}$$

$$Q = Q_1 - Q_2 \dots \dots \dots (2.4)$$

Koefisien Pengaliran:

$$C = \frac{Q}{Q_1} \dots \dots \dots (2.5)$$

Koefisien pengaliran dipengaruhi oleh jenis tanah, kemiringan permukaan tanah, tata guna tanah, dan intensitas hujan. Beberapa contoh koefisien pengaliran:

**Tabel 2. 3.** Koefisien Limpasan untuk Metode Rasional

No.	Deskripsi lahan / karakter permukaan	Koefisien Aliran C
1.	Bussines	
	Perkotaan	0,70 – 0,95
	Pinggiran	0,50 – 0,70
2.	Perumahan	
	Rumah Tunggal	0,30 – 0,50
	Multiunit, terpisah	0,40 – 0,60
	Multiunit, tergabung	0,60 – 0,75
	Perkampung	0,25 – 0,40
	Apartemen	0,50 – 0,70

**Tabel 2. 3.** Koefisien Limpasan untuk Metode Rasional  
(*lanjutan*)

No.	Deskripsi lahan / karakter permukaan	Koefisien Aliran C
3.	Industri	
	Ringan	0,50 – 0,80
	Berat	0,60 – 0,70
4.	Perkerasan	
	Aspal dan Beton	0,50 – 0,80
	Batu Bata, Paving	0,60 – 0,90
5.	Atap	0,75 – 0,95
6.	Halaman, tanah berpasir	
	Datar 2%	0,50 – 0,10
	Rata-rata 2 – 7%	0,10 – 0,15
	Curam 7%	0,15 – 0,20
7.	Halaman, tanah berat	
	Datar 2%	0,13 – 0,17
	Rata-rata 2 – 7%	0,18 – 0,22
	Curam 7%	0,25 – 0,35
8.	Halaman kereta api	0,10 – 0,35
9.	Taman tempat bermain	0,20 – 0,35
10.	Taman, perkuburan	0,10 – 0,25
11.	Hutan	
	Datar 2%	0,10 – 0,40
	Rata-rata 2 – 7%	0,25 – 0,50
	Curam 7%	0,30 – 0,60

*Sumber : Mc. Guen, 1989 Suripin, 2004*

Kondisi tata guna lahan yang sebenarnya di lapangan sangatlah bervariasi, sehingga untuk menentukan koefisien pengaliran adalah koefisien pengaliran rata – rata atau koefisien pengaliran komposit kawasan. Perhitungan koefisien rata – rata  $\bar{C}$  :

$$\bar{C} = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A} = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + \dots + C_n A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

$\bar{C}$  = koefisien pengaliran rata – rata

$C_i$  = koefisien pengaliran bagian

$A_i$  = luas bagian

### 2.4.3. *Time of Concentration*

Waktu konsentrasi adalah waktu yang air yang mengalir diatas permukaan tanah dari titik terjauh suatu daerah pengaliran sampai ke titik kontrol yang ditentukan dibagian hilir. Ada beberapa rumus yang dapat digunakan, antara lain rumus Kirpich, SCS Lag Formula dan Bayern. Rumus yang digunakan dalam perhitungan *time of concentration* disini adalah menggunakan rumus Bayern.

$$W = 72 \times \left(\frac{H}{L}\right)^{0.6} \text{ km/jam} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana :

W = Kecepatan Aliran

H = Beda tinggi/elevasi antara titik terjauh di daerah pengaliran dengan titik yang ditinjau (m)

L = Panjang Sungai

$t_c$  =  $\frac{L}{W}$  km/jam

### 2.4.4. *Intensitas Hujan*

Intensitas curah hujan yaitu jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam volume hujan tiap satuan waktu, yang terjadi pada satu kurun waktu air hujan terkonsentrasi (Wesli, 2008). Besarnya intensitas curah hujan tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Intensitas curah hujan yang tinggi pada umumnya berlangsung dengan durasi pendek dan meliputi daerah yang tidak luas. Hujan didaerah yang luas jarang sekali terjadi dengan tingkat intensitas yang tinggi, namun hujan tersebut dapat berlangsung dengan durasi yang cukup panjang. Perpaduan intensitas hujan yang tinggi dengan durasi yang panjang

jarang terjadi, bila hal tersebut terjadi maka sejumlah besar volume air akan seperti ditumpahkan dari langit (Suroso, 2006). Ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam menghitung intensitas hujan, antara lain Metode Mononobe, Van Breen, dan Haspers dan Der Weduwen. Metode yang digunakan dalam perhitungan intensitas hujan disini adalah menggunakan Metode Mononobe.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana :

- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- t = Lamanya curah hujan / durasi curah hujan (jam)
- R<sub>24</sub> = Curah hujan rencana dalam suatu periode ulang, yang nilainya didapat dari tahapan sebelumnya

#### 2.4.5. Debit Sungai Tersedia

Debit air sungai adalah tinggi permukaan air sungai yang terukur oleh alat ukur dari permukaan air sungai. Pengukurannya dilakukan tiap hari, atau dengan pengertian yang lain debit atau aliran sungai adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu. Dalam sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m<sup>3</sup>/dt).

Terdapat tiga cara perkiraan debit sungai tersedia yang berdasarkan pada data hujan, yaitu menggunakan rumus empiris, cara statistik, dan menggunakan unit hidrograf. Pada perhitungan debit sungai dibawah ini akan menggunakan rumus empiris. Dalam rumus empiris sendiri ada beberapa metode yang sering digunakan dalam menghitung seperti Metode Rasional, Weduwen, Haspers, dll. Dalam menggunakan metode-metode tersebut tergantung dari luas pengaliran dan karakteristik sungai itu sendiri. Metode Rasional adalah metode yang akan digunakan dalam perhitungan debit sungai tersedia disini.

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana :

- Q = Debit puncak limpasan permukaan (m<sup>3</sup>/detik)  
 C = Angka pengaliran  
 A = Luas daerah pengaliran (Km<sup>2</sup>)  
 I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

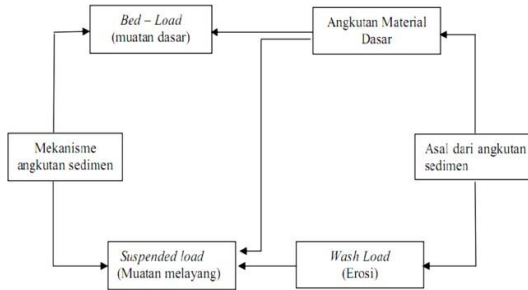
## 2.5. Sedimentasi

Partikel pada yang digerakkan oleh fluida disebut sedimentasi (Einstein,1964), sedangkan menurut Manan(1979) bahan pengendapan anorganik yang tersuspensi dialam air dan diangkut oleh air disebut dengan sedimentasi. Daerah dengan aliran sungai yang memiliki partikel dan unsur hara yang larut dalam permukaan akan mengalir kesungai dan waduk, sehingga terjadilah pendangkalan didaerah tersebut yang menyebabkan daya tampung sungai dan waduk mengalami penurunan serta kesuburan tanah juga ikut berkurang.

Sedimen sendiri dapat dibedakan berdasarkan asal angkutannya dan mekanisme pengangkutannya sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar 2.6 Skema angkutan sedimen. Sedimen pada sungai dibagi menjadi dua berdasarkan asalnya (Overbeek,1979: Linsley et al.,1982), yaitu:

1. Angkutan sedimen dasar atau bed material transport, dimana asal materialnya dari saluran sendiri. Angkutan sedimen ini dapat berupa bed load dan suspended load.
2. Muatan hanyutan atau wash load transport, yang materialnya datang dari sumber-sumber luar saluran merupakan akibat dari erosi di hulu. Pada umumnya angkutan wash load merupakan suspended load

Mekanisme angkutan sedimen dapat berupa partikelnya bergeser melayang dalam air yang terbawa aliran disebut *suspended load* atau muatan melayang, sedangkan bila sedimen dimana gerakan partikelnya menggelinding, bergeser dan berlompatan disebut *bed load* atau muatan dasar.



**Gambar 2. 2.** Skema angkutan sedimen  
(Sumber: Direktorat Jendral Sumber Daya Air, 2009)

**2.5.1. Formulasi Angkutan Sedimen**

Berikut beberapa formula atau rumus berbagai metode dalam menentukan

- a. Formula DuBoy

$$qb = \frac{0.173}{d^{3/4}} \tau(\tau - \tau_c) \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana :

$\tau$  = Tegangan geser

$\tau_c$  = Tegangan geser kritis

- b. Formula Kalinske-Frijlink

$$qb = 2d_{50} \sqrt{\frac{\tau b}{\rho}} \exp\left(\frac{-0.27(s-1)d_{50}\rho}{\tau b}\right) \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana :

$\tau b$  = Tegangan geser dasar

$\tau' b$  = Tegangan geser dasar efektif



## c. Formula Meyer Peter dan Muller (MPM)

$$\emptyset_b = 8 x (\theta' - 0.047)^{3/2} \dots \dots \dots (2.10)$$

$$\theta' = \mu\theta \dots \dots \dots (2.11)$$

$$\theta = \frac{\mu h I}{(s-1)d_m} \dots \dots \dots (2.12)$$

$$\mu = \left(\frac{C}{C'}\right)^{3/2} \dots \dots \dots (2.13)$$

$$C = \frac{\bar{u}}{\sqrt{hI}} \dots \dots \dots (2.14)$$

$$C' = 18 \log \left(\frac{12h}{d_{90}}\right) \dots \dots \dots (2.15)$$

$$\emptyset_b = \frac{q_b}{\sqrt{(s-1) x g x d_m^{3/2}}} \dots \dots \dots (2.16)$$

Dimana :

$\emptyset_b$  = Laju muatan sedimen dasar ( Kg/det )

$q_b$  = Debit muatan sedimen dasar ( Kg/det/m )

$s$  =  $Y_s - Y_w$  = Selisih kerapatan sedimen dengan air

$g$  = Percepatan gravitasi bumi ( 9.81 m/det<sup>2</sup> )

$d$  = Ukuran median diameter butir ( m )

## d. Formula Einstein

$$\emptyset_b = 100 x Y^{-3} \dots \dots \dots (2.17)$$

$$\mu = \left[ \sqrt{\left(\frac{2}{3} + \frac{36v^2}{\Delta g d^3}\right)} - \sqrt{\left(\frac{36v^2}{\Delta g d^3}\right)} \right]^3 \dots \dots \dots (2.18)$$

## e. Formula Van Rijn

$$q_b = 0.053[(s - 1)g]^{0.5} x d_{50}^{1.5} x D_*^{0.3} x T^{2.1} \dots \dots \dots (2.19)$$

Dimana :

$q_b$  = Debit muatan sedimen dasar

$D^*$  = Parameter butiran

f. Formula Schocklitsch

$$q_b = 2500 \times I^{3/2} (q - q_c) \dots \dots \dots (2.20)$$

Untuk sedimen dengan berat spesifik 2.65,  $q_c$  menjadi :

$$q_c = \frac{0.6d^{3/2}}{I^{7/6}} \dots \dots \dots (2.21)$$

Dimana :

$q$  = Debit air (  $m^3/det$  )/m

$q_c$  = Debit kritis pada permulaan gerak (  $m^3/det$  )/m

g. Formula Bagnold

$$q_b = \frac{e_b \times \tau_b \times \bar{u}}{(\rho_s - \rho) \times g \times \cos \beta (\tan \theta - \tan \beta)} \dots \dots \dots (2.22)$$

Dimana :

$\tau_b$  = Tegangan geser dasar total ( N/m<sup>2</sup> )

$\bar{u}$  = Kecepatan aliran rata-rata ( m/det )

$e_b$  = Faktor efisiensi ( 0.1 – 0.2 )

$\tan \theta$  = 0.6 = Koefisien friksi dinamis ( - )

$\tan \beta$  =  $I_b$  = Kemiringan dasar saluran ( - )

Dimana nantinya formula yang akan digunakan hanyalah yang sesuai dengan kondisi sungai dan materialnya.

## 2.6. Perencanaan *Groundsill*

### 2.6.1. Pengertian *Groundsill*

*Groundsill* (bangunan pengatur sungai) adalah bangunan air yang dibangun melintang sungai yang berfungsi untuk meninggikan elevasi muka air untuk mendapatkan tinggi terjun atau untuk menjaga agar dasar sungai tidak

turun. Penurunan dasar sungai antara lain diakibatkan oleh berkurangnya bahan sedimen dari sebelah hulu dimana pada waktu banjir akan menyebabkan rusaknya/hancurnya tanggul-tanggul pada lokasi dimana elevasi dasar sungai turun. Penurunan elevasi dasar sungai dapat juga disebabkan oleh adanya sudetan di hilir, hal tersebut dapat mengakibatkan kecepatan aliran bertambah besar karena panjang alur menjadi lebih pendek. Oleh karenanya akan mengakibatkan erosi dasar sungai.

### 2.6.2. Pemilihan Groundsill

Untuk menstabilkan elevasi dasar sungai karena hal-hal tersebut di atas, maka dirasa perlu adanya konstruksi groundsill. Ada dua tipe dan bentuk pada *groundsill*

#### a. Ambang Datar

Ambang datar adalah dimana permukaan bagian atas ambang rata dengan dasar sungai sehingga tidak menimbulkan terjunan di bagian hilir ambang. Muka air di hilir ambang dan di hulu ambang sama tinggi

#### b. Ambang Pelimpah

Ambang pelimpah adalah dimana pada konstruksi ini terjadi terjunan sehingga muka air di hilir ambang lebih tinggi daripada di hulu.

### 2.6.3. Perhitungan *Groundsill*

#### 2.6.3.1. Perencanaan tinggi *Groundsill*

Tinggi *groundsill* direncanakan berdasarkan kemiringan dasar saluran yang telah direncanakan. Kemiringan dasar saluran perlu direncanakan sedemikian rupa guna mengatur pergerakan sedimen agar tidak mudah terangkut saat ada debit. Adapun syarat sedimen mulai bergerak jika:

- a.  $u_* > u_{*cr}$
- b.  $\tau_b > \tau_{bcr}$
- c.  $\theta > \theta_{cr}$

Dimana:

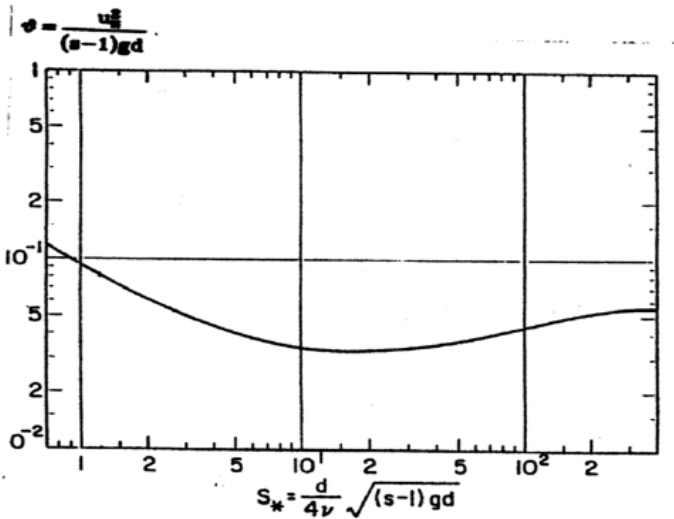
$$u_* = \sqrt{g \times h \times I} \dots\dots\dots(2.23)$$

$$\tau_b = \rho \times g \times h \times I \dots\dots\dots(2.24)$$

$$\theta = \frac{\tau_b}{\Delta \times g \times d_{90}} \dots\dots\dots(2.25)$$

$$S = \frac{\tau_b \times \sqrt{\Delta \times g \times d_{90}}}{4 \times \nu} \dots\dots\dots(2.26)$$

$\theta_{cr}$  didapatkan berdasarkan grafik perbandingan S dan  $\theta_{cr}$  dibawah ini:



**Gambar 2. 3.** Grafik perbandingan S vs  $\theta_{cr}$

$$u_* = \sqrt{\theta_{cr} \times \Delta \times g \times d_{90}} \dots\dots\dots(2.27)$$

$$\tau_{bcr} = \rho \times u_{*cr} \dots\dots\dots(2.28)$$

Jika kemiringan rencana sudah memenuhi syarat diatas, maka langkah selanjutnya adalah menghitung tinggi *ground sill* dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Elv. Dws baru} = \text{Elv. Ups} - (I \times L) \dots\dots\dots(2.29)$$

$$h = \text{Elv. Dws baru} - \text{Elv. Dws Eksisting} \dots\dots\dots(2.30)$$

### 2.6.3.2. Menentukan tinggi muka air di atas

#### *Groundsill*

Perhitungan tinggi muka air di atas *groundsill* menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = C_x b x H_0^{3/2} \dots\dots\dots(2.31)$$

$$q = \frac{Q}{b} \dots\dots\dots(2.32)$$

$$Hd = \left( \frac{Q}{c \times b} \right)^{2/3} \dots\dots\dots(2.33)$$

$$C = 2 \left| \frac{1+2a \left( \frac{h}{hd} \right)}{1+a \left( \frac{h}{hd} \right)} \right| \dots\dots\dots(2.34)$$

$$C = 1.6 \left| \frac{1+2a \left( \frac{h}{hd} \right)}{1+a \left( \frac{h}{hd} \right)} \right| \dots\dots\dots(2.35)$$

$$Cd = 2.20 - 0.0416 \left( \frac{Hd}{w} \right)^{0.990} \dots\dots\dots(2.36)$$

$$\alpha = \frac{0.6 - \left[ 0.0416 \left( \frac{Hd}{w} \right)^{0.990} \right]}{1 + \left[ 0.0416 \left( \frac{Hd}{w} \right)^{0.990} \right]} \dots\dots\dots(2.37)$$

$$H_0 = (q/C)^{2/3} \dots\dots\dots(2.38)$$

$$Q = A \times V \dots\dots\dots(2.39)$$

$$q = Q/b_{\text{eff}} \dots\dots\dots(2.40)$$

$$A = b \times (P + H_0) \dots\dots\dots(2.41)$$

$$V = \frac{q}{P + h_0} \dots\dots\dots(2.42)$$

$$H_0 = h_0 + \frac{q^2}{2 \times g \times (P + h_0)^2} \dots\dots\dots(2.43)$$

$$ha = H_0 - h_0 \dots\dots\dots(2.44)$$

### 2.6.3.3. Perhitungan bentuk *Groundsill*

- Bentuk Lengkung bagian hilir

$$\frac{Y}{H_0} = -k \left[ \frac{x}{H_0} \right]^n \dots\dots\dots(2.45)$$

Dimana harga k dan n diperoleh dari grafik  $ha/h_0$

- Koordinat titik singgung  
Kemiringan di hilir direncanakan 1 : 1.

$$Y = -0.365 \left( \frac{x}{0.719} \right)^{1.83} \dots\dots\dots(2.46)$$

Karena masuk kuadran IV maka:

$$-\frac{dy}{dx} = -k \times H_0 \times n \frac{X^{n-1}}{H_0^n} \dots\dots\dots(2.47)$$

$$X_c = 0.263 \times H_0 \dots\dots\dots(2.48)$$

$$Y_c = 0.1675 \times H_0 \dots\dots\dots(2.49)$$

$$R_1 = 0.51 \times H_0 \dots\dots\dots(2.50)$$

$$R_2 = 0.21 \times H_0 \dots\dots\dots(2.51)$$

**2.6.3.4. Perencanaan Peredam Energi**

- Pemilihan tipe kolam olakan

$$z_0 + P + h_0 + h_a = y_1 + \frac{v_1^2}{2 \times g} \dots\dots\dots(2.52)$$

$$V_1 = \frac{Q}{b \times y_1} \dots\dots\dots(2.53)$$

Sehingga,

$$z_0 + P + h_0 + h_a = y_1 + \frac{\left(\frac{Q}{b}\right)^2}{2 \times g \times (y_1)^2} \dots\dots\dots(2.54)$$

- Bilangan Froude

$$Fr = \frac{v_1}{\sqrt{g \times y_1}} \dots\dots\dots(2.55)$$

- Panjang kolam olak

$$L = 1.9 \times y_2 \dots\dots\dots(2.56)$$

## **BAB III METODOLOGI**

### **3.1. Umum**

Metodologi merupakan sekumpulan dari peraturan, kegiatan atau prosedur yang disusun untuk mempermudah dalam pelaksanaan tugas akhir dan bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada sesuai dengan tujuan tugas akhir yang telah ditetapkan dalam penerapan disiplin ilmu.

### **3.2. Tahap Persiapan**

Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data. Dalam tahap awal ini disusun hal-hal penting yang harus segera dilakukan dengan tujuan untuk mengefektifkan waktu dan pekerjaan.

#### **3.2.1. Studi Lapangan**

Tahapan ini merupakan peninjauan secara langsung kondisi lapangan serta mengumpulkan data-data berupa foto dan penyusuran sepanjang Sungai Lanang yang dipilih untuk dilakukan analisa sedimen. Studi lapangan dilakukan untuk menghindari adanya perbedaan data yang didapat dengan kondisi lapangan, sehingga memperkecil kesalahan analisa terhadap permasalahan yang terjadi di lokasi.

#### **3.2.2. Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai analisa angkutan sedimen sehingga mempermudah dalam pengumpulan data, analisis data maupun dalam penyusunan hasil perencanaan. Studi literatur dapat berasal dari jurnal, buku perkuliahan, buku-buku penunjang lainnya, serta instansi-instansi terkait yang dapat membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini, diantaranya

teori-teori terkait karakteristik sungai, *sediment transport*, serta cara mengatasi perubahan karakteristik sungai akibat dari *sediment transport*.

### **3.3. Pengumpulan Data**

Tahap ini merupakan tahap pengumpulan data-data untuk membantu jalannya studi. Data yang dikumpulkan merupakan data sekunder yang diambil dari data instansi terkait dan data primer yang diambil langsung di lapangan. Adapun data yang dikumpulkan adalah sebagai berikut :

#### **3.3.1. Data Sedimen**

Data sedimen berupa sedimen yang berada di Sungai Lanang. Data sedimen ini diperlukan untuk menghitung analisis angkutan sedimen. Dimana data ini sebelumnya perlu dilakukan uji lab untuk mendapatkan ukuran butirannya.

#### **3.3.2. Data Hidrologi**

Data hidrologi berupa data debit harian/tahunan yang berada pada Sungai Lanang. Data debit sungai ini diperlukan untuk menghitung analisis angkutan sedimen.

#### **3.3.3. Data Geometri Sungai**

Data geometri sungai berupa data skema memanjang sungai dan penampang melintang sungi. Data geometri sungai ini diperlukan untuk mengetahui dimensi Sungai Lanang.

### **3.4. Tahap Analisa Perencanaan**

Setelah semua data-data yang diperlukan telah terkumpul, maka dapat dilakukan analisa untuk mengetahui debit yang tersedia pada Sungai Lanang, angkutan potensi sedimen yang akan terjadi pada Sungai Lanang dan perubahan kemiringan dasar saluran Sungai Lanang, yang meliputi :



### **3.4.1. Analisa Sedimen**

Melakukan uji laboratorium berdasarkan data sedimen yang sudah diambil pada sungai. Hasil dari uji lab tersebut kemudian digunakan untuk mencari ukuran diameter butiran sedimen dan berat jenis material sedimen.

### **3.4.2. Analisa Hidrologi**

Menentukan stasiun hujan dan menghitung hujan wilayah dengan Metode *Polygon Thiessen*. Hasil dari hujan wilayah dan *Time of Concentration* kemudian digunakan untuk menghitung intensitas hujan. Intensitas hujan, koefisien pengaliran lahan dan luas daerah pengaliran digunakan untuk menghitung debit sungai tersedia, dimana perhitungannya menggunakan Metode Rasional.

### **3.4.3. Analisa Angkutan Potensi Sedimen**

Menghitung analisa angkutan potensi sedimen selama satu tahun. Analisa ini menggunakan beberapa metode yang sesuai dengan ketersediaan data dan kesesuaian kondisi pada Sungai Lanang bagian hilir. Dimana nantinya besaran angkutan potensi sedimen per-harinya akan mempengaruhi kemiringan dasar saluran Sungai Lanang, sehingga akan terjadi perubahan kemiringan dasar saluran Sungai Lanang.

### **3.4.4. Perencanaan *Groundsill***

Perhitungan *groundsill* pada mulanya adalah merencanakan kemiringan rencana guna mendapatkan tinggi dari *groundsill*. Setelah menentukan tinggi *groundsill* kemudian menentukan tinggi muka air di atas *groundsill*. Setelah didapat tinggi muka air di atas *groundsill*, kemudian menghitung bentuk *groundsill* guna mengetahui bagaimana bentuk lengkung dari tubuh *groundsill*. Setelah diketahui bentuk lengkung dari tubuh *groundsill* maka perlu direncanakan peredam energi guna meredam kecepatan air

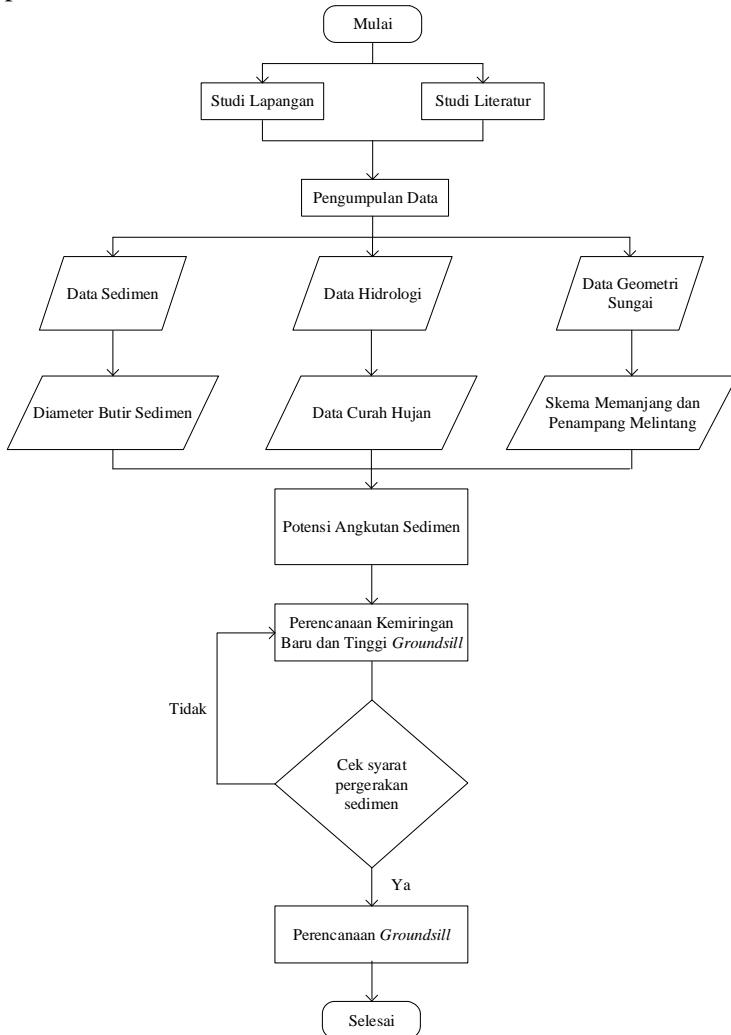
yang masuk ke hilir *grounsill* hingga akhirnya kecepatan yang masuk ke sungai dapat kembali normal.

### **3.5. Kesimpulan**

Berupa hasil dari analisis data yang bertujuan mengetahui besaran potensi angkutan sedimen pada hilir Sungai Lanang, pengaruh angkutan potensi sedimen pada kemiringan dasar saluran Sungai Lanang, perubahan kemiringan dasar saluran Sungai Lanang, hingga berapa dimensi bangunan penahan sedimen yang diperlukan untuk menahan potensi angkutan sedimen.

### 3.6. Diagram Alir

Diagram alir pengerjaan Tugas Akhir ini ditampilkan pada Gambar 3.1.



**Gambar 3. 1.**Diagram Alir

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Pengumpulan Data**

Pengumpulan data yang dilakukan bertujuan membantu jalannya studi. Adapun data yang dikumpulkan oleh penulis yaitu data sedimen, data hidrologi dan data gemoetri sungai. Adapun penjelasan lebih lanjut mengenai data tersebut adalah sebagai berikut :

##### **4.1.1. Pengumpulan Data Sedimen**

Data sedimen yang penulis kumpulkan adalah berupa sedimen yang terdapat di Sungai Lanang. Sedimen merupakan endapan yang terdapat disungai Lanang, penulis mengambil sedimen di lima ruas yang berbeda pada sungai Lanang untuk dilakukan pengujian lab. Dalam melakukan uji lab penulis mendapatkan ukuran butiran sedimen yang diperoleh dari analisa saringan dan penulis dapat menentukan berat jenis dari kelima titik yang berbeda dari sungai tersebut.

##### **4.1.2. Pengumpulan Data Hidrologi**

Pengumpulan Data hidrologi yang penulis kumpulkan adalah berupa data curah hujan harian di masing-masing stasiun hujan, yaitu Stasiun Hujan Sumberdadi, Stasiun Hujan Tumpang, Stasiun Hujan Pakisaji, Stasiun Hujan Pandantoyo dan Stasiun Hujan Sumberlumbu. Penulis mendapatkan data curah hujan harian sepanjang 5 tahun dari UPT Pengairan Kediri. Data yang digunakan oleh penulis untuk debit harian adalah data curah hujan terbaru dalam satu tahun terakhir yaitu pada tahun 2018. Sedangkan data yang digunakan oleh penulis untuk debit rencana adalah data curah hujan selama 5 tahun yaitu pada tahun 2014 sampai tahun 2018.

### **4.1.3. Pengumpulan Data Geometri Sungai**

Penulis mengumpulkan data geometri sungai adalah data yang berupa *lay out* sungai, *long section* dan *cross section* dari Sungai Lanang. Dimana data tersebut penulis dapatkan dari Kementerian PU Dirjen SDA, BBWS Brantas. Kegiatan Pengendali Lahar Gunung Kelud. *Lay out* sungai yang didapatkan berupa *lay out* sungai dari hilir sampai hulu, dimana hulu tersebut adalah Gunung Kelud dan hilirnya adalah Sungai Brantas. *Long section* dan *cross section* yang didapatkan hanya sepanjang 8 km dari 35 km panjang Sungai Lanang.

## **4.2. Analisa Perencanaan**

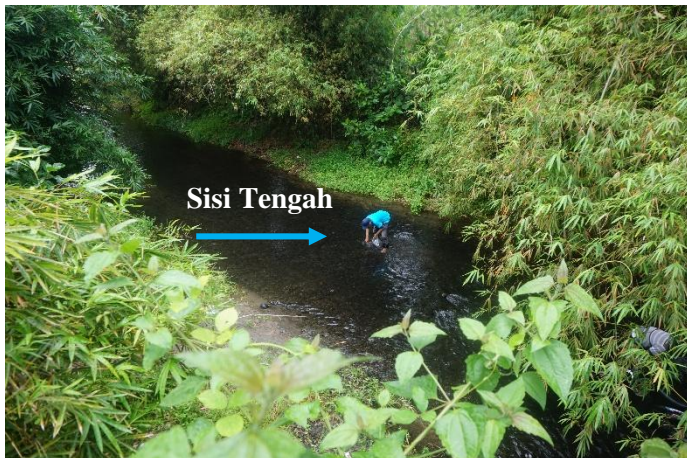
Analisa perencanaan merupakan analisa yang dilakukan sejak penulis melakukan proses pengolahan data sampai dengan hasil dari pengolahan data yang penulis sajikan dan terbagi menjadi analisa sedimen, analisa hidrologi dan analisa angkutan potensi sedimen, berikut dibawah ini merupakan hasil dari masing-masing analisa tersebut :

### **4.2.1. Analisa Sedimen**

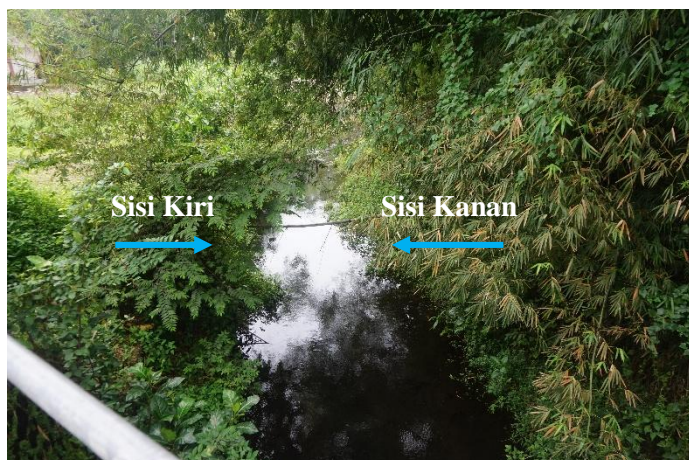
Dalam analisis sedimen, penulis menggunakan data sedimen yang penulis melakukan pengambilan langsung sedimen yang berada pada Sungai Lanang. Pengambilan sedimen dilakukan pada lima ruas yang berbeda pada Sungai Lanang seperti yang terdapat pada Gambar 4.1 – Gambar 4.5. Dari hasil pengambilan sedimen itu kemudian digunakan untuk dilakukan pengujian lab.



**Gambar 4. 1. Ruas 1**



**Gambar 4. 2. Ruas 2**



**Gambar 4. 3. Ruas 3**



**Gambar 4. 4. Ruas 4**





**Gambar 4. 5. Ruas 5**

#### **4.2.1.1. Ukuran Butiran Sedimen**

Berikut dibawah ini, penulis sajikan hasil uji lab dalam menentukan ukuran butiran sedimen dari ke lima ruas sungai tersebut.

##### **a. Ruas Satu**

###### **- Sisi Kiri**

Berat Total = 1788 gr

Berat Tempat = 17.5 gr

Berat Contoh = Berat total – berat tempat  
 = 1788 gr – 17.5 gr  
 = 1771 gr

Prosentase 3 = ( 254.3 gr / 1771 gr ) x 100%  
 = 14.36 %

Prosentase 4 = ( 116 gr / 1771 gr ) x 100%  
 = 6.55 %

$$\begin{aligned}
 \Sigma \text{ Prosentase} &= \text{Prosen 3} + \text{Prosen 4} \\
 &= 14.36 \% + 6.55 \% \\
 &= 20.91 \%
 \end{aligned}$$

**Tabel 4. 1.** Analisa Saringan Ruas Satu Sisi Kiri

Diameter	Tertahan			
	Berat		Prosentase	
	Total	Contoh	(%)	$\Sigma$
	(gr)	(gr)	(%)	(%)
38.100	0.0	0.0	0.00	0.00
25.400	0.0	0.0	0.00	0.00
19.050	271.8	254.3	14.36	14.36
12.700	133.5	116.0	6.55	20.91
7.900	247.5	230.0	12.99	33.90
4.760	227.0	209.5	11.83	45.74
3.360	114.5	97.0	5.48	51.21
2.380	98.5	81.0	4.57	55.79
2.000	95.5	78.0	4.41	60.19
1.000	166.5	149.0	8.42	68.61
0.500	244.5	227.0	12.82	81.43
0.250	101.3	83.8	4.73	86.16
0.125	106.0	88.5	5.00	91.16
0.075	123.5	106.0	5.99	97.15
0.050	68.0	50.5	2.85	100.00

Dari Tabel 4.1. penulis dapat membuat kurva S hasil uji lab sedimen dari ruas pertama sisi kiri, yang terdapat pada Grafik 4.1.

- Sisi Kanan
  - Berat Total = 1884 gr
  - Berat Tempat = 17.5 gr
  - Berat Contoh = Berat total – berat tempat  
= 1884 gr – 17.5 gr  
= 1866 gr
  - Prosentase 3 =  $(225.8\text{gr}/1866\text{gr}) \times 100\%$   
= 12.10 %
  - Prosentase 4 =  $(220\text{gr}/1866\text{gr}) \times 100\%$   
= 11.79 %
  - $\Sigma$  Prosentase = Prosen 3 + Prosen 4  
= 12.10 % + 11.79 %  
= 23.88 %

**Tabel 4. 2.** Analisa Saringan Ruas Satu Sisi Kanan

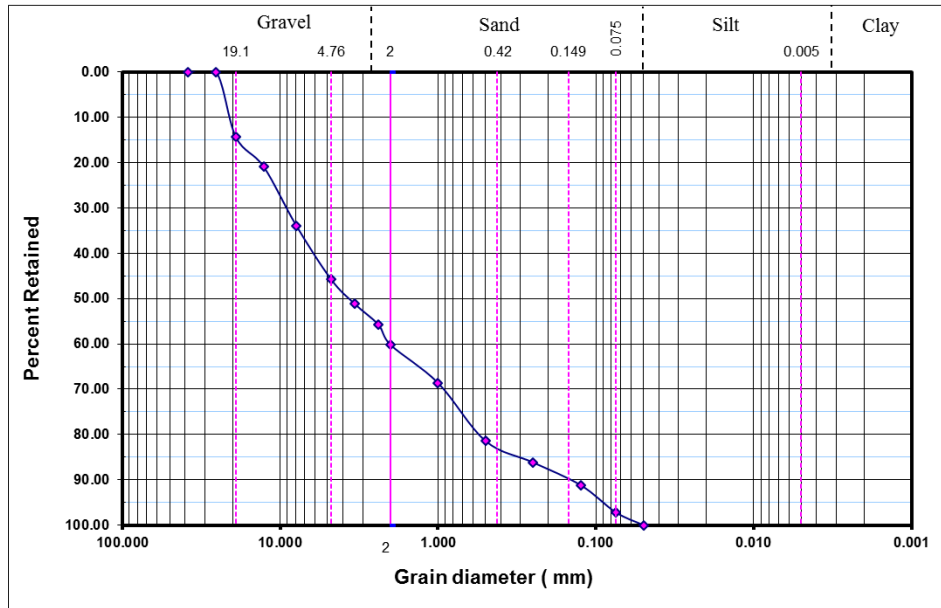
Diameter	Tertahan			
	Berat		Prosentase	
	Total	Contoh	(%)	$\Sigma$
	(gr)	(gr)	(%)	(%)
38.100	0.0	0.0	0.00	0.00
25.400	0.0	0.0	0.00	0.00
19.050	243.3	225.8	12.10	12.10
12.700	237.5	220.0	11.79	23.88
7.900	229.0	211.5	11.33	35.21
4.760	238.5	221.0	11.84	47.06
3.360	91.8	74.3	3.98	51.03
2.380	82.3	64.8	3.47	54.50
2.000	77.0	59.5	3.19	57.69
1.000	83.4	65.9	3.53	61.22
0.500	139.5	122.0	6.54	67.76
0.250	231.0	213.5	11.44	79.20

**Tabel 4. 2.** *Analisa Saringan Ruas Satu Sisi Kanan (lanjutan)*

Diameter	Tertahan			
	Berat		Prosentase	
	Total	Contoh	%	$\Sigma$
	(gr)	(gr)		(%)
0.125	229.0	211.5	11.33	90.53
0.075	114.5	97.0	5.20	95.73
0.050	97.3	79.8	4.27	100.00

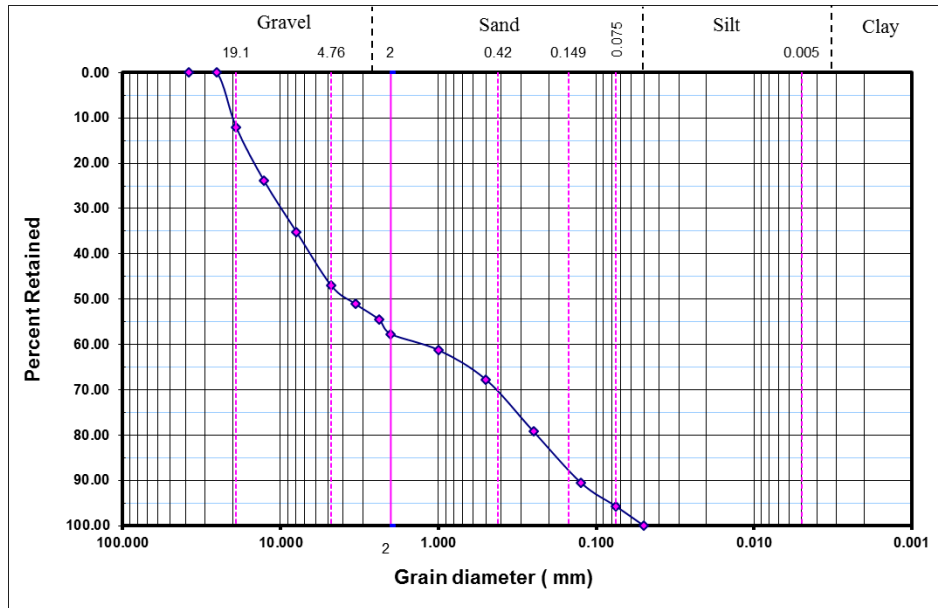
Dari Tabel 4.2. penulis dapat membuat kurva S hasil uji lab sedimen dari ruas pertama sisi kanan, yang terdapat pada Grafik 4.2.

Dari kedua sisi ruas sungai tersebut kemudian diambil rerata untuk menentukan ukuran butiran sedimen yang selanjutnya akan digunakan sebagai perhitungan angkutan potensi sedimen. Dimana  $d_{50} = 3.875$  mm dan  $d_{90} = 20.5$  mm.



**Grafik 4. 1.** Kurva S Analisa Saringan Ruas Satu Sisi Kiri

Dari grafik tersebut penulis menemukan hasil bahwa  $d_{50} = 3.8 \text{ mm}$  dan  $d_{90} = 21 \text{ mm}$



**Grafik 4. 2.** Kurva S Analisa Saringan Ruas Satu Sisi Kanan

Dari grafik tersebut penulis menemukan hasil bahwa  $d_{50} = 3.95$  mm dan  $d_{90} = 20$  mm.

## b. Ruas Dua

## - Sisi Tengah

$$\text{Berat Total} = 3293 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Tempat} = 17.5 \text{ gr}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Contoh} &= \text{Berat total} - \text{berat tempat} \\ &= 3293 \text{ gr} - 17.5 \text{ gr} \\ &= 3275 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Prosentase 3} &= ( 532 \text{ gr} / 3275 \text{ gr} ) \times 100\% \\ &= 15.71 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Prosentase 4} &= ( 276 \text{ gr} / 3275 \text{ gr} ) \times 100\% \\ &= 7.89 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ Prosentase} &= \text{Prosen 3} + \text{Prosen 4} \\ &= 15.71 \% + 7.89 \% \\ &= 23.60 \% \end{aligned}$$

**Tabel 4. 3.** Analisa Saringan Ruas Dua Sisi Tengah

Diameter	Tertahan			
	Berat		Prosentase	
	Total	Contoh	%	$\Sigma$
	(gr)	(gr)		(%)
38.100	0.0	0.0	0.00	0.00
25.400	0.0	0.0	0.00	0.00
19.050	532.0	514.5	15.71	15.71
12.700	276.0	258.5	7.89	23.60
7.900	415.0	397.5	12.14	35.74
4.760	312.5	295.0	9.01	44.75
3.360	148.0	130.5	3.98	48.73
2.380	141.0	123.5	3.77	52.50
2.000	105.0	87.5	2.67	55.17
1.000	217.0	199.5	6.09	61.27
0.500	546.5	529.0	16.15	77.42

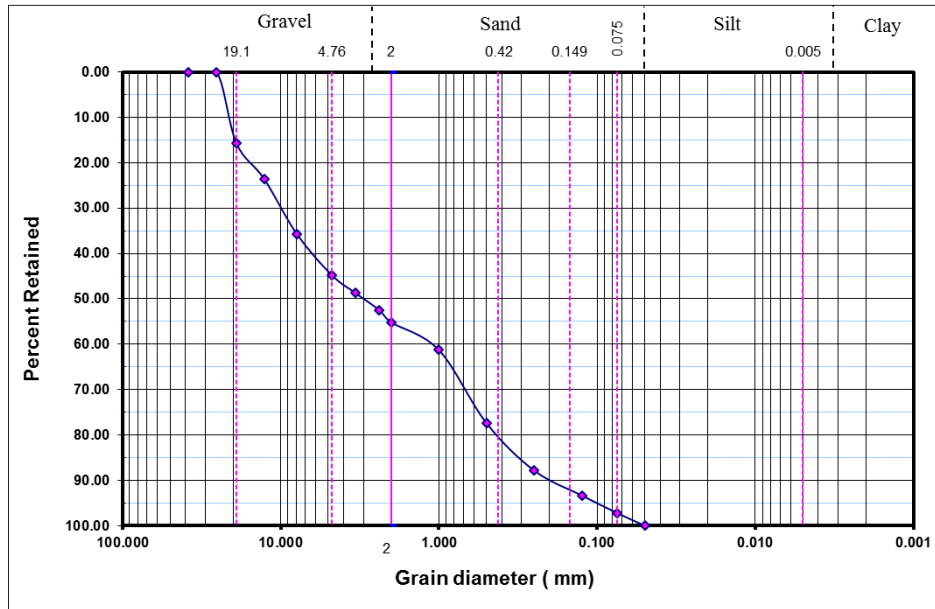
**Tabel 4. 3.** Analisa Saringan Ruas Dua Sisi Tengah (*lanjutan*)

Diameter	Tertahan			
	Berat		Prosentase	
	Total	Contoh	(%)	$\Sigma$
	(gr)	(gr)	(%)	(%)
0.250	358.5	341.0	10.41	87.83
0.125	197.6	180.1	5.50	93.33
0.075	143.0	125.5	3.83	97.16
0.050	110.5	93.0	2.84	100.00

Dari Tabel 4.3. penulis dapat membuat kurva S hasil uji lab sedimen dari ruas pertama sisi kanan, yang terdapat pada Grafik 4.3.

Karena pengambilan sedimen pada ruas kedua hanya dilakukan sekali pada sisi tengah sungai, maka hasil bacaan dari Grafik 4.3. akan digunakan sebagai perhitungan angkutan potensi sedimen. Dimana  $d_{50} = 3$  mm dan  $d_{90} = 21$  mm.





**Grafik 4. 3.** Kurva S Analisa Saringan Ruas Dua Sisi Tengah

Dari grafik tersebut penulis menemukan hasil bahwa  $d_{50} = 3 \text{ mm}$  dan  $d_{90} = 21 \text{ mm}$ .

## c. Ruas Tiga

## - Sisi Kiri

$$\text{Berat Total} = 2589 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Tempat} = 17.5 \text{ gr}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Contoh} &= \text{Berat total} - \text{berat tempat} \\ &= 2589 \text{ gr} - 17.5 \text{ gr} \\ &= 2571.5 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Prosentase 3} &= (472 \text{ gr} / 2571.5 \text{ gr}) \times 100\% \\ &= 18.36 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Prosentase 4} &= (238 \text{ gr} / 2571.5 \text{ gr}) \times 100\% \\ &= 9.27 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ Prosentase} &= \text{Prosen 3} + \text{Prosen 4} \\ &= 18.36 \% + 9.27 \% \\ &= 27.63 \% \end{aligned}$$

**Tabel 4. 4.** Analisa Saringan Ruas Tiga Sisi Kiri

Diameter	Tertahan			
	Berat		Prosentase	
	Total	Contoh	(%)	$\Sigma$
	(gr)	(gr)	(%)	(%)
38.100	0.0	0.0	0.00	0.00
25.400	0.0	0.0	0.00	0.00
19.050	489.5	472.0	18.36	18.36
12.700	256.0	238.5	9.27	27.63
7.900	207.0	189.5	7.37	35.00
4.760	131.0	113.5	4.41	39.41
3.360	120.0	102.5	3.99	43.40
2.380	126.0	108.5	4.22	47.62
2.000	118.0	100.5	3.91	51.53
1.000	239.5	222.0	8.63	60.16
0.500	400.0	382.5	14.87	75.03
0.250	250.5	233.0	9.06	84.09

**Tabel 4. 4.** Analisa Saringan Ruas Tiga Sisi Kiri (*lanjutan*)

Diameter	Tertahan			
	Berat		Prosentase	
	Total	Contoh	(%)	$\Sigma$
	(gr)	(gr)	(%)	(%)
0.125	185.0	167.5	6.51	90.61
0.075	156.5	139.0	5.41	96.01
0.050	120.0	102.5	3.99	100.00

Dari Tabel 4.4. penulis dapat membuat kurva S hasil uji lab sedimen dari ruas pertama sisi kanan, yang terdapat pada Grafik 4.4.

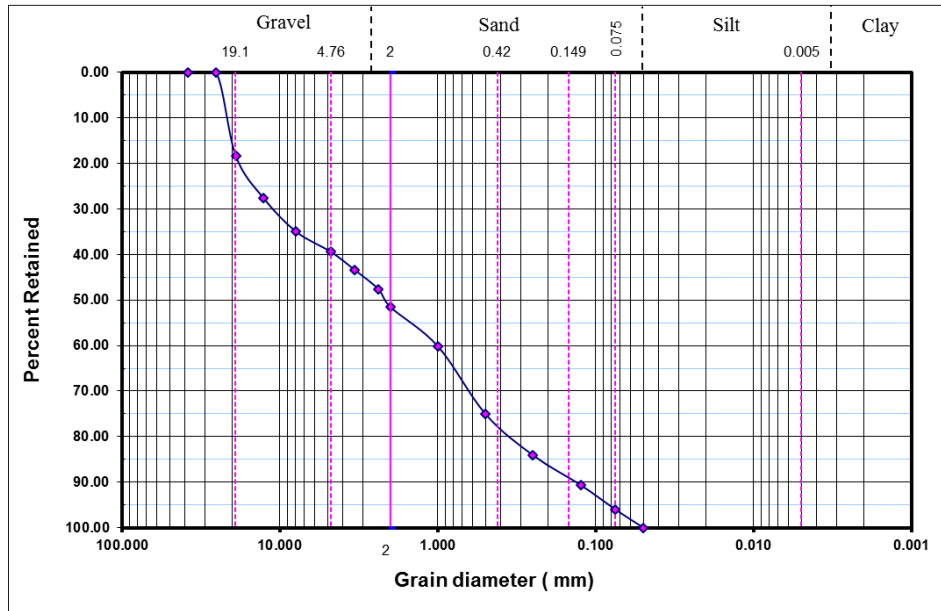
- Sisi Kanan
  - Berat Total = 2128 gr
  - Berat Tempat = 17.5 gr
  - Berat Contoh = Berat total – berat tempat  
= 2128 gr – 17.5 gr  
= 2110.5 gr
  - Prosentase 3 = ( 397 gr / 2110.5 gr ) x 100%  
= 18.81 %
  - Prosentase 4 = ( 173 gr / 2110.5 gr ) x 100%  
= 8.22 %
  - $\Sigma$  Prosentase = Prosen 3 + Prosen 4  
= 18.81 % + 8.22 %  
= 27.03 %

**Tabel 4. 5.** Analisa Saringan Ruas Tiga Sisi Kanan

Diameter	Tertahan			
	Berat		Prosentase	
	Total	Contoh	(%)	$\Sigma$
	(gr)	(gr)	(%)	(%)
38.100	0.0	0.0	0.00	0.00
25.400	0.0	0.0	0.00	0.00
19.050	414.5	397.0	18.81	18.81
12.700	191.0	173.5	8.22	27.03
7.900	253.5	236.0	11.18	38.21
4.760	148.5	131.0	6.21	44.42
3.360	109.5	92.0	4.36	48.78
2.380	116.0	98.5	4.67	53.45
2.000	75.0	57.5	2.72	56.17
1.000	146.0	128.5	6.09	62.26
0.500	254.5	237.0	11.23	73.49
0.250	216.0	198.5	9.41	82.90
0.125	181.5	164.0	7.77	90.67
0.075	132.5	115.0	5.45	96.11
0.050	99.5	82.0	3.89	100.00

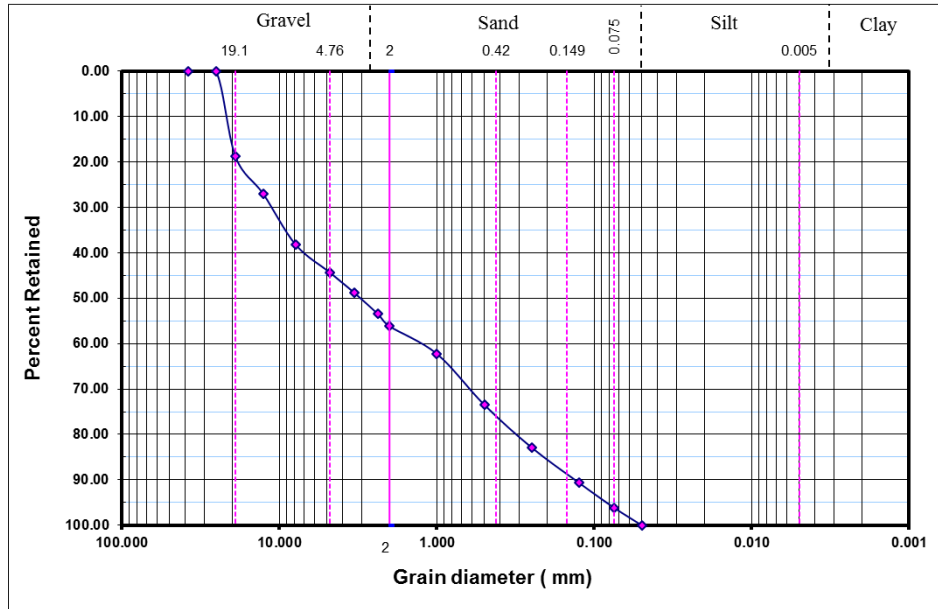
Dari Tabel 4.5. penulis dapat membuat kurva S hasil uji lab sedimen dari ruas pertama sisi kanan, yang terdapat pada Grafik 4.5.

Dari kedua sisi ruas sungai tersebut kemudian diambil rerata untuk menentukan ukuran butiran sedimen yang selanjutnya akan digunakan sebagai perhitungan angkutan potensi sedimen. Dimana  $d_{50} = 2.7$  mm dan  $d_{90} = 21$  mm.



**Grafik 4. 4.** Kurva S Analisa Saringan Ruas Tiga Sisi Kiri

Dari grafik tersebut penulis menemukan hasil bahwa  $d_{50} = 2.25$  mm dan  $d_{90} = 21$  mm.



**Grafik 4. 5.** Kurva S Analisa Saringan Ruas Tiga Sisi Kanan

Dari grafik tersebut penulis menemukan hasil bahwa  $d_{50} = 3.15$  mm dan  $d_{90} = 21$  mm.

## d. Ruas Empat

## - Sisi Kiri

$$\text{Berat Total} = 1283.5 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Tempas} = 17.5 \text{ gr}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Contoh} &= \text{Berat total} - \text{berat tempas} \\ &= 1283.5 \text{ gr} - 17.5 \text{ gr} \\ &= 1266 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Prosentase 3} &= ( 56 \text{ gr} / 1266 \text{ gr} ) \times 100\% \\ &= 4.42 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Prosentase 4} &= ( 91.5 \text{ gr} / 1266 \text{ gr} ) \times 100\% \\ &= 7.23 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ Prosentase} &= \text{Prosen 3} + \text{Prosen 4} \\ &= 4.42 \% + 7.23 \% \\ &= 11.65 \% \end{aligned}$$

**Tabel 4. 6.** Analisa Saringan Ruas Empat Sisi Kiri

Diameter	Tertahan			
	Berat		Prosentase	
	Total	Contoh	(%)	$\Sigma$
	(gr)	(gr)	(%)	(%)
38.100	0.0	0.0	0.00	0.00
25.400	0.0	0.0	0.00	0.00
19.050	73.5	56.0	4.42	4.42
12.700	109.0	91.5	7.23	11.65
7.900	178.0	160.5	12.68	24.33
4.760	102.0	84.5	6.67	31.00
3.360	54.5	37.0	2.92	33.93
2.380	55.5	38.0	3.00	36.93
2.000	29.0	11.5	0.91	37.84
1.000	70.5	53.0	4.19	42.02
0.500	143.5	126.0	9.95	51.97

**Tabel 4. 6.** Analisa Saringan Ruas Empat Sisi Kiri (*lanjutan*)

Diameter	Tertahan			
	Berat		Prosentase	
	Total	Contoh	(%)	$\Sigma$
	(gr)	(gr)	(%)	(%)
0.250	219.0	201.5	15.92	67.89
0.125	289.5	272.0	21.48	89.38
0.075	93.5	76.0	6.00	95.38
0.050	76.0	58.5	4.62	100.00

Dari Tabel 4.6. penulis dapat membuat kurva S hasil uji lab sedimen dari ruas pertama sisi kanan, yang terdapat pada Grafik 4.6.

- Sisi Kanan
  - Berat Total = 1504.5 gr
  - Berat Tempat = 17.5 gr
  - Berat Contoh = Berat total – berat tempat  
= 1504.5 gr – 17.5 gr  
= 1487 gr
  - Prosentase 3 = ( 190 gr / 1487 gr ) x 100%  
= 12.78 %
  - Prosentase 4 = ( 86.5 gr / 1487 gr ) x 100%  
= 5.82 %
  - $\Sigma$  Prosentase = Prosen 3 + Prosen 4  
= 12.78 % + 5.82 %  
= 18.59 %

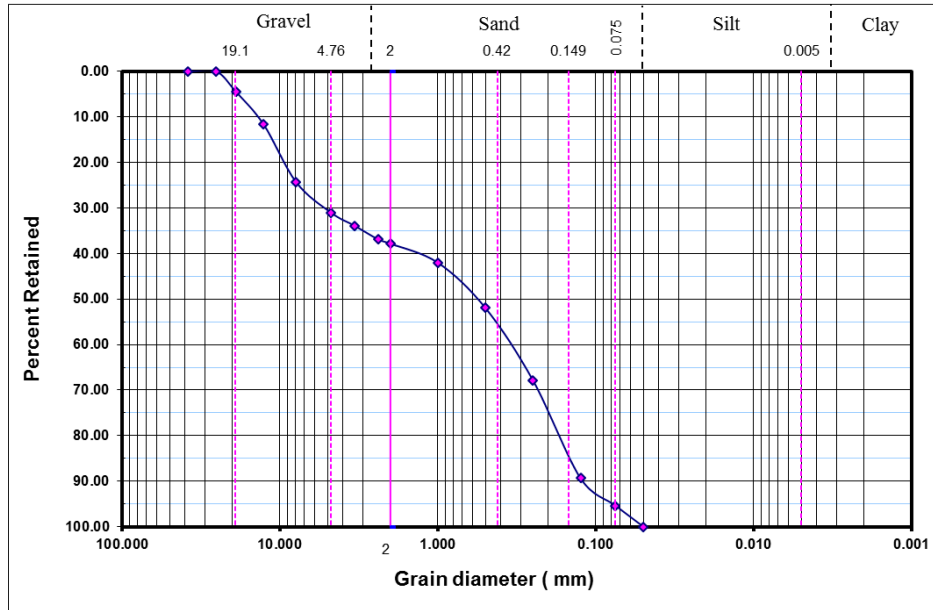


**Tabel 4. 7.** Analisa Saringan Ruas Empat Sisi Kanan

Diameter	Tertahan			
	Berat		Prosentase	
	Total	Contoh	(%)	$\Sigma$
	(gr)	(gr)	(%)	(%)
38.100	0.0	0.0	0.00	0.00
25.400	0.0	0.0	0.00	0.00
19.050	207.5	190.0	12.78	12.78
12.700	104.0	86.5	5.82	18.59
7.900	164.5	147.0	9.89	28.48
4.760	102.0	84.5	5.68	34.16
3.360	58.5	41.0	2.76	36.92
2.380	52.0	34.5	2.32	39.24
2.000	32.5	15.0	1.01	40.25
1.000	109.5	92.0	6.19	46.44
0.500	222.5	205.0	13.79	60.22
0.250	284.0	266.5	17.92	78.14
0.125	266.5	249.0	16.75	94.89
0.075	64.0	46.5	3.13	98.02
0.050	47.0	29.5	1.98	100.00

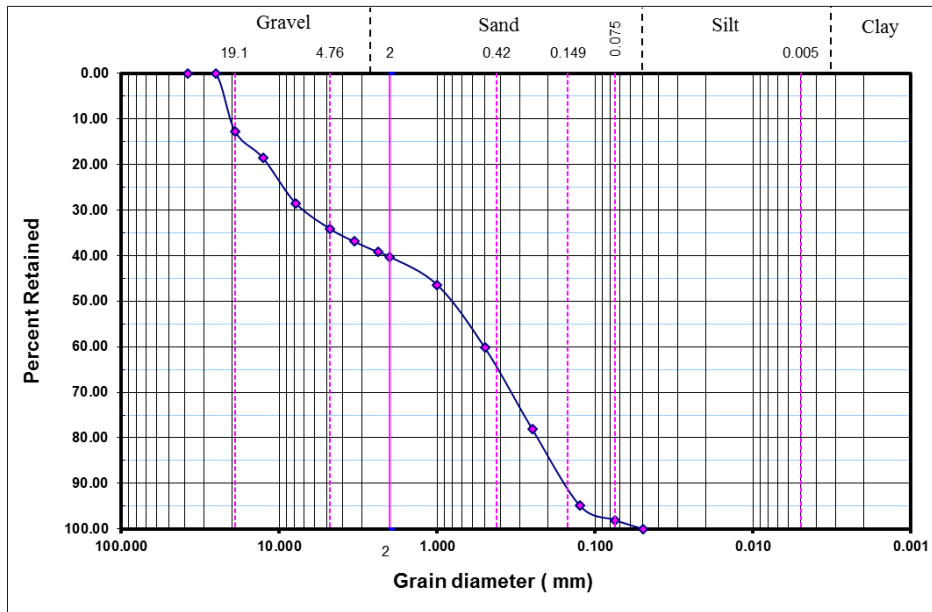
Dari Tabel 4.7. penulis dapat membuat kurva S hasil uji lab sedimen dari ruas pertama sisi kanan, yang terdapat pada Grafik 4.7.

Dari kedua sisi ruas sungai tersebut kemudian diambil rerata untuk menentukan ukuran butiran sedimen yang selanjutnya akan digunakan sebagai perhitungan angkutan potensi sedimen. Dimana  $d_{50} = 0.688$  mm dan  $d_{90} = 16.55$  mm.



**Grafik 4. 6.** Kurva S Analisa Saringan Ruas Empat Sisi Kiri

Dari grafik tersebut penulis menemukan hasil bahwa  $d_{50} = 0.575$  mm dan  $d_{90} = 13$  mm.



**Grafik 4. 7.** Kurva S Analisa Saringan Ruas Empat Sisi Kanan  
 Dari grafik tersebut penulis menemukan hasil bahwa  $d_{50} = 0.8$  mm dan  $d_{90} = 20.1$  mm.

## e. Ruas Lima

## - Sisi Kiri

$$\text{Berat Total} = 820.5 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Tempat} = 17.5 \text{ gr}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Contoh} &= \text{Berat total} - \text{berat tempat} \\ &= 820.5 \text{ gr} - 17.5 \text{ gr} \\ &= 803 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Prosentase 5} &= (9 \text{ gr} / 803 \text{ gr}) \times 100\% \\ &= 1.12\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Prosentase 6} &= (40.5 \text{ gr} / 803 \text{ gr}) \times 100\% \\ &= 5.04\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ Prosentase} &= \text{Prosen 5} + \text{Prosen 6} \\ &= 1.12\% + 5.04\% \\ &= 6.16\% \end{aligned}$$

**Tabel 4. 8.** Analisa Saringan Ruas Lima Sisi Kiri

Diameter	Tertahan			
	Berat		Prosentase	
	Total	Contoh	(%)	$\Sigma$
	(gr)	(gr)	(%)	(%)
38.100	0.0	0.0	0.00	0.00
25.400	0.0	0.0	0.00	0.00
19.050	0.0	0.0	0.00	0.00
12.700	0.0	0.0	0.00	0.00
7.900	26.5	9.0	1.12	1.12
4.760	58.0	40.5	5.04	6.16
3.360	42.0	24.5	3.05	9.22
2.380	41.0	23.5	2.93	12.14
2.000	30.0	12.5	1.56	13.70
1.000	72.0	54.5	6.79	20.49
0.500	174.5	157.0	19.55	40.04

**Tabel 4. 8.** Analisa Saringan Ruas Lima Sisi Kiri (*lanjutan*)

Diameter	Tertahan			
	Berat		Prosentase	
	Total	Contoh	(%)	$\Sigma$
	(gr)	(gr)	(%)	(%)
0.250	176.5	159.0	19.80	59.84
0.125	186.0	168.5	20.98	80.82
0.075	96.0	78.5	9.78	90.60
0.050	93.0	75.5	9.40	100.00

Dari Tabel 4.8. penulis dapat membuat kurva S hasil uji lab sedimen dari ruas pertama sisi kanan, yang terdapat pada Grafik 4.8.

- Sisi Kanan

$$\text{Berat Total} = 1116 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Tempat} = 17.5 \text{ gr}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Contoh} &= \text{Berat total} - \text{berat tempat} \\ &= 1116 \text{ gr} - 17.5 \text{ gr} \\ &= 1098.5 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Prosentase 3} &= (74 \text{ gr} / 1098.5 \text{ gr}) \times 100\% \\ &= 6.74 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Prosentase 5} &= (3 \text{ gr} / 1098.5 \text{ gr}) \times 100\% \\ &= 0.27 \% \end{aligned}$$

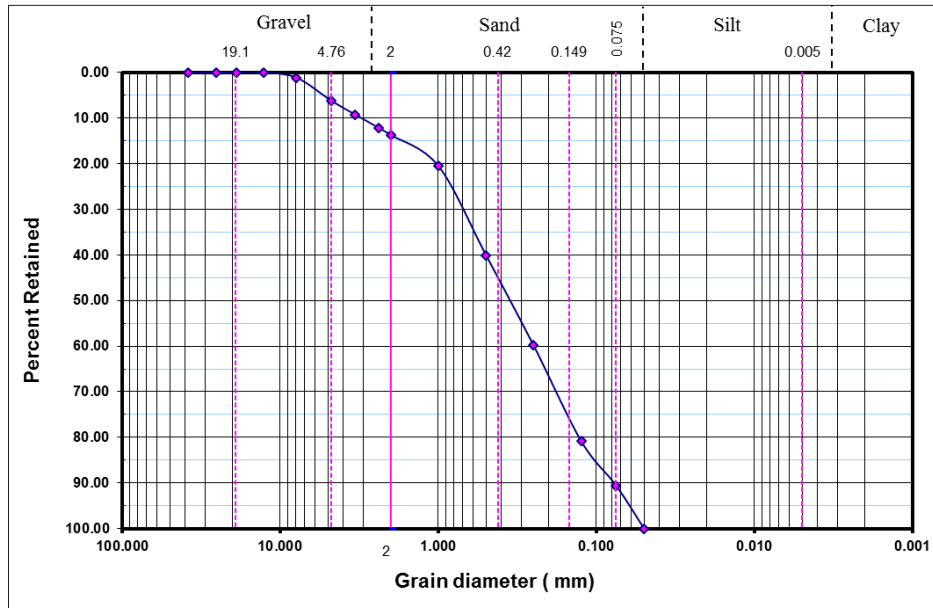
$$\begin{aligned} \Sigma \text{ Prosentase} &= \text{Prosen 3} + \text{Prosen 5} \\ &= 6.75 \% + 0.27 \% \\ &= 7.01 \% \end{aligned}$$

**Tabel 4. 9.** Analisa Saringan Ruas Lima Sisi Kanan

Diameter	Tertahan			
	Berat		Prosentase	
	Total	Contoh	(%)	$\Sigma$
	(gr)	(gr)	(%)	(%)
38.100	0.0	0.0	0.00	0.00
25.400	0.0	0.0	0.00	0.00
19.050	91.5	74.0	6.74	6.74
12.700	0.0	0.0	0.00	6.74
7.900	20.5	3.0	0.27	7.01
4.760	56.0	38.5	3.50	10.51
3.360	58.5	41.0	3.73	14.25
2.380	44.0	26.5	2.41	16.66
2.000	32.5	15.0	1.37	18.02
1.000	150.0	132.5	12.06	30.09
0.500	201.0	183.5	16.70	46.79
0.250	277.5	260.0	23.67	70.46
0.125	267.5	250.0	22.76	93.22
0.075	59.5	42.0	3.82	97.04
0.050	50.0	32.5	2.96	100.00

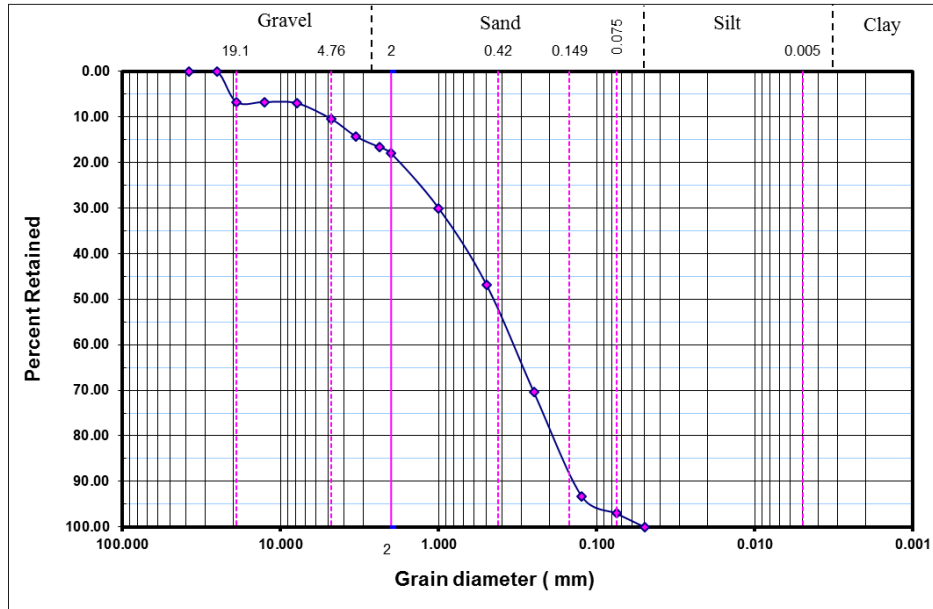
Dari Tabel 4.8. penulis dapat membuat kurva S hasil uji lab sedimen dari ruas pertama sisi kanan, yang terdapat pada Grafik 4.8.

Dari kedua sisi ruas sungai tersebut kemudian diambil rerata untuk menentukan ukuran butiran sedimen yang selanjutnya akan digunakan sebagai perhitungan angkutan potensi sedimen. Dimana  $d_{50} = 0.4$  mm dan  $d_{90} = 4.005$  mm



**Grafik 4. 8.** Kurva S Analisa Saringan Ruas Lima Sisi Kiri

Dari grafik tersebut penulis menemukan hasil bahwa  $d_{50} = 0.35$  mm dan  $d_{90} = 3.01$  mm.



**Grafik 4. 9.** Kurva S Analisa Saringan Ruas Lima Sisi Kanan

Dari grafik tersebut penulis menemukan hasil bahwa  $d_{50} = 0.45$  mm dan  $d_{90} = 5$  mm.



#### 4.2.1.2. Berat Jenis

Dibawah ini merupakan hasil uji lab yang penulis sajikan dalam menentukan berat jenis yang diperoleh dari ke lima ruas sungai tersebut.

##### a. Ruas Satu

###### - Sisi Kiri

$$\begin{aligned} W1 &= \text{berat cawan (gr)} \\ &= 1.6079 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W2 &= \text{berat cawan + sedimen (gr)} \\ &= 49.5924 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W3 &= \text{berat picno + air (gr)} \\ &= 113.6516 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W4 &= \text{berat picno + air + sedimen (gr)} \\ &= 114.50 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= W2 - W1 \\ &= 49.5924 \text{ gr} - 1.6079 \text{ gr} \\ &= 47.9845 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= W4 - W3 \\ &= 114.50 \text{ gr} - 113.6516 \text{ gr} \\ &= 30.8484 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= A - B \\ &= 47.9845 \text{ gr} - 30.8484 \text{ gr} \\ &= 17.1361 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$Gs = \frac{(W2-W1)}{(W2-W1)-(W4-W3)} = Gs = \frac{A}{C}$$

$$\begin{aligned} Gs &= \frac{47.9845 \text{ gr}}{17.1361 \text{ gr}} \\ &= 2.80 \end{aligned}$$

###### - Sisi Kanan

$$\begin{aligned} W1 &= \text{berat cawan (gr)} \\ &= 1.6079 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W2 &= \text{berat cawan + sedimen (gr)} \\ &= 48.8512 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W3 &= \text{berat picno} + \text{air (gr)} \\
 &= 113.7185 \text{ gr} \\
 W4 &= \text{berat picno} + \text{air} + \text{sedimen (gr)} \\
 &= 114.50 \text{ gr} \\
 A &= W2 - W1 \\
 &= 48.8512 \text{ gr} - 1.6079 \text{ gr} \\
 &= 47.2433 \text{ gr} \\
 B &= W4 - W3 \\
 &= 114.50 \text{ gr} - 113.7185 \text{ gr} \\
 &= 30.7815 \text{ gr} \\
 C &= A - B \\
 &= 47.2433 \text{ gr} - 30.7815 \text{ gr} \\
 &= 16.4618 \text{ gr} \\
 Gs &= \frac{(W2-W1)}{(W2-W1)-(W4-W3)} = Gs = \frac{A}{C} \\
 Gs &= \frac{47.2433 \text{ gr}}{16.4618 \text{ gr}} \\
 &= 2.87
 \end{aligned}$$

Dari kedua sisi ruas sungai tersebut kemudian diambil rerata untuk menentukan ukuran butiran sedimen yang selanjutnya akan digunakan sebagai perhitungan angkutan potensi sedimen. Dimana  $G_s = 2.835$ .

b. Ruas Dua

- Sisi Tengah

$$\begin{aligned}
 W1 &= \text{berat cawan (gr)} \\
 &= 1.6079 \text{ gr} \\
 W2 &= \text{berat cawan} + \text{sedimen (gr)} \\
 &= 35.50 \text{ gr} \\
 W3 &= \text{berat picno} + \text{air (gr)} \\
 &= 131.50 \text{ gr} \\
 W4 &= \text{berat picno} + \text{air} + \text{sedimen (gr)} \\
 &= 152.50 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A &= W_2 - W_1 \\
 &= 35.50 \text{ gr} - 1.6079 \text{ gr} \\
 &= 33.8921 \text{ gr} \\
 B &= W_4 - W_3 \\
 &= 152.50 \text{ gr} - 131.50 \text{ gr} \\
 &= 21 \text{ gr} \\
 C &= A - B \\
 &= 33.8921 \text{ gr} - 21 \text{ gr} \\
 &= 12.8921 \text{ gr} \\
 G_s &= \frac{(W_2 - W_1)}{(W_2 - W_1) - (W_4 - W_3)} = G_s = \frac{A}{C} \\
 G_s &= \frac{33.8921 \text{ gr}}{12.8921 \text{ gr}} \\
 &= 2.63
 \end{aligned}$$

c. Ruas Tiga

- Sisi Kiri

$$\begin{aligned}
 W_1 &= \text{berat cawan (gr)} \\
 &= 1.6079 \text{ gr} \\
 W_2 &= \text{berat cawan + sedimen (gr)} \\
 &= 55.50 \text{ gr} \\
 W_3 &= \text{berat picno + air (gr)} \\
 &= 113.6516 \text{ gr} \\
 W_4 &= \text{berat picno + air + sedimen (gr)} \\
 &= 148 \text{ gr} \\
 A &= W_2 - W_1 \\
 &= 55.50 \text{ gr} - 1.6079 \text{ gr} \\
 &= 53.8921 \text{ gr} \\
 B &= W_4 - W_3 \\
 &= 148 \text{ gr} - 113.6516 \text{ gr} \\
 &= 34.3484 \text{ gr} \\
 C &= A - B \\
 &= 53.8921 \text{ gr} - 34.3484 \text{ gr} \\
 &= 19.5437 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$Gs = \frac{(W2-W1)}{(W2-W1)-(W4-W3)} = Gs = \frac{A}{C}$$

$$Gs = \frac{53.8921\text{gr}}{19.5437\text{gr}}$$

$$= 2.758$$

- Sisi Kanan

$$W1 = \text{berat cawan (gr)}$$

$$= 1.6079 \text{ gr}$$

$$W2 = \text{berat cawan + sedimen (gr)}$$

$$= 55.50 \text{ gr}$$

$$W3 = \text{berat picno + air (gr)}$$

$$= 113.7185 \text{ gr}$$

$$W4 = \text{berat picno + air + sedimen (gr)}$$

$$= 147.50 \text{ gr}$$

$$A = W2 - W1$$

$$= 55.50 \text{ gr} - 1.6079 \text{ gr}$$

$$= 53.8921 \text{ gr}$$

$$B = W4 - W3$$

$$= 147.50 \text{ gr} - 113.7185 \text{ gr}$$

$$= 33.7815 \text{ gr}$$

$$C = A - B$$

$$= 53.8921 \text{ gr} - 33.7815 \text{ gr}$$

$$= 20.1106 \text{ gr}$$

$$Gs = \frac{(W2-W1)}{(W2-W1)-(W4-W3)} = Gs = \frac{A}{C}$$

$$Gs = \frac{53.8921 \text{ gr}}{20.1106 \text{ gr}}$$

$$= 2.68$$

Dari kedua sisi ruas sungai tersebut kemudian diambil rerata untuk menentukan ukuran butiran sedimen yang selanjutnya akan digunakan sebagai perhitungan angkutan potensi sedimen. Dimana  $Gs = 2.719$ .

## d. Ruas Empat

## - Sisi Kiri

$$\begin{aligned} W1 &= \text{berat cawan (gr)} \\ &= 1.6079 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W2 &= \text{berat cawan + sedimen (gr)} \\ &= 52.50 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W3 &= \text{berat picno + air (gr)} \\ &= 113.6516 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W4 &= \text{berat picno + air + sedimen (gr)} \\ &= 146.50 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= W2 - W1 \\ &= 52.50 \text{ gr} - 1.6079 \text{ gr} \\ &= 50.8921 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= W4 - W3 \\ &= 146.50 \text{ gr} - 113.6516 \text{ gr} \\ &= 32.8484 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= A - B \\ &= 50.8921 \text{ gr} - 32.8484 \text{ gr} \\ &= 18.0437 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$Gs = \frac{(W2 - W1)}{(W2 - W1) - (W4 - W3)} = Gs = \frac{A}{C}$$

$$\begin{aligned} Gs &= \frac{50.8921 \text{ gr}}{18.0437 \text{ gr}} \\ &= 2.82 \end{aligned}$$

## - Sisi Kanan

$$\begin{aligned} W1 &= \text{berat cawan (gr)} \\ &= 1.6079 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W2 &= \text{berat cawan + sedimen (gr)} \\ &= 56.50 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W3 &= \text{berat picno + air (gr)} \\ &= 113.6516 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W4 &= \text{berat picno + air + sedimen (gr)} \\ &= 146.75 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A &= W_2 - W_1 \\
 &= 56.50 \text{ gr} - 1.6079 \text{ gr} \\
 &= 54.8921 \text{ gr} \\
 B &= W_4 - W_3 \\
 &= 146.75 \text{ gr} - 113.6516 \text{ gr} \\
 &= 33.0984 \text{ gr} \\
 C &= A - B \\
 &= 54.8921 \text{ gr} - 33.0984 \text{ gr} \\
 &= 21.7937 \text{ gr} \\
 G_s &= \frac{(W_2 - W_1)}{(W_2 - W_1) - (W_4 - W_3)} = G_s = \frac{A}{C} \\
 G_s &= \frac{54.8921 \text{ gr}}{21.7937 \text{ gr}} \\
 &= 2.518
 \end{aligned}$$

Dari kedua sisi ruas sungai tersebut kemudian diambil rerata untuk menentukan ukuran butiran sedimen yang selanjutnya akan digunakan sebagai perhitungan angkutan potensi sedimen. Dimana  $G_s = 2.669$ .

e. Ruas Lima

- Sisi Kiri

$$\begin{aligned}
 W_1 &= \text{berat cawan (gr)} \\
 &= 1.6079 \text{ gr} \\
 W_2 &= \text{berat cawan + sedimen (gr)} \\
 &= 42 \text{ gr} \\
 W_3 &= \text{berat picno + air (gr)} \\
 &= 113.7815 \text{ gr} \\
 W_4 &= \text{berat picno + air + sedimen (gr)} \\
 &= 138.50 \text{ gr} \\
 A &= W_2 - W_1 \\
 &= 42 \text{ gr} - 1.6079 \text{ gr} \\
 &= 40.3921 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= W4 - W3 \\ &= 138.50 \text{ gr} - 113.7815 \text{ gr} \\ &= 24.7185 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= A - B \\ &= 40.3921 \text{ gr} - 24.7185 \text{ gr} \\ &= 15.6736 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$Gs = \frac{(W2-W1)}{(W2-W1)-(W4-W3)} Gs = \frac{A}{C}$$

$$\begin{aligned} Gs &= \frac{40.3921 \text{ gr}}{15.6736 \text{ gr}} \\ &= 2.580 \end{aligned}$$

- Sisi Kanan

$$\begin{aligned} W1 &= \text{berat cawan (gr)} \\ &= 1.6079 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W2 &= \text{berat cawan + sedimen (gr)} \\ &= 75.50 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W3 &= \text{berat picno + air (gr)} \\ &= 171 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W4 &= \text{berat picno + air + sedimen (gr)} \\ &= 218 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= W2 - W1 \\ &= 75.50 \text{ gr} - 1.6079 \text{ gr} \\ &= 73.8921 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= W4 - W3 \\ &= 218 \text{ gr} - 171 \text{ gr} \\ &= 47 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= A - B \\ &= 73.8921 \text{ gr} - 47 \text{ gr} \\ &= 26.8921 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$Gs = \frac{(W2-W1)}{(W2-W1)-(W4-W3)} = Gs = \frac{A}{C}$$

$$\begin{aligned} Gs &= \frac{73.8921 \text{ gr}}{26.8921 \text{ gr}} \\ &= 2.748 \end{aligned}$$

Dari kedua sisi ruas sungai tersebut kemudian diambil rerata untuk menentukan ukuran butiran sedimen yang selanjutnya akan digunakan sebagai perhitungan angkutan potensi sedimen. Dimana  $G_s = 2.669$ .

#### **4.2.2. Analisa Hidrologi**

Dalam analisa hidrologi, digunakan data hujan dari lima stasiun hujan yaitu Stasiun Hujan Sumberdadi, Stasiun Hujan Tumpang, Stasiun Hujan Pakisaji, Stasiun Hujan Pandantoyo dan Stasiun Hujan Sumberlumbu. Adapun periode pemantauan yang dipakai adalah curah hujan satu tahun terakhir yaitu 2018. Dalam data hujan yang digunakan, tidak ditemukan data hujan yang kosong sehingga tahap analisa hidrologi bisa langsung dilakukan.

##### **4.2.2.1. Curah Hujan Rata-rata Wilayah (*Basin Rainfall*)**

Hal pertama yang harus dilakukan dalam mencari nilai curah hujan rata-rata wilayah yaitu menentukan lokasi stasiun hujan dan daerah pengaruhnya terhadap DAS yang ditinjau. Dalam hal ini stasiun hujan diplotkan pada lokasi sesuai koordinatnya dan dibuat daerah pengaruhnya menggunakan *Polygon Thiessen*. Dengan cara tersebut dapat diketahui stasiun hujan mana saja yang mempunyai pengaruh terhadap DAS Sungai Lanang. Adapun daerah pengaruh stasiun hujan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Setelah daerah pengaruh stasiun hujan diketahui, selanjutnya nilai curah hujan wilayah dapat dihitung. Dalam Tugas Akhir ini digunakan metode Poligon Thiessen untuk mencari nilai curah hujan wilayah yang terjadi di DAS Sungai Lanang. Metode tersebut digunakan secara luas karena dapat memberikan data presipitasi yang lebih akurat dan setiap bagian wilayah tangkapan hujan diwakili secara proposional oleh stasiun hujan.



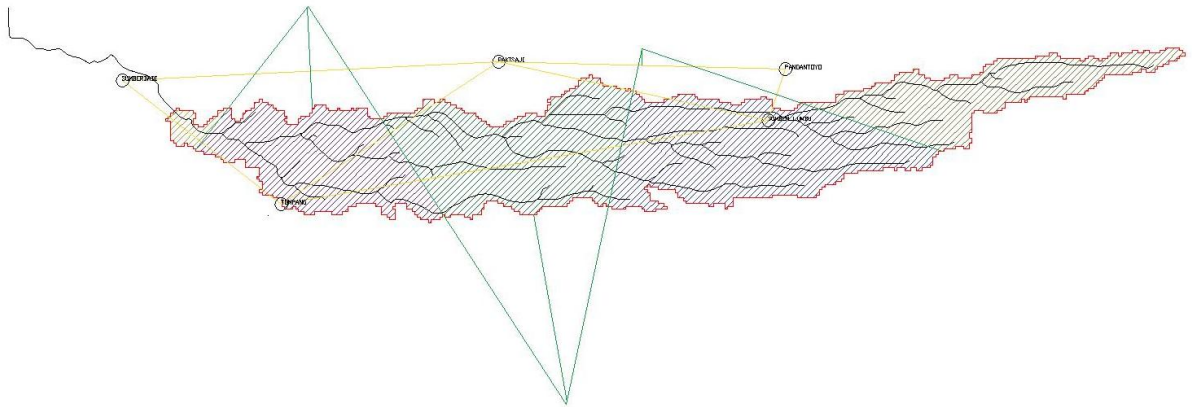
Dengan menggunakan data yang dimiliki, curah hujan dari setiap stasiun pemantau beserta tahun dan bulan diurutkan secara rinci. Selanjutnya, dihitung harga curah hujan wilayahnya dengan menjumlah tiap curah hujan dari semua tempat pengukuran selama suatu periode tertentu (1 hari, 1 bulan atau 1 tahun) yang telah dikalikan dengan koefisien *thiessen*-nya. Koefisien *thiessen* sendiri didapat dari luas daerah pengaruh masing-masing stasiun hujan dan dibagi luas total. Dibawah ini merupakan contoh perhitungan curah hujan wilayah pada tanggal 1 Januari. Sedangkan Pada Tabel 4.10 merupakan tabel koefisien *thiessen* dan pada Tabel 4.11, merupakan hasil perhitungan curah hujan pada bulan Januari yang selengkapnya akan berada pada Lampiran 1.

- Perhitungan Nilai Koefisien Thiessen
  - Luas Wilayah Sumberdadi (A1) = 0.937 km<sup>2</sup>
  - Luas Wilayah Tumpang (A2) = 13.00 km<sup>2</sup>
  - Luas Wilayah Pakisaji (A3) = 16.893 km<sup>2</sup>
  - Luas Wilayah Pandantoyo (A4) = 18.911 km<sup>2</sup>
  - Luas Wilayah Sumberlumbu (A6) = 10.992 km<sup>2</sup>
  - Luas Wilayah Total (A<sub>Total</sub>) = 60.733 km<sup>2</sup>
  - Koefisien Thiessen Sumberdadi =  $\frac{0.937 \text{ km}^2}{60.733 \text{ km}^2}$
  - = 0.015

**Tabel 4. 10.** Harga Koefisien Thiessen

Nama Stasiun Hujan	Luas Stasiun km2	Nilai Koefisien Thiessen
Sumberdadi	0.937	0.015
Tumpang	13.000	0.214
Pakisaji	16.893	0.278
Pandantoyo	18.911	0.311
Sumberlumbu	10.992	0.18
Total	60.733	

- Perhitungan Curah Hujan Wilayah
  - Curah Hujan Sumberdadi = 8 mm
  - Curah Hujan Tumpang = 40 mm
  - Curah Hujan Pakisaji = 0 mm
  - Curah Hujan Pandantoyo = 0 mm
  - Curah Hujan Sumberlumbu = 17 mm
  - Koefisien Thiessen Sumberdadi = 0.015
  - Koefisien Thiessen Tumpang = 0.214
  - Koefisien Thiessen Pakisaji = 0.278
  - Koefisien Thiessen Pandantoyo = 0.311
  - Koefisien Thiessen Sumberlumbu = 0.181
  - Curah Hujan Wilayah tanggal 1 Januari
    - = (8 mm x 0.015) + (40 mm x 0.214) + (0 mm x 0.278)
    - + (0 mm x 0.311) + (17 mm x 0.181)
    - = 11.76 mm



**Gambar 4. 6.** Daerah Pengaruh Stasiun Hujan

**Tabel 4. 11.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah

Tanggal	Curah Hujan					Curah Hujan Wilayah
	Sumberdadi 0.937 km <sup>2</sup>	Tumpang 13.000 km <sup>2</sup>	Pakisaji 16.893 km <sup>2</sup>	Pandantoyo 18.911 km <sup>2</sup>	Sumberlumbu 10.992 km <sup>2</sup>	
01	8	40	0	0	17	11.76
02	12	33	5	29	0	17.67
03	19	0	14	19	24	14.45
04	19	0	6	31	46	19.94
05	25	55	44	39	21	40.34
06	30	0	0	43	70	26.52
07	20	0	21	27	0	14.56
08	30	77	69	43	49	58.40
09	94	75	86	29	96	67.83
10	0	0	0	0	0	0.00
11	33	7	18	21	22	17.53
12	0	15	0	14	16	10.47
13	0	0	0	0	0	0.00
14	14	0	0	0	18	3.47
15	0	0	0	7	15	4.89
16	0	0	0	0	0	0.00

**Tabel 4. 11.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah (*lanjutan*)

Tanggal	Curah Hujan					Curah Hujan Wilayah
	Sumberdadi 0.937 km <sup>2</sup>	Tumpang 13.000 km <sup>2</sup>	Pakisaji 16.893 km <sup>2</sup>	Pandantoyo 18.911 km <sup>2</sup>	Sumberlumbu 10.992 km <sup>2</sup>	
17	3	0	0	11	3	4.01
18	12	38	34	19	12	25.86
19	25	0	0	9	8	4.64
20	20	0	3	0	21	4.94
21	15	0	0	0	0	0.23
22	0	0	0	0	0	0.00
23	24	40	9	0	14	13.97
24	0	7	6	31	7	14.09
25	19	21	90	59	95	65.39
26	0	0	0	0	4	0.72
27	0	0	0	17	14	7.83
28	7	17	0	21	0	10.29
29	0	0	0	0	0	0.00
30	0	21	0	0	0	4.50
31	0	0	0	0	0	0.00

*Catatan : Luas Total = 60.733 km<sup>2</sup>*

#### 4.2.2.2. *Run-off Coeficient (Koefisien Pengaliran)*

Koefisien pengaliran dipengaruhi oleh jenis tanah, kemiringan permukaan tanah, tata guna tanah, dan intensitas hujan. Kondisi tata guna lahan yang sebenarnya di lapangan sangatlah bervariasi, sehingga untuk menentukan koefisien pengaliran adalah koefisien pengaliran rata – rata atau koefisien pengaliran komposit kawasan. Sehingga perhitungan koefisien pengalirannya adalah sebagai berikut:

$$\text{Luas Pemukiman (A1)} = 30.366 \text{ km}^2$$

$$\text{C Pemukiman (C1)} = 0.35$$

$$\text{Luas Persawahan (A2)} = 24.293 \text{ km}^2$$

$$\text{C Persawahan (C2)} = 0.70$$

$$\text{Luas Ladang (A3)} = 6.073 \text{ km}^2$$

$$\text{C Ladang (C3)} = 0.60$$

$$\text{A total} = 60.733 \text{ km}^2$$

$$\begin{aligned} \bar{C} &= \frac{\sum C_i A_i}{\sum A} = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + \dots + C_n A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \\ &= \frac{(30.366 \text{ km}^2 \times 0.35) + (24.293 \text{ km}^2 \times 0.70) + (6.073 \text{ km}^2 \times 0.60)}{30.366 \text{ km}^2 + 24.293 \text{ km}^2 + 6.073 \text{ km}^2} \\ &= 0.515 \end{aligned}$$

#### 4.2.2.3. *Time of Concentration*

Waktu konsentrasi adalah waktu yang air yang mengalir diatas permukaan tanah dari titik terjauh suatu daerah pengaliran sampai ke titik kontrol yang ditentukan dibagian hilir. Adapun perhitungan waktu konsentrasi adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} H &= \text{Beda elevasi antara titik terjauh di daerah pengaliran} \\ &\quad \text{dengan titik yang di tinjau} \\ &= \text{Elevasi Upstream} - \text{Elevasi Downstream} \\ &= 725.00 - 105.00 \\ &= 620.00 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= \text{Panjang sungai} \\ &= 29.12 \text{ km} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= \text{Kecepatan aliran} \\ &= 72 \times \left(\frac{H}{L}\right)^{0.6} \\ &= 72 \times \left(\frac{620 \text{ m}}{29120 \text{ m}}\right)^{0.6} \\ &= 7.149 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_c &= \frac{L}{W} \\ &= \frac{29.12 \text{ km}}{7.149 \text{ km/jam}} \\ &= 4.073 \text{ jam} \end{aligned}$$

#### 4.2.2.4. Intensitas Hujan

Intensitas curah hujan yaitu jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam volume hujan tiap satuan waktu, yang terjadi pada satu kurun waktu air hujan terkonsentrasi (Wesli, 2008). Besarnya intensitas curah hujan tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Intensitas curah hujan yang tinggi pada umumnya berlangsung dengan durasi pendek dan meliputi daerah yang tidak luas. Berikut merupakan contoh perhitungan intensitas hujan tanggal 1 Januari dan tabel hasil perhitungan intensitas curah hujan bulan Januari akan tersedia pada Tabel 4.11. Sedangkan untuk hasil perhitungan intensitas hujan selama satu tahun akan berada pada Lampiran.

$$\begin{aligned} R_{24} &= \text{Curah hujan rencana} \\ &= 11.76 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_c &= \text{Durasi curah hujan} \\ &= 4.073 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I &= \text{Intensitas hujan} \\
 &= \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3} \\
 &= \frac{11.76 \text{ mm}}{24} \left( \frac{24}{4.073 \text{ jam}} \right)^{2/3} \\
 &= 1.599 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

**Tabel 4. 12.** Hasil Perhitungan Intensitas Hujan

Tanggal	Curah Hujan Wilayah	tc	I
		jam	mm/jam
01	11.76	4.073	1.599
02	17.67	4.073	2.402
03	14.45	4.073	1.964
04	19.94	4.073	2.710
05	40.34	4.073	5.483
06	26.52	4.073	3.605
07	14.56	4.073	1.979
08	58.40	4.073	7.937
09	67.83	4.073	9.220
10	0.00	4.073	0.000
11	17.53	4.073	2.383
12	10.47	4.073	1.423
13	0.00	4.073	0.000
14	3.47	4.073	0.472
15	4.89	4.073	0.665
16	0.00	4.073	0.000
17	4.01	4.073	0.546
18	25.86	4.073	3.516
19	4.64	4.073	0.630
20	4.94	4.073	0.672
21	0.23	4.073	0.031
22	0.00	4.073	0.000
23	13.97	4.073	1.899
24	14.09	4.073	1.915
25	65.39	4.073	8.888
26	0.72	4.073	0.098
27	7.83	4.073	1.064



**Tabel 4. 12.** Hasil Perhitungan Intensitas Hujan (*lanjutan*)

Tanggal	Curah Hujan Wilayah	tc	I	
		jam	mm/jam	
Januari	28	10.29	4.073	1.398
	29	0.00	4.073	0.000
	30	4.50	4.073	0.611
	31	0.00	4.073	0.000

#### 4.2.2.5. Debit Sungai Tersedia

Debit air sungai adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu. Pada perhitungan debit sungai dibawah ini akan menggunakan rumus empiris. Metode Rasional adalah metode yang akan digunakan dalam perhitungan debit sungai tersedia disini. Berikut merupakan contoh perhitungan intensitas hujan tanggal 1 Januari dan tabel hasil perhitungan debit sungai bulan Januari akan tersedia pada Tabel 4.12. Sedangkan untuk hasil perhitungan debit sungai selama satu tahun akan berada pada Lampiran.

$$C = \text{Koefisien pengaliran} \\ = 0.515$$

$$I = \text{Intensitas hujan} \\ = 1.599 \text{ mm/jam}$$

$$A = \text{Luas daerah pengaliran} \\ = 60.733 \text{ km}^2$$

$$Q = 0.278 \times C \times I \times A \\ = 0.278 \times 0.515 \times 1.599 \text{ mm/jam} \times 60.733 \text{ km}^2 \\ = 13.902 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Tabel 4. 13.** Hasil Perhitungan Debit Tersedia

Tanggal	C	tc	I	Q
		jam	mm/jam	m <sup>3</sup> /s
01	0.515	4.073	1.599	13.902
02	0.515	4.073	2.402	20.883
03	0.515	4.073	1.964	17.075
04	0.515	4.073	2.710	23.567
05	0.515	4.073	5.483	47.679
06	0.515	4.073	3.605	31.346
07	0.515	4.073	1.979	17.205
08	0.515	4.073	7.937	69.016
09	0.515	4.073	9.220	80.167
10	0.515	4.073	0.000	0.000
11	0.515	4.073	2.383	20.724
12	0.515	4.073	1.423	12.370
13	0.515	4.073	0.000	0.000
14	0.515	4.073	0.472	4.106
15	0.515	4.073	0.665	5.785
16	0.515	4.073	0.000	0.000
17	0.515	4.073	0.546	4.745
18	0.515	4.073	3.516	30.569
19	0.515	4.073	0.630	5.479
20	0.515	4.073	0.672	5.843
21	0.515	4.073	0.031	0.273
22	0.515	4.073	0.000	0.000
23	0.515	4.073	1.899	16.510
24	0.515	4.073	1.915	16.649
25	0.515	4.073	8.888	77.281
26	0.515	4.073	0.098	0.856
27	0.515	4.073	1.064	9.251
28	0.515	4.073	1.398	12.157
29	0.515	4.073	0.000	0.000
30	0.515	4.073	0.611	5.313
31	0.515	4.073	0.000	0.000

### 4.2.3. Analisa Angkutan Total Potensi Sedimen

Angkutan sedimen dasar atau bed material transport, dimana asal materialnya dari saluran sendiri. Formula Meyer Peter dan Muller (MPM) adalah formula yang akan digunakan dalam perhitungan angkutan sedimen disini. Berikut merupakan contoh perhitungan angkutan sedimen.

a. Angkutan Sedimen Tanggal 1 Januari dengan kondisi Degradasi

Pada perhitungan ini akan diambil contoh pada ruas 65 dan ruas 64, dimana pada tanggal 1 Januari pada ruas tersebut terjadi degradasi akibat dari angkutan sedimen.

- Ruas 65

- Data Perencanaan :

$$\begin{aligned} Q_w &= \text{Debit air tersedia} \\ &= 13.902 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_w &= \text{Tinggi muka air (didapat dari rating curve)} \\ &= 0.74 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= \text{Lebar dasar saluran} \\ &= 15.00 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= \text{Luas penampang saluran} \\ &= 11.04 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{u} &= Q_w / A \\ &= 13.902 \text{ m}^3/\text{s} / 11.04 \text{ m}^2 \\ &= 1.26 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I &= \text{Kemiringan dasar saluran} \\ &= 0.00356 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{50} &= \text{Ukuran partikel sedimen lolos ayakan 50\%} \\ &= 0.004 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{90} &= \text{Ukuran partikel sedimen lolos ayakan 90\%} \\ &= 0.021 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_m &= 1.2 d_{50} \\ &= 1.2 \times 0.004 \text{ m} \\ &= 0.005 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_s = 2835 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} S &= \rho / \rho_s \\ &= 2835 \text{ kg/m}^3 / 1000 \text{ kg/m}^3 \\ &= 2.835 \end{aligned}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

- Perhitungan Nilai C

$$\begin{aligned} C &= \frac{\bar{u}}{\sqrt{hl}} \\ &= \frac{1.26 \text{ m/s}}{\sqrt{0.74 \text{ m} \times 0.00356}} \\ &= 24.59 \text{ m}^{1/2}/\text{s} \end{aligned}$$

- Perhitungan Nilai C'

$$\begin{aligned} C' &= 18 \log \left( \frac{12h}{d_{90}} \right) \\ &= 18 \log \left( \frac{12 \times 0.74}{0.021} \right) \\ &= 47.42 \text{ m}^{1/2}/\text{s} \end{aligned}$$

- Perhitungan Nilai  $\mu$

$$\begin{aligned} \mu &= \left( \frac{C}{C'} \right)^{3/2} \\ &= \left( \frac{24.59 \text{ m}^{1/2}/\text{s}}{47.42 \text{ m}^{1/2}/\text{s}} \right)^{3/2} \\ &= 0.373 \end{aligned}$$

- Perhitungan  $\theta'$

$$\begin{aligned} \theta' &= \frac{\mu hl}{(s-1)d_m} \\ &= \frac{0.373 \times 0.74 \times 0.00356}{(2.835-1) \times 0.005 \text{ m}} \\ &= 0.115 \end{aligned}$$

- Perhitungan Nilai  $\emptyset_b$

$$\begin{aligned}\emptyset_b &= 8 \times (\theta' - 0.047)^{3/2} \\ &= 8 \times (0.115 - 0.047)^{3/2} \\ &= 0.141\end{aligned}$$

- Perhitungan Nilai  $q_b$

$$\begin{aligned}q_b &= \emptyset_b \sqrt{(s - 1) \times g \times d_m^{3/2}} \\ &= 0.141 \sqrt{(2.835 - 1) \times 9.81 \times 0.005^{3/2}} \\ &= 0.00019 \text{ m}^3/\text{s/m}'\end{aligned}$$

- Perhitungan Nilai  $\Delta z$  pada satu ruas

$$\begin{aligned}q_b &= q_b \times B \\ &= 0.00019 \text{ m}^3/\text{s/m}' \times 15.00 \text{ m} \\ &= 0.00285 \text{ m}^3/\text{s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta z &= \frac{q_b}{\Delta x \times B} \times 86400 \\ &= \frac{0.00285 \text{ m}^3/\text{s}}{126 \text{ m} \times (15 \text{ m} + 8 \text{ m})/2} \times 86400 \\ &= 0.17 \text{ m/hari}\end{aligned}$$

- Ruas 64

- Data Perencanaan :

$$\begin{aligned}Q_w &= \text{Debit air tersedia} \\ &= 13.902 \text{ m}^3/\text{s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}h_w &= \text{Tinggi muka air (didapat dari rating curve)} \\ &= 1.18 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B &= \text{Lebar dasar saluran} \\ &= 8.00 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A &= \text{Luas penampang saluran} \\ &= 9.42 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{u} &= Q_w / A \\ &= 13.902 \text{ m}^3/\text{s} / 9.42 \text{ m}^2 \\ &= 1.48 \text{ m/s}\end{aligned}$$

$$I = \text{Kemiringan dasar saluran} \\ = 0.00326$$

$$d_{50} = \text{Ukuran partikel sedimen lolos ayakan 50\%} \\ = 0.004 \text{ m}$$

$$d_{90} = \text{Ukuran partikel sedimen lolos ayakan 90\%} \\ = 0.021 \text{ m}$$

$$d_m = 1.2 d_{50} \\ = 1.2 \times 0.004 \text{ m} \\ = 0.005 \text{ m}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_s = 2835 \text{ kg/m}^3$$

$$S = \rho / \rho_s \\ = 2835 \text{ kg/m}^3 / 1000 \text{ kg/m}^3 \\ = 2.835$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

- Perhitungan Nilai C

$$C = \frac{\bar{u}}{\sqrt{hi}} \\ = \frac{1.48 \text{ m/s}}{\sqrt{1.18 \text{ m} \times 0.00326}} \\ = 23.82 \text{ m}^{1/2}/\text{s}$$

- Perhitungan Nilai C'

$$C' = 18 \log \left( \frac{12h}{d_{90}} \right) \\ = 18 \log \left( \frac{12 \times 1.18}{0.021} \right) \\ = 51.09 \text{ m}^{1/2}/\text{s}$$

- Perhitungan Nilai  $\mu$

$$\begin{aligned}\mu &= \left(\frac{C}{C'}\right)^{3/2} \\ &= \left(\frac{23.82 \text{ m}^{1/2}/\text{s}}{51.09 \text{ m}^{1/2}/\text{s}}\right)^{3/2} \\ &= 0.318\end{aligned}$$

- Perhitungan  $\theta'$

$$\begin{aligned}\theta' &= \frac{\mu h l}{(s-1)d_m} \\ &= \frac{0.318 \times 1.18 \times 0.00326}{(2.835-1) \times 0.005 \text{ m}} \\ &= 0.143\end{aligned}$$

- Perhitungan Nilai  $\emptyset_b$

$$\begin{aligned}\emptyset_b &= 8 \times (\theta' - 0.047)^{3/2} \\ &= 8 \times (0.143 - 0.047)^{3/2} \\ &= 0.238\end{aligned}$$

- Perhitungan Nilai  $q_b$

$$\begin{aligned}q_b &= \emptyset_b \sqrt{(s-1) \times g} \times d_m^{3/2} \\ &= 0.238 \sqrt{(2.835-1) \times 9.81} \times 0.005^{3/2} \\ &= 0.00032 \text{ m}^3/\text{s/m}'\end{aligned}$$

- Perhitungan Nilai  $\Delta z$  pada satu ruas

$$\begin{aligned}q_b &= q_b \times B \\ &= 0.00032 \text{ m}^3/\text{s/m}' \times 8.00 \text{ m} \\ &= 0.00257 \text{ m}^3/\text{s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta z &= \frac{q_b}{\Delta x \times B} \times 86400 \\ &= \frac{0.00257 \text{ m}^3/\text{s}}{78 \text{ m} \times (8 \text{ m} + 14 \text{ m})/2} \times 86400 \\ &= 0.26 \text{ m/hari}\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas dapat kita analisa bagaimana perubahan kemiringan dasar saluran sepanjang ruas 65 hingga ruas 64, diketahui angkutan sedimen yang terjadi pada ruas 65 adalah 0.17 m/hari dan pada ruas 64 adalah 0.26 m/hari. Perbedaan angkutan sedimen sepanjang ruas tersebut adalah sebesar -0.09 m. Jika ditarik kesimpulan angkutan sedimen yang masuk ke ruas 64 adalah lebih besar dari angkutan sedimen yang masuk ke ruas 65, hal tersebut dapat berakibat tergerusnya dasar saluran sepanjang saluran tersebut, sehingga sepanjang saluran tersebut terjadi degradasi.

b. Angkutan Sedimen Tanggal 1 Januari dengan kondisi Agradasi

Pada perhitungan ini akan diambil contoh pada ruas 64 dan ruas 63, dimana pada tanggal 1 Januari pada ruas tersebut terjadi agradasi akibat dari angkutan sedimen.

- Ruas 64

• Data Perencanaan :

$$Q_w = \text{Debit air tersedia} \\ = 13.902 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$h_w = \text{Tinggi muka air (didapat dari rating curve)} \\ = 1.18 \text{ m}$$

$$B = \text{Lebar dasar saluran} \\ = 8.00 \text{ m}$$

$$A = \text{Luas penampang saluran} \\ = 9.42 \text{ m}^2$$

$$\bar{u} = Q_w / A \\ = 13.902 \text{ m}^3/\text{s} / 9.42 \text{ m}^2 \\ = 1.48 \text{ m/s}$$

$$I = \text{Kemiringan dasar saluran} \\ = 0.00326$$



$$d_{50} = \text{Ukuran partikel sedimen lolos ayakan 50\%} \\ = 0.004 \text{ m}$$

$$d_{90} = \text{Ukuran partikel sedimen lolos ayakan 90\%} \\ = 0.021 \text{ m}$$

$$d_m = 1.2 d_{50} \\ = 1.2 \times 0.004 \text{ m} \\ = 0.005 \text{ m}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_s = 2835 \text{ kg/m}^3$$

$$S = \rho / \rho_s \\ = 2835 \text{ kg/m}^3 / 1000 \text{ kg/m}^3 \\ = 2.835$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

- Perhitungan Nilai C

$$C = \frac{\bar{u}}{\sqrt{h\bar{i}}} \\ = \frac{1.48 \text{ m/s}}{\sqrt{1.18 \text{ m} \times 0.00326}} \\ = 23.82 \text{ m}^{1/2}/\text{s}$$

- Perhitungan Nilai C'

$$C' = 18 \log \left( \frac{12h}{d_{90}} \right) \\ = 18 \log \left( \frac{12 \times 1.18}{0.021} \right) \\ = 51.09 \text{ m}^{1/2}/\text{s}$$

- Perhitungan Nilai  $\mu$

$$\mu = \left( \frac{C}{C'} \right)^{3/2} \\ = \left( \frac{23.82 \text{ m}^{1/2}/\text{s}}{51.09 \text{ m}^{1/2}/\text{s}} \right)^{3/2} \\ = 0.318$$

- Perhitungan  $\theta'$

$$\begin{aligned}\theta' &= \frac{\mu h l}{(s-1)d_m} \\ &= \frac{0.318 \times 1.18 \times 0.00326}{(2.835-1) \times 0.005 \text{ m}} \\ &= 0.143\end{aligned}$$

- Perhitungan Nilai  $\emptyset_b$

$$\begin{aligned}\emptyset_b &= 8 \times (\theta' - 0.047)^{3/2} \\ &= 8 \times (0.143 - 0.047)^{3/2} \\ &= 0.238\end{aligned}$$

- Perhitungan Nilai  $q_b$

$$\begin{aligned}q_b &= \emptyset_b \sqrt{(s-1) \times g \times d_m}^{3/2} \\ &= 0.238 \sqrt{(2.835-1) \times 9.81 \times 0.005}^{3/2} \\ &= 0.00032 \text{ m}^3/\text{s/m}'\end{aligned}$$

- Perhitungan Nilai  $\Delta z$  pada satu ruas

$$\begin{aligned}q_b &= q_b \times B \\ &= 0.00032 \text{ m}^3/\text{s/m}' \times 8.00 \text{ m} \\ &= 0.00257 \text{ m}^3/\text{s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta z &= \frac{q_b}{\Delta x \times B} \times 86400 \\ &= \frac{0.00257 \text{ m}^3/\text{s}}{78 \text{ m} \times (8 \text{ m} + 14 \text{ m})/2} \times 86400 \\ &= 0.26 \text{ m/hari}\end{aligned}$$

- Ruas 63

- Data Perencanaan :

$$\begin{aligned}Q_w &= \text{Debit air tersedia} \\ &= 13.902 \text{ m}^3/\text{s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}h_w &= \text{Tinggi muka air (didapat dari rating curve)} \\ &= 0.90 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= \text{Lebar dasar saluran} \\ &= 14.00 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= \text{Luas penampang saluran} \\ &= 12.60 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{u} &= Q_w / A \\ &= 13.902 \text{ m}^3/\text{s} / 12.60 \text{ m}^2 \\ &= 1.10 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I &= \text{Kemiringan dasar saluran} \\ &= 0.00337 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{50} &= \text{Ukuran partikel sedimen lolos ayakan 50\%} \\ &= 0.004 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{90} &= \text{Ukuran partikel sedimen lolos ayakan 90\%} \\ &= 0.021 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_m &= 1.2 d_{50} \\ &= 1.2 \times 0.004 \text{ m} \\ &= 0.005 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_s = 2835 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} S &= \rho / \rho_s \\ &= 2835 \text{ kg/m}^3 / 1000 \text{ kg/m}^3 \\ &= 2.835 \end{aligned}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

- Perhitungan Nilai C

$$\begin{aligned} C &= \frac{\bar{u}}{\sqrt{hi}} \\ &= \frac{1.10 \text{ m/s}}{\sqrt{0.90 \text{ m} \times 0.00337}} \\ &= 20.03 \text{ m}^{1/2}/\text{s} \end{aligned}$$

- Perhitungan Nilai  $C'$

$$\begin{aligned} C' &= 18 \log \left( \frac{12h}{d_{90}} \right) \\ &= 18 \log \left( \frac{12 \times 0.90}{0.021} \right) \\ &= 48.99 \text{ m}^{1/2}/\text{s} \end{aligned}$$

- Perhitungan Nilai  $\mu$

$$\begin{aligned} \mu &= \left( \frac{C}{C'} \right)^{3/2} \\ &= \left( \frac{20.03 \text{ m}^{1/2}/\text{s}}{48.99 \text{ m}^{1/2}/\text{s}} \right)^{3/2} \\ &= 0.262 \end{aligned}$$

- Perhitungan  $\theta'$

$$\begin{aligned} \theta' &= \frac{\mu h l}{(s-1)d_m} \\ &= \frac{0.262 \times 1.18 \times 0.00337}{(2.835-1) \times 0.005 \text{ m}} \\ &= 0.093 \end{aligned}$$

- Perhitungan Nilai  $\emptyset_b$

$$\begin{aligned} \emptyset_b &= 8 \times (\theta' - 0.047)^{3/2} \\ &= 8 \times (0.093 - 0.047)^{3/2} \\ &= 0.079 \end{aligned}$$

- Perhitungan Nilai  $q_b$

$$\begin{aligned} q_b &= \emptyset_b \sqrt{(s-1) \times g \times d_m}^{3/2} \\ &= 0.079 \sqrt{(2.835 - 1) \times 9.81 \times 0.005}^{3/2} \\ &= 0.00011 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m} \end{aligned}$$

- Perhitungan Nilai  $\Delta z$  pada satu ruas

$$\begin{aligned}
 q_b &= q_b \times B \\
 &= 0.00011 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}' \times 14.00 \text{ m} \\
 &= 0.00149 \text{ m}^3/\text{s} \\
 \Delta z &= \frac{q_b}{\Delta x \times B} \times 86400. \\
 &= \frac{0.00149 \text{ m}^3/\text{s}}{107 \text{ m} \times (14 \text{ m} + 13 \text{ m})/2} \times 86400. \\
 &= 0.09 \text{ m/hari}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas dapat kita analisa bagaimana perubahan kemiringan dasar saluran sepanjang ruas 64 hingga ruas 63, diketahui angkutan sedimen yang terjadi pada ruas 64 adalah 0.26 m/hari dan pada ruas 63 adalah 0.09 m/hari. Perbedaan angkutan sedimen sepanjang ruas tersebut adalah sebesar 0.17 m. Jika ditarik kesimpulan angkutan sedimen yang masuk ke ruas 64 adalah lebih kecil dari angkutan sedimen yang masuk ke ruas 63, hal tersebut dapat berakibat tertumpuknya sedimen pada dasar saluran sepanjang saluran tersebut, sehingga sepanjang saluran tersebut terjadi aggradasi.

Hasil perubahan kemiringan dasar sungai akibat dari angkutan sedimen dapat dilihat pada tabel 4.14. pada tabel tersebut dapat diketahui bahwa selama satu tahun, besaran maksimal perubahan kemiringan dasar saluran yang mengalami aggradasi per tahun adalah sebesar 2.42 m dengan rata-rata 0.83 m/ruas yang terjadi pada ruas 65 – ruas 64, ruas 47 – ruas 37 dan ruas 8 – ruas 1. Sedangkan besaran maksimal perubahan kemiringan dasar saluran yang mengalami degradasi per tahun adalah sebesar -1.90 m dengan rata-rata -0.86 m/ruas yang terjadi pada ruas 63 – ruas 48 dan ruas 36 – ruas 9. Hasil perhitungan selengkapnya akan disajikan dalam bentuk tabel yang terdapat pada Lampiran 3, dimana pada lampiran tersebut dapat dilihat hasil perhitungan dan visualisasi perubahan

kemiringan dasar sungai per hari (selama tujuh hari), per bulan (selama satu bulan) dan per tahun.

**Tabel 4. 14.** Rekapitulasi Angkutan Sedimen Tahun 2018 - 2019

No. Ruas	1 Jan 2018	1 Jan 2019	$\Delta z$
	Elv. Dasar Sungai	Elv. Dasar Sungai	
	m	m	
P.65	97.70	98.60	0.89
P.64	97.26	97.91	0.65
P.63	97.00	97.26	0.26
P.62	96.64	96.49	-0.15
P.61	96.22	95.91	-0.31
P.60	95.81	95.57	-0.24
P.59	95.40	95.08	-0.32
P.58	95.04	94.66	-0.39
P.57	94.72	94.41	-0.30
P.56	94.31	94.00	-0.31
P.55	93.99	93.80	-0.18
P.54	93.51	93.43	-0.08
P.53	93.09	93.00	-0.09
P.52	92.72	92.46	-0.26
P.51	92.39	92.14	-0.25
P.50	92.10	91.66	-0.43
P.49	91.86	91.18	-0.68
P.48	91.27	90.70	-0.57
P.47	89.98	90.24	0.27
P.46	89.57	89.99	0.41
P.45	89.19	89.78	0.59
P.44	88.70	89.46	0.75
P.43	88.35	89.07	0.72
P.42	87.99	88.73	0.74
P.41	87.71	88.50	0.79
P.40	87.24	87.98	0.73

**Tabel 4. 25.** Rekapitulasi Angkutan Sedimen Tahun  
2018 – 2019 (*lanjutan*)

No. Ruas	1 Jan 2018	1 Jan 2019	$\Delta z$
	Elv. Dasar Sungai	Elv. Dasar Sungai	
	m	m	
P.39	86.65	87.52	0.86
P.38	86.13	87.01	0.87
P.37	85.94	86.43	0.49
P.36	85.69	85.81	0.12
P.35	85.48	85.27	-0.21
P.34	85.12	84.76	-0.35
P.33	84.76	84.04	-0.71
P.32	84.48	83.60	-0.88
P.31	84.14	83.36	-0.78
P.30	83.95	83.19	-0.75
P.29	83.52	83.07	-0.45
P.28	83.20	82.81	-0.39
P.27	82.92	82.62	-0.31
P.26	82.60	82.28	-0.32
P.25	82.34	82.02	-0.32
P.24	82.04	82.11	0.07
P.23	81.73	81.78	0.05
P.22	81.50	81.42	-0.08
P.21	81.36	81.15	-0.21
P.20	80.93	80.88	-0.05
P.19	80.60	80.55	-0.05
P.18	80.32	80.25	-0.06
P.17	80.02	79.83	-0.19
P.16	79.74	79.63	-0.11
P.15	79.51	79.36	-0.15
P.14	79.25	79.20	-0.05
P.13	78.82	79.08	0.26
P.12	78.63	78.89	0.25

**Tabel 4. 25.** Rekapitulasi Angkutan Sedimen Tahun 2018 – 2019 (*lanjutan*)

No. Ruas	1 Jan 2018	1 Jan 2019	$\Delta z$
	Elv. Dasar Sungai	Elv. Dasar Sungai	
	m	m	
P.11	78.44	78.58	0.15
P.10	78.24	78.29	0.15
P.9	77.99	78.33	0.34
P.8	77.53	77.93	0.39
P.7	77.13	77.58	0.46
P.6	76.73	77.54	0.81
P.5	76.31	77.40	1.09
P.4	75.59	77.21	1.62
P.3	75.31	76.97	1.65
P.2	74.98	76.76	1.79
P.1	74.20	76.73	2.53
	Max		2.53
	Min		-0.88
	Rata-rata Agradasi		0.69
	Rata-rata Degradasi		-0.31

#### 4.2.4. Perencanaan *Groundsill*

Perencanaan *groundsill* dibawah ini merupakan contoh perhitungan pada ruas 58, perencanaan *groundsill* lainnya akan terlampir pada tabel 4.26.

##### 4.2.4.1. Perencanaan tinggi *Groundsill*

Tinggi *groundsill* direncanakan berdasarkan kemiringan dasar saluran yang telah direncanakan. Kemiringan dasar saluran perlu direncanakan sedemikian rupa guna mengatur pergerakan sedimen agar tidak mudah terangkut saat ada debit. Adapun syarat sedimen mulai bergerak jika:



- a.  $u_* > u_{*cr}$
- b.  $\tau_b > \tau_{bcr}$
- c.  $\theta > \theta_{cr}$

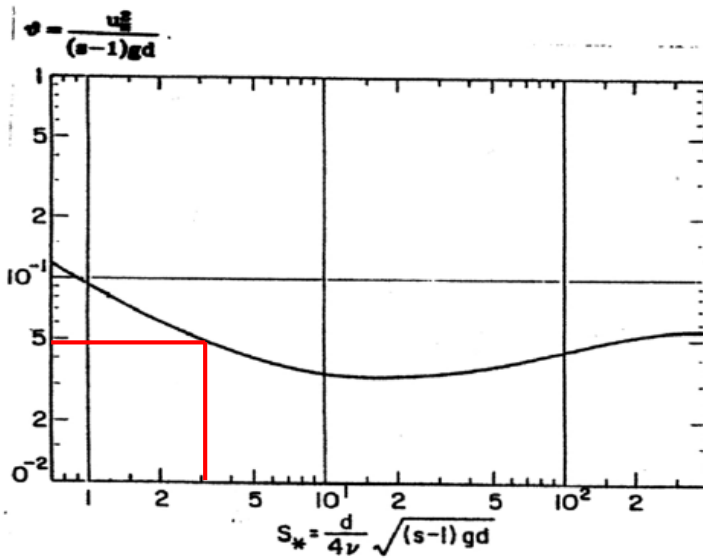
- Kontrol pergerakan sedimen

$$\begin{aligned}
 u_* &= \sqrt{g \times h \times I} \\
 &= \sqrt{9.81 \text{ m/s}^2 \times 1.83 \text{ m} \times 0.001} \\
 &= 0.13
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \tau_b &= \rho \times g \times h \times I \\
 &= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9.81 \text{ m/s}^2 \times 1.83 \text{ m} \times 0.001 \\
 &= 17.91
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \theta &= \frac{\tau_b}{\Delta \times g \times d_{90}} \\
 &= \frac{17.91}{1.84 \times 9.81 \text{ m/s}^2 \times 20.50} \\
 &= 0.0485
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{d_{90} \times \sqrt{\Delta \times g \times d_{90}}}{4 \times v} \\
 &= \frac{0.0002 \times \sqrt{1.84 \times 9.81 \text{ m/s}^2 \times 0.0002}}{4 \times 10^{-6}} \\
 &= 3.11
 \end{aligned}$$



**Grafik 4. 10.** Grafik perbandingan  $S$  vs  $\theta_{cr}$

$\theta_{cr}$  didapatkan berdasarkan grafik perbandingan  $S$  dan  $\theta_{cr}$  adalah sebesar 0.049

$$\begin{aligned} u_{*cr} &= \sqrt{\theta_{cr} \times \Delta \times g \times d_{90}} \\ &= \sqrt{0.049 \times 1.84 \times 9.81 \text{ m/s}^2 \times 0.021} \\ &= 0.13 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau_{bcr} &= \rho \times u_{*cr}^2 \\ &= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 0.02 \\ &= 18.08 \end{aligned}$$

Syarat I	$u^*$	$>$	$u_{*cr}$	Oke
	0.14	$<$	0.13	

Syarat II	$\tau_b$	>	$\tau_{bc}$	Oke
	17.91	<	18.08	
Syarat III	$\theta$	>	$\theta_{cr}$	Oke
	0.0485	<	0.0490	

- Perhitungan tinggi groundsill  
 Elv. Mercu = Elv. Ups - ( I x L )  
 = 95.08 - ( 0.001 x 99.00 m )  
 = 95.00  
 h = Elv. Mercu - Elv. DW Eks  
 = 95.00 - 94.66  
 = 0.35 m

#### 4.2.4.2. Menentukan tinggi muka air di atas *Groundsill*

Perhitungan tinggi muka air di atas *groundsill* menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = C_x b \times H_0^{3/2}$$

- Debit per-satuan lebar  
 Dalam perhitungan debit rencana, digunakan data hujan dari lima stasiun hujan yaitu Stasiun Hujan Sumberdadi, Stasiun Hujan Tumpang, Stasiun Hujan Pakisaji, Stasiun Hujan Pandantoyo dan Stasiun Hujan Sumberlumbu. Adapun periode pemantauan yang dipakai adalah curah hujan lima tahun terakhir yaitu 2014 - 2018. Hal pertama yang dilakukan adalah menentukan curah hujan harian maksimum masing-masing stasiun hujan. Setelah itu melakukan analisa distribusi frekuensi dimana didapatkan hasil bahwa distribusi probabilitas kontinyu yang dapat digunakan adalah Metode Log Person Type III dimana hasil outputannya berupa R24. Hasil dari R24 dan *Time of*

*Concentration* kemudian digunakan untuk menghitung intensitas hujan. Intensitas hujan, koefisien pengaliran lahan dan luas daerah pengaliran digunakan untuk menghitung debit rencana, dimana perhitungannya menggunakan Metode Rasional. Hasil dari perhitungan didapatkan debit rencana sebesar  $122.503 \text{ m}^3/\text{s}$

$$\begin{aligned} q &= \frac{Q}{b} \\ &= \frac{122.503 \text{ m}^3/\text{s}}{7.00 \text{ m}} \\ &= 17.500 \text{ m}^3/\text{s/m}^1 \end{aligned}$$

- Menghitung koefisien limpahan C  
Untuk harga C mula-mula direncanakan = 2.10, maka:

$$\begin{aligned} H_d &= \left( \frac{Q}{c \times b} \right)^{2/3} \\ &= \left( \frac{122.503 \text{ m}^3/\text{s}}{2.10 \times 7.00 \text{ m}} \right)^{2/3} \\ &= 4.11 \text{ m} \end{aligned}$$

Pada saat  $h = H_d$  dan  $C = C_d$ , maka:

$$C = 2 \left[ \frac{1+2a \left( \frac{h}{H_d} \right)}{1+a \left( \frac{h}{H_d} \right)} \right]$$

$$C = 1.6 \left[ \frac{1+2a \left( \frac{h}{H_d} \right)}{1+a \left( \frac{h}{H_d} \right)} \right]$$

$$C_d = 2.20 - 0.0416 \left( \frac{H_d}{w} \right)^{0.990}$$

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{0.6 - \left[ 0.0416 \left( \frac{H_d}{w} \right)^{0.990} \right]}{1 + \left[ 0.0416 \left( \frac{H_d}{w} \right)^{0.990} \right]} \\ &= \frac{0.6 - \left[ 0.0416 \left( \frac{4.11 \text{ m}}{1 \text{ m}} \right)^{0.990} \right]}{1 + \left[ 0.0416 \left( \frac{4.11 \text{ m}}{1 \text{ m}} \right)^{0.990} \right]} \\ &= 0.369 \end{aligned}$$

Sedangkan harga C pada saat  $h = H_d$ :

$$\begin{aligned} C &= 1.6 \left| \frac{1+2a \left(\frac{h}{hd}\right)}{1+a \left(\frac{h}{hd}\right)} \right| \\ &= 1.6 \left| \frac{1+2 \cdot 0.369 \left(\frac{4.11 \text{ m}}{4.11 \text{ m}}\right)}{1+0.369 \left(\frac{4.11 \text{ m}}{4.11 \text{ m}}\right)} \right| \\ &= 2.03 \end{aligned}$$

Harga C rencana tidak sama dengan C hitung, maka selanjutnya direncanakan lagi harga C yang lain sampai diperoleh angka C hitung sama dengan C rencana. Perhitungan selanjutnya akan dilampirkan pada tabel 4.26.

**Tabel 4. 15.** Perhitungan harga koefisien limpahan (C)

$C_{rencana}$	$H_d$	$a$	$C_{hitung}$
2.10	4.11	0.37	2.03
2.03	4.20	0.36	2.03

- Mencari harga  $h_0$

$$\begin{aligned} H_0 &= (q/C)^{2/3} \\ &= (17.500 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^1/2.03)^{2/3} \\ &= 4.21 \text{ m} \end{aligned}$$

$$Q = A \times V \text{ maka } V = Q / A$$

$$Q = C \times b \times H_0^{2/3}$$

$$\text{Dimana: } q = Q/b_{\text{eff}}, A = b \times (P + H_0) \text{ dan } V = \frac{q}{P + h_0}$$

Sehingga persamaan menjadi:

$$H_0 = h_0 + \frac{q^2}{2 \times g \times (P + h_0)^2}$$

$$4.21 \text{ m} = h_0 + \frac{(17.500 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^1)^2}{2 \times 9.81 \text{ m}/\text{s}^2 \times (0.35 \text{ m} + h_0)^2}$$

Dengan cara trial n error diperoleh  $h_0 = 2.80 \text{ m}$

$$\text{Maka } h_a = 4.21 \text{ m} - 2.80 \text{ m} = 1.41 \text{ m}$$

#### 4.2.4.3. Perhitungan bentuk *Groundsill*

- Bentuk lengkung bagian hilir

$$\frac{Y}{H_0} = -k \left[ \frac{x}{H_0} \right]^n$$

$$\frac{h_a}{H_0} = \frac{1.41 \text{ m}}{4.21 \text{ m}} = 0.33 \text{ m}$$

Dengan menggunakan grafik dengan  $h_a/h_0 = 0.106$  maka diperoleh  $k = 0.507$  dan  $n = 1.83$ .

$$\text{Maka, } \frac{Y}{4.21 \text{ m}} = -0.507 \left[ \frac{x}{4.21 \text{ m}} \right]^{1.83}$$

$$Y = -2.133 \left[ \frac{x}{4.21 \text{ m}} \right]^{1.83}$$

- Koordinat titik singgung  
Kemiringan di hilir direncanakan 1 : 1 maka garis singgung pada persamaan lengkung

$$Y = -2.133 \left[ \frac{x}{4.21} \right]^{1.83} \text{ adalah sebagai berikut:}$$

$$\frac{dy}{dx} = tg\alpha = tg 45^\circ = (-1) \text{ karena masuk kuadran IV}$$

maka nilai tangen (-)

$$-\frac{dy}{dx} = -k \times H_0 \times n \frac{X^{n-1}}{H_0^n}$$

$$-\frac{dy}{dx} = -0.507 \times 4.21 \times 1.83 \frac{X^{1.83-1}}{4.21^{1.83}}$$

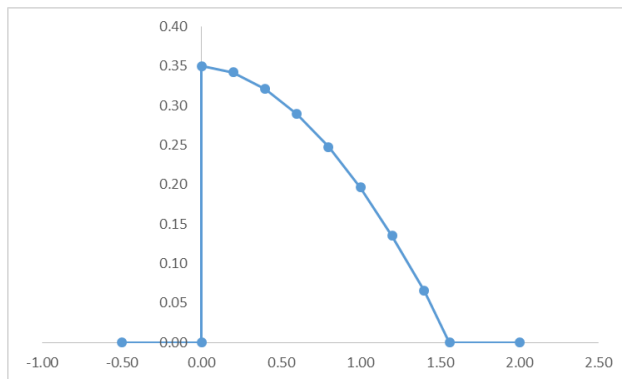
$$= 0.282 X^{0.83}$$

$$X = \left[ \frac{(-1)}{0.282} \right]^{1/0.83} = 4.16 \text{ m}$$

$$Y = -2.133 \left[ \frac{4.61}{4.69} \right]^{1.83} = -2.52 \text{ m}$$

**Tabel 4. 16.** Koordinat Lengkung *Groundsill*

X (m)	Y (m)
0.20	0.01
0.40	0.03
0.60	0.06
0.80	0.10
1.00	0.15
1.20	0.21
1.40	0.28
1.56	0.35

**Grafik 4. 11.** Lengkung *Groundsill*

Bentuk lengkung *groundsill* atau mercu direncanakan dengan memakai lengkung *type ogee* dengan muka bagian hulu vertikal.

Dengan menggunakan grafik tentang bentuk lengkung

depan hulu dengan  $\frac{h_a}{H_0} = \frac{1.41 \text{ m}}{4.21 \text{ m}} = 0.33$  maka

didapat:

$$\begin{aligned} X_c &= 0.263 \times H_0 \\ &= 0.263 \times 4.21 \text{ m} = 1.11 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_c &= 0.1675 \times H_0 \\ &= 0.1675 \times 4.21 = 0.70 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_1 &= 0.51 \times H_0 \\ &= 0.51 \times 4.21 = 2.15 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_2 &= 0.21 \times H_0 \\ &= 0.21 \times 4.21 = 0.88 \text{ m} \end{aligned}$$

#### 4.2.4.4. Perencanaan peredam energi

- Pemilihan tipe kolam olak

Persamaan garis energi:

$$z_0 + P + h_0 + h_a = y_1 + \frac{v_1^2}{2 \times g}$$

$$V_1 = \frac{Q}{b \times y_1}$$

Sehingga:

$$z_0 + P + h_0 + h_a = y_1 + \frac{\left(\frac{Q}{b}\right)^2}{2 \times g \times (y_1)^2}$$

$$0 + 0.35 + 2.80 + 1.41 = y_1 + \frac{\left(\frac{22.5}{7.00}\right)^2}{2 \times 9.81 \times (y_1)^2}$$

Dengan cara trial n error diperoleh  $y_1 = 3.20 \text{ m}$

$$V_1 = \frac{q}{y_1} = \frac{17.500}{3.20} = 5.47 \text{ m/s}$$



- Bilangan froude

$$\begin{aligned} Fr &= \frac{v_1}{\sqrt{g \times y_1}} \\ &= \frac{5.47 \text{ m/s}}{\sqrt{9.81 \text{ m/s}^2 \times 3.20 \text{ m}}} \\ &= 0.976 \end{aligned}$$

Maka kolam olak yang digunakan adalah kolam olak tipe I.

Dari perhitungan sebelumnya didapat nilai  $y_c = d_1 = 0.70 \text{ m}$  dan dengan menggunakan grafik, nilai  $Fr = 0.976$  maka kedalaman air di hilir peredam energi ( $d_2 = y_2$ ) dihitung dengan persamaan berikut:

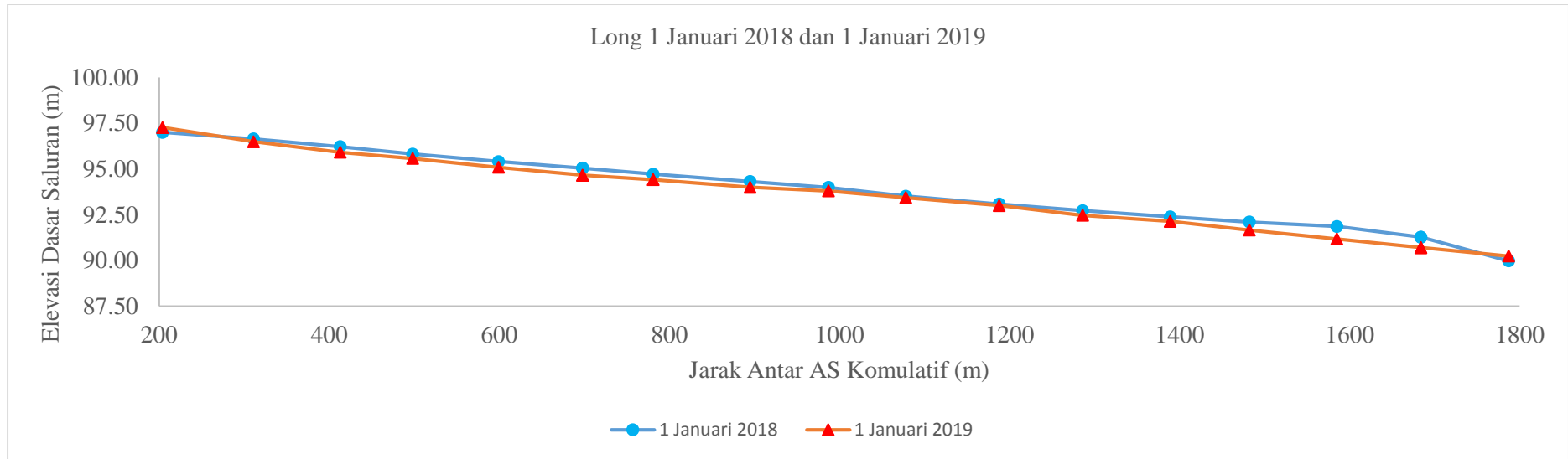
$$\begin{aligned} \frac{d_2}{d_1} &= \frac{1}{2} \left( \sqrt{(1 + 8 \times Fr^2)} - 1 \right) \\ d_2 &= \frac{1}{2} \times 0.70 \left( \sqrt{(1 + 8 \times 0.976^2)} - 1 \right) \\ &= 0.682 \text{ m} \end{aligned}$$

- Panjang kolam olak

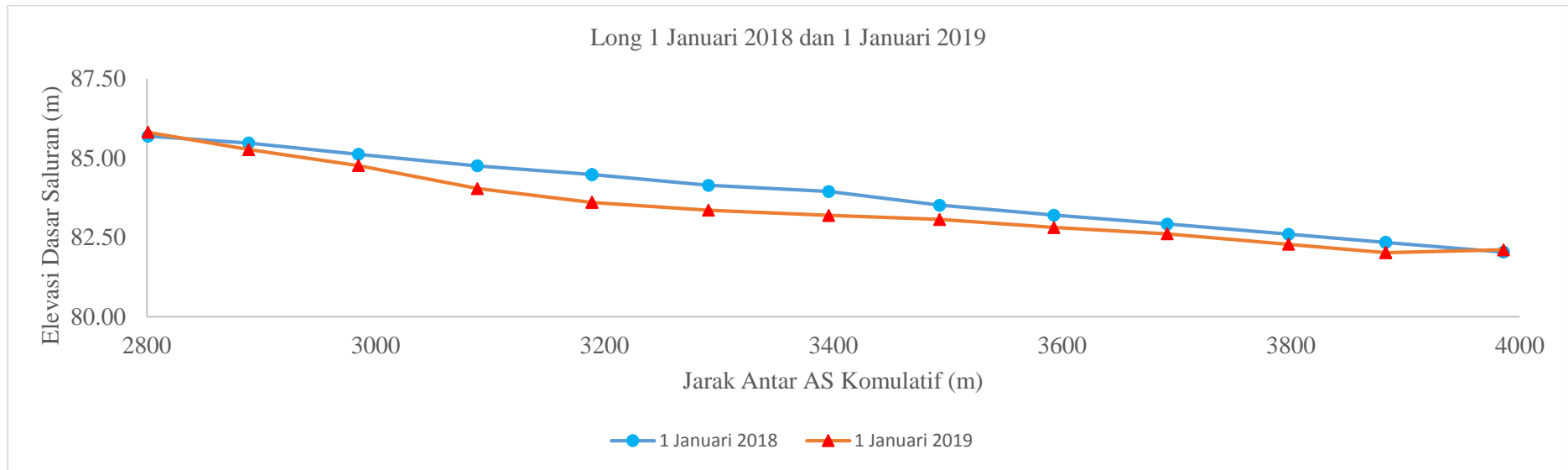
$$\begin{aligned} L &= 1.9 \times y_2 \\ &= 1.9 \times 0.682 \text{ m} \\ &= 1.30 \text{ m} \end{aligned}$$

**Tabel 4. 17.** Rekapitulasi Perhitungan *Groundsill*

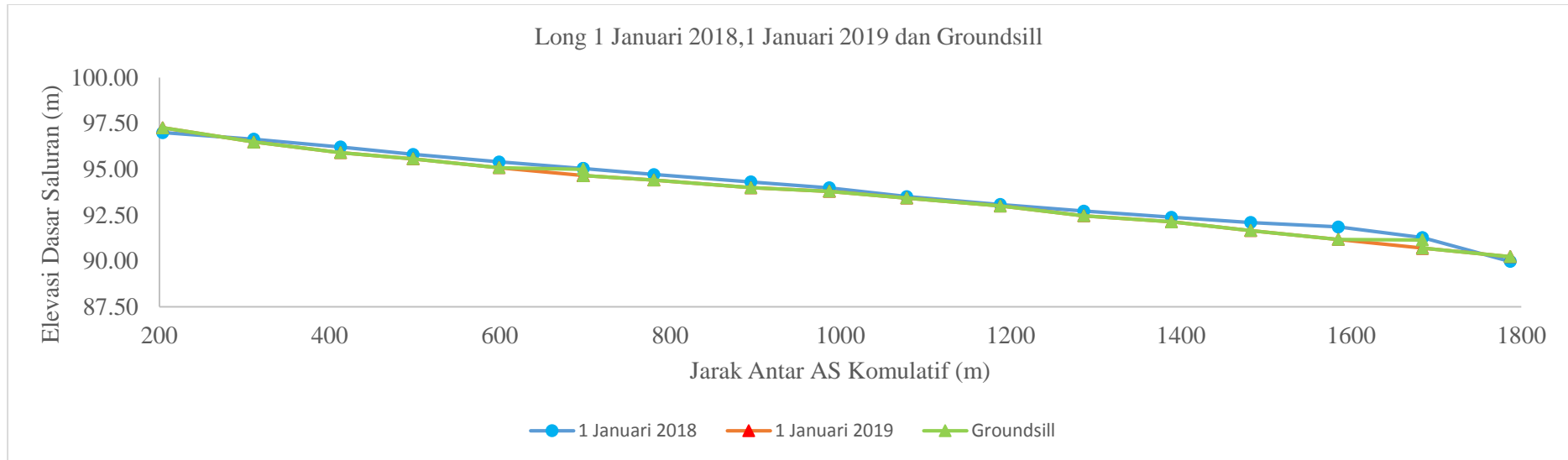
Titik	Data Sungai		Data Groundsill					
	Jarak Antar AS	Tinggi Groundsill	Lebar Groundsill	Tipe Groundsill	Tipe Kolam Olak	Panjang Kolam Olak	Elv. DS Sungai Baru	I baru
	M	m	m			m	m	
P. 58	99.00	0.35	7.00	Ogee	Tipe I	1.30	95.00	0.00085
P. 48	99.00	0.45	12.00	Ogee	Tipe I	1.15	91.15	0.00030
P. 32	100.00	0.40	5.10	Ogee	Tipe I	1.67	84.00	0.00043
P. 25	85.00	0.25	7.30	Ogee	Tipe I	1.35	82.25	0.00040



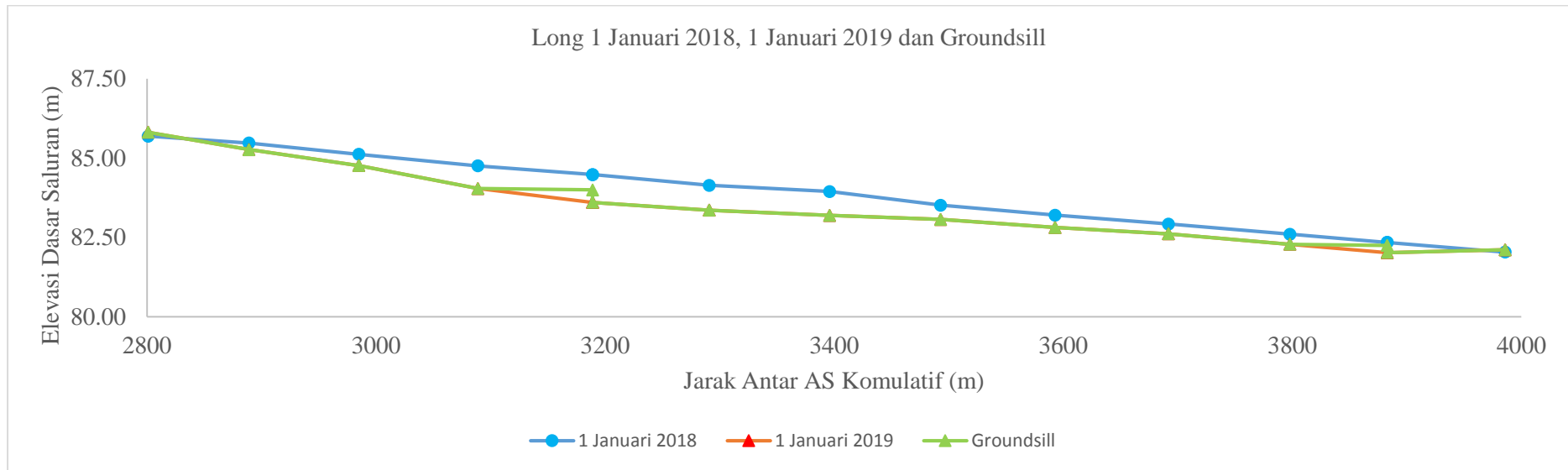
**Grafik 4. 10.** Perubahan Kemiringan Dasar Saluran Tanggal 1 Januari 2018 hingga Tanggal 1 Januari 2019



**Grafik 4. 20.** Perubahan Kemiringan Dasar Saluran Tanggal 1 Januari 2018 hingga Tanggal 1 Januari 2019 (*lanjutan*)



**Grafik 4. 31.** Rekapitulasi Perubahan Kemiringan Tanggal 1 Januari 2018, Tanggal 1 Januari 2019 dan *Groundsill*



**Grafik 4. 41.** Rekapitulasi Perubahan Kemiringan Tanggal 1 Januari 2018, Tanggal 1 Januari 2019 dan Akibat *Groundsill* (lanjutan)

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

1. Besaran maksimal perubahan kemiringan dasar saluran yang mengalami aggradasi per tahun adalah sebesar 2.53 m dengan rata-rata 0.69 m/ruas dan yang mengalami degradasi per tahun adalah sebesar -0.88 m dengan rata-rata -0.31 m/ruas.
2. Selama satu tahun terjadi aggradasi pada ruas 65 – ruas 64, ruas 47 – ruas 36, ruas 24 – ruas 23 dan ruas 13 – ruas 1. Dapat dilihat pula selama satu tahun terjadi degradasi pada ruas 62 – ruas 48, ruas 35 – ruas 25 dan ruas 22 – ruas 14.
3. Untuk mengatasi perubahan kemiringan dasar saluran tersebut selanjutnya direncanakan bangunan penahan sedimen. Adapun ruas yang membutuhkan bangunan penahanan sedimen, di antaranya ruas 58, ruas 48, ruas 32, dan ruas 25. Bangunan penahan sedimen yg direncanakan kesemuanya berupa groundsill dengan tipe mercu ogee dan memiliki kolam olak yg bertipe I. Adapun dimensi groundsill pada ruas 58 adalah tinggi = 0.35 m, lebar = 7.00 m dan panjang kolam olak = 1.30 m; pada ruas 48 adalah tinggi = 0.45 m, lebar = 12.00 m dan panjang kolam olak = 1.15 m; pada ruas 32 adalah tinggi = 0.40 m, lebar = 5.10 m dan panjang kolam olak = 1.67 m; dan pada ruas 25 adalah tinggi = 0.25 m, lebar = 7.30 m dan panjang kolam olak = 1.35 m.

**5.2. Saran**

1. Agradasi dasar sungai atau penumpukan sedimen terjadi saat angkutan sedimen yang masuk lebih besar daripada angkutan sedimen yang keluar pada satu ruas sungai. Hal yang perlu diperhatikan guna mengantisipasi terjadinya aggradasi adalah seperti melakukan pengerukan berkala hingga normalisasi sungai.
2. Degradasi dasar sungai atau erosi terjadi saat angkutan sedimen yang masuk lebih kecil daripada angkutan sedimen yang keluar pada satu ruas sungai. Hal yang perlu diperhatikan guna mengantisipasi terjadinya degradasi adalah penanaman tanaman vegetasi, perencanaan rip-rap, perencanaan dinding penahan tanah, perencanaan bangunan pengatur sedimen, dan armoring.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dai Tukan, Damianus. 2018. *Perencanaan Groundsill di Hilir Bendung Waikomo Kabupaten Lembatan – NTT*. Unitri. Malang.
- H.N.C, Breusers. 1984. *International Course in Hydraulic Engineering*. Delft.
- Kementrian PU Dirjen SDA, BBWS Brantas. Kegiatan Pengendali Lahar Gunung Kelud. 1978. *Data Debit dan Tampungan Sungai Lanang*. Kediri.
- Kementrian PU Dirjen SDA, BBWS Brantas. Kegiatan Pengendali Lahar Gunung Kelud. 1978. *Peta Topografi Sungai Lanang*. Kediri.
- M. Das, Braja. 1995. *Mekanika Tanah Jilid I*. Erlangga. Jakarta.
- Mulyanto H R. 2007. *Sungai fungsi & Sifat – Sifatnya*. Graha Ilmu. Yogyakarta
- Rijn, LCV. 1993. *Principles of Sediment Transport in Rivers, Estuaries and Coastal Seas*. Aqua Publications. Amsterdams.
- Soemarto, CD. 1986. *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional. Surabaya.
- Sosrodarsono, S. 1984. *Bendungan Type Urugan*. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Sosrodarsono, S. 1986. *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta.
- Sudarman. 2011. *Sifat Sungai di Pengaruhi oleh Bentuk DAS*. Diakses pada tanggal 9 Desember 2018 pukul 09.25 am.  
<http://sudarman28.blogspot.com>

Triatmodjo, B. 2010. *Hidrologi Terapan*. Jogjakarta.



**Lampiran 1**  
**Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-rata Wilayah**

**Tabel 1.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah Bulan Januari

Tanggal	Curah Hujan					Curah Hujan Wilayah
	Sumberdadi 0.937 km <sup>2</sup>	Tumpang 13.000 km <sup>2</sup>	Pakisaji 16.893 km <sup>2</sup>	Pandantoyo 18.911 km <sup>2</sup>	Sumberlumbu 10.992 km <sup>2</sup>	
01	8	40	0	0	17	11.76
02	12	33	5	29	0	17.67
03	19	0	14	19	24	14.45
04	19	0	6	31	46	19.94
05	25	55	44	39	21	40.34
06	30	0	0	43	70	26.52
07	20	0	21	27	0	14.56
08	30	77	69	43	49	58.40
09	94	75	86	29	96	67.83
10	0	0	0	0	0	0.00
11	33	7	18	21	22	17.53
12	0	15	0	14	16	10.47
13	0	0	0	0	0	0.00
14	14	0	0	0	18	3.47
15	0	0	0	7	15	4.89
16	0	0	0	0	0	0.00

**Tabel 1.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah Bulan Januari (*lanjutan*)

Tanggal	Curah Hujan					Curah Hujan Wilayah
	Sumberdadi 0.937 km <sup>2</sup>	Tumpang 13.000 km <sup>2</sup>	Pakisaji 16.893 km <sup>2</sup>	Pandantoyo 18.911 km <sup>2</sup>	Sumberlumbu 10.992 km <sup>2</sup>	
17	3	0	0	11	3	4.01
18	12	38	34	19	12	25.86
19	25	0	0	9	8	4.64
20	20	0	3	0	21	4.94
21	15	0	0	0	0	0.23
22	0	0	0	0	0	0.00
23	24	40	9	0	14	13.97
24	0	7	6	31	7	14.09
25	19	21	90	59	95	65.39
26	0	0	0	0	4	0.72
27	0	0	0	17	14	7.83
28	7	17	0	21	0	10.29
29	0	0	0	0	0	0.00
30	0	21	0	0	0	4.50
31	0	0	0	0	0	0.00

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah Bulan Februari

Tanggal	Curah Hujan					Curah Hujan Wilayah
	Sumberdadi 0.937 km <sup>2</sup>	Tumpang 13.000 km <sup>2</sup>	Pakisaji 16.893 km <sup>2</sup>	Pandantoyo 18.911 km <sup>2</sup>	Sumberlumbu 10.992 km <sup>2</sup>	
01	45	40	30	38	0	29.43
02	94	60	105	58	89	77.67
03	25	21	60	0	56	31.71
04	14	20	0	0	2	4.86
05	0	30	0	0	8	7.87
06	0	5	0	0	0	1.07
07	65	5	47	47	3	30.32
08	63	25	35	44	19	33.20
09	5	0	11	29	12	14.34
10	40	21	12	0	39	15.51
11	63	40	51	11	45	35.29
12	0	45	0	0	2	9.99
13	36	0	16	0	0	5.01
14	8	0	0	25	4	8.63
15	0	40	0	8	0	11.05
16	19	15	0	0	5	4.41
17	0	0	0	0	3	0.54
18	0	0	34	8	0	11.95

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah Bulan Februari (*lanjutan*)

Tanggal	Curah Hujan					Curah Hujan Wilayah	
	Sumberdadi 0.937 km <sup>2</sup>	Tumpang 13.000 km <sup>2</sup>	Pakisaji 16.893 km <sup>2</sup>	Pandantoyo 18.911 km <sup>2</sup>	Sumberlumbu 10.992 km <sup>2</sup>		
Februari	19	0	0	9	0	2.80	
	20	0	25	7	11	5	11.63
	21	0	35	20	9	25	20.38
	22	42	15	0	11	0	7.28
	23	0	0	0	17	0	5.29
	24	53	0	0	41	0	13.58
	25	5	0	0	0	24	4.42
	26	0	0	0	0	0	0.00
	27	0	0	0	0	0	0.00
	28	0	0	0	0	0	0.00

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah Bulan Maret

Tanggal	Curah Hujan					Curah Hujan Wilayah
	Sumberdadi 0.937 km <sup>2</sup>	Tumpang 13.000 km <sup>2</sup>	Pakisaji 16.893 km <sup>2</sup>	Pandantoyo 18.911 km <sup>2</sup>	Sumberlumbu 10.992 km <sup>2</sup>	
01	0	0	0	33	30	15.71
02	0	0	0	0	0	0.00
03	0	0	0	8	28	7.56
04	0	0	0	0	4	0.72
05	0	0	0	11	15	6.14
06	0	19	0	0	0	4.07
07	0	0	0	18	3	6.15
08	30	24	45	24	17	28.67
09	46	16	0	0	0	4.13
10	4	0	0	6	0	1.93
11	0	0	4	0	35	7.45
12	0	15	21	24	5	17.43
13	0	0	0	28	0	8.72
14	91	40	65	0	68	40.35
15	0	0	0	0	0	0.00
16	0	0	0	0	0	0.00
17	0	0	0	7	39	9.24
18	74	47	104	93	0	69.09

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah Bulan Maret (*lanjutan*)

Tanggal	Curah Hujan					Curah Hujan Wilayah	
	Sumberdadi 0.937 km <sup>2</sup>	Tumpang 13.000 km <sup>2</sup>	Pakisaji 16.893 km <sup>2</sup>	Pandantoyo 18.911 km <sup>2</sup>	Sumberlumbu 10.992 km <sup>2</sup>		
Maret	19	50	17	9	0	7	8.18
	20	0	0	0	0	0	0.00
	21	0	0	0	0	0	0.00
	22	0	0	0	0	19	3.44
	23	43	22	0	44	0	19.07
	24	0	0	17	0	0	4.73
	25	0	0	12	12	14	9.61
	26	5	5	3	0	0	1.98
	27	0	0	0	0	0	0.00
	28	0	0	0	0	0	0.00
	29	0	0	0	0	0	0.00
	30	0	0	0	0	5	0.90
	31	15	11	0	0	0	2.59

**Tabel 4.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah Bulan April

Tanggal	Curah Hujan					Curah Hujan Wilayah
	Sumberdadi 0.937 km <sup>2</sup>	Tumpang 13.000 km <sup>2</sup>	Pakisaji 16.893 km <sup>2</sup>	Pandantoyo 18.911 km <sup>2</sup>	Sumberlumbu 10.992 km <sup>2</sup>	
01	10	0	7	0	13	4.45
02	20	12	0	0	48	11.56
03	25	24	61	55	0	39.62
04	0	0	0	0	0	0.00
05	0	0	0	0	47	8.51
06	0	0	14	45	17	20.98
07	0	8	51	11	0	19.32
08	64	11	8	0	27	10.45
09	51	5	14	0	41	13.17
10	2	0	0	0	8	1.48
11	10	0	0	0	0	0.15
12	3	4	0	0	0	0.90
13	0	0	0	0	0	0.00
14	0	0	0	0	0	0.00
15	31	0	53	0	30	20.65
16	0	6	20	0	15	9.56
17	55	0	0	41	0	13.61
18	0	0	0	0	14	2.53



**Tabel 4.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah Bulan April (*lanjutan*)

Tanggal	Curah Hujan					Curah Hujan Wilayah	
	Sumberdadi 0.937 km <sup>2</sup>	Tumpang 13.000 km <sup>2</sup>	Pakisaji 16.893 km <sup>2</sup>	Pandantoyo 18.911 km <sup>2</sup>	Sumberlumbu 10.992 km <sup>2</sup>		
April	19	0	0	7	0	0	1.95
	20	0	0	0	0	0	0.00
	21	0	0	0	0	0	0.00
	22	26	21	0	0	6	5.98
	23	20	11	27	35	0	21.07
	24	0	0	0	0	0	0.00
	25	0	3	18	44	0	19.35
	26	7	0	0	0	10	1.92
	27	0	0	0	0	0	0.00
	28	0	0	0	0	0	0.00
	29	0	0	0	0	9	1.63
	30	0	0	0	0	0	0.00

**Tabel 5.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah Bulan Mei

Tanggal	Curah Hujan					Curah Hujan Wilayah
	Sumberdadi 0.937 km <sup>2</sup>	Tumpang 13.000 km <sup>2</sup>	Pakisaji 16.893 km <sup>2</sup>	Pandantoyo 18.911 km <sup>2</sup>	Sumberlumbu 10.992 km <sup>2</sup>	
01	0	0	0	0	0	0.00
02	0	0	0	0	0	0.00
03	0	0	0	0	0	0.00
04	0	0	0	0	0	0.00
05	0	0	0	0	0	0.00
06	0	0	0	0	0	0.00
07	0	0	0	0	0	0.00
08	0	0	0	0	0	0.00
09	0	0	0	0	0	0.00
10	0	0	0	0	0	0.00
11	0	0	0	0	0	0.00
12	0	0	0	0	0	0.00
13	0	0	0	0	0	0.00
14	15	0	0	0	17	3.31
15	0	0	0	31	0	9.65
16	3	0	0	0	2	0.41
17	0	0	0	0	0	0.00
18	9	0	0	0	15	2.85

**Tabel 5.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah Bulan Mei (*lanjutan*)

Tanggal	Curah Hujan					Curah Hujan Wilayah	
	Sumberdadi 0.937 km <sup>2</sup>	Tumpang 13.000 km <sup>2</sup>	Pakisaji 16.893 km <sup>2</sup>	Pandantoyo 18.911 km <sup>2</sup>	Sumberlumbu 10.992 km <sup>2</sup>		
Mei	19	7	0	0	0	5	1.01
	20	0	0	0	0	0	0.00
	21	0	0	0	0	0	0.00
	22	0	0	0	0	0	0.00
	23	0	0	0	33	0	10.28
	24	0	0	0	0	0	0.00
	25	0	0	0	0	0	0.00
	26	0	0	0	0	0	0.00
	27	0	0	0	0	0	0.00
	28	0	0	0	0	0	0.00
	29	0	0	0	0	0	0.00
	30	0	0	0	0	0	0.00
	31	0	0	0	0	0	0.00

**Tabel 6.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah Bulan Juni

Tanggal	Curah Hujan					Curah Hujan Wilayah
	Sumberdadi 0.937 km <sup>2</sup>	Tumpang 13.000 km <sup>2</sup>	Pakisaji 16.893 km <sup>2</sup>	Pandantoyo 18.911 km <sup>2</sup>	Sumberlumbu 10.992 km <sup>2</sup>	
01	0	0	0	0	0	0.00
02	0	0	0	0	0	0.00
03	0	0	0	0	0	0.00
04	0	0	0	0	0	0.00
05	0	0	0	0	0	0.00
06	0	0	0	0	0	0.00
07	0	0	0	0	0	0.00
08	0	0	0	0	0	0.00
09	0	0	0	0	0	0.00
10	0	0	0	0	0	0.00
11	0	0	0	0	0	0.00
12	0	0	0	0	0	0.00
13	0	0	0	0	0	0.00
14	0	0	0	0	0	0.00
15	0	0	0	0	0	0.00
16	0	0	0	0	0	0.00
17	0	0	0	0	0	0.00
18	0	0	0	0	0	0.00

**Tabel 6.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah Bulan Juni (*lanjutan*)

Tanggal	Curah Hujan					Curah Hujan Wilayah
	Sumberdadi 0.937 km <sup>2</sup>	Tumpang 13.000 km <sup>2</sup>	Pakisaji 16.893 km <sup>2</sup>	Pandantoyo 18.911 km <sup>2</sup>	Sumberlumbu 10.992 km <sup>2</sup>	
Juni	19	0	0	0	0	0.00
	20	0	0	0	18	5.60
	21	46	17	12	20	17.17
	22	0	0	0	0	0.00
	23	0	0	0	0	0.00
	24	0	0	0	0	0.00
	25	0	0	0	0	0.00
	26	0	0	0	0	0.00
	27	0	0	0	0	0.00
	28	0	0	0	0	0.00
	29	0	0	0	0	0.00
	30	0	0	0	0	0.00

**Tabel 7.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah Bulan Juli

Tanggal	Curah Hujan					Curah Hujan Wilayah
	Sumberdadi 0.937 km <sup>2</sup>	Tumpang 13.000 km <sup>2</sup>	Pakisaji 16.893 km <sup>2</sup>	Pandantoyo 18.911 km <sup>2</sup>	Sumberlumbu 10.992 km <sup>2</sup>	
01	0	0	0	0	0	0.00
02	0	0	0	0	0	0.00
03	0	0	0	0	0	0.00
04	0	0	0	0	0	0.00
05	0	0	0	0	0	0.00
06	0	0	0	0	0	0.00
07	0	0	0	0	0	0.00
08	0	0	0	0	0	0.00
09	0	0	0	0	0	0.00
10	0	0	0	0	0	0.00
11	0	0	0	0	0	0.00
12	0	0	0	0	0	0.00
13	0	0	0	0	0	0.00
14	0	0	0	0	0	0.00
15	0	0	0	0	0	0.00
16	0	0	0	0	0	0.00
17	0	0	0	0	0	0.00
18	0	0	0	0	0	0.00

**Tabel 7.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah Bulan Juli (*lanjutan*)

Tanggal	Curah Hujan					Curah Hujan Wilayah
	Sumberdadi 0.937 km <sup>2</sup>	Tumpang 13.000 km <sup>2</sup>	Pakisaji 16.893 km <sup>2</sup>	Pandantoyo 18.911 km <sup>2</sup>	Sumberlumbu 10.992 km <sup>2</sup>	
Juli	19	0	0	0	0	0.00
	20	0	0	0	0	0.00
	21	0	0	0	0	0.00
	22	0	0	0	0	0.00
	23	0	0	0	0	0.00
	24	0	0	0	0	0.00
	25	0	0	0	0	0.00
	26	0	0	0	0	0.00
	27	0	0	0	0	0.00
	28	0	0	0	0	0.00
	29	0	0	0	0	0.00
	30	0	0	0	0	0.00
	31	0	0	0	0	0.00

**Tabel 8.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah Bulan Agustus

Tanggal	Curah Hujan					Curah Hujan Wilayah
	Sumberdadi 0.937 km <sup>2</sup>	Tumpang 13.000 km <sup>2</sup>	Pakisaji 16.893 km <sup>2</sup>	Pandantoyo 18.911 km <sup>2</sup>	Sumberlumbu 10.992 km <sup>2</sup>	
01	0	0	0	0	0	0.00
02	0	0	0	0	0	0.00
03	0	0	0	0	0	0.00
04	0	0	0	0	0	0.00
05	0	0	0	0	0	0.00
06	0	0	0	0	0	0.00
07	0	0	0	0	0	0.00
08	0	0	0	0	0	0.00
09	0	0	0	0	0	0.00
10	0	0	0	0	0	0.00
11	0	0	0	0	0	0.00
12	0	0	0	0	0	0.00
13	0	0	0	0	0	0.00
14	0	0	0	0	0	0.00
15	0	0	0	0	0	0.00
16	0	0	0	0	0	0.00
17	0	0	0	0	0	0.00
18	0	0	0	0	0	0.00



**Tabel 8.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah Bulan Agustus (*lanjutan*)

Tanggal	Curah Hujan					Curah Hujan Wilayah
	Sumberdadi 0.937 km <sup>2</sup>	Tumpang 13.000 km <sup>2</sup>	Pakisaji 16.893 km <sup>2</sup>	Pandantoyo 18.911 km <sup>2</sup>	Sumberlumbu 10.992 km <sup>2</sup>	
19	0	0	0	0	0	0.00
20	0	0	0	0	0	0.00
21	0	0	0	0	0	0.00
22	0	0	0	0	0	0.00
23	0	0	0	0	0	0.00
24	0	0	0	0	0	0.00
25	0	0	0	0	0	0.00
26	0	0	0	0	0	0.00
27	0	0	0	0	0	0.00
28	0	0	0	0	0	0.00
29	0	0	0	0	0	0.00
30	0	0	0	0	0	0.00
31	0	0	0	0	0	0.00

**Tabel 9.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah Bulan September

Tanggal	Curah Hujan					Curah Hujan Wilayah
	Sumberdadi 0.937 km <sup>2</sup>	Tumpang 13.000 km <sup>2</sup>	Pakisaji 16.893 km <sup>2</sup>	Pandantoyo 18.911 km <sup>2</sup>	Sumberlumbu 10.992 km <sup>2</sup>	
01	0	0	0	0	0	0.00
02	0	0	0	0	0	0.00
03	0	0	0	0	0	0.00
04	0	0	0	0	0	0.00
05	0	0	0	0	0	0.00
06	0	0	0	0	0	0.00
07	0	0	0	0	0	0.00
08	0	0	0	0	0	0.00
09	0	0	0	0	0	0.00
10	0	0	0	0	0	0.00
11	0	0	0	0	0	0.00
12	0	0	0	0	0	0.00
13	0	0	0	0	0	0.00
14	0	0	0	0	0	0.00
15	0	0	0	0	0	0.00
16	0	0	0	0	0	0.00
17	0	0	0	0	0	0.00
18	0	0	0	0	0	0.00

**Tabel 9.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah Bulan September (*lanjutan*)

Tanggal	Curah Hujan					Curah Hujan Wilayah
	Sumberdadi 0.937 km <sup>2</sup>	Tumpang 13.000 km <sup>2</sup>	Pakisaji 16.893 km <sup>2</sup>	Pandantoyo 18.911 km <sup>2</sup>	Sumberlumbu 10.992 km <sup>2</sup>	
September	19	0	0	0	0	0.00
	20	0	0	0	0	0.00
	21	0	0	0	0	0.00
	22	0	0	0	0	0.00
	23	0	0	0	0	0.00
	24	0	0	0	0	0.00
	25	0	0	0	0	0.00
	26	0	0	0	0	0.00
	27	0	0	0	0	0.00
	28	0	0	0	0	0.00
	29	0	0	0	0	0.00
	30	0	0	0	0	0.00

**Tabel 10.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah Bulan Oktober

Tanggal	Curah Hujan					Curah Hujan Wilayah
	Sumberdadi 0.937 km <sup>2</sup>	Tumpang 13.000 km <sup>2</sup>	Pakisaji 16.893 km <sup>2</sup>	Pandantoyo 18.911 km <sup>2</sup>	Sumberlumbu 10.992 km <sup>2</sup>	
01	0	0	0	0	0	0.00
02	0	0	0	0	0	0.00
03	0	0	0	0	0	0.00
04	0	0	0	0	0	0.00
05	0	0	0	0	0	0.00
06	0	0	0	0	0	0.00
07	0	0	0	0	0	0.00
08	0	0	0	0	0	0.00
09	0	0	0	0	0	0.00
10	0	0	0	0	0	0.00
11	0	0	0	0	0	0.00
12	0	0	0	0	0	0.00
13	0	0	0	0	0	0.00
14	0	0	0	0	0	0.00
15	0	0	0	0	0	0.00
16	0	0	0	0	0	0.00
17	0	0	0	0	0	0.00
18	0	0	0	0	0	0.00

**Tabel 10.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah Bulan Oktober (*lanjutan*)

Tanggal	Curah Hujan					Curah Hujan Wilayah
	Sumberdadi 0.937 km <sup>2</sup>	Tumpang 13.000 km <sup>2</sup>	Pakisaji 16.893 km <sup>2</sup>	Pandantoyo 18.911 km <sup>2</sup>	Sumberlumbu 10.992 km <sup>2</sup>	
Oktober	19	0	0	0	0	0.00
	20	0	0	0	0	0.00
	21	0	0	0	0	0.00
	22	0	0	0	0	0.00
	23	0	0	0	0	0.00
	24	0	0	0	0	0.00
	25	0	0	0	0	0.00
	26	0	0	0	0	0.00
	27	0	0	0	0	0.00
	28	0	0	0	0	0.00
	29	0	0	0	0	0.00
	30	0	0	0	0	0.00
	31	0	0	0	0	0.00

**Tabel 11.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah Bulan November

Tanggal	Curah Hujan					Curah Hujan Wilayah
	Sumberdadi 0.937 km <sup>2</sup>	Tumpang 13.000 km <sup>2</sup>	Pakisaji 16.893 km <sup>2</sup>	Pandantoyo 18.911 km <sup>2</sup>	Sumberlumbu 10.992 km <sup>2</sup>	
01	0	0	0	0	0	0.00
02	0	0	0	0	0	0.00
03	0	0	0	0	0	0.00
04	0	0	0	0	0	0.00
05	0	0	0	0	13	2.35
06	0	0	0	0	0	0.00
07	6	0	0	0	0	0.09
08	20	0	0	0	4	1.03
09	21	10	0	14	0	6.82
10	0	0	0	0	0	0.00
11	31	32	0	0	0	7.33
12	0	3	0	0	0	0.64
13	20	14	49	0	0	16.93
14	0	6	0	0	0	1.28
15	0	7	6	0	0	3.17
16	0	0	0	0	0	0.00
17	0	0	0	0	0	0.00
18	0	0	0	0	0	0.00

**Tabel 11.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah Bulan November (*lanjutan*)

Tanggal	Curah Hujan					Curah Hujan Wilayah	
	Sumberdadi 0.937 km <sup>2</sup>	Tumpang 13.000 km <sup>2</sup>	Pakisaji 16.893 km <sup>2</sup>	Pandantoyo 18.911 km <sup>2</sup>	Sumberlumbu 10.992 km <sup>2</sup>		
November	19	0	0	0	0	0.00	
	20	0	0	0	0	0.00	
	21	0	0	0	0	0.00	
	22	0	0	0	0	0.00	
	23	0	0	0	0	0.00	
	24	0	0	0	0	24	4.34
	25	0	5	0	0	8	2.52
	26	2	0	0	0	47	8.54
	27	7	7	40	59	0	31.10
	28	11	0	16	0	0	4.62
	29	0	0	0	0	7	1.27
	30	22	12	0	0	0	2.91

**Tabel 12.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah Bulan Desember

Tanggal	Curah Hujan					Curah Hujan Wilayah
	Sumberdadi 0.937 km <sup>2</sup>	Tumpang 13.000 km <sup>2</sup>	Pakisaji 16.893 km <sup>2</sup>	Pandantoyo 18.911 km <sup>2</sup>	Sumberlumbu 10.992 km <sup>2</sup>	
01	0	0	0	0	0	0.00
02	0	0	0	0	0	0.00
03	11	10	0	0	26	7.02
04	0	0	0	0	32	5.79
05	20	30	35	23	4	24.35
06	54	58	75	0	0	34.11
07	0	0	0	0	4	0.72
08	0	31	0	0	16	9.53
09	0	0	0	0	0	0.00
10	0	0	0	17	0	5.29
11	0	0	0	0	0	0.00
12	0	0	0	0	13	2.35
13	0	0	0	0	0	0.00
14	0	0	0	18	9	7.23
15	0	3	0	0	15	3.36
16	0	2	0	27	0	8.84
17	0	0	0	0	0	0.00
18	0	0	0	0	0	0.00



**Tabel 13.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Wilayah Bulan Desember (*lanjutan*)

Tanggal	Curah Hujan					Curah Hujan Wilayah	
	Sumberdadi 0.937 km <sup>2</sup>	Tumpang 13.000 km <sup>2</sup>	Pakisaji 16.893 km <sup>2</sup>	Pandantoyo 18.911 km <sup>2</sup>	Sumberlumbu 10.992 km <sup>2</sup>		
Desember	19	0	0	0	0	0.00	
	20	0	0	0	0	0.00	
	21	32	32	35	33	0	27.35
	22	0	4	0	0	0	0.86
	23	5	0	5	0	0	1.47
	24	16	14	6	0	0	4.91
	25	0	0	0	12	0	3.74
	26	0	0	0	9	0	2.80
	27	20	34	37	39	0	30.02
	28	0	0	0	0	0	0.00
	29	0	0	0	0	0	0.00
	30	0	0	0	0	0	0.00
	31	0	0	0	21	0	6.54

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

**Lampiran 2**  
**Hasil Perhitungan Intensitas Hujan dan Debit**  
**Tersedia**

**Tabel 1.** Hasil Perhitungan Intensitas Hujan dan Debit Tersedia

Tanggal	Curah Hujan Wilayah	C	tc jam	I mm/jam	Q m <sup>3</sup> /s
01	11.76	0.515	4.073	1.599	13.902
02	17.67	0.515	4.073	2.402	20.883
03	14.45	0.515	4.073	1.964	17.075
04	19.94	0.515	4.073	2.710	23.567
05	40.34	0.515	4.073	5.483	47.679
06	26.52	0.515	4.073	3.605	31.346
07	14.56	0.515	4.073	1.979	17.205
08	58.40	0.515	4.073	7.937	69.016
09	67.83	0.515	4.073	9.220	80.167
10	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
11	17.53	0.515	4.073	2.383	20.724
12	10.47	0.515	4.073	1.423	12.370
13	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
14	3.47	0.515	4.073	0.472	4.106
15	4.89	0.515	4.073	0.665	5.785
16	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
17	4.01	0.515	4.073	0.546	4.745
18	25.86	0.515	4.073	3.516	30.569
19	4.64	0.515	4.073	0.630	5.479
20	4.94	0.515	4.073	0.672	5.843
21	0.23	0.515	4.073	0.031	0.273
22	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
23	13.97	0.515	4.073	1.899	16.510
24	14.09	0.515	4.073	1.915	16.649
25	65.39	0.515	4.073	8.888	77.281
26	0.72	0.515	4.073	0.098	0.856
27	7.83	0.515	4.073	1.064	9.251
28	10.29	0.515	4.073	1.398	12.157
29	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
30	4.50	0.515	4.073	0.611	5.313
31	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan Intensitas Hujan dan Debit Tersedia

Tanggal	Curah Hujan Wilayah	C	tc jam	I mm/jam	Q m <sup>3</sup> /s
01	29.43	0.515	4.073	4.001	34.786
02	77.67	0.515	4.073	10.557	91.794
03	31.71	0.515	4.073	4.310	37.472
04	4.86	0.515	4.073	0.660	5.743
05	7.87	0.515	4.073	1.070	9.301
06	1.07	0.515	4.073	0.145	1.265
07	30.32	0.515	4.073	4.122	35.839
08	33.20	0.515	4.073	4.512	39.236
09	14.34	0.515	4.073	1.949	16.947
10	15.51	0.515	4.073	2.108	18.329
11	35.29	0.515	4.073	4.797	41.708
12	9.99	0.515	4.073	1.358	11.812
13	5.01	0.515	4.073	0.680	5.916
14	8.63	0.515	4.073	1.173	10.202
15	11.05	0.515	4.073	1.502	13.063
16	4.41	0.515	4.073	0.599	5.211
17	0.54	0.515	4.073	0.074	0.642
18	11.95	0.515	4.073	1.624	14.121
19	2.80	0.515	4.073	0.381	3.312
20	11.63	0.515	4.073	1.581	13.743
21	20.38	0.515	4.073	2.770	24.089
22	7.28	0.515	4.073	0.990	8.608
23	5.29	0.515	4.073	0.720	6.256
24	13.58	0.515	4.073	1.846	16.055
25	4.42	0.515	4.073	0.601	5.225
26	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
27	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
28	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Intensitas Hujan dan Debit Tersedia

Tanggal	Curah Hujan Wilayah	C	tc jam	I mm/jam	Q m <sup>3</sup> /s
01	15.71	0.515	4.073	2.135	18.562
02	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
03	7.56	0.515	4.073	1.027	8.934
04	0.72	0.515	4.073	0.098	0.856
05	6.14	0.515	4.073	0.835	7.257
06	4.07	0.515	4.073	0.553	4.807
07	6.15	0.515	4.073	0.836	7.266
08	28.67	0.515	4.073	3.897	33.881
09	4.13	0.515	4.073	0.562	4.886
10	1.93	0.515	4.073	0.262	2.281
11	7.45	0.515	4.073	1.012	8.802
12	17.43	0.515	4.073	2.369	20.600
13	8.72	0.515	4.073	1.185	10.304
14	40.35	0.515	4.073	5.485	47.692
15	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
16	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
17	9.24	0.515	4.073	1.256	10.919
18	69.09	0.515	4.073	9.391	81.654
19	8.18	0.515	4.073	1.112	9.668
20	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
21	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
22	3.44	0.515	4.073	0.467	4.064
23	19.07	0.515	4.073	2.592	22.542
24	4.73	0.515	4.073	0.643	5.589
25	9.61	0.515	4.073	1.306	11.356
26	1.98	0.515	4.073	0.269	2.342
27	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
28	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
29	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
30	0.90	0.515	4.073	0.123	1.070
31	2.59	0.515	4.073	0.351	3.056

**Tabel 4.** Hasil Perhitungan Intensitas Hujan dan Debit Tersedia

Tanggal	Curah Hujan Wilayah	C	tc jam	I mm/jam	Q m <sup>3</sup> /s
01	4.45	0.515	4.073	0.605	5.264
02	11.56	0.515	4.073	1.572	13.668
03	39.62	0.515	4.073	5.385	46.822
04	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
05	8.51	0.515	4.073	1.156	10.054
06	20.98	0.515	4.073	2.852	24.800
07	19.32	0.515	4.073	2.627	22.838
08	10.45	0.515	4.073	1.421	12.355
09	13.17	0.515	4.073	1.790	15.567
10	1.48	0.515	4.073	0.201	1.748
11	0.15	0.515	4.073	0.021	0.182
12	0.90	0.515	4.073	0.123	1.067
13	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
14	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
15	20.65	0.515	4.073	2.807	24.406
16	9.56	0.515	4.073	1.300	11.301
17	13.61	0.515	4.073	1.851	16.091
18	2.53	0.515	4.073	0.344	2.995
19	1.95	0.515	4.073	0.265	2.301
20	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
21	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
22	5.98	0.515	4.073	0.813	7.070
23	21.07	0.515	4.073	2.864	24.904
24	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
25	19.35	0.515	4.073	2.630	22.869
26	1.92	0.515	4.073	0.261	2.267
27	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
28	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
29	1.63	0.515	4.073	0.221	1.925
30	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000

**Tabel 5.** Hasil Perhitungan Intensitas Hujan dan Debit Tersedia

Tanggal	Curah Hujan Wilayah	C	tc jam	I mm/jam	Q m <sup>3</sup> /s
01	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
02	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
03	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
04	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
05	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
06	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
07	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
08	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
09	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
10	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
11	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
12	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
13	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
14	3.31	0.515	4.073	0.450	3.910
15	9.65	0.515	4.073	1.312	11.409
16	0.41	0.515	4.073	0.055	0.483
17	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
18	2.85	0.515	4.073	0.388	3.373
19	1.01	0.515	4.073	0.138	1.197
20	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
21	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
22	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
23	10.28	0.515	4.073	1.397	12.145
24	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
25	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
26	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
27	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
28	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
29	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
30	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
31	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000



**Tabel 6.** Hasil Perhitungan Intensitas Hujan dan Debit Tersedia

Tanggal	Curah Hujan Wilayah	C	tc jam	I mm/jam	Q m <sup>3</sup> /s
01	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
02	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
03	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
04	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
05	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
06	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
07	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
08	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
09	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
10	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
11	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
12	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
13	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
14	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
15	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
16	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
17	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
18	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
19	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
20	5.60	0.515	4.073	0.762	6.624
21	17.17	0.515	4.073	2.334	20.295
22	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
23	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
24	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
25	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
26	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
27	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
28	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
29	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
30	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000

**Tabel 7.** Hasil Perhitungan Intensitas Hujan dan Debit Tersedia

Tanggal	Curah Hujan Wilayah	C	tc jam	I mm/jam	Q m <sup>3</sup> /s
01	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
02	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
03	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
04	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
05	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
06	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
07	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
08	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
09	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
10	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
11	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
12	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
13	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
14	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
15	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
16	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
17	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
18	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
19	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
20	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
21	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
22	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
23	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
24	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
25	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
26	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
27	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
28	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
29	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
30	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
31	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000

**Tabel 8.** Hasil Perhitungan Intensitas Hujan dan Debit Tersedia

Tanggal	Curah Hujan Wilayah	C	tc jam	I mm/jam	Q m <sup>3</sup> /s
01	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
02	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
03	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
04	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
05	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
06	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
07	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
08	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
09	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
10	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
11	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
12	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
13	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
14	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
15	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
16	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
17	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
18	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
19	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
20	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
21	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
22	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
23	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
24	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
25	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
26	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
27	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
28	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
29	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
30	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
31	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000

**Tabel 9.** Hasil Perhitungan Intensitas Hujan dan Debit Tersedia

Tanggal	Curah Hujan Wilayah	C	tc jam	I mm/jam	Q m <sup>3</sup> /s
01	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
02	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
03	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
04	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
05	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
06	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
07	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
08	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
09	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
10	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
11	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
12	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
13	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
14	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
15	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
16	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
17	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
18	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
19	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
20	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
21	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
22	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
23	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
24	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
25	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
26	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
27	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
28	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
29	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
30	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000

**Tabel 10.** Hasil Perhitungan Intensitas Hujan dan Debit Tersedia

Tanggal	Curah Hujan Wilayah	C	tc jam	I mm/jam	Q m <sup>3</sup> /s
01	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
02	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
03	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
04	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
05	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
06	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
07	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
08	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
09	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
10	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
11	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
12	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
13	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
14	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
15	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
16	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
17	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
18	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
19	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
20	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
21	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
22	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
23	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
24	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
25	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
26	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
27	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
28	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
29	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
30	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
31	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000

**Tabel 11.** Hasil Perhitungan Intensitas Hujan dan Debit Tersedia

Tanggal	Curah Hujan Wilayah	C	tc jam	I mm/jam	Q m <sup>3</sup> /s
01	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
02	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
03	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
04	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
05	2.35	0.515	4.073	0.320	2.781
06	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
07	0.09	0.515	4.073	0.013	0.109
08	1.03	0.515	4.073	0.140	1.220
09	6.82	0.515	4.073	0.928	8.065
10	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
11	7.33	0.515	4.073	0.996	8.660
12	0.64	0.515	4.073	0.087	0.759
13	16.93	0.515	4.073	2.302	20.015
14	1.28	0.515	4.073	0.175	1.518
15	3.17	0.515	4.073	0.431	3.743
16	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
17	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
18	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
19	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
20	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
21	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
22	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
23	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
24	4.34	0.515	4.073	0.590	5.134
25	2.52	0.515	4.073	0.342	2.976
26	8.54	0.515	4.073	1.160	10.090
27	31.10	0.515	4.073	4.228	36.761
28	4.62	0.515	4.073	0.628	5.460
29	1.27	0.515	4.073	0.172	1.497
30	2.91	0.515	4.073	0.395	3.437

**Tabel 12.** Hasil Perhitungan Intensitas Hujan dan Debit Tersedia

Tanggal	Curah Hujan Wilayah	C	tc jam	I mm/jam	Q m <sup>3</sup> /s
01	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
02	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
03	7.02	0.515	4.073	0.954	8.292
04	5.79	0.515	4.073	0.787	6.845
05	24.35	0.515	4.073	3.310	28.780
06	34.11	0.515	4.073	4.636	40.313
07	0.72	0.515	4.073	0.098	0.856
08	9.53	0.515	4.073	1.296	11.265
09	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
10	5.29	0.515	4.073	0.720	6.256
11	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
12	2.35	0.515	4.073	0.320	2.781
13	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
14	7.23	0.515	4.073	0.983	8.550
15	3.36	0.515	4.073	0.456	3.968
16	8.84	0.515	4.073	1.201	10.442
17	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
18	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
19	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
20	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
21	27.35	0.515	4.073	3.718	32.329
22	0.86	0.515	4.073	0.116	1.012
23	1.47	0.515	4.073	0.200	1.735
24	4.91	0.515	4.073	0.668	5.806
25	3.74	0.515	4.073	0.508	4.416
26	2.80	0.515	4.073	0.381	3.312
27	30.02	0.515	4.073	4.081	35.482
28	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
29	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
30	0.00	0.515	4.073	0.000	0.000
31	6.54	0.515	4.073	0.889	7.728

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



**Lampiran 3**  
**Hasil Perhitungan Potensi Angkutan Total Sedimen**

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

**Tabel 1.** Hasil Perhitungan Potensi Angkutan Total Sedimen Tanggal 1 Januari

1 Januari						
No Patok	Jarak Antar AS Komulatif	Elevasi Dasar Sungai	I	$\Delta z$	$\Delta z$	Keterangan
	m	m		m/hari	m	
P.65	0	97.70	0.00356	0.17	0.00	
P.64	126	97.26	0.00326	0.26	-0.09	Degradasi
P.63	204	97.00	0.00337	0.09	0.17	Agradasi
P.62	311	96.64	0.00414	0.01	0.08	Agradasi
P.61	413	96.22	0.00477	0.25	-0.24	Degradasi
P.60	498	95.81	0.00408	0.47	-0.21	Degradasi
P.59	599	95.40	0.00361	0.38	0.09	Agradasi
P.58	698	95.04	0.00394	0.41	-0.03	Degradasi
P.57	781	94.72	0.00356	0.45	-0.04	Degradasi
P.56	895	94.31	0.00352	0.58	-0.13	Degradasi
P.55	987	93.99	0.00523	0.41	0.17	Agradasi
P.54	1078	93.51	0.00386	0.45	-0.04	Degradasi
P.53	1188	93.09	0.00372	0.31	0.14	Agradasi
P.52	1286	92.72	0.00324	0.27	0.05	Agradasi
P.51	1389	92.39	0.00309	0.33	-0.06	Degradasi
P.50	1482	92.10	0.00231	0.38	-0.05	Degradasi
P.49	1585	91.86	0.00596	0.35	0.03	Agradasi
P.48	1684	91.27	0.01256	0.44	-0.09	Degradasi
P.47	1787	89.98	0.00408	0.39	0.05	Agradasi
P.46	1886	89.57	0.00776	0.48	-0.09	Degradasi
P.45	1935	89.19	0.00544	0.41	0.08	Agradasi
P.44	2025	88.70	0.00356	0.26	0.15	Agradasi
P.43	2123	88.35	0.00367	0.22	0.04	Agradasi
P.42	2224	87.99	0.00293	0.31	-0.08	Degradasi
P.41	2318	87.71	0.00568	0.30	0.01	Agradasi
P.40	2400	87.24	0.00587	0.39	-0.09	Degradasi
P.39	2500	86.65	0.00521	0.31	0.08	Agradasi
P.38	2600	86.13	0.00187	0.07	0.24	Agradasi
P.37	2702	85.94	0.00255	0.04	0.03	Agradasi
P.36	2801	85.69	0.00243	0.04	-0.01	Degradasi
P.35	2889	85.48	0.00373	0.03	0.02	Agradasi
P.34	2985	85.12	0.00347	0.02	0.00	Agradasi
P.33	3089	84.76	0.00275	0.22	-0.20	Degradasi
P.32	3189	84.48	0.00332	0.33	-0.11	Degradasi
P.31	3291	84.14	0.00185	0.32	0.01	Agradasi
P.30	3396	83.95	0.00445	0.39	-0.07	Degradasi
P.29	3493	83.52	0.00315	0.33	0.06	Agradasi
P.28	3593	83.20	0.00282	0.33	0.00	Degradasi

**Tabel 1.** Hasil Perhitungan Potensi Angkutan Total Sedimen Tanggal 1 Januari (*lanjutan*)

1 Januari						
No Patok	Jarak Antar AS Komulatif	Elevasi Dasar Sungai	I	$\Delta z$	$\Delta z$	Keterangan
	m	m		m/hari	m	
P.27	3692	82.92	0.00303	0.32	0.02	Agradasi
P.26	3798	82.60	0.00304	0.39	-0.07	Degradasi
P.25	3883	82.34	0.00295	0.33	0.07	Agradasi
P.24	3986	82.04	0.00341	0.28	0.05	Agradasi
P.23	4078	81.73	0.00225	0.28	0.00	Degradasi
P.22	4179	81.50	0.00139	0.18	0.10	Agradasi
P.21	4279	81.36	0.00403	0.21	-0.03	Degradasi
P.20	4385	80.93	0.00337	0.22	-0.02	Degradasi
P.19	4483	80.60	0.00312	0.26	-0.04	Degradasi
P.18	4575	80.32	0.00272	0.30	-0.04	Degradasi
P.17	4685	80.02	0.00278	0.39	-0.08	Degradasi
P.16	4785	79.74	0.00275	0.49	-0.11	Degradasi
P.15	4868	79.51	0.00280	0.40	0.09	Agradasi
P.14	4962	79.25	0.00430	0.36	0.03	Agradasi
P.13	5061	78.82	0.00187	0.29	0.07	Agradasi
P.12	5163	78.63	0.00199	0.23	0.07	Agradasi
P.11	5261	78.44	0.00186	0.27	-0.05	Degradasi
P.10	5364	78.24	0.00221	0.31	-0.03	Degradasi
P.9	5480	77.99	0.00452	0.37	-0.07	Degradasi
P.8	5581	77.53	0.00461	0.32	0.05	Agradasi
P.7	5669	77.13	0.00382	0.35	-0.03	Degradasi
P.6	5772	76.73	0.00435	0.21	0.13	Agradasi
P.5	5870	76.31	0.00704	0.22	-0.01	Degradasi
P.4	5972	75.59	0.00273	0.27	-0.04	Degradasi
P.3	6072	75.31	0.00374	0.22	0.05	Agradasi
P.2	6162	74.98	0.00751	0.27	-0.06	Degradasi
P.1	6266	74.20	0.00000	-0.20	0.47	Agradasi

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan Potensi Angkutan Total Sedimen Tanggal 2 Januari

2 Januari						
No Patok	Jarak Antar AS Komulatif	Elevasi Dasar Sungai	I	$\Delta z$	$\Delta z$	Keterangan
	m	m		m/hari	m	
P.65	0	97.62	0.00356	0.61	0.00	
P.65'	63	97.39	0.00092	0.65	-0.04	Degradasi
P.64'	165	97.30	0.00434	0.55	0.10	Agradasi
P.63'	258	96.90	0.00677	0.66	-0.11	Degradasi
P.62'	362	96.19	0.00415	0.69	-0.03	Degradasi
P.61'	456	95.80	0.00115	0.55	0.14	Agradasi
P.60'	549	95.69	0.00501	0.50	0.05	Agradasi
P.59'	649	95.19	0.00385	0.43	0.07	Agradasi
P.58'	740	94.84	0.00467	0.55	-0.12	Degradasi
P.57'	838	94.38	0.00058	0.59	-0.04	Degradasi
P.56'	941	94.32	0.00676	0.51	0.09	Agradasi
P.55'	1033	93.70	0.00265	0.59	-0.08	Degradasi
P.54'	1133	93.44	0.00469	0.57	0.02	Agradasi
P.53'	1237	92.95	0.00455	0.35	0.22	Agradasi
P.52'	1338	92.49	0.00309	0.35	-0.01	Degradasi
P.51'	1436	92.19	0.00185	0.23	0.12	Agradasi
P.50'	1534	92.01	0.00525	0.44	-0.21	Degradasi
P.49'	1635	91.48	0.00796	0.55	-0.12	Degradasi
P.48'	1736	90.67	0.00978	0.65	-0.10	Degradasi
P.47'	1837	89.69	0.00305	0.68	-0.03	Degradasi
P.46'	1911	89.46	0.00526	0.62	0.06	Agradasi
P.45'	1980	89.09	0.00563	0.64	-0.02	Degradasi
P.44'	2074	88.57	0.00483	0.48	0.16	Agradasi
P.43'	2173	88.09	0.00240	0.38	0.09	Agradasi
P.42'	2271	87.85	0.00529	0.57	-0.19	Degradasi
P.41'	2359	87.39	0.00390	0.47	0.09	Agradasi
P.40'	2450	87.03	0.00397	0.45	0.03	Agradasi
P.39'	2550	86.63	0.00561	0.32	0.13	Agradasi
P.38'	2651	86.07	0.00256	0.33	-0.02	Degradasi
P.37'	2752	85.81	0.00221	0.30	0.03	Agradasi
P.36'	2845	85.60	0.00329	0.30	-0.01	Degradasi
P.35'	2937	85.30	0.00562	0.31	-0.01	Degradasi
P.34'	3037	84.74	0.00224	0.33	-0.02	Degradasi
P.33'	3139	84.51	0.00185	0.34	0.00	Degradasi
P.32'	3240	84.32	0.00337	0.47	-0.14	Degradasi
P.31'	3344	83.97	0.00181	0.41	0.06	Agradasi
P.30'	3445	83.79	0.00443	0.47	-0.06	Degradasi

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan Potensi Angkutan Total Sedimen Tanggal 2 Januari (*lanjutan*)

2 Januari						
No Patok	Jarak Antar AS Komulatif	Elevasi Dasar Sungai	I	$\Delta z$	$\Delta z$	Keterangan
	m	m		m/hari	m	
P.29'	3543	83.36	0.00280	0.54	-0.07	Degradasi
P.28'	3643	83.08	0.00378	0.62	-0.09	Degradasi
P.27'	3745	82.69	0.00158	0.65	-0.02	Degradasi
P.26'	3841	82.54	0.00319	0.68	-0.03	Degradasi
P.25'	3935	82.24	0.00368	0.53	0.15	Agradasi
P.24'	4032	81.88	0.00171	0.47	0.05	Agradasi
P.23'	4129	81.72	0.00312	0.46	0.02	Agradasi
P.22'	4229	81.40	0.00263	0.45	0.01	Agradasi
P.21'	4332	81.13	0.00398	0.50	-0.05	Degradasi
P.20'	4434	80.72	0.00321	0.57	-0.07	Degradasi
P.19'	4529	80.42	0.00331	0.55	0.03	Agradasi
P.18'	4630	80.09	0.00300	0.44	0.11	Agradasi
P.17'	4735	79.77	0.00057	0.52	-0.08	Degradasi
P.16'	4827	79.72	0.00345	0.53	-0.01	Degradasi
P.15'	4915	79.41	0.00319	0.50	0.03	Agradasi
P.14'	5012	79.11	0.00311	0.45	0.05	Agradasi
P.13'	5112	78.79	0.00306	0.50	-0.05	Degradasi
P.12'	5212	78.49	0.00178	0.31	0.19	Agradasi
P.11'	5313	78.31	0.00237	0.39	-0.08	Degradasi
P.10'	5422	78.05	0.00217	0.48	-0.10	Degradasi
P.9'	5531	77.81	0.00542	0.56	-0.08	Degradasi
P.8'	5625	77.30	0.00250	0.43	0.14	Agradasi
P.7'	5721	77.06	0.00553	0.49	-0.06	Degradasi
P.6'	5821	76.51	0.00602	0.51	-0.02	Degradasi
P.5'	5921	75.90	0.00400	0.53	-0.03	Degradasi
P.4'	6022	75.50	0.00432	0.39	0.14	Agradasi
P.3'	6117	75.09	0.00032	0.28	0.11	Agradasi
P.2'	6214	75.06	0.00751	0.29	-0.01	Degradasi
P.1	6266	74.67		0.00	0.29	Agradasi

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Potensi Angkutan Total Sedimen Tanggal 3 Januari

3 Januari						
No Patok	Jarak Antar AS Kumulatif	Elevasi Dasar Sungai	I	$\Delta z$	$\Delta z$	Keterangan
	m	m		m/hari	m	
P.65	0	97.58	0.00106	0.52	0.00	
P.64	126	97.44	0.00592	0.48	0.04	Agradasi
P.63	204	96.98	0.00439	0.50	-0.02	Degradasi
P.62	311	96.51	0.00369	0.53	-0.03	Degradasi
P.61	413	96.14	0.00400	0.48	0.05	Agradasi
P.60	498	95.80	0.00279	0.51	-0.03	Degradasi
P.59	599	95.51	0.00624	0.54	-0.03	Degradasi
P.58	698	94.90	0.00394	0.56	-0.02	Degradasi
P.57	781	94.57	0.00116	0.49	0.07	Agradasi
P.56	895	94.44	0.00549	0.52	-0.03	Degradasi
P.55	987	93.93	0.00372	0.47	0.06	Agradasi
P.54	1078	93.59	0.00167	0.39	0.07	Agradasi
P.53	1188	93.41	0.00709	0.34	0.06	Agradasi
P.52	1286	92.71	0.00243	0.25	0.08	Agradasi
P.51	1389	92.46	0.00617	0.35	-0.10	Degradasi
P.50	1482	91.89	0.00258	0.44	-0.09	Degradasi
P.49	1585	91.63	0.00653	0.48	-0.04	Degradasi
P.48	1684	90.98	0.00808	0.52	-0.04	Degradasi
P.47	1787	90.15	0.00515	0.50	0.02	Agradasi
P.46	1886	89.64	0.00782	0.52	-0.03	Degradasi
P.45	1935	89.25	0.00291	0.44	0.08	Agradasi
P.44	2025	88.99	0.00585	0.40	0.05	Agradasi
P.43	2123	88.42	0.00631	0.39	0.01	Agradasi
P.42	2224	87.78	0.00075	0.34	0.05	Agradasi
P.41	2318	87.71	0.00580	0.36	-0.02	Degradasi
P.40	2400	87.24	0.00276	0.37	-0.01	Degradasi
P.39	2500	86.96	0.00628	0.25	0.12	Agradasi
P.38	2600	86.33	0.00353	0.15	0.10	Agradasi
P.37	2702	85.97	0.00275	0.07	0.09	Agradasi
P.36	2801	85.70	0.00289	0.08	-0.02	Degradasi
P.35	2889	85.45	0.00467	0.06	0.03	Agradasi
P.34	2985	85.00	0.00364	0.05	0.01	Agradasi
P.33	3089	84.62	0.00340	0.26	-0.22	Degradasi
P.32	3189	84.28	0.00064	0.23	0.03	Agradasi
P.31	3291	84.21	0.00373	0.43	-0.20	Degradasi
P.30	3396	83.82	0.00325	0.40	0.03	Agradasi
P.29	3493	83.51	0.00376	0.46	-0.06	Degradasi
P.28	3593	83.13	0.00275	0.44	0.02	Agradasi
P.27	3692	82.86	0.00263	0.37	0.07	Agradasi

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Potensi Angkutan Total Sedimen Tanggal 3 Januari (*lanjutan*)

3 Januari						
No Patok	Jarak Antar AS Komulatif	Elevasi Dasar Sungai	I	$\Delta z$	$\Delta z$	Keterangan
	m	m		m/hari	m	
P.26	3798	82.58	0.00045	0.30	0.07	Agradasi
P.25	3883	82.54	0.00418	0.38	-0.08	Degradasi
P.24	3986	82.11	0.00324	0.45	-0.07	Degradasi
P.23	4078	81.82	0.00249	0.37	0.07	Agradasi
P.22	4179	81.56	0.00347	0.35	0.02	Agradasi
P.21	4279	81.22	0.00340	0.35	0.00	Degradasi
P.20	4385	80.86	0.00264	0.44	-0.08	Degradasi
P.19	4483	80.60	0.00255	0.33	0.11	Agradasi
P.18	4575	80.36	0.00469	0.37	-0.05	Degradasi
P.17	4685	79.85	0.00114	0.32	0.05	Agradasi
P.16	4785	79.73	0.00165	0.37	-0.05	Degradasi
P.15	4868	79.60	0.00304	0.37	0.00	Degradasi
P.14	4962	79.31	0.00417	0.38	-0.01	Degradasi
P.13	5061	78.90	0.00070	0.26	0.12	Agradasi
P.12	5163	78.83	0.00516	0.32	-0.06	Degradasi
P.11	5261	78.32	0.00235	0.29	0.03	Agradasi
P.10	5364	78.08	0.00197	0.38	-0.09	Degradasi
P.9	5480	77.85	0.00157	0.32	0.06	Agradasi
P.8	5581	77.69	0.00646	0.47	-0.15	Degradasi
P.7	5669	77.12	0.00349	0.42	0.05	Agradasi
P.6	5772	76.76	0.00598	0.32	0.10	Agradasi
P.5	5870	76.18	0.00328	0.40	-0.09	Degradasi
P.4	5972	75.84	0.00439	0.42	-0.01	Degradasi
P.3	6072	75.41	0.00382	0.32	0.10	Agradasi
P.2	6162	75.06	0.00109	0.22	0.10	Agradasi
P.1	6266	74.95		0.00	0.22	Agradasi



**Tabel 4.** Hasil Perhitungan Potensi Angkutan Total Sedimen Tanggal 4 Januari

4 Januari						
No Patok	Jarak Antar AS Komulatif	Elevasi Dasar Sungai	I	$\Delta z$	$\Delta z$	Keterangan
	m	m		m/hari	m	
P.65	0	97.62	0.00106	0.57	0.00	
P.65'	63	97.55	0.00355	0.59	-0.02	Degradasi
P.64'	165	97.19	0.00511	0.59	0.01	Agradasi
P.63'	258	96.72	0.00328	0.63	-0.04	Degradasi
P.62'	362	96.37	0.00467	0.66	-0.04	Degradasi
P.61'	456	95.94	0.00330	0.62	0.04	Agradasi
P.60'	549	95.63	0.00444	0.68	-0.05	Degradasi
P.59'	649	95.19	0.00422	0.66	0.02	Agradasi
P.58'	740	94.80	0.00336	0.70	-0.04	Degradasi
P.57'	838	94.47	0.00224	0.74	-0.04	Degradasi
P.56'	941	94.24	0.00440	0.72	0.01	Agradasi
P.55'	1033	93.84	0.00277	0.66	0.07	Agradasi
P.54'	1133	93.56	0.00398	0.62	0.04	Agradasi
P.53'	1237	93.14	0.00649	0.55	0.07	Agradasi
P.52'	1338	92.49	0.00411	0.63	-0.08	Degradasi
P.51'	1436	92.09	0.00377	0.64	-0.01	Degradasi
P.50'	1534	91.72	0.00453	0.63	0.02	Agradasi
P.49'	1635	91.26	0.00670	0.60	0.03	Agradasi
P.48'	1736	90.59	0.00714	0.71	-0.11	Degradasi
P.47'	1837	89.87	0.00462	0.70	0.01	Agradasi
P.46'	1911	89.52	0.00508	0.67	0.03	Agradasi
P.45'	1980	89.17	0.00488	0.70	-0.02	Degradasi
P.44'	2074	88.71	0.00566	0.60	0.10	Agradasi
P.43'	2173	88.15	0.00428	0.59	0.01	Agradasi
P.42'	2271	87.73	0.00306	0.52	0.07	Agradasi
P.41'	2359	87.47	0.00268	0.47	0.04	Agradasi
P.40'	2450	87.22	0.00476	0.60	-0.13	Degradasi
P.39'	2550	86.74	0.00499	0.57	0.03	Agradasi
P.38'	2651	86.24	0.00416	0.51	0.06	Agradasi
P.37'	2752	85.82	0.00236	0.53	-0.01	Degradasi
P.36'	2845	85.60	0.00398	0.55	-0.02	Degradasi
P.35'	2937	85.23	0.00641	0.55	0.00	Degradasi
P.34'	3037	84.59	0.00110	0.51	0.04	Agradasi
P.33'	3139	84.48	0.00427	0.61	-0.10	Degradasi
P.32'	3240	84.05	0.00001	0.77	-0.16	Degradasi
P.31'	3344	84.05	0.00445	0.75	0.02	Agradasi
P.30'	3445	83.60	0.00267	0.74	0.01	Agradasi
P.29'	3543	83.34	0.00274	0.62	0.12	Agradasi
P.28'	3643	83.07	0.00268	0.63	0.00	Degradasi

**Tabel 4.** Hasil Perhitungan Potensi Angkutan Total Sedimen Tanggal 4 Januari (*lanjutan*)

4 Januari						
No Patok	Jarak Antar AS Komulatif	Elevasi Dasar Sungai	I	$\Delta z$	$\Delta z$	Keterangan
	m	m		m/hari	m	
P.27'	3745	82.79	0.00327	0.74	-0.11	Degradasi
P.26'	3841	82.48	0.00231	0.70	0.04	Agradasi
P.25'	3935	82.26	0.00229	0.51	0.19	Agradasi
P.24'	4032	82.04	0.00339	0.57	-0.06	Degradasi
P.23'	4129	81.71	0.00322	0.54	0.03	Agradasi
P.22'	4229	81.39	0.00422	0.50	0.04	Agradasi
P.21'	4332	80.95	0.00116	0.51	-0.01	Degradasi
P.20'	4434	80.84	0.00422	0.60	-0.10	Degradasi
P.19'	4529	80.43	0.00272	0.61	-0.01	Degradasi
P.18'	4630	80.16	0.00397	0.57	0.04	Agradasi
P.17'	4735	79.74	0.00085	0.52	0.06	Agradasi
P.16'	4827	79.66	0.00252	0.54	-0.03	Degradasi
P.15'	4915	79.44	0.00223	0.45	0.10	Agradasi
P.14'	5012	79.23	0.00422	0.53	-0.09	Degradasi
P.13'	5112	78.80	0.00203	0.49	0.04	Agradasi
P.12'	5212	78.60	0.00485	0.53	-0.04	Degradasi
P.11'	5313	78.11	0.00077	0.49	0.04	Agradasi
P.10'	5422	78.03	0.00374	0.55	-0.06	Degradasi
P.9'	5531	77.62	0.00168	0.57	-0.02	Degradasi
P.8'	5625	77.46	0.00438	0.61	-0.05	Degradasi
P.7'	5721	77.04	0.00656	0.60	0.01	Agradasi
P.6'	5821	76.39	0.00387	0.49	0.11	Agradasi
P.5'	5921	76.00	0.00273	0.53	-0.04	Degradasi
P.4'	6022	75.72	0.00409	0.44	0.09	Agradasi
P.3'	6117	75.33	0.00115	0.45	-0.01	Degradasi
P.2'	6214	75.22	0.00109	0.54	-0.09	Degradasi
P.1	6266	75.17		0.45	0.09	Agradasi

**Tabel 5.** Hasil Perhitungan Potensi Angkutan Total Sedimen Tanggal 5 Januari

5 Januari						
No Patok	Jarak Antar AS Komulatif	Elevasi Dasar Sungai	I	$\Delta z$	$\Delta z$	Keterangan
	m	m		m/hari	m	
P.65	0	97.60	0.00174	0.31	0.00	
P.64	126	97.38	0.00600	0.23	0.08	Agradasi
P.63	204	96.91	0.00374	0.29	-0.06	Degradasi
P.62	311	96.51	0.00308	0.25	0.03	Agradasi
P.61	413	96.19	0.00546	0.21	0.05	Agradasi
P.60	498	95.73	0.00303	0.27	-0.06	Degradasi
P.59	599	95.42	0.00478	0.28	-0.02	Degradasi
P.58	698	94.95	0.00427	0.32	-0.03	Degradasi
P.57	781	94.60	0.00202	0.32	0.00	Degradasi
P.56	895	94.37	0.00287	0.36	-0.04	Degradasi
P.55	987	94.10	0.00401	0.25	0.12	Agradasi
P.54	1078	93.74	0.00292	0.27	-0.03	Degradasi
P.53	1188	93.42	0.00693	0.20	0.08	Agradasi
P.52	1286	92.74	0.00444	0.23	-0.03	Degradasi
P.51	1389	92.28	0.00385	0.22	0.01	Agradasi
P.50	1482	91.92	0.00395	0.20	0.03	Agradasi
P.49	1585	91.52	0.00705	0.29	-0.09	Degradasi
P.48	1684	90.82	0.00570	0.25	0.04	Agradasi
P.47	1787	90.23	0.00517	0.33	-0.08	Degradasi
P.46	1886	89.72	0.00812	0.39	-0.06	Degradasi
P.45	1935	89.32	0.00314	0.21	0.18	Agradasi
P.44	2025	89.04	0.00610	0.23	-0.02	Degradasi
P.43	2123	88.44	0.00427	0.15	0.08	Agradasi
P.42	2224	88.01	0.00396	0.20	-0.05	Degradasi
P.41	2318	87.64	0.00522	0.20	0.00	Agradasi
P.40	2400	87.21	0.00200	0.16	0.04	Agradasi
P.39	2500	87.01	0.00462	0.16	0.00	Agradasi
P.38	2600	86.55	0.00525	0.11	0.05	Agradasi
P.37	2702	86.01	0.00327	0.13	-0.02	Degradasi
P.36	2801	85.69	0.00316	0.15	-0.01	Degradasi
P.35	2889	85.41	0.00477	0.14	0.01	Agradasi
P.34	2985	84.95	0.00497	0.15	-0.01	Degradasi
P.33	3089	84.44	0.00333	0.14	0.01	Agradasi
P.32	3189	84.11	0.00035	0.13	0.01	Agradasi
P.31	3291	84.07	0.00226	0.16	-0.03	Degradasi
P.30	3396	83.83	0.00247	0.29	-0.13	Degradasi
P.29	3493	83.59	0.00394	0.24	0.06	Agradasi
P.28	3593	83.20	0.00387	0.31	-0.07	Degradasi
P.27	3692	82.81	0.00134	0.30	0.02	Agradasi

**Tabel 5.** Hasil Perhitungan Potensi Angkutan Total Sedimen Tanggal 5 Januari (*lanjutan*)

5 Januari						
No Patok	Jarak Antar AS Komulatif	Elevasi Dasar Sungai	I	$\Delta z$	$\Delta z$	Keterangan
	m	m		m/hari	m	
P.26	3798	82.67	0.00131	0.34	-0.04	Degradasi
P.25	3883	82.56	0.00457	0.35	-0.01	Degradasi
P.24	3986	82.09	0.00204	0.20	0.14	Agradasi
P.23	4078	81.90	0.00308	0.25	-0.05	Degradasi
P.22	4179	81.59	0.00426	0.30	-0.05	Degradasi
P.21	4279	81.17	0.00345	0.32	-0.02	Degradasi
P.20	4385	80.80	0.00173	0.29	0.03	Agradasi
P.19	4483	80.63	0.00322	0.33	-0.04	Degradasi
P.18	4575	80.33	0.00296	0.39	-0.06	Degradasi
P.17	4685	80.01	0.00330	0.19	0.20	Agradasi
P.16	4785	79.68	0.00035	0.19	0.00	Degradasi
P.15	4868	79.65	0.00428	0.35	-0.16	Degradasi
P.14	4962	79.25	0.00190	0.31	0.04	Agradasi
P.13	5061	79.06	0.00388	0.33	-0.02	Degradasi
P.12	5163	78.66	0.00273	0.22	0.10	Agradasi
P.11	5261	78.40	0.00373	0.19	0.04	Agradasi
P.10	5364	78.01	0.00178	0.28	-0.09	Degradasi
P.9	5480	77.80	0.00304	0.30	-0.03	Degradasi
P.8	5581	77.50	0.00260	0.23	0.08	Agradasi
P.7	5669	77.27	0.00434	0.27	-0.04	Degradasi
P.6	5772	76.82	0.00681	0.22	0.05	Agradasi
P.5	5870	76.15	0.00203	0.26	-0.04	Degradasi
P.4	5972	75.95	0.00423	0.24	0.02	Agradasi
P.3	6072	75.52	0.00371	0.15	0.09	Agradasi
P.2	6162	75.19	0.00023	0.07	0.08	Agradasi
P.1	6266	75.17		0.00	0.07	Agradasi

**Tabel 6.** Hasil Perhitungan Potensi Angkutan Total Sedimen Tanggal 6 Januari

6 Januari						
No Patok	Jarak Antar AS Kumulatif	Elevasi Dasar Sungai	I	$\Delta z$	$\Delta z$	Keterangan
	m	m		m/hari	m	
P.65	0	97.68	0.00174	0.91	0.00	
P.65'	63	97.57	0.00475	0.91	-0.01	Degradasi
P.64'	165	97.08	0.00372	0.88	0.04	Agradasi
P.63'	258	96.74	0.00325	0.97	-0.09	Degradasi
P.62'	362	96.40	0.00534	0.87	0.10	Agradasi
P.61'	456	95.90	0.00369	0.92	-0.04	Degradasi
P.60'	549	95.56	0.00403	0.84	0.07	Agradasi
P.59'	649	95.16	0.00425	0.89	-0.05	Degradasi
P.58'	740	94.77	0.00337	0.73	0.16	Agradasi
P.57'	838	94.44	0.00084	0.72	0.01	Agradasi
P.56'	941	94.35	0.00499	0.75	-0.03	Degradasi
P.55'	1033	93.90	0.00241	0.74	0.01	Agradasi
P.54'	1133	93.65	0.00583	0.75	-0.01	Degradasi
P.53'	1237	93.05	0.00527	0.70	0.05	Agradasi
P.52'	1338	92.52	0.00397	0.71	-0.01	Degradasi
P.51'	1436	92.13	0.00511	0.67	0.04	Agradasi
P.50'	1534	91.63	0.00420	0.66	0.01	Agradasi
P.49'	1635	91.20	0.00747	0.76	-0.10	Degradasi
P.48'	1736	90.45	0.00524	0.80	-0.04	Degradasi
P.47'	1837	89.92	0.00300	0.85	-0.05	Degradasi
P.46'	1911	89.70	0.00770	0.91	-0.06	Degradasi
P.45'	1980	89.16	0.00361	0.88	0.04	Agradasi
P.44'	2074	88.82	0.00654	0.91	-0.03	Degradasi
P.43'	2173	88.17	0.00353	0.86	0.05	Agradasi
P.42'	2271	87.83	0.00414	0.85	0.01	Agradasi
P.41'	2359	87.47	0.00383	0.83	0.02	Agradasi
P.40'	2450	87.12	0.00288	0.76	0.07	Agradasi
P.39'	2550	86.83	0.00560	0.63	0.13	Agradasi
P.38'	2651	86.26	0.00419	0.64	-0.01	Degradasi
P.37'	2752	85.84	0.00297	0.64	0.00	Degradasi
P.36'	2845	85.56	0.00423	0.66	-0.02	Degradasi
P.35'	2937	85.17	0.00470	0.63	0.03	Agradasi
P.34'	3037	84.70	0.00416	0.69	-0.06	Degradasi
P.33'	3139	84.28	0.00220	0.69	0.00	Agradasi
P.32'	3240	84.06	0.00232	0.72	-0.03	Degradasi
P.31'	3344	83.82	0.00049	0.86	-0.14	Degradasi
P.30'	3445	83.77	0.00454	0.85	0.00	Agradasi
P.29'	3543	83.32	0.00298	0.93	-0.08	Degradasi
P.28'	3643	83.02	0.00314	0.98	-0.05	Degradasi

**Tabel 6.** Hasil Perhitungan Potensi Angkutan Total Sedimen Tanggal 6 Januari (*lanjutan*)

6 Januari						
No Patok	Jarak Antar AS Komulatif	Elevasi Dasar Sungai	I	$\Delta z$	$\Delta z$	Keterangan
	m	m		m/hari	m	
P.27'	3745	82.70	0.00097	0.85	0.14	Agradasi
P.26'	3841	82.61	0.00150	0.86	-0.01	Degradasi
P.25'	3935	82.47	0.00531	0.82	0.04	Agradasi
P.24'	4032	81.95	0.00261	0.73	0.09	Agradasi
P.23'	4129	81.70	0.00340	0.80	-0.07	Degradasi
P.22'	4229	81.36	0.00332	0.67	0.14	Agradasi
P.21'	4332	81.01	0.00335	0.78	-0.11	Degradasi
P.20'	4434	80.67	0.00262	0.69	0.10	Agradasi
P.19'	4529	80.42	0.00053	0.74	-0.06	Degradasi
P.18'	4630	80.37	0.00507	0.69	0.06	Agradasi
P.17'	4735	79.84	0.00362	0.69	-0.01	Degradasi
P.16'	4827	79.51	0.00024	0.69	0.00	Agradasi
P.15'	4915	79.49	0.00362	0.72	-0.03	Degradasi
P.14'	5012	79.14	0.00172	0.77	-0.05	Degradasi
P.13'	5112	78.96	0.00400	0.79	-0.03	Degradasi
P.12'	5212	78.56	0.00446	0.72	0.07	Agradasi
P.11'	5313	78.12	0.00215	0.61	0.10	Agradasi
P.10'	5422	77.88	0.00142	0.69	-0.08	Degradasi
P.9'	5531	77.73	0.00406	0.69	0.01	Agradasi
P.8'	5625	77.34	0.00265	0.70	-0.01	Degradasi
P.7'	5721	77.09	0.00640	0.67	0.03	Agradasi
P.6'	5821	76.45	0.00380	0.68	-0.01	Degradasi
P.5'	5921	76.07	0.00235	0.71	-0.02	Degradasi
P.4'	6022	75.83	0.00411	0.64	0.07	Agradasi
P.3'	6117	75.44	0.00201	0.59	0.05	Agradasi
P.2'	6214	75.24	0.00023	0.52	0.06	Agradasi
P.1	6266	75.23		0.45	0.07	Agradasi

**Tabel 7.** Hasil Perhitungan Potensi Angkutan Total Sedimen Tanggal 7 Januari

7 Januari						
No Patok	Jarak Antar AS Kumulatif	Elevasi Dasar Sungai	I	$\Delta z$	$\Delta z$	Keterangan
	m	m		m/hari	m	
P.65	0	97.67	0.00244	0.45	0.00	
P.64	126	97.36	0.00691	0.52	-0.07	Degradasi
P.63	204	96.82	0.00145	0.52	0.00	Agradasi
P.62	311	96.67	0.00550	0.50	0.02	Agradasi
P.61	413	96.11	0.00356	0.52	-0.02	Degradasi
P.60	498	95.80	0.00489	0.52	-0.01	Degradasi
P.59	599	95.31	0.00186	0.54	-0.02	Degradasi
P.58	698	95.13	0.00617	0.46	0.09	Agradasi
P.57	781	94.61	0.00219	0.48	-0.02	Degradasi
P.56	895	94.36	0.00249	0.55	-0.07	Degradasi
P.55	987	94.14	0.00409	0.50	0.05	Agradasi
P.54	1078	93.76	0.00329	0.56	-0.06	Degradasi
P.53	1188	93.40	0.00647	0.33	0.23	Agradasi
P.52	1286	92.77	0.00395	0.33	-0.01	Degradasi
P.51	1389	92.36	0.00508	0.32	0.01	Agradasi
P.50	1482	91.89	0.00558	0.29	0.03	Agradasi
P.49	1585	91.31	0.00533	0.44	-0.15	Degradasi
P.48	1684	90.79	0.00631	0.47	-0.03	Degradasi
P.47	1787	90.14	0.00392	0.45	0.02	Agradasi
P.46	1886	89.75	0.00578	0.47	-0.02	Degradasi
P.45	1935	89.47	0.00564	0.35	0.13	Agradasi
P.44	2025	88.96	0.00416	0.38	-0.04	Degradasi
P.43	2123	88.55	0.00531	0.36	0.02	Agradasi
P.42	2224	88.02	0.00370	0.45	-0.08	Degradasi
P.41	2318	87.67	0.00377	0.33	0.11	Agradasi
P.40	2400	87.36	0.00253	0.36	-0.02	Degradasi
P.39	2500	87.10	0.00572	0.49	-0.13	Degradasi
P.38	2600	86.53	0.00473	0.48	0.00	Agradasi
P.37	2702	86.05	0.00368	0.48	0.00	Degradasi
P.36	2801	85.68	0.00323	0.49	-0.01	Degradasi
P.35	2889	85.40	0.00548	0.47	0.03	Agradasi
P.34	2985	84.87	0.00365	0.45	0.02	Agradasi
P.33	3089	84.49	0.00353	0.47	-0.02	Degradasi
P.32	3189	84.14	0.00337	0.53	-0.06	Degradasi
P.31	3291	83.80	0.00002	0.50	0.02	Agradasi
P.30	3396	83.79	0.00341	0.47	0.03	Agradasi
P.29	3493	83.46	0.00341	0.44	0.03	Agradasi
P.28	3593	83.12	0.00127	0.31	0.14	Agradasi
P.27	3692	83.00	0.00333	0.42	-0.11	Degradasi

**Tabel 7.** Hasil Perhitungan Potensi Angkutan Total Sedimen Tanggal 7 Januari (*lanjutan*)

7 Januari						
No Patok	Jarak Antar AS Komulatif	Elevasi Dasar Sungai	I	$\Delta z$	$\Delta z$	Keterangan
	m	m		m/hari	m	
P.26	3798	82.64	0.00083	0.39	0.03	Agradasi
P.25	3883	82.57	0.00269	0.41	-0.02	Degradasi
P.24	3986	82.30	0.00590	0.45	-0.04	Degradasi
P.23	4078	81.75	0.00089	0.40	0.05	Agradasi
P.22	4179	81.66	0.00593	0.44	-0.04	Degradasi
P.21	4279	81.07	0.00123	0.47	-0.03	Degradasi
P.20	4385	80.94	0.00461	0.46	0.01	Agradasi
P.19	4483	80.49	0.00036	0.45	0.01	Agradasi
P.18	4575	80.46	0.00325	0.46	-0.01	Degradasi
P.17	4685	80.10	0.00422	0.45	0.01	Agradasi
P.16	4785	79.68	0.00249	0.47	-0.02	Degradasi
P.15	4868	79.47	0.00223	0.46	0.00	Agradasi
P.14	4962	79.26	0.00237	0.51	-0.05	Degradasi
P.13	5061	79.03	0.00184	0.38	0.13	Agradasi
P.12	5163	78.84	0.00402	0.38	0.00	Degradasi
P.11	5261	78.44	0.00510	0.33	0.05	Agradasi
P.10	5364	77.92	0.00095	0.29	0.04	Agradasi
P.9	5480	77.81	0.00281	0.31	-0.02	Degradasi
P.8	5581	77.52	0.00313	0.36	-0.05	Degradasi
P.7	5669	77.25	0.00481	0.48	-0.12	Degradasi
P.6	5772	76.75	0.00531	0.30	0.17	Agradasi
P.5	5870	76.23	0.00212	0.34	-0.04	Degradasi
P.4	5972	76.02	0.00333	0.38	-0.03	Degradasi
P.3	6072	75.68	0.00313	0.20	0.17	Agradasi
P.2	6162	75.40	0.00035	0.14	0.06	Agradasi
P.1	6266	75.37		0.00	0.14	Agradasi



**Tabel 8.** Hasil Perhitungan Potensi Angkutan Total Sedimen Tanggal 30 Januari

30 Januari						
No Patok	Jarak Antar AS Kumulatif	Elevasi Dasar Sungai	I	$\Delta z$	$\Delta z$	Keterangan
	m	m		m/hari	m	
P.65	0	97.78	0.00352	0.01	0.00	
P.64	126	97.34	0.00763	0.08	-0.07	Degradasi
P.63	204	96.74	0.00297	0.00	0.08	Agradasi
P.62	311	96.42	0.00313	0.02	-0.02	Degradasi
P.61	413	96.10	0.00399	0.00	0.02	Agradasi
P.60	498	95.76	0.00356	0.10	-0.10	Degradasi
P.59	599	95.41	0.00465	0.03	0.08	Agradasi
P.58	698	94.94	0.00333	0.05	-0.02	Degradasi
P.57	781	94.67	0.00251	0.07	-0.02	Degradasi
P.56	895	94.38	0.00223	0.11	-0.04	Degradasi
P.55	987	94.18	0.00388	0.04	0.07	Agradasi
P.54	1078	93.82	0.00353	0.09	-0.05	Degradasi
P.53	1188	93.44	0.00610	0.01	0.08	Agradasi
P.52	1286	92.84	0.00475	0.04	-0.02	Degradasi
P.51	1389	92.35	0.00688	0.04	0.00	Degradasi
P.50	1482	91.71	0.00549	0.04	0.00	Agradasi
P.49	1585	91.14	0.00589	0.09	-0.05	Degradasi
P.48	1684	90.56	0.00411	0.05	0.04	Agradasi
P.47	1787	90.14	0.00374	0.19	-0.14	Degradasi
P.46	1886	89.77	0.00659	0.10	0.09	Agradasi
P.45	1935	89.44	0.00321	0.05	0.05	Agradasi
P.44	2025	89.15	0.00515	0.06	-0.01	Degradasi
P.43	2123	88.65	0.00473	0.05	0.01	Agradasi
P.42	2224	88.18	0.00367	0.09	-0.04	Degradasi
P.41	2318	87.83	0.00467	0.05	0.04	Agradasi
P.40	2400	87.45	0.00309	0.03	0.02	Agradasi
P.39	2500	87.14	0.00457	0.03	0.00	Degradasi
P.38	2600	86.68	0.00424	0.00	0.03	Agradasi
P.37	2702	86.25	0.00573	0.01	-0.01	Degradasi
P.36	2801	85.68	0.00379	0.01	0.00	Agradasi
P.35	2889	85.35	0.00421	0.01	0.00	Agradasi
P.34	2985	84.94	0.00480	0.01	0.00	Agradasi
P.33	3089	84.44	0.00381	0.02	-0.01	Degradasi
P.32	3189	84.06	0.00290	0.07	-0.05	Degradasi
P.31	3291	83.77	0.00221	0.02	0.05	Agradasi
P.30	3396	83.53	0.00103	0.07	-0.05	Degradasi
P.29	3493	83.43	0.00291	0.07	0.00	Agradasi
P.28	3593	83.14	0.00287	0.07	0.00	Agradasi
P.27	3692	82.86	0.00222	0.06	0.00	Agradasi

**Tabel 8.** Hasil Perhitungan Potensi Angkutan Total Sedimen Tanggal 30 Januari (*lanjutan*)

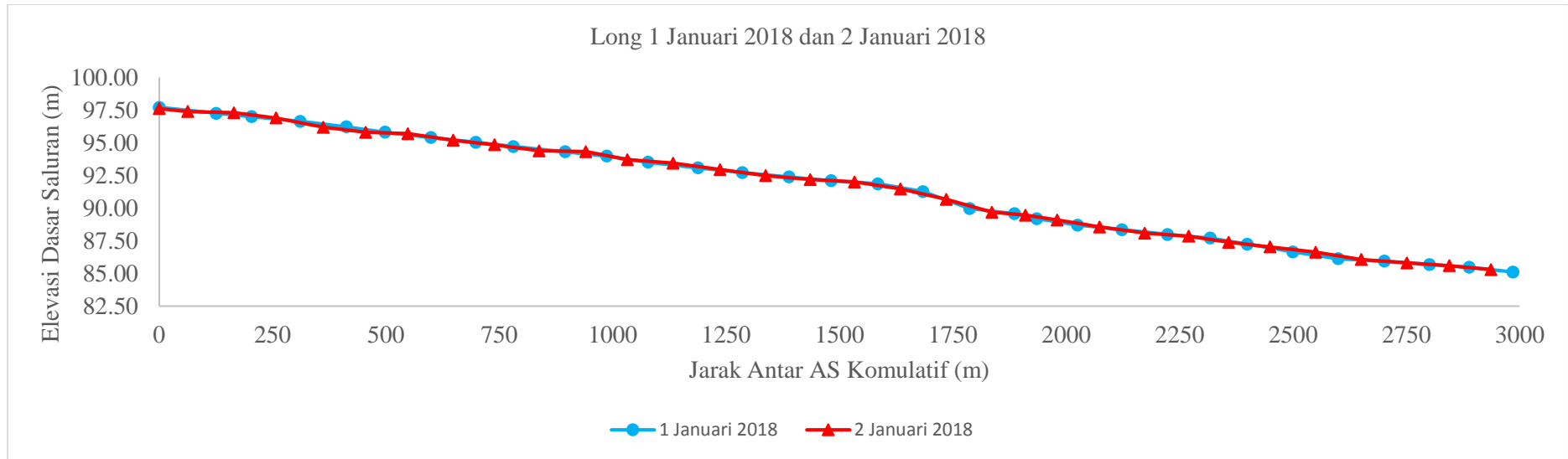
30 Januari						
No Patok	Jarak Antar AS Komulatif	Elevasi Dasar Sungai	I	$\Delta z$	$\Delta z$	Keterangan
	m	m		m/hari	m	
P.26	3798	82.62	0.00210	0.13	-0.07	Degradasi
P.25	3883	82.45	0.00207	0.09	0.05	Agradasi
P.24	3986	82.23	0.00321	0.08	0.01	Agradasi
P.23	4078	81.94	0.00198	0.08	0.00	Agradasi
P.22	4179	81.74	0.00493	0.10	-0.03	Degradasi
P.21	4279	81.24	0.00385	0.05	0.05	Agradasi
P.20	4385	80.84	0.00236	0.12	-0.07	Degradasi
P.19	4483	80.60	0.00374	0.07	0.05	Agradasi
P.18	4575	80.26	0.00313	0.05	0.02	Agradasi
P.17	4685	79.92	0.00338	0.05	0.00	Agradasi
P.16	4785	79.58	0.00158	0.11	-0.06	Degradasi
P.15	4868	79.45	0.00254	0.13	-0.02	Degradasi
P.14	4962	79.21	0.00120	0.10	0.03	Agradasi
P.13	5061	79.09	0.00266	0.11	-0.02	Degradasi
P.12	5163	78.82	0.00364	0.09	0.02	Agradasi
P.11	5261	78.46	0.00350	0.07	0.02	Agradasi
P.10	5364	78.10	0.00176	0.08	-0.01	Degradasi
P.9	5480	77.90	0.00228	0.08	-0.01	Degradasi
P.8	5581	77.67	0.00368	0.08	0.01	Agradasi
P.7	5669	77.34	0.00238	0.10	-0.02	Degradasi
P.6	5772	77.10	0.00402	0.05	0.05	Agradasi
P.5	5870	76.70	0.00213	0.08	-0.03	Degradasi
P.4	5972	76.49	0.00324	0.08	0.01	Agradasi
P.3	6072	76.16	0.00023	0.01	0.06	Agradasi
P.2	6162	76.18	0.00029	0.03	-0.02	Degradasi
P.1	6266	76.15		0.00	0.03	Agradasi

**Tabel 9.** Hasil Perhitungan Potensi Angkutan Total Sedimen Tanggal 31 Desember

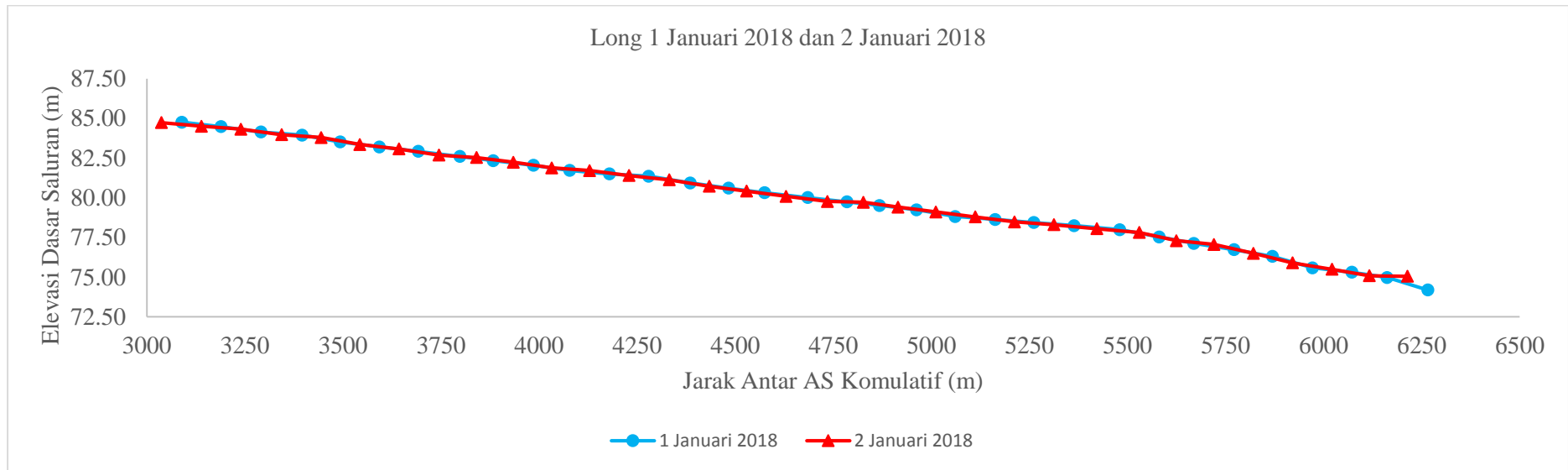
31 Desember						
No Patok	Jarak Antar AS Kumulatif	Elevasi Dasar Sungai	I	$\Delta z$	$\Delta z$	Keterangan
	m	m		m/hari	m	
P.65	0	98.59	0.00592	0.03	0.00	
P.65'	63	98.21	0.00600	0.02	0.01	Agradasi
P.64'	165	97.60	0.00730	0.01	0.00	Agradasi
P.63'	258	96.93	0.00816	0.01	0.00	Agradasi
P.62'	362	96.07	0.00348	0.03	-0.01	Degradasi
P.61'	456	95.75	0.00394	0.03	0.00	Agradasi
P.60'	549	95.38	0.00603	0.02	0.01	Agradasi
P.59'	649	94.78	0.00150	0.02	0.00	Agradasi
P.58'	740	94.64	0.00551	0.07	-0.05	Degradasi
P.57'	838	94.10	0.00129	0.03	0.04	Agradasi
P.56'	941	93.97	0.00401	0.06	-0.04	Degradasi
P.55'	1033	93.60	0.00331	0.04	0.02	Agradasi
P.54'	1133	93.27	0.00599	0.04	0.00	Agradasi
P.53'	1237	92.64	0.00321	0.00	0.04	Agradasi
P.52'	1338	92.32	0.00366	0.02	-0.02	Degradasi
P.51'	1436	91.96	0.00624	0.03	-0.01	Degradasi
P.50'	1534	91.35	0.00285	0.02	0.01	Agradasi
P.49'	1635	91.06	0.00683	0.05	-0.03	Degradasi
P.48'	1736	90.37	0.00302	0.06	-0.01	Degradasi
P.47'	1837	90.07	0.00196	0.04	0.02	Agradasi
P.46'	1911	89.92	0.00446	0.05	-0.01	Degradasi
P.45'	1980	89.61	0.00330	0.04	0.01	Agradasi
P.44'	2074	89.30	0.00523	0.04	0.00	Degradasi
P.43'	2173	88.78	0.00030	0.01	0.03	Agradasi
P.42'	2271	88.76	0.00621	0.06	-0.04	Degradasi
P.41'	2359	88.21	0.00565	0.04	0.02	Agradasi
P.40'	2450	87.69	0.00348	0.01	0.03	Agradasi
P.39'	2550	87.34	0.00693	0.01	0.00	Agradasi
P.38'	2651	86.64	0.00420	0.00	0.01	Agradasi
P.37'	2752	86.22	0.00845	0.00	0.00	Degradasi
P.36'	2845	85.43	0.00357	0.02	-0.01	Degradasi
P.35'	2937	85.10	0.00707	0.02	0.00	Degradasi
P.34'	3037	84.40	0.00641	0.00	0.02	Agradasi
P.33'	3139	83.74	0.00312	0.03	-0.03	Degradasi
P.32'	3240	83.43	0.00108	0.01	0.02	Agradasi
P.31'	3344	83.32	0.00160	0.02	-0.01	Degradasi
P.30'	3445	83.15	0.00255	0.06	-0.04	Degradasi
P.29'	3543	82.90	0.00122	0.02	0.04	Agradasi
P.28'	3643	82.78	0.00276	0.05	-0.03	Degradasi

**Tabel 10.** Hasil Perhitungan Potensi Angkutan Total Sedimen Tanggal 31 Desember (*lanjutan*)

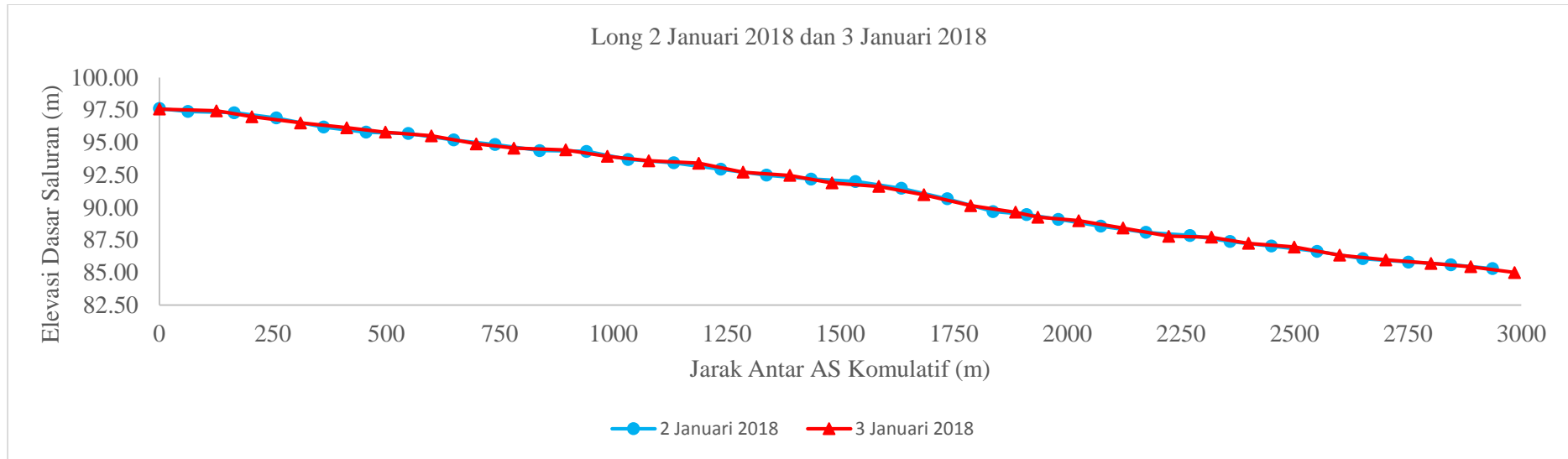
31 Desember						
No Patok	Jarak Antar AS Kumulatif	Elevasi Dasar Sungai	I	$\Delta z$	$\Delta z$	Keterangan
	m	m		m/hari	m	
P.27'	3745	82.50	0.00417	0.07	-0.02	Degradasi
P.26'	3841	82.10	0.00187	0.09	-0.02	Degradasi
P.25'	3935	82.28	0.00307	0.08	0.01	Agradasi
P.24'	4032	81.98	0.00483	0.09	-0.01	Degradasi
P.23'	4129	81.51	0.00213	0.06	0.04	Agradasi
P.22'	4229	81.30	0.00211	0.04	0.01	Agradasi
P.21'	4332	81.08	0.00398	0.08	-0.04	Degradasi
P.20'	4434	80.68	0.00233	0.08	0.00	Agradasi
P.19'	4529	80.45	0.00504	0.09	-0.01	Degradasi
P.18'	4630	79.94	0.00106	0.04	0.05	Agradasi
P.17'	4735	79.83	0.00445	0.09	-0.06	Degradasi
P.16'	4827	79.43	0.00167	0.10	0.00	Degradasi
P.15'	4915	79.28	0.00146	0.09	0.01	Agradasi
P.14'	5012	79.14	0.00125	0.09	-0.01	Degradasi
P.13'	5112	79.01	0.00295	0.09	0.01	Agradasi
P.12'	5212	78.72	0.00302	0.07	0.02	Agradasi
P.11'	5313	78.41	0.00111	0.05	0.02	Agradasi
P.10'	5422	78.54	0.00406	0.11	-0.06	Degradasi
P.9'	5531	78.09	0.00518	0.09	0.01	Agradasi
P.8'	5625	77.60	0.00010	0.02	0.08	Agradasi
P.7'	5721	77.60	0.00063	0.03	-0.02	Degradasi
P.6'	5821	77.53	0.00218	0.06	-0.02	Degradasi
P.5'	5921	77.31	0.00330	0.09	-0.03	Degradasi
P.4'	6022	76.98	0.00043	0.02	0.06	Agradasi
P.3'	6117	76.94	0.00019	0.01	0.01	Agradasi
P.2'	6214	76.92	0.00047	0.18	-0.17	Degradasi
P.1	6266	76.90		0.35	-0.17	Degradasi



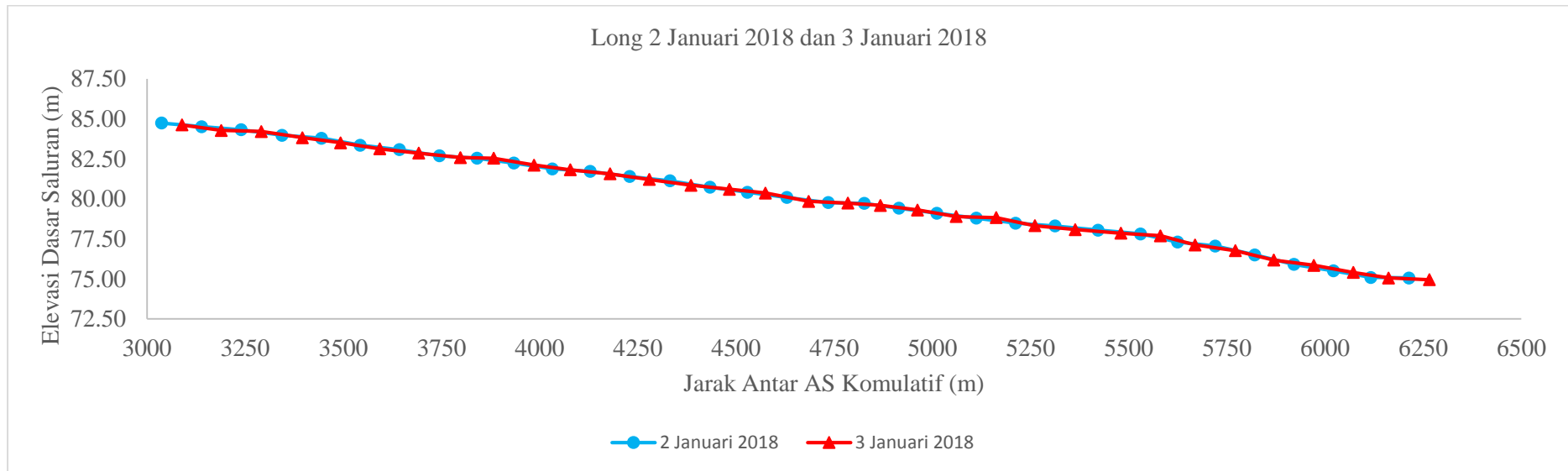
**Grafik 1.** Perubahan Kemiringan Dasar Saluran Tanggal 1 Januari 2018 hingga Tanggal 2 Januari 2018



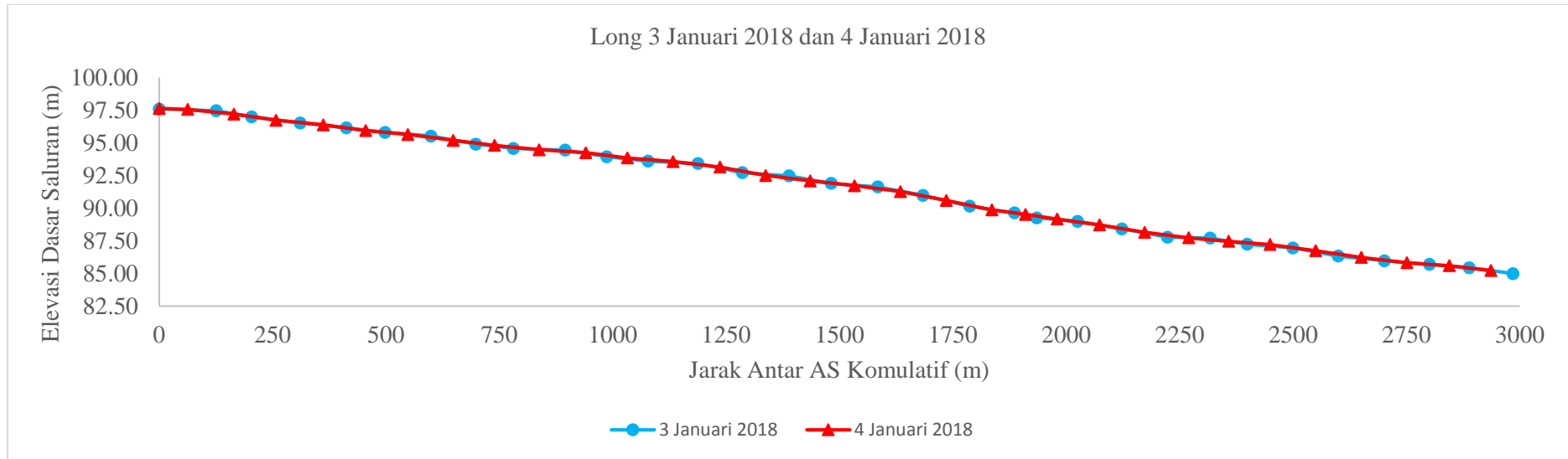
**Grafik 1.** Perubahan Kemiringan Dasar Saluran Tanggal 1 Januari 2018 hingga Tanggal 2 Januari 2018 (*lanjutan*)



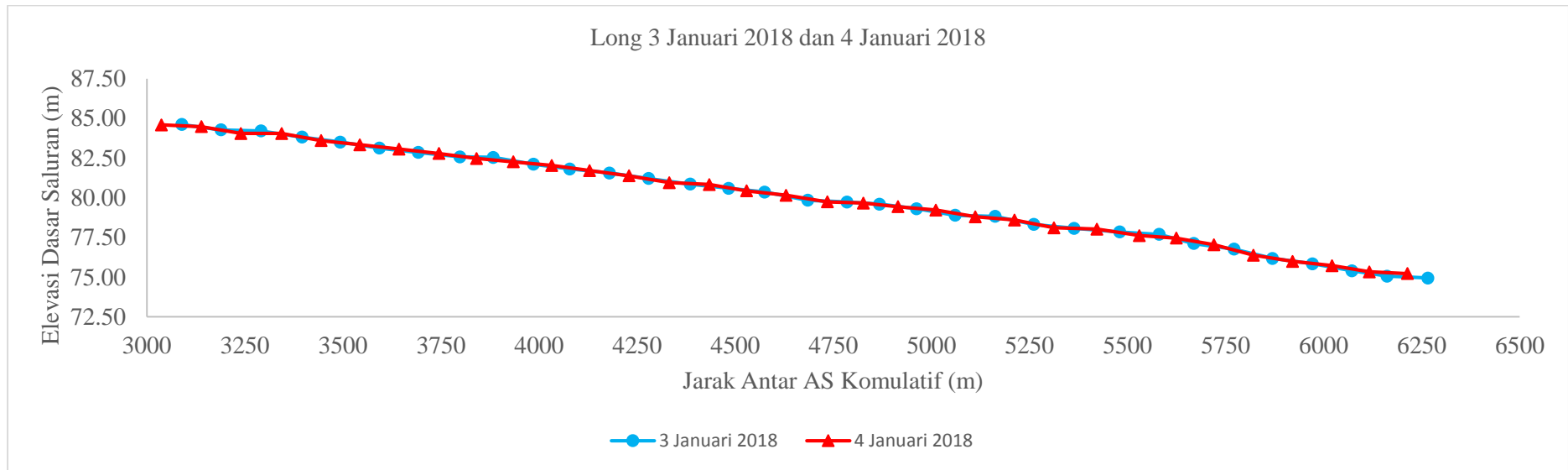
**Grafik 2.** Perubahan Kemiringan Dasar Saluran Tanggal 2 Januari 2018 hingga Tanggal 3 Januari 2018



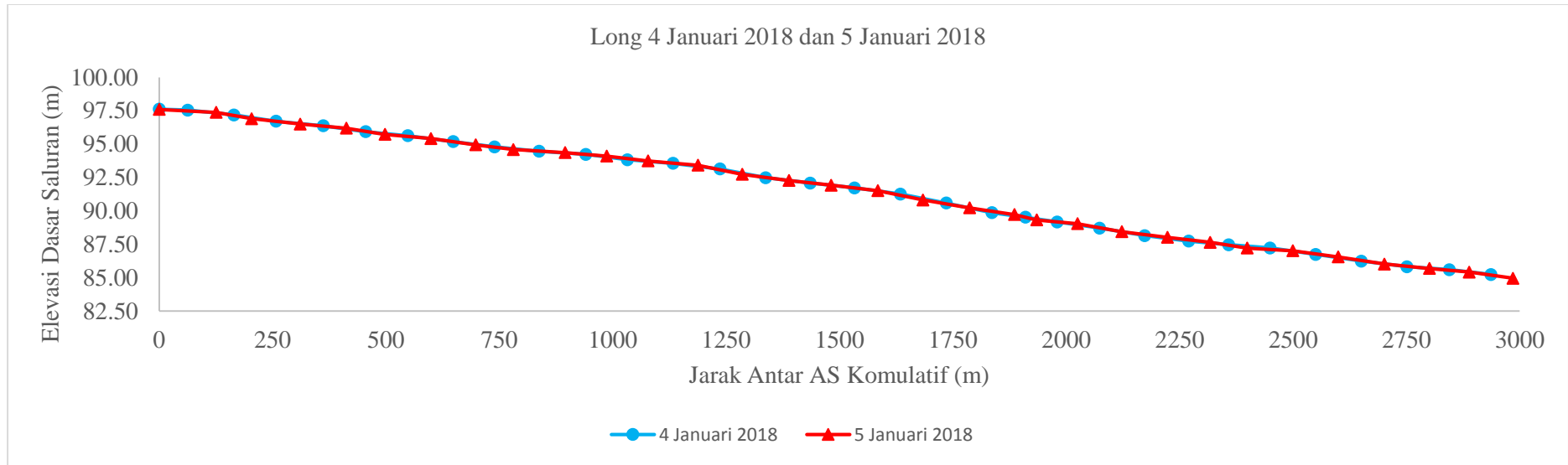
**Grafik 2.** Perubahan Kemiringan Dasar Saluran Tanggal 2 Januari 2018 hingga Tanggal 3 Januari 2018 (*lanjutan*)



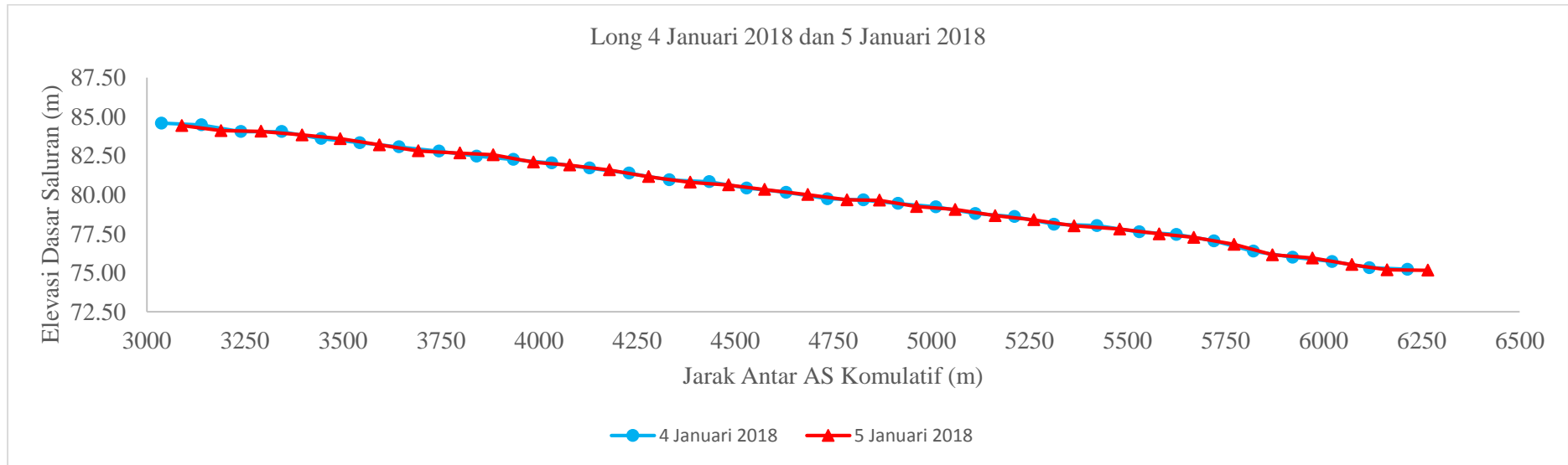
**Grafik 3.** Perubahan Kemiringan Dasar Saluran Tanggal 3 Januari 2018 hingga Tanggal 4 Januari 2018



**Grafik 3.** Perubahan Kemiringan Dasar Saluran Tanggal 3 Januari 2018 hingga Tanggal 4 Januari 2018 (*lanjutan*)

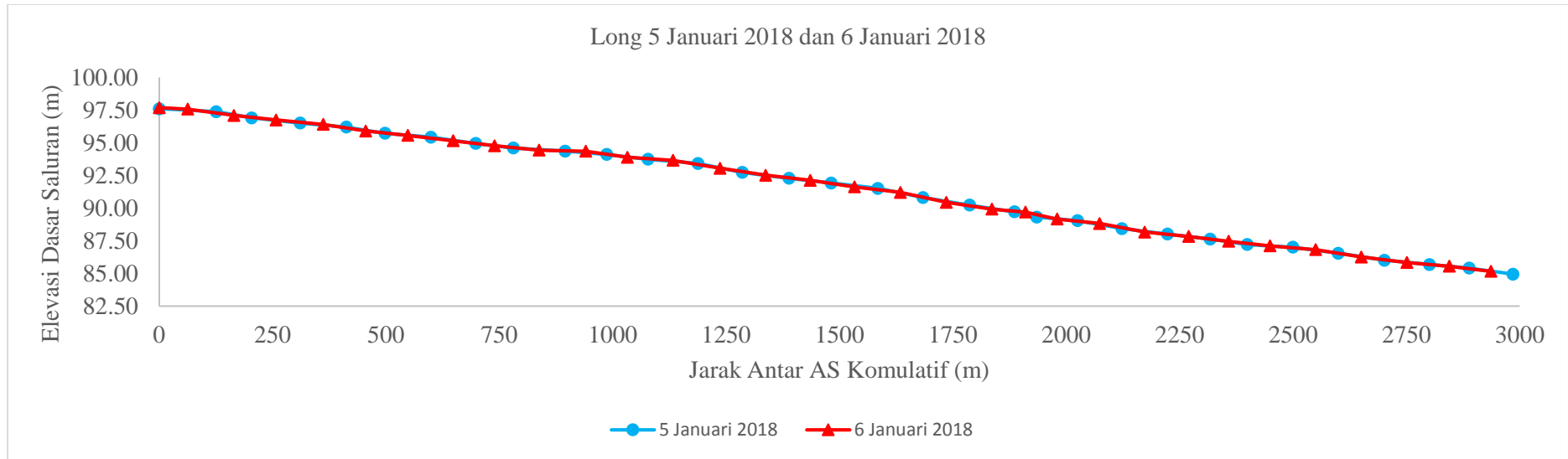


**Grafik 4.** Perubahan Kemiringan Dasar Saluran Tanggal 4 Januari 2018 hingga Tanggal 5 Januari 2018

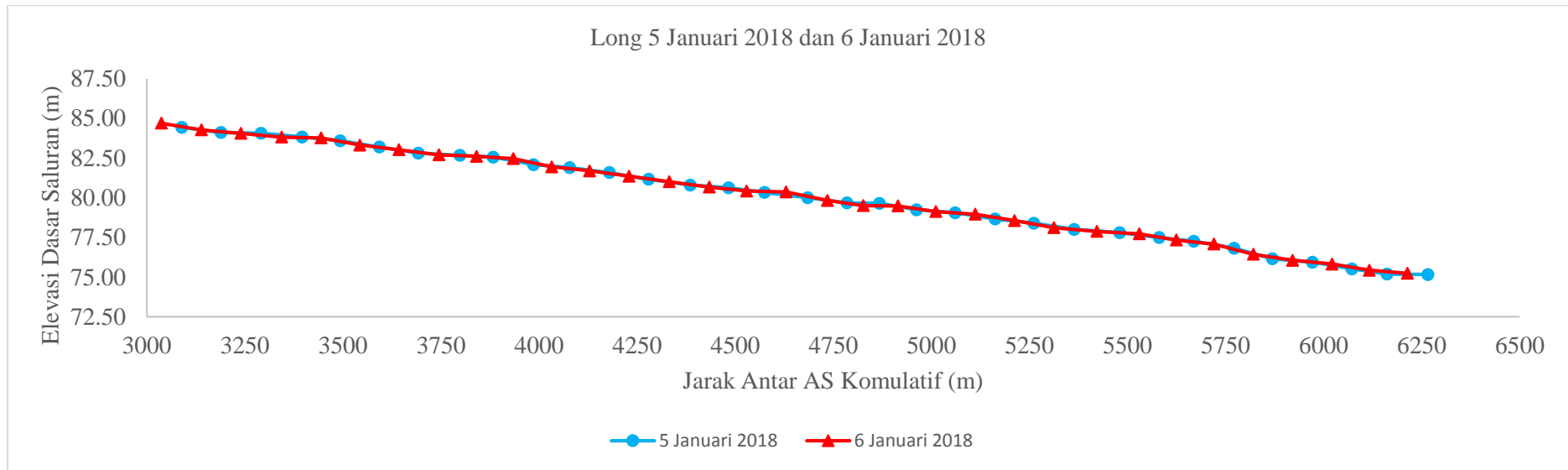


**Grafik 4.** Perubahan Kemiringan Dasar Saluran Tanggal 4 Januari 2018 hingga Tanggal 5 Januari 2018 (*lanjutan*)

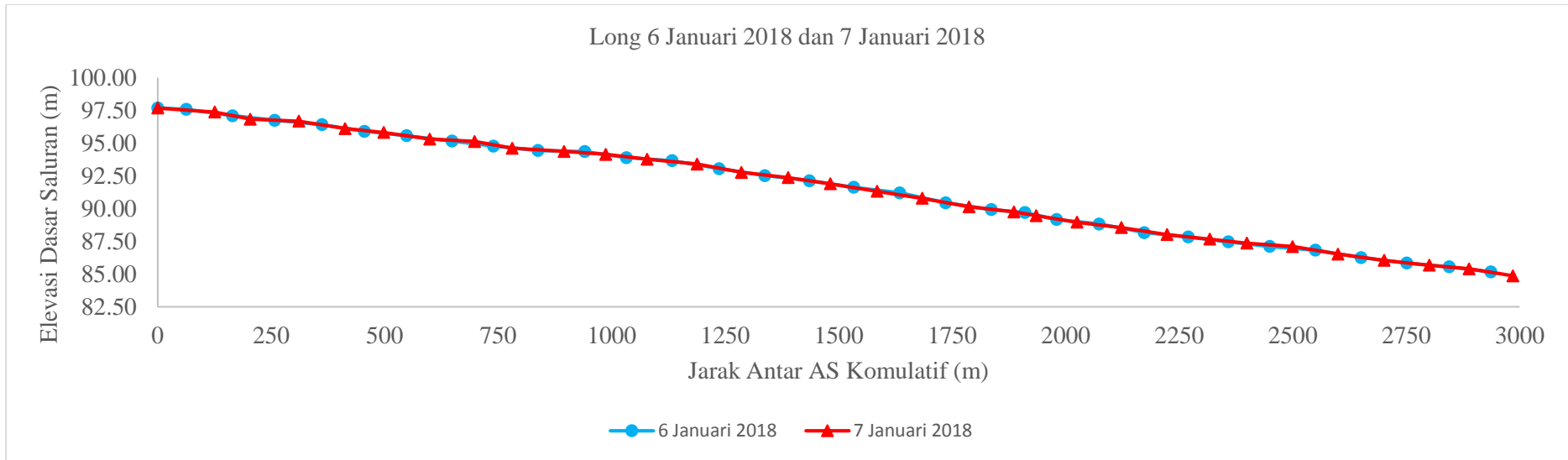




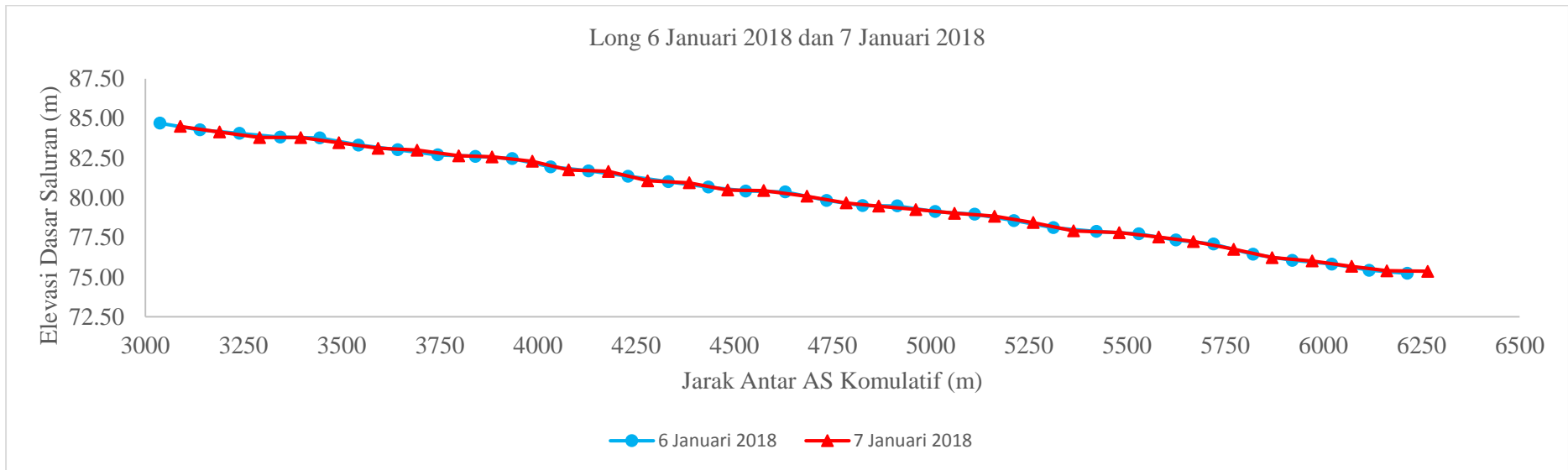
**Grafik 5.** Perubahan Kemiringan Dasar Saluran Tanggal 5 Januari 2018 hingga Tanggal 6 Januari 2018



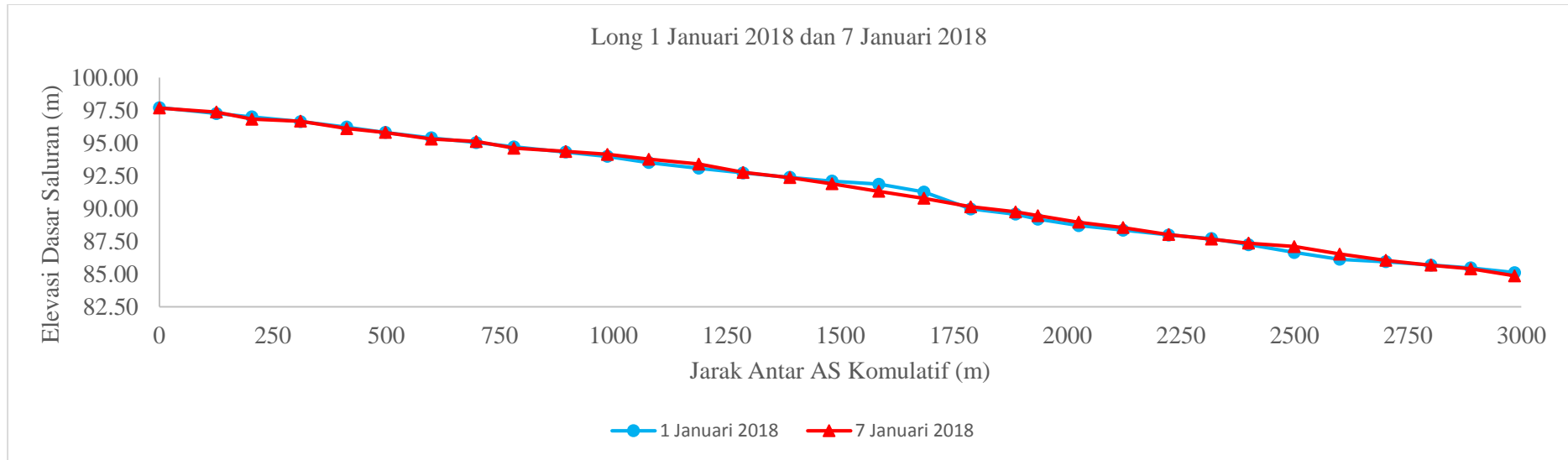
**Grafik 5.** Perubahan Kemiringan Dasar Saluran Tanggal 5 Januari 2018 hingga Tanggal 6 Januari 2018 (lanjutan)



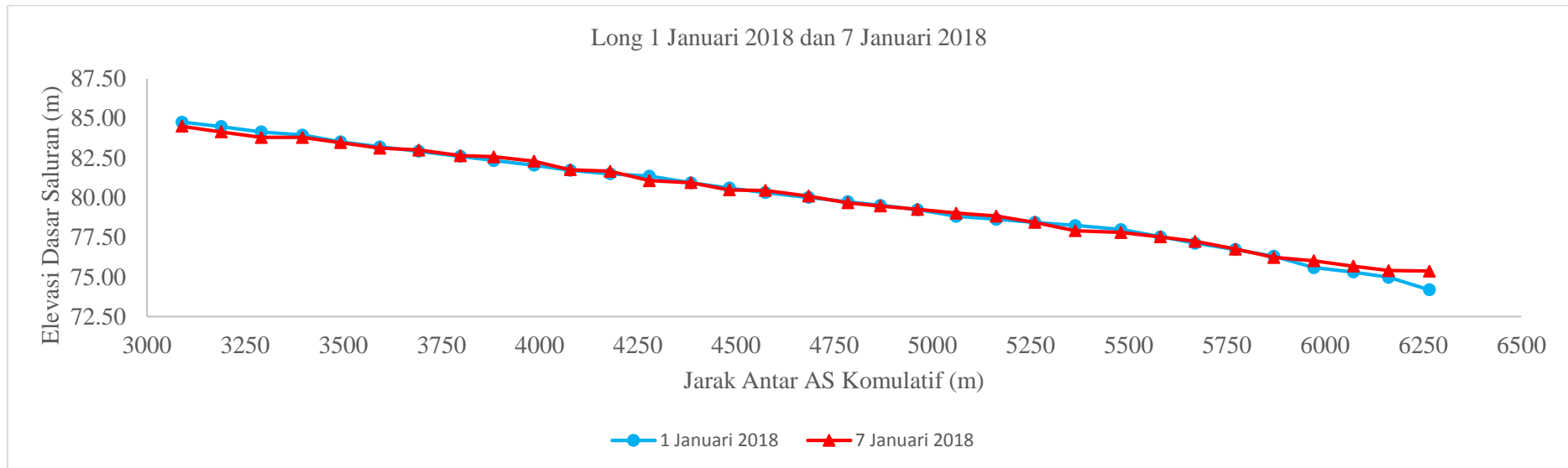
**Grafik 6.** Perubahan Kemiringan Dasar Saluran Tanggal 6 Januari 2018 hingga Tanggal 7 Januari 2018



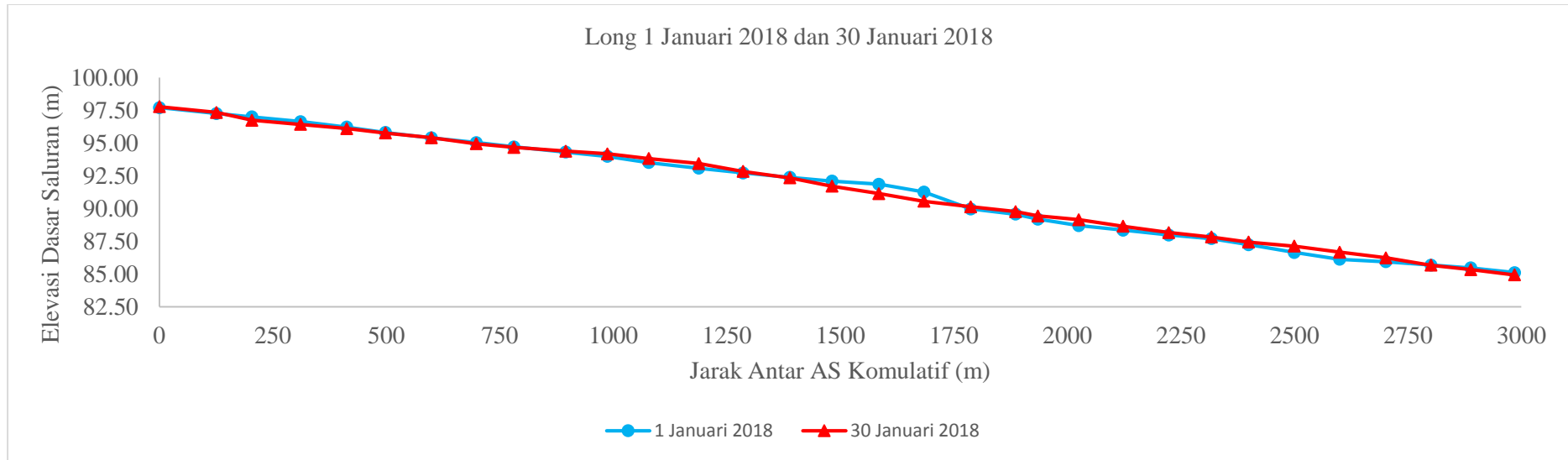
**Grafik 6.** Perubahan Kemiringan Dasar Saluran Tanggal 6 Januari 2018 hingga Tanggal 7 Januari 2018 (*lanjutan*)



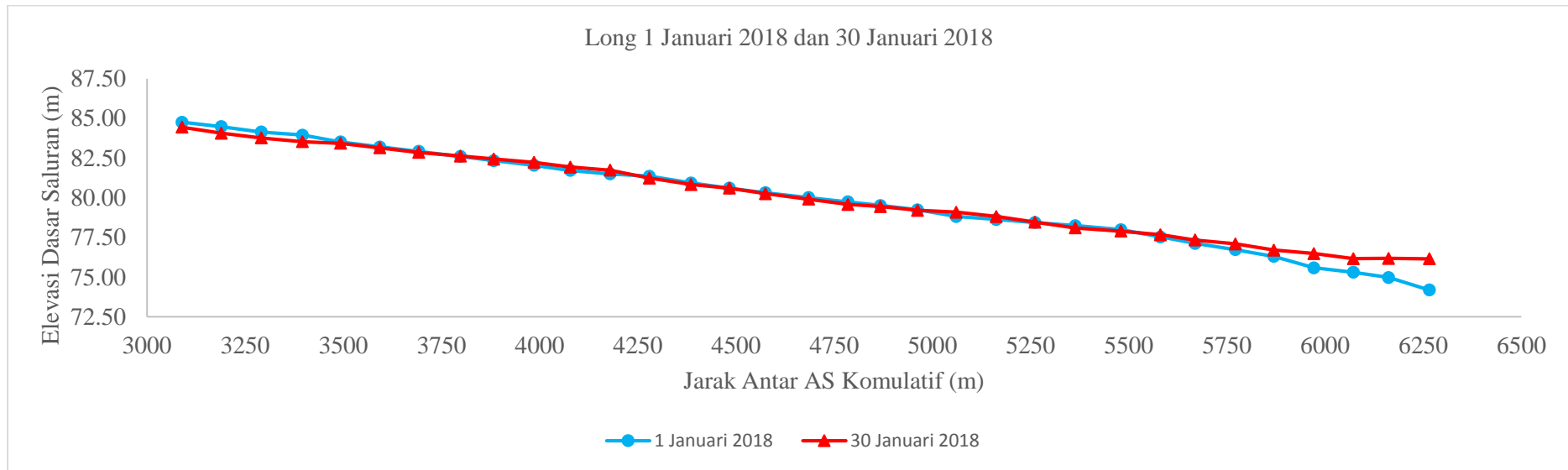
**Grafik 7.** Perubahan Kemiringan Dasar Saluran Tanggal 1 Januari 2018 hingga Tanggal 7 Januari 2018



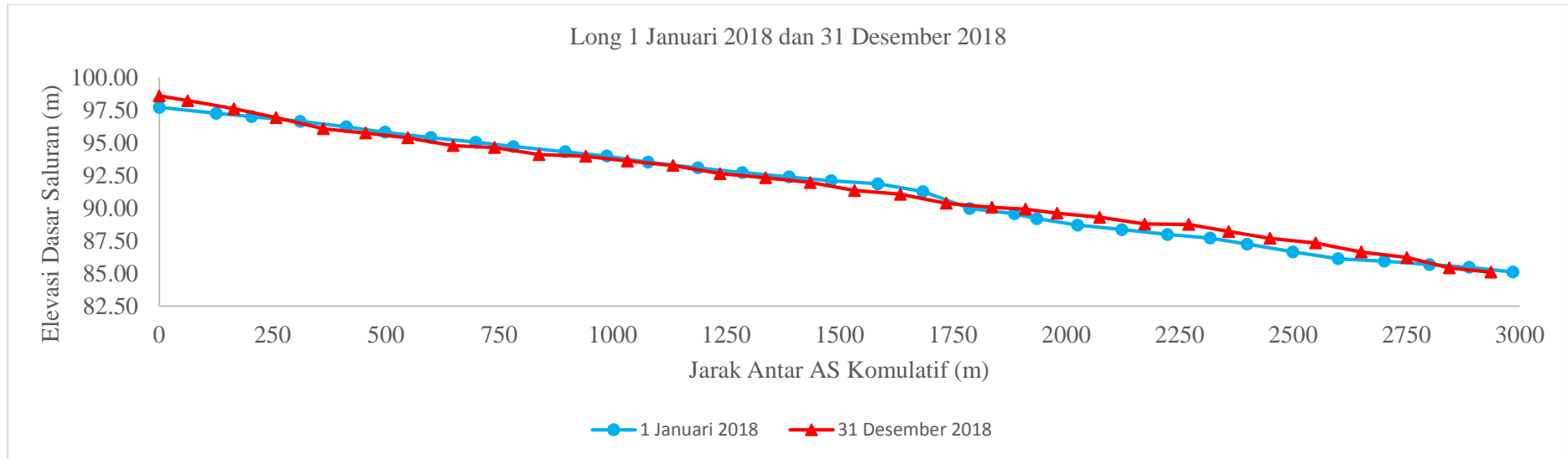
**Grafik 7.** Perubahan Kemiringan Dasar Saluran Tanggal 1 Januari 2018 hingga Tanggal 7 Januari 2018 (*lanjutan*)



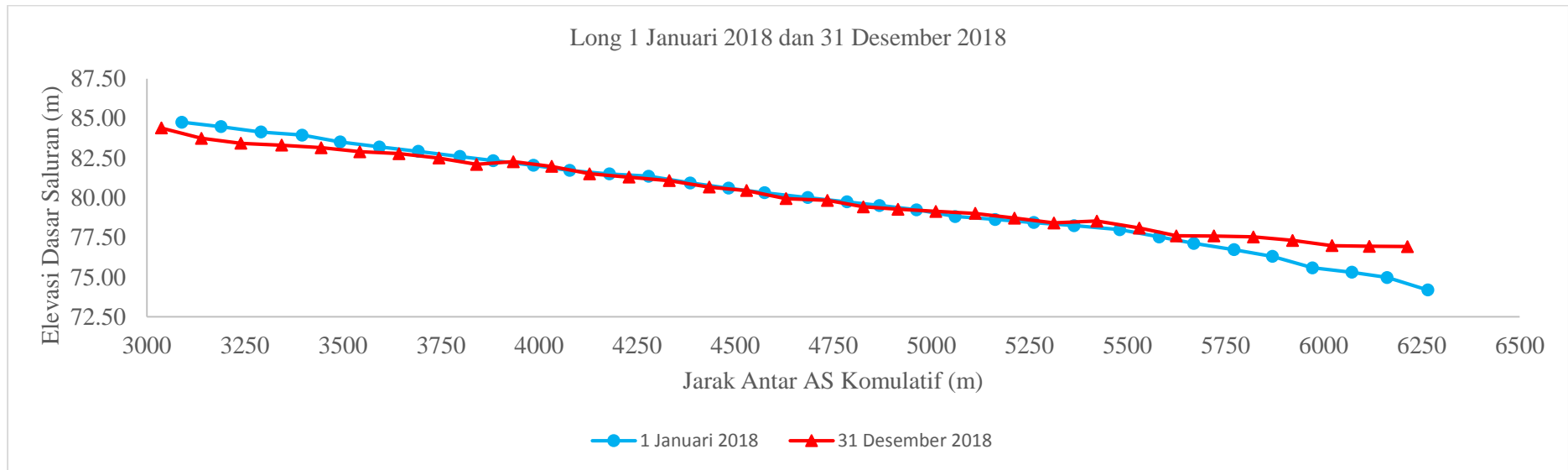
**Grafik 8.** Perubahan Kemiringan Dasar Saluran Tanggal 1 Januari 2018 hingga Tanggal 30 Januari 2018



**Grafik 8.** Perubahan Kemiringan Dasar Saluran Tanggal 1 Januari 2018 hingga Tanggal 30 Januari 2018 (*lanjutan*)



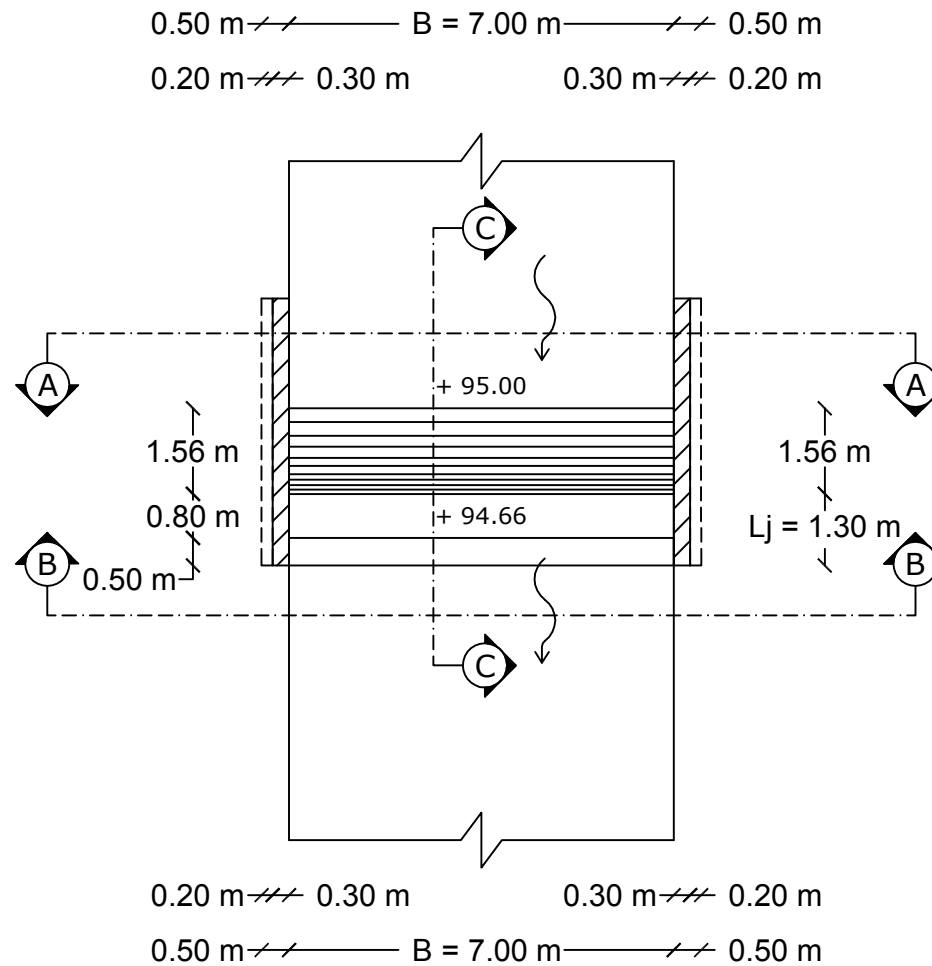
**Grafik 9.** Perubahan Kemiringan Dasar Saluran Tanggal 1 Januari 2018 hingga Tanggal 31 Desember 2018

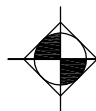


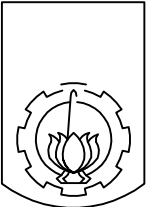
**Grafik 9.** Perubahan Kemiringan Dasar Saluran Tanggal 1 Januari 2018 hingga Tanggal 31 Desember 2018 (*lanjutan*)

**Lampiran 4**  
**Gambar Perencanaan *Groundsill***

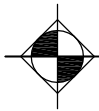
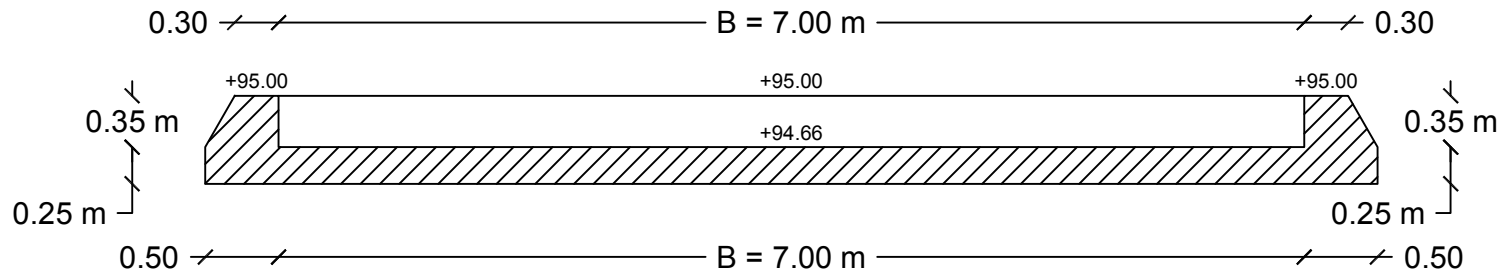
*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*




**DENAH GROUND SILL**  
 SKALA 1 : 100

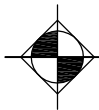
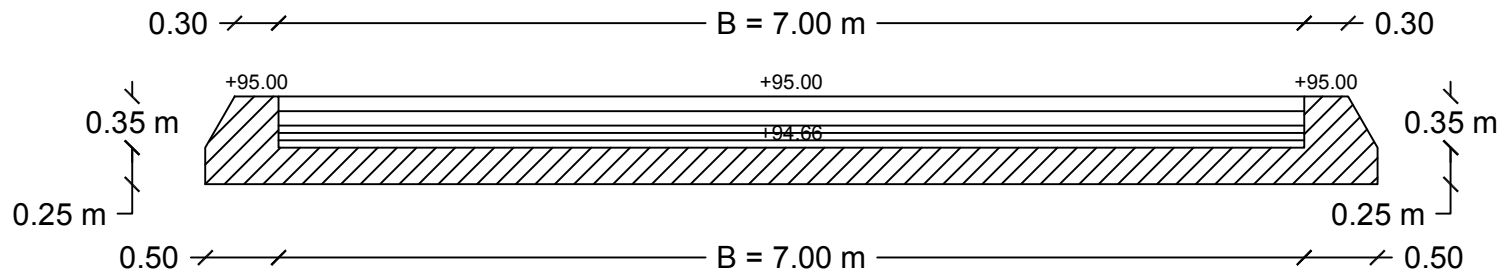
 Institut Teknologi Sepuluh Nopember	JURUSAN	JUDUL TUGAS AKHIR	JUDUL GAMBAR	SKALA	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA	NO. GBR.	JML. GBR
	Program Studi S1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil FTSLK - ITS	Analisa Angkutan Sedimen Pada Sungai Lanang, Desa Pendem, Kecamatan Kandat, Kabupaten Kediri	Denah Groundsill P. 62	1 : 100	Dr. Ir. Wasis Wardoyo, MSc Mohamad Bagus Ansori, ST, MT	Nadlautal Reymalta (03111745000027)	<b>1</b>	<b>3</b>





POTONGAN A - A

SKALA 1 : 25

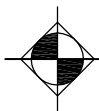
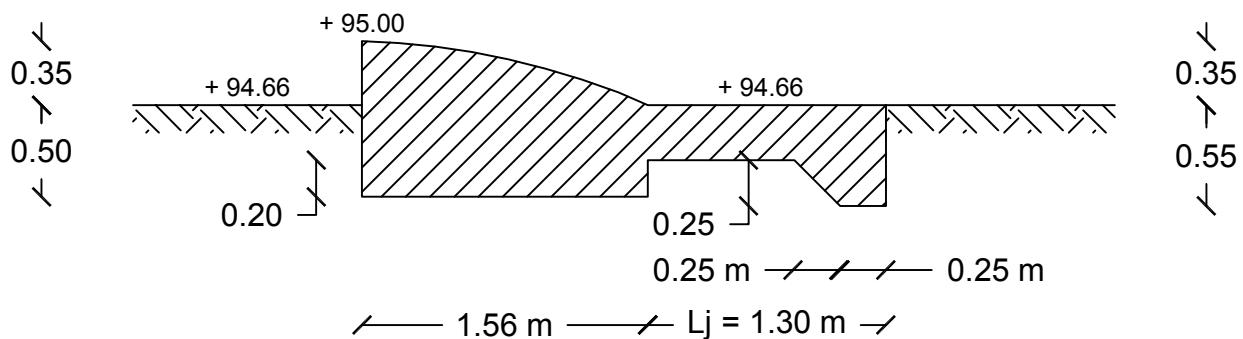


POTONGAN B - B

SKALA 1 : 25

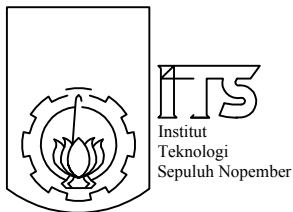


JURUSAN	JUDUL TUGAS AKHIR	JUDUL GAMBAR	SKALA	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA	NO. GBR.	JML. GBR
Program Studi S1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil FTSLK - ITS	Analisa Angkutan Sedimen Pada Sungai Lanang, Desa Pendem, Kecamatan Kandat, Kabupaten Kediri	Potongan A - A Potongan B - B	1 : 25 1 : 25	Dr. Ir. Wasis Wardoyo, MSc Mohamad Bagus Ansori, ST, MT	Nadlautal Reymalta (03111745000027)	2	3



POTONGAN C - C

SKALA 1 : 20



JURUSAN	JUDUL TUGAS AKHIR	JUDUL GAMBAR	SKALA	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA	NO. GBR.	JML. GBR
Program Studi S1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil FTSLK - ITS	Analisa Angkutan Sedimen Pada Sungai Lanang, Desa Pendem, Kecamatan Kandat, Kabupaten Kediri	Potongan C - C	1 : 20	Dr. Ir. Wasis Wardoyo, MSc Mohamad Bagus Ansori, ST, MT	Nadlautal Reymalta (03111745000027)	3	3

## **BIODATA PENULIS**



Penulis bernama lengkap Nadlautal Reymalta, lahir di Balikpapan, 01 April 1996. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN 001 Balikpapan Selatan, SMP Negeri 1 Balikpapan dan SMA Negeri 1 Balikpapan dengan bidang Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Setelah lulus dari SMA pada tahun 2013, penulis mengikuti Seleksi Masuk ITS (SMITS) dan diterima di jurusan Diploma III Teknik Sipil FTSP ITS serta terdaftar sebagai mahasiswa dengan NRP. 3113 030 113, dengan konsentrasi studi Bangunan Air. Setelah lulus dari Diploma III Teknik Sipil, penulis mengikuti Seleksi Masuk ITS (SMITS) program Lintas Jalur dengan jurusan S1 Teknik Sipil FTSLK ITS dan terdaftar sebagai mahasiswa dengan NRP. 03111745000027. Penulis mengambil konsentrasi studi Hidroteknik.